

# COMUNICACIONES ELÉCTRICAS



**Temas centrales: Sistemas C3I para fuerzas de seguridad.  
Gestión del software.**

Comunicaciones Eléctricas, revista técnica trimestral de Alcatel, 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

2° trimestre de 1994

## Comité editorial

Peter Radley  
*Presidente*

Giorgio Toluoso  
*Research & Technology*

Dominique Brouard  
*Alcatel Cable*

Rossella Daverio  
*Relaciones Corporativas y Publicidad*

Denis Derville  
*Alcatel Business Systems*

Edmond Osslyn  
*Alcatel Network Systems*

Renzo Ravaglia  
*Network Engineering & Installation*

Werner Schmidt  
*Patentes*

## Editores

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

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

Andreas Ortelt  
*Editor, Elektrisches Nachrichtenwesen, Stuttgart*

Gustavo Arroyo  
*Editor, Comunicaciones Eléctricas, Madrid*

Egisto Corradini  
*Editor, Prospettive di Telecomunicazioni, Milán*

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

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

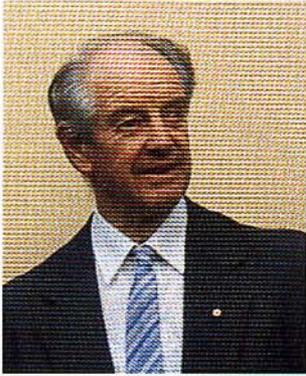
Directora de la Publicación : Rossella Daverio  
Revista técnica trimestral, editada por Alcatel Alsthom Publications S.A., con un capital de 250 000 Francos franceses  
Domicilio social : 12, rue de la Baume, 75008 París, Francia  
Depósito Legal : RCS París B 349 910 521  
Accionista principal : Samag : 99,76%  
Registro Legal : 2° trimestre de 1994  
ISSN : 1242-0573  
Imprime : Atelier Huguenot,  
275, rue Pierre et Marie Curie, 73490 La Ravoire, Francia  
Tirada : 5 800 ejemplares  
© Alcatel Alsthom Publications

## Contenido

- 102 **Editorial - El cambiante mundo de las telecomunicaciones**  
*H. S. Wragge*
- 106 **Introducción general de los sistemas C3I y su aplicación a las fuerzas de seguridad**  
*E. Bourdin*
- 111 **ALCIDE - La plataforma de ejecución y desarrollo C3I de Alcatel**  
*D. Carcagno, P. Suslenschi*
- 118 **Señalización digital para radio móvil privada (DSPMR)**  
*P. Rousseau*
- 125 **TETRA - un estándar para comunicaciones policiales**  
*H. Azemard*
- 129 **Sistema automático de localización de vehículos**  
*A. Bethmann, K. Brocke, S. Harrer*
- 136 **Centros de mando y control para C3I de policía y seguridad**  
*A. Grau, E. Bourdin*
- 143 **Sistema de vigilancia urbana por video**  
*N. Thouvenot*
- 148 **SAFARI - Un desarrollo avanzado de C3I para gestión de las crisis**  
*P. Suslenschi, E. Bourdin*
- 153 **BorderMaster 2000 - Un sistema avanzado de vigilancia de fronteras**  
*H. Löhle, D. Owen, T. Merey*
- 160 **Los elementos humanos y el tratamiento del software y de la documentación en Alcatel**
- 162 **Complejidad del software: Modelos para dominar el proceso**  
*Ph. Nguyen-Duc*
- 173 **Cambios en el proceso de producción de documentación**  
*G. Brooks*
- 181 **¿Arte ó ciencia? Evolución de la ingeniería del software**  
*J. Collins*
- 190 **Redes ATM: El punto de vista del fabricante**  
*J. Dupraz*
- 198 **Notas de investigación**
- 200 **Últimas solicitudes de patentes**
- 208 **Abreviaturas de este número**
- En este número**



# El cambiante mundo de las telecomunicaciones



Harry S. Wragge

La naturaleza de las telecomunicaciones está cambiando posiblemente más rápidamente que cualquier otra infraestructura ó producto. Cuando el cambio es tan rápido, una pregunta surge naturalmente, hacia donde se va y como será el futuro. En el mundo de las telecomunicaciones intentar responder a preguntas como estas es una aventura muy arriesgada. Sin embargo, al intentar predecir el futuro, es instructivo revisar de donde han venido las telecomunicaciones, así como algunos de los posibles futuros desarrollos tecnológicos y las fuerzas del cambio, ya que ello dará probablemente el mejor indicativo de cual será el futuro.

### Aspectos importantes de la evolución de las telecomunicaciones de hoy

En la primera mitad del siglo, las metas eran sencillas: la ampliación de la red telefónica automática

hacia una red global y la progresiva automatización de la red telegráfica automática. Los problemas técnicos no eran grandes: los principales factores que dictaban el futuro fueron, por un lado, la implantación, reconocimiento y desarrollo universal de las normas internacionales y, por otro, el desarrollo de las infraestructuras por los gobiernos. La mayoría de las administraciones de telecomunicaciones eran o propiedad u operadas por los gobiernos, ya que las telecomunicaciones se veían como parte de las infraestructuras nacionales y como un punto clave de las economías nacionales. Además, se veía una estrecha correlación entre el PNB y la inversión en telecomunicaciones. En los 60, cuando se comenzaron a implantar con rapidez redes telegráficas y telefónicas automáticas globales, la situación empezó a cambiar. Surgieron diferentes servicios, notablemente de datos en diferentes formas, seguidos por el videotex, el teletex, el facsímil, etc., los cuales se transportaban principalmente sobre redes telefónicas y telegráficas. Después del despegue inicial, teletex y videotex decayeron mientras que los servicios de y derivados de datos, así como los telefónicos florecieron.

Hoy día, el correo electrónico está bien asentado como una derivación de los servicios de datos y se han desarrollado numerosas variantes. El correo electrónico es un factor importante, ya que tiene firmemente establecido al ordenador personal como un terminal de telecomunicaciones, marcando la convergencia entre comunicaciones e informá-

tica, que ha estado en debate durante las dos últimas décadas. Ahora es empleado en la mayoría de las empresas y en muchos hogares (aproximadamente el 25% en Australia). Emplea tanto las redes de datos derivadas de las de telecomunicaciones como las de informática. Las redes informáticas emplean redes de área local y extendida, que se están introduciendo ahora en las redes de telecomunicaciones, al punto que su flujo de información se puede tratar fácilmente por las mismas técnicas de conmutación que tratan la información telefónica. El empleo masivo de ordenadores personales será probablemente el factor más importante en el desarrollo de los servicios multimedia.

Otro desarrollo importante es el servicio de telefonía móvil. Se está desarrollando rápidamente en muchos países y se ha alcanzado la etapa en el que ya forma una parte importante de la red telefónica. No sólo representa a la telefonía móvil aisladamente; forma parte de un desarrollo más general hacia el acceso radio a redes y la portabilidad.

Ahora estamos contemplado el inicio de una nueva convergencia, al tiempo que se consolida y extiende la convergencia de las comunicaciones y de los ordenadores. Es la convergencia con la industria del entretenimiento, siendo la televisión de pago la clave.

También se está viendo un cambio de ética en los objetivos de la provisión de telecomunicaciones, desde una ética de servicios a una ética de negocios. Igualmente el control y, en algunos casos incluso

la propiedad de las redes de telecomunicación está pasando de los gobiernos y organismos gubernamentales a intereses privados.

### Influencias en el futuro

Está de moda hablar, cuando se trata del futuro desarrollo de las telecomunicaciones, de "dirigido por el cliente". Pero la experiencia muestra que un cliente difícilmente sabe lo que quiere antes de que se le muestre, o algo parecido. El progreso viene, normalmente, de una posibilidad técnica unida a lo que un empresario ve como una posible oportunidad de mercado. Si los clientes compran lo nuevo, el empresario será feliz, justificará su decisión y se progresará.

### Influencias técnicas

¿Cuales son los desarrollos tecnológicos de importancia en lo que queda de siglo? El futuro desarrollo de redes centrales aparece como algo predecible; se puede resumir como sigue: Uso de fibra óptica en la transmisión de velocidades de gigabit con multiplexación de longitud de onda y amplificadores ópticos. La conmutación será ATM y SDH. Se incluirán aplicaciones inteligentes para mejorar los servicios. La red tendrá la capacidad de tratar una gama muy amplia de velocidades, desde telemetría a televisión de alta definición. Habrá una gran competencia técnica en algunos elementos, pero su estructura general está clara.

El área interesante será el de los terminales y su interconexión con la red. Los terminales del futuro tendrán un gran impacto en la naturaleza de los servicios y, en particular, en su rapidez de adaptación. Los servicios serán más potentes e, inevitablemente, más complejos. Las naturales exigencias que recaerán sobre el usuario deben de minimizarse, ya que en caso contrario

los servicios no se emplearán lo que debieran, aunque se desarrollen interfaces de usuarios muy buenos. Esto necesitará de un cuidado diseño de los procedimientos de operación y de la presentación de la información de control y datos pertenecientes al servicio requerido. El esquema físico tiene también una importancia significativa para lograr un interfaz humano totalmente amigable.

Esto no se encuentra normalmente en los estándares internacionales, pero debería estar, ya que es vital para asegurar la máxima utilización de las nuevas características que se ofrecen. Como ejemplo sencillo, pensemos en el teléfono básico con unas pocas mejoras. La rellamada es una de las mejoras más comunes, junto al almacenamiento de números. Sin embargo, hay cantidad de métodos de cada una de ellas, incluso dentro de una misma organización. Suele usarse como iniciador de una rellamada el símbolo ##, ¿Esto es forzar a la imaginación! Este procedimiento limita el uso de esta facilidad a aquellos familiarizados con su uso y limita al usuario ocasional.

Los procedimientos de almacenamiento y recuperación de número son también numerosos, incluyendo alguno similar al ## de la rellamada. Es saludable decir que sólo el teclado del teléfono está normalizado, ¡y que no es coherente con los otros equipos de empresa!

Un diseño amigable bueno contemplaría las normas industriales para todos esos procedimientos de usuario con una estandarización del método en todos los instrumentos, desde el más simple al más sofisticado. Pasar a un terminal o instrumento más avanzado debería requerir un aumento de los procesos mentales de los usuarios, pero no un nuevo aprendizaje. La industria informática ha aprendido el valor de este principio, pero la industria de las comunicaciones y del ocio tiene aún un largo camino en el diseño de equipos desde el punto de vista ergo-

nómico. Probablemente el mejor ejemplo de equipo de usuario no amigable sea el video doméstico. Ahora existen organismos internacionales que pueden ayudar con buenos diseños de interfaces humanos y su apoyo se debería solicitar mucho más de lo que se solicita en la actualidad.

El diseño de buenos interfaces humanos lo tendría una empresa de telecomunicaciones que ofreciera una gama de terminales amigables, coherentes y consistentes que reflejen el "estilo" de la empresa. Esto debería cumplir sus aspiraciones con los servicios, generalmente a nivel del público, mientras que la norma parece ser la provisión de un conjunto heterogéneo de aparatos distintos.

En términos de avances tecnológicos, los cambios importantes que yo espero ver serán la introducción del control por voz interactiva del equipo terminal, del acceso radio a la red y la inclusión de la seguridad.

Todo ello será económicamente viable mediante el uso de tecnología digital en la red por la creciente tendencia potencia/coste de la electrónica.

Los avisos con voz sintetizada se están usando crecientemente en la red, pero se usan poco en el equipo terminal. Su inclusión, si se trata sensiblemente de acuerdo con buenos principios de diseño de interfaces humanos, hará más sencillo el manejo de terminales sofisticados y potentes. El reconocimiento de la voz en la intercomunicación entre hombre y terminal se está comenzando a usar ahora. Igualmente, su uso puede facilitar la tarea del manejo de un terminal complejo, pero la demanda tecnológica para lograr una independencia del locutor es mucho mayor. Sin embargo, el umbral a lo que esto era posible ya se ha sobrepasado. Los retos a los que se enfrenta su introducción son el coste (que está continuamente bajando) y el buen diseño de interfaces humanos con aceptables respuestas. Aquí puede

ayudar el uso de sistemas expertos sencillos.

Aumentará el acceso radio a la red, hasta formar una gran parte de los accesos. Aún se encuentra en su niñez, disponiéndose ya de accesos a centralitas sin hilos, LAN radio, teléfonos inalámbricos y, naturalmente, teléfonos móviles. Sin embargo, será la portabilidad mas que la movilidad lo que caracterice a muchos de estos accesos. La tendencia de costes es progresivamente más favorable y la gente prefiere claramente la portabilidad y la libertad frente a la tiranía de los cables de conexión. Los abonados domésticos serán servidos desde pequeños puntos de distribución cercanos conectados a la red central mediante fibra óptica.

La seguridad será cada vez más importante, en particular cuando aumente el acceso radio. Sin embargo, otro factor que mejorará los aspectos de seguridad será la aparición de la oficina en el hogar, o "trabajo a distancia". Ni el trabajador a distancia, ni su empleador querrán "riesgos" al enviar su información. Se dispone de potentes técnicas que se pueden usar a costes progresivamente menores en una red digital.

### Los actores

Habrà una serie de importantes actores que tendrán un papel significativo en el futuro de las telecomunicaciones, alguno de los cuales no lo había tenido en el pasado. Incluye reguladores, diseñadores de normas, industria ("impulso tecnológico") y empresarios. No espero ver al usuario como uno de los activos diseñadores del futuro, pero sí como un enjuiciador de la ofertas, que elegirá según el coste en su propio bolsillo.

El marco regulador puede soportar o inhibir el desarrollo de redes y de servicios. La prescripción y la restricción de uso, la prescripción de tarifas, etc. puede ser

inhibitoria, pero la provisión de una firme conducta en la adopción de normas puede ser bastante estimulante. Un ejemplo de esto sucedió hace una década en Australia cuando el gobierno decidió que el videotex se debía introducir como servicio, pero prohibía al operador que tuviese cualquier parte o influencia en el establecimiento del servicio, el cual debería ser dirigido por el mercado. En aquellos tiempos, había tres métodos que se podían seguir, basados en métodos razonablemente bien desarrollados en otras partes del mundo. Reinó el caos, con una gran cantidad de incompatibilidades. Tras cambiar el gobierno, se pidió al operador que introdujera el servicio. Se eligió el método, que fue seguido por un nivel esperado, e inevitable, de críticas, que duraron poco según se avanzaba rápidamente en la certeza de que se estaba en el buen camino. El servicio creció hasta que declinó por la competencia de otros servicios.

Tarificar es una tarea difícil, particularmente cuando las redes son más integradas y la tarificación, necesariamente, se enfocará hacia parámetros de tiempo, distancia y capacidad. Frecuentemente, las tarifas tienen sus raíces en la historia y los cambios estructurales pueden ser, a veces, muy sensibles políticamente. Por ejemplo, la tarificación de las llamadas locales es uno de los aspectos políticos más sensibles en Australia. La forma de establecer las tarifas tiene que ser considerada muy cuidadosamente por proveedores de servicios y reguladores, y tener en cuenta la sensibilidad y migración de servicios, particularmente en lo relativo a los servicios tradicionales como el teléfono. La liberalización del entorno competitivo será inevitablemente un asunto complejo y será un compromiso entre muchas presiones conflictivas. Sin embargo, en particular cuando el negocio de las telecomunicaciones se trata como una empresa, las

tarifas tendrán un efecto dominante en la dirección del desarrollo de las ofertas de telecomunicaciones.

El desarrollo de normas en el pasado tendía a concentrarse en el establecimiento del marco para el trabajo internacional: con el crecimiento de la complejidad de los servicios, este papel se tiene que aumentar e incluir muchas más definiciones y especificaciones de asuntos estrechamente ligados al interfaz humano, para facilitar el trabajo entre personas. Las normas industriales deberían ser desarrolladas para que los procesos y operaciones fuesen uniformes y consistentes con un buen diseño de interfaz humano, ya que tendrá un significativo impacto sobre la velocidad de adaptación a los nuevos servicios, que afectará significativamente a la distancia entre aquellos que empiezan con un nuevo servicio y los que deben de adaptarse a un él.

El impulso tecnológico será un importante factor en el modelado de los futuros servicios de telecomunicaciones, pero no es suficiente en sí mismo. El interés comercial será viable y el empresario que pueda unir la posibilidad técnica con la oportunidad de mercado, y convencer al cliente de la bondad de su producto siempre será un factor crítico.

Los propietarios del negocio siempre tendrán sus propios fines que servir, si están en el negocio sólo para ofrecer un servicio de telecomunicaciones o si usan las telecomunicaciones para servir otros intereses. La entrada de los medios en el consorcio de las telecomunicaciones es un primer ejemplo de lo último. Los medios impresos están viendo la gradual transición para sustituir el papel como medio de comunicación; igual sucede con los medios de difusión, en particular los grupos de TV de pago. Son los principales impulsores de la convergencia de las telecomunicaciones con el ocio. La veloci-

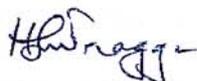
dad con que esto sucederá dependerá de la regularización y de los mercados; las consideraciones técnicas, probablemente, decrecerán según caigan los precios. Será interesante observar la rivalidad entre red fija y radio, con sistemas de distribución por microondas y por satélite por un lado, y con bucle de abonado digital asimétrico (ADSL) por otro. La liberalización asegurará, con probabilidad, que los intereses particulares no se permitan el lujo de hacer una elección libre.

### **El futuro**

El futuro es bastante complejo y será dirigido de forma muy diferente a como se ha dirigido en el pasado el desarrollo de las redes y servicios de telecomunicaciones. En el pasado, el desarrollo seguía, en gran medida, el paso del desarrollo tecnológico, y el ingeniero de telecomunicación tenía una gran influencia. En el futuro, las posibilidades técnicas serán claramente superadas por el desarrollo de redes

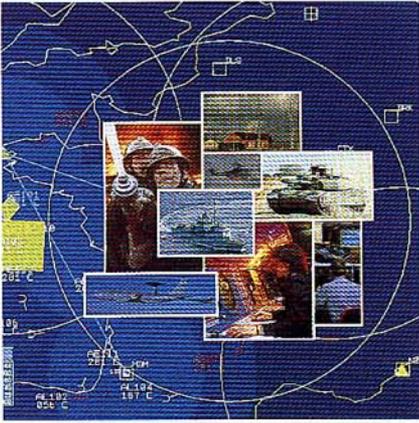
y de servicios, que será dirigido por reguladores e intereses comerciales, y no por personal técnico. El desarrollo de redes no se orientará a infraestructuras nacionales, aunque sea vital para la economía de un país.

¡Ha llegado el día en el cual no es suficiente una bola de cristal!



### **Harry S. Wragge**

Jubilado, antiguo director de investigación de Telecom Australia



## Introducción general de los sistemas C3I y su aplicación a las fuerzas de seguridad

**E. Bourdin**

Alcatel ISR, Evry, Francia

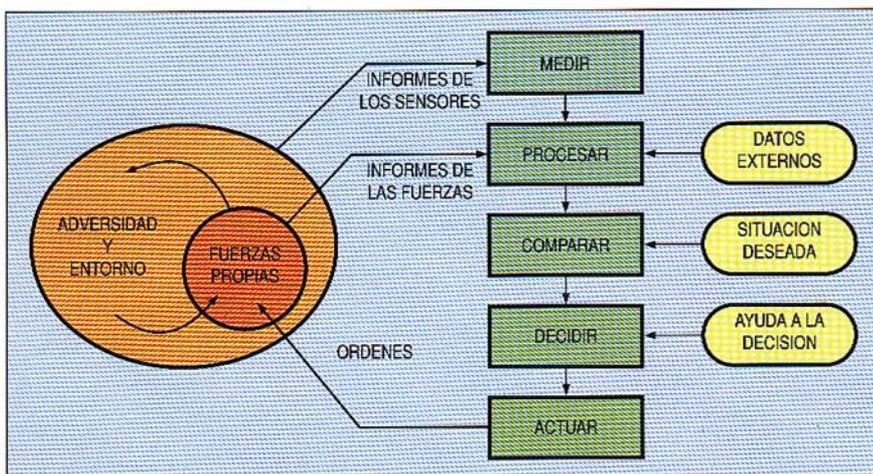
### El sistema C3I como soporte al proceso de mando y control

Los sistemas de mando, control, comunicación e inteligencia (C3I) abarcan una amplia variedad de sistemas de información cuyo propósito es el de proporcionar a las personas responsables de tomar decisiones las capacidades de información y comunicación necesarias para conocer todos los elementos de cualquier situación en sus áreas de responsabilidad, y así poder tomar las decisiones apropiadas, transformarlas en ordenes a sus subordinados y controlar su ejecución. La ciencia del C3I,

que tuvo su origen en las fuerzas armadas como soporte del proceso conocido como mando y control, se ha extendido a las organizaciones civiles encargadas de misiones tales como el mantenimiento del orden público en las grandes ciudades (fuerzas de policía), la protección de la población frente a catástrofes naturales (fuerzas de protección civil), el control del tráfico en la red de carreteras, la vigilancia de fronteras, la lucha contra el tráfico de drogas (brigadas anti narcóticos), la ayuda humanitaria y la protección de pueblos en las crisis (ONU u organizaciones humanitarias), etc.

Según Lawson [1] todo el proceso de mando y control (C2) se puede modelar según el sencillo bucle representado en la **Figura 1**. Los mandos toman decisiones para contrarrestar amenazas y volver a una "situación normal" actuando de la forma más eficaz posible frente a la adversidad en un entorno determinado. Lawson modela el proceso C2 en cinco "pasos": la información acerca de la adversidad, el entorno y las propias fuerzas son llevadas a la celda C2 por *sensores* y por partes de las propias fuerzas. Esos datos medidos, finalmente complementados por la información proveniente de centros cooperantes, son *procesados* y organizados para producir una imagen de la situación del campo de operaciones. *Comparando* la "situación deseada" con la situación actual, los responsables de la toma de decisiones pueden evaluar los objetivos a alcanzar y tomar las *decisiones* apropiadas que se transmiten a las fuerzas para que *actúen*.

**Figura 1 - Modelo de Lawson para el proceso de mando y control**



### Descripción genérica de los sistemas C3I

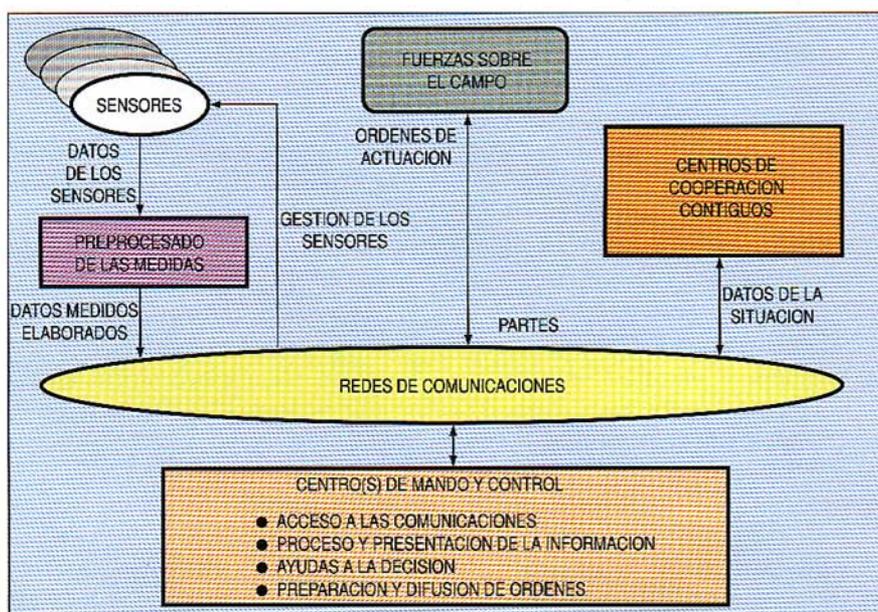
Los sistemas C3I proporcionan el soporte técnico requerido para

alcanzar la implantación más eficiente posible del proceso C2. Se componen de un conjunto de componentes electrónicos, comunicaciones, procesadores, estaciones de presentación y software. Un diagrama simplificado de tales sistemas se muestra en la **Figura 2**.

Sensores convenientemente distribuidos por el área de responsabilidad (con ejemplos típicos tan diferentes como radares de vigilancia para fuerzas aéreas, cámaras de vídeo para supervisar el tráfico urbano en las grandes ciudades, receptores GPS para localización de los camiones cisterna de las brigadas de bomberos, o más simplemente de un policía situado en un punto estratégico), están conectados a una red de comunicaciones para informar de los datos medidos al centro de mando y control. Algunos sensores están complementados con un pre-proceso electrónico que transforma los datos en una información más elaborada adaptada al procesamiento y visualización por ordenador así como a su interpretación humana. La mayoría de los sensores pueden también ser controlados mediante una señalización de "gestión de sensores" para optimizar su uso de acuerdo con la situación observada.

Los datos generados por los sensores y los suministrados por las fuerzas se transmiten al centro de mando y control donde se formatean, procesan, relacionan, almacenan y presentan a los responsables de tomar decisiones en diferentes formatos según las necesidades de los usuarios: textos, listas, tablas, símbolos sobre mapas gráficos, imágenes, etc. Se toman las decisiones, cuando es apropiado con ayuda de ordenador, y las órdenes resultantes se preparan y difunden para la acción a las fuerzas en el campo de operaciones.

El bucle C2 se cierra cuando las fuerzas y los sensores devuelven la situación resultante. Dependiendo del tipo, tamaño, estructura y necesidades operativas de la organización



**Figura 2 - Visión general de un sistema C3I**

tratada, el sistema puede abarcar varios tipos diferentes de sensores (p. ej., radar, vídeo y GPS), de redes (transmisión de línea o infraestructura de microondas y radio móvil) e incluso más de un centro C2 en los casos en que estén involucradas fuerzas nacionales, regionales y locales.

La estructura del mando puede actuar en coordinación con otros cuerpos u organizaciones que proporcionan o requieren información (p. ej., brigadas de bomberos y policía o fuerzas de tierra y aire). Esta capacidad, conocida como interoperatividad, se ilustra en la Figura 2 por medio de un enlace con centros de cooperación contiguos.

La definición, especificación, diseño, desarrollo, y correcta implantación de tal sistema requiere un método de sistema integrado que garantice la operación extremo a extremo, desde los sensores a los centros C2 y desde los centros C2 a las fuerzas sobre el campo. La integración del sistema requiere un conocimiento total de todas las funciones del sistema y una visión muy clara de los interfaces entre los componentes a nivel físico y funcional.

### Aplicación a las fuerzas de seguridad

Los artículos que siguen a esta introducción general se concentran en algunos aspectos de los sistemas C3I dedicados a fuerzas de seguridad, principalmente la policía y las brigadas de bomberos. Como complemento, y para ilustrar la amplia variedad de sistemas C3I desarrollados por Alcatel, se presentan dos ejemplos aparte de los dedicados a las fuerzas de seguridad, uno destinado a soportar a las fuerzas armadas en operaciones de pacificación, y otro dedicado a los servicios de aduanas a cargo de misiones de vigilancia de fronteras.

Desde una perspectiva muy general, los sistemas C3I de policía y seguridad (P&S) proporcionan el soporte de prevención e intervención frente a cualquier eventualidad, bien humana tales como robos, terrorismo, narcóticos, accidentes de carretera, etc., bien natural como incendios, inundaciones, polución, terremotos, etc. Los sistemas C3I proporcionan enlaces entre las fuerzas P&S y públicas para asegurar el orden público y auxiliar a los ciudadanos que requieren asistencia. Los

sistemas C3I también proporcionan la capacidad para un eficiente almacenamiento, clasificación y acceso a los datos de cualquier información que pueda necesitar las fuerzas P&S en el curso de un incidente.

Cuando se trata con P&S, se aplican los cuatro aspectos C3I de la forma siguiente:

- **Mando** significa asignar fuerzas (número de patrullas asignadas a un barrio, número y tipo de coches bomba en una estación de bomberos, etc.), planificar misiones (p. ej., el itinerario de las patrullas y su programación horaria), y asignar misiones y difundir ordenes de actividades
- **Control** se refiere a supervisar la situación (posición de las fuerzas y evaluación del estado de la misión, incidentes actuales, etc.), gestionar fuerzas y recursos (número de bomberos disponibles, posición de las patrullas de policía encargadas de controlar una manifestación, etc.) y seguir la correcta ejecución de las ordenes
- **Comunicaciones** afecta a todo lo relacionado con el intercambio

de información independientemente del tipo: voz, datos, gráficos, imagen y video.

- **Inteligencia** significa el conocimiento de cualquier dato que tenga una mayor o menor relevancia para las operaciones de las fuerzas de P&S (situación y disponibilidad de hospitales, accesos a las estaciones de metro, planos de los principales edificios estatales, etc.).

### Requisitos típicos de las fuerzas de seguridad

Lo que sigue en el artículo se concentra principalmente en los requisitos de las fuerzas de seguridad destinadas a grandes áreas urbanas. Las fuerzas de policía y de protección civil se estructuran normalmente en tres niveles jerárquicos, como se ilustra en la **Figura 3**. Las intervenciones reales se realizan a nivel de las estaciones (parques de bomberos o comisarías de policía), lugares en donde la policía o los bomberos están situados y tienen su material de intervención. Se mandan y coordinan a nivel de distrito, donde se reciben todas las llamadas de peti-

ción de asistencia, se supervisan las operaciones globales y, en algunos casos muy especiales, se dirigen al nivel de la correspondiente jefatura central.

Aunque los sistemas C3I se construyen sobre bases técnicas comunes como las aquí descritas, funcionan en contextos muy diferentes (político, ambiente, población, etc.), en distintas zonas (ciudad, distrito, región, país, etc.), con procedimientos variados y en coordinación con distintas organizaciones.

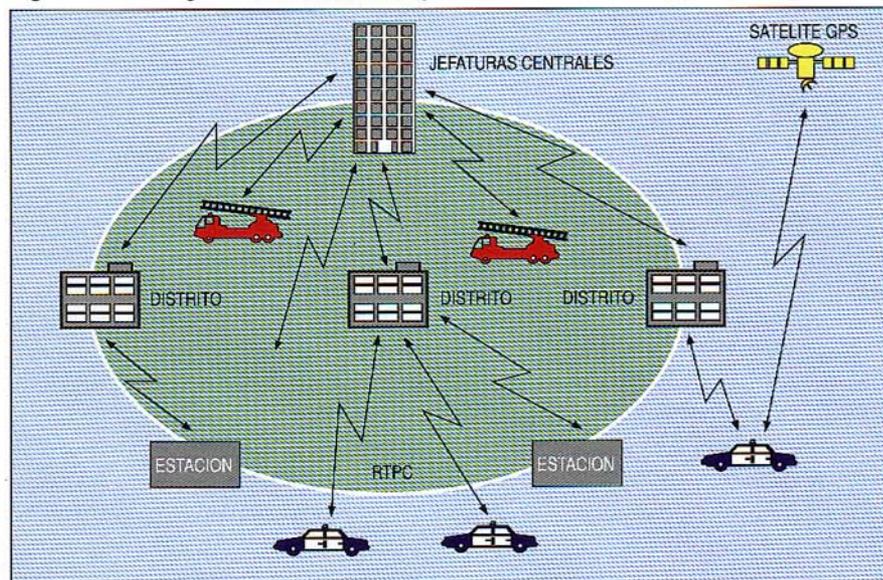
Todas estas características hacen que cada sistema sea diferente, lo que lleva consigo la necesidad de una total cooperación entre usuarios finales y diseñadores del sistema para determinar la exacta definición de las principales funciones del sistema.

Consecuentemente es obligado, desde un punto de vista industrial, enfocar el diseño del sistema de una forma abierta y muy flexible para permitir posteriores ajustes, modificaciones y añadidos sobre una base estable. A este respecto, la arquitectura software es de importancia fundamental; tiene que asegurar la mayor independencia de cualquier característica específica (hardware, protocolos de comunicación, procedimientos operacionales, etc.) de cada sistema. Este aspecto se trata en un artículo posterior dedicado a la plataforma software del C3I de Alcatel.

Alcatel realizó un análisis detallado de los requisitos de varias fuerzas P&S llegando a la siguiente lista de requisitos críticos en una misión, y sobre la cual se elaboró el diseño del C3I para P&S de Alcatel:

- soporte de comunicaciones entre centros y entre centros y fuerzas móviles
- equipo telefónico dedicado a la recepción y proceso de las llamadas de asistencia de los ciudadanos
- capacidad de supervisar en tiempo real el estado y la posición de las fuerzas, así como los

Figura 3 - Visión general de un sistema típico C3I de fuerzas de seguridad



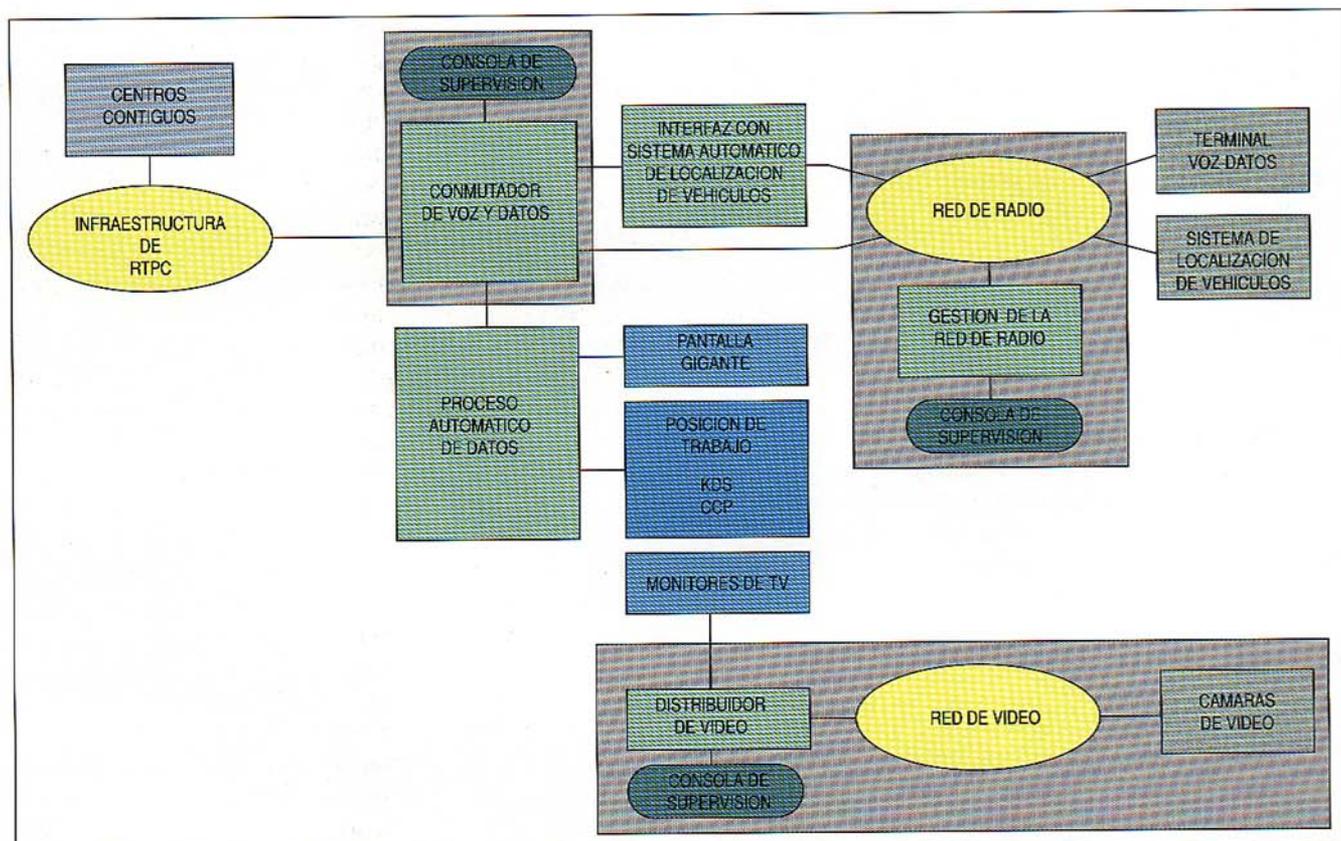


Figura 4 - Arquitectura global del sistema

incidentes en curso y los posibles eventos

- capacidad de vigilancia por video de lugares de interés estratégico
- acceso a datos de inteligencia (criminalidad, documentos de identidad, o ficheros de carnés de conducir, planos de acceso a edificios importantes, lugares de almacenamiento de mercancías peligrosas, etc.)
- herramientas que soporten el posicionamiento de las fuerzas, y la planificación y preparación de misiones
- herramientas para informes y partes.

### Diseño del sistema de Alcatel

La respuesta de Alcatel a estos requisitos fue desarrollar una arquitectura de un sistema genérico C3I de P&S, de la que se representan algunos elementos en la Figura 3 y que se deta-

llan en el diagrama de bloques de la **Figura 4**.

El diseño del sistema Alcatel consta de los siguientes subsistemas:

- una infraestructura de red de comunicaciones que puede ser privada o basada en la red telefónica pública conmutada (RTPC). Se necesita esta red para soportar la transmisión de voz y datos entre centros
- una red de radio privada para transmisión de voz y datos entre distritos o jefaturas y coches patrulla. La red de radio también puede servir como alternativa a la infraestructura de red de comunicaciones
- un sistema de vigilancia de video compuesto de cámaras de control remoto, de una red de transmisión de video, de una matriz de conmutación, de un mural de pantallas, y de consolas de control remoto

- un subsistema automático de localización de vehículos compuesto de equipo electrónico y de radio en cada vehículo para cálculo y transmisión de la posición a las jefaturas, y de un conjunto de recursos software y ordenadores para posicionar los vehículos y presentarlos en mapas electrónicos
- Un completo conjunto de ordenador, software y equipo de presentación con teclados que soporte la adquisición y proceso de datos, la población de la base de datos con información de la situación, la presentación de la información a los mandos y el acceso a ficheros de inteligencia disponibles en sistemas cooperantes.

Los siguientes artículos de este número proporcionan una descripción detallada de la implantación de alguno de los anteriores subsistemas.

Un artículo se dedica al enfoque de Alcatel en la implantación software del C3I mediante una plataforma software común.

Dos artículos tratan las técnicas más recientes utilizadas en comunicación por radio, especialmente para la transmisión de datos.

Un artículo detalla el sistema de localización automática de vehículos.

En otro artículo se describe una implantación típica de la vigilancia por video y, finalmente, otro artículo proporciona una completa descripción de una sala de mando y control (hardware, software e integración del equipo de comunicación y video).

## Referencia

- 1 Stuart E. Johnson, Alexander H. Lewis; Science of Command and Control: Coping with Uncertainty Coping with Complexity

**Erick Bourdin** estudió en las universidades de Sherbrooke, Canadá y Limoges, Francia, obteniendo un título en física del plasma a altas temperaturas en 1979. Su experiencia incluye informática y tecnología en modelos matemáticos para aplicaciones industriales de gases electrónicos. Entró en Alcatel ISR en 1981 como ingeniero de sistemas, trabajando en el desarrollo de programas de ordenador para defensa aérea. Después de varios años en el departamento de diseño y desarrollo software, se involucró completamente en la definición del sistema de control y mando aéreo de la OTAN para el año 2000. Actualmente, como director de la división de Sistemas de Mando y Control de Alcatel ISR, el Dr. Bourdin es responsable del desarrollo de toda la gama de productos C3I de Alcatel en todas las organizaciones que traten procesos de decisión que involucre una variedad de fuerzas y recursos - que aparte de las fuerzas armadas incluye organismos públicos y privados tales como protección pública y civil, transportes, asuntos exteriores y autoridades regionales.

# ALCIDE - La plataforma de ejecución y desarrollo C3I de Alcatel

**D. Carcagno, P. Suslenschi**

Alcatel ISR, Evry, Francia

## Introducción

ALCIDE es una plataforma software para sistemas C3I, a los que proporciona un núcleo de ejecución y un entorno de desarrollo. ALCIDE ofrece funcionalidad básica tanto en el nivel de desarrollo de aplicaciones como en el de ejecución del sistema. Proporciona la base y los medios necesarios para desarrollar aplicaciones a medida, en diferentes plataformas hardware. ALCIDE está concebida para su uso como herramienta en la producción y soporte del software en una extensa variedad de sistemas C3I. La primera parte de este artículo da una visión de conjunto de los requisitos software actuales del C3I, y a continuación se presenta el enfoque recientemente adoptado en Alcatel para cumplir los requisitos del mercado, con una introducción de la plataforma ALCIDE. Se describen más adelante los componentes disponibles que constituyen la versión 1.0 de ALCIDE. Finalmente, se presentan las ya numerosas aplicaciones desarrolladas con ALCIDE y las primeras conclusiones acerca de los efectos observados por el empleo de ALCIDE.

## Requisitos generales para el desarrollo de software C3I

El proceso de desarrollo del software C3I (mando, control, comunicación e inteligencia) está hoy sujeto a diversas presiones creadas por una creciente competencia entre los suministradores, por los requerimientos del reducido tiempo de salida al mercado, y por una reducción del ciclo de vida tecnológico de 4 a 5 años en el mercado del software.

La duración del desarrollo completo de una aplicación típica se reduce hoy a menos de 24 meses para satisfacer los requisitos operacionales actuales. En un pasado reciente, el proceso de desarrollo de sistemas militares C3I duraba, por término medio, de 5 a 7 años.

Además, los clientes exigen sistemas con una alta capacidad de evolución. Esto significa que los sistemas deben ser capaces de integrar nuevas funciones, manteniendo la interoperatividad con las versiones previas y con los sistemas externos, y sin que esto entrañe revisiones importantes de diseño en la arquitectura de sistema. Las revisiones de diseño solían incrementar el coste de disponer de un sistema en más del cincuenta por ciento del coste inicial del proyecto.

Los clientes exigen además sistemas que se puedan mantener actualizados para beneficiarse así de la última tecnología disponible. Esto implica que la arquitectura del sistema debe proporcionar los medios para cambiar los componentes software o incluso las herramientas básicas.

La asociación de clientes importantes (el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y el Ministerio francés de Defensa) se planteó por la necesidad de organizar entornos técnicos dedicados a la adquisición de sistemas de defensa, con el fin de controlar mejor los costes de posesión de grandes sistemas y de reducir su tiempo de salida al mercado. La iniciativa CALS (soporte por ordenador para adquisición y logística) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (US DoD) tiene como meta el definir un cuerpo de normas en áreas tales como la docu-

mentación técnica, el soporte logístico integrado, la gestión de proyectos, las bases de datos técnicas y otras áreas. Los clientes civiles, persiguiendo las mismas metas, también comienzan a adoptar estas normas existentes en sus propios sistemas de adquisición, y para sus licitaciones. Esta exigencia de cumplimiento del CALS, cada vez más extendida en los proyectos, impone modificaciones al proceso de desarrollo de C3I, como se ha venido exponiendo hasta aquí.

## Enfoque de Alcatel en el desarrollo software de sistemas C3I

Durante tres años, Alcatel ha adoptado un nuevo enfoque en el proceso del desarrollo del software de C3I con el fin de adecuarse a las nuevas exigencias del mercado. La estrategia adoptada fue acortar las fases de realización y reducir el coste del desarrollo mediante una mejor capitalización del know-how.

Así, los objetivos principales fueron conseguir la reutilización de los componentes software dentro de los proyectos pertenecientes al área C3I, proporcionar los componentes software básicos adecuados a las normas del mercado y, en áreas técnicas donde no existen normas bien definidas (p. ej., en cartografía), proporcionar una "norma" Alcatel como la mejor elección para los desarrollos de sistemas C3I.

Las etapas que llevaron al logro de estas metas fueron:

- la definición de una arquitectura genérica, abierta y modular para sistemas C3I

- una especificación funcional exhaustiva de los componentes involucrados
- una integración de esos componentes funcionales por medio de interfaces estándar
- una organización adecuada de la gestión de proyectos.

El modelo funcional de referencia que se obtuvo, y que se describirá más adelante, proporcionó una pauta de trabajo que condujo al desarrollo de una plataforma software común para sistemas C3I, llamada ALCIDE.

ALCIDE es una plataforma software genérica y estandarizada que soporta el desarrollo y la ejecución de muy diferentes tipos de aplicaciones C3I. ALCIDE proporciona un enfoque orientado a objetos para el diseño y el desarrollo de aplicaciones. Esto permite acortar significativamente el proceso de desarrollo.

El proceso de desarrollo de aplicaciones se realiza incrementalmen-

te en pequeños ciclos interactivos. Este procedimiento permite incluir nuevos requerimientos de aplicación en plazos cortos. Los resultados observados son: mayor reutilizabilidad, mejor interoperatividad entre aplicaciones, y estandarización de los desarrollos C3I.

El modelo de referencia también se usa para la descripción de proyectos C3I y de sus productos reutilizables. Los componentes software reutilizables empleados en sistemas C3I se describen con detalle en una base de datos técnica denominada CITIS (sistema de información técnica C3I). Con CITIS se pretende dar un gran valor al flujo de información técnica entre los proyectos C3I de Alcatel. Consultando la base de datos CITIS, los jefes de proyecto o de producto pueden obtener información detallada sobre los componentes software, validados en otras unidades Alcatel, que satisfagan los requerimientos funcionales de su propio proyecto. El impacto espera-

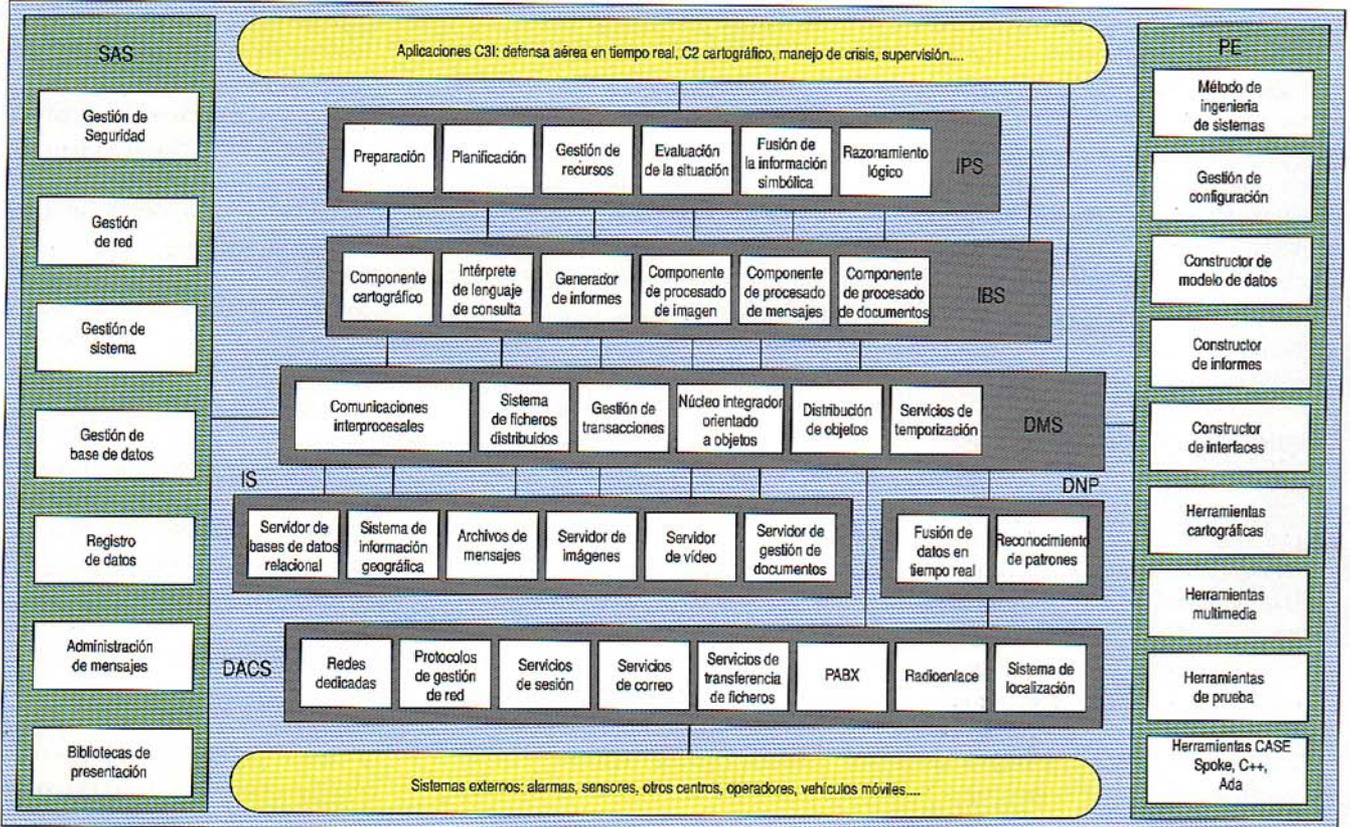
do en la gestión de proyectos C3I es un aumento en la reutilización del software disponible y un crecimiento del negocio entre unidades.

**El modelo de referencia funcional ALCIDE**

El análisis funcional del cual se dedujo el modelo de referencia (Figura 1) se basó inicialmente en el diseño y entrega de más de cuarenta sistemas C3I diferentes.

Este análisis identifica ocho subsistemas diferentes para un sistema genérico C3I. Aparte de los subsistemas de administración del sistema (SAS) y del entorno de producción (PE), los otros subsistemas se organizan en capas, que van desde las funciones de comunicación con subsistemas externos (capa inferior) hasta las funciones de proceso de información (capa superior), orientadas a la misión específica de la aplicación. Los interfaces normalizados, bien los de programación de aplicaciones (API), bien los de

Figura 1 - Modelo funcional de referencia C3I (versión 2.2)



comunicaciones (interfaces de entorno exterior de la norma X/Open de arquitectura abierta), proporcionan los medios necesarios para que componentes de diferentes subsistemas puedan interoperar.

Los subsistemas y sus componentes se distribuyen normalmente entre varios procesos y procesadores. Sin embargo, están comunicados entre sí a través de una red de área local que soporta la comunicación entre procesos.

Los subsistemas descritos por el modelo son los siguientes:

- *El sistema de adquisición de datos y de comunicación (DACS)* que conecta la aplicación con su entorno exterior. Proporciona a la aplicación varios servicios de comunicaciones, como la sesión, el correo, la transferencia de ficheros, la comunicación en tiempo real, etc. Este sistema tiene como misión adquirir datos, provenientes de sensores (p. ej., radar), sistemas de localización (p. ej., sistema de posicionamiento global, GPS) u otros centros C3I. La comunicación de los datos se puede realizar a través de varios tipos de enlace y según los protocolos de comunicación que son específicos al área C3I, como los enlaces de la OTAN de transmisión de datos. DACS gestiona la red de comunicaciones de la aplicación. Así, la aplicación queda liberada del manejo detallado de los parámetros de comunicaciones.
- *El sistema de procesamiento numérico de datos (DNP)* que trata los datos básicos que llegan del entorno exterior para identificar objetos o eventos de interés en la situación observada. El tratamiento es generalmente numérico, y hace amplio uso de algoritmos estadísticos para filtrado y modelado. Ejemplos de funciones empleadas son la fusión de datos desde sensores tales como radares, o reconocimiento de patrones en imágenes de video procedentes de satélite.
- *El sistema servidor de información (IS)* que suministra a la aplicación los datos persistentes usados por el operador para obtener una imagen final de la situación y planificar acciones. Estos datos pueden ser documentación técnica o provenir de fuentes de inteligencia. Servidores de información suministran almacenamiento y acceso a datos de diferente naturaleza: alfanumérica, georeferenciada, imágenes, mensajes, textos largos, etc.
- *El sistema de gestión de distribución (DMS)* que proporciona servicios básicos de distribución y de proceso de la aplicación sobre varios procesadores, de una forma transparente. Además de las funciones clásicas, como las comunicaciones entre procesos, los servicios de distribución de ficheros, los servicios de temporización y sincronización, etc., un núcleo orientado a objetos integra datos de distintos tipos (alfanuméricos, imagen, texto, geográficos) en un único modelo orientado a objetos. Permite a la aplicación manejar objetos multimedia sin prestar atención a la localización de sus datos en la red. Este modelo de información (clases), junto con los procedimientos que se pueden aplicar (métodos) está estandarizado en un interfaz de programación de aplicaciones (API). Este API se usa como un lenguaje de implantación para el desarrollo de las funciones de la aplicación.
- *El sistema de servicios básicos de información (IBS)* que agrupa funciones básicas de presentación, recuperación y manipulación de información. Son operaciones genéricas que necesita un operador cuando desea obtener una imagen de la situación, modificarla o actualizarla. Ejemplos de operaciones suministradas a este nivel son un lenguaje de consulta ampliado, y funciones gráficas para presentar información.
- *El sistema de servicios de procesamiento de la información (IPS)* que contiene las funciones de experto que se requieren para asistir a los procesos de decisión cuando un operador se enfrenta a un problema combinatorio. Tecnologías tales como la programación de satisfacción condicionada, empleada para planificar acciones, o el razonamiento basado en la lógica, empleado en el diagnóstico de amenazas, forman parte de esta capa.
- *El sistema de servicios de administración del sistema (SAS)* que proporciona servicios del sistema para la administración de la aplicación. Con la ayuda de las funciones del SAS, los administradores pueden hacer un seguimiento de la ejecución de la aplicación y modificar su establecimiento, a fin de controlar la seguridad, la configuración de la red o las bases de datos.
- *El entorno de producción (PE)* que se compone de herramientas de ingeniería software dedicadas al desarrollo de las aplicaciones C3I. El análisis, diseño y codificación de las aplicaciones están soportados por un número de herramientas capaces de generar código automáticamente, para ser integrado en el sistema final.

El modelo de referencia se emplea como pauta de desarrollo de ALCIDE y para su evolución posterior. Se eligió entre diversas posibles soluciones que condicionaban tanto el desarrollo de ALCIDE como su forma de tratar las aplicaciones.

Los tres subsistemas relacionados con la gestión de la información, IS, IBS, e IPS, están realizados con software de un tercero, e integrados con ayuda de interfaces normaliza-

dos. Por ejemplo, se ha seleccionado la norma SQL (lenguaje normalizado de consulta) para integrar sistemas de gestión de bases de datos relacionales, como Oracle, Ingres, Informix y Empress. Para los componentes desarrollados por Alcatel a estos niveles se ha elegido un modelo de diseño y programación orientado a objetos.

Como consecuencia de la elección anterior, el entorno de producción se compone de herramientas que permiten al diseñador diseñar y programar una aplicación usando diferentes lenguajes orientados a objetos. Para las herramientas de ingeniería software de propósito más general, como el control de configuración, se han adoptado como criterio prioritario las recomendaciones de Alcatel.

Para el DACS y el DNP, las primeras elecciones son lenguajes como Ada y C, que pueden resultar más adecuados en realizaciones con fuertes exigencias de tiempo real. El DACS se basa principalmente en productos de comunicaciones de otras casas. Las condiciones impuestas a este nivel consisten en un cumplimiento obligatorio de los protocolos de comunicaciones normalizados OSI del UIT-T o de organizaciones de la OTAN.

Los componentes que pertenecen al SAS y al DMS deben seguir las normas existentes para arquitecturas distribuidas: DCE y DME de OSF (entorno de cómputo y de gestión distribuida de Open Software Foundation) y CORBA de OMG (grupo de gestión de objetos). Los productos comerciales (en tanto estén disponibles) se integrarán según las especificaciones de estas normas, o bien se desarrollarán otros productos equivalentes siguiendo estas mismas especificaciones.

#### La plataforma ALCIDE

ALCIDE se compone de tres partes:

- un conjunto de herramientas de desarrollo de aplicaciones: el entorno de producción

- un núcleo de ejecución que proporciona servicios genéricos a la aplicación
- un método para desarrollar aplicaciones con la ayuda de las herramientas del entorno de producción: el entorno de ingeniería del sistema.

Los servicios de soporte a las aplicaciones se clasifican en tres categorías: servicios de gestión de información, de comunicación y de sistema.

Los servicios de gestión de información incluyen la presentación de la situación y almacenamiento de la información asociada, el acceso directo a la información a través de un interfaz de usuario gráfico y cartográfico, la gestión de servidores de documentación multimedia, y el intercambio de datos entre bases de datos distantes.

Los servicios de comunicación incluyen la conexión a sistemas externos a través de varios protocolos de comunicación (X.25, X.400, FTAM, etc.), la adquisición de datos en tiempo real y la difusión de datos.

Los servicios del sistema proporcionan la ejecución y el seguimiento del proceso distribuido, la gestión y la seguridad de la red de la aplicación.

Al cumplir con el modelo de referencia C3I, ALCIDE tiene las siguientes prestaciones:

- arquitectura modular que permite la identificación de los componentes software por su función. La sustitución de un componente obsoleto por otro similar no implica una revisión completa del diseño
- arquitectura abierta con interfaces validados, que permiten la fácil integración de nuevas funciones y la interoperatividad entre aplicaciones
- aislamiento de la aplicación respecto de las herramientas básicas, lo que significa que las aplicaciones puedan funcionar con nuevas versiones del sistema host, sin cambios

- entorno de producción normalizado que permite desarrollar rápidamente nuevos prototipos de aplicaciones.

#### ALCIDE, versión 1

La **Figura 2** muestra la cobertura funcional de la versión 1 de ALCIDE. Las cajas resaltadas indican las funciones para las cuales existe un componente software en la versión actual.

Los objetivos marcados en el diseño de esta versión fueron:

- potenciar el corazón de los sistemas C3I con la provisión de un núcleo orientado a objetos, capaz de gestionar diferentes servidores de datos y soportar la programación de módulos de aplicación
- obtener un primer conjunto de componentes para el tratamiento de datos cartográficos, accedidos mediante un intérprete de consulta basado en SQL ampliado, y presentados de diferentes formas al usuario
- obtener un conjunto de herramientas especializadas de desarrollo con generación automática de código para construir la aplicación.

La versión 1 de ALCIDE 1 se ejecuta en estaciones de trabajo UNIX™, como Sun™ ó HP™.

#### Componentes del núcleo genérico

El núcleo genérico de la versión 1 contiene los siguientes módulos:

- X11/MOTIF™ como bibliotecas de presentación
- Oracle™, Ingres™, Informix™ ó Empress™ son posibles alternativas para la elección de la gestión de bases de datos
- Uriah™ de la compañía 3IG como servidor de información geográfica
- el modelo SPOKE™ ampliado con los tipos de información C3I

- como núcleo integrador orientado a objetos
- como generador de informes (IBS):  
*Formas (FM)*, biblioteca de objetos gráficos que permite la creación y manipulación de máscaras para la entrada o presentación de datos. Estos objetos tienen incorporada una funcionalidad para el acceso a bases de datos y para la navegación sobre hipertextos.  
*Tabla de resumen (RT)*, biblioteca de objetos gráficos que produce diferentes informes de síntesis acerca del estado de los datos y de las situaciones. Estos informes tabulares se pueden imprimir en varios formatos (ASCII, Postscript, etc.).
- como intérprete de lenguaje de consulta (IBS)  
 Constructor de consultas (RQB), herramienta que permite construir y submitir interactivamente consultas a bases de datos, y almace-

- nar consultas seleccionadas en un catálogo para uso futuro.
- Herramientas cartográficas (CT), conjunto de herramientas que desempeñan funciones de presentación cartográfica (selección de área, gestión multiventana, etc.).

**Componentes del entorno de producción**

El entorno de producción de la versión 1 incluye los siguientes módulos:

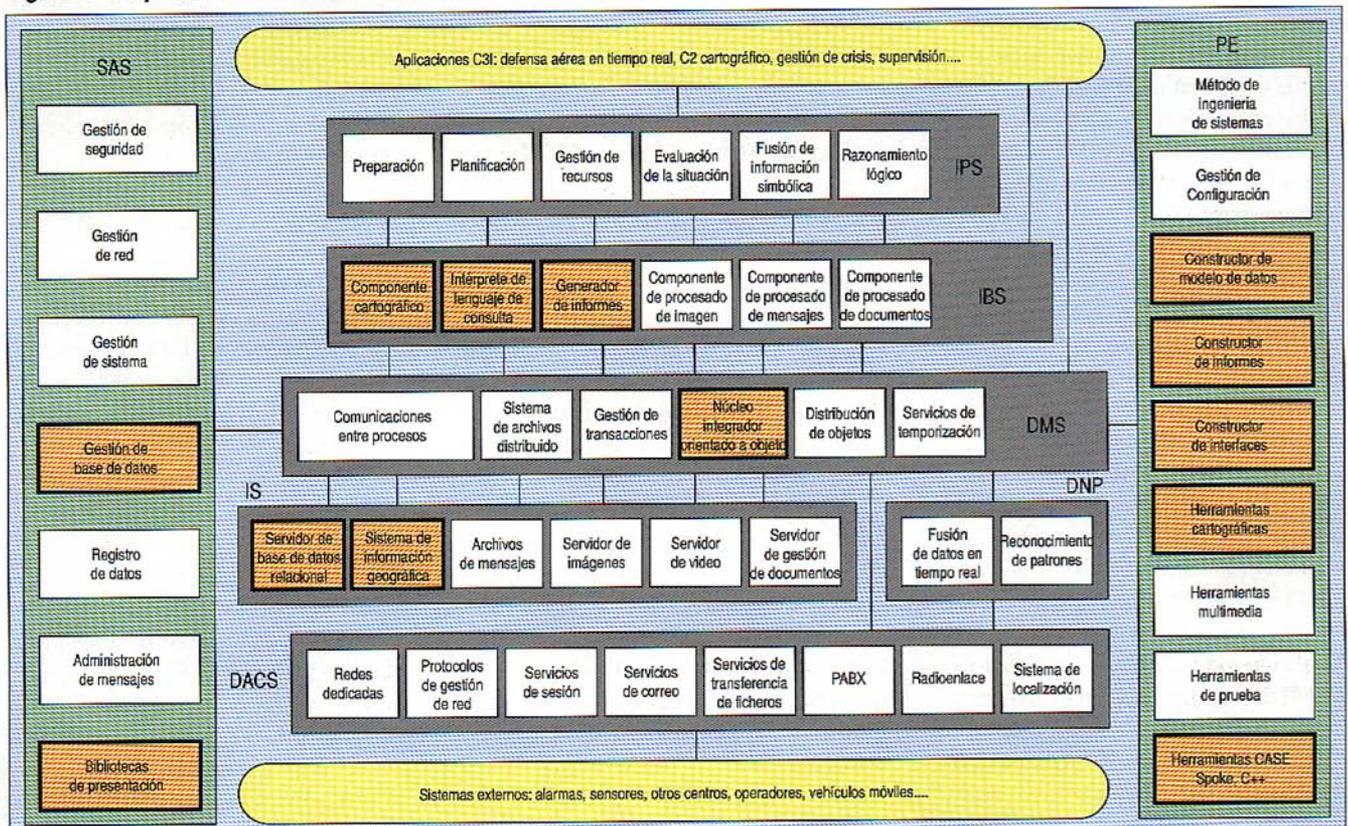
- *Constructor de formas (FMB)*, interfaz de usuario gráfico para FM. Permite definir interactivamente máscaras de entrada y presentación de datos
- *Constructor de tablas de resumen (RTB)*, interfaz de usuario gráfico para RT. Permite al usuario definir interactivamente el formato de las tablas para los informes de síntesis

- Constructor de modelos de datos (DMB), interfaz de usuario gráfico que permite al usuario definir interactivamente el modelo de datos de la aplicación C3I
- CAID, generador de interfaces gráficos de usuario (constructor de interfaz en la arquitectura) que permite al usuario definir interactivamente el interfaz de operador
- Constructor de herramientas cartográficas (CTB), conjunto de herramientas que permiten al usuario crear símbolos cartográficos, dibujando interactivamente sobre mapas vectoriales cartográficos, y almacenar y recuperar contenidos de pantalla cartográficos.

**Evolución actual de ALCIDE**

A la versión 1 de ALCIDE seguirán versiones sucesivas con funcionalidad ampliada. La versión 2 de ALCIDE está planificada para finales de 1994.

Figura 2 - Arquitectura funcional de ALCIDE V1



En esta versión, el núcleo orientado a objetos estará realizado en C++. Dispondrá de una plataforma de servicios para el desarrollo de las aplicaciones en C++, al tiempo que mantendrá la compatibilidad con los componentes previos de SPOKE. El nuevo núcleo proporcionará interfaces normalizadas con los servicios de servidores de datos. Esto permitirá reemplazar fácilmente el software de otras casas sin una propagación de los cambios hacia las capas altas y hacia las aplicaciones.

Dispondrá de un componente de comunicación entre procesos, para conseguir una mejor distribución del proceso y una integración más fácil de los componentes autónomos. Este desarrollo dedicará constante atención a las normas que surjan en este área, como la llamada a procedimiento remoto DCE.

Se añadirán nuevos servicios, como la producción y administración de documentos, así como un tratamiento de correo electrónico.

El entorno de producción de la versión 2 se completará con software de control de configuración precedente de otras compañías.

Junto a estos desarrollos, se realizarán diversos estudios de factibilidad y evaluación en 1994 a fin de preparar futuras versiones de ALCIDE.

Se ha iniciado un estudio de las normas para arquitectura distribuida (DCE), control de red (DME), y distribución de objetos (CORBA), y también sobre los resultados de las primeras realizaciones comerciales con el fin de evaluar su impacto en la arquitectura de ALCIDE y definir un plan para su integración.

Un segundo estudio afectará al análisis de requerimientos en el área de los servicios de seguridad y a la reubicación de ALCIDE en entornos UNIX™ más seguros.

Finalmente, un estudio de diseño proporcionará un prototipo de arquitectura para un servidor genérico de comunicación, capaz de facilitar aplicaciones con servicios de comunicación múltiples (comunicación de datos en tiempo real,

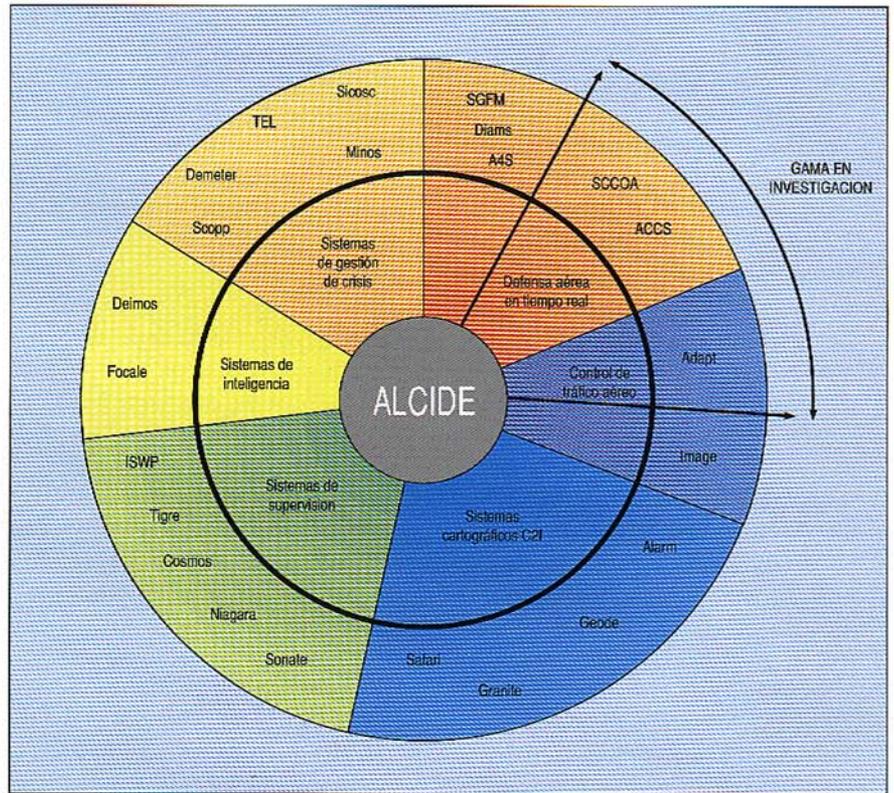


Figura 3 - Segmentos de mercado y proyectos ALCIDE

correo electrónico y transferencia de ficheros) con un interfaz normalizado uniforme.

### Aplicaciones basadas en ALCIDE

ALCIDE se beneficia de una gran base de aplicaciones en varios segmentos de mercado (Figura 3). Se han implantado ya en las capas superiores de la plataforma ALCIDE un gran número de sistemas operativos.

Entre los sistemas militares de mando y control se podría citar Safari, que es un sistema desarrollado por la Fuerza Rápida de Acción francesa, y que ya ha sido desplegado en diferentes contextos, tales como en Somalia. Geode es un sistema gemelo de Safari especialmente dedicado al manejo y difusión de documentación operacional con funcionalidad ampliada en multimedia.

En el mercado civil, ALCIDE ha demostrado ser útil en el área de los

sistemas de supervisión. Referencias en este campo son:

- Sonate, para supervisión y control del ruido en torno a los aeropuertos civiles
- Niágara, para supervisión de la red de agua usada en el distrito de París norte
- Cosmos, sistema de gestión de flotas para compañías privadas de transporte por camiones
- Tigre, sistema de supervisión para el control del tráfico rodado en Francia
- ISWP, sistema desarrollado para la interpretación de mediciones de pruebas en la red GSM.

Diferentes sistemas de inteligencia dedicados al procesado de imagen y a la interpretación fotográfica de imágenes de satélite están hoy en el proceso de migrar hacia ALCIDE, como Deimos para la Marina.

Para administraciones de seguridad civil se han desarrollado tam-

bien varios sistemas de manejo de crisis como:

- SICOSC, para la supervisión de servicios contra incendios forestales en el sureste de Francia
- SCOPP, que es el sistema de mando y control de la Policía de París.

Para el funcionamiento en tiempo real, se han desarrollado algunos sistemas de defensa aérea y de control de tráfico civil, como el centro de defensa desplegable DIAMS usado en los juegos olímpicos de Albertville. Estudios actuales apuntan a una migración progresiva hacia el entorno ALCIDE de diferentes aplicaciones actualmente en uso.

La existencia de una amplia base de aplicaciones es extremadamente valiosa para ALCIDE. En primer lugar, estas aplicaciones devuelven información de primera mano a los diseñadores de ALCIDE acerca de su comportamiento. En segundo lugar, asegura que el desarrollo posterior de la plataforma esté guiado por requerimientos reales del mercado. En tercer lugar, los proyectos desarrollan nuevas funciones con ALCIDE, que si son suficientemente genéricas, se validan e integran en nuevas versiones de la plataforma.

La organización de la reutilizabilidad en el desarrollo del software, que fue la meta inicial de ALCIDE, se convierte ahora en realidad.

## Referencias

- Remaap, Reference Model for Alcatel Alsthom Platforms. Version 6.3, Mayo 1992, Alcatel Alsthom Recherche.
- ALCIDE development for C3I systems at Alcatel, D. Carcagno, in proceedings of SIC 94, Abril 1994, París.

**Denis Carcagno** nació en 1958. Se graduó en Informática en la Universidad de París VI en 1984, pasando después a los laboratorios Dassault, donde trabajó en proyectos

de inteligencia artificial y de lingüística computacional durante tres años. Después trabajó en Odyssey Research Associates en Montreal, Canadá, donde participó en el desarrollo y ejecución de sistemas de generación de texto multilingüe para el Departamento de Defensa de los EE.UU. (Gossip) y el gobierno canadiense (FoG89). En 1989 ingresó en Alcatel Alsthom Recherche, donde dirigió varios proyectos de investigación en comunicación hombre-máquina (Giga, Bees), tecnología de bases de datos orientadas a objetos (Empress) y proceso de documentación técnica (Hyperdocsy). Desde 1993 ha trabajado para Alcatel ISR, siendo responsable de ALCIDE como jefe de producto.

**Pierre Suslenschi** se graduó en la Escuela Politécnica y ENST de París. Trabajó tres años, desde 1985 a 1989, como ingeniero de investigación en Alcatel Alsthom Recherche, donde dirigió el diseño y desarrollo de prototipos de sistemas basados en el conocimiento, en las áreas de control de procesos y gestión de redes. Ingresó en Alcatel ISR donde tomó parte en el desarrollo de nuevas actividades en el campo de los sistemas C3I para el ejército y para organizaciones civiles (defensa civil, policía). La definición original de ALCIDE surgió de estas actividades. Dirige un departamento de 40 ingenieros que desarrollan sistemas C3I.

## Marcas registradas

- UNIX es una marca registrada de AT&T
- SUN es una marca registrada de Sun Microsystems, Inc.
- HP es una marca registrada de Hewlett-Packard Company
- X11/MOTIF son marcas registradas del Massachusetts Institute of Technology
- ORACLE es una marca registrada de ORACLE Corporation
- Ingres es una marca registrada de Ingres Corporation
- Informix es una marca registrada de Informix Corporation
- Empress es una marca registrada de Empress, Inc

- Uriah es una marca registrada de 3IG Company
- SPOKE es una marca registrada de Alcatel Alsthom Recherche
- CAID es una marca registrada de Alcatel ISR

# Señalización digital para radio móvil privada (DSPMR)

P. Rousseau

Alcatel Bell-SDT, Charleroi, Bélgica

## Reseña histórica

La radio móvil privada (PMR) constituye la forma más antigua de comunicaciones móviles. En muchos casos, las redes PMR presentan numerosas ventajas sobre las redes celulares, tanto desde el punto de vista económico como por los servicios prestados, pero su principal ventaja reside en el hecho de que permiten a una organización privada controlar completamente su red de comunicaciones móviles de empresa.

El mercado de las PMR siempre ha sido el de las redes personalizadas que permiten responder a las necesidades particulares de cada usuario. Estas redes se distinguían muy frecuentemente por tecnologías dedicadas y protocolos particulares, lo cual, evidentemente, se traducía en una incompatibilidad entre sistemas procedentes de distintos fabricantes.

Se han elaborado numerosas normas, como la codificación de 5 tonos

y la señalización de tono continuo (CTCSS), así como los sistemas de señalización desarrollados por el Instituto alemán para la industria electrotécnica y electrónica (ZVEI). Estos sistemas son generalmente de tipo analógico, exceptuando la norma *ZVEI digital*, cuyo origen data de 1987 y que se caracteriza por una señalización digital de servicios limitados.

Hacia finales de los años 80, la penuria de frecuencias y su modo de utilización bastante esporádico, impulsó a los fabricantes, de acuerdo con las administraciones, a desarrollar soluciones de reparto de frecuencias entre varios usuarios. Los británicos fueron los precursores en este ámbito, desarrollando la norma MPT1327 de radio móvil privada, que ha sido adoptada en numerosos países europeos y más tarde en los de ultramar (Figura 1).

Las redes privadas de radio móvil constituyen una categoría distinta de

redes profesionales y ofrecen una amplia gama de servicios a sus usuarios. La norma MPT1327 se basa en una señalización digital a 1200 bit/s con modulación por desplazamiento rápido de frecuencia (FFSK).

La norma MPT1327 no proporcionaba una respuesta satisfactoria a una serie de usuarios, evidenciándose la necesidad de disponer de una nueva norma que respondiera a las necesidades de las redes clásicas.

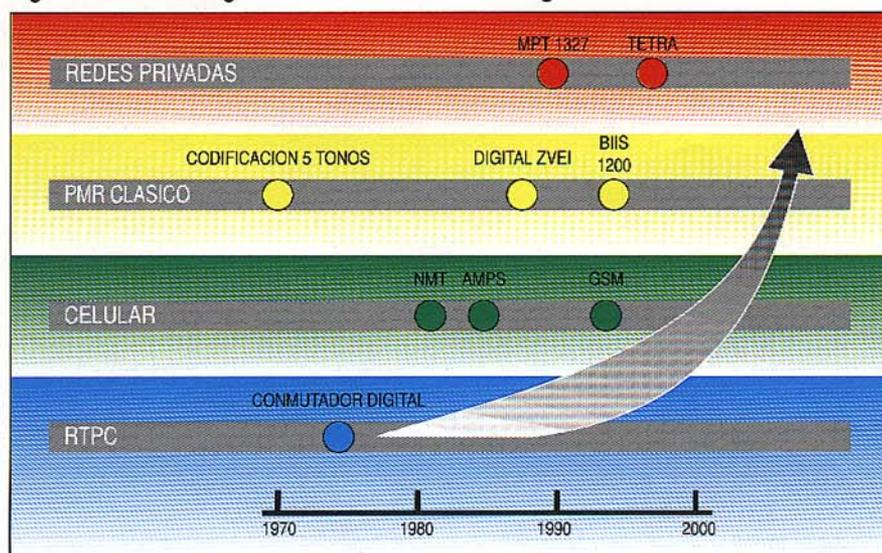
A comienzo de los años 90, los fabricantes reconocían que la incompatibilidad entre los diferentes sistemas de señalización era una traba para el desarrollo de los sistemas de radio móvil privada y decidieron unirse para proponer una norma común.

## El nacimiento de una norma europea

Los fabricantes de PMR, las administraciones y los organismos de reglamentación, así como los grupos de usuarios, reunidos bajo la égida del instituto europeo de normalización para las telecomunicaciones (ETSI), han desarrollado la norma I-ETS 300 230, que está convirtiéndose en una nueva referencia a nivel europeo en materia de PMR.

Esta norma se inspira ampliamente en la norma MPT1327 para radio móvil privada, tanto por lo que se refiere a los servicios de usuario como por el tipo de señalización digital. En cambio, se diferencia claramente por la ausencia de canal de control (canal radio reservado a la señalización) y por su facultad intrínseca de proponer servicios particulares a las redes privadas. A título de ejemplo, mencionemos las funcionali-

Figura 1 - Tendencia general de evolución hacia lo digital



dades de canal abierto o la llamada de móvil a móvil (*modo directo*), especialmente importantes para las fuerzas de seguridad y los servicios de urgencia.

Esta nueva norma fue aprobada en agosto de 1993 por los representantes de los países miembros del ETSI. Alcatel, que ha participado activamente en su elaboración, es actualmente uno de los primeros fabricantes que propone una gama de productos basada en esta norma.

**La norma BISS1200**

La norma para el intercambio binario de información y de señalización a 1200 bit/s es una nueva especificación de señalización digital de modulación por desplazamiento rápido de frecuencia.

Formalmente denominada como *BIIS1200* (Binary Interchange of Information and Signalling), esta norma proporciona a los fabricantes europeos una plataforma común para el desarrollo de productos y servicios destinados a las redes PMR. Define el protocolo en el interfaz aire entre terminales móviles o portátiles y equipos de infraestructura como estaciones repetidoras, estaciones base,

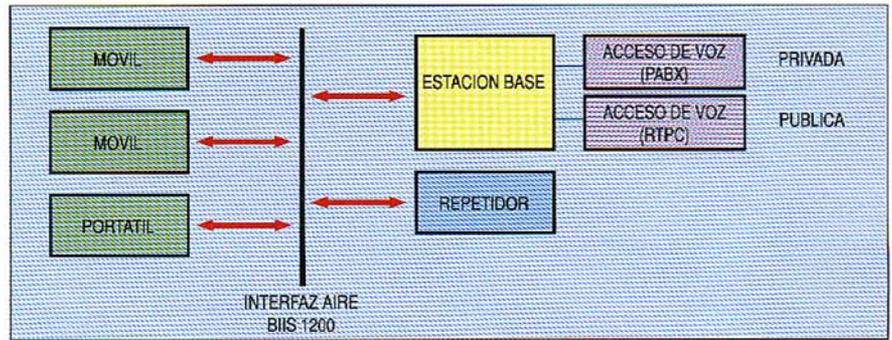


Figura 2 - Objeto de la norma I-ETS 300 230 (BIIS1200)

puesto de operador o abonado telefónico, a través de un conmutador privado o público.

La señalización digital sirve para relacionar dos o más interlocutores a fin de comunicarse vocalmente o intercambiar datos, así como para supervisar el sistema (Figura 2). La señalización gestiona las relaciones (voz y datos) entre interlocutores mediante:

- las peticiones de llamada
- el reconocimiento de las peticiones
- la anulación de llamadas.

Además, la señalización digital permite la transferencia de mensajes de estado o el intercambio de mensajes

cortos. Una comunicación entre dos terminales (A y B), a través de una estación repetidora (R) se desarrolla por lo general según el esquema de la Figura 3.

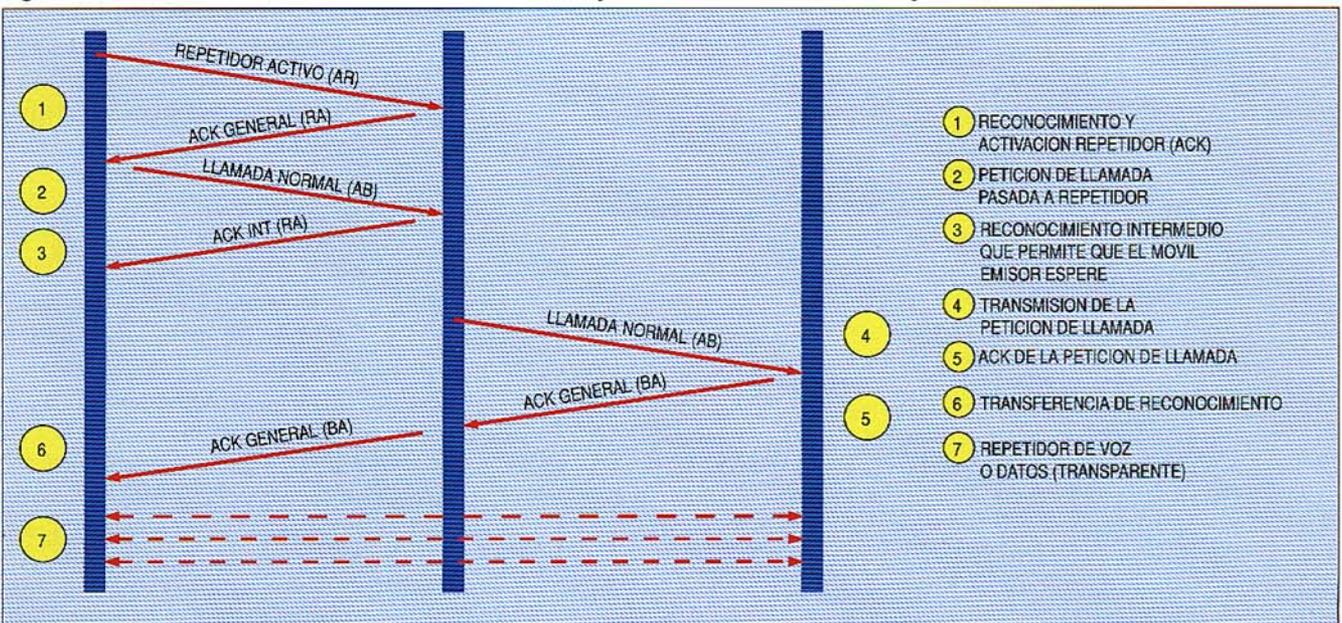
**Servicios BISS1200**

La norma *BIIS* define una completa serie de servicios de transmisión de datos y de voz. A título de ejemplo, podemos citar los más importantes para los usuarios:

**Servicios de voz**

- Llamada individual
- Llamada de grupo
- Llamada general
- Conexión a RTPC y a PABX

Figura 3 - Escenario de establecimiento de llamada entre A y B, a través de una estación repetidora R



**Servicios de datos**

- Mensajes de estado
- Mensajes cortos
- Mensajes largos

**Servicios de sistema**

- Llamada prioritaria
- Llamada de urgencia
- Identificación del llamante
- Modo directo (Móvil/Móvil)
- Autorización/Prohibición de móvil
- Petición de llamada
- Direccionamiento extendido

**Capa 2**

- Gestión de conflictos
- Sincronización de tramas
- Utilización de un control cíclico de redundancia (CRC) para la detección de errores

**Capa 3**

- Soporte de los diversos servicios de voz y datos
- Capacidad de portadora para un mecanismo del tipo HDLC (control de enlace de datos a alto nivel) en la transmisión de mensajes de datos largos

**Modelo OSI simplificado**

Puede aplicarse esquemáticamente el modelo OSI a la norma *BIIS1200*:

**Capa 1**

- Modulación de tipo FFSK a 1200 bit/s.

**Estructura de una trama BIIS**

Una trama BIIS está compuesta de una o varias palabras de código precedida(s) de 32 bits de sincronización. Cada palabra de código contiene

48 bits de información y 16 bits de redundancia (CRC).

La primera palabra de código se denomina *palabra de dirección* y está constituida por la dirección del llamante, la dirección del llamado, y un código operativo para el mensaje (Figura 4). En la fase de establecimiento de llamada, los mensajes están compuestos generalmente por una sola palabra de código. La duración de una trama que contiene una sola palabra de código es inferior a 100 ms.

**Ventajas de BIIS1200**

Respecto a las señalizaciones analógicas del tipo *n* tonos (duración de un tono: 70 ms en ZVEI y 100 ms en CCIR), la *BIIS1200* ofrece una ventaja excepcional de rapidez. Gracias a su señalización digital a 1200 bit/s, este protocolo permite intercambiar aproximadamente diez veces más información en la misma unidad de tiempo.

Esta rapidez permite acortar los tiempos de establecimiento de llamada, a la vez que proporciona mayor seguridad de acceso a la infraestructura. Además, otros mecanismos contribuyen a mejorar el intercambio de señalización en condiciones desfavorables de propagación.

La señalización BIIS también permite reducir el coste de la transferencia de mensajes de estado o mensajes cortos. Para disponer de los mismos servicios en una red de señalización analógica, hay que intercalar un elemento suplementario de tipo módem. En la mayoría de los casos, estos elementos están dedicados a la aplicación del usuario, la transmisión de datos se efectúa a baja velocidad en detrimento de las llamadas de voz y el coste suplementario es considerable. Gracias a la señalización BIIS, los mensajes cortos se incorporan en la trama de señalización, no siendo necesario el elemento suplementario de tipo módem, y la transmisión de datos cortos no interfiere con la voz.

Respecto a la señalización digital de tipo ZVEI digital, la *BIIS1200* se

Figura 4 - Estructura de una trama BIIS1200

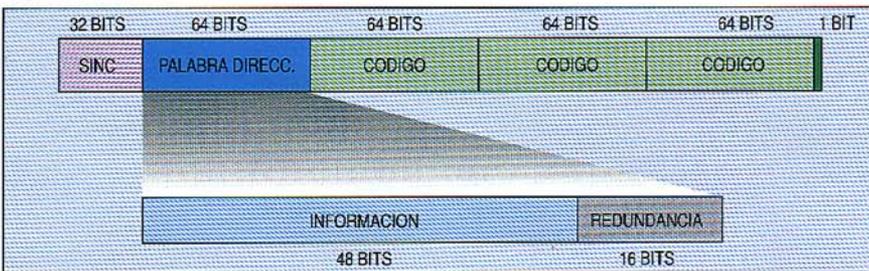
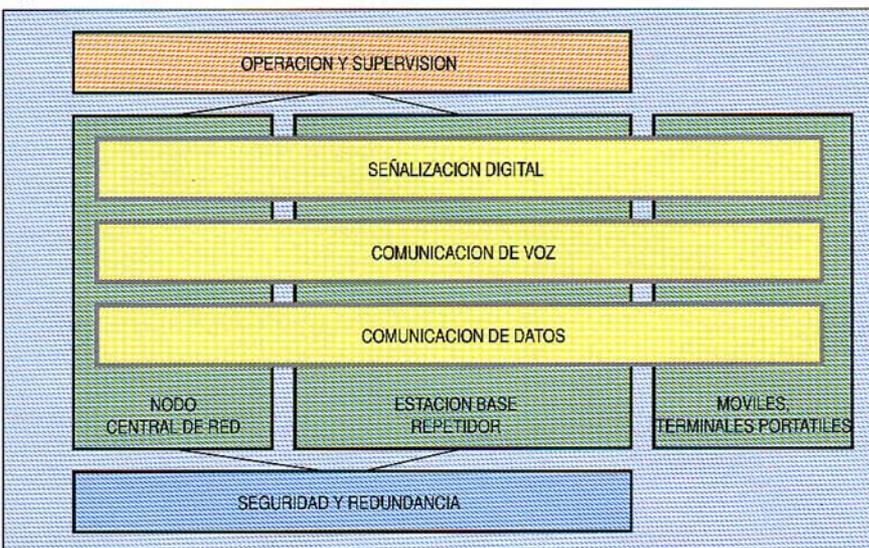


Figura 5 - Diagrama funcional del sistema 9320 DSPMR



beneficia de numerosas ventajas en lo referente a los servicios. En este aspecto se aprovecha plenamente de la aportación de la norma MPT1327, si nos referimos en particular a la riqueza del protocolo, a los tres niveles de prioridad o, incluso, a la autorización/prohibición de un móvil.

Por otra parte, la norma BIIS presenta la ventaja de la incorporación de datos cortos en la trama de señalización, mientras que la señalización ZVEI digital sólo permite la transmisión del estado.

### Sistema Alcatel 9320 DSPMR

La introducción de la *BIIS1200* ha tenido una gran influencia en las metodologías de desarrollo de los nuevos sistemas.

Por una parte, Alcatel ha definido un conjunto de interfaces, tanto hardware como software. En la mayoría de los casos, y en la medida de lo posible, se ha elegido un interfaz normalizado y de amplia utilización.

Por otra parte, Alcatel ha desarrollado un sistema modular de bloques hardware y software: el sistema Alcatel 9320 DSPMR (Figura 5). Este sistema comprende terminales móviles y portátiles, así como los elementos de infraestructura necesarios para la constitución de una red. Su modularidad permite una adaptación flexible a las necesidades de los usuarios y también facilita la poste-

#### Ventajas del DSPMR\*

Rapidez del establecimiento de la llamada  
 Conexión a RTPC y a centralitas PABX  
 Transmisión de datos  
 Flexibilidad: configuración en estrella o lineal  
 Capacidad de evolución ulterior  
 Coexistencia con terminales analógicos  
 Isofrecuencia (opcional)  
 Telecontrol y telemantenimiento de la infraestructura

\* DSPMR es una marca registrada.



Foto A - Estación de base Alcatel 9320 GX

rior ampliación de bloques para la extensión o evolución de las redes instaladas.

Los servicios ofrecidos por el sistema Alcatel 9320 DSPMR son, en primer lugar, los de la norma I-ETS 300 230, a los que se añaden servicios suplementarios, como la llamada confidencial, la gestión dinámica de grupos o también las tareas de gestión y de mantenimiento.

Este sistema también presenta la ventaja de ser compatible con las señalizaciones analógicas existentes. Así pues, el interfaz aire no sólo acepta la *BIIS1200*, sino también otros protocolos, como la codificación de 5 tonos o la señalización de tono continuo. La conversión del protocolo se realiza a nivel del nodo central de la red (NKN).

Por tanto, es posible hacer coexistir terminales *BIIS1200* con terminales de señalización analógica y, en consecuencia, efectuar una transición suave en las redes existentes, comenzando por cambiar los elementos de infraestructura y escalonando la sustitución de los terminales. De este modo, se introducen las ventajas de la señalización *BIIS1200*, al tiempo que se mantienen operacionales los antiguos terminales instalados.

### Arquitectura del hardware del DSPMR

El sistema Alcatel DSPMR se fundamenta en dos configuraciones de base, compuestas por emplazamientos de transmisión radio interconectados por diferentes enlaces portadores.

Los sistemas así creados combinan diferentes topologías de redes, asegurando y gestionando el tráfico entre los usuarios.

El sistema Alcatel 9320 DSPMR tiene dos configuraciones básicas:

- estaciones repetidoras telecomandadas (RCR)
- estaciones repetidoras aisladas (estaciones en semidúplex y estación repetidora autónoma)

Los emplazamientos de transmisión son de tres tipos:

- terminales móviles o portátiles
- sistemas de difusión (estación de base y repetidora)
- nodo central de la red que incluye los puestos de operador.

Los enlaces de portadora son de cinco tipos:



Foto B - Equipo móvil Alcatel 9220 MX

- aéreo (radio) entre terminales o entre terminales y repetidores
- línea alquilada (ya sea telefónica, enlace hertziano o fibra óptica) entre NKN y los emplazamientos de emisión/recepción
- línea RS232 entre el nodo central de red y el puesto de operador
- línea audio de baja frecuencia (AF) entre el nodo central de red y el puesto de operador
- línea telefónica entre el nodo central de red y la RTPC ó la centralita PABX.

El sistema permite arquitecturas en estrella o lineales.

Los transceptores de infraestructura son de dos tipos:

- Alcatel 9320 GA (VHF 25 W/UHF 15 W)
- Alcatel 9320 GX (VHF/UHF 7,5 a 100 W)

El 9320 GX (**Foto A**) es un aparato de gama alta que permite, en particular, la transmisión continua, el telecontrol y el telemantenimiento, así como el funcionamiento en isofrecuencia. Este equipo modular es conforme a la normativa europea 89/336/EEC, relativa a compatibilidad electromagnética (EMC).

El terminal móvil Alcatel 9220 MX (**Foto B**) acepta la señalización *BIIS1200*, al igual que el nuevo portátil Alcatel 9220 HX.

El nodo central de red DSPMR está construido en torno a tres elementos:

- un ordenador de tipo PC
- un bastidor de gestión
- el o los puestos de operador.

El tipo y la potencia del ordenador están adaptados a la complejidad de la red y a las tareas de gestión específicas. Para las redes simples, bastará con un PC del tipo 386. En las configuraciones complejas se utilizará un aparato de gama alta con prestaciones industriales.

El bastidor de gestión está constituido por uno o varios módulos electrónicos, que incluyen un controlador de bus, las tarjetas de gestión de líneas alquiladas, las tarjetas de gestión telefónica y los interfaces de audio hacia los pupitres de operador.

De diseño modular, el nodo central de red DSPMR se adapta fácilmente a diversas configuraciones de redes.

Los puestos de operador pueden ser de tres tipos:

- el puesto de operador básico
- el puesto de control telefónico
- el puesto de supervisión.

Además, es posible conectar el nodo central de red con puestos de operadores multicanales.

### Arquitectura del software del DSPMR

El software integrado en los diferentes componentes del hardware se ha desarrollado con herramientas y métodos informáticos estándar. Aunque numerosos subconjuntos del sistema estén constituidos parcialmente a base de software, es particularmente interesante hacer destacar la estructura lógica del puesto de operador.

Las capas software de base se encargan de la gestión de los equipos periféricos y de la gestión cooperativa de las tareas Windows™.

Las capas altas de aplicación se encargan de la gestión del servidor de la base de datos y del servidor de comunicaciones, así como de proporcionar el interfaz hombre-máquina que rige el diálogo del sistema con el operador (**Figura 6**).

Esta arquitectura permite la utilización de aplicaciones específicas de nivel superior y confiere la flexibilidad indispensable para las adaptaciones y evoluciones ulteriores de las redes instaladas.

Los datos se gestionan a partir de tres tipos de tablas (**Figura 7**):

- tablas de configuración inicializadas al instalar la red

Figura 6 - Arquitectura software de un puesto de operador



- tablas personalizadas modificables desde un puesto de supervisión
- tablas dinámicas regeneradas automáticamente por el sistema.

El punto de entrada en la base de datos es la "dirección de red" que caracteriza de forma única cada elemento de la red: terminal, estación repetidora, puesto de operador, o nodo central de red. Gracias a esta arquitectura que se basa en una plataforma común, es fácil implantar soluciones personalizadas por un coste muy inferior al de un sistema no normalizado.

### Personalización del sistema DSPMR

La iniciación del sistema se realiza a través de tablas integradas en los diversos elementos de la infraestructura, ya sea dinámicamente, o bien por configuración manual. La configuración manual se aplica a diferentes niveles de intervención:

- en la instalación del sistema
- desde un puesto de supervisión
- desde un puesto de operador básico.

Además, estas configuraciones son accesibles localmente en cada emplazamiento de transmisión radio, a través de un terminal PC conectado a la estación repetidora por su toma de supervisión y de programación.

### Funcionamiento en modo degradado

El sistema Alcatel 9320 DSPMR es una herramienta de trabajo destinada a profesionales y debe caracterizarse por un alto grado de fiabilidad y disponibilidad de servicio.

Por su estructura y sus opciones tecnológicas de seguridad y redundancia, el sistema permite mantener las comunicaciones en caso de fallo, incluso si ya no se pueden realizar ciertos servicios. A título de ejemplo, el transceptor Alcatel 9320 GX posee

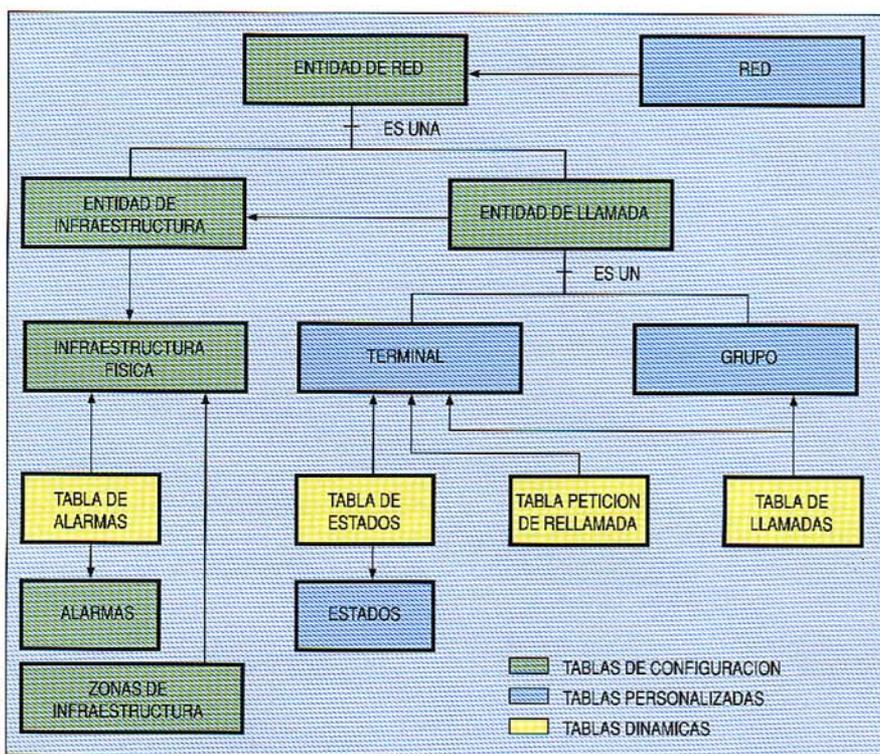


Figura 7 - Modelo de la base de datos relacional

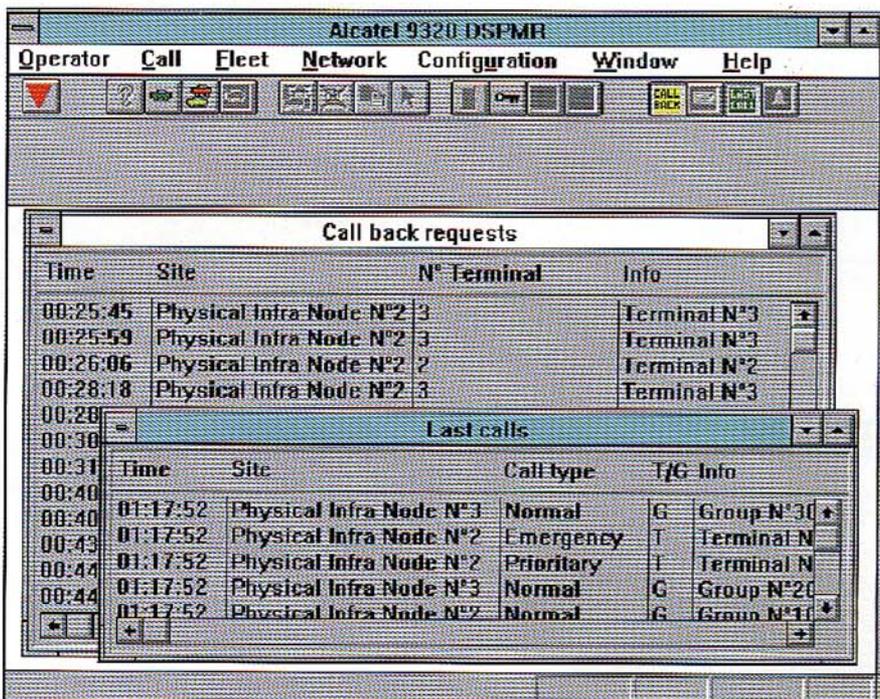


Figura 8 - Puesto de operador: visualización de listas en la pantalla principal

dos modos de funcionamiento degradado:

- un modo de emisión a potencia reducida, en el caso de paso a alimentación auxiliar,

- un modo de emisión degradado, en caso de desadaptación de la antena o de temperatura excesiva.

Lo mismo ocurre a nivel del puesto de operador: la comunicación en cur-

so continúa en la consola de audio en caso de avería del PC del operador.

### Puesto de operador

El puesto de operador del sistema Alcatel 9320 DSPMR ha sido desarrollado para que sea fácil de utilizar, como se ilustra en la **Figura 8**.

La barra de menús del puesto PC del operador consta de diferentes opciones:

- **[Operator]**: contraseña, configuración de impresión, etc.
- **[Call]**: llamada individual, llamada de grupo, fin de comunicación, incluir un terminal, incluir un grupo, anular la inclusión
- **[Fleet]**: prohibición/autorización de un terminal, gestión dinámica de grupo, envío/petición de estado
- **[Network]**: cambio de personalización, modificación de infraestructura
- **[Configuration]**: modo canal abierto, escucha de red, impresión inmediata
- **[Window]**: nueva ventana, cascada, mosaico
- **[Help]**: índice de la ayuda, utilización de la ayuda, a propósito de la aplicación...

La pantalla permite visualizar informaciones operacionales relativas a una comunicación o a mensajes de información y de error.

En la zona de aplicación se pueden visualizar cuatro tablas dinámicas:

- una lista de peticiones de llamada
- una lista de los últimos mensajes de estado recibidos
- una lista de las últimas llamadas
- una lista de las alarmas.

Los ejemplos expuestos ilustran la nueva dimensión que la norma *BIIS1200* permite introducir en la explotación de las redes privadas de radio móvil.

Estos ejemplos no son limitativos y la personalización de las pantallas

puede ser aún mayor según los deseos del cliente.

### Conclusión

La norma *BIIS1200* permite mejorar considerablemente los servicios de las redes privadas de radio móvil. La rapidez de establecimiento de llamadas es una de sus mayores bazas, en particular para las fuerzas de seguridad y los servicios de urgencia. Esta norma también introduce nuevas posibilidades en la transmisión de datos. La riqueza de su protocolo proporciona una mayor protección contra los errores de transmisión y los intentos de acceso por personas no autorizadas.

El sistema Alcatel 9320 DSPMR aporta una solución completa conforme a la norma *BIIS1200*. Por su modularidad, este sistema responde tanto a las necesidades de las redes de tamaño reducido o medio, como a las redes de amplia cobertura.

Alcatel prevé que esta nueva norma sea la referencia de los diez próximos años en el campo de las redes privadas de radio móvil.

Gracias a esta nueva norma, los fabricantes pueden utilizar una plataforma común, a partir de la cual es fácil poner en práctica soluciones personalizadas por un coste muy inferior al de un sistema no normalizado.

La colaboración de los industriales europeos, las administraciones y los usuarios en la creación de esta nueva norma permite esperar que *BIIS1200* tenga el mismo éxito que otras normas europeas, como GSM ó DECT y estimulará el crecimiento del mercado.

### Bibliografía

- 1 I-ETS 300 230 (Octubre 93): Radio Equipment and systems (RES) - Binary Interchange of Information and Signaling (BIIS) at 1200 bit/s
- 2 D. Descat - Système Alcatel 9320 DSPMR - Volume Technique (Nov. 93)

**Pierre Rousseau** nació en Charleroi en 1946. En 1969, obtuvo su diploma de ingeniería en electricidad en la Facultad Politécnica de Mons (Bélgica) y fue contratado por los Ateliers de Construction Electriques de Charleroi (ACEC). Participó en varios programas en el ámbito de las redes de TV por cable, centrales nucleares y electrónica militar. En 1983, asumió la responsabilidad comercial de las actividades de telecomunicaciones de la división SDT (espacio, defensa y telecomunicaciones). Después de la adquisición de la división SDT de ACEC por Alcatel Bell en 1989, fue nombrado responsable de la actividad comercial en radiocomunicaciones (terminales celulares y PMR). En la actualidad, dirige la actividad de marketing para productos de infraestructura PMR.

# TETRA - un estándar para comunicaciones policiales

H. Azemard

Alcatel Mobile Communications, Colombes, Francia

## Introducción

TETRA, un estándar ETSI de radio digital de comunicaciones móviles, típicamente para grupos de usuarios cerrados principiantes, ha sido seleccionado por Alcatel como el más adecuado para las necesidades de la policía. Por lo tanto, este estándar se ha usado en el diseño del Alcatel 9370, un sistema de comunicaciones móviles formado por estaciones base radio, un centro de conmutación móvil, un centro de gestión de red, teléfonos portátiles y terminales móviles. El sistema es compatible con los requisitos del Acuerdo de Seguridad Internacional de Schengen. Una arquitectura modular permitirá la adaptación a las opciones del estándar TETRA.

Se ha desarrollado un demostrador para evaluar y validar las opciones técnicas y las necesidades de los clientes.

La experiencia global de la compañía en un proyecto de esta envergadura, que abarca ingeniería de sistemas, investigación en radio, gestión de contratos, servicios a clientes y un completo control de calidad bajo ISO 9000, es de la mayor importancia. En el campo de la ingeniería de sistemas e investigación en radio, Alcatel cuenta con poderosos recursos para el diseño de redes, la elección de emplazamientos de radio, y la predicción y verificación de la cobertura por medio de herramientas informatizadas de planificación de redes. Además, la instalación de sistemas y su posterior mantenimiento están estrictamente controlados al usarse rigurosas metodologías de gestión que aseguran que la planificación de tiempos y los criterios de calidad de servicio del sistema siempre se alcancen.

## ¿Por qué TETRA para la policía?

TETRA es fundamentalmente un sistema estándar definido por usuarios europeos para necesidades europeas, que especifica servicios y prestaciones mejoradas, y que permite disponer de más servicios que los actuales sistemas PMR. Una importante ventaja de la normalización es que el cliente está abierto a un entorno multiproveedor, y que puede adquirir a precios competitivos los productos. También son características estándar la forma correcta de acometer la interoperatividad entre los diferentes tipos de terminal y la interconexión entre distintas redes.

TETRA ofrece un espectro de utilización dos veces más eficiente que los sistemas analógicos existentes. Con su protocolo de alta eficiencia, TETRA define un establecimiento rápido de la llamada que da un acceso más rápido a la red, una mejor gestión de las emergencias y un mayor grado de servicio. La alta capacidad de manejo de datos de TETRA constituye una buena solución cuando los usuarios tienen la necesidad de interrogar a bases de datos, de transferir ficheros, de transmitir imágenes o de mensajería. Las técnicas digitales permiten la rápida introducción de nuevos servicios y de cifrado. Y, por último, la solución TETRA ofrece una mejor relación calidad-precio que las alternativas actuales.

## Sinergias técnicas

El nodo central Alcatel 9370 está basado en un conmutador DHS3, usado por la nueva generación de centralitas de Alcatel, que proporcionan de

hecho nuevos interfaces digitales estándares. El particular concepto de este conmutador incrementa drásticamente la disponibilidad del sistema. En la actualidad, DHS3 se usa en una nueva red de defensa francesa que tiene algunas semejanzas con la red TETRA, y se han logrado unas sinergias de desarrollo.

Las estaciones base radio se derivan de las experiencias previas de Alcatel en estaciones base de enlace, y se siguen las mismas reglas de diseño ambiental.

Los terminales móviles, tanto los instalados en vehículos como los portátiles, comparten sinergias de diseño y desarrollo con los terminales PMR en términos de aspecto físico externo, interfaz hombre-máquina, y organización hardware y software; la experiencia en terminales GSM se ha usado en la tecnología de componentes.

Tanto la infraestructura como los terminales se aprovechan de las ventajas de metodologías software mejoradas, y por lo tanto se reducen significativamente el tiempo y los riesgos de desarrollo.

## El demostrador

Con el fin de investigar las posibilidades de la radio móvil digital privada, así como de validar algunos aspectos técnicos relativos a la implantación del estándar TETRA, Alcatel ha construido un sistema de demostración que consta de una estación base y algunas estaciones móviles. El equipo se ha implantado en parte con componentes existentes y en parte con componentes desarrollados específicamente. El objetivo

	VOZ		DATOS				
			CIRCUITO		PAQUETES		
SERVICIOS DE PORTADORA	MODO CIRCUITO NO PROTEGIDO 7,2 kbit/s		MODO CIRCUITO PROTEGIDO HASTA 19,2 kbit/s	MODO CIRCUITO NO PROTEGIDO HASTA 28,8 kbit/s	ORIENTADO A CONEXION	ESTANDAR SIN CONEXION	ESPECIAL SIN CONEXION
TELESERVICIOS		VOZ NO CIFRADA 4,8 kbit/s					
		VOZ CIFRADA					

Tabla 1: Servicios de portadora y teleservicios TETRA

era demostrar como el interfaz aire TETRA disponible en la banda de 400 MHz soporta aplicaciones básicas como:

- móvil a móvil (llamada individual)
- móvil a grupo de móviles (llamada de grupo)
- móvil a estación base radio (llamada individual dúplex)
- distribución de mensajes de datos entre todos los participantes
- solicitud de datos de imagen desde móvil a BTS
- transferencia de datos de imagen de BTS a móvil
- transferencia de mensajes cortos de datos desde móvil a BTS para localización automática de vehículos usando un terminal GPS.

El demostrador ha proporcionado un buen método de recogida de información y respuestas de posibles clientes.

**El estándar TETRA**

STC RES-6 de ETSI define las comunicaciones de voz y datos para sistemas de comunicaciones de empresa móviles públicas y privadas, típicamente con grupos de usuarios cerrados como flotas de vehículos o servicios de emergencia. Este estándar TETRA tiene los tres elementos siguientes:

- estándar de voz más datos (V+D), conjunto de especificaciones referidas a interfaces de radio y red para servicios de voz y datos móviles
- estándar de paquete de datos optimizado (PDO), especificación de protocolo e interfaz aire optimizado para proporcionar una amplia gama de servicios de paquete de datos en puntos de acceso fijos y móviles
- estándar de modo directo (DM), modo de operación que proporciona una comunicación directa de terminal a terminal sobre canales de radio separados sin control de la red.

a proporcionar una versión FDMA con 6,25 kHz de separación entre canales.

El estándar TETRA define una serie de servicios de telecomunicación, que se dividen en *servicios de portadora* (relacionados con la transmisión) y en *teleservicios* (relacionados con las características operativas del usuario). Los teleservicios se pueden ampliar con un conjunto de *servicios suplementarios*. En términos de servicios, el estándar PDO se debe considerar como un subconjunto del estándar V+D; ambos proporcionan los mismos servicios de paquete de datos. Además, el estándar V+D soporta los modos de circuito para voz y datos.

Se dispone de los servicios de portadora para los estándares V+D y PDO:

- modo de circuito para voz
- modo de circuito para datos
- datos de paquetes orientados a conexión (servicio de portadora basado en el estándar 8208 CONS de ISO (servicio de red orientado a conexión) y en la recomendación X.25 del UIT-T)
- datos de paquetes no orientados a conexión (servicio de portadora de datos que abarca punto a punto sin confirmación del tipo de servicio basado en el estándar ISO 8473 CNLS de ISO (sin conexión) y/o el servicio sin conexión TETRA especificado del punto a

Tabla 2: Servicios suplementarios

ITEM NO.	DESCRIPCION DE SERVICIO SUPLEMENTARIO
1	LLAMADA CON BÚSQUEDA EN LISTA
2	INCLUSIÓN DE LLAMADA
3	DESVIÓ DE LLAMADA
4	LLAMADA AUTORIZADA POR OPERADOR
5	RESTRICCIÓN DE LLAMADA
6	INFORME DE LLAMADA
7	LLAMADA EN ESPERA
8	IDENTIFICACIÓN DE NÚMERO
9	RETENCIÓN DE LLAMADA
10	FINAL DE LLAMADA AUTOMÁTICO
11	MARCACION ABREVIADA
12	LLAMADA PRIORITARIA
13	LLAMADA PRIORITARIA CON DERECHO
14	PRIORIDAD DE ACCESO
15	INICIACIÓN DE TARIFICACIÓN
16	SUPERVISIÓN SELECTIVA
17	ESCUCHA EN GRUPO
18	IDENTIFICACIÓN DEL LLAMANTE
19	SELECCIÓN DE ÁREA
20	ÚLTIMA ENTRADA
21	TRANSFERIR CONTROL DE LLAMADA

Adicionalmente, está en curso la definición de una opción estándar dirigida

punto con confirmación o punto a multipunto sin confirmación)

- paquete especial de datos sin conexión que incluye estado y mensaje corto de datos (SDM).

En teleservicios de voz, el estándar V+D proporciona cuatro tipos de comunicaciones:

- llamada individual (punto a punto)
- llamada de grupo (punto a multipunto)
- llamada de grupo con confirmación
- radiodifusión.

Las Tablas 1 y 2 resumen los distintos servicios.

### Alcatel 9370

#### Arquitectura del sistema

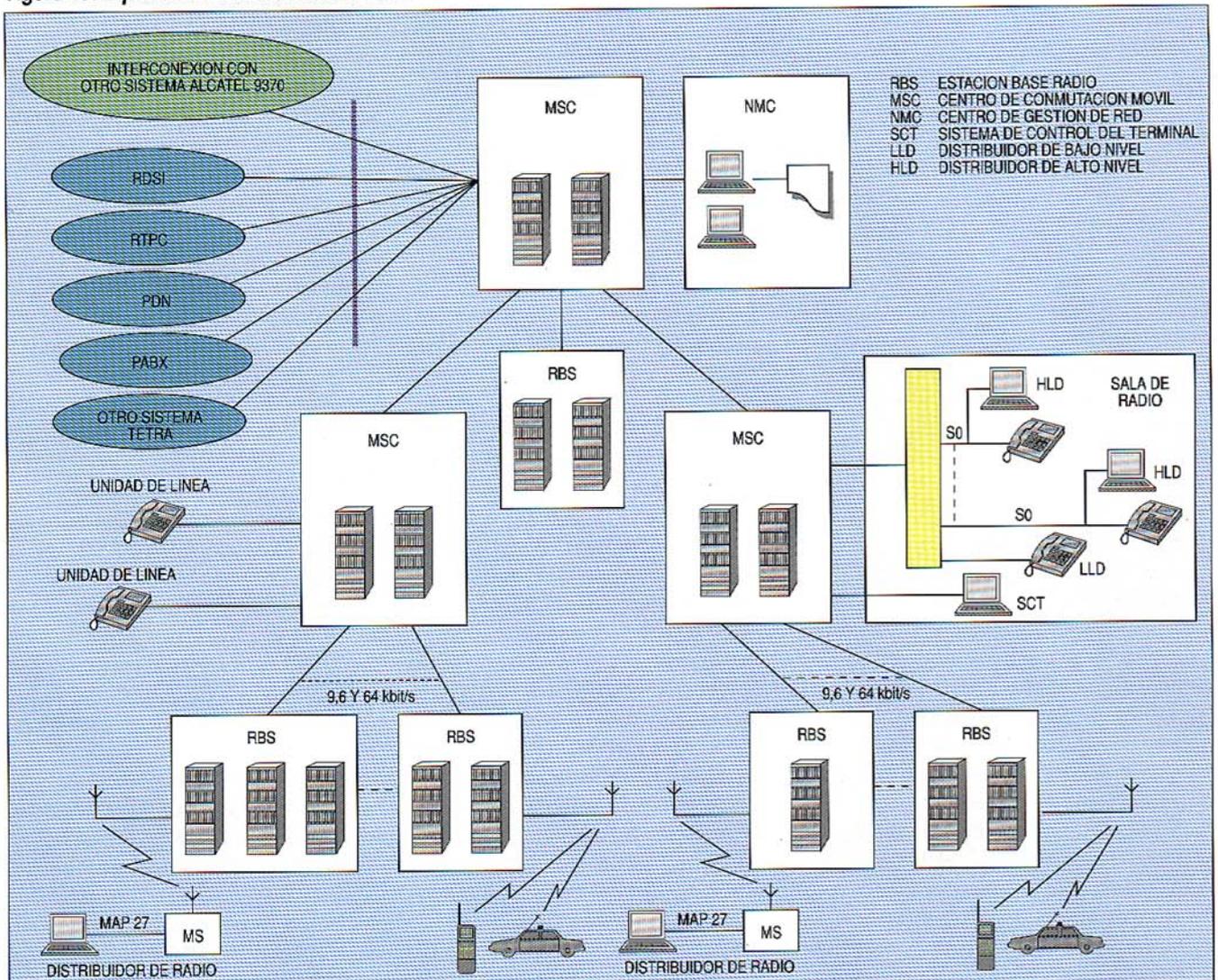
Los tres principales elementos de la infraestructura, representados en la Figura 1, son la estación base radio (RBS), el centro de conmutación móvil (MSC) y el centro de gestión de red (NMC). El diseño modular, tanto del hardware como del software, permite la configuración de una amplia gama de aplicaciones desde pequeños sistemas aislados de emplazamiento único, a sistemas de emplazamiento múltiple con un amplia área de cobertura, y también asegura que el sistema pueda ser rápidamente ampliado para adaptarse a futuras necesidades. La arquitectura de redes está basada en DHS3,

la nueva generación de plataformas PABX que usa la tecnología Crystal desarrollada por Alcatel, que da al MSC acceso directo a RTPC, PABX, PDN y RDSI. A esta infraestructura se le puede añadir un sala de radio para necesidades operacionales de reparto.

#### Estación base radio

La función principal de la RBS es proporcionar enlaces de radio entre la red y los abonados móviles. La RBS está compuesta por una estación controladora local (LSC) y una estación transceptora base (BTS). LSC realiza la gestión de los recursos de radio y el encañamiento de las llamadas locales a nivel de la estación base. LSC está

Figura 1: Arquitectura de la red Alcatel 9370



conectada al MSC mediante un enlace dedicado de 64 Kbit/s. La BTS puede acoger uno o más transceptores para proporcionar la capacidad de tráfico necesaria.

#### Centro de conmutación móvil

El MSC está preparado para enrutar llamadas internas, siendo las principales funciones:

- conmutación de los caminos de voz y datos
- gestión y almacenamiento de la información del abonado, incluyendo información de localización de móviles
- provisión de interfaces con terminales conectados a la línea, equipo de procesamiento de datos, otros sistemas TETRA, el NMC y otros sistemas y redes
- funciones de gestión de red.

#### Centro de gestión de red

El NMC se usa para supervisar y controlar los principales elementos de la infraestructura. En particular, el NMC supervisa e informa sobre los fallos, el grado de comportamiento de servicios y de la red, con el fin de mantener dicha red en su máximo nivel de operatividad. Además, el NMC es responsable de la configuración de la red, de las funciones de contabilidad y de las de seguridad.

#### Configuraciones de la red

Se han considerado cuatro configuraciones de referencia básicas:

- Una solución sencilla de emplazamiento único, sin MSC; esta configuración simple, también puede ser demandada en redes complejas durante las fases de instalación y mantenimiento
- Una solución de emplazamiento único que incluye un núcleo MSC, proporcionando un gran número de pasarelas y que está dirigida a áreas de tráfico intenso, como aeropuertos y parques industriales

- Una configuración que cubre aplicaciones urbanas y regionales, y que es capaz de soportar un gran número de estaciones base conectadas al mismo MSC
- Una configuración para atender aplicaciones multirregionales, que usa MSC múltiples interconectados por medio de líneas alquiladas, optimizada tanto geográficamente como en términos de tráfico.

El MSC permite un entramado de red que garantiza la disponibilidad del servicio en el caso de que se interrumpa el enlace sencillo. En todas estas configuraciones, cada estación base es capaz de operar independientemente de su conexión al resto de la red, manteniendo una amplia gama de teleservicios y servicios de portadora en el caso de desconexión, aunque se excluyen las facilidades de la llamada interna y de tarificación y estadística. Cuando se produce la reconexión al resto de la red, se transfiere la tarificación almacenada y los datos estadísticos.

#### Facilidades de la red

El sistema TETRA dispone de potentes procedimientos y facilidades, que incluyen:

- interoperatividad con terminales de otras redes TETRA: soportada por un interfaz y un protocolo dedicados a la gestión de la migración de usuarios entre redes TETRA. Se pueden definir diferentes niveles de servicio sobre las bases de un acuerdo entre operadores
- interconexión del sistema: se proporcionará comunicación completa con PABX, RTPC, PDN y RDSI, así como con otras redes TETRA
- modo de canal abierto: permite asignar un canal a un grupo exclusivo de terminales por un periodo de tiempo indefinido. Todos los usuarios de este grupo pueden escuchar y hablar por el canal. Esta importante característica,

particularmente usada bajo condiciones difíciles, donde se requiere un elevado nivel de coordinación y solape en la responsabilidad de los usuarios, no está generalmente disponible en los actuales sistemas analógicos de enlaces

- modo directo: es un tipo de operación simplex donde los terminales móviles comunican directamente con cualquier otro, mediante canales de radio ajenos al control de la red y sin la intervención de la estación transceptora base
- restablecimiento de llamada: la infraestructura TETRA proporciona, para el restablecimiento de la llamada, una petición automática al móvil en el caso de baja calidad de la señal recibida.

#### Conclusión

Inicialmente el estándar TETRA fue desarrollado para atender las necesidades de usuarios en áreas de alta densidad. Más recientemente, la policía y las organizaciones de seguridad, que representan una parte sustancial del mercado, han demostrado un fuerte interés por el estándar TETRA. Alcatel ha sido desde el comienzo un importante contribuidor al estándar TETRA de ETSI y está desarrollando actualmente un producto TETRA, el Alcatel 9370, que incluye infraestructuras evolucionadas y terminales (móviles y portátiles), y que aprovecha la experiencia en terminales e infraestructura del PMR y GSM.

**Hubert Azemard** nació en Montpellier, Francia, en 1945. Se graduó en el colegio de ingeniería de Toulouse en ENSEEIHT. Pasó nueve años con TRT, una sucursal de Philips, trabajando en diversa áreas de la división de telecomunicaciones, como modems, multiplexores, redes de conmutación de datos y redes de radio militares. En 1981 se unió a STERIA, una gran compañía de software, en la que fue responsable del desarrollo y ventas de productos videotex. En 1987 pasó a Alcatel Radiotelephone con el fin de ampliar la gama de alternativas de radio móvil privada.

# Sistema automático de localización de vehículos

A. Bethmann, K. Brocke, S. Harrer  
Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania

## Introducción

El conocimiento, en todo momento, de la posición de los vehículos de una flota es un requisito fundamental de todos los centros de operación de gestión de flotas. No son solo los centros de ambulancias y oficiales de policía, responsables de la vida y seguridad de los ciudadanos, quienes están muy interesados en tener esta información. Cada vez más, los propietarios de flotas comerciales, como organizaciones de taxis o de servicios de paquete expreso, quieren tener un conocimiento permanente de la posición de sus vehículos para mejorar la eficiencia de su oferta de servicios.

En el pasado, se usaron los enlaces de voz para enviar la información de la posición del vehículo al centro operacional. No era posible visualizar la posición. Hoy en día, la situación de los vehículos automática y permanente así como su visualización en pantalla es posible gracias a las nuevas tecnologías tales como GPS, radio enlaces de datos de alta

velocidad y pequeños ordenadores muy potentes. El sistema automático de localización de vehículos (AVLS) pone las bases para una gestión eficiente de flotas. El AVLS, que es un subsistema genérico y por tanto altamente adaptable a cualquier sistema de gestión de flotas, consta de:

- equipo móvil en los vehículos
- centro de mando y control.
- enlace de comunicaciones para conectarlos.

El AVLS está en ambos lados con paquetes software específicos de aplicación de usuario y utiliza las redes de datos existentes para la comunicación. El principio general se muestra en la **Figura 1**.

## Equipo móvil

La situación y comunicación en cualquier punto y en cualquier momento son las principales tareas que el equipo móvil debe realizar en cualquier vehículo de la flota. Por ello, el

equipo móvil debe comprender un conjunto de sensores que proporcionen una salida continua y precisa de la posición, un enlace de comunicaciones fiable y un sistema de proceso de comunicaciones que combine la información de los sensores y que maneje y controle el enlace de comunicaciones. El sistema que procesa las comunicaciones se debe diseñar de forma que sea lo suficientemente potente como para realizar funciones adicionales de control de periféricos, que permitan la E/S digital y que proporcionen un fácil mantenimiento y mejora, cumpliendo los requisitos del cliente.

La **Figura 2** presenta los principales componentes del equipo móvil.

## Sensores de posición

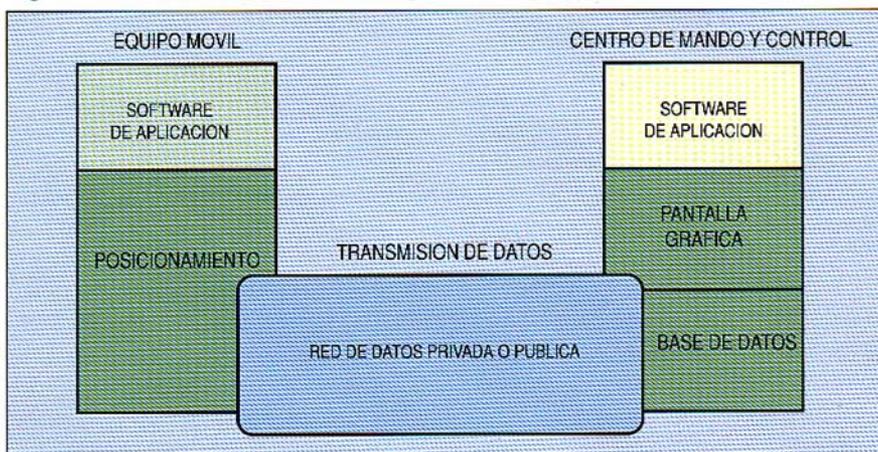
La selección de los sensores de posición depende de la flota de vehículos a controlar. Se pueden identificar diferentes categorías:

- flotas de vehículos confinadas a ciertas rutas (p. ej., tranvías, autobuses con las mismas paradas en rutas fijas)
- flotas de vehículos que pueden ir a cualquier lugar hasta una determinada distancia del centro de control (p. ej., bomberos, ambulancias)
- flotas de vehículos que pueden ir hasta puntos muy distantes del centro de control (p. ej., coches de alquiler, camiones).

## Sensores de posición de flotas de vehículos confinadas a rutas fijas

En esta aplicación, la localización se puede simplificar al conocerse que el

Figura 1 - Parte AVLS de un sistema de gestión de flotas



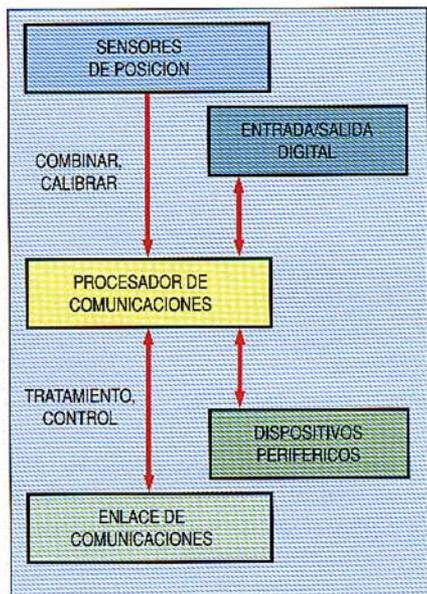


Figura 2 - Principales componentes del equipo móvil

vehículo sigue rutas fijas y pasa por puntos determinados a lo largo de dichas rutas. Existen muchas formas de realizar esta tarea.

Una solución es la detección de una parada programada del vehículo y medir la distancia hasta la siguiente. Como la ruta, con sus distancias, está completamente definida, con solo añadir la distancia medida a la posición conocida de las paradas se obtiene el posicionamiento del vehículo. Si se efectúa alguna desviación, el sistema debe ser informado para que no use el valor actual de la distancia medida; en la siguiente parada de la ruta normal se puede continuar la medición de la distancia. Si por algún motivo se pierde el posicionamiento, la distancia medida entre dos paradas se puede comparar con todas las distancias en la base de datos y restablecer la correlación. Para asegurar la detección de una parada programada se puede utilizar la información relativa a la apertura de las puertas. La medida de la distancia se realiza con un odómetro. El velocímetro así como el sistema de antibloqueo de frenos (ABS) se pueden usar como fuentes odométricas. Ambos dispositivos proporcionan pulsos eléctricos aunque, en principio, el acceso a las señales ABS se

restringe por razones de seguridad. Por tanto, es el velocímetro la mejor elección.

Cada vuelta de una rueda significa que se ha cubierto una determinada distancia. El giro de una rueda proporciona un número de pulsos, parámetro odométrico constante dependiente del vehículo, expresado en pulsos por metro. Antes de emplearse para medir la distancia, se tiene que calcular el parámetro odométrico. Pueden surgir dificultades con este simple calibrado si el parámetro odométrico varía durante el recorrido.

Otra forma de obtener el posicionamiento en rutas fijas es detectar y utilizar posiciones absolutas en el trayecto. Etiquetas de RF o emisores de infrarrojos permiten esta sincronización. Entre esos puntos se puede realizar una estimación. Por tanto, se necesita la información de la velocidad y de la dirección. La información de la velocidad se puede obtener a partir de los pulsos odométricos integrados en el tiempo y multiplicados por el parámetro odométrico.

En vez de un sensor de dirección (p. ej., una brújula), se puede utilizar un sensor que determine la velocidad angular, como un girómetro (plataforma inercial). La velocidad angular integrada es de nuevo la información de la dirección. Actualmente se usan girómetros bidimensionales que son muy compactos (un volumen de 3 cc), baratos y precisos. El inconveniente es que la velocidad angular del girómetro tiene que estar libre de compensaciones, derivas, ruidos y errores angulares. Se puede realizar manualmente fijando estos valores (parámetros del girómetro). Pueden surgir problemas cuando estos valores varían mucho en el tiempo y con los cambios de temperatura. Se necesitan calibrados frecuentes.

#### Sensores de posición de vehículos no confinados a rutas fijas

Es de alguna forma más complejo el posicionamiento cuando no se conoce el camino que tomará el vehículo

o los puntos por los que pasará. Por tanto se necesitan sensores que permitan un posicionamiento absoluto, como el sistema de posicionamiento global (GPS). Para solventar los momentos en donde el sistema absoluto de posicionamiento no esté disponible se pueden usar estimaciones.

El GPS es un sistema de navegación basado en satélites desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos que simplifica la navegación precisa. El sistema consta de tres segmentos: el segmento espacial formado por 24 satélites GPS, que funcionan en órbitas de 12 horas a una altitud de 20183 km, el segmento de control que controla los satélites y el segmento de usuario que contiene todos los receptores GPS para el seguimiento de las señales de los satélites. La determinación de la posición se basa en distancias: la posición se obtiene midiendo la distancia de hasta al menos cuatro satélites. El usuario recibe una información precisa de la velocidad y de la posición tridimensional, así como de la hora exacta en cualquier lugar del mundo. Los usuarios civiles sólo tienen acceso al servicio de posicionamiento estándar (SPS) que proporciona, con una probabilidad del 95%, una precisión de posicionamiento horizontal de 100 m.

El sistema de navegación por satélite GPS tiene varias ventajas que favorecen su uso en sistemas de gestión de flotas:

- disponibilidad en las 24 horas del día
- gratis al menos durante los siete próximos años
- independencia de los cambios del tiempo
- posicionamiento preciso en cualquier lugar.

La precisión del posicionamiento se puede mejorar con el uso del GPS diferencial (DGPS). Un receptor GPS se sitúa en una posición de referencia conocida. Este receptor de referencia puede fácilmente calcular la

distancia desde su posición hasta los satélites. Estas distancias se comparan con las distancias medidas, y así se pueden determinar los errores en las distancias. Estos errores en las distancias se envían a los receptores GPS más próximos para que corrijan también sus medidas de distancias. Utilizando esta técnica la precisión de la posición horizontal se puede mejorar hasta 10 m (con una probabilidad del 95%).

Sin embargo, el posicionamiento continuo sólo se puede mantener si las señales de los satélites no se ven bloqueadas por obstáculos, como edificios, túneles, puentes, arboles, etc. La reflexión de la señal (errores de camino múltiple) también puede dar lugar a graves errores de posicionamiento. Finalmente, la calidad del receptor GPS condiciona la precisión y la continuidad de los resultados de posicionamiento.

En aquellas situaciones en las cuales el posicionamiento por GPS no es posible se utilizan sensores adicionales para realizar estimaciones. Las informaciones de dirección y velocidad son necesarias para calcular la posición en los periodos sin recepción GPS, por ejemplo en túneles. Los odómetros y girómetros proporcionan esta información.

El calibrado del parámetro del odómetro se puede realizar comparando los pulsos por segundo con la información de la velocidad horizontal del GPS. Es la forma mas conveniente y fiable de compensar todos los cambios del parámetro odométrico. Dichos cambios se pueden producir, por ejemplo, por irregularidades en la superficie de la calzada, cambios de la presión de los neumáticos o cambios en el peso de la carga.

Una forma conveniente de calibrar los parámetros del girómetro, respecto al calibrado manual, es calibrar la velocidad angular del girómetro integrada en el tiempo (p. ej., la dirección) con la información de dirección del GPS. Como el ruido, la deriva y la velocidad angular son valores cambiantes, este es un modo apropiado de compensarlos.

**Sensores de posición de una flota mundial de vehículos**

La supervisión de vehículos que se mueven sobre rutas variables y que recorren largas distancias no necesitan, en general, de un posicionamiento preciso. Por ello se pueden usar servicios de posicionamiento que utilicen el satélite EUTELSAT. Dos satélites geoestacionarios transmiten señales idénticas al vehículo. Un terminal de comunicaciones móviles (MCT) en el vehículo mide la diferencia de tiempo entre estas dos señales. Además se mide el tiempo de respuesta desde una estación central al MCT y su retorno. Con estos dos intervalos de tiempo y un modelo de altitud, se calcula la posición. La precisión de la posición depende mucho de la distancia angular entre los dos satélites. Con la configuración actual de satélites se puede obtener una precisión en la posición de aproximadamente 300 m (con una probabilidad del 95%). Los satélites también se pueden utilizar para transferir la posición y otros datos hacia el centro de control desde una gran distancia.

**Procesador de comunicaciones**

Otra tarea fundamental del equipo móvil es la comunicación: enviar mensajes al centro de control continuamente o cuando se producen eventos (p. ej., posicionamiento, estado, etc.) y recibir mensajes del

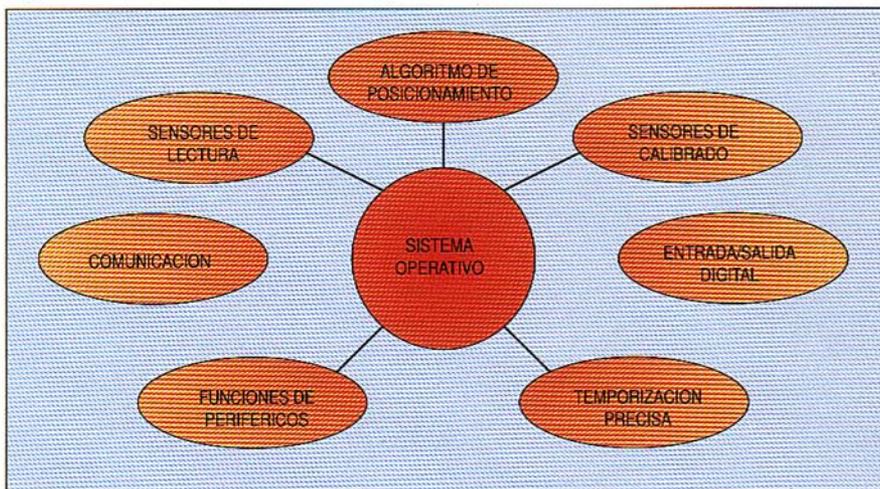
centro de control (p. ej., información de conmutación, petición de identificación, etc.) a través de un enlace de comunicaciones. Para manejar las comunicaciones se requiere un procesador de comunicaciones, cuyas principales tareas se pueden resumir en las siguientes:

- manejar y controlar la comunicación con el centro de control a través de interfaces; con diferentes protocolos de comunicaciones
- combinar y controlar, en tiempo real, la información del sensor de posición
- proporcionar una información temporal precisa
- manejar otras informaciones de sensores (E/S digital)
- calibrar sensores
- realizar funciones de periféricos
- proporcionar y gestionar la capacidad de almacenamiento

La **Figura 3** presenta todas las tareas del procesador de comunicaciones. Para realizar todas estas actividades, incluso simultáneamente si es necesario, hay que instalar un sofisticado sistema operativo en tiempo real.

Las comunicaciones se pueden realizar de múltiples maneras. La elección depende de aspectos económicos y técnicos como la fiabilidad de los enlaces de comunicaciones, equipo y gastos de operación, zona de operación de la flota, volu-

**Figura 3 - Tareas del procesador de comunicaciones**



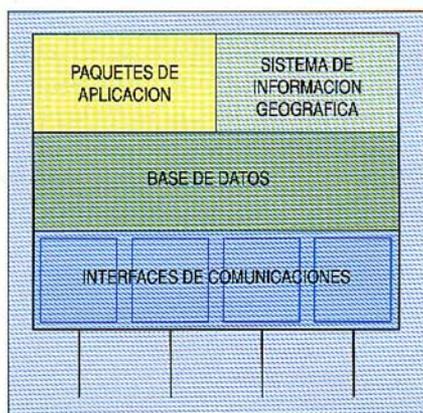


Figura 4 - Estructura del centro de mando y control

men de datos y otros. Sin embargo, las flotas de policía y seguridad (P&S) usan normalmente enlaces de comunicaciones exclusivos en la banda de 2 m, por ejemplo.

### Centro de mando y control

El equipo de la plataforma del centro de mando y control (C3) se muestra en la **Figura 4**. Consta de una estación de trabajo con uno o más termi-

nales. Ofrece interfaces hardware y software con una amplia gama de periféricos, como impresoras, cintas magnéticas y puertos de comunicación. Como sistema operativo se seleccionó el UNIX para poder incluir paquetes software estándar (p. ej., la base de datos). Otra de las razones para utilizar UNIX fue la posibilidad de usar procesos en tiempo real en diferentes tareas.

Uno de los dos paquetes software estándar, instalados sobre la plataforma C3 como parte del AVLS, es una base de datos relacional con interfaz SQL. El sistema de información geográfica (GIS) es el otro paquete.

Los datos entrantes asociados al vehículo se introducen en la base de datos por el software de comunicaciones para su posterior procesamiento. Así, la base de datos refleja en cualquier instante lo último sobre la flota, que se puede utilizar por los paquetes de aplicación software y por el GIS.

El propio GIS consta de un conjunto de información gráfica (mapas) y de datos vectorizados superpuestos, así como de las herramientas

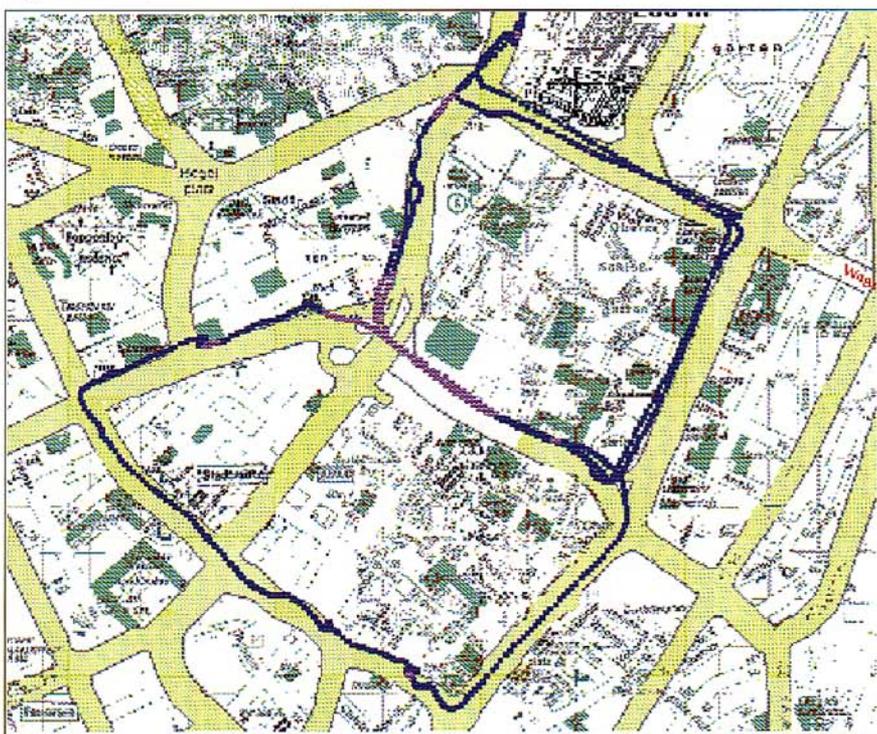
software para usarlos. Los paquetes GIS se suministran por diferentes compañías. Periódicamente se suministran informaciones de datos actualizados, por lo que el operador de la plataforma C3 se puede desentender de esta tarea. Bibliotecas de software con funciones estándar permiten al suministrador del AVLS desarrollar software de acceso a la información almacenada y de presentación de información sobre un mapa. Estas funciones se usaron para desarrollar un paquete software de presentación de la situación del vehículo sobre un mapa, junto a su identificación.

Otra posibilidad de mejorar la precisión del posicionamiento de una flota de vehículos dentro de una cierta zona es utilizar las medidas en el mapa. Se utiliza un mapa digitalizado de la zona de operación (mantenido por el centro de mando y control en la base de datos). Todas las calles, plazas, puentes, túneles, etc. se almacenan con su posición. Además todos los caminos y distancias se pueden correlacionar con el mapa digitalizado, así es posible obtener una precisión de la posición del orden de la anchura de la calle.

Son posibles varios modos de comunicación del AVLS. El más sencillo es que todos los vehículos en movimiento envíen periódicamente su posición al centro. La recepción se realiza con reconocimiento. Otro modo de comunicación es que sólo los vehículos de interés sean explorados. Así se evita cualquier conflicto con el canal de radio y el software del centro puede cambiar la velocidad de exploración de acuerdo con sus necesidades en cualquier momento. También es posible el modo mixto. Así sobre una plataforma C3 se pueden ejecutar en paralelo diferentes aplicaciones comerciales. En plataformas dedicadas exclusivamente a P&S sólo habrá el software de distribución básico.

Las funciones de presentación del GIS permiten al usuario personalizar la pantalla de presentación. Se pueden abrir simultáneamente hasta tres ventanas con mapas. Cada una

Figura 5 - Trazado



de ellas se puede recorrer, agrandar o empuqueñecer independientemente de las otras. Otra ventana presenta información de la base de datos en forma alfanumérica. El vehículo cuya información se quiere presentar se puede seleccionar con el ratón. Esta información proporciona detalles sobre el vehículo, su conductor, su carga y su posición en términos de 'ciudad y calle' en vez de su 'latitud y longitud'. Los contenidos de la ventana son variables y dependientes de la aplicación.

El seguimiento y el trazado son funciones normalizadas del AVLS. Seguimiento es que el centro conozca en todo momento las posiciones de los vehículos y que pueda utilizarlas en las operaciones de mando. Trazado es la observación del movimiento de uno o más vehículos selecciona-

dos en un periodo de tiempo más largo y almacenar la información así obtenida con fines de documentación. Un ejemplo de la función de trazado se muestra en la **Figura 5**, en donde un coche, equipado con GPS y sensores de estimación se mueve en la ciudad de Stuttgart. Los puntos azules indican las posiciones basadas en GPS, mientras que los puntos magenta indican la posición estimada en túnel. El modo de medida sobre el mapa no fue utilizado.

Funciones especiales permiten el tratamiento de las emergencias. Si se detecta una situación de emergencia en un vehículo se abre una ventana con un mapa detallado, centrada sobre el icono y la identificación de dicho vehículo. Si es necesario se cerrará otra ventana del mapa. Adicionalmente, la ventana de la base

de datos se rellena con información sobre el vehículo que ha dado lugar a la emergencia. Se puede generar una alarma acústica. Un ejemplo se presenta en la **Figura 6**.

En aplicaciones especiales se tienen que posicionar y supervisar vehículos sin libertad de movimientos. Esto es aplicable a los centros operacionales de tranvías y autobuses. En este caso la GIS estándar no es la mejor solución. Las visualizaciones basadas en dibujos sencillos de la línea, sin escala real, mostrando los nombres de las paradas del autobús/tranvía en vez de los nombres de las calles, necesitan de la generación de pantallas con la planta de esos lugares. La **Foto A** muestra un ejemplo de pantalla del operador de un centro de operaciones de una flota de autobuses.

Figura 6 - Ejemplo de llamada de emergencia

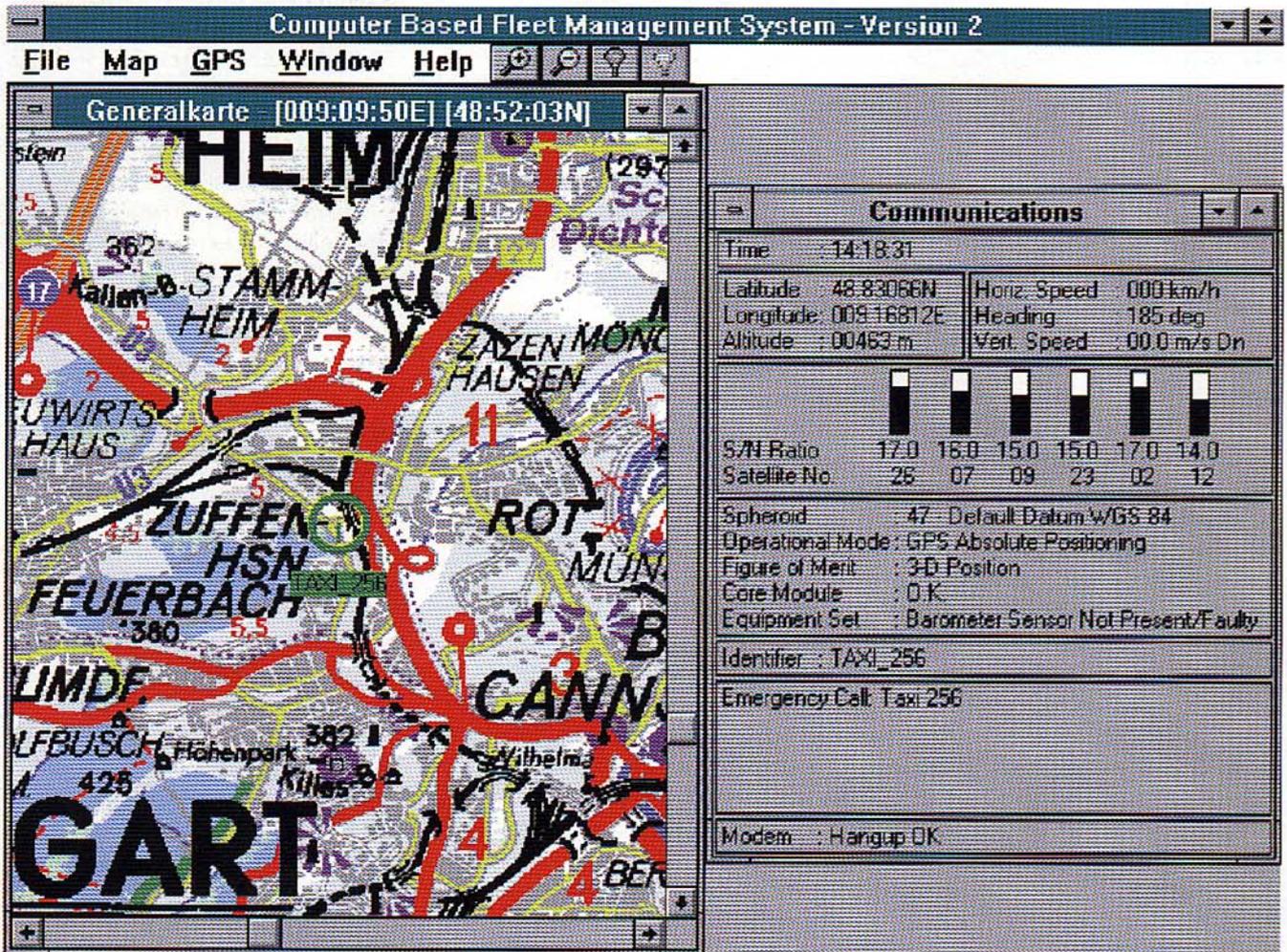




Foto A - Consola de operador con pantalla de una planta dependiente de la posición, en un centro operacional de flotas de autobuses

### Transmisión de datos en AVLS

La transmisión de datos entre el centro de mando y control y el equipo móvil se puede realizar mediante diferentes técnicas. Hay aspectos económicos y técnicos que se deben clarificar antes de tomar una decisión.

La elección de una transmisión de datos apropiada depende mucho del volumen de datos específico, de la velocidad de repetición de los datos, de la velocidad de transmisión, del tamaño total de la flota y de otros aspectos. Para alcanzar una comunicación satisfactoria entre el equipo móvil y el centro de mando y control es necesario considerar todos esos detalles de acuerdo con las necesidades operativas específicas. Hay que tener en cuenta los puntos de intersección con otras demandas de la flota, por ejemplo la transmisión de voz, así como un posible uso del equipo ya existente.

Es muy importante, para la flexibilidad del sistema en su conjunto, el acceso a redes de datos normalizadas, como DATEX-J y DATEX-P, que son el interfaz del centro de mando y control con la red telefónica pública. En aplicaciones P&S se utilizan normalmente radioenlaces con bandas de frecuencia dedicadas, que conectan directamente vehículos y centro.

Se describen a continuación algu-

nos aspectos de las redes de radio más interesantes como interfaz para el equipo móvil.

### GSM

En las flotas se suele necesitar la comunicación de voz además de su posicionamiento automático. En este caso, el GSM es el sistema disponible más flexible, debido a su amplia normalización en Europa y al bajo coste del equipo. Pronto en muchos países la cobertura será total.

Además, servicios de datos normalizados como el FAX están previstos para mediados de 1994. Indudablemente el GSM es o llegará a ser una de las redes más usadas para aplicaciones de voz. La idea sugerida es usar idéntico equipo en la transmisión de datos. De hecho se apuntan dos posibilidades:

- servicio de mensajes cortos
- servicio de portadora.

Ambas opciones tienen posibilidades de conexión a los servicios existentes (RDSI, DATEX-P, DATEX-J).

El servicio de mensajes cortos permite transmitir hasta 160 bytes de datos a través del canal de señalización en ambas direcciones. En esta transmisión no se necesita establecer ninguna conexión explícita. La transmisión de datos se realiza en segundo plano y es posible el uso paralelo del equipo de transmisión de voz. La distribución de mensajes la realizará el centro de servicio de mensajes cortos.

El servicio de portadora será el servicio de datos normalizado. Se puede comparar con la transmisión vía módem a través de redes analógicas. Las principales diferencias son una mucho mayor calidad, fiabilidad y un número de llamada diferente en la transmisión de datos. Este servicio se suministrará como transparente, no transparente y, en el futuro, con protocolos orientados a paquetes para proporcionar acceso a redes analógicas y digitales.

### Modacom

Modacom es un sistema de comunicaciones móviles de datos orientados a paquetes especialmente diseñado para una transmisión de datos de alta calidad con recepción automática. El servicio se encuentra ya operativo en Gran Bretaña y en áreas industriales de Alemania. Los clientes se tarifican de acuerdo con la cantidad real de datos transmitidos.

El acceso al centro de mando y control se hace con DATEX-P (X.25). Por el momento no está prevista la transición a la RDSI.

Siempre que la transmisión de voz no sea necesaria, Modacom parece ser una alternativa altamente interesante. Mobitex, sistema similar, ofrece casi la misma funcionalidad.

### Radio móvil privada

La radio móvil privada (PMR) será el modo comunicación usado en los sistemas P&S. La transmisión de mensajes AVLS produce una carga adicional en los canales de voz. Por ello se requieren canales adicionales de radio para alcanzar una velocidad de actualización suficiente de la información almacenada en el centro.

### Radioenlaces móviles privados

En muchas zonas densamente pobladas existen sistemas de radioenlaces móviles privados también utilizables por aplicaciones de gestión de flotas, ya que el equipo normalizado MPT1327 es intercambiable.

En algunos sistemas es posible la conexión a las redes públicas. La transmisión de datos es o de mensajes cortos predefinidos (de un máximo de 32 caracteres) o de mensajes ASCII (de hasta 100 caracteres), pero la mayoría de los terminales disponibles no soportan aún todas estas posibilidades.

Un hecho interesante es que el coste es fijo y que no varía con el tiempo de utilización o la cantidad de datos transmitidos.

**Comunicación por satélite**

Los sistemas existentes de comunicación por satélite, como INMAR-SAT C o EUTELTRACS (con sistema de posicionamiento incluido), también pueden ser usados en la gestión de flotas. Debido a su coste sólo son apropiados cuando no hay otro medio de comunicación de datos (p. ej., en entornos rurales).

La transmisión de datos móviles está todavía en sus primeras etapas. Sin embargo es suficiente para que los sistemas de gestión de flota realicen las funciones requeridas. Se tiene que desarrollar un software específico que tenga en cuenta las limitaciones técnicas correspondientes y los requisitos de cada cliente.

En aplicaciones P&S, el PMR es la solución adecuada. Los usuarios comerciales sin embargo tienen otras posibilidades. El GSM y el Modacom son las redes de las que se espera la mayor difusión debido a sus condiciones técnicas y económicas. En aplicaciones con limitación regional, la solución más recomendable son los radioenlaces móviles privados.

**Conclusión**

La base de datos, rellena por el AVLS con información de todos los vehículos de la flota como se ha descrito anteriormente, es la base de casi todas las actividades relacionadas con la gestión de las flotas. El envío de flotas de policía o ambulancias, la supervisión del transporte de mercancías peligrosas, la seguridad en los viajes de personalidades (VIP) o la guía de conductores en regiones desconocidas hacia sus destinos son tareas soportadas por el AVLS. Todo esto está disponible mundialmente a través de un posicionamiento de precisión basado en satélites, un creciente número de radioenlaces de datos públicos y la disponibilidad comercial de mapas explorados y datos vectorizados.

La aplicación del AVLS estándar en los sistemas P&S ayuda a reducir

el intervalo de tiempo entre la llegada de una alarma y la llegada de los vehículos de socorro. Esto salvará vidas y significará una importante mejora de la gestión de socorro. Junto a otras técnicas tales como la llamada de emergencia automática se pueden conseguir nuevas mejoras.

**Andreas Bethmann** nació en Oberhausen en 1951. Estudió ingeniería eléctrica en Aquisgrán y consiguió su titulación en 1974. Entró en SEL en 1976 y desarrolló software para sistemas de navegación. Posteriormente, en 1985, fue responsable del desarrollo software de un experimento de navegación a bordo del SPACELAB. Después de dos años trabajando como encargado de la calidad software llegó a jefe de proyecto software para el desarrollo de un receptor GPS aereotransportado. Actualmente es el responsable de la ingeniería de sistemas del grupo de producto Sistemas de Gestión de Flotas.

**Karl Brocke** nació en 1956 en Hemer, Alemania. Estudió tecnología de telecomunicaciones en Fachhochschule Offenburg y recibió el título en 1983. Entró en SEL, donde trabajó en el departamento de desarrollo del receptor GPS. Desde 1992 dirige el desarrollo de la parte móvil del sistema de gestión de flotas.

**Stefan Harrer** nació en Esslingen en 1965. Finalizó sus estudios de ingeniería de comunicaciones en 1988 y entró en SEL. Trabajó inicialmente en desarrollo software. Su actividad principal fue el diseño del Kalman Filter y su optimización para su aplicación en el receptor GPS. Desde 1993 ha estado implicado en el desarrollo software del equipo móvil de los sistemas de gestión de flotas.

# Centros de mando y control para C3I de policía y seguridad

A. Grau, E. Bourdin  
Alcatel ISR, Evry, Francia

## Introducción

El centro de mando y control (C2) es el verdadero corazón del sistema C3I; es el lugar donde todos los datos reportados y detectados se transmiten, fusionan, procesan y presentan al poder ejecutivo, donde se toman las decisiones y se transmiten las órdenes a las fuerzas operativas en el campo de operaciones. El centro C2 es también el lugar donde están disponibles, para un reducido número de usuarios, los archivos de inteligencia e información complementaria.

Al ser el punto de convergencia de la información y la fuente de las órdenes, el centro C2 es el nodo central de todas las redes de comunicaciones, suministrando conectividad entre todas las partes participantes. El centro C2 también alberga la potencia de cálculo necesaria para la transformación de datos no elaborados en información comprensible, el almacenamiento, recuperación y visualización de los datos, y la preparación de mensajes y documentos a transmitir a las fuerzas de seguridad.

Otros artículos de este número de *Comunicaciones Eléctricas* tratan diferentes aspectos de radio comunicaciones, sistemas automatizados de localización de vehículos, vigilancia por video y una aproximación general al software C3I. El centro C2 hace de interfaz con estos, y de alguna manera los integra para suministrar el nivel de soporte requerido a las fuerzas de seguridad y de policía (P&S).

Este artículo describe un típico centro C2 de P&S desde diferentes puntos de vista:

- funciones y servicios soportados
- interfaces con los componentes del sistema P&S

- equipo hardware
- principios software
- aspectos de integración.

Para generalizar, los siguientes párrafos describen todos los posibles elementos de un centro de mando y control P&S. Existen pocos ejemplos en la vida real en los que estos componentes estén integrados: el centro C2 varía desde un puesto de mando muy simple, equipado con unos pocos aparatos telefónicos y ordenadores personales de bajo perfil, hasta un centro C2 muy sofisticado que incluye video, control flexible de las comunicaciones por radio, un poderoso soporte informático y equipo de visualización de gráficos. El diseño de Alcatel se realizó de forma que cubriese todas esos casos; se ha implantado, satisfaciendo a los clientes, en diversas organizaciones de seguridad tanto públicas como civiles.

## Interfaces de centros C2

Refiriéndonos de nuevo a la arquitectura general del sistema descrita en el artículo de introducción de este tema, el centro C2 (delimitado en la **Figura 1** por la línea de puntos) tiene interfaz con casi todos los componentes del sistema:

- comunicaciones de voz, radio privada y teléfono público
- comunicaciones de datos, incluyendo estado y ubicación de los datos recibidos en la red de radio, así como los datos intercambiados en redes telefónicas conmutadas públicas o privadas desde centros propios secundarios o cooperativos
- red de video con imágenes y señalización de control del equipo de video.

La información recibida o transmitida por el centro C2 es la siguiente:

- llamadas de asistencia a ciudadanos en números de emergencia dedicados: grupo de fecha-hora, localización y tipo de evento o incidente
- señales de alarma emitidas por un equipo específico generador de alarmas, como los puntos de llamadas de emergencia públicos o los sistemas privados de alarmas (bancos, almacenes de mercancías peligrosas, edificios oficiales, etc.)
- datos de misión suministrados ya sea por voz o por medios automáticos (estado entrante en el terminal de radio): ejemplos típicos son "yendo al lugar de la misión", "en servicio", "retorno a la base", "se requiere ayuda", "contacto por radio requerido en el canal x", etc.
- datos de localización automáticamente generados en el vehículo y transmitidos por la red de radio
- informes suministrados por los distritos o las estaciones, como la lista de eventos diarios, la lista y descripción del plan periódico de patrullas, la disponibilidad de fuerzas y medios, etc.
- datos de inteligencia de cualquier tipo, suministrados por los sistemas o centros de cooperación
- mensajes de mando preparados por los jefes: tipos de misión, posición y ubicación de medios y fuerzas.

La información se lleva y se procesa en el equipo del centro C2, donde se suministra y presenta a los operadores que preparan una síntesis para los que toman las decisiones. El suministro, procesamiento y presentación de la información se describe, desde un

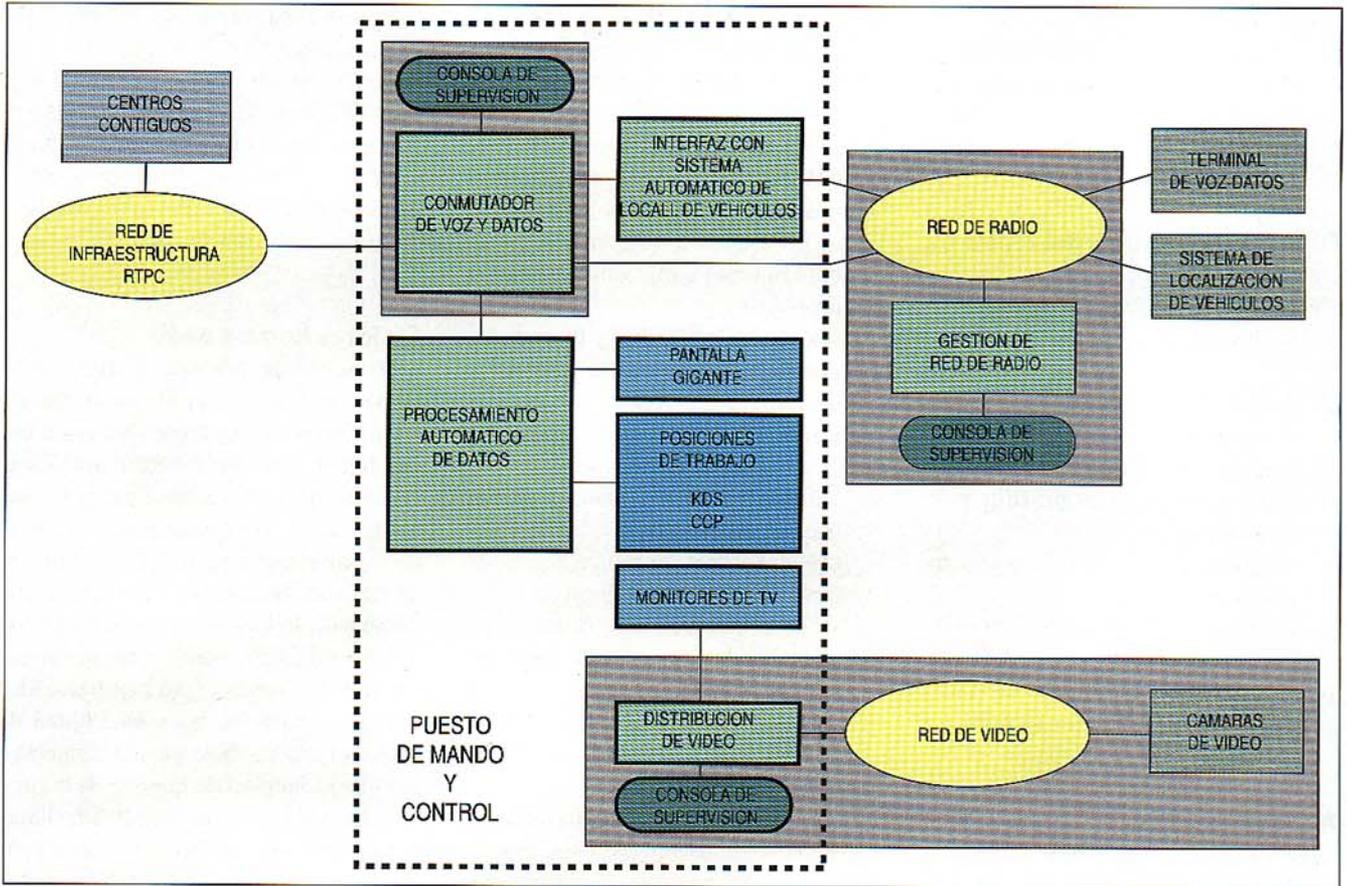
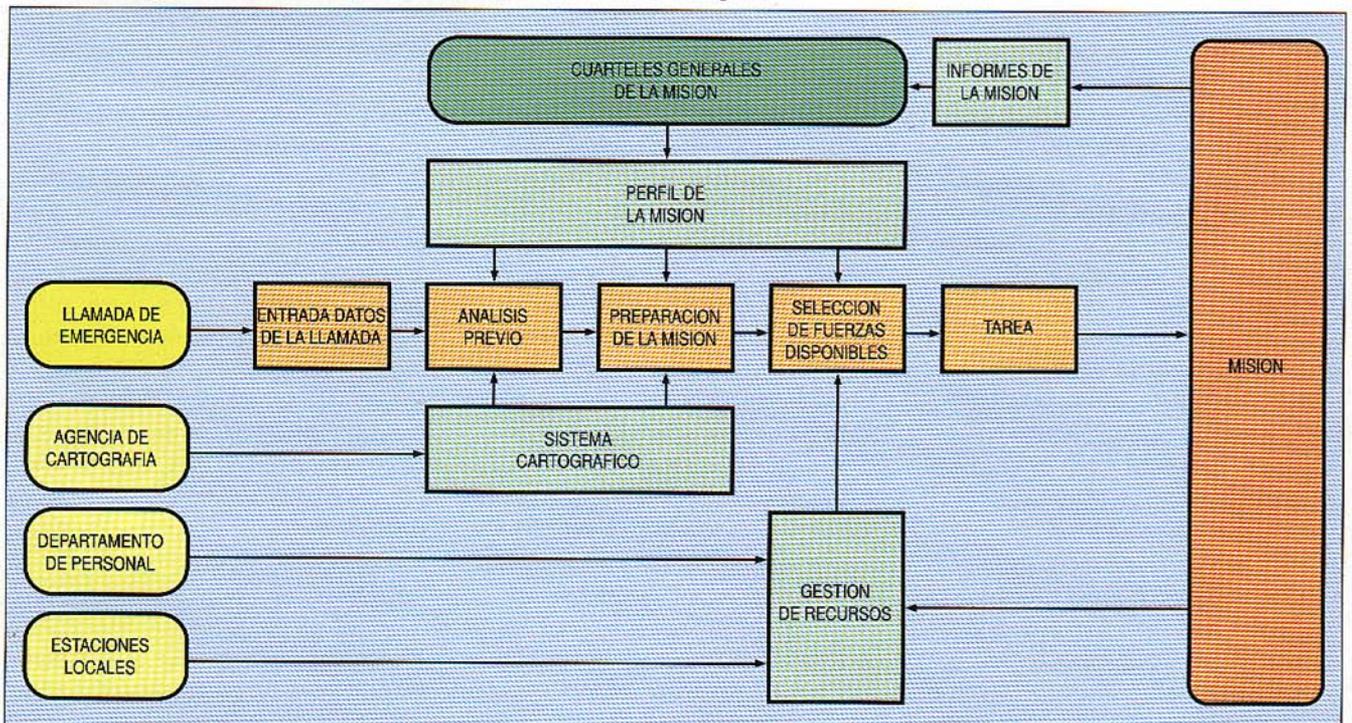


Figura 1 - Situación del centro C2 dentro de la arquitectura general del sistema

Figura 2 - Diagrama funcional del procesamiento de llamadas de emergencia



punto de vista del sistema, por un conjunto de funciones y servicios que se implantan mediante los equipos electrónicos y software, que se detallan a continuación.

### Funciones y servicios del centro C2

Un centro C2 de P&S realiza, generalmente, las siguientes funciones:

- llamada de asistencia y procesado de eventos
- gestión de la situación global
- gestión de la disponibilidad de medios y fuerzas
- preparación y planificación de misiones
- grabación, reproducción y simulación
- actualización de la base de datos del sistema y funciones soporte auxiliares.

A continuación se detallan estas funciones y se describen los servicios asociados suministrados por el equipo C3I ubicado en el centro C2.

#### Llamada de asistencia y procesado de eventos

La función de la llamada de asistencia y procesado de eventos mostrada en la **Figura 2**, cubre muchos aspectos de las funciones de un centro C2 de P&S.

A partir de una llamada (realizada por un ciudadano o por una operación individual) representada en el diagrama por la caja superior izquierda, el sistema soporta la entrada de datos que describen el evento o incidente. Con estos datos el sistema realiza de manera semiautomática (el operador podría interactuar con el sistema cuando éste sugiera soluciones inaceptables o cuando el sistema esté falto de datos o requiera información) lo siguiente:

- captura de la llamada (o de la petición que se hizo directamente a la comisaría de policía o al parque de bomberos)
- determina el entorno del evento (facilidades ó peligros en los alrededores)

dedores) localizándolo sobre un mapa de situación geográfico (sistema de mapas - base de datos geográfica)

- selecciona, a partir de una base de datos preexistente (perfil de la misión), los medios y fuerzas que se podrían usar (basándose en la experiencia) para contrarrestar el problema
- selecciona los medios y fuerzas disponibles más apropiados (gestión de recursos, selección de activos disponibles) de acuerdo al tipo de evento y según su localización actual, trayecto óptimo hasta el evento, tráfico, etc.
- prepara y transmite una orden de tarea
- sigue el progreso de la misión y almacena los informes de la misión para su análisis posterior.

#### Gestión de situación global

La función de gestión de situación es la capacidad del sistema para suministrar cualquier información relacionada con la supervisión de la situación en el área de responsabilidad. Incluye:

- la localización, tipo y estado de sucesos actuales o pasados (incendio, accidente, riada, desorden callejero, manifestaciones, movimientos de VIP, etc.)
- la localización, composición y equipo de las fuerzas activas en el área de responsabilidad (el equipo de localización automática de vehículos suministra datos de localización usados primariamente por esta función)
- cualquier información de relevancia referida a la misión: posición y naturaleza de sitios importantes (embajadas, bancos, comisarías de policía, parques de bomberos, hospitales), lugares peligrosos (gasolineras, plantas de energía nuclear), facilidades de transporte y circulación, puntos de suministro de agua, etc.

Un requisito común suele ser el que los datos de situación se presenten en formato gráfico, es decir mediante

símbolos que representen los eventos, fuerzas y cualquier otro lugar o información, en un mapa detallado del área (**Figura 3**). Estos símbolos se pueden señalar electrónicamente para abrir ventanas con información detallada de cualquier tipo (texto, tablas, dibujos o imágenes de video).

#### Gestión de fuerzas y medios

La función de gestión de fuerzas y medios es bastante tradicional. Suministra datos de disponibilidad para los que tienen que tomar decisiones. Esta función orientada a base de datos se realiza desde las estaciones responsables por simple actualización de la asignación de fuerzas y medios a las misiones, de la gestión de los turnos del personal (día a día), y del mantenimiento del equipo (coches patrulla, camiones cisterna, etc.). La **Figura 4** presenta una pantalla de una visualización de la función de gestión de recursos; la tabla inferior muestra la lista actual de eventos, la de la izquierda tiene la lista correspondiente de medios disponibles.

La función de gestión de recursos no sólo suministra información en tiempo real, sino que también incluye la previsión de disponibilidad basada en el conocimiento del tiempo de servicio de cada miembro del personal y del tiempo medio de mantenimiento del equipo. Estos datos de disponibilidad, se usan para planificar.

Asociados a la función de gestión de fuerzas y medios están los "perfiles de misión típicos", que suministran ayuda para la asignación de fuerzas a un tipo de evento. Estos datos, basados en experiencias operacionales, indican qué medios y qué fuerzas se asignan generalmente a un tipo de evento dado. Los medios y fuerzas sugeridos se toman de la lista de equipo y personal disponible. La decisión final de recursos a asignar se realiza siempre bajo control del operador.

#### Preparación y planificación de la misión

Esta función de preparación y planificación de misiones tiene varias herra-

mientas que permiten a los jefes representar, anticipadamente, la situación esperada y planificar la asignación de las fuerzas y medios requeridos. Esta función se basa generalmente en una representación geográfica de la situación esperada junto con los movimientos y posicionamiento de las propias fuerzas. Los planos se pueden imprimir y distribuir al personal ejecutivo para un rápido examen y a las fuerzas como documentos preliminares de mando de tareas.

**Grabación, reproducción**

La capacidad de grabar y reproducir cualquier información específica - ya sea voz o datos, entrante o saliente del centro C2 - es un requisito muy habitual. Esta función suministra a las autoridades del C2, todos los datos para poder explicar posteriormente como un evento/incidente fue reportado y qué acciones fueron tomadas para luchar y contrarrestar el problema, y poder hacer una investigación a posteriori.

Un requisito de emergencia es la sincronización de la grabación de voz y datos.

La reproducción de la situación es también un medio útil para el entrenamiento de operadores, al confrontarlos con una situación real. También suministra una valiosa entrada para escenarios de simulación que se pueden construir usando herramientas de planificación.

**Requisitos globales de servicios**

Los sistemas C3I de P&S, y en especial los centros C2, tienen las herramientas y técnicas más avanzadas para:

- presentar de manera clara y precisa a los jefes situaciones orientadas geográficamente
- suministrar un acceso muy flexible a todas las bases de datos permitiendo cualquier tipo de consulta, en comparación con sistemas anteriores en los que los accesos estaban predeterminados

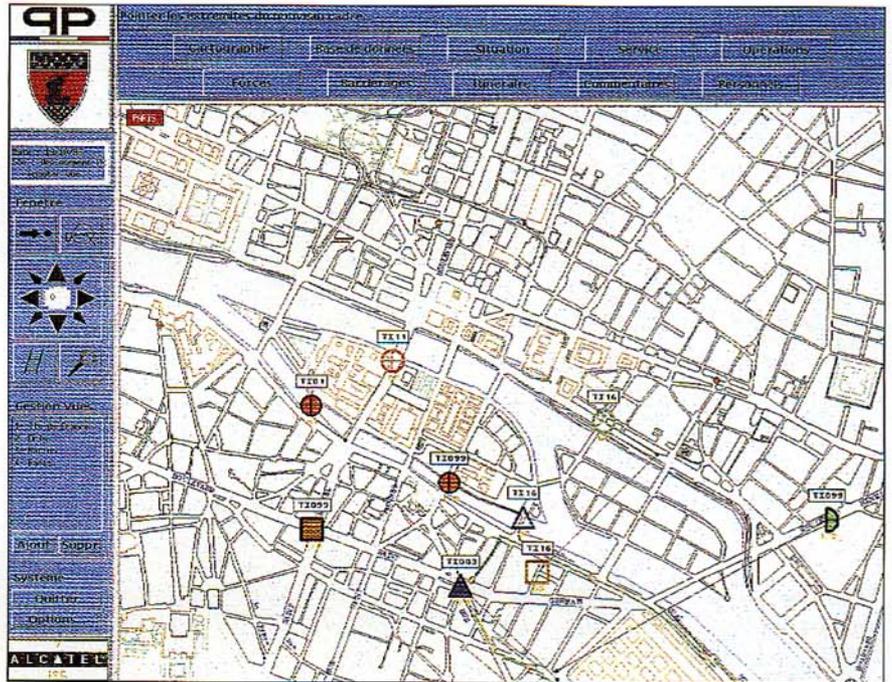


Figura 3 - Ejemplo de una presentación de situación orientada geográficamente

- llegar a cualquier persona de la organización a través de redes de comunicación interconectadas
- mantener un perfecto control del sistema global con un número mínimo de técnicos expertos - el uso del ordenador es casi autoex-

plícitivo y no se requiere un experto informático -, la red de radio comunicaciones se puede supervisar fácilmente desde la consola de control, la conmutación de video se realiza desde posiciones amigables, etc.

Figura 4 - Ejemplo de la visualización de la gestión de recursos

No	No	Adresse	Ville	Categorie	Sous-categorie	Element impliqué	Date	Ev. (avec Etat)
1	1	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
2	2	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
3	3	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
4	4	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
5	5	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
6	6	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
7	7	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
8	8	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
9	9	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	
10	10	1000 DE COLLEGE	Montreal	Incendie	Incendie		10/11/94 10:00	

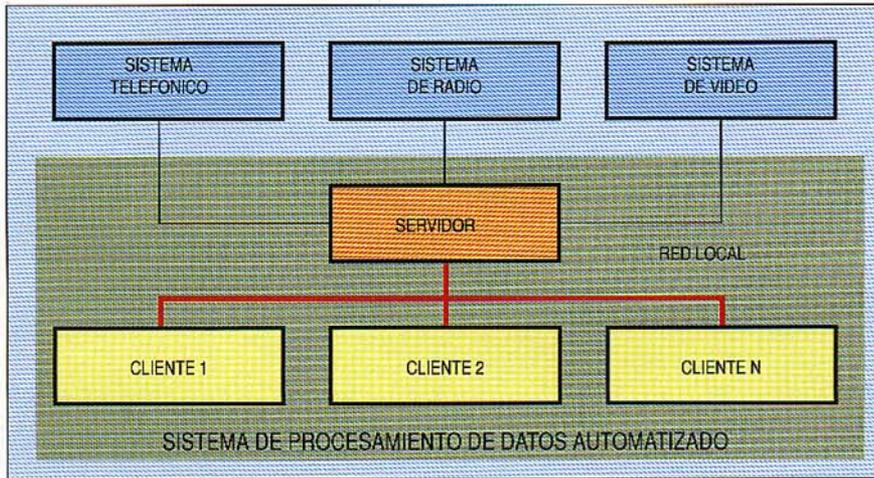


Figura 5 - Principios generales de la arquitectura del sistema del puesto C2

**Arquitectura global del sistema de centros C2**

La arquitectura del sistema de centros C2 está compuesta por cuatro subsistemas:

- equipo telefónico
- comunicaciones de radio

- video
- procesamiento automatizado de datos.

El subsistema telefónico está compuesto principalmente por una PABX que presenta facilidades de voz y datos, aparatos telefónicos e interfaces

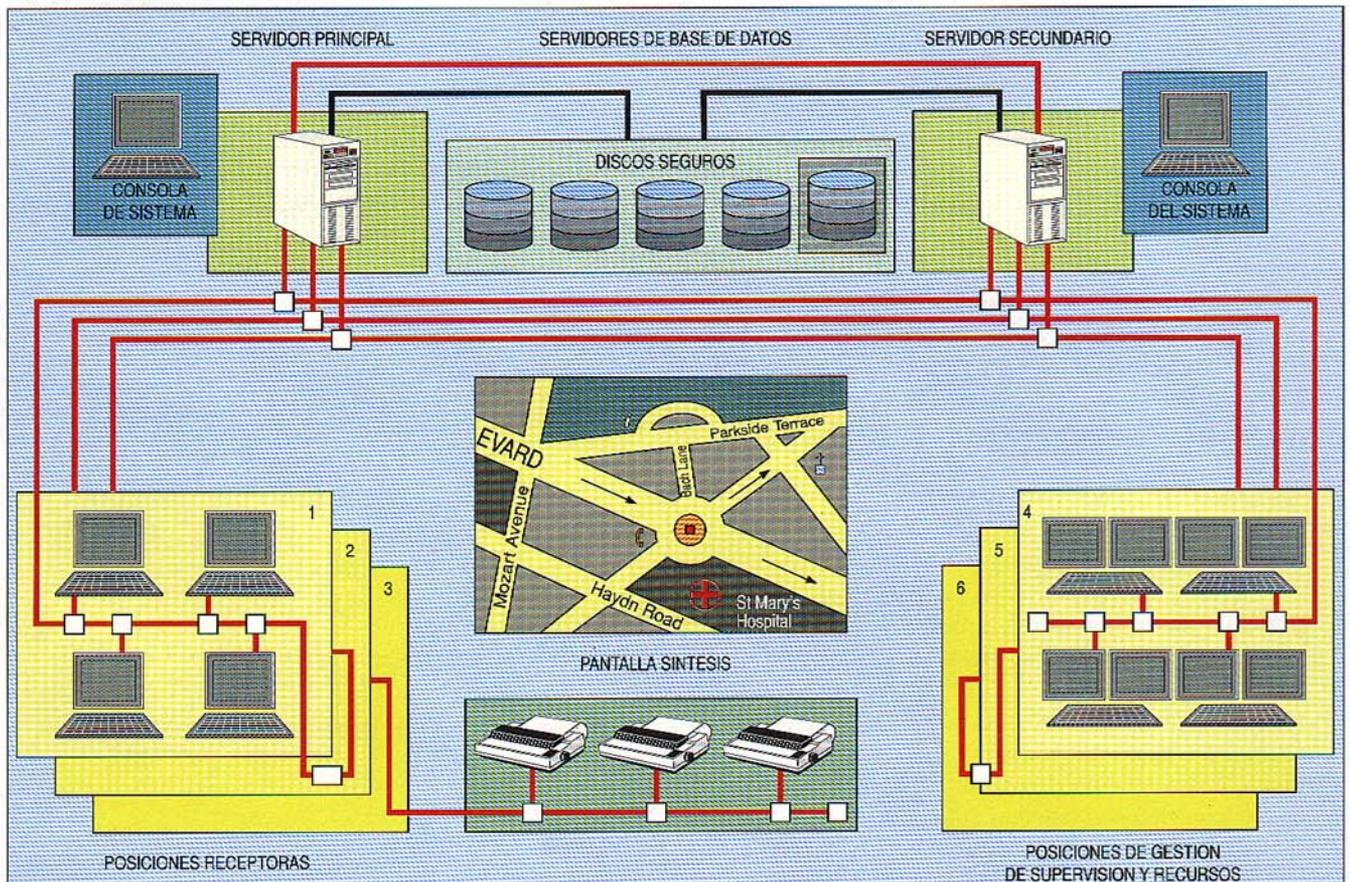
de enlaces para transferencia de datos. Ofertas de Alcatel como el conmutador Alcatel 4400 son perfectamente apropiadas para la mayoría de los requisitos que demandan los clientes.

El subsistema de comunicaciones de radio ha sido ampliamente descrito en artículos precedentes, así como el subsistema de vigilancia por video.

El subsistema de procesamiento automatizado de datos (ADP) está compuesto de una serie de ordenadores, de interfaces con otros subsistemas, de enlaces de visualización y de software. Durante cinco años Alcatel ha adoptado una arquitectura cliente/servidor (C/S) como la ilustrada en la Figura 5. La arquitectura cliente/servidor se basa en una red de área local, un conjunto de puestos de trabajo (clientes) y un servidor que alberga las bases de datos del sistema y que hace de interfaz con los otros subsistemas.

Con la amplia experiencia obtenida en la implantación de diferentes puestos C2, es ahora cuando se reconoce

Figura 6 - Arquitectura hardware



que la arquitectura C/S es muy adecuada desde un punto de vista hardware, pero no está completamente adaptada a los requisitos usuales del software C2, especialmente en aquellas funciones que necesitan tipos de servicios de trabajo en grupo. Por ello se prefiere la arquitectura llamada Actor/Interactor (A/I) (descrita más adelante).

### Arquitectura hardware

Los puestos C2 de policía y seguridad funcionan las 24 horas del día, y los 365 días del año, de tal manera que la continuidad del servicio es de vital importancia en el diseño del sistema. La alta disponibilidad del sistema se obtiene aplicando diseños específicos en todos los componentes:

- servidor de la base de datos
- red de área local (LAN)
- equipo de almacenamiento de datos.

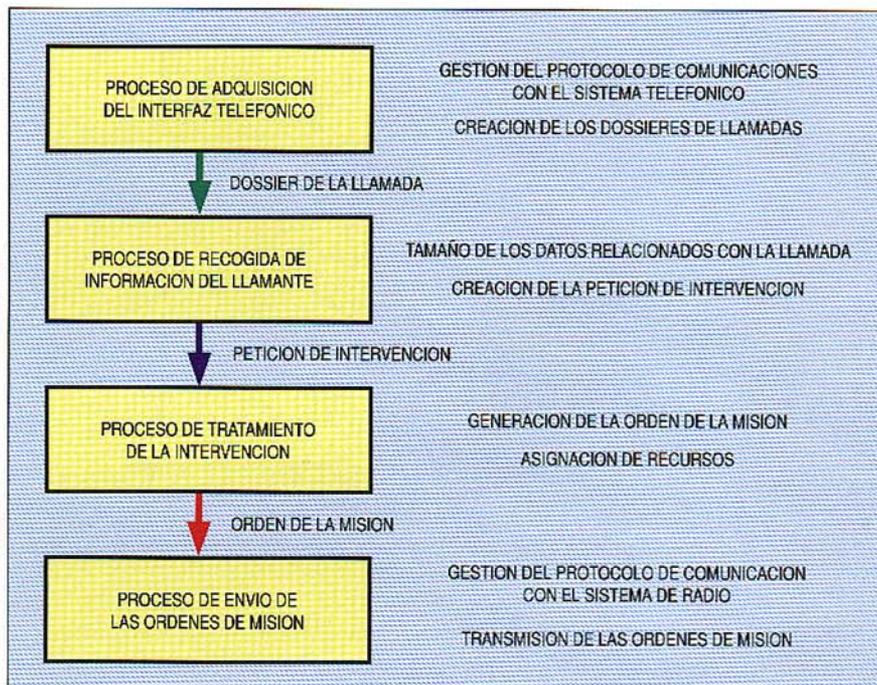
La **Figura 6** ilustra la solución más usada, a saber:

- un servidor de base de datos dual
- una red de área local compuesta de varias sub-LAN con amplias capacidades de reconfiguración
- un equipo de almacenamiento de datos tolerante a fallos (técnica RAID).

Estas opciones de diseño no solo garantizan una alta disponibilidad sino que también suministran una capacidad de proceso y de almacenamiento mucho mayor. La carga del servidor disminuye en un 50%, y la velocidad de flujo de datos en cada segmento de la LAN se divide por tres y hasta por cuatro.

### Descripción del equipo típico de ordenador

Para ser tan prácticos como sea posible lo siguiente se concentra en el equipo típico de ordenador usado en un puesto C2, dedicado principalmente a la gestión de llamadas de emergencia. Un equipo similar se podría



**Figura 7 - Visión general de la cadena de procesamiento de llamadas de emergencia**

usar en un puesto C2 más orientado hacia la gestión de situación o de recursos, pero distribuido de manera ligeramente diferente. Las posiciones receptoras de llamadas están basadas en terminales X, de 17 pulgadas mono o en color. Estas posiciones están orientadas principalmente a la entrada y visualización de texto. Las posiciones que reparten las órdenes de trabajo (distribuidoras) se basan en terminales X, duales, de alta resolución, en color, de 19 pulgadas (con un mínimo de 1152 x 900 pixels). Estas posiciones de visualización se usan para presentaciones de mapas y orientadas a texto. La memoria local de estos terminales va de 8 a 24 Mbytes según los requisitos de la aplicación y el número medio de colores y ventanas a visualizar y gestionar concurrentemente.

Los servidores están compuestos de mono o multiprocesadores UNIX. El requisito medio de capacidad de RAM es de 512 Mbytes y la capacidad media de almacenamiento de disco interno es de un Gbyte. La capacidad de disco externo es, al menos, de 4 Gbytes.

La red de área local es generalmente una red Ethernet con una capacidad nominal de 10 Mbit/s. Cada subred alberga de 8 a 12 terminales X; uno de

ellos generalmente dedicado al intercambio de datos entre servidores.

### Arquitectura software

Las tareas realizadas dentro de un puesto C2 requieren un intercambio de información entre operadores, dinámico y eficiente; cada actualización de la base de datos se tiene que difundir inmediatamente a todos los usuarios del sistema. Estas características están soportadas por los mecanismos Actor/Interactor descritos más adelante.

Tal mecanismo es especialmente importante en un sistema de gestión de llamadas de emergencia en el que los receptores de las llamadas introducen datos de eventos en la base de datos para su procesamiento inmediato por los distribuidores a cargo de la preparación de las órdenes de intervención. La **Figura 7** muestra la cadena completa del proceso de llamadas de emergencia.

### Principios del mecanismo de Actor/Interactor

Como ya se indicó anteriormente en este artículo, el principio de Actor/Interactor (A/I) se puede considerar como una extensión del modelo clien-

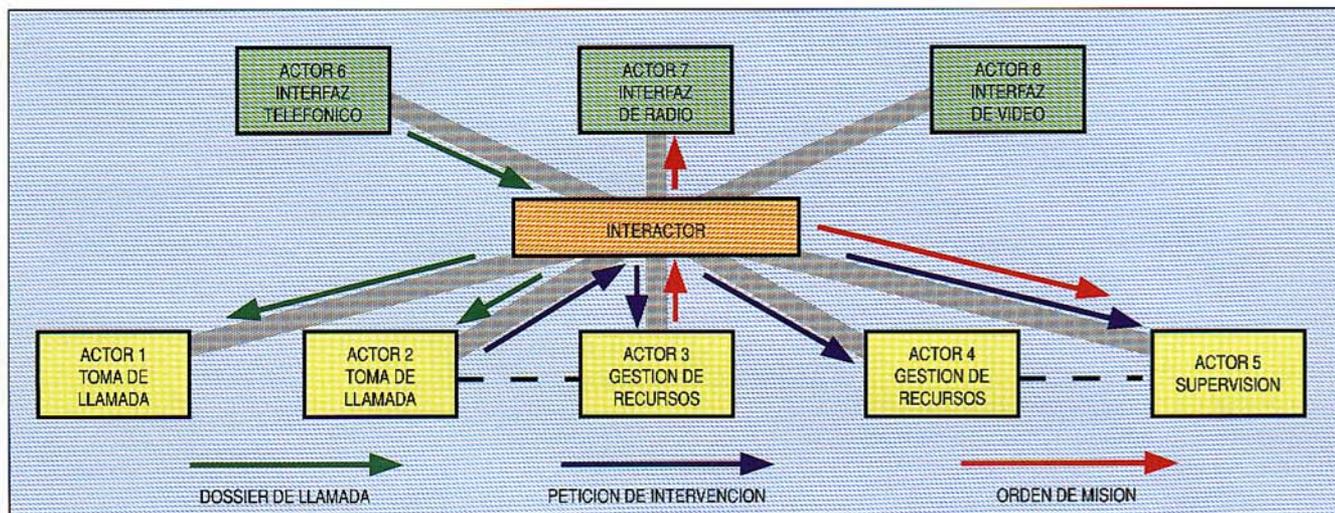


Figura 8 - Ilustración del principio de Actor/Interactor aplicado a la gestión de llamadas de emergencia

te/servidor. El mecanismo A/I complementa a los "clientes" con unas capacidades de interacción dinámicas - la capacidad de "ver" que es lo que realizan otros "clientes" sin tener que hacer ninguna acción dedicada. Esta noción está muy cerca del principio de "grupo de trabajo" recientemente introducido en el moderno software de automatización de oficinas.

La **Figura 8** ilustra el mecanismo A/I por medio de una aplicación de difusión de datos en el proceso de construir una orden de intervención en un sistema de gestión de llamadas de emergencia. Este principio se aplica a la mayoría de los segmentos de proceso de datos de un puesto de mando y control de Alcatel.

El proceso comienza cuando el puesto C2 recibe una petición de intervención. La información se pasa y se procesa de acuerdo a los siguientes pasos:

- la tarea encargada de hacer interfaz con el equipo telefónico (Actor 6), interpreta el mensaje y transmite una orden pidiendo la creación de un "patrón de llamada" al interactor
- el interactor satisface la petición y envía un mensaje "llegada de un nuevo patrón de llamada" a todos los actores encargados del procesamiento de patrones de llamadas (actores 1 y 2 en este ejemplo en particular)

- una vez que uno de estos actores - p. ej., el actor 2 - está listo, éste se encargará de la llamada, rellenará el patrón de llamada y lo pasará al interactor que, a su vez, lo transmitirá a los actores encargados del procesamiento de la llamada (p. ej., los actores 3 y 4).

En el ejemplo anterior, otros actores están dedicados a hacer interfaz con el subsistema de video, con el subsistema de radio, etc.

### Conclusión

Las modernas tecnologías en el mundo de la comunicaciones, de los ordenadores y del software, ofrecen herramientas cada vez más poderosas y amigables que suministran un soporte eficiente a los operadores de C2 y a aquellos que deben de tomar las decisiones dentro de las actuales organizaciones P&S y que cubren, cada vez más, situaciones complejas. Los centros C2 diseñados por Alcatel, tal como se ha descrito en este artículo, permiten una toma de decisiones apropiadas y a tiempo, basándose en un perfecto conocimiento de la situación en tiempo real, en la disponibilidad de fuerzas y medios y en la posible evolución de la situación.

**Alain Grau** nació en Beziers en 1963. Se graduó en 1986 en la Universidad de París en inteligencia artificial e informática gráfica. Empezó a trabajar para Alcatel en 1987 donde desarrolló varias herramientas software dedicadas a la interpretación de medidas de extracción de señales de radar para la Defensa Aérea. Fue jefe de proyecto del desarrollo del Sistema de mando y control del Departamento de Policía de París (SCOPP). Actualmente, es el responsable de los sistemas P&S dentro de la división de Sistemas de mando y control, de Alcatel ISR.

**Erick Bourdin** estudió en las universidades de Sherbrooke, Canadá y Limoges, Francia, obteniendo un título en física del plasma a altas temperaturas en 1979. Su experiencia incluye informática y tecnología en modelos matemáticos para aplicaciones industriales de gases electrónicos. Entró en Alcatel ISR en 1981 como ingeniero de sistemas, trabajando en el desarrollo de programas de ordenador para defensa aérea. Después de varios años en el departamento de diseño y desarrollo software, se involucró completamente en la definición del sistema de control y mando aéreo de la OTAN para el año 2000. Actualmente, como director de la división de Sistemas de Mando y Control de Alcatel ISR, el Dr. Bourdin es responsable del desarrollo de toda la gama del producto Alcatel C3I en todas las organizaciones que tratan los procesos de decisión que involucren una variedad de fuerzas y recursos - que aparte de las fuerzas armadas incluye organismos públicos y privados tales como la protección pública y civil, transportes, asuntos exteriores y autoridades regionales.

# Sistema de vigilancia urbana por video

N. Thouvenot

Alcatel Contracting, Clichy, Francia

## Introducción

En medios urbanos, la videovigilancia de zonas sensibles es una herramienta muy importante para los servicios de policía o la propia municipalidad en general. Esta vigilancia permite, en especial, aumentar la rapidez de intervención de los servicios de seguridad cuando se producen incidentes. Para ello hay que recurrir a diferentes subsistemas que permiten la explotación de imágenes de vídeo, desde uno o varios puestos de control.

El principio de estas redes de videovigilancia consiste en transmitir en un soporte normalizado (cable de pares simétricos, cable coaxial, fibra óptica, etc.) imágenes procedentes de cámaras distribuidas por todo el municipio hacia el puesto de control.

Gracias a un dispositivo de conmutación de imágenes, es posible seleccionar y visualizar una imagen, entre las del conjunto de la red de vídeo, en monitores puestos a disposición del explotador. Este también dispone de medios para telecontrolar las cámaras y barrer una zona por medio de torretas orientables en elevación o dirección, así como objetivos de foco variable (Figura 1).

En caso de que dos servicios distintos deseen explotar las mismas imágenes, una derivación de vídeo, sobre fibra óptica por ejemplo, permite poner a disposición de un segundo emplazamiento la totalidad o parte de las imágenes de vigilancia de la red. Este es el caso, por ejemplo, de aquellos servicios municipales que desean explotar una parte de las imágenes utilizadas por los servicios de policía. Entonces, se permite a este segundo emplazamiento la posibilidad de controlar a distancia

los equipos de cámaras. Con este objeto, se asignan prioridades a cada operador para evitar posibles conflictos entre dos órdenes de telemando simultáneas sobre un mismo equipo. Las técnicas que deben aplicarse son principalmente:

- entramado de las imágenes deseadas
- transmisión de imágenes (imágenes en tiempo real o lentas)
- telemando de los puntos de observación (cámaras y torretas orientables)
- conmutación de imágenes
- explotación de imágenes.

## Equipo del punto de observación

El equipo del punto de observación consta de una cámara y de su objeti-

vo, integrados en un armario para aplicaciones de exterior. Este armario se apoya en un soporte de fijación, que es una torreta con motor en caso de cámaras móviles.

## Cámaras

Una cámara de vídeo es un sistema de toma de imágenes animadas que genera una señal vídeo, en blanco y negro o en color. Por lo general, consta de un captador de imágenes CCD y una electrónica de tratamiento que permite generar la señal de vídeo.

Para una aplicación de videovigilancia, la elección de las cámaras es determinante. En efecto, las características de las cámaras utilizadas definen la calidad de las imágenes recibidas en el centro de explotación y, por este mismo motivo, la utilización que se puede hacer de ellas.

Figura 1 - Diagrama de bloques de una red de videovigilancia

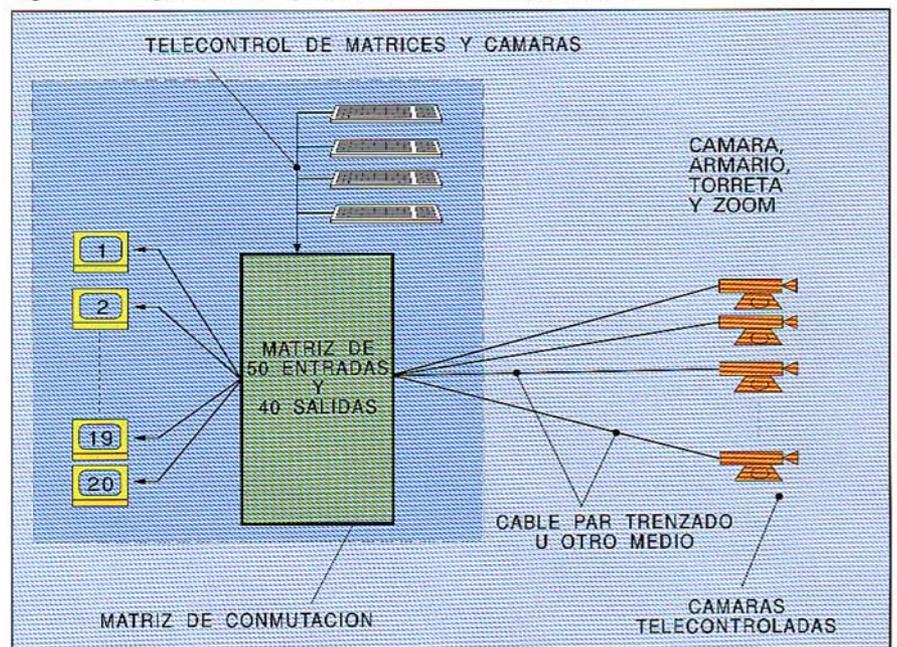


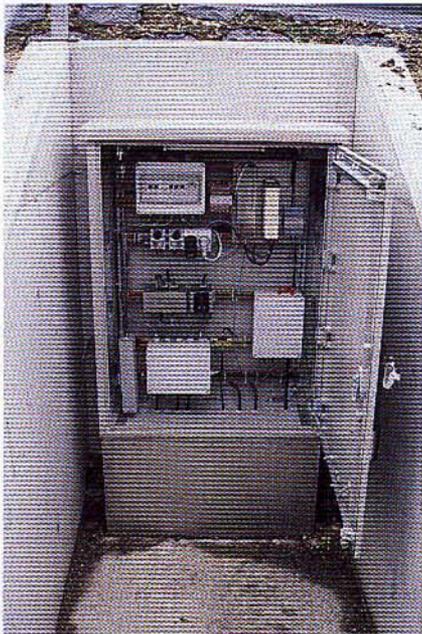


Foto A - Cámara en un poste equipada de proyectores

Además, las características requeridas están estrechamente relacionadas con la aplicación deseada y el entorno de la cámara.

Los parámetros esenciales que permiten definir una cámara son su sensibilidad y su definición horizontal. La sensibilidad define la iluminación mínima aceptada por la cámara y se expresa en lux. La definición horizontal depende del número de pixels de la imagen en el plano horizontal.

Foto B - Armario de campo para interfaz óptico y telemando de cámara móvil



Otra importante característica es la relación señal/ruido de la cámara, que debe ser coherente con las características equivalentes de los demás subsistemas del sistema de videovigilancia. Así una red de transmisión de gran calidad asociada a cámaras mediocres producirá imágenes mediocres en el centro de explotación.

Por último, cuando se desea realizar una vigilancia nocturna, se incorpora a la cámara un proyector de infrarrojos telecontrolable.

### Objetivos

En una aplicación de videovigilancia, la elección del objetivo asociado a cada cámara depende esencialmente de la aplicación. Existen principalmente dos tipos de objetivos:

- los objetivos de foco fijo
- los objetivos de foco variable o zooms.

El foco del objetivo, asociado al tamaño del captador CCD de la cámara, define el ángulo de apertura de la toma de vistas. La elección del objetivo depende del tamaño de los objetos que se quieran vigilar y de su distancia a la cámara.

### Armarios

Un armario es una caja en la que se disponen la cámara de vigilancia y su objetivo. Su cometido es proteger la cámara contra las inclemencias del entorno en el que se encuentre, como:

- las partículas líquidas y sólidas
- los choques mecánicos
- las condiciones extremas de temperatura
- las condiciones higrométricas

Los dos primeros parámetros quedan definidos por el índice de protección del armario (PI).

### Torretas

Las torretas son un dispositivo de fijación de los armarios que permite

su movilidad en elevación y en dirección. De este modo, se puede barrer una zona mediante un dispositivo denominado "cámara móvil". Las torretas se definen esencialmente por:

- su velocidad de rotación en cada eje
- la carga máxima soportada
- su índice de protección (PI).

### Transmisión de las imágenes

Se pueden utilizar diferentes tipos de cables de transmisión, en función del entorno, de la distancia de transmisión y del nivel de seguridad deseado: cable coaxial, cable de pares simétricos y cable de fibras ópticas.

### Señal de vídeo

La señal de vídeo emitida por una cámara de televigilancia es una señal analógica, con una anchura de banda del orden de 5 MHz.

Existen dos estándares importantes para las imágenes de videovigilancia:

- el estándar europeo (CCIR): de 625 líneas y 25 imágenes por segundo,
- el estándar americano: de 525 líneas y 30 imágenes por segundo.

El color de las imágenes de videovigilancia está codificado en PAL ó en NTSC.

### Cable coaxial

Si la distancia que separa la cámara de vigilancia del centro de explotación de las imágenes no es superior a 400 m, se utiliza por lo general un cable coaxial de tipo KX 8 ó equivalente. Su interés reside en su sencillez de utilización y en que no se requieren equipos activos para transmitir o conformar la señal.

**Cable de pares simétricos**

El cable de pares simétricos es el cable normalizado por excelencia. También se utiliza para la transmisión de señales audio o de telemando de equipos. Con las señales de vídeo asociadas a un dispositivo de corrección, permite alcanzar distancias de unos 2 km entre la cámara de vigilancia y el centro de explotación.

**Cable de fibras ópticas**

El cable de fibras ópticas está particularmente bien adaptado para transmisión a distancias media o larga.

En el caso de un cable de fibra monomodo, es posible transmitir imágenes a distancias de 60 km sin utilizar repetidores.

La fibra óptica también está perfectamente adaptada a los problemas de inmunidad a las radiaciones electromagnéticas debidas, por ejemplo, a los rayos o a las líneas de

alta tensión. Por último, la gran anchura de banda de este tipo de cable permite la transmisión de varias imágenes simultáneamente en una sola fibra. En este caso, se habla de transmisión "multiplexada" de imágenes.

**Telemando del equipo del punto de observación**

El control a distancia de los equipos del punto de observación es una función esencial de un sistema de video-vigilancia. Este principio permite, en particular, barrer una zona mucho mayor y con mayor precisión que con una cámara fija.

De este modo, es posible gobernar desde un centro de control, mediante un teclado, el movimiento de una cámara móvil o el zoom de una cámara. Así se realiza una vigilancia de una zona dada bajo diferentes ángulos y con distintos aumentos.

**Principio**

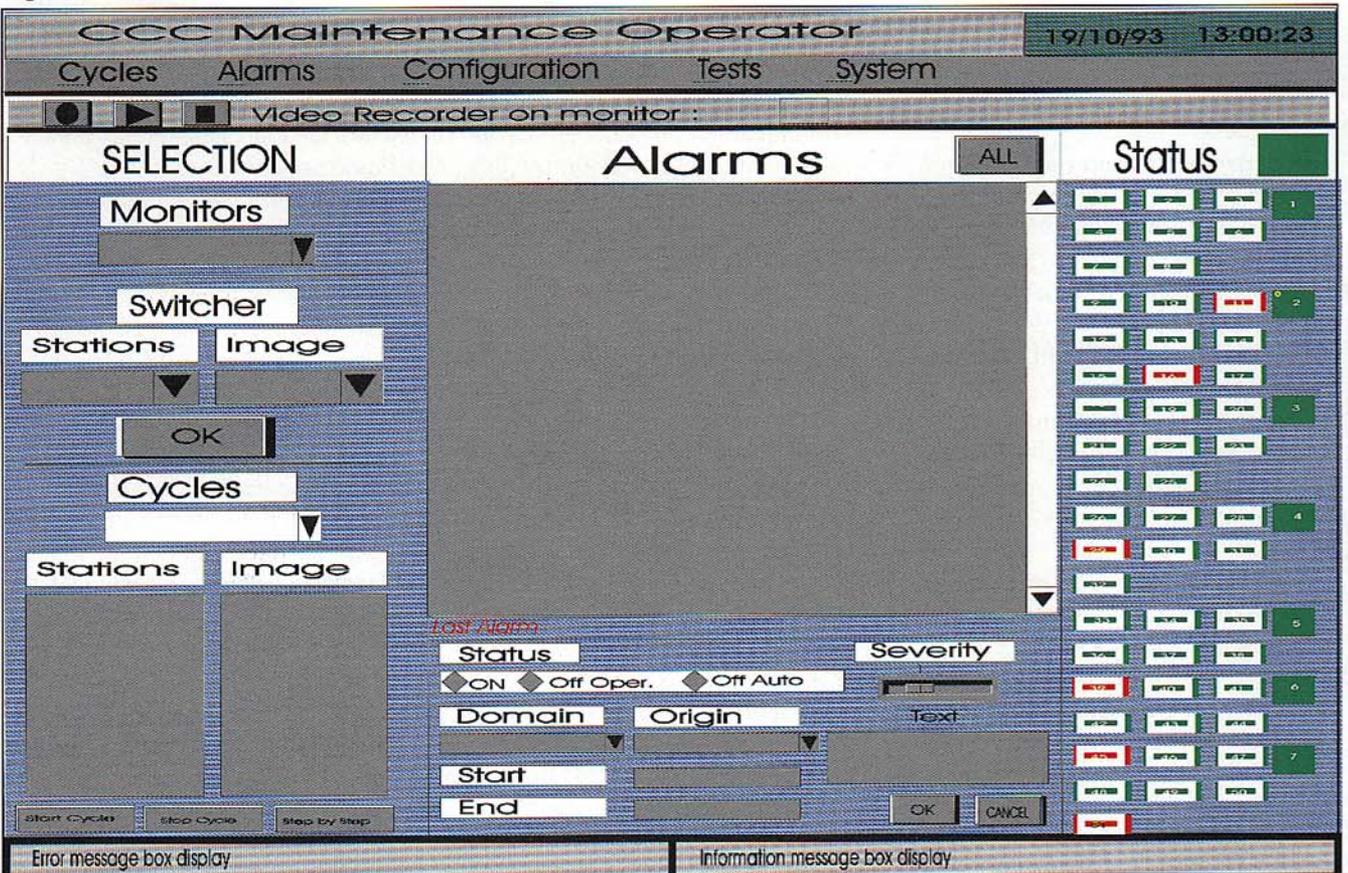
El telemando del equipo de punto de observación supone la utilización de dos dispositivos:

- en el centro de control un teclado, más o menos evolucionado, que permite al explotador enviar órdenes de telemando hacia las cámaras en cuestión
- en cada cámara, un decodificador de órdenes que interpreta los mensajes de telemando recibidos y los convierte en niveles eléctricos de control para los motores concernidos (motor de torreta, de zoom, del limpiacristales, etc.).

**Interfaces**

Las señales de telemando transmitidas en línea son generalmente del tipo V.11 o similares, a velocidades del orden de algunos kilobits por segundo.

Figura 2 - Pantalla de visualización de un sistema integrado



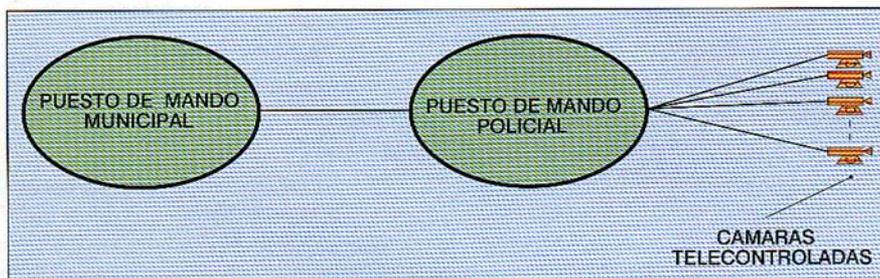


Figura 3 - Centro de control doble

En función de la distancia, la utilización de módems o de equipos de transmisión por fibra óptica permite el telecontrol de cámaras situadas a varias decenas de kilómetros del centro de explotación.

#### Equipamiento del puesto de mando

El puesto de mando para una red de videovigilancia es el centro de control y de decisión de los explotadores.

Es en este nivel en el que se ponen a disposición de los operadores los recursos de los medios de visualización, de telemando y de gestión de los equipos de la red.

#### Matrices de conmutación

Una matriz de conmutación es un sistema que recibe en su entrada el conjunto de las imágenes vídeo recogidas en la red y que puede emitir cualquier imagen, en todas sus salidas, sin distinción.

Una matriz se controla con un teclado de selección que permite a un operador elegir la imagen que desea visualizar. Además de esta función, una matriz de conmutación puede ir equipada de dispositivos de detección de vídeo para verificar si una imagen ha sido bien recibida en el puesto de mando, así como de dispositivos de incrustación en la imagen para poder identificarla. Por ejemplo, para vigilar un inmueble se necesitan varias cámaras y es útil para el explotador poder distinguir las diferentes cámaras por un número o un identificador (p. ej., *cámara de entrada principal*).

#### Pupitre de mando

Un pupitre de mando es un dispositivo que permite seleccionar, de forma sencilla, un número de cámara y asociarlo al número de monitor en el que se desea visualizar una imagen. Sirve para controlar cámaras móviles, cuyo movimiento frecuentemente se obtiene por medio de una palanca de mando.

#### Sistema de gestión integrado

En ciertos ejemplos, el centro de control de la red de videovigilancia debe ser integrado en un entorno que utiliza interfaces lógicas con otros sistemas. Los dos casos más frecuentes se producen cuando:

- la red de videovigilancia debe comunicarse con otras aplicaciones, como CTM (gestión técnica centralizada), para obtener un gestión integrada de las alarmas (Figura 2),
- la red de videovigilancia integra varios niveles de decisión o de jerarquía: es el caso de las líneas de metro con un centro de control en cada línea y uno o varios niveles de jerarquía superiores y, en particular, un centro general de control común a todas las líneas. Este es también el caso de los diferentes servicios administrativos que deseen explotar las mismas imágenes para un municipio: la policía, por una parte, y los servicios de la municipalidad, por otra (Figura 3).

#### Grabación de imágenes

Es importante poder grabar con magnetoscopios las imágenes recoge-

das después de un incidente (accidente de circulación, robo, agresión, etc.) para poder analizarlas a posteriori. Por lo general, esta grabación se realiza en largos períodos (típicamente 480 horas o más), lo cual significa que la grabación no se efectúa en tiempo real (25 imágenes/segundo), sino que se muestrean las imágenes. La grabación se inicia automáticamente cuando se recibe una alarma.

También existen dispositivos de grabación digital de imágenes con soportes de grabación, tipo disco duro o disco óptico, que ofrecen una gran capacidad de almacenamiento.

#### Monitores

Los monitores permiten la visualización de las imágenes de la red de vigilancia. Se definen esencialmente por su resolución horizontal y la diagonal de la pantalla.

#### Detectores de movimiento

Para la vigilancia de emplazamientos estratégicos, se suelen equipar ciertas cámaras con detectores de movimiento. Estos dispositivos permiten detectar una intrusión en un espacio definido previamente.

Estos detectores, asociados a algoritmos de tratamiento de imágenes, también permiten parametrizar la detección en función del tamaño, la velocidad y la distancia al intruso.

#### Principios de explotación

##### Modos de visualización de imágenes

El explotador del centro de control dispone de varios modos de visualización de imágenes, en función de la aplicación deseada, para optimizar la utilización de las cámaras instaladas:

- *Modo manual*: el operador puede seleccionar una imagen y visualizarla en el monitor de su elección
- *Modo automático*: en presencia de una alarma, se visualizan en pantallas una o varias imágenes

predefinidas, con una eventual alarma sonora para llamar la atención del operador

- *Modo secuencial*: para visualizar secuencialmente diferentes imágenes en un mismo monitor, definiendo previamente un ciclo de imágenes. Esto se aplica, por ejemplo, a la visualización de las puertas de acceso de un edificio, unas tras otras.

Como complemento al modo automático, es interesante que, cuando se dispare una alarma, se visualice en un monitor una secuencia de imágenes y no sólo una imagen fija única.

### Gestión de prioridades

En el caso anteriormente citado de dos puestos de mando que deseen explotar imágenes simultáneamente, existe un riesgo de conflictos entre las órdenes de telemando de una misma cámara móvil por dos operadores distintos. En este caso, existen dos soluciones:

- asociar a un operador una prioridad máxima en una o varias cámaras
- permitir a todos los operadores telecontrolar las cámaras, sabiendo que sólo es posible gobernar una cámara cuando nadie la está telecontrolando, temporizando entre dos órdenes consecutivas.

### Conclusión

Las herramientas de videovigilancia puestas a disposición de los servicios encargados de la seguridad en medios urbanos son numerosas y responden a las expectativas de usuarios tan diferentes como la policía, las administraciones, los servicios, la industria, los explotadores de redes viarias, etc.

La elección de las características de cada subsistema de una red de videovigilancia debe realizarse con

un perfecto conocimiento de las necesidades del cliente y de la explotación deseada.

Por último, el diseño y la implantación de redes de videovigilancia requieren un planteamiento global, en el que cada subsistema sea el garante de la calidad del sistema del cliente.

**Norbert Thouvenot** nació en Bussang en 1966. Como ingeniero en electrónica se incorporó a Alcatel Cable en 1991 y después, en 1992, a Alcatel Cable Contracting (que se convertiría en Alcatel Contracting). En la actualidad es ingeniero comercial en el departamento de sistemas, y está a cargo de las licitaciones y ofertas de proyectos de videovigilancia en Francia y en el extranjero.

# SAFARI - Un desarrollo avanzado de C3I para gestión de las crisis

P. Suslenschi, E. Bourdin

Alcatel ISR, Evry, Francia

## Introducción

SAFARI (sistema de ayuda a fuerzas de acción rápida (FAR) en intervención) es un sistema de mando, control, comunicación e información, desarrollado originalmente por Alcatel, con contrato del Ministerio Francés de Defensa (MoD) y SEFT (sección de estudios y fabricación de telecomunicaciones), en respuesta a especificaciones operacionales de las fuerzas de acción rápida francesas. La implantación actual del concepto SAFARI se basa en una serie de observaciones operacionales junto a experiencias reales del uso de la tecnología moderna de ordenadores, en el apoyo a misiones de las fuerzas armadas en situaciones de crisis muy diferentes de los conflictos tradicionales de Europa central.

Este artículo describe los requerimientos operacionales típicos que se han tenido en cuenta al definir y diseñar el sistema SAFARI. Expone y detalla las funciones disponibles actualmente en el sistema, proporciona información técnica sobre la arquitectura del sistema y de los componentes software, y da un ejemplo de una implantación reciente del sistema.

## Contexto operacional y requerimientos

SAFARI fue concebido para su utilización en operaciones extraterritoriales llevadas a cabo por las fuerzas de acción rápida francesas. Los requerimientos de portabilidad y de resistencia a condiciones extremas de utilización tuvieron particular importancia.

Las FAR, y muchas otras fuerzas armadas, se enfrentan cada vez más a crisis inesperadas de muy diferente naturaleza (ejemplos típicos son la crisis del Golfo, las operaciones humanitarias en Somalia o el desarme en Camboya). Con objeto de proporcionar un soporte eficiente al mando en condiciones tan variadas, SAFARI ofrece un alto grado de capacidad de ampliación y de flexibilidad, en términos de tamaño del sistema y del modelo de datos.

La iniciación y despliegue de tales operaciones requiere una gran capacidad de reconfiguración, a fin de conseguir una completa adaptación a la evolución de la estructura del mando.

Como las fuerzas se encuentran generalmente desplegadas sobre todo un teatro de operaciones, SAFARI se deberá poder instalar en una configuración de múltiples posiciones, lo que conlleva la integración de interfaces de transmisión y protocolos de conmutación de datos. Además, se requirió que el sistema permitiera la utilización de equipos ligeros de ordenadores, como PC portátiles, para la adquisición de datos en la línea del frente o en zonas del teatro de operaciones, donde no es posible llevar estaciones de trabajo pesadas y de gran consumo de energía.

Dentro del contexto operacional descrito anteriormente, a SAFARI se le exigió que proporcionase soporte en el almacenamiento y recuperación de datos de inteligencia, y en el manejo de la información de la situación. En algunos casos concretos se pueden ejecutar determinadas aplicaciones específicas, como por ejemplo, el soporte a la evacuación

de ciudadanos expatriados en un país que atraviesa una crisis incontrolada y peligrosa.

## Tratamiento de los datos de inteligencia

### Organización de datos orientada geográficamente

El modelo de datos (tipos de datos, atributos y relaciones) orientado a objetos de SAFARI fue diseñado para recibir una gran variedad de tipos de información, organizados por su localización geográfica. Estos datos, que pueden ser de cualquier formato - texto, tablas, gráficos, fragmentos de bases de datos o imágenes - se introducen progresivamente en la base de datos principal disponible en el cuartel general. Como se ilustra en la **Figura 1**, cuando se inicia una operación, la parte de la base de datos relevante para el teatro de operaciones se extrae de la base de datos principal y se carga en un servidor del sistema asignado al centro de mando y control situado en el campo. Los datos se pueden complementar o modificar durante la operación; los datos actualizados se restauran en la base de datos central cuando termina la operación.

Informaciones típicas extraídas de la base de datos son:

- mapas detallados que contienen fronteras administrativas de países, ciudades, carreteras, ríos, ferrocarriles, aeropuertos, indicaciones de elevaciones de terreno, etc. (se dispone de toda la base de datos del mapa digital mundial (DCW) de la agencia de mapas digitales de los EE.UU.)

- organización y recursos de los ejércitos de cada país
- organizaciones políticas, fuerzas paramilitares, dirigentes terroristas, personas influyentes, estructuras tribales, infraestructuras industriales relevantes (energía, agua, fábricas principales, etc.)
- lugares de particular interés, etc.

SAFARI maneja actualmente aproximadamente 150 tipos de objetos.

**Potentes herramientas de recuperación de datos**

Se consideró de la mayor importancia que el acceso a los datos de SAFARI se pudiera realizar por usuarios sin formación en ordenadores y que estuviesen en condiciones duras y fatigantes. Por esto se prestó una atención particular a la facilidad de acceso a los datos. Además, por la gran variedad de accesos posibles a la

base de datos, habría sido demasiado restrictivo para la flexibilidad del sistema predefinir todas las órdenes de acceso a datos esperadas. Por ello se decidió proporcionar un conjunto de herramientas que sirvieran para crear solicitudes de datos a medida.

El acceso a la base de datos más usado se realiza a través de una presentación orientada a mapas (Figura 2): los datos geográficamente referenciados se representan sobre el mapa mediante símbolos activos que pueden ser señalados con el ratón para abrir ventanas, en las cuales se presenta la información detallada relativa al dato representado por el símbolo. Los datos múltiples del mismo tipo se pueden interrogar de forma similar definiendo un área del mapa que contenga varios símbolos.

Cuando los datos no son accedidos a través de designación gráfica, se dispone de herramientas para cre-

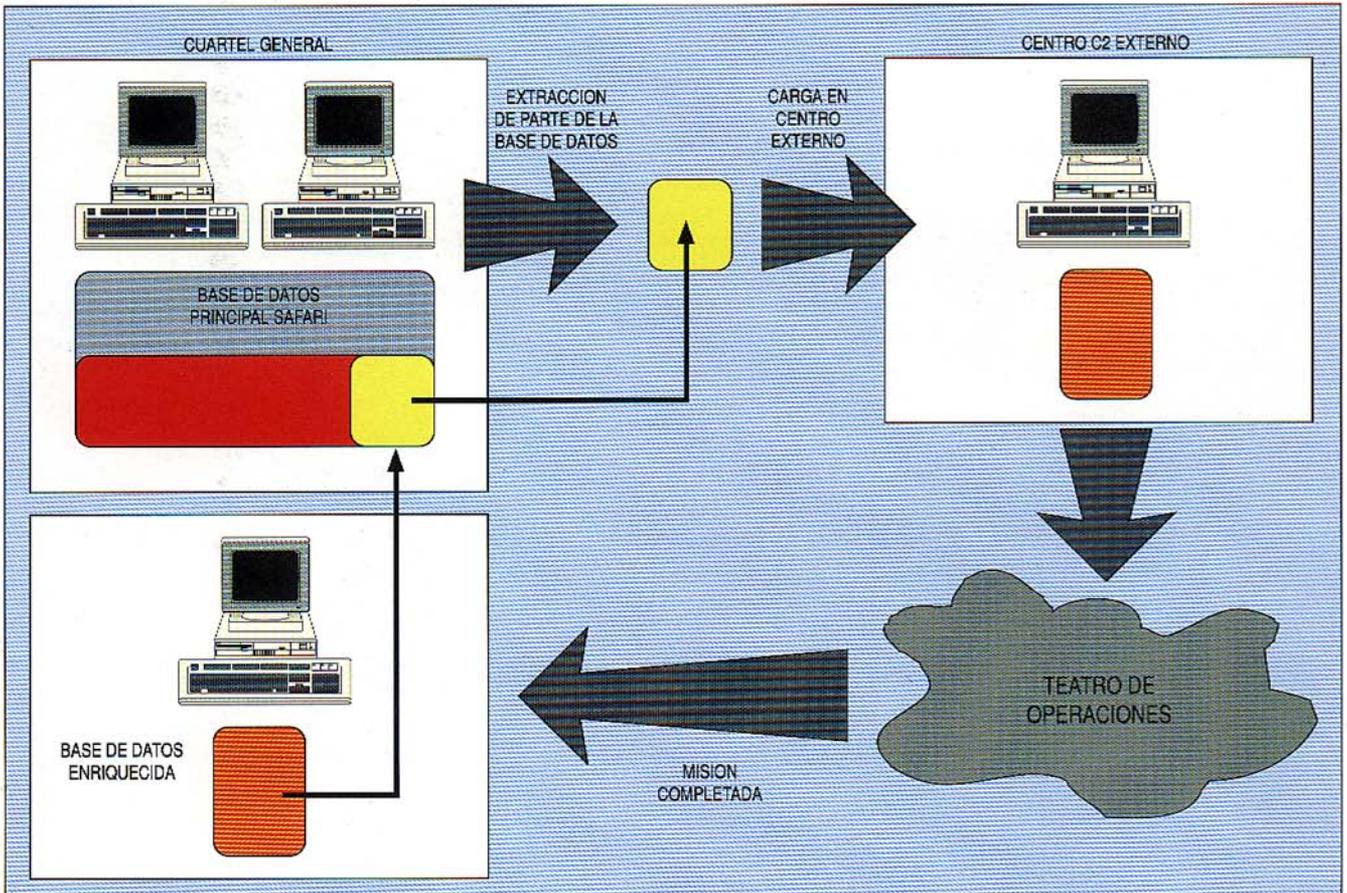
ar (y si se desea, almacenar para su uso posterior) solicitudes de datos, combinando varios criterios de selección. Los datos se presentan, bien en forma gráfica, bien en forma tabular controlable por el usuario. En caso de existir relaciones de datos, también es posible la navegación sobre hipertexto. En resumen, el interfaz hombre-máquina (MMI) de SAFARI se ha diseñado para facilitar al máximo el acceso a los datos.

Los datos seleccionados, sea en formato gráfico o tabular, se pueden almacenar y, a continuación, imprimir para su síntesis y presentación a autoridades más altas. También se pueden transmitir por una red de comunicaciones.

**Tratamiento de situaciones**

Junto a la capacidad de tratamiento de los datos de inteligencia, SAFARI

Figura 1 - Extracción de la base de datos y su enriquecimiento en el campo de operaciones



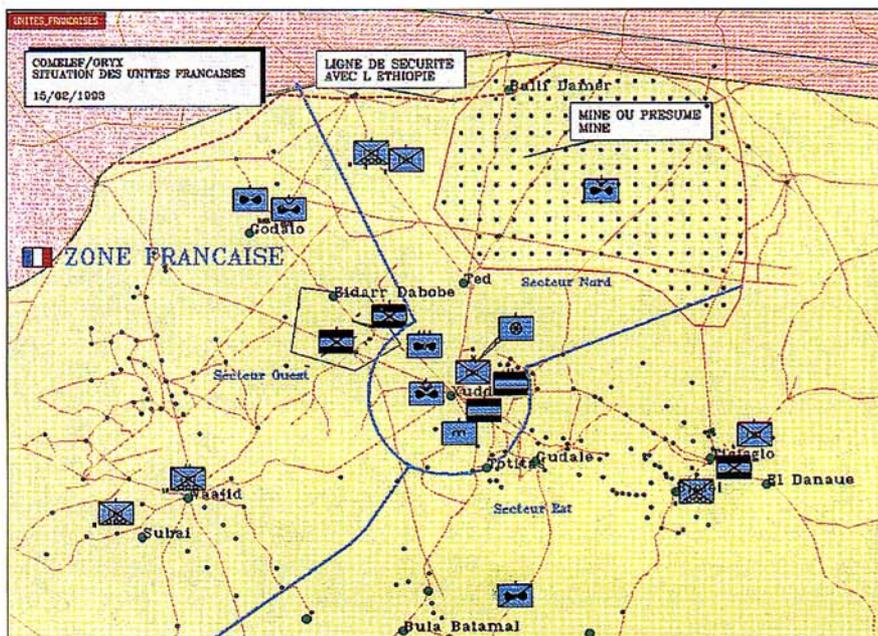


Figura 2 - Presentación orientada a mapas

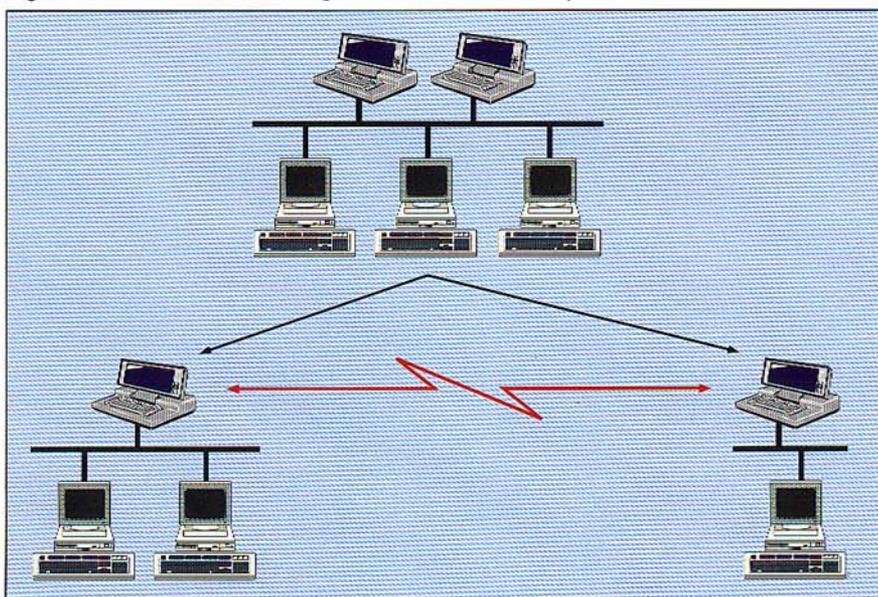
ofrece varias herramientas que facilitan la adquisición, almacenamiento y presentación de datos de situaciones. Datos típicos de una situación (caracterizados por un tiempo de vida limitado) son:

- las posiciones y recursos de las fuerzas propias
- los datos logísticos
- la situación de las fuerzas enemigas y recursos estimados

- los eventos, incidentes de interés particular
- y cualquier información gráfica o textual que pueda entrar en el sistema o superponerse en el mapa, como notas personales, etc.

Todas las herramientas de acceso a datos, descritas anteriormente para la inteligencia, son también aplicables en la situación.

Figura 3 - División de una configuración sencilla en dos puestos distantes



### Administración del sistema

La gestión de la arquitectura del sistema SAFARI se hace con un conjunto de servicios de sistema, que el administrador puede utilizar en realizar tareas como:

- la creación de un subsistema aislado: separando una estación de la red para operaciones aisladas, como se ilustra en la **Figura 3**
- la unión de dos subsistemas
- la extracción de parte de la base de datos
- la reintegración de una base de datos aislada y actualizada
- la incorporación o eliminación de un PC.

### Arquitectura del sistema

#### Visión general

SAFARI está implantado en estaciones de trabajo basadas en UNIX, pudiéndose conectar y funcionar con microprocesadores como los empleados en ordenadores personales. Integra potentes gestores de datos como se describe en el artículo de este número dedicado a la plataforma C3I de Alcatel (ALCIDE): un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) y un sistema de información geográfica (GIS), que se integran y organizan a través de una capa de gestión de datos orientados a objetos, que sirve de interfaz con las aplicaciones.

SAFARI presenta una arquitectura del tipo cliente/servidor. Una configuración SAFARI puede limitarse a una estación de trabajo y puede extenderse a varias posiciones de trabajo enlazadas mediante una red de área local (LAN) Ethernet.

Microprocesadores del tipo PC también se pueden incorporar a la LAN. O se ponen como simples gestores de datos para importar o exportar datos adquiridos en el campo, o como gestores de entrada-salida para interfaz con otros sistemas externos SAFARI o no SAFARI, o bien para proporcionar simples

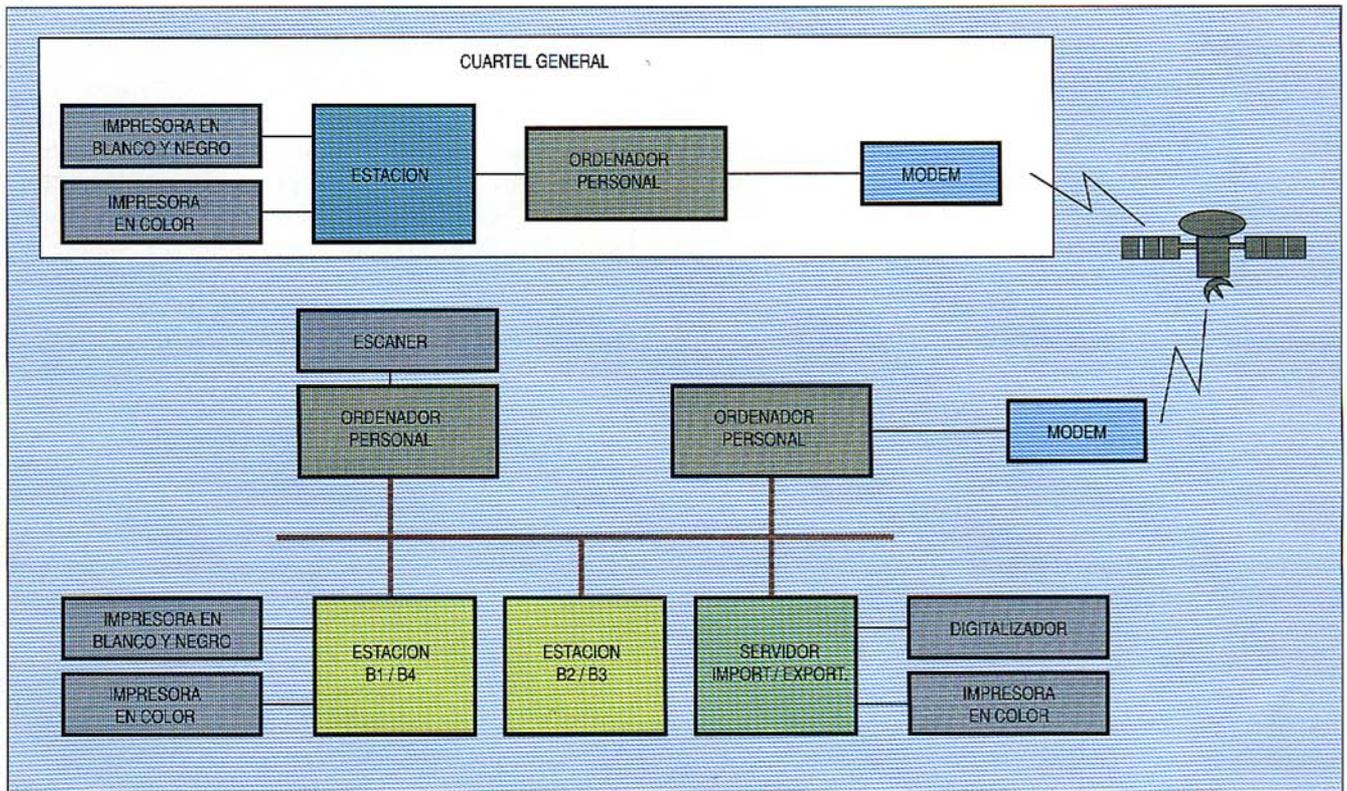
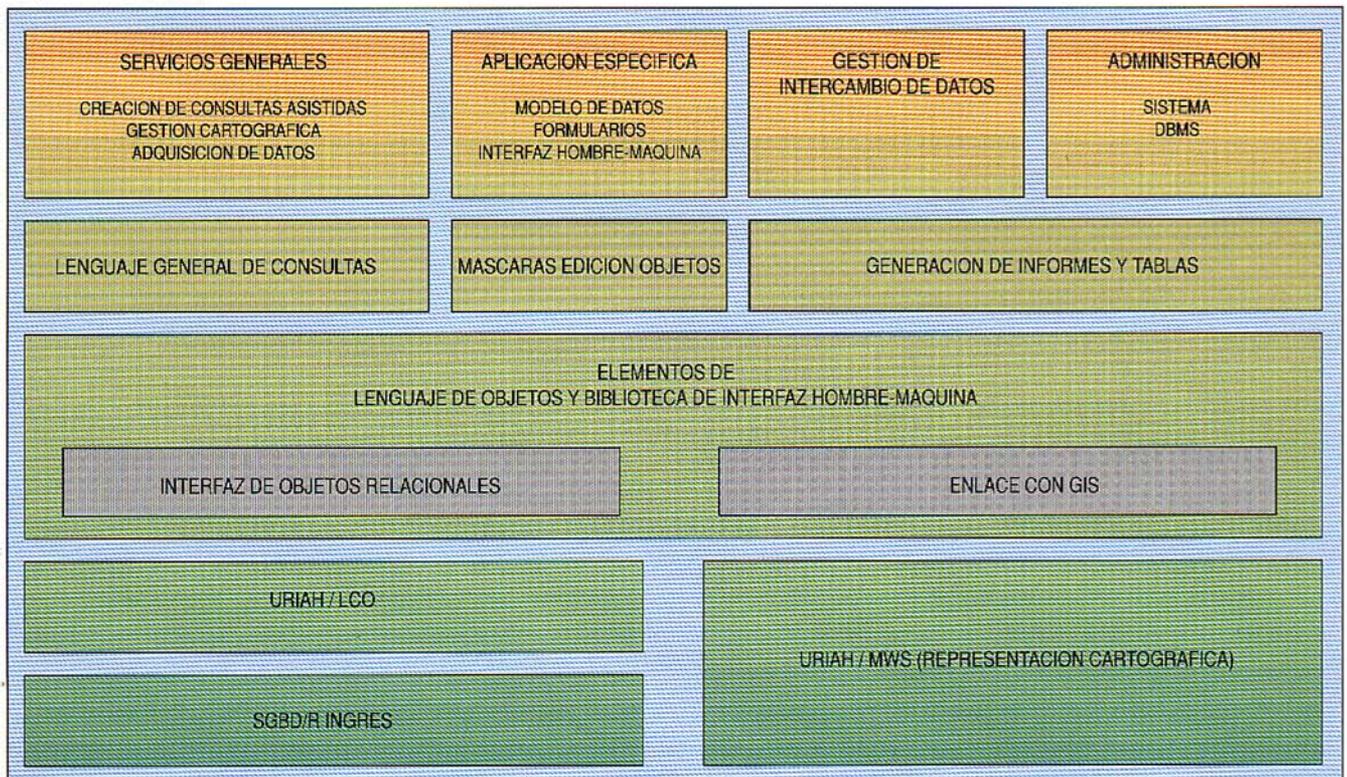


Figura 4 - Ejemplo de una configuración operativa en tiempo real

Figura 5 - Arquitectura software detallada



herramientas de interfaz con periféricos de PC (un escáner usado en modo OCR es un ejemplo).

#### **Ejemplo de configuración operacional**

En la **Figura 4** se muestra un ejemplo de una configuración real operativa. El sistema estaba distribuido en dos sitios: una configuración en el cuartel general de las fuerzas armadas en Francia y otra en un centro de mando y control de ultramar.

La configuración del cuartel general, asignada para suministrar toda la información operacional a las altas autoridades, consistía en una estación de trabajo que recibía regularmente la situación actualizada a través de comunicaciones por satélite. En el teatro de operaciones, la configuración consistía en un servidor (HP9000/7xx), dos puestos de trabajo operacionales (HP9000/7xx) y dos PC. Los puestos de trabajo estaban protegidos e instalados en cajas a prueba de golpes.

Las estaciones de trabajo ejecutaban el software de SAFARI tanto en Francia como en el campo. Los PC se usaban como interfaces de comunicaciones por satélite cifradas. Otro PC se usó en el campo como interfaz de un escáner.

#### **Visión general de la arquitectura software.**

En la **Figura 5** se muestra una visión general de la configuración software. Como se explica en el artículo sobre ALCIDE de este número, se organiza en capas:

- la primera capa está formada básicamente por un sistema operativo comercial y los paquetes asociados de controladores software, junto con bibliotecas gráficas X-Window/Motif
- la segunda capa está formada por el GIS (URIAH de 3IG) y el sistema de gestión de bases de datos (en este caso Ingres)
- la tercera capa suministra una visión orientada a objetos de los datos almacenados en la base de

datos y georeferenciados en el GIS

- una cuarta capa está constituida por el software que suministra los servicios generales a la aplicación: el lenguaje de consulta generalizado, los patrones de edición de objetos y el generador de informes finales
- el software de SAFARI está implantado en la capa superior. Está formado por varios paquetes: herramientas y servicios de acceso a datos, modelos de datos predefinidos, patrones y presentaciones de MMI, paquetes de intercambio de datos, administración del sistema, y aplicaciones dedicadas.

#### **Conclusiones**

Basado en requerimientos operacionales muy rigurosos e inusuales, SAFARI fue diseñado y desarrollado siguiendo una tecnología completamente orientada a objetos e integrando gestores de datos comerciales (RDBMS y GIS). Después de varios ejercicios y operaciones reales con SAFARI, quedó totalmente probada la eficacia de esta técnica. Entretanto, los grupos Alcatel, con contrato con el ministerio de defensa francés están mejorando y expandiendo el sistema mediante el desarrollo de otros sistemas complementarios tales como un gestor de documentación multimedia altamente sofisticado y un sistema de planificación de misiones.

**Erick Bourdin** estudió en las universidades de Sherbrooke en Canadá y Limoges en Francia, obteniendo un doctorado en física de plasma a alta temperatura en 1979. Este trabajo le proporcionó experiencia en el empleo de ordenadores en modelos matemáticos para aplicaciones industriales de electrónica gaseosa. Ingresó en Alcatel ISR en 1981 como ingeniero software de sistemas, trabajando en el desarrollo de extensos programas de ordenador para la defensa aérea. Después de varios años de diseño

y desarrollo software, trabajó intensamente en la definición del sistema de control y mando aéreo para el año 2000 de la OTAN. Actualmente, como director de la división de sistemas de mando y control del Alcatel ISR, el Dr. Bourdin es responsable del desarrollo de los negocios de Alcatel C3I con todas las organizaciones que tratan con el proceso de toma de decisiones, que incluyen - aparte de las fuerzas armadas - un conjunto de fuerzas y cuerpos, públicos y privados, tales como los de seguridad civil y pública, transporte, asuntos extranjeros y autoridades regionales.

**Pierre Suslenschi** se graduó en la Escuela Politécnica y ENST de París. Trabajó tres años, de 1985 a 1989, como ingeniero de investigación en Alcatel Alsthom Recherche, donde dirigió el diseño y el desarrollo de prototipos de sistemas basados en el conocimiento, en áreas de control de procesos y gestión de redes. Ingresó en Alcatel ISR donde tomó parte en el desarrollo de nuevas actividades en el campo de los sistemas C3I, tanto para el ejército como para organizaciones civiles (defensa civil, policía). La definición inicial de ALCIDE surgió de estas actividades. Actualmente es jefe de un departamento de cuarenta ingenieros que desarrollan sistemas C3I.

# BorderMaster 2000 - Un sistema avanzado de vigilancia de fronteras

H. Lölhe  
D. Owen  
T. Merrey

Alcatel SEL, Stuttgart, Alemania  
Alcatel Engineering and Service Center Inc., Bethesda, Maryland, EE.UU.  
Telsim, Estambul, Turquía

## Introducción

BorderMaster 2000 es un sistema integrado de control y vigilancia de fronteras y territorios que permite a las autoridades de un país detectar y responder rápidamente a las violaciones territoriales. El sistema se caracteriza por la obtención distribuida de datos de sensores y por la gestión centralizada de control y respuesta operativa.

A pesar de esta descripción, BorderMaster 2000 es, en su nivel más básico, un *sistema de control y vigilancia de territorios*. Una explicación de la terminología utilizada ayudará a clarificar y a elaborar el concepto de control y vigilancia de territorios

En el contexto del sistema BorderMaster 2000, la *vigilancia* es el proceso en el cual la información sobre movimientos dentro de un área específica se recoge por medio de sensores (como un radar de vigilancia terrestre) y se envía electrónicamente a una instalación de proceso de datos central. *Control*, por otro lado, es el proceso mediante el cual se inicia algún tipo de acción en respuesta a los datos de vigilancia, con el objetivo de limitar ó parar el movimiento en el área de vigilancia. Un territorio adecuado para este sistema de vigilancia y control es cualquier área identificable territorialmente. Por último, BorderMaster 2000 se considera un *sistema* ya que está formado por componentes y subsistemas cuidadosamente integrados para que el sistema resultante sea más que una simple suma de los elementos que lo constituyen. En cambio, es una verdadera sinergia entre facilidades y rendimiento.

## El hombre y el sistema

Una parte particularmente importante del sistema son las personas a las que está destinado. Por tanto, se ha prestado una gran atención no sólo a los problemas clásicos de los interfaces hombre-máquina sino que también a las contribuciones que pueden suministrar las personas que lo van a manejar. Así por ejemplo, la investigación ha mostrado que, por su gran capacidad de observación y de comunicación, la propia persona es por si misma un excelente "sensor humano" y por ello su contribución personal al sistema no debe ser nunca desestimada.

## Bloques funcionales modulares

Al ser un sistema modular, BorderMaster 2000 se puede construir mediante "bloques funcionales" desde una configuración básica, que puede funcionar aisladamente, hasta cualquier configuración que los requerimientos operacionales y el presupuesto de los clientes dicten. La expansión del sistema se realiza mediante la simple adición de más "bloques funcionales". Por otro lado, se mejora el sistema incorporando componentes opcionales que mejoran la fiabilidad, la funcionalidad y la seguridad del sistema, ó hacen al sistema más capaz. Reuniones detalladas con el cliente, que forman parte de un análisis en profundidad de los requerimientos, producen la configuración recomendada de cada caso individual.

## Línea de sistema básico

La configuración del sistema básico del BorderMaster 2000 está compuesta por:

- un subsistema de sensores
- un subsistema de comunicaciones
- un subsistema de proceso y de presentación de información.

La unión de estos tres subsistemas constituye un sistema integrado de control y vigilancia. El subsistema de sensores se basa, normalmente, en sensores de radar, sensores ópticos y GPS; no obstante, la arquitectura del BorderMaster 2000 permite incorporar otros sistemas de sensores. El subsistema de comunicaciones realiza el interfaz con los subsistemas de sensores y de proceso y presentación de la información mediante terminales digitales de entrada-salida. Las redes tácticas y/o de infraestructura se pueden utilizar en el subsistema de comunicaciones. El subsistema de proceso y presentación de la información está compuesto por estaciones de trabajo gráficas y servidores en red, y por programas de presentación y análisis de datos. Como se mencionó anteriormente, esta configuración básica se considera como el bloque funcional básico del BorderMaster 2000 (Figura 1).

En términos de funcionalidad y de uso operacional, el subsistema de proceso y presentación de información constituye el centro de control de todo el sistema. Se puede equiparar al centro de mando de un sistema clásico de mando, control, comunicaciones e inteligencia (C3I).

Cada centro de control es capaz de procesar, de manera independiente, los datos de vigilancia recibidos desde diferentes sensores. La información de vigilancia se representa gráficamente sobre un mapa del territorio bajo vigilancia, lo que facilita la gestión asistida por ordenador de la respuesta táctica a la intrusión.

**Mejoras y expansiones modulares del sistema básico**

Por su arquitectura abierta, su diseño modular y su adaptación a los normas internacionales de interfaces y protocolos, el sistema BorderMaster 2000 se puede expandir y mejorar.

**Expansión de bloques funcionales**

La expansión del sistema se realiza utilizando tantos "bloques funcionales" como los descritos anteriormente como sean necesarios para suministrar el grado deseado de cobertura de vigilancia. Los componentes de proceso y presentación de la información, es decir los centros de control, se unen entre sí electrónicamente en una disposición jerárquica y/o distribuida que satisface los requerimientos de control y de mando operacional del cliente. Esta disposición jerárquica y/o distribuida puede también suministrar un altamente deseable grado de redundancia del componente de control y de mando del sistema. Esto significa que cada centro de control, además de sus propias responsabilidades primarias, puede también servir como auxiliar de otro centro, lo que le da una capacidad redundante.

**Mejoras modulares**

Los sensores básicos usados son radares de vigilancia terrestre y sensores ópticos, p. ej., reproductores térmicos de imágenes. Sin embargo, BorderMaster 2000 se puede mejorar modularmente substituyendo ó

incorporando algunos de los siguientes sensores ú otros componentes:

*Sensores adicionales;* p. ej., ópticos (circuito cerrado de TV, bajo nivel luminoso, infrarrojos, térmicos), sísmicos, acústicos, magnéticos, detectores de radio, etc.. para complementar, auxiliar y refinar la información suministrada por los sensores primarios.

*Global Positioning System (GPS)* que suministra información geográfica precisa de la situación tanto de los sensores móviles como de las unidades de respuesta, p. ej. gendarmería, tropas de protección de fronteras. Dicha información es totalmente integrable con toda la información residente ó suministrada al subsistema de proceso y presentación de información.

Figura 1 - Bloque funcional de BorderMaster 2000 con sensor óptico

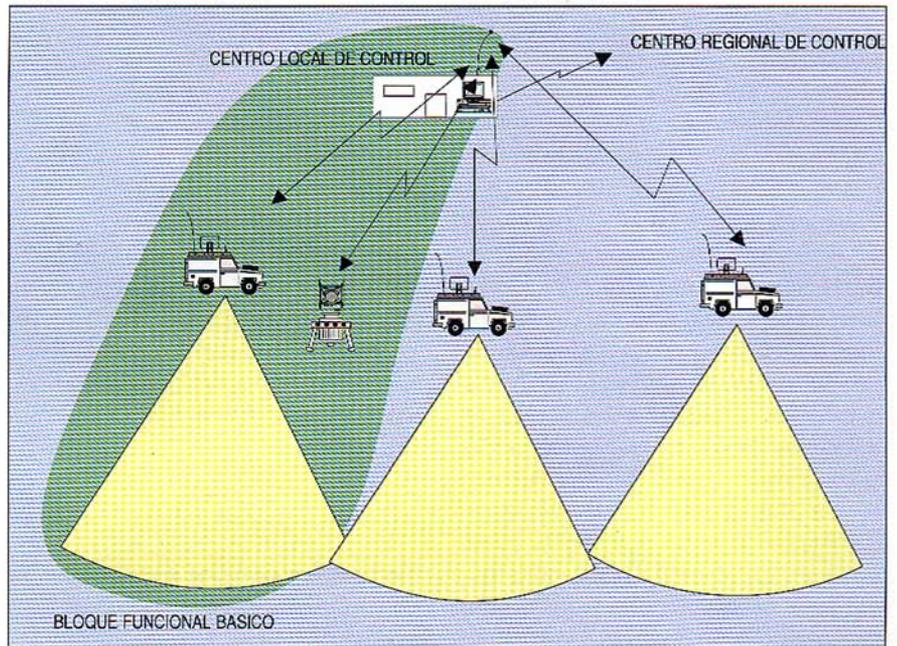
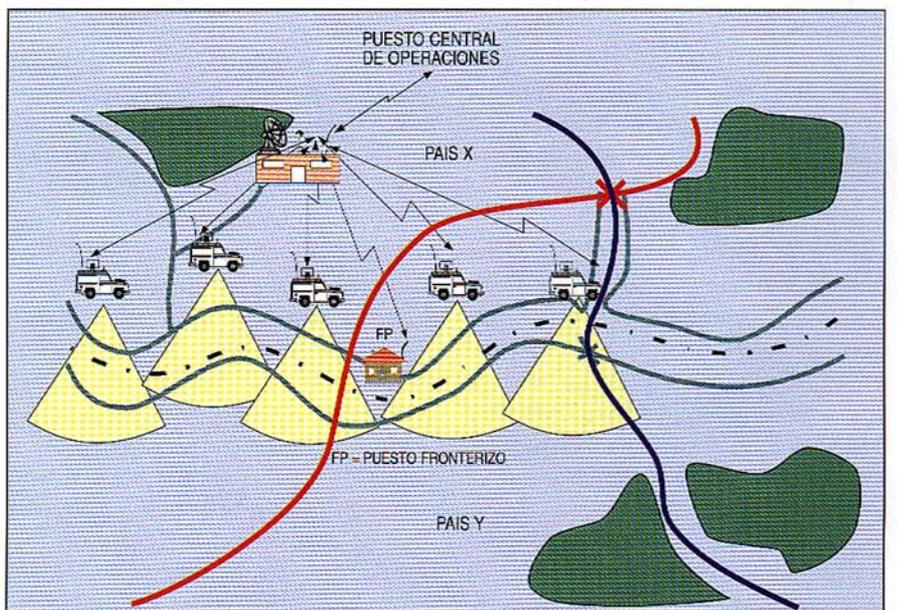


Figura 2 - Configuración básica del BorderMaster 2000



Sensores en aviones teledirigidos controlados remotamente para aumentar la capacidad de vigilancia en territorios difíciles de cubrir por motivos de terreno, accesibilidad, etc.

**Bloques funcionales, expansión y mejora**

Los conceptos de "bloques funcionales", expansión y mejora del sistema básico se pueden explicar mejor gráficamente utilizando la siguiente secuencia de figuras que representan configuraciones típicas del sistema:

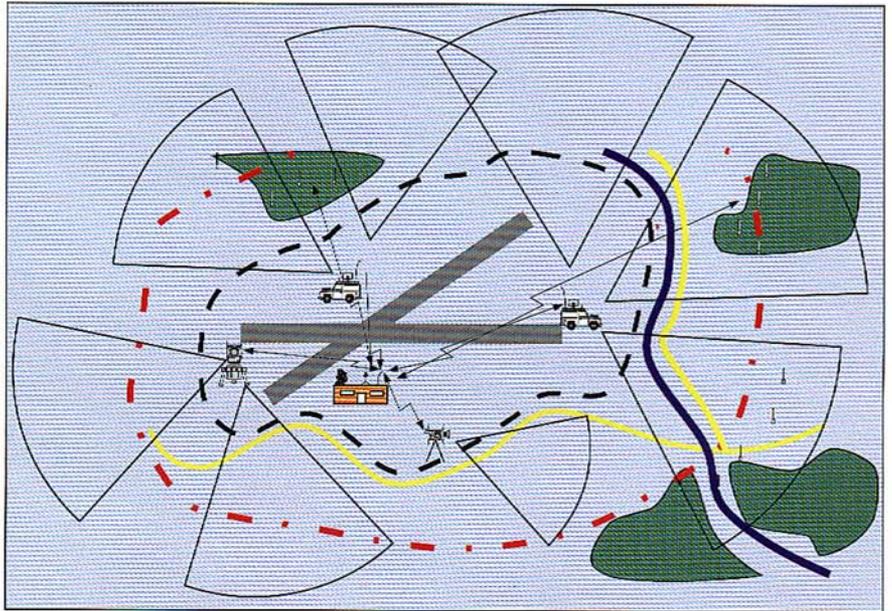


Figura 3 - Vigilancia de aeródromo (objeto)

**Vigilancia de fronteras**

La Figura 2 muestra una configuración consistente en un único sistema BorderMaster 2000 que incorpora cinco unidades de radar móvil con sus comunicaciones integradas. Los datos que se obtienen de estos sensores se procesan en el subsistema de proceso y presentación de información localizado en el centro de mando y control.

**Vigilancia de objetos**

La Figura 3 muestra una configuración típica utilizada para suministrar una vigilancia total de objetos, en este caso en un aeródromo. Los componentes del sistema son básicamente iguales a los utilizados en una configuración de vigilancia de fronteras. La diferencia se encuentra en el despliegue operacional del equipo.

A causa de la inherente versatilidad del sistema BorderMaster 2000, sería imposible enumerar y describir aquí todas las posibles aplicaciones de vigilancia de objetos/territorios de este sistema. El sistema está totalmente "dirigido por los requisitos" lo que significa que si un cliente tiene un problema de seguridad que afecte a la vigilancia y control de acceso de su territorio, es posible desarrollar una solución utilizando

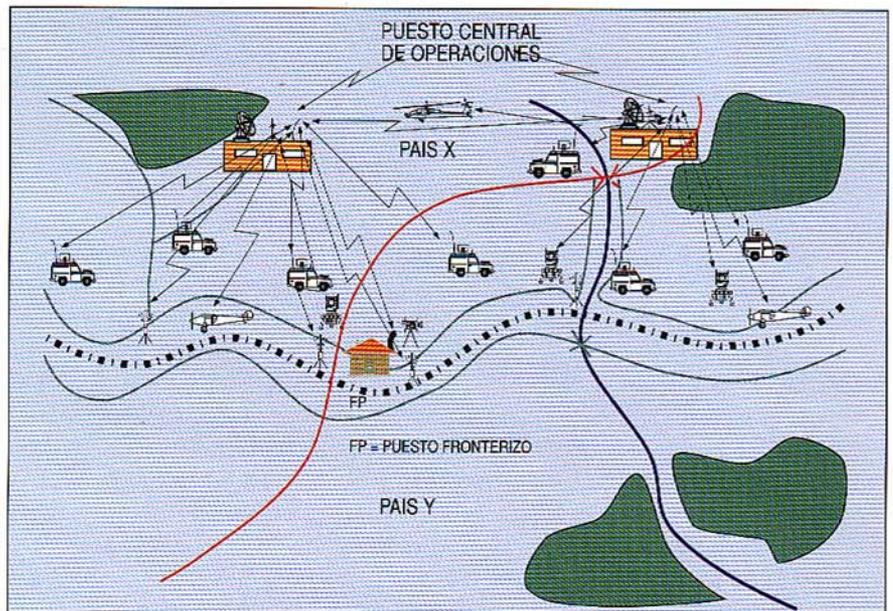


Figura 4 - Vigilancia expandida y mejorada

los conceptos de diseño e ingeniería, bloques funcionales, subsistemas y componentes disponibles en la arquitectura del sistema BorderMaster 2000. En la práctica real esto significa, por ejemplo, que los bloques funcionales y los componentes que se muestran en la Figura 3 para la configuración de control y vigilancia de un aeródromo se podrían reconfigurar fácilmente para suministrar seguridad a un parque indus-

trial ó a un complejo de edificios gubernamentales.

**Vigilancia de fronteras expandida y mejorada**

Como muestra la Figura 4, la expansión y mejora del sistema se logra añadiendo más bloques funcionales para, por ejemplo, cubrir una zona más grande de la frontera. La mejora se logra usando diferen-

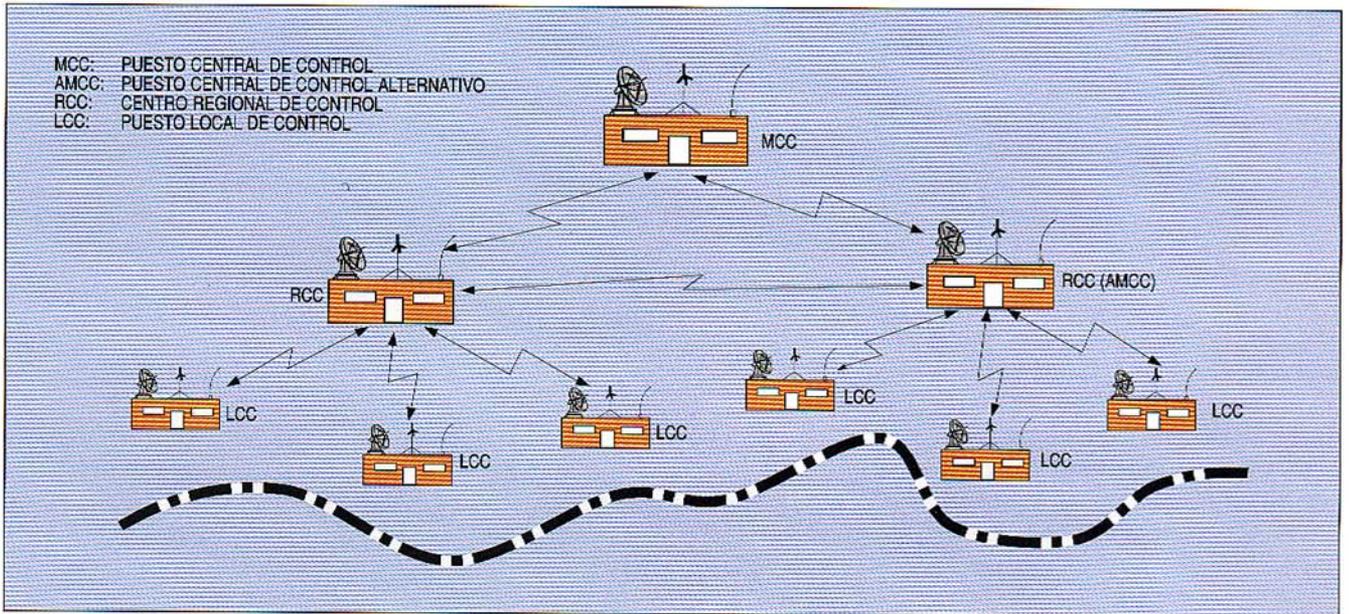


Figura 5 - Control y mando jerárquico y en capas

tes tipos de sensores. La expansión más allá de la configuración básica de bloques funcionales supone normalmente la adición de una estructura de control y mando jerárquica y en capas. En la **Figura 5** se muestra una arquitectura jerárquica típica de control y mando para vigilancia de fronteras.

**Escenarios**

Para ilustrar mejor los conceptos aquí descritos, se presentan los siguientes escenarios hipotéticos, basados en configuraciones típicas

de vigilancia de fronteras y territorios BorderMaster 2000.

**Vigilancia de fronteras con la configuración básica**

La **Figura 6** representa la configuración de este primer escenario. El escenario empieza con la detección de movimientos por uno de los radares en su sector de responsabilidad de vigilancia. La información del "objetivo" se retransmite inmediatamente por radio al centro de control de presentación y proceso, es decir el centro de mando. Esta información se analiza y se presenta

gráficamente en la pantalla de la estación de trabajo.

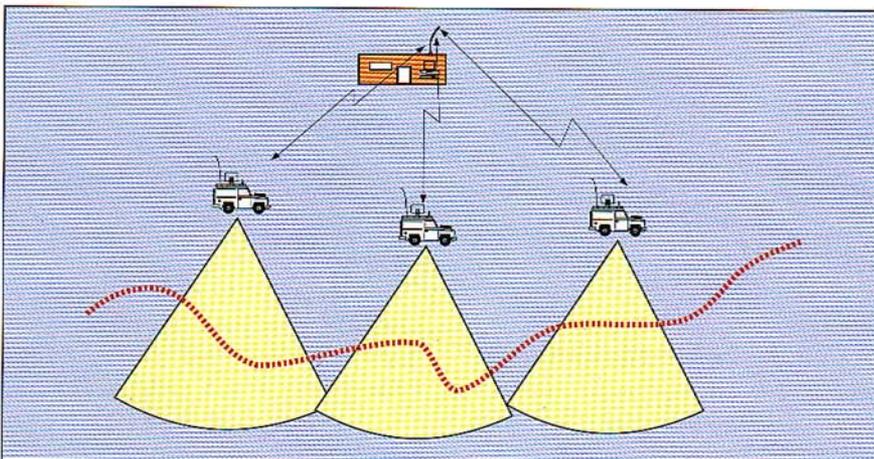
Tras evaluar el "objetivo" utilizando criterios disponibles en línea y supervisando suscitadamente el trayecto del "objetivo", el operador alerta a su supervisor y le recomienda que el objetivo sea verificado sobre el terreno por una unidad de la policía de fronteras.

**Vigilancia de fronteras con la configuración mejorada**

La **Figura 7** representa la configuración del segundo escenario. En éste, además de los radares, hay desplegados otros sistemas de sensores. Además, se han añadido a la configuración módulos GPS y de gestión de respuestas.

De nuevo, el escenario comienza con la detección de movimientos por un radar de vigilancia terrestre en su sector de vigilancia. Casi al tiempo, un sensor sísmico detecta movimientos en el mismo sector de vigilancia. La información sobre este "objetivo" la retransmiten por radio inmediatamente ambos sensores al centro de presentación y proceso, es decir el centro de mando. La información se representa gráficamente en la pantalla de la estación de tra-

Figura 6 - Escenario básico



bajo, al tiempo que se realiza internamente un análisis más detallado de los datos de vigilancia.

Verificando su monitor, el operador sabe inmediatamente que tiene una TV de bajo nivel luminoso con un zoom que le suministra una cobertura complementaria en el mismo sector. Abre una "ventana" de video en su pantalla y utiliza un joystick para mover y hacer zoom con la cámara. Alerta a otro operador de la LAN, el cual conmuta su pantalla sobre la misma que tiene el primer operador. Mientras el primer operador busca el "objetivo", el segundo confirma rápidamente la posición y disponibilidad de las unidades de respuesta de superficie más cercanas y de una unidad transportada por helicóptero que proporcione la respuesta en el área. Esta información está disponible en BorderMaster 2000 tanto en formato gráfico como en texto. Esto es posible porque los sistemas GPS de todas estas unidades suministran datos en tiempo real de su posición y estado. Cuando el primer operador ha confirmado que el "objetivo" es real y que se debe verificar, el segundo operador ya ha identificado la mejor unidad de respuesta. El supervisor, que ha estado controlando las actividades de ambos operadores en la proyección de la situación táctica en una pantalla gigante, que incluye símbolos tácticos e identificaciones de las unidades, aprueba la puesta en marcha de la unidad transportada por helicóptero para que verifique el objetivo sobre el terreno. Desde este momento hasta el final de la misión, los operadores son capaces de supervisar las actividades de la unidad de respuesta, incluyendo su aproximación al "objetivo", y de proporcionar el soporte necesario.

**Consideraciones de diseño, ingeniería y configuración del sistema**

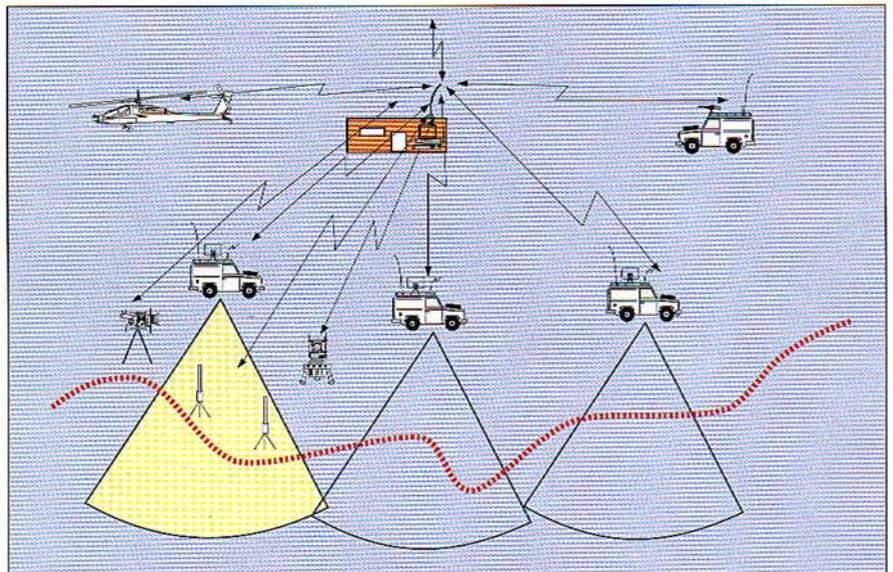
El desarrollo de un sistema para un cliente determinado se basa siem-

pre en las facilidades de expansión y de mejoras de los "bloques funcionales" descritas en este artículo. No obstante, a causa de la cantidad de variables que están implicadas en el diseño, ingeniería y configuración de un sistema BorderMaster 2000, cada cliente finaliza con un sistema hecho a medida para su situación. Las siguientes son algunas de las consideraciones de diseño e ingeniería más importantes a tener en

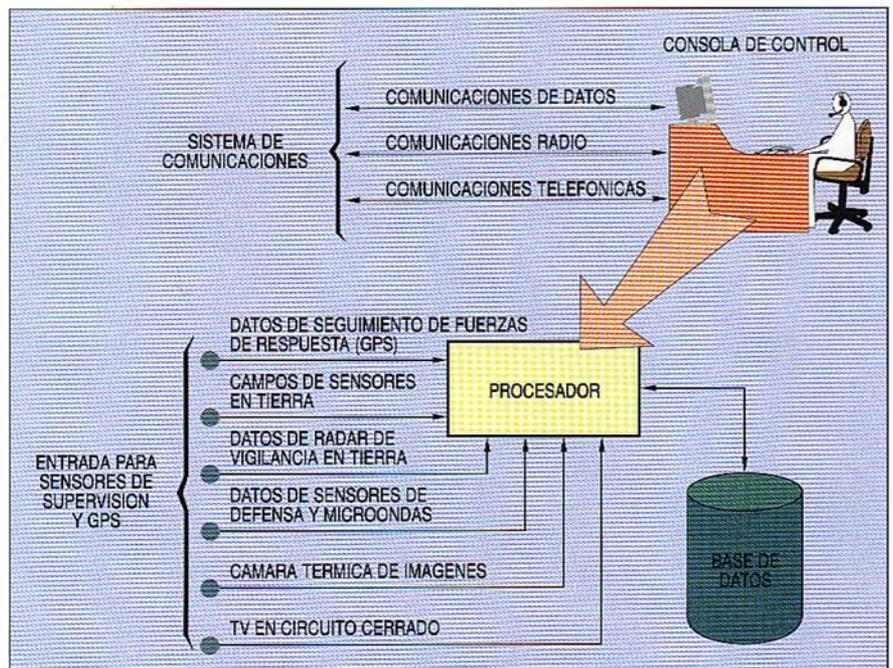
cuenta en este proceso:

- La amenaza
- La situación política incluyendo alianzas
- Los procedimientos tácticos y operacionales
- La minimización de las falsas alarmas
- El personal y su entrenamiento
- Las normas y especificaciones
- Los sistemas en el sitio o planificados.

**Figura 7 - Escenario mejorado**



**Figura 8 - Integración de control, mando y comunicaciones**



La *amenaza* está colocada intencionalmente la primera ya que es la consideración más importante a tener en cuenta. Todo el sistema se debe diseñar, gestionar y configurar teniéndola claramente en mente. Un sistema que se construye para detener ocasionales infiltraciones de contrabandistas será diferente del pensado para detener bandas de terroristas armados que intenten entrar en un país.

La *situación política* es también muy importante ya que lo que hace un país a lo largo de sus fronteras es una actividad extremadamente sensible, que envía muchos mensajes políticos a los países limítrofes. Por esta razón, en BorderMaster 2000 se ha hecho un énfasis especial en hacer el sistema pasivo, no intrusivo, no letal y sensible a las consideraciones internacionales de derechos humanos. Otra consideración política son las *alianzas*. Muchos países son miembros de alianzas internacionales ó regionales; consecuentemente, tiene que haber interés en armonizar e incluso integrar los sistemas de vigilancia de fronteras entre dichos países.

Los *procedimientos tácticos y operacionales* del usuario del sistema deben incorporarse en el diseño e ingeniería, ya que el tiempo de respuesta es de importancia primordial. Si un país tiene fuerzas transportadas por helicóptero que se puedan utilizar como unidades de respuesta, habrá que tener en cuenta esta capacidad especial. Igualmente, si el uso de unidades especiales de refuerzo requiere la aprobación de niveles operacionales superiores, este requerimiento tiene que ser tenido en cuenta en el subsistemas de comunicaciones.

Un número excesivo de *falsas alarmas* puede erosionar seriamente la disposición operativa y la moral de las unidades de respuesta. BorderMaster 2000 cumple la *minimización de falsas alarmas*, entre otras técnicas, con una combinación de programas basados en el proceso de los datos de vigilancia y

en la validación y de los datos de unos sensores con los de otros.

Otro factor importante involucrado es el *personal* que utiliza el sistema y su nivel de *entrenamiento*. Estas consideraciones no son sólo importantes para el diseño e ingeniería del sistema sino que también lo son para el desarrollo de paquetes de entrenamiento.

Las *normas y especificaciones* son particularmente importantes si el sistema tiene que tener una "arquitectura abierta". En el caso del BorderMaster 2000, esto permite que el sistema evolucione con la tecnología.

Por razones de interoperatividad y de economía, los *sistemas en el sitio y planificados* deben formar parte de los procesos de diseño e ingeniería. La arquitectura y flexibilidad inherente de BorderMaster 2000 permite aprovechar e incorporar sin coste tales sistemas suponiendo, naturalmente, que cumplen las normas internacionales.

## Control y mando del sistema

### Gestión del sistema

Control y mando del BorderMaster 2000 significa gestionar la adquisición, análisis y representación de los datos de vigilancia y actuar sobre esta información. El control y el mando se suministra básicamente mediante las comunicaciones y los componentes de presentación y proceso de la información del sistema, aunque los sensores están involucrados en el proceso de adquisición. Esto es verdad independientemente de la configuración del sistema empleado.

### Proceso y presentación basados en estaciones de trabajo

El flujo de datos de vigilancia es básicamente como sigue (**Figura 8**). La información de vigilancia recogida por los sensores se envía hacia adelante a través de radio (u otro medio de transmisión) a una posi-

ción, aquí llamada centro de mando, donde está instalado el subsistema de proceso y presentación. A continuación, esta información de vigilancia se procesa, analiza e integra en una representación en forma de mapa del territorio bajo vigilancia. Una representación completa de los datos de vigilancia, en su contexto geográfico, se presenta a un operador situado en la pantalla gráfica del sistema. Tras analizar la situación, el operador está en disposición de tomar cualquier acción de sus procedimientos operativos.

### Modo mejorado

En una configuración mejorada que incluya GPS (sistema de posicionamiento global) y módulos de gestión de respuesta, el operador podría ver en sus monitores tanto información gráfica como textual sobre la posición y estado de las unidades de respuesta potenciales, p. ej. policía de fronteras. Además, tendría la capacidad de enviar tales unidades así como de supervisar su respuesta a los datos de vigilancia. Pero además, si se mejora el sistema con un proyector de pantalla gigante, se puede también compartir la información gráfica y textual con un grupo mayor de personas, que es el caso típico que se encuentra en un centro de mando y control.

### Interfaz hombre máquina (MMI)

A causa de su gran importancia en la efectividad del sistema, se ha hecho un gran esfuerzo en crear un interfaz gráfico fácil-de-usar y fácil-de-comprender. Las siguientes son algunas de las características del MMI:

- Pantalla(s) gigante(s) en color de alta resolución
- Interfaz gráfico de usuario (GUI)
- Imágenes tridimensionales
- Ventanas no solapadas para datos adicionales (que incluye video)
- Sistema de mapas con superposición del sistema operacional, que incluyen iconos

- Sistema de soporte de decisiones en-línea para alarmas, gestión de respuestas y gestión de red
- Instrucciones de teclado, trazador y ratón
- A medida de las especificaciones del cliente.

to. Volvió en 1987 a Alemania, donde trabajó en redes militares de telecomunicación de infraestructura y en sistemas de control y vigilancia de fronteras. Actualmente el Sr. Merrey está destinado en Turquía donde trabaja en la estructura del proyecto GSM, como jefe del control de la red e implantación del sistema.

**Hans Lölhe** nació en Stuttgart, Alemania, en 1949. Se graduó en Matemáticas en 1972 y se doctoró dos años más tarde. Después entró en Dornier Systems, donde trabajó principalmente en programas de comunicación espacial. En 1986 entró en Alcatel SEL como Jefe de Producto dentro del departamento de C3I, donde fue responsable de diferentes propuestas de la OTAN. En 1990 pasó a ser jefe del segmento de conmutación del área de negocio de redes de infraestructuras de Alcatel. En 1992, el Sr. Lölhe fue nombrado jefe del grupo de sistemas especiales y de vigilancia.

**David Owen** es actualmente Vicepresidente de Marketing en Alcatel Engineering and Service Center, Inc. en Bethesda, Maryland, en donde se dedica a proyectos de comunicaciones de radio móvil celular de Norte América. Antes de esto trabajó en la división de defensa y radio de Alcatel SEL, donde fue jefe de proyecto de los sistemas de redes especiales y de los sistemas de control y vigilancia. Las primeras experiencias sobre el terreno del Sr. Owen en vigilancia electrónica de fronteras fueron cuando fue oficial del ejército de los EE.UU., lo que tuvo una gran influencia en su contribución al diseño y Marketing del sistema BorderMaster.

**Tosun Merrey** nació en 1939 en Ankara, Turquía. Se graduó en el Liceo Francés de Estambul. Durante su servicio militar como teniente en el ejército turco fue oficial de enlace con las fuerzas americanas en Turquía. En 1967 se graduó en administración de empresas en la Universidad Ludwigs-Maximilians en Munich, Alemania. Entró en Olivetti en Alemania, donde llegó a ser jefe de producto de los sistemas de línea y después jefe de división. En 1977, entró en Alcatel SEL como representante de los sistemas comerciales de comunicación en Irán, y a continuación en Singapur y Egipto.

# Los elementos humanos y el tratamiento del software y de la documentación en Alcatel

## Introducción de los autores a los siguientes tres artículos de este número

Consideremos o no a Alcatel como una "empresa de software" está claro que el software es uno de los principales componentes de la mayoría de nuestros productos. Debemos dominar el proceso de desarrollo del software si queremos prosperar en los cada vez más competitivos mercados. Teniendo en cuenta esta evolución nos vamos a permitir alguna especulación sobre el futuro de las principales empresas de telecomunicaciones.

Estamos actualmente, al menos en algunos aspectos, siguiendo una evolución similar a la que siguieron las empresas informáticas hace algunos años, por lo que podemos aprender observando lo que sucedió entonces. Como dichas empresas vendían ordenadores, se consideraban a sí mismas primero, y sobre todo, como compañías de hardware. Pero después de varios años comenzaron a hacer software que vendían por separado. Ahora, muchas de esas empresas han cerrado el círculo, y basan el núcleo de su negocio en servicios y productos software. Sus productos de software se dirigen ahora a las máquinas de sus competidores y ¡podemos imaginar el día en el cual el hardware vendrá gratis con el software!. ¿Sucederá lo mismo en nuestra industria?. El conocimiento de la importancia del software en las empresas de telecomunicaciones sólo se ha hecho evidente en la actualidad.

¿Que tiene de especial el software? ¿Porque impone problemas que no se pueden tratar de igual

forma a como se hace en los proyectos de hardware? Por un lado es intangible, y por tanto difícil de medir. Es duro manejar algo que no se puede medir. La ausencia de medidas fiables del producto y de los procesos dificultan la planificación y el control. La calidad del software no se puede garantizar: la productividad no se cuantifica y se percibe como pequeña, mientras que la planificación y el coste de desarrollo no son fiables y se perciben como elevados. Por otro lado el software es... "suave", es decir se percibe como algo fácil de cambiar y de adaptar. Como resultado nos encontramos frecuentemente con que los requisitos software no se deciden hasta que un proyecto está muy avanzado, esperando que esté primero estable la arquitectura hardware. La gestión del desarrollo es difícil y peligrosa si se ve sometido a cambios constantes de los requisitos. Además, al percibirse el software como "suave", gran cantidad de importantes análisis iniciales se hacen inadecuadamente, ya que se intenta escribir el software y cambiarlo más tarde según van surgiendo las necesidades. La experiencia muestra que aunque el software es fácil de cambiar, es difícil hacerlo correctamente. Es común que al fijar algún "bug" se introduzcan nuevos errores. Muchos de los últimos avances en la tecnología del software, y en particular el sueño de conseguir el control usando herramientas más potentes (ciclos de edición/compilación más rápidos, debuggers más

potentes, etc.) ha empujado hacia delante en esta dirección poco prometedor y llena de errores.

Esto debería llevarnos a pensar que el software es algo completamente diferente. Nos gustaría dar importancia a los muchos aspectos que son comunes a todo el trabajo de los proyectos y emplear tanto software como sea necesario con un método de ingeniería disciplinado de desarrollo, la necesidad de medidas de procesos y productos, así como la gestión cuantitativa de proyectos, y la necesidad de métodos sistemáticos de aseguramiento y control de la calidad.

En la actualidad, exploramos y nos enfrentamos con diferentes estrategias planteadas para contrarrestar los problemas del software y del desarrollo en general, en dos direcciones complementarias para hacer un mejor software, reduciendo la repetición de trabajo y para hacer menos trabajo aumentando su reutilización. Reducir la repetición de trabajos requiere una mejora del propio proceso de desarrollo, y como el progreso en este campo ha sido muy lento, últimamente se ha puesto una gran atención en las formas de reutilizar el software y, por lo tanto, en acortar los tiempos de desarrollo y en reducir costes. Esto no es fácil, ya que tiene profundas implicaciones en los campos asociados de gestión de equipos y de documentación. Producir software para su reutilización es, sin embargo, más difícil que hacerlo para una aplicación.

En la actualidad, hay mucho trabajo en curso en Alcatel para gestionar y mejorar el proceso de desarrollo. En el trabajo diario nos encontramos que la Calidad con c mayúscula se sacrifica frecuentemente para intentar cumplir la planificación, mientras que comprimir la planificación lleva al aumento de los costes, creándose así la clásica espiral. Desde un punto de vista de gestión existen tres parámetros claves a controlar en un desarrollo software: el coste, la planificación y la calidad, los cuales son totalmente interdependientes. Este es el tema del primer artículo, *Complejidad del software. Modelos para dominar el proceso*, de **Philippe Nguyen-Duc**, que muestra el papel del equipo en el control del elemento humano en la cadena de producción del software

en el trabajo de normalización del UIT-T, e indica varias normas, incluyendo la ISO 9001, que Alcatel ha implantado para tener en sus manos la calidad de todos los aspectos del proceso de producción.

El software es algo más que un código ejecutable; requiere de una buena documentación, capaz de ser bien utilizada y reutilizada. El campo de la gestión de la documentación software ha sido objeto de intensa especulación e investigación dentro de Alcatel en los últimos años. El artículo de **Gary Brooks**, *Cambios en el proceso de producción de documentación*, muestra algunos de los métodos que se están probando y adaptando dentro de Alcatel, con la visión dirigida hacia una política posiblemente orientada a toda la compañía.

Finalmente, para ser capaces de producir un software económico y de gestionar su desarrollo de las tres formas anteriormente descritas, el desarrollo software se debe basar en sólidas prácticas de ingeniería. Muchos de los actuales problemas con el software (baja calidad, alto coste, impredecibilidad) son consecuencia de que no siempre está claro que probadas prácticas de ingeniería hay que emplear en el desarrollo del software. Recientes experiencias y la mayor certeza de ciertos procesos de ingeniería, que durante décadas se han basado en la prueba y el error, han probado que se puede mejorar en calidad y productividad. De este amplio e intangible objeto se especula en *¿Arte ó ciencia? Evolución de la ingeniería del software* de Jon Collins.

# Complejidad del software: Modelos para dominar el proceso

P. Nguyen-Duc

Alcatel CETT, Le Pecq, Francia

"... forman un único pueblo, todos tienen un mismo idioma y esto es lo que han emprendido. Ahora nada les impedirá hacer todo lo que habían proyectado". Génesis 11, La Torre de Babel.

## Las exigencias del mercado

El mercado nos impone normas y etiquetas que son vistas por las empresas como obligaciones suplementarias. En realidad, ciertas normas como la ISO 9000 [1], contienen factores de desarrollo, así como la base de la solución a los problemas del control de la complejidad.

En sectores en los que el software es crítico (defensa, aviónica, espacio, nuclear), los fabricantes han sabido dotarse de los medios que permiten su control. Basándose en esta experiencia, otros sectores se lanzan a aplicarla al aclararse las exigencias de los clientes. Los organismos de normalización han tomado el relevo formalizando los medios de verificar la calidad, tanto a nivel de producto como en el de los procesos internos de la empresa.

Esquemáticamente, las normativas se aplican a tres niveles (Figura 1):

— a *nivel empresarial*, en su estructura y modo de funcionamiento. ISO 9000 propone tres modelos de formalización del funcionamiento de la empresa para garantizar su calidad. También se puede citar TickIT [2] (del Ministerio de Comercio e Industria de Gran Bretaña), que se refiere a la aplicación de ISO 9001 [3] en el marco del soft-

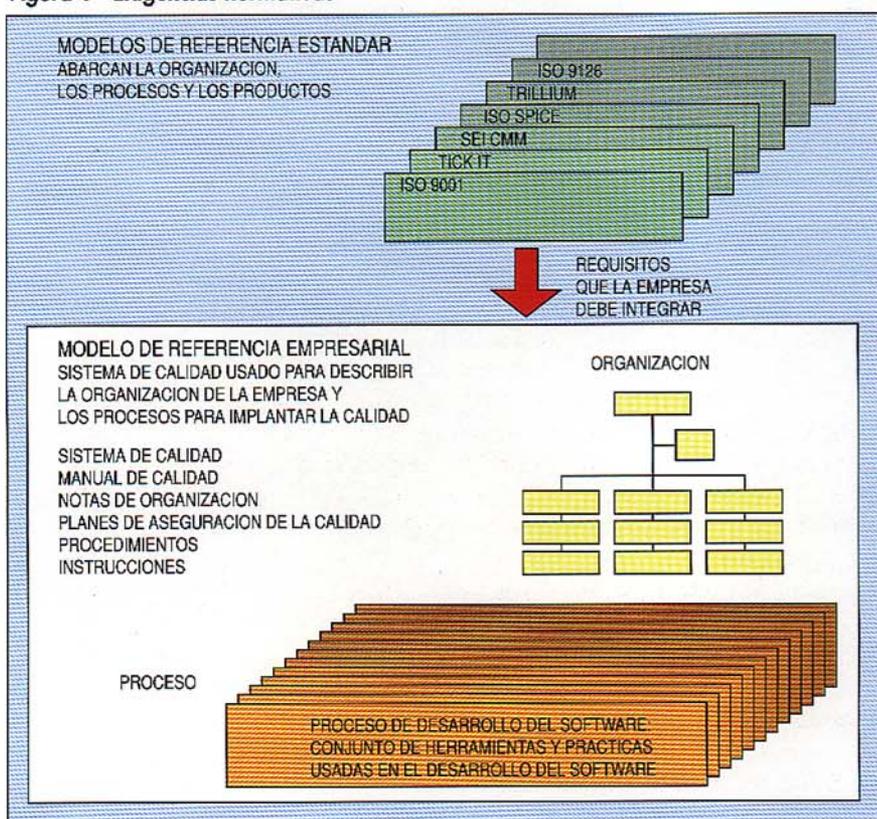
ware y que sitúa a ISO 9000 - 3 [4] en un contexto de calidad total.

— a *nivel de proceso*, a las tareas que realiza la empresa, como por ejemplo el proceso de desarrollo del software. Desde los años 70 existen normas que definen las actividades del proceso lógico (DOD [5], IEEE [6], etc.). Más recientemente, el SEI [7] (Software Engineering Institute), en respuesta a una demanda del DOD para seleccionar a sus proveedores ha desarrollado, en el ámbito de la programación, su modelo de madurez CMM [8]

(Capability Maturity Model) que permite verificar la capacidad de desarrollo del software de una empresa. Este procedimiento va aun más lejos que el de ISO 9000, ya que obliga a la empresa a obtener al final su "diploma" de informática. ISO prepara un procedimiento similar en el marco de su proyecto SPICE [9].

— a *nivel de producto*, donde el software es un fenómeno nuevo. Ya que al ser intangible, es difícil de definir y después evaluar sus características. Este es el objeto de la norma ISO 9126 [10] que

Figura 1 - Exigencias normativas



define estas últimas así como un modelo para su evaluación. El proyecto *Eureka Scope* ha desarrollado un método de evaluación que la industria comienza a utilizar para calificar los productos software.

Paralelamente, agrupaciones de empresas de software están definiendo normas de calidad en sectores específicos para delimitar aún más el mercado. Es el caso de Trillium [11] para las telecomunicaciones.

Este fenómeno responde a la crisis de confianza de los clientes frente al fracaso de proyectos complejos que jalonan las páginas de los diarios [12]. Este arsenal normativo va en el sentido de las exigencias mucho más precisas de los clientes, pero también en el de una mejor comprensión de las actividades de desarrollo del software. Esto implica continuar el esfuerzo de formalización de sus metodologías y cerciorarse bien de que se han implantado todas las características exigidas por estas normas. En esta carrera para lograr el certificado de calidad, es conveniente no partir con retraso para encontrarse en la fila de los galardonados.

Alcatel Alsthom ha definido un objetivo ISO 9000 para el conjunto del grupo y varias de sus unidades ya han sido certificadas. En 1993 se efectuaron evaluaciones SEI y hay otras en preparación. El año 1994 será seguramente un año bisagra para el grupo en su dominio del proceso del software. En lo relativo a modelos de referencia del software, MODAL™ [13], metodología desarrollada por Cegelec, ya está madura y se está preparando una nueva versión que cubra los aspectos del sistema. MODAL™ no sólo interesa al grupo: el Instituto francés del petróleo también ha decidido adoptarlo.

## El problema de la complejidad

El crecimiento de la complejidad es una ley universal y esto se ha obser-

vado en numerosos contextos. En el marco de organizaciones que desarrollan sistemas complejos y, en particular software, esta complejidad es visible a varios niveles:

- *En la estructura y el funcionamiento de la organización*, por el número de divisiones, servicios y personas que participan. Pero también por la competencia y los conocimientos necesarios para desarrollar los productos.
- *En el producto*, a causa de las exigencias derivadas de él y del entorno con el que interactúa. La aparente flexibilidad de la modificación del software hace que, frecuentemente, la mayor parte de la complejidad del sistema se refiera a él, mientras que el hardware tiene tendencia a normalizarse.
- *En los procesos de fabricación de los productos*, a causa de la cantidad de exigencias a las que están sometidos y el número de especialidades que participan. En el caso del software, la involucración humana en el proceso lo complica aun más, necesiéndose medios de prevención y detección de errores.

## La necesidad de grupos

Frente a toda esta complejidad, el individuo aislado es impotente. Es el grupo el que debe tomar el relevo. No obstante, el trabajo de grupo también plantea problemas derivados de la coordinación, de la comunicación, del reparto de la información y del conocimiento, que pueden degenerar en un caos general. Allí donde el individuo sabe permanecer coherente en la resolución de problemas y converger hacia una solución, el grupo se dispersa y no tiene una visión real, estando lejos de conseguir la convergencia hacia la solución del problema. El número de fracasos en proyectos de software está ahí para demostrarlo.

La complejidad supera al individuo, pero el grupo no consigue coordinar sus esfuerzos tan bien como él para encontrar una solución.

## Necesidad de grupos para compartir modelos

El funcionamiento del cerebro humano es descrito por los psicocognitivos [14]. El individuo cuando se enfrenta a un problema construye un modelo mental del problema que debe resolver. Todas las informaciones captadas durante su análisis se confrontarán con el modelo y se asimilarán en función de su relación con el problema. En el transcurso de este proceso, cuando se detectan incoherencias se activan mecanismos para converger hacia la solución. El modelo, simulado mentalmente en función de las situaciones encontradas, ayuda a tomar decisiones basadas en hipótesis de acciones. Cada miembro de una organización se forja su propio modelo del problema a resolver, según sus impresiones y su cultura. Las divergencias de puntos de vista y las incompatibilidades de soluciones subsisten mientras no se produzca un acuerdo entre los individuos. En las organizaciones complejas, la necesidad de coordinación es tal que no se puede establecer de individuo a individuo, se debe de hacer en todo el grupo. Los organizadores [15] dicen que a partir de cierto número de individuos ya no se puede hacer la coordinación por ajuste mutuo, sino que se debe exteriorizar en forma de estandarización del trabajo, es decir, procedimientos, resultados o pruebas de cualificación. Por tanto, el funcionamiento de la organización se debe modelar. En este sentido, normas como ISO 9000 resuelven en parte el problema de la complejidad. Requieren la constitución de una memoria colectiva del grupo, que describa su estructura y su funcionamiento. Este es un primer paso para poner de acuerdo los modelos individuales, a fin de crear un conocimiento colectivo del pro-

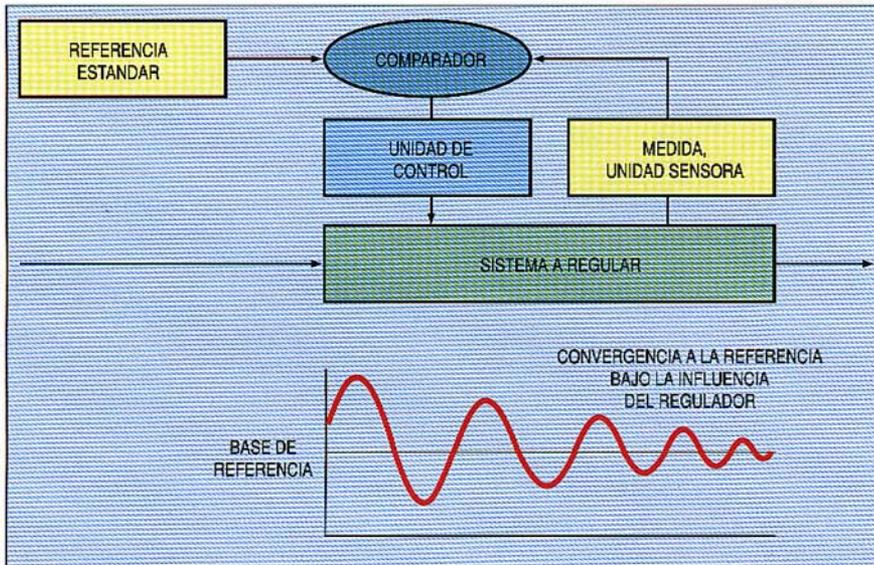


Figura 2 - Mecanismo de regulación

blema. El ponerse de acuerdo pasa por lo escrito y, en el trabajo de grandes equipos, lo que no está escrito no existe.

Otra parte del problema se refiere a la capacidad de actualización de los modelos colectivos. En efecto, es preciso que estos modelos se adapten regularmente al contexto real, ya que la persistencia de modelos erróneos lleva a un sistema divergente.

### Mecanismos de regulación

Como han subrayado los teóricos de sistemas [16,17, 28], los mecanismos de regulación desempeñan un papel primordial en todos los sistemas. La empresa es un tipo de sistema y se deben implantar mecanismos de regulación a todos los niveles de su estructura para asegurar su supervivencia. Existen a nivel contable y se supervisan estrechamente por los encargados de tomar las decisiones. Pero a nivel de la estructura íntima de la empresa, la regulación se efectúa de manera caótica, en particular en sectores nuevos y poco dominados, como el de la ingeniería del software.

El principio de regulación es muy sencillo (Figura 2). Hay que introducir una referencia y un sistema de comparación con dicha referencia. También se precisan mecanismos de

control y de medida de las variables del sistema a supervisar. Los valores medidos se comparan con los valores de referencia y después se actúa si se observan divergencias, siendo el mecanismo de control el que estabiliza el sistema de conformidad con la referencia.

Son los que toman decisiones (órganos de mando en una organización) los que tienen influencia sobre el sistema que se va regular (empresa, proceso o proyecto). Las medidas son informaciones que se pueden captar como realimentación (resultado de las acciones, problemas encontrados, etc.). La referencia es el objetivo dado al sistema (producto, plan de acción, proyecto de empresa, modelo de calidad). Los problemas en este contexto están vinculados a la capacidad de recoger datos objetivos y cuantificables del sistema, así como a relacionar estos datos, tanto con la referencia como con las decisiones emitidas. Así pues, es difícil poner en práctica una regulación controlada en las organizaciones, pero es una necesidad, con el mismo objetivo del seguro de calidad.

### Maneras de solucionar el problema

La solución del problema de la complejidad reside, pues, en el trabajo

de los grupos, así como en la capacidad de la empresa para integrar los modelos correctos y hacer funcionar los mecanismos de regulación adecuados para constituir las bases de una memoria colectiva. Existen modelos en todos los sectores, descripciones de procedimientos, métodos, etc. Técnicas y métodos necesarios para el completo control del software ya están disponibles. Sólo hace falta que las empresas las adopten y las incluyan en el contexto del proceso de desarrollo de los productos, para ajustar el comportamiento de sus miembros. Los documentos de referencias normalizados ofrecen elementos para el control de la complejidad definiendo un marco y modelos, e introduciendo los mecanismos necesarios para la mejora del sistema. Al igual que para el individuo a través de su comprensión del problema, es el funcionamiento de los mecanismos de regulación el que hará converger los modelos de la estructura hacia la forma adecuada. El modelo de referencia, indispensable para la organización, debe inspirarse en los modelos de estas normas y tenerlos en cuenta, pero también debe ir más lejos y poner las bases de un auténtico conocimiento colectivo integrando el know-how de sus expertos.

### El procedimiento ISO

ISO aporta soluciones a nuestro problema de complejidad, ya que obliga a la empresa a exteriorizar sus modos de funcionamiento por escrito, los cuales, de este modo, se vuelven accesibles a los miembros de la empresa. Estos modos de funcionamiento podrán ser examinados y modificados para que sean conformes al modelo ISO.

ISO requiere que se implanten en la empresa cierto número de reguladores. El procedimiento de certificación consiste en efectuar cambios en la organización y en las actividades de una empresa, para estar en conformidad con los modelos de

ISO 9000. Esta adecuación está sometida a una auditoría de validación por un organismo acreditado que, llegado el caso, expide el *certificado ISO*.

La auditoría consiste en verificar la conformidad con la referencia elegida y después, al término de esta comparación, emitir informes de no conformidad. Una vez analizados, estos informes darán lugar a acciones correctivas que serán tenidas en cuenta por los que toman decisiones en las empresas.

ISO 9000 propone tres modelos de asegurar la calidad:

- El *modelo 9001* abarca el proceso de diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio postventa: es el modelo más amplio.
- El *modelo 9002* [18] se interesa en la producción y en la instalación: es suficiente para empresas en las que la fabricación es preponderante.
- El *modelo 9003* [19] se limita a especificar las pruebas y especificaciones funcionales: está destinado a organizaciones que seleccionan productos fabricados y diseñados por otros.

Para un modelo de referencia que describa el funcionamiento de una empresa, el modelo ISO define una estructura documental compuesta por:

- el manual de calidad, que expresa la política de la empresa y la estructura del sistema de calidad,
- las notas de organización, que describen la estructura de la empresa y las principales funciones y responsabilidades,
- los planes de seguro de calidad, que describen las medidas tomadas para garantizar la calidad de los productos,
- los procedimientos generales o particulares, instrucciones y notas que describen los métodos y herramientas técnicas utilizados en cada actividad o tarea de la empresa.

Los modelos de los miembros de la organización van a exteriorizarse a través de esta estructura. En el transcurso de este proceso, los diferentes actores de la empresa confrontan sus modelos para concluir en modelos comunes. A continuación, los mecanismos de regulación permitirán su actualización periódica.

Los mecanismos de regulación exigidos por ISO son:

- Implantar mecanismos de verificación para comprobar la calidad de los resultados en cada actividad. Estas verificaciones darán lugar a registros (avisos de anomalías, resultados de medidas, etc.) que se conservarán y archivarán.
- Poner en práctica un sistema de auditorías de calidad internas para garantizar que el sistema de calidad definido corresponda a las exigencias y que sea eficaz.
- Poner en práctica un sistema de acciones correctivas para buscar la causa de las anomalías mediante el análisis de los procesos y datos del sistema (registros de calidad, quejas de clientes). Después, se modificarán los procedimientos para evitar la aparición de productos no conformes.

Estos mecanismos son primordiales y conviene utilizarlos al máximo, en particular en la fase de implantación, para acelerar la convergencia hacia el modelo ISO. El sistema de auditoría es una herramienta muy formadora que permite, en la fase de adquisición de datos, evaluar el trabajo que se debe realizar para estar en conformidad con la referencia y evitar las divergencias en la fase de mantenimiento. Para ser eficaz, debe ser repetitivo y considerado como un procedimiento de progreso. No es un *ejercicio de represión*. La auditoría interna es una formidable herramienta de comunicación y difusión del conocimiento de la empresa.

El método de ISO está reconocido a nivel internacional. El éxito es

tal que los grandes consumidores comienzan a exigir el certificado ISO en sus peticiones de ofertas. Las normas son ineludibles y permiten a las empresas sanear sus estructuras. Se impone pese los fenómenos de resistencia a los cambios descritos por los psicólogos de las organizaciones [20, 21]. De hecho, la presión se establece a un nivel aun más elevado que el de los directores de empresa, es decir, a nivel de cliente. El certificado ISO permite a un cliente seleccionar fácilmente a un proveedor. Se utiliza como arma de marketing y se espera que sea inevitable en las empresas.

#### **El procedimiento SEI**

El procedimiento del SEI [17,22] propone modelos y mecanismos de regulación para el desarrollo del software. El *modelo de madurez* (Tabla 1) aporta una dinámica en la adquisición del dominio del software y subraya los objetivos prioritarios en cada nivel, indicando así el procedimiento que se debe seguir para el control de la complejidad.

En Estados Unidos, el procedimiento del SEI tiene un éxito similar al del ISO, y los principales contratos de software ya hacen referencia a él. El SEI ha hecho correr mucha tinta por un estudio que, en 1987, mostraba que el 86% de las empresas que desarrollaban software estaban en el primer nivel del modelo (proceso caótico). El modelo del SEI permite analizar las características de los procesos de desarrollo de software, y los clasifica según cinco niveles que definen la madurez en el desarrollo del software. La evaluación de las empresas se realiza por medio un cuestionario muy preciso sobre las prácticas utilizadas en el desarrollo del software. Al término de esta evaluación se define el nivel de madurez de la empresa. Además, el modelo define los objetivos para hacer evolucionar el proceso al nivel superior del modelo.

Lo que es importante en la encuesta del SEI es que ha demostra-

Niveles	Características	Objetivos clave
1 Inicial	<p><b>Proceso casi caótico, imprevisible y pobremente controlado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay procedimientos formalizados, ni estimación de costes, ni planificación</li> <li>- No hay mecanismos para garantizar que se siguen los procedimientos, herramientas no integradas</li> <li>- Control de las modificaciones sin gestionar</li> <li>- La dirección asume mal los puntos críticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de proyectos</li> <li>- Planificación</li> <li>- Gestión de modificaciones</li> <li>- Gestión de configuración</li> <li>- Asegurar la calidad del software</li> </ul>
2 Repetible	<p><b>Proceso intuitivo, capaz de repetir tareas anteriormente dominadas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso dependiente de iniciativas individuales</li> <li>- Establecimiento de gestión de proyecto elemental</li> <li>- Buen dominio de proyectos similares a antiguos proyectos, pero dificultades confrontadas a nuevos problemas</li> <li>- Falta un marco de trabajo coherente para poder mejorar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formación</li> <li>- Técnicas de revisiones, pruebas</li> <li>- Formalización del proceso (estándares, grupos de mejora)</li> </ul>
3 Definido	<p><b>Proceso cualitativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso definido e institucionalizado</li> <li>- Un grupo de ingeniería del software se encarga de la mejora del proceso</li> <li>- Se han implantado varios tipos de trazabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas sobre el proceso</li> <li>- Análisis del proceso</li> <li>- Planificación cuantitativa de la calidad</li> </ul>
4 Dominado	<p><b>Proceso cuantitativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El proceso es medido y controlado</li> <li>- Se establece un conjunto mínimo de medidas referentes a la calidad y a la productividad</li> <li>- Se implanta una base de datos del proceso con capacidades de mantenimiento y de análisis de los datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclusión de nuevas tecnologías</li> <li>- Proceso de estimación</li> <li>- Análisis de las causas de errores</li> <li>- Implantar mecanismos de prevención de errores</li> </ul>
5 Optimizado	<p><b>Proceso adaptativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informaciones de retorno sobre el proceso que permiten su optimización</li> <li>- El reparto de datos está automatizado y se utiliza para identificar los elementos más débiles del proceso</li> <li>- Están disponibles estudios cuantificados para justificar la utilización de técnicas particulares en las tareas críticas</li> <li>- Análisis riguroso de las causas de defectos y detección preventiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatizar el proceso</li> <li>- Mantener la organización a un nivel optimizado</li> <li>- Adaptación rápida a las nuevas técnicas</li> </ul>

Tabla 1 - Modelo de madurez del SEI (CMM) - Fuente: Humphrey, IEEE Software, julio 1991

do que los problemas del software ya no eran de orden técnico, sino organizativos. Las soluciones existen, basta con llevarlas a la práctica. El modelo tiene la característica de introducir una dinámica en el aprendizaje del desarrollo del software. Muchas organizaciones han fracasado por la mala comprensión de esta dinámica. El aprendizaje del desarrollo del software se realiza por etapas, ¡no sirve de nada enseñar a resolver ecuaciones a

un niño que está comenzando a contar!. La implantación de todas las prácticas al mismo tiempo es imposible, ya que requieren largos ciclos de asimilación por parte de los diseñadores. La modificación simultánea de todos los parámetros sólo puede llevar a la confusión.

Conforme a nuestra preocupación se puede constatar en el modelo del SEI que la implantación de mecanismos de regulación básicos

son la primera prioridad (planificación, gestión de modificaciones, etc.).

El procedimiento del SEI va aun más lejos que el de ISO al desmenuzar las características del proceso de desarrollo del software. Exige que se implanten las prácticas más sofisticadas de la ingeniería del software, al punto que en la actualidad sólo algunos laboratorios pueden pretender llegar al nivel 5 del CMM.

Uno de los mecanismos clave del modelo es la noción de grupo de mejora de la ingeniería del software (Software Engineering Process Group - SEPG). Confiere a la estructura la capacidad de aprender y evolucionar con el tiempo. Las tareas del SEPG son las siguientes:

- Establecer el modelo del proceso.
- Mantener y difundir el modelo a través de la organización.
- Registrar los datos procedentes del proceso.
- Consolidar las necesidades de modificación del modelo de referencia.
- Proporcionar un programa de formación.
- Asistir a los proyectos.
- Hacer evaluaciones regulares.

El SEPG se encarga de las mejoras del modelo de referencia que describe (Figura 3) el proceso del software (procedimientos, planes, recomendaciones, guía, etc.). Puede evo-

lucionar por varios motivos:

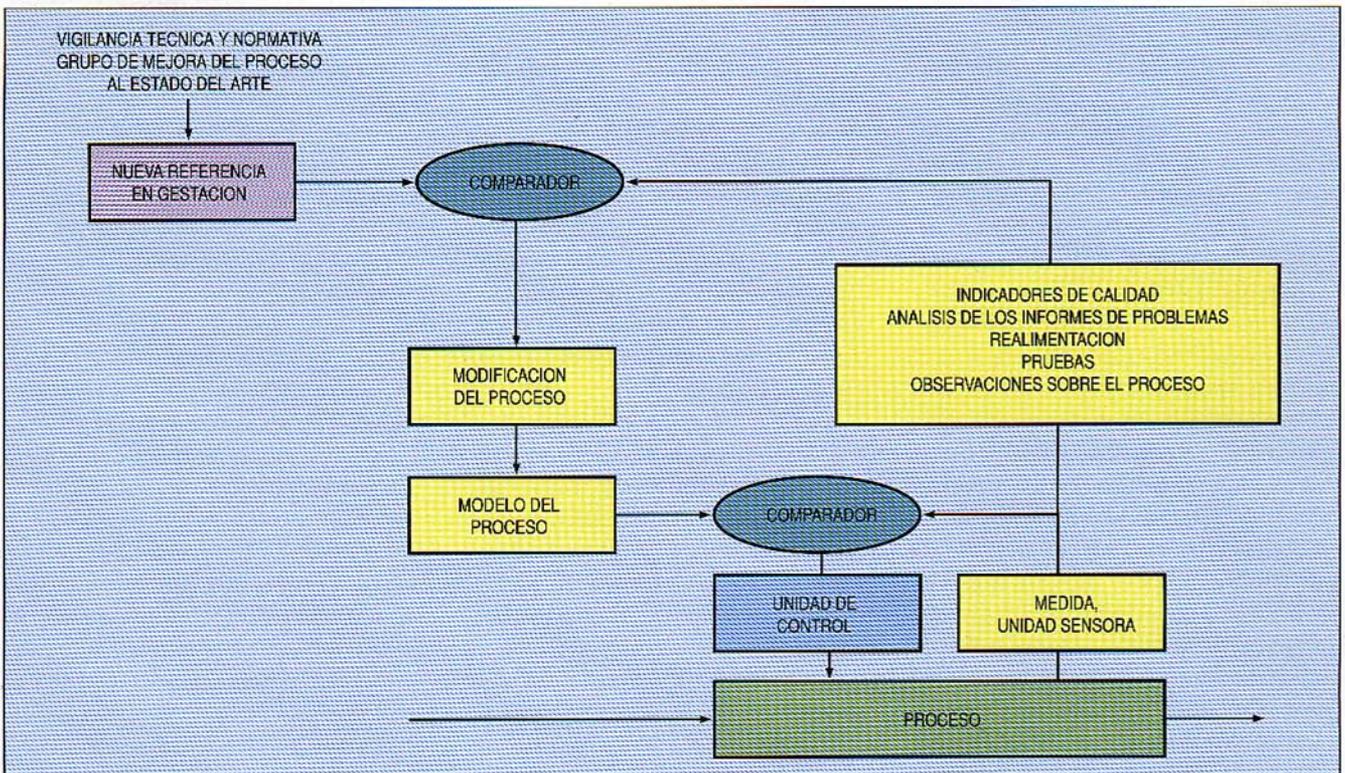
- Analizando los datos observados se puede mostrar la falta de adecuación de ciertas características del modelo de referencia. El SEPG está a la escucha de los problemas vinculados a la aplicación del modelo de referencia, ya sea por medio de informes de problemas o de análisis de datos recogidos en el proceso (cualimetría, datos de estimación, tasa de error, etc.).
- Durante experiencias piloto, se han observado mejoras modificando ciertas características del modelo.
- El estado del arte puede haber evolucionado y se deben incorporar al modelo exigencias suplementarias.
- Las normas plantean exigencias suplementarias.
- La organización ha alcanzado un nivel de madurez y se añaden nuevas características al modelo de referencia.

El modelo de referencia del proceso debe conservar cierta estabilidad. Las modificaciones se hacen por etapas y se validan antes de su implantación (reuniones, experiencias piloto). Así, nos encontramos con dos bucles de regulación, uno en el proceso y otro en su modelo.

SEPG, no sólo debe hacer funcionar el primer nivel de regulación, sino que también debe estar atenta a los signos de falta de adecuación de su modelo, así como de la evolución del estado del arte, para hacer evolucionar su modelo. Esto constituye el segundo bucle de regulación. Es un mecanismo esencial que permite poner en tela de juicio el modelo del proceso que, de otra forma, pronto sería inadaptado.

Ha nacido un movimiento en torno a la noción de SEPG: el de las redes de mejora de los procesos software (Software Process Improvement Network - SPIN). En Estados Unidos existen numerosas redes, reuniones en las que se establecen contactos comerciales y se intercam-

Figura 3 - Mejora del proceso



bían servicios e información entre empresas. El primer SPIN francés nació el 18 de enero de 1994 y agrupó a representantes de varias empresas, entre las que se encontraban Alcatel y Cegelec. Estas redes van a permitir el compartir experiencias en torno a la ingeniería del software y acelerar la evolución del estado del arte.

**El proceso de desarrollo del software**

*Particularidades del proceso de desarrollo del software*

Al igual que en las demás industrias, en la ingeniería del software, la calidad del producto final está íntimamente ligada a su proceso de fabricación. Los problemas planteados con la ingeniería del software son los siguientes:

- El producto es abstracto y complejo, lo que le hace difícil de comprender y manipular.
- El proceso de producción se basa en el hombre y hay que contrarrestar las dos principales deficiencias humanas que son el olvido y el error.
- La industria del software es reciente e inestable. En particular, estos últimos años, los diseñadores han pasado del ensamblador en máquinas simples con pequeños equipos a desarrollos en C bajo UNIX, en entornos distribuidos que involucran a centenares de personas. Y a partir de ahora hay exigencias de producción, de documentación y de respeto de los métodos. La mayor parte del proceso de desarrollo consiste en producir la documentación, y esta nueva dimensión aún no está integrada en las mentalidades.
- Los diseñadores han sufrido el traumatismo de la documentación. La formación informática subestima este aspecto. Se basan principalmente en actividades de análisis. Los diseñadores son poco proclives a la redacción,

que es más bien una actividad de síntesis de ideas. Es por ello que los que toman las decisiones comprenden mal el coste de la documentación, elemento no obstante esencial del control de la complejidad.

- La formación es heterogénea. El joven informático diplomado no comprende de la misma forma el software que las personas mayores. Como los procesos de desarrollo del software están en plena mutación, y el cambio no ha sido aún digerido por la estructura, ni el joven diplomado ni la antigua generación de diseñadores lo comprenden perfectamente. En esta inestabilidad los individuos no tienen los mismos modelos de base, ¿cómo pueden entonces coordinar su acción? Hay una enorme necesidad de formación para intentar difundir a los diseñadores los nuevos aspectos de la ingeniería del software.
- El proceso de desarrollo se convierte en un proceso colectivo, lo que implica problemas de coherencia y de coordinación. En este proceso, la noción de equipo es un punto clave, que a las empresas les cuesta mucho gestionar [23, 24]. Cuando la complejidad no puede ser dominada por un solo hombre, hay que saber delegar y escuchar a sus compañeros de equipo para controlar colectivamente el producto. Además, desde ahora, el desarrollo de modelos colectivos y de mecanismos de aprendizaje y de mejora de estos modelos es una necesidad absoluta.

En este complejo proceso, los factores que entran en juego son múltiples y hay que tener un enfoque global para resolver el problema. Sólo la aplicación coordinada de métodos, técnicas y herramientas de ingeniería del software, nos permitirá obtener resultados significativos para controlar sus costes, plazos y prestaciones. Dado que el hombre es el creador del software, no se pue-

den concebir nuevas cadenas de producción sin invertir en la mejora de las prestaciones de los diseñadores.

**El proceso de desarrollo del software**

El modelo del ciclo de vida es un modelo de referencia mínimo (Figura 4) y es reconocido como necesario por el conjunto de la comunidad informática, pero las actividades que lo constituyen aún no se han formalizado ni asimilado. Generalmente no se aprecia el tiempo pasado en la fase de análisis antes de escribir la menor línea de código. Es uno de los impactos derivados del paso del desarrollo individual al colectivo.

El ciclo de vida "en V" comprende las actividades de análisis (especificación, diseño preliminar y detallado), la fase de realización del código, después las actividades de pruebas (pruebas unitarias, de integración, de validación) y finalmente, las actividades de puesta en práctica (pruebas de aceptación, explotación y mantenimiento).

Este primer planteamiento del ciclo de vida se ha completado con la descripción de las actividades de soporte y de gestión, de gran importancia en los proyectos complejos, en particular las vinculadas a problemas de coordinación y de coherencia:

- *Gestión de proyectos*, que comprende las actividades de estimación, planificación, asignación de recursos, seguimiento y dirección técnica.
- *Gestión de configuración*, que comprende las actividades de clasificación del software y de acondicionamiento de los espacios de trabajo.
- *Gestión de las modificaciones*, que comprende las actividades de registro de los detalles técnicos del desarrollo y seguimiento de las modificaciones.
- *Aseguramiento de la calidad*, que comprende la definición y

supervisión de los procedimientos de calidad (ajuste del modelo de referencia, reglas y procedimientos a seguir).

- *Metodología*, que define cuáles son los métodos, técnicas y herramientas que deben utilizarse para el mantenimiento de cada una de estas actividades.
- *Actividad de herramientas*, que se ocupa de adaptar las herramientas e integrarlas en un entorno coherente.

La producción de errores es un fenómeno propio del comportamiento humano. En los procesos modernos se han aplicado varios mecanismos para detectarlos y evitarlos:

- *Mecanismos de verificación*: los primeros utilizados fueron los mecanismos de detección. Las

pruebas del código verifican el comportamiento real del programa con relación al comportamiento descrito en las especificaciones originales. Las *revisiones de documentos* permiten verificar si la descripción del producto es coherente y está completa. Las *revisiones de actividades* verifican si las tareas previstas se han desarrollado en buenas condiciones. Estos mecanismos, como todos los mecanismos de regulación, requieren la definición de modelos de referencia (documentación de especificaciones, planes, procedimientos y reglas de diseño).

- Un *mecanismo de resolución de problemas*, que constituye una memoria colectiva de lo sucedido en el proyecto y que se registra para su análisis antes de tomar acciones correctivas. Este proce-

so centralizado permite analizar con conocimiento de causa todos los impactos sobre el proyecto.

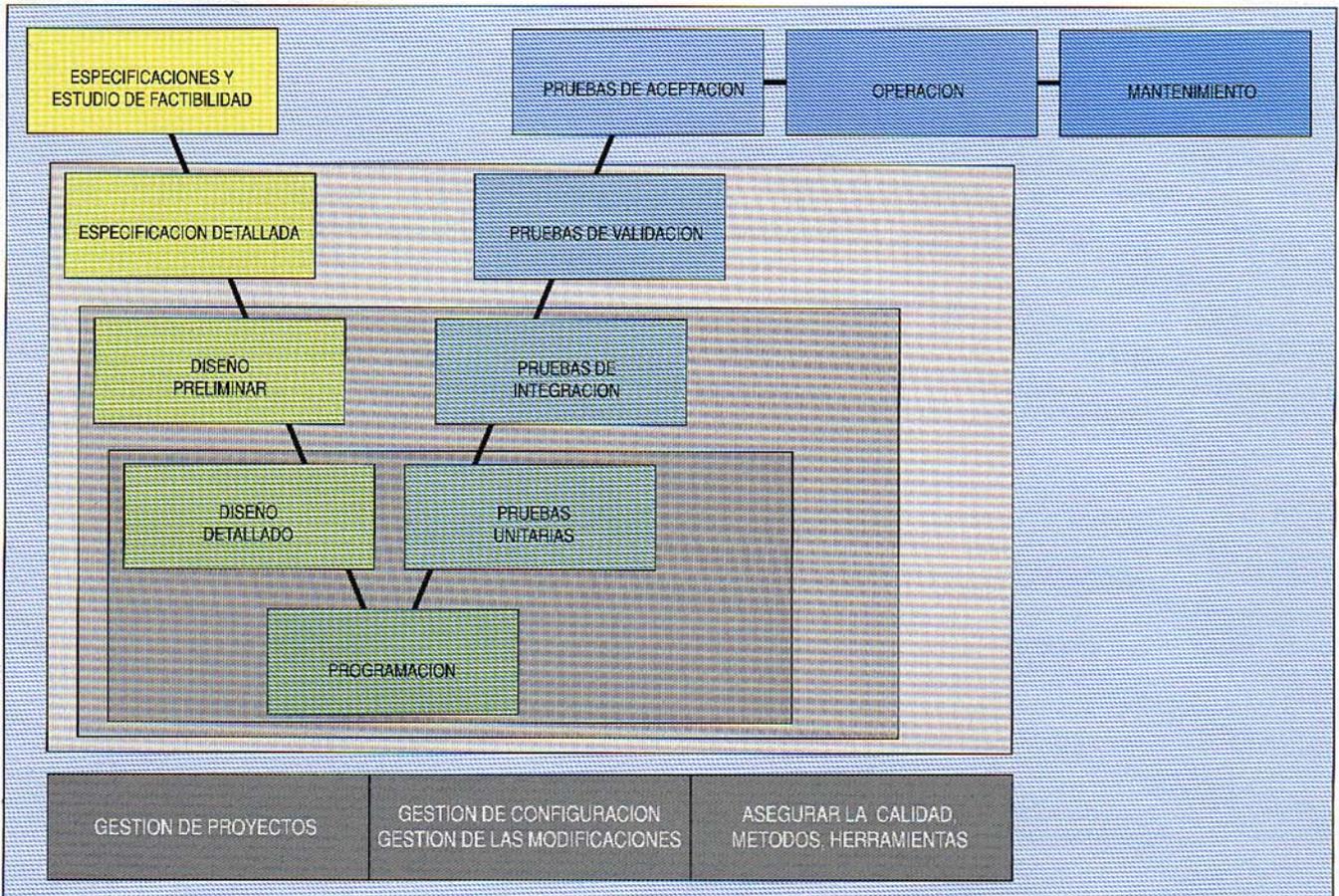
- Un *soporte de asesoramiento y de formación* de los diseñadores, que permite validar la forma en que éstos comprenden sus tareas y sus productos, así como recibir a los recién llegados a los proyectos.

Dos mecanismos de control observan y corrigen los desvíos respecto a los objetivos:

- La *planificación*, que permite seguir los costes y los plazos.
- El *seguimiento de la calidad*, que verifica si se han respetado las disposiciones de calidad.

El hombre, en la realización de su trabajo necesita comprender su puesto, en particular en la ejecución de un

Figura 4 - Ciclo de vida del software



proyecto. Debe comprender las relaciones temporales y geográficas de su tarea con el conjunto de las demás tareas del proyecto, así como las relaciones entre sus propias acciones y las de las demás personas del grupo.

### El modelo de referencia del software

La construcción de un modelo de referencia del software es la culminación de procedimientos como los de ISO y los de SEI, es decir, la formalización y consolidación del know-how de la empresa para dominar la calidad del producto.

En la concepción del modelo de referencia hay que integrar los modelos y los mecanismos de regulación de la ingeniería del software, procedentes de las normas internacionales y del estado del arte. El trabajo de los creadores del modelo de referencia consiste en reunir las piezas existentes del puzzle y definir los eslabones que faltan para cubrir el conjunto de todas las necesidades del proceso. El modelo de referencia del software MODAL™ ha sido construido en este sentido y está estructurado de la siguiente forma:

- Procedimientos que definen las tareas, los productos de entrada y de salida en cada actividad del ciclo de vida.
- Reglas de diseño asociadas a cada uno de los productos (documento o código). Dichas reglas indican los planes estándar, el contenido de las cabeceras y los procedimientos de verificación que se deben aplicar.
- Recomendaciones que describen los métodos, las técnicas y las herramientas utilizables en cada actividad.
- Guías que proporcionan una asistencia a los métodos, técnicas y herramientas, mediante manuales de entrenamiento, soluciones o ejemplos.

Estos documentos constituyen un tesoro que reúne los conocimientos necesarios de todas las actividades

del ciclo de vida. La normalización de los métodos técnicos y herramientas permite que los diseñadores dispongan de una base común. Esto homogeneiza su forma de comprender las tareas de desarrollo y facilita su coordinación.

La escuela de análisis de MODAL™ es una estructura de formación coherente con el modelo de referencia, y difunde en la cultura de los diseñadores modelos comunes que les permitan enfrentarse con situaciones relativas a proyectos.

Para facilitar la comprensión del modelo de referencia en el terreno, así como para luchar contra los efectos perversos del *pensador aislado* de la realidad cotidiana, hay que establecer vínculos de comunicación entre los expertos del método y los diseñadores, como:

- grupos de trabajo en los que participen diseñadores
- experimentos piloto que sirvan para validar las propuestas del método
- mecanismos para adaptar el modelo de referencia a la situación del proyecto, adaptaciones que se describen en el plan de calidad del proyecto. Las adaptaciones efectuadas en los proyectos se analizarán para ver la posibilidad de integración en el modelo de referencia
- sistema de informes de problemas derivados de la utilización del modelo de referencia
- asistencia a los diseñadores en la aplicación del modelo de referencia
- prueba de aspectos del método que se puede realizar por expertos del modelo de referencia que participen en el desarrollo

El ingeniero de calidad del proyecto es un actor privilegiado en la mejora del modelo de referencia:

- Asiste al proyecto en la aplicación del modelo de referencia, aconsejando y adaptando ciertos aspectos, si fuera necesario.

- Hace que se transmitan a la jerarquía superior los problemas derivados de la utilización del modelo de referencia o participa directamente en el grupo de mejora del proceso.
- Recoge los datos para consolidar la base de experiencia de la empresa (datos de estimación, tasa de errores, etc.).
- Implanta experimentos piloto, cuyo resultados servirán para hacer evolucionar o validar el modelo de referencia.

Se ha implantado un sistema de mejora del proceso, similar a los SEPG del SEI, para hacer evolucionar el modelo de referencia. Cada entidad que utiliza el MODAL™ nombra un corresponsal cuyo cometido consiste en transmitir a la jerarquía superior las necesidades y los problemas encontrados en la aplicación del modelo de referencia. Se han organizado grupos de trabajo con estos corresponsales para hacer evolucionar el MODAL™. También se ha organizado un club de usuarios que permite ampliar la propuesta de ideas.

### Los ejes de progreso

Aun queda por hacer algún progreso para dominar perfectamente la complejidad del desarrollo del software. La utilización de modelos de referencia, como MODAL™, es un gran paso. Las empresas pueden ya hacer una base de datos de experiencias que permita afinar sus estimaciones de coste y plazos, lo que no era posible cuando el proceso no estaba definido. Los modelos comunes definidos por el modelo de referencia se van instalando en la mente de las personas y, poco a poco, se convierten en reflejos que mejorarán la productividad colectiva. Es un proceso lento pero esencial.

La utilización de métodos de análisis, como SART [25], LDS [26] y SADT [27], también van a contribuir al mayor dominio colectivo de los proyectos:

- El formalismo de estos métodos está más cerca de la representación mental de los individuos. Permite evitar el carácter bidimensional de la escritura. El carácter esquemático de estos formalismos favorece su compartición por el grupo y la confrontación de diferentes puntos de vista. SART y LDS proponen un formalismo que permite la expresión del comportamiento, cuya descripción es difícil en forma textual. Asociado a una herramienta, el usuario puede navegar fácilmente en el modelo, lo cual facilita la asimilación a su propio modelo mental. Estos métodos proponen procedimientos coherentes de análisis del software.
- Las herramientas de simulación proporcionan un producto virtual ejecutable, con las que se puede verificar si el software es coherente y está completo, y poner a prueba ciertos comportamientos críticos (escenarios de funcionamiento, casos de errores, modos particulares).
- Las herramientas de generación de código de SART ó LDS facilitan las tareas de codificación, y son muy valiosas en las pruebas unitarias.

Como siempre, el punto más delicado está vinculado al factor humano. El mayor progreso a realizar es la gestión de equipos de desarrollo [23, 24].

El desarrollo del software es un proceso creativo en donde cada uno debe poder expresarse libremente. Su complejidad es tal que no todo puede formalizarse a nivel del modelo de referencia. Sólo los diseñadores conocen las necesidades específicas del proyecto y sólo un espíritu de equipo permite controlar las múltiples interacciones posibles. El modelo de referencia ofrece un marco y modelos común que favorece el conocimiento colectivo y la coordinación, pero la transmisión de los problemas hacia la jerarquía superior para hacer converger el proceso de desarrollo del software depende

de la voluntad de los individuos. En todas las organizaciones existen expertos en software. Su know-how debe contribuir y difundirse, tanto a nivel del proyecto como a nivel de construcción del modelo de referencia, lo que no es posible si se interrumpe la comunicación.

### Conclusión

La definición de un modelo de referencia para el proceso de desarrollo del software es una exigencia subrayada por todos los procedimientos de ISO y de SEI. Debe cubrir todas las actividades, prácticas y técnicas empleadas para el desarrollo del software, con objeto de servir de modelo a los diferentes actores del proceso. Con este modelo compartido por todos, se podrá coordinar el trabajo de grupo y, de este modo, converger hacia la resolución del problema.

Este modelo de referencia y la organización empresa identifican y explican las actividades y sus subproductos. Define el marco de desarrollo y la estructura organizativa. La dificultad se encuentra en que un modelo de referencia no se debe contentar con identificar actividades y definir planes para los documentos, sino que debe construir un verdadero conocimiento colectivo. El procedimiento de MODAL está orientado en este sentido.

Los modelos existentes tienen aún ciertas carencias que serán colmadas cuando la organización cambie de nivel de madurez, lo que ya ha sido previsto por el modelo del SEI. Lo importante es continuar con nuestros esfuerzos de aprendizaje para dominar el desarrollo del software.

### Referencias

- 1 Quality management and quality assurance standards - Guidelines for selection and use - ISO 9000, 1987

- 2 Guide to software quality management system construction and certification, Londres: DTI 1992
- 3 Quality systems - Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing - ISO 9001, 1987
- 4 Guide to the application of ISO 9001 to the development, supply and maintenance of software - ISO 9000 - 3, 1991
- 5 DOD, Defense System Software Development, DOD-STD 2167A - DOD 1988
- 6 IEEE, Software Engineering Standards Collection - IEEE 1991
- 7 A method for assessing the software engineering capability for contractors, CMU/SEI - 87 - 186 - TR 23 - Pittsburgh: SEI 1987
- 8 Capability maturity model for software, CMU/SEI - 91 TR 24 - Pittsburgh: SEI 1991: Key practices of the capability maturity model CMU - 91 - TR - 25 - Pittsburgh: SEI 1991
- 9 Baseline Practice Guide, ISO/IEC, JTC1/SC7/WG 10 - SPICE V0.02 Dec 93
- 10 Quality characteristics and guidelines for their use - ISO 9126 1992
- 11 Trillium : Telecom Software Product Development Capability Assessment Model - Bell Canada, BNR, NTL 1992
- 12 Communication of the ACM: revista mensual sobre software, "Inside Risks"
- 13 MODAL<sup>TM</sup> Standard BCI de production du logiciel, ref. BCI 50 005 a F Clamart: Cegelec RED 1990
- 14 J.F. Richard - Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions, París: Armand Colin 1990
- 15 H. Mintzberg - Structure et dynamique des organisations, París: Les éditions d'organisation 1982

- 16 J. de Rosnay - Le macroscope, París, Editions du Seuil 1975
- 17 D. Durand: La systématique, París: Presses Universitaires de France, 1979
- 18 Quality systems - Model for quality assurance in production and installation, ISO 9002 1987
- 19 Quality systems - Model for quality assurance in final inspection and test - ISO 9003 1987
- 20 F. Petit - Introduction à la psychosociologie des organisations, París: Privat 87
- 21 E. Friedberg - Analyse sociologique des organisations. París: Pour l'harmattan 1988
- 22 Watts S. Humphrey - Managing the Software Process - Nueva York: Addison-Wesley 1989
- 23 T. Demarco & T. Lister - Peopleware: Productive projects and teams - Nueva York: Dorset House 1987
- 24 Watts S. Humphrey - Managing for innovation leading technical people - Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall 1987
- 25 D. Hatley and I. Pirbhai - Strategies for real time system specification, Nueva York: Dorset House Publishing 1987
- 26 SDL Methodology guidelines, appendix 1 to CCITT Recommendation Z.100, COMX-R32-F-CCITT 1992
- 27 P. Jaulent - SADT, un langage pour communiquer, París: Eyrolles 1989
- ración de la certificación ISO 9000. En la actualidad, forma parte del grupo de mejora MODAL™. Ha trabajado en el sector del tiempo real, de la telemática y de la aviónica y después ha participado en el proyecto EUREKA TASQUE que define un entorno de trabajo de ingeniería de calidad.

**Philippe Nguyen-Duc** nació en París, Francia, en 1960. Después de haber aprendido informática en los primeros clubes de microinformática, realiza estudios nocturnos en el CNAM, en donde obtiene el diploma en ingeniería software. Ingeniero de calidad en Alcatel CETT, participa en la creación del modelo de referencia de calidad de la empresa en el marco de la prepa-

# Cambios en el proceso de producción de documentación

G. Brooks

Alcatel CIT, Vélizy, Francia

## Introducción

Aunque la documentación del producto es la parte de la ingeniería del producto a la que se dedica la menor atención, los estudios realizados por el cliente indican que la calidad de la documentación ha llegado a ser, durante la última década, un factor diferenciador clave del éxito total de un producto de telecomunicaciones. La mejora de la calidad no sólo debe hacerse en los documentos tradicionales del cliente, que son la descripción del producto y los manuales de mantenimiento, de entrenamiento y de operador, sino que también debe hacerse en la documentación técnica de soporte del producto, que se utiliza en todas las fases del ciclo de vida del desarrollo del producto, desde la definición del producto pasando por las actividades de desarrollo, verificación, producción y fabricación.

¿Porqué la documentación merece una prioridad mayor en una estrategia de proceso de información de una empresa?.

La primera razón es el aumento de la complejidad de los productos junto con la necesidad de suministrar una documentación multilingüe y operativa compatible con las configuraciones hardware y software hechas a medida del cliente. La capacidad de diseñar y desarrollar un producto y de transferir la tecnología de un grupo funcional a otro es un factor clave en la ecuación de eficiencia de una empresa. La documentación es el corazón de un trabajo efectivo en equipo y no, como ocurre frecuentemente, lo adicional.

La segunda razón es la rápida evolución de la tecnología de publicaciones en los últimos cinco años.

En el mundo de la ingeniería, esto empezó con la introducción de los gráficos como medio para capturar el diseño de los productos, y está avanzando rápidamente en el mundo multimedia.

Con frecuencia, se dice que estos avances en la tecnología de publicaciones son demasiados sofisticados, complejos y caros para un ingeniero medio. Esto se puede decir siempre que se introduce cualquier tecnología al estado del arte, por ejemplo las técnicas orientadas a objeto en el desarrollo del software. Sin embargo, continuar con las viejas tecnologías no es una opción. El entrenamiento es esencial. La habilidad en escribir a máquina era rara en los ingenieros en los años setenta. Ahora se espera que los ingenieros que se gradúan tengan básicamente habilidades en interfaces de usuario de teclado y gráficos. El acceso con ordenadores personales a los modernos productos de publicación de documentación lleva a esperar que la misma tecnología esté en el puesto de trabajo.

La tercera razón, que es muy frecuentemente la menos apreciada, es la necesidad que tiene una empresa de sistemas de maximizar la reusabilidad al mínimo coste. La reutilización técnica se puede atribuir al buen anuncio de un producto con documentación completa. El valor de un catálogo de componentes ha sido desde hace mucho tiempo muy bien reconocido en el mundo de la electrónica. La descripción de los componentes, hojas de datos y características de rendimiento se asimilan y comparan rápidamente, por lo que un ingeniero de hardware puede seleccionar los componentes para el diseño de tarjetas impresas ó

la reutilización de una tarjeta de interfaz en un producto PABX. La importancia no es aquí la documentación en si misma sino la *documentación normalizada y estructurada* que contiene la información de ingeniería esperada. La reutilización del software es cada vez más evidente hoy en día en los productos de telecomunicaciones. Tradicionalmente, un producto de estos puede reutilizar una pila de protocolos de un tercero. Actualmente se están integrando interfaces gráficos de usuario, bases de datos y sistemas operativos comerciales.

Estos cambios en la tendencia de las empresas implican también sus retos. En industrias tales como la de las telecomunicaciones, existe la necesidad de mantener la documentación del producto durante largos ciclos de vida, generalmente veinte años, y el 'nivel' de los progresos técnicos invertidos de producto a producto. El seguimiento de los estándares internacionales y la elección de los métodos y herramientas de documentación es por lo tanto crítica para una documentación de larga duración y productiva.

Las ventajas económicas de la reutilización del software (comercial ó exclusivo de Alcatel) requiere de arquitecturas de familias de productos y de productos que soporten módulos enchufables software bien documentados, que se 'producen' como catalogados y previstos en planes. El software no se debe seguir viendo durante más tiempo como una cosa flexible. Los tradicionales equipos de ingeniería software deben evolucionar por su bien hacia un grupo de producción propiamente dicho, con productos y componentes soft-

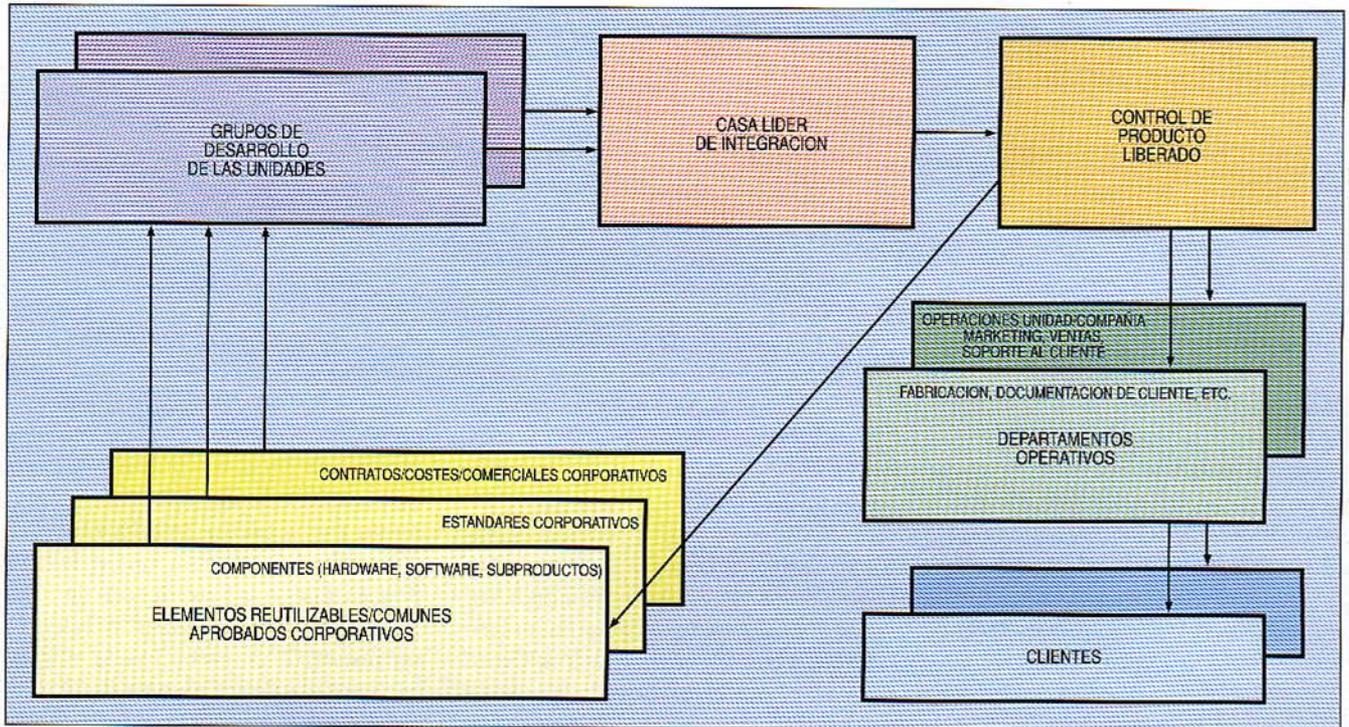


Figura 1 - Flujo de trabajo del PDM

ware de un coste y precio parecido al de los componentes hardware.

Este artículo está enfocado hacia tres proyectos en los que Alcatel se encuentra involucrada. El primero, la gestión de la documentación del producto, se concentra en los aspectos de gestión de la documentación. El segundo hace énfasis en el trabajo más detallado empleado en el desarrollo de la tecnología Standardized Generalized Mark-up Language (SGML) y su aplicación en Alcatel en la documentación técnica y del cliente. El tercer proyecto está dirigido hacia los requerimientos futuros de la documentación del cliente y el proceso previsto para localización y documentación del cliente entre empresas. Finalmente, el artículo intenta integrar los resultados de los trabajos hechos hasta la fecha y así mostrar hasta que punto Alcatel se encuentra bien posicionada para responder a las crecientes demandas de los clientes. Una de ellas es el soporte de las normas CALS (antes llamadas Computer Aided Logistics Support, y ahora rebautizadas como Computer Aided Lifecycle Support).

### Gestión de la documentación del producto

En 1991, Alcatel arrancó un proyecto llamado PDM (Product Documentation Management). Un requerimiento inicial fue que se debía ser capaz de intercambiar un producto diseñado en una empresa Alcatel y fabricado en otra. Los objetivos de este proyecto eran triples. Primero, introducir métodos y organizaciones comunes para lograr una transferencia más fácil de las entregas del producto desde una fase del ciclo de vida del producto a otra. Segundo, coordinar el flujo de información eliminando los procesos redundantes y los desarrollos duplicados, y tercero, mejorar la infraestructura de la tecnología de la información (IT) de control, archivo y distribución de datos técnicos del producto.

Se hizo evidente que para alcanzar esto era necesario definir un conjunto de interfaces abiertos entre los centros de ingeniería de Alcatel y los departamentos operativos de la empresa, es decir lugares de fabrica-

ción, departamentos comerciales y centros de entrenamiento.

En cualquier proyecto de esta naturaleza es importante al comienzo definir y acordar una arquitectura objetivo común, dentro de la cual se pueden encajar y adaptar en un período de tiempo los diferentes flujos locales de trabajo. Esto permite la suficiente libertad para migraciones locales tácticas al tiempo que se eliminan progresivamente los problemas de interoperación creados al introducir la nueva tecnología en los existentes sistemas IT tradicionales.

La arquitectura funcional de la **Figura 1** muestra cinco áreas principales de flujo de trabajo y proceso de información. La información en forma de documentación electrónica fluye entre estas áreas funcionales principales. Los sistemas de datos corporativos de la esquina inferior izquierda contienen datos comunes que se utilizan por el desarrollo del producto, por ejemplo, los componentes utilizados en el desarrollo hardware.

Cada centro de ingeniería tiene uno ó más departamentos de des-

arrollo que incluyen, entre otros, grupos de sistemas, de desarrollo software y de desarrollo de la documentación del cliente.

En el contexto del desarrollo e integración del producto en un entorno multiunidad el diagrama muestra que los documentos electrónicos (p. ej., las especificaciones de ingeniería) se repiten entre los grupos como ayuda a un desarrollo en paralelo y se liberan electrónicamente al grupo líder de integración del producto, particularmente necesario en el caso del software (el hardware se libera física-

mente para su integración) y en la revisión de la documentación de alto nivel del producto. Esto se muestra en caja superior central.

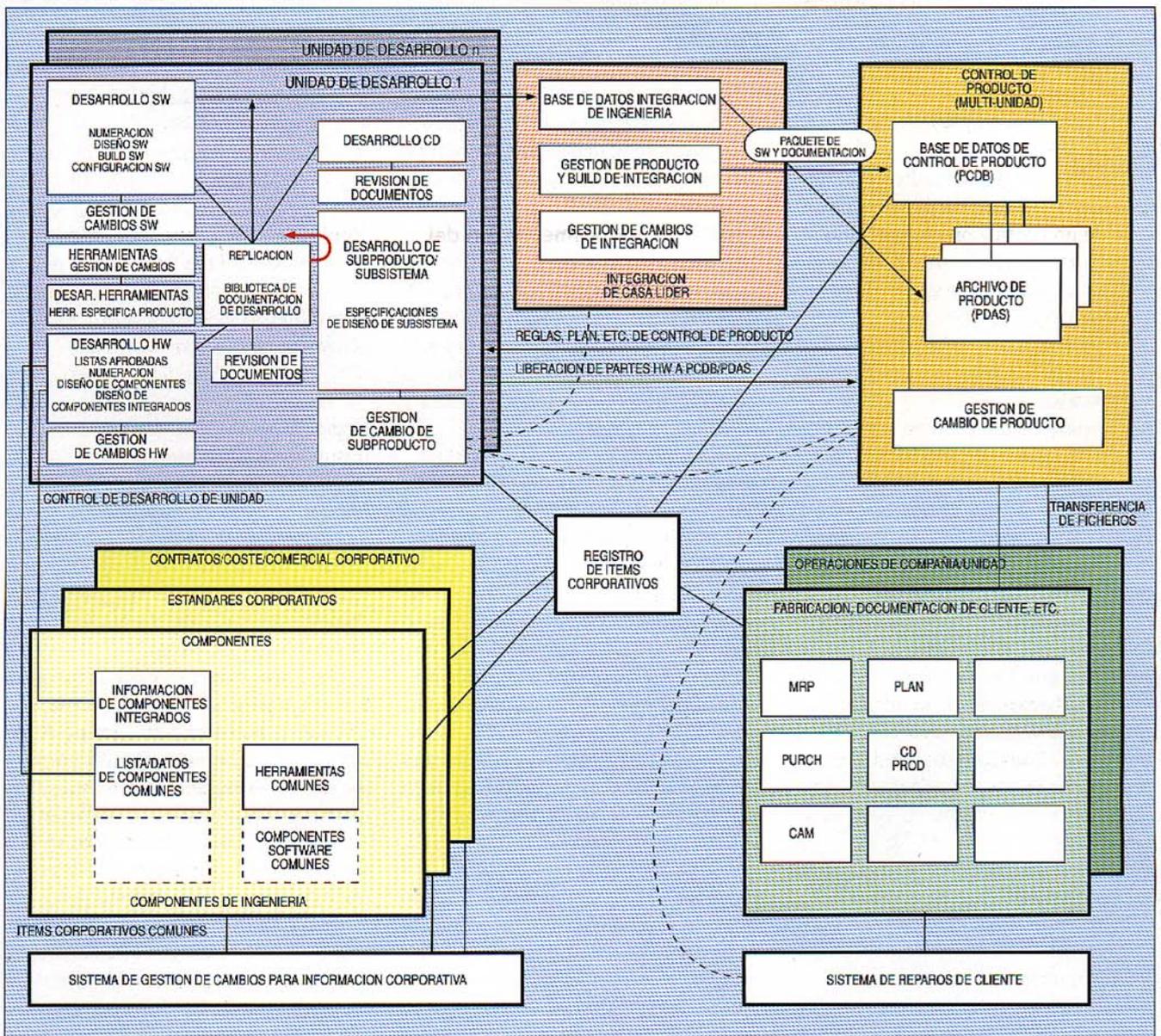
El centro de control de producto en la caja superior derecha representa el interfaz formal normalizado entre los centros de ingeniería y los grupos operativos. Esta caja es el núcleo del proyecto PDM. La documentación del producto en una estructura consistente y de acuerdo con los formatos estándar se libera al centro de control del producto después de la liberación oficial por la casa líder.

Finalmente, la caja inferior derecha representa los grupos operativos, comerciales, de fabricación, de documentación del cliente, etc. Estos grupos funcionales suministran el interfaz con el cliente, entregando el producto a los requerimientos contractuales del cliente.

**Bloque funcional arquitectural**

Aunque la arquitectura funcional se puede implantar de diferentes formas, los bloques funcionales centrales aseguran que, para cualquier tipo particu-

Figura 2 - Arquitectura funcional del PDM



Documento	Tipo de documento	Formato	PB	PBA
Indice	AA	Alcatel DIF	SI	SI
Partes	HA	Alcatel DIF	NO	SI
Descripción del Procedimiento	DS	TEXT	SI	SI
Diseño general de la placa	HC	HPGL	SI	SI
Perforado	NA	EXCELLON	SI	NO
Docica (Cableado)	NP	TEXT	NO	SI
Modelo de diseño	NR	GERBER	SI	NO
Soldadura	NS	GERBER	NO	SI
Perfilado	NZ	EXCELLON	SI	NO

\* Docica: Dossier Circuit Imprimé câblé

Tabla 1 - Conjunto de documentación ACIF

lar de información, hay siempre:

- medios de referenciar y controlar la propiedad y localización de la información
- medios de gestionar la configuración y estructura de la información
- medios de almacenar ó de archivar los datos ó ficheros de información
- medios de gestionar los cambios (técnicos) y hasta hoy de la información
- medios de intercambio electrónico de información.

Cada una de las cinco áreas de la Figura 1 se ha expandido para mostrar estos bloques funcionales en la arquitectura funcional de la Figura 2. En el caso del centro de control de producto los bloques funcionales se han normalizado con los elementos específicos de la tecnología de la información (IT) llamados base de datos de control del producto (PCDB), sistema de archivo de la documentación del producto (PDAS), sistema de gestión de cambio del producto (PCMS) y facilidad de intercambio de documentación del producto (PDE).

#### Principios de la arquitectura

*Principio 1:* Todos los elementos deben tener una única identidad,

requiriendo un procedimiento de registro centralizado

*Principio 2:* La entrega y transporte del producto depende de las configuraciones calificadas del producto. Se centraliza en base al producto

*Principio 3:* Los componentes del producto se obtienen de suministradores de componentes no centralizados, sean internos ó externos a la empresa. Por esta razón, los archivos de componentes se descentralizan y se unen por la red

*Principio 4:* Las especificaciones del producto en las instalaciones del suministrador deben ser accesibles a cualquier persona relacionada con el producto para tener una comunicación eficiente de las necesidades, lo que implica la necesidad de una biblioteca de especificaciones de desarrollo del producto no centralizada

*Principio 5:* El grupo de integración de la casa líder es responsable de la integridad de la configuración final del producto

*Principio 6:* Para soportar la integración de productos de telecomunicaciones complejos que afectan a una serie de importantes subproductos, el sistema de gestión de cambios debe ser capaz de pasar las peticiones de

cambio de un suministrador a otro y de sincronizar los múltiples impactos.

#### Facilidades de migración de arquitectura a largo plazo

*Migración 1:* La arquitectura de las bases de datos corporativas que controlan información compartida o reutilizable convergerá hacia la de los sistemas de control del producto. En otras palabras, los datos corporativos se tratarán como un producto reutilizable. Mientras que los tipos de documentación necesarios se dirigirán por el plan de control del producto, en principio no hay diferencia entre el tratamiento de los componentes reutilizables, el software común, los estándares y herramientas comunes por un lado y de los productos Alcatel por otro.

*Migración 2:* La arquitectura de las bases de datos de la casa líder que controla los datos de integración es la misma que la que tienen los centros de control del producto y podrán converger con el aumento del rendimiento de la plataforma de IT subyacente.

#### Implantación del PDM

Actualmente hay dos proyectos que utilizan la arquitectura PDM en fase de implantación e introducción. Uno concierne a la documentación del cliente, el cual se discutirá en detalle en una sección posterior, y el otro a la transferencia de documentación de tarjetas impresas (PB) y de ensamblaje de tarjetas impresas (PBA), que se conoce como proyecto ACIF (interfaz CAD/CAM de Alcatel). En el proyecto ACIF, el conjunto de documentación se ha normalizado en términos de un conjunto de tipos de documentos que controlan el formato y el contenido de la información. La Tabla 1 lo resume.

En el momento de la entrega de PB y PBA para fabricación, se liberan en primer lugar al PDAS del centro de desarrollo local los dos conjuntos de documentos y después se registran

en el PCDB entregando la hoja índice en formato DIF (formato de intercambio digital) utilizando PDE. Las modificaciones hechas desde la liberación anterior se referencian en el PCDB con la correspondiente nota de cambio de ingeniería, CN.

Se espera que se introduzca un método similar para normalizar la estructura de la documentación que describe los componentes software y permitir la entrega del software desde un CASE (entorno de programación asistida por ordenador) a otro.

### Introducción de la tecnología SGML

En 1988, Alcatel comenzó la transición desde una documentación basada en papel a una documentación electrónica. Hasta esa fecha los documentos de sólo texto podían ser procesados electrónicamente pero se tenían que utilizar técnicas especiales para la inclusión de gráficos e imágenes. Se desarrolló de acuerdo a las reglas de presentación y de composición de Alcatel un editor de documentación técnica, primero llamado TPSA (sistema Alcatel de publicación técnica) y posteriormente ALICE (editor integrado de documentos compuestos de Alcatel). Este editor contempla la necesidad de integrar texto y gráficos, y se utiliza para la documentación del software, introduciendo métodos y herramientas gráficas de diseño software, para la documentación de la especificación del sistema y del hardware.

En 1990, ALICE se convirtió en el producto corporativo de documentación en UNIX preferido, al tiempo que dos importantes procesadores de texto en entornos PC emergían como estándares de-facto en plataformas MS-DOS para proceso de textos en las oficinas. Esto no resolvía el problema pero reducía considerablemente los problemas de interoperación. Mientras que ALICE podía soportar la necesidad de imponer una estructura en los documentos técnicos, como había sido el caso en la década ante-

rior con los productos basados en GML/DCF y procesador central, esto no era fácil de hacer en el mundo de los PC.

Para resolver los problemas de interoperación Alcatel seleccionó el emergente estándar SGML ó ISO 9069. SGML ofrece dos ventajas importantes, primero suministra un interfaz abierto entre sistemas comerciales de tratamiento de textos. Y en segundo lugar, pero de mayor importancia, suministra una estructura para definir e imponer el contenido de la información de un tipo dado de documento. El trabajo empezó en 1992 con la definición de una estructura genérica de documentos de Alcatel. En terminología SGML, esto se llama DTD ó definición de tipo de documento. A partir del DTD genérico se pueden definir DTD específicos, los cuales refinarán el contenido de la información de un tipo particular de documento. Un borrador inicial del DTD genérico se liberó a principios de 1993, junto a un editor SGML prototipo correspondiente, utilizando la tecnología SGML de Interleaf.

Este trabajo proporcionó una base sólida para el proceso de normalización en Alcatel y una plataforma para el desarrollo de la aplicación SGML. El estándar Alcatel se aprobó a finales de 1993 y se basó en dos aplicaciones que están en desarrollo: una para la documentación de cliente, ACDS (sistema de documentación de cliente de Alcatel), y otra para la evolución del editor de documentación técnica, ALICE. Cada una impone una estructura, composición y presentación de documentos estándar.

Los mecanismos gramaticales inherentes del DTD SGML sirven para imponer las reglas de documentación acordadas y, por tanto, para mejorar la calidad del documento resultante.

Además, de acuerdo con los estándares IT de Alcatel, se están utilizando para intercambiar gráficos los formatos TIFF (grupo 4 de UIT-T) y CGM (ISO 8632). Actualmente, el CGM aún está emergiendo como estándar industrial, y por tanto no

todas las aplicaciones disponibles, especialmente aquellas del mundo de los PC gráficos, soportan el estándar CGM completo. Tanto CGM como TIFF permiten transferir gráficos y su consiguiente modificación en el nuevo entorno. La ventaja del formato CGM es que es más compacto, tiene un mayor rendimiento y es más adecuado para el manejo geométrico de gráficos. Sin embargo el TIFF es más adecuado para imágenes y fotografías.

### El proceso de documentación del cliente

Una revisión del proceso de desarrollo de la documentación del cliente da una excelente demostración de los cambios en el entorno de documentación a mediados de los años 90. En los años 80 muchas de las orientaciones de las empresas para la documentación electrónica surgían de la propia organización. Con la continua presión para reducir el tiempo de entrega al cliente, esta viene cada vez más de lado del cliente. Además en los años 80 tecnologías tales como el CD-ROM no estaban ni probadas ni normalizadas. La distribución de documentación mediante CD-ROM, promovida por los fabricantes de ordenadores, será la norma en la telecomunicaciones. Actualmente la tecnología está en desarrollo, con la mirada puesta en su industrialización.

La **Figura 3** muestra el flujo de trabajo desde una documentación técnica preparada en la mesa de trabajo de ingeniería hasta la entrega al cliente en una de las diferentes maneras. El proceso sigue los principios de la arquitectura PDM anteriormente descrita. Ingeniería libera los documentos de acuerdo a la especificación genérica DTD del SGML de Alcatel. Están disponibles para los equipos de documentación del cliente en el archivo PDAS y registrados en el PCDB. Dependiendo de la documentación del cliente la información de ingeniería se puede transferir ó reelaborar para producir:

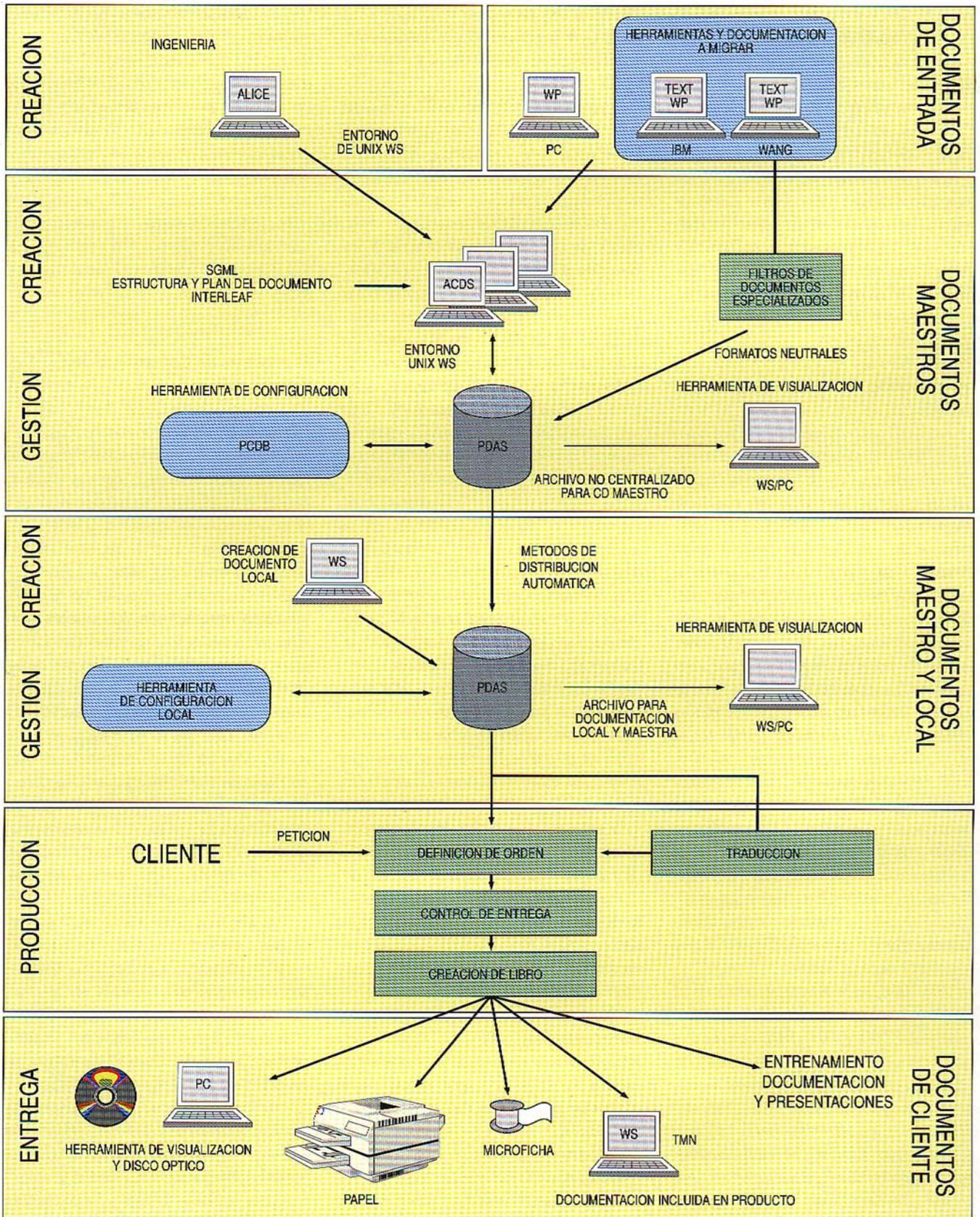


Figura 3 - Escenario para la documentación digital del cliente

- el manual de administración y operación
- el manual de mantenimiento
- la descripción del producto
- el manual de entrenamiento.

El almacén de documentos no centralizado ayuda a asegurar la consistencia y compatibilidad de la información contenida en estos manuales.

En este punto se puede hacer la siguiente pregunta: ¿es la documentación otra forma de software?

La frontera entre software como documentación y documentación como software es cada vez más confusa. La fase 2 de CALS, que se verá en la siguiente sección, se dirige hacia módulos de documentación reutilizables como medio para reducir los costes de desarrollos de documentos. Se puede imaginar mejor esta reutilización cuando se integran variantes de productos y subproductos de telecomunicaciones ó cuando la documentación de interfaz de usuario del producto se encuentra en el manual de entrenamiento, en el manual de operación ó en el propio producto. Esta por sí mismo tiene la documentación en una 'cáscara de nuez'. La documentación será en línea y totalmente integrada en el producto. Ya no habrá la posibilidad de dejar la documentación para el final del proceso de desarrollo. Los módulos de los documentos se tienen que especificar y diseñar en las etapas de diseño de alto nivel del ciclo de vida del producto.

A nivel de localización, el proceso de documentación del cliente es cada vez más y más complejo.

En primer lugar, la traducción. Hoy, las empresas están limitadas por el volumen de traducciones que pueden realizar a causa de las restricciones financieras y de mano de obra. Herramientas de traducción asistida por ordenador (CAT) han estado disponibles para los especialistas desde hace años. No obstante, los productos más recientes prometen ofrecer una funcionalidad CAT interactiva en la propia mesa de trabajo. Alcatel está ahora probando productos CAT que utilizan inteli-

gencia artificial como asistencia al aprendizaje de la traducción automática, dando lugar a una mejor calidad en un ciclo de re-traducción y de revisión de documentos. Un entorno de trabajo típico CAT debería tener un diccionario de terminología Alcatel, una gramática, verificadores de estilo y de ortografía, diccionarios de lenguaje específicos (p. ej., español/inglés), optimizadores y filtros de procesadores de texto. Todas las funciones se integran mediante un interfaz de usuario común.

En segundo lugar, la tecnología de visualización. Actualmente no hay estándares de tecnología de visualización. Alcatel ha experimentado, desde 1986, con varias tecnologías de visualización y comercialmente ha enviado documentación electrónica en CD-ROM de algunos productos Alcatel específicos. En 1992 Alcatel seleccionó un producto de visualización comercial como estándar corporativo de visualización electrónica. Para demostrar esta nueva tecnología, los estándares Alcatel se distribuirán internamente cada mes, a partir de mediados de 1994, en tecnología CD-ROM. Este CD-ROM también tendrá una copia del software de visualización para acceso inmediato por el usuario. Se utiliza la tecnología hipertexto para "navegar" por el conjunto de documentos, que puede contener más de dos mil documentos en un único disco compacto.

Esto representa el comienzo de una transformación en la cual se accederá a los documentos electrónicos. Paso a paso el proceso de visualización de documentos, como si estuviese obligado por su composición sobre el papel, desaparecerá, pero no inmediatamente. La información contenida en el documento será cada vez más categorizada por el tipo de usuario y accesible, por tanto, desde diferentes vistas. La estructura del SGML jugará un importante papel, seguido por el conocimiento de que cada tipo específico de documento electrónico tiene arquitecturas y subestructuras que necesitan ser diseñadas y construidas de la misma

forma que el software. Los módulos de documentos se controlarán y configurarán mediante una base de datos de reutilización. El punto de vista del usuario en tales documentos electrónicos se llama en CALS, ACTM (manual técnico de conceptos avanzados), mientras que para el diseñador se llama IETM (manual técnico electrónico integrado).

### Método Alcatel frente al método CALS

#### ¿Qué es CALS?

El CALS es un conjunto de estándares establecidos por el Departamento de Defensa de Estados Unidos para permitir y acelerar la integración de información técnica digital en la adquisición, diseño, fabricación y soporte de armamento, mejorar la productividad y pasar la documentación en papel a documentación electrónica. Es una de las diferentes iniciativas americanas, las cuales han fragmentado en alguna forma la orientación seguida por Estados Unidos con la documentación, y que está teniendo un gran atractivo en Europa con el soporte de la CEE.

En el ciclo de vida de la tecnología de documentación, la etapa 1 es un proceso basado totalmente en el papel, la etapa 2 es una solución basada en electrónica comercial en la cual los manuales técnicos se desarrollan y mantienen en el entorno del suministrador en formato electrónico y al cliente se le entregan los documentos en papel. Alcatel se encuentra en esta etapa y ha pasado por varias generaciones de soluciones comerciales.

En la etapa 3 que se corresponde con la fase 1 del CALS, los manuales técnicos se generan utilizando una codificación estándar de acuerdo con, por ejemplo, las recomendaciones de la fase 1 del CALS. La entrega es todavía, en su mayoría, en papel. No obstante, algunos documentos ya se pueden entregar al cliente en formato electrónico. Esta fase es una de las que tiene como objetivo la

Estándar	Se aplica a
Standardized Generalized Markup Language (SMGL)	Texto y estructura general del documento
Computer Graphic Metafile (CGM)	Dibujos técnicos
Grupo 3 y 4 del UIT-T	Imágenes

Tabla 2 - Estándares de la fase 1 de CALS

reducción de los costes de operación del suministrador.

En la etapa 4, fase 2 del CALS (IETM), la información técnica se genera y entrega en forma de base de datos a partir de la cual se pueden derivar diferentes vistas de usuario. Las ventajas aquí vienen de un uso más eficaz de la información y requiere modelar la información antes de su automatización. Esta fase es de alguna forma la norma con la cual están apareciendo en el mercado los primeros productos IETM. También soporta elementos de datos multimedia (voz y video).

En la etapa 5, fase 3 del CALS (ACTM), la información es totalmente electrónica y se accede de forma dinámica por el usuario en respuesta a los cambios que ocurren 'en el sitio', por ejemplo diagnósticos y reparación de fallos.

Se ha mostrado en la primera parte de este artículo que Alcatel está estratégicamente en línea con la fase 1 de CALS, que recomienda los estándares de la **Tabla 2**. Se han hecho ó se están haciendo actualmente ampliaciones de estos estándares y en particular se está siguiendo muy de cerca el trabajo en DSSSL (Document Style Semantics and Specification Language) como medio de simplificar el desarrollo de aplicaciones como ALICE y ACDS y tratar los aspectos estructurales del documento independientemente de la presentación y composición final.

### ¿Porqué Alcatel está interesada en CALS?

Una parte de la gama de productos Alcatel se desarrolla para clientes de

las industrias militar y espacial, que están debatiendo lo que les puede proporcionar el CALS.

No obstante, en la mayor parte de negocios de telecomunicaciones de Alcatel, el interés en el CALS es como con cualquier otro estándar industrial emergente, de los que Alcatel selecciona las partes que le son beneficiosas para su propia operación, si no se piden específicamente por un cliente.

Alcatel continuará evaluando los estándares que emerjan de CALS. No obstante, por los requerimientos para el soporte de la localización de documentación electrónica en un entorno multinacional según las necesidades de entrega del cliente, de visualización y de traducción, es importante que Alcatel tenga en cuenta la flexibilidad para organizar internamente su IT y sus herramientas de soporte de documentación. CALS no debería imponer excesivas restricciones que impacten en la capacidad de Alcatel para migrar su infraestructura de soporte ó dejar de mantener su documentación durante los prolongados ciclos de vida requeridos en la industria de las telecomunicaciones.

### Conclusión

El proceso de documentación está evolucionando cada vez más por el camino del proceso de ingeniería de software con el SGML, un catalizador clave de la modularización de documentos. La gestión está siempre presente. La documentación del cliente debería incluirse en la fase de

diseño del producto. Se estructuraría en el plan de control de producto a nivel de producto. Las inconsistencias, que aparecen inevitablemente en la configuración manual de los interfaces hombre máquina al estado del arte del producto, se eliminarían automáticamente generando la documentación operativa del producto al tiempo que los manuales.

Los estándares de documentación serán cada vez más dirigidos por el cliente según se vaya haciendo realidad la distribución automática de documentos. Estos estándares serían los estándares de interfaz en vez de las restricciones impuestas en una infraestructura de la IT del suministrador.

Si en el pasado la documentación era algo adicional, está claro que ahora está emergiendo como un proceso de ingeniería quizás no tan importante como el hardware y software en la venta de un producto, pero algo que no se debe olvidar.

**Gary Brooks** se graduó en la Universidad de Londres con un first class honours degree en Matemáticas en 1973. Empezó a trabajar en GEC Marconi como ingeniero de investigación. En este período obtuvo el grado de master en telecomunicaciones en 1998 en la Universidad de Essex. Trabajando en muchos diseños de producto progresó en su carrera en el diseño de sistemas militares y de comunicaciones y en el diseño de software en tiempo real. Dejó su puesto de jefe responsable del departamento de software de productos de sistemas submarinos para entrar en centro de soporte de ingeniería de ITT en 1984, donde fue responsable de la cadena de herramientas A1000-S12, que incluía la tecnología de estaciones de trabajo de A1000-S12. Después de la fusión con Alcatel en 1987 continuó con su trabajo en Alcatel Bell que le llevó a la selección y primera introducción de las herramientas de documentación compuesta. En 1990 fue nombrado responsable de la cadena de herramientas de infraestructura soporte al producto de banda ancha en el grupo de conmutación pública en Bruselas. En 1992, entró en Alcatel CIT donde es actualmente responsable de una serie de proyectos relacionados con la infraestructura común de Alcatel que incluye la documentación.

# ¿Arte ó ciencia? Evolución de la ingeniería del software

**Jon Collins**

Alcatel CIT, Le Pecq, Francia

## La explosión del software

El concepto de software existe desde que existen procedimientos que automatizar. Podemos retrotraernos a la época del sistema censal de tarjetas perforadas de Herman Hollerith o a la máquina de diferencias de Charles Babbage. Las listas de instrucciones, o "programas", en forma de tarjetas perforadas, puede decirse que se remontan a la época de los telares de Jacquard (programados por Ada Lovelace, hija de Lord Byron, quien dio el nombre al lenguaje de programación Ada). El software guía al hardware: los programas software posibilitan que funcione el hardware.

El siglo veinte puede verse como una revolución tecnológica sin precedentes. El coche, el teléfono, el radio, el ordenador y el satélite han sido inventados sin apenas una pausa para respirar. Y no hay signos de que este ritmo disminuya: lo infinitamente pequeño se convierte en pequeño, y lo que ayer era imposible de hacer hoy es imposible de hacerlo sin él. Hay una necesidad básica que no ha cambiado: para conseguir toda estas máquinas modernas hay que escribir y programar procedimientos. La revolución tecnológica no ha descartado la necesidad del software. Sin embargo, el incremento de la complejidad del hardware ha obligado a desarrollar paquetes software aún más elaborados.

Más recientemente, un tipo específico de máquina, el ordenador, ha evolucionado desde su objetivo inicial de ejecutar programas software. Dichos programas comenzaron a existir por sí mismos independientemente del hardware: las empresas

empezaron a producir solo software y nació una nueva industria. Se han definido y se siguen definiendo técnicas especializadas para desarrollar software. Para asegurar que se presta una atención necesaria a estos mecanismos, se ha desarrollado una nueva disciplina denominada ingeniería del software la cual define un marco firme basado en principios de ingeniería.

Los pioneros de la revolución hardware están encontrando repetidamente que el software juega un papel mucho más importante en sus productos. El software no es un aspecto secundario; es tan importante como el hardware sobre el que funciona. Los paquetes de software dejan de ser instrucciones firmware grabadas sobre EPROM, convirtiéndose en sistemas gráficos basados en estaciones de trabajo que suponen muchas personas-año de esfuerzo de desarrollo. Así, los mismos principios de ingeniería software usados por la industria del software se están haciendo necesarios para los fabricantes de hardware.

Según las compañías de hardware comienzan a producir software a gran escala corren el riesgo de cometer errores ya cometidos anteriormente. A este peligro se añade el aun estado inmaduro de la "prueba y error" del software. La comprensión de conceptos fundamentales de software mejora, los desarrollos del mismo se hacen más disciplinados y las técnicas empleadas se definen y se usan de una mejor manera conforme se va evolucionando hacia una verdadera disciplina de ingeniería. Pero todavía no lo es.

Quizás las compañías de software ya establecidas están muy cerca

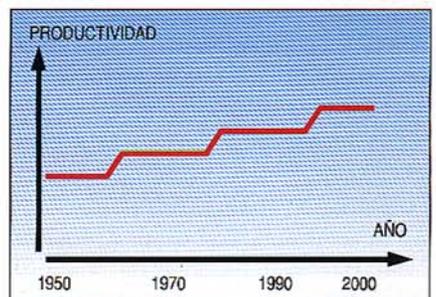
de ello. Dándose cuenta de los progresos que se han hecho y, para evitar sus errores, las compañías de hardware deberían unirse sin pérdida de tiempo.

## ¿Software de ingeniería?

Así como los productos software han crecido en complejidad, también lo han hecho las técnicas y procedimientos usados para desarrollarlos. El término "ingeniería del software" se acuñó para sugerir un método de disciplina necesario para controlar las numerosas actividades involucradas. Se están haciendo progresos, caracterizados en los repetidos saltos que en la productividad de la ingeniería del software se han realizado en los últimos treinta años (**Figura 1**). Los dos primeros se debieron a la llegada de los lenguajes de alto nivel en los años 50 y de la programación estructurada en los 70. El tercero, en los 90, se puede atribuir a la preimplantación de una mayor verificación formal.

Pero, ¿El software que producimos es realmente un proceso de ingeniería? ¿Podemos justificar este uso del término o es un espejismo?.

**Figura 1 - Productividad del desarrollo software**



Quizás podamos contestar a estas preguntas si analizamos la propia definición de "ingeniería".

La Ingeniería se ha definido como "el arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas sus determinaciones".

En otras palabras, la ingeniería establece un medio para crear algo útil basado en *sólidos principios científicos*. ¿Podemos aplicar esta definición a la producción del software? Ello implica:

1. La creación de un software que reúna los requisitos de:
  - idoneidad del resultado, es decir como el software cumple apropiadamente los requisitos acordados entre el usuario y el analista
  - evolución y mantenimiento, la capacidad de los paquetes software de estar actualizados sin implicar una carga de soporte creciente
  - estar a tiempo, ya que un producto tardío puede ser un producto obsoleto
  - elegancia de la solución. El producto debe ser elegante y agradable de usar
2. Un proceso de desarrollo que:
  - esté basado en principios científicos y matemáticos probados
  - use técnicas formalmente definidas y comúnmente entendidas
  - posibilite la demostración matemática de la salida de cualquier actividad.

Si todo lo anterior fuera verdad podríamos usar con total seguridad el término de "ingeniería del software". Esto *parece* factible, pero sabemos que no es verdad. Virtualmente, cada libro denominado de ingeniería del software comienza comentando con júbilo ejemplos de proyectos a gran escala que han fallado. Y la tan comentada "crisis del software" no ha llegado aún, como nos recuerda DeMarco en el primer capítulo de su libro "Peopleware" [1]: "en algún

lugar y en este instante un proyecto está fallando".

Entonces, ¿Qué está mal?; según "Peopleware" todo se debe a que no se trata a los diseñadores con respeto. Brown en el libro "Software Engineering Environments" [2] presupone que una herramienta totalmente integrada solucionaría muchos de los problemas. Conger [3] explica que se debería primeramente definir la metodología con propiedad para después seguirla. La respuesta es que todo esto está bien al menos parcialmente. Existe una serie de técnicas y principios para el desarrollo software que tratan aspectos humanos, de entorno y de calidad. No son estos principios los que fallan; es mas probable que sea su aplicación la que falle. Baber [4] dice "por su naturaleza inherente, el desarrollo software es una disciplina de ingeniería, pero actualmente no se practica como tal".

¿Por qué son tan difíciles de aplicar estas técnicas? Las razones pueden estar relacionadas con la inexperiencia en todo el dominio del desarrollo software.

### Los obstáculos

Existen varias buenas razones por las cuales fallamos al aplicar los principios de la ingeniería software. Brown lista los siguientes problemas:

- complejidad, tanto del producto como de los procesos de desarrollo
- dificultad para establecer los requisitos
- (supuesta) variabilidad del software
- invisibilidad o intangibilidad
- desarrollo de una teoría para el dominio del problema

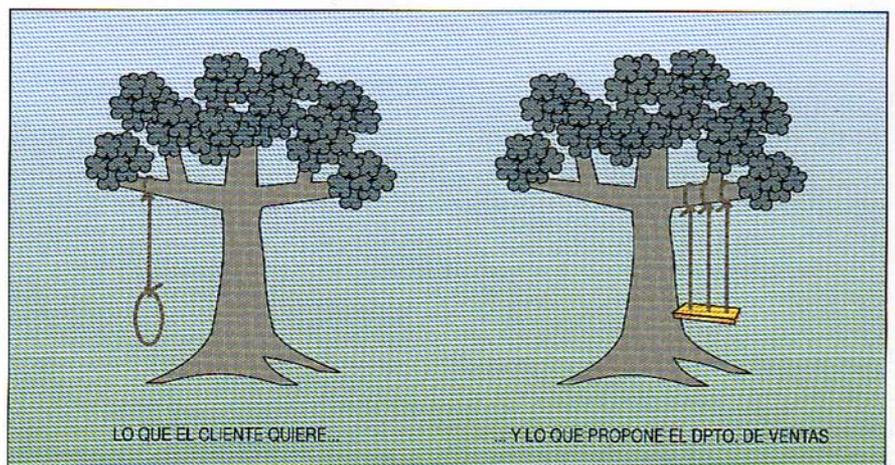
A continuación se desarrollan estos aspectos

### Complejidad

*Requisitos de la aplicación:* La naturaleza compleja de las aplicaciones software proviene del hecho que lo que queremos hacer con el software es bastante más difícil de lo que intentaríamos hacer sin él. En general, los productos más deseados son aquellos que hacen cosas que de otra manera no serían posibles.

*Actividades de desarrollo:* El desarrollo software produce la interacción de una serie de actividades de diseño e implantación, cada una de las cuales verá a la aplicación de una forma diferente. Por ejemplo, la descomposición de un sistema se puede hacer según su arquitectura, funciones o procesos. El diseño debe garantizar la coherencia entre los diferentes tipos de descomposición: este requisito se hace más difícil según crece la aplicación en tamaño.

Figura 2 - Establecimiento de requisitos



**Interfaz del producto:** Un requisito añadido es que dos aplicaciones que trabajan juntas implican una mayor complejidad. Este es un problema especial para los fabricantes de hardware que no sólo tienen que asegurar la correcta comunicación entre los diferentes módulos software sino que también tienen que asegurarla entre el software y los dispositivos hardware.

**Complejidad organizativa:** El desarrollo conjunto de software y hardware incrementa la coordinación necesaria entre los diferentes grupos de desarrollo o incluso entre diferentes compañías, cada una ellas con su propia visión del campo de aplicación.

#### **Dificultad para establecer los requisitos**

Para desarrollar un paquete el suministrador debe primero identificar las necesidades de sus clientes. Esto es muy difícil debido a los problemas que tiene el analista para comprender totalmente o el entorno del cliente o lo que le está diciendo. Todavía peor, hay bastantes posibilidades de que el cliente realmente no sepa exactamente lo que quiere (**Figura 2**).

#### **Variabilidad del software**

Todos hemos cometido, al menos una vez, el error de pensar que el software es fácil de modificar. La aparente simplicidad para cambiar el software, añadir funciones, hacer "parches" es innegable. Todos sabemos que es fatal pensar así del software. Pero aún lo hacemos.

Un problema indirecto es que, al comienzo de un proyecto software, se pueden omitir ciertos atributos (las prestaciones, por ejemplo) con la intención de añadirlos 'una vez que lo tengamos trabajando'. Similarmente, el cliente presta a menudo menos atención de la necesaria a la definición de los requisitos, pensado que puede solicitar una modificación posterior. El coste de tales cambios

aumenta fuertemente dependiendo de que atrás hay que remontarse en el ciclo de diseño para efectuarlos.

#### **Invisibilidad**

La intangibilidad del software está unida a la inmadurez de este campo y a nuestra falta de experiencia. Esto hace duro comprender los pasos a tomar. Todavía pensamos en la programación cuando pensamos en el software cuando en realidad no es más que una tercera parte del esfuerzo del desarrollo total.

Esta intangibilidad puede causar que un programa se parezca mucho a otro. El riesgo aquí es que, por ejemplo, el prototipo de una aplicación se use como un producto real. Las diferencias entre un prototipo hecho de cualquier manera y un paquete hecho según la ingeniería del software se hacen evidentes cuando se necesitan modificaciones posteriores.

#### **Desarrollo de una teoría para el dominio del problema**

Se requieren a menudo sistemas de computadores para modelar las situaciones en las cuales se van a usar. Tales situaciones pueden ser así mismo complejas y no desarrollables, siendo difícil analizarlas. Un análisis defectuoso del dominio del problema nos conducirá a un incompleto o incorrecto conjunto de requisitos; la implantación resultante solo cubrirá una parte de lo realmente necesario.

#### **Síntomas de inmadurez**

Cada uno de los problemas anteriores se puede asociar o la falta de madurez en este campo o a la falta de entendimiento de los dominios del problema en los cuales se aplica el software. Y estos problemas no tienen fácil solución, unidos como están a nuestra acumulación progresiva de conocimiento. Además, cuando introducimos nuevos dominios de problemas que requieren del software, por ejem-

plo la gestión de redes, nos encontramos con problemas no tratados que requieren nuevos métodos de análisis. El proceso evolutivo continua.

Así, con todas estas dificultades, no es sorprendente que cometamos errores. Los errores más comunes son:

**Reinvención:** Es un error frecuente empezar desde cero sin aprovechar el trabajo probado del pasado. Es difícil saber lo que se ha hecho ya y lo que es nuevo, especialmente cuando problemas diferentes se presentan en nuevas formas. Esto se presenta cuando personas expertas se marchan de una compañía y su trabajo se debe repetir. A menudo el error de la reinvención se hace expresamente cuando los individuos no confían o no entienden el progreso de los otros: a nivel de empresa se refiere como el principio NIH ("Not Invented Here").

**Juicio erróneo:** Es el arte de aplicar la solución equivocada a un problema, o por falta de entendimiento o por falta de competencia. Por ejemplo, usar una base de datos cuando sólo se deberían emplear simples ficheros, o aplicar técnicas no orientadas a objetos a un problema particularmente orientado a objetos. Recuerde el dicho: un programador verdadero puede escribir FORTRAN en cualquier lenguaje.

Para prevenir este tipo de error fatal, debe aplicarse un método más formal a todo el proceso de desarrollo. De esta forma, las decisiones de cada etapa se pueden probar y verificar. Afortunadamente para los diseñadores, existen una serie de definiciones y estándares, como el estándar IEEE para procesos de desarrollo software, que se describirá a continuación.

#### **El proceso de desarrollo del software**

Desarrollar software no es una tarea fácil. El recién llegado a la industria

AÑO	TECNOLOGÍAS APLICADAS	IMPLANTACION	RESULTADOS
1980	VERIFICACION FUNCIONAL CON REFINAMIENTO POR PASOS	CENSO, 25 KLOC (Pascal)	NINGUN FALLO ENCONTRADO EL PROGRAMADOR RECIBIO LA MEDALLA DE ORO DE BALDRIDGE
1983	INSPECCIONES DE VERIFICACION FUNCIONAL	WHEELWRITER, 63 KLOC, TRES PROCESADORES	MILLONES DE USUARIOS NINGUN FALLO ENCONTRADO
1990s	INSPECCIONES DE VERIFICACION FUNCIONAL	LANZADERA ESPACIAL, 500 KLOC	PEQUEÑOS DEFECTOS FUNCIONALES NINGUN DEFECTO EN VUELO PREMIO DE CALIDAD DE LA NASA
1987	CLEANROOM ENGINEERING	CONTROL DE VUELO, 33 KLOC (Jovial), TRES INCREMENTOS	COMPLETADO ANTES DE LO PREVISTO 2.5 ERRORES PER KLOC ANTES DE SU EJECUCION ESFUERZO PARA FIJAR ERRORES REDUCIDO POR 5
1988	CLEANROOM ENGINEERING	PRODUCTO COMERCIAL, 80 KLOC (PL/I)	CERTIFICACION DE TASA DE FALLOS PROBADA DE 3,4 FALLOS POR KLOC ERRORES DESPLEGADOS DE 0.1 POR KLOC PRODUCTIVIDAD DE 740 LINEAS POR HOMBRE-MES
1989	CLEANROOM ENGINEERING PARCIAL	CONTROL DE SATELITES, 30 KLOC (Fortran)	CERTIFICACION DE TASA DE ERRORES PROBADA DE 3,3 FALLOS POR KLOC 50% DE MEJORA EN LA CALIDAD PRODUCTIVIDAD DE 780 LINEAS POR HOMBRE-MES 50% DE MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD
1990	CLEANROOM ENGINEERING CON REUSO Y NUEVO LENGUAJE DE DISEÑO ADA	PROYECTO DE INVESTIGACION, 12 KLOC, (ADA Y ADL)	CERTIFICADO A 0,9978 CON 989 CASOS DE PRUEBA: 36 FALLOS ENCONTRADOS CERTIFICACION (20 ERRORES LOGICOS, O 1.7 ERRORES POR KLOC)

Tabla 1 - Algunos resultados de cero defectos seleccionados [10]

del software se encuentra con una gran cantidad de diferentes ciclos de vida, metodologías complejas, métodos superpuestos y técnicas incompletas de diseño. Junto a ello, una gran variedad de herramientas de diseño y desarrollo con superposiciones y discrepancias similares sirven para confundirle aún más. Una confusión adicional surge de lo que ofrecen los suministradores de herramientas en sus ventas. Puede que sea posible seguir la metodología SSADM usando una herramienta CASE de Oracle, pero realmente esta no fue la intención inicial de dicha herramienta.

En este entorno de contradicciones y superposiciones es fácil perder

de vista los elementos fundamentales de desarrollo que se aplican a cualquier metodología, técnica de diseño o herramienta en uso. No importa la forma en la que se realizan las actividades de un proyecto software, es obligatorio que cada una exista y produzca la salida deseada.

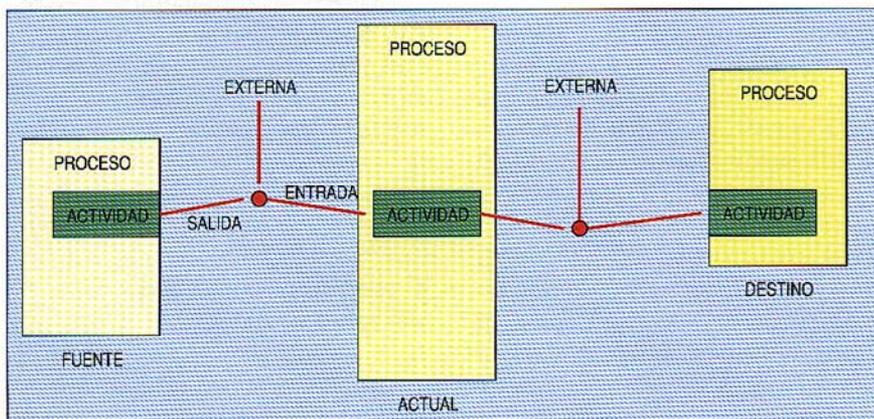
Este se puede considerar el nivel más bajo de los procesos de desarrollo y se puede realizar de la manera siguiente:

- Nivel 0: Se fijan los objetivos y las actividades obligatorias de cada parte del proyecto.
- Nivel 1: Las actividades se organizan en procesos y se agrupan

en fases de un ciclo de vida de software apropiado al producto en cuestión.

- Nivel 2: Se formalizan, definiendo una metodología, las salidas esperadas de cada actividad, proceso o fase.
- Nivel 3: Se definen métodos probados de diseño para la generación de tales salidas y asegurar su coherencia.
- Nivel 4: Se usan herramientas de soporte, a ser posible integradas formando un entorno, para acelerar y coordinar los procesos de producción, de diseño software y de desarrollo. Según crece la complejidad estas herramientas son vitales.

Figura 3 - Relación de actividades [5]



Es claramente esencial establecer y fijar las definiciones de un nivel inferior antes de pasar al siguiente. Podría ser peligroso fijar un conjunto de herramientas antes de que se haya definido la metodología, especialmente si dichas herramientas imponen restricciones sobre la metodología o incluso sobre el ciclo de vida.

Sue Conger [3] dice, "Ninguna herramienta es ideal o completa. El ingeniero software sabe como seleccionar las herramientas, conociendo

sus puntos fuertes y débiles. Además, un ingeniero no está limitado a una única herramienta ya que intenta hacer que encaje en todas las situaciones".

La solución del problema se debe tratar en el nivel más bajo posible. La incoherencia en un nivel inferior puede provocar defectos en el nivel superior si se deja sin tratar. El origen de un determinado problema debe comprobarse en todos los niveles más bajos en lugar de efectuar una "cura" de los síntomas de nivel superior por problemas causados en niveles inferiores.

Las actividades del nivel 0 son obligatorias en el desarrollo y mantenimiento de todos los paquetes software grandes o pequeños. El estándar "IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes" del IEEE [5] define el conjunto mínimo de estas tareas: se especifican un total de 65 actividades obligatorias, organizadas en 17 procesos, que se dividen asimismo en 7 tipos diferentes de procesos, como se muestra en la **Tabla 1**.

El estándar impone solo las tareas a realizar. Cada actividad trabaja sobre las entradas que se le suministran (las cuales deben estar disponibles antes de que se inicie la actividad) para generar la información de salida. La información se pasa de actividad a actividad, sin tener en cuenta los procesos (**Figura 3**).

No se impone tampoco la forma de dicha información, ni el método usado para obtenerla; el orden real de las actividades en las fases de un ciclo de vida, y los documentos a producir, se dejan para los niveles 1 y 2 de las fases del proceso.

Más adelante, en el camino evolutivo encontraremos estándares definidos para los niveles superiores del proceso de desarrollo software. Por el momento, nos concentraremos en el nivel 0. Si todos los proyectos software fueran conformes al estándar de este nivel, estaríamos más cerca de conseguir la disciplina de ingeniería que necesitamos.

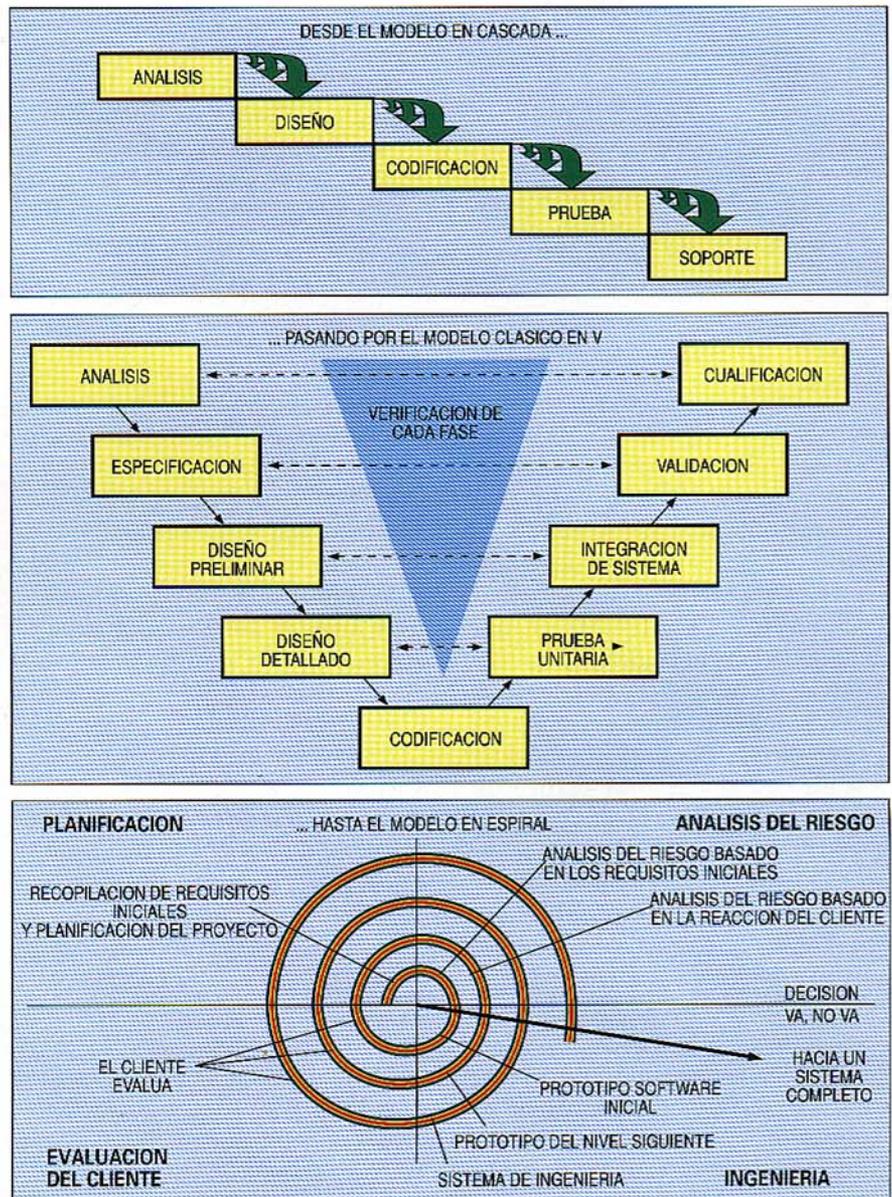


Figura 4 - Evolución de los modelos del ciclo de vida del software

**El camino hacia la ingeniería**

Examinando los atributos esenciales de otras disciplinas de ingeniería, podemos descubrir hacia donde tiene que ir el software y aprovechar las ventajas de sus experiencias. Así nos podríamos preguntar sobre cuales son las características de una rama de la ingeniería. Extraídas del libro de Baber [4], se listan a continuación los aspectos esenciales de cualquier disciplina de ingeniería, junto con su relevancia en el desarrollo del software.

1. Existencia de un cuerpo sustancial de conocimiento teórico y científico relevante

La teoría sobre el desarrollo del software se lleva estudiando desde hace casi quince años. Se han hecho significativos progresos pero en algunas áreas son aún escasos. Por ejemplo, en el campo de la métrica y la medida de la fiabilidad, un informe presentado por La Gaude de IBM en 1991 [6] explica que "la fiabilidad del software no es aun un campo aplicado (por La Gaude), considerán-

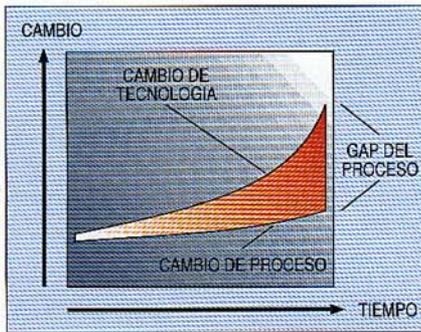


Figura 5 - La creciente distancia entre procesos

dose como una teoría que aún no ha alcanzado el suficiente nivel para producir algo sustancial".

Sin embargo, la tecnología software está avanzando. Valga como ejemplo la evolución de los modelos del ciclo de vida software, desde el modelo en "cascada" (una línea de procesos), pasando por el modelo en "V" (similar al de cascada, pero que permite la verificación en la línea ascendente del trabajo realizado en la línea descendente), hasta el modelo en "espiral" que involucra un ciclo iterativo de todas las fases (Figura 4).

Para que la investigación continúe y aumente es necesario tener conocimientos que provengan de una gran variedad de áreas diferentes relacionadas entre sí. Esto no es ningún problema para la ingeniería software ya que superpone un gran número de campos dispares. Como dice Baber, "quedan pendientes muchas preguntas sin contestar", por lo que la investigación, y el progreso en sí, continuará.

## 2. Aprendizaje completo de dicho conocimiento y su gestión por los practicantes

Parece demasiado obvio decir que los ingenieros software deben ser competentes en lo que hacen. Otras disciplinas de ingeniería requieren muchos años de estudio antes de su aceptación. Sin embargo, dadas las dificultades de complejidad e intangibili-

dad, este no es el caso del software. Añadido a esto están los cambios constantes en la tecnología software que hacen casi imposible conservar actualizadas técnicas de alto nivel (Figura 5). El entrenamiento se hace esencial. Pero, debido a la presiones de tiempo, el entrenamiento (una de las actividades obligatorias del IEEE) a menudo se deja de lado. El informe de La Gaude explica la imposibilidad de usar evaluaciones de costes de proyectos tales como COCOMO diciendo que "el factor principal por el cual se altera el modelo es el alto nivel de variación en la calidad de los programadores".

A nivel de gestión, una falta de competencia técnica puede hacer difícil la ubicación y recopilación de tareas.

## 3. Aplicación sistemática y regular de este conocimiento en el trabajo

No es suficiente comprender solo la teoría: los investigadores de software son frecuentemente penalizados por su falta de práctica. Sin embargo, el trabajo de personas con sólo una limitada base teórica difícilmente es progresivo y probablemente resultará una pérdida de tiempo, ya que en su trabajo se está reinventando la teoría.

## 4. Responsabilidad individual de los ingenieros y su gestión de los diseños correctos y seguros para con los clientes

Cada persona que trabaja en un proyecto tiene una responsabilidad individual en la fiabilidad de su trabajo.

Como en cada fase del ciclo de vida software normalmente trabaja un conjunto diferente de personas, este aspecto implica que un grupo pueda presentar sus resultados estando seguros que han sido probados tanto sistemática como analíticamente respecto a los requisitos.

## 5. Existencia de asociaciones profesionales que tengan como requisitos para ser miembro el tener los conocimientos y experiencia suficientes

Las corporaciones profesionales existen para posibilitar el intercambio de conocimientos entre profesionales. También ofrecen unas medidas comúnmente acordadas para la competencia de sus miembros.

## ¿Cuales son los beneficios?

Los beneficios de un método de ingeniería son:

- reducción de los errores (hasta el punto de que los fallos en el software se conviertan en un evento digno de mención)
- aumento de la eficacia, ya que se minimizan o se eliminan las sobrecargas innecesarias.

## ¿Es arte el software?

El artesano tradicional usa principios heredados y reglas empíricas como base de su trabajo: es la experiencia obtenida por los muchos años de aprendizaje. El ingeniero prueba sus diseños en cada etapa con principios matemáticos y leyes científicas. La artesanía y la ingeniería difieren en sus técnicas pero tienen un objetivo común: suministrar algo útil y eficiente. Knuth en su libro "Computer Programming as an Art" [7] resume esto diciendo que "la programación de computadores es un arte, porque aplica un conocimiento acumulado del mundo, porque requiere experiencia e ingenio y, especialmente, porque produce objetos bellos".

La base del conocimiento sobre la que hemos estado construyendo en estos últimos treinta años es incompleta. Se confía en los artesanos del software, comúnmente denominados como "gurus" o "hacker" (en el mundo de la programación un "hacker" se ve como un programador con muy alta estima, mientras que el

*cracker* es aquel que se introduce de forma no lícita en los sistemas de computadores), su reputación les da un papel de héroes. Baber [4] sugiere que según el progreso en el desarrollo software hagan de él una verdadera disciplina de ingeniería, estos personajes irán desapareciendo y siendo reemplazados por "miembros de cuerpos profesionales". Si esto va a suceder quizás queda un largo camino por recorrer.

Y ¿Qué pasa con el software? ¿Es el software una forma de arte?; Knuth hace referencia a "programas bellos", y es verdad que una sección de código estructurada elegantemente causa placer verla, ¡al menos para otro programador!. Este punto no debe ser muy tenido en cuenta: un cruce de autopistas puede ser un objeto de belleza para un ingeniero de caminos, pero probablemente no lo será para el resto de nosotros. Las cualidades artísticas tienen sin embargo valor práctico para el software: un programa elegante está razonablemente bien escrito y es mantenible. Sería valioso considerar la adición de un poco de "arte" en todas las etapas del ciclo de vida software. Por ejemplo:

1. En la fase de especificación se usa un documento para mostrar lo que el productor ha entendido sobre las necesidades del cliente. Una especificación bien escrita incrementará la posibilidad de que se hagan notar tales requisitos; una especificación *legible* puede asegurar que ambas partes la lean en su totalidad.
2. Las arquitecturas software pueden ser elegantes o no prácticas. Una arquitectura elegante es aquella que asegura que sus subsistemas trabajan conjuntamente de forma eficiente; una arquitectura ineficaz será fuente de innecesarias sobrecargas en las prestaciones.
3. Los algoritmos pueden ser fluidos, que trabajen a saltos o lentos. Un algoritmo bien escrito será más eficiente que uno que no lo esté.

4. El código en sí puede ser como un buen libro o como una fórmula para una nave espacial. Si el código fuente no es legible no se podrá mantener, especialmente si el autor no hace los oportunos comentarios.

La calidad del producto depende de la experiencia de los diseñadores de software - y de su gestión - en el trabajo. Dicha artesanía debe aprenderse. Y como ya hemos visto, no siempre hay tiempo o recursos disponibles para dicho entrenamiento. "Peopleware" puntualiza que los diseñadores deben considerarse como expertos en lugar de como recursos, y deben darles espacio y facilidades suficientes para que se superen. Para DeMarco y Lister es esto lo que asegura la productividad óptima de los grupos de desarrollo.

Actualmente el diseñador es mitad artesano y mitad ingeniero, y usa tanto la ciencia como la experiencia creativa para su trabajo. El diseñador del mañana puede ser un ingeniero perfectamente entrenado que pruebe todo lo que hace. Pero no lo es todavía. Al menos por el momento, los gurus son una necesidad y la 'belleza del software' es el objetivo.

### ¿Llegaremos demasiado lejos?

Según continúa la evolución hacia una auténtica disciplina de ingeniería, intentamos incrementar nuestra comprensión del trabajo del software comparándolo con el mundo real. Tal modelado ocurre en todos los niveles, por ejemplo:

- Se escriben algoritmos basados en "recetas de cocina" para ensayar datos geométricos en configuraciones óptimas
- Se realizan prototipos de productos software que reflejan la tradición de construir modelos a escala para demostrar que un diseño es factible
- Se especifican paradigmas como las redes neuronales que se usan

en aplicaciones de inteligencia artificial.

Los métodos de ingeniería también se han aplicado en la producción de software. Dos de tales ejemplos son:

- los circuitos integrados (IC) software: representación de módulos programados como componentes discretos, cada uno de ellos con un comportamiento y unos interfaces definidos
- "Cleanroom Engineering": uso de técnicas estadísticas para posibilitar procesos de desarrollo software libres de errores.

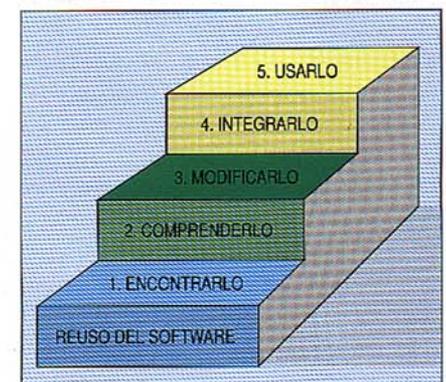
A continuación se describen con más detalle.

### IC software y código reutilizable

El principio de tener bibliotecas de componentes software lo presentó por primera vez Brooks en 1975 como una manera de evitar el reescribir módulos usados de forma común. Los componentes software se presentan con descripciones externas que definen las entradas, salidas y el comportamiento esperado como si fueran componentes electrónicos.

Un principio similar es el de la reusabilidad del software; de nuevo los módulos software se almacenan como una biblioteca de componentes. El énfasis se sitúa sobre la importancia de la documentación de las especificaciones y del diseño detallado de cada componente (Figura 6).

Figura 6 - Fases de la reutilización del software [11]



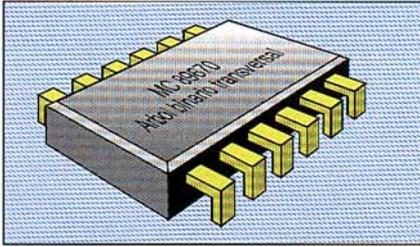


Figura 7 - IC software [11]

Un ejemplo de biblioteca reutilizable es la biblioteca de subrutinas "Numerical Algorithms Group" (NAG) realizada por primera vez en 1979. La llegada de la tecnología orientada a objetos ha posibilitado el desarrollo de componentes software basados en objetos, por ejemplo la colección de componentes en Ada de Booch (1987). De nuevo cada componente se especifica y clasifica completamente en una biblioteca.

Los objetos también han posibilitado la ampliación del concepto "componente" a IC. Los IC difieren de los componentes software en que son ficheros *binarios* que implantan objetos: pueden ser unidos en tiempo de ejecución. Ya no se dispone del código fuente, sólo se suministra la especificación del objeto y sus interfaces (Figura 7).

Como escribe Brad Cox [8], "la posibilidad de que la industria del software pudiera obtener alguna de las ventajas que el chip de silicio trajo a la industria del hardware; la habilidad de que un suministrador entregue una unidad de funcionalidad herméticamente encapsulada que está especializada para unas funciones, independientemente de cualquier aplicación particular". Esto es en efecto una agradable idea.

Ejemplos de IC son comunes en el desarrollo de los GUI (interfaz gráfico de usuario) en donde los conjuntos de elementos prediseñados de ventanas como las reglillas y botones pueden cogerse de un almacén.

### Métricas y Cleanroom Engineering

Para controlar un proceso, un gestor debe ser capaz de obtener datos fia-

bles acerca de su estado. En el mundo hardware, las cadenas de producción tienen sensores que cuentan el número de componentes correctos y con fallos. Sin embargo, esto no está tan claro para el software, haciéndose difícil de vigilar el proceso de desarrollo.

Se han inventado técnicas para producir dichos datos cuantitativos denominadas métricas del software. Una de estas técnicas es SQC (Statistical Quality Control). Consta de un conjunto de criterios que permiten cuantificar la calidad del software en desarrollo.

SQC ha permitido un nuevo proceso de gestión para desarrollar "software con cero defectos". Denominado "Cleanroom Software Engineering", incluye técnicas SQC en cada etapa del proceso de diseño: el software diseñado mediante esta técnica tendrá un número de errores mínimo después de su implantación. Es la noción de un "entorno libre de fallos" de la que obtiene su nombre esta técnica.

Los resultados son impresionantes. Los ratios de calidad son altos: cero o casi cero defectos. Además, la productividad se incrementa en un orden de magnitud.

Esta técnica es probablemente la primera ingeniería de software *real* a escala industrial. Desafortunadamente, por las dificultades mencionadas anteriormente, es improbable que actualmente se pueda adoptar como una técnica general. Sin embargo demuestra lo lejos que se puede llegar si se tuviera la oportunidad.

Estas teorías son bastante interesantes, pero es importante considerar donde está situada Alcatel en este camino evolutivo. Afortunadamente hay signos visibles de que se están haciendo significativos progresos en el grupo. He aquí algunos ejemplos:

- En el campo de las métricas, el proyecto de medidas AMI (una iniciativa ESPRIT) fue desarrollado en parte por Alcatel Research. El centro tecnológico de Alcatel ha introducido este conjunto de

técnicas de medidas y verificación en proyectos reales.

- La tecnología MODAL concebida por Alcatel, que se concentra en el proceso de desarrollo y establece un marco genérico para los proyectos software, está siendo implantada en unidades del grupo. Una iniciativa similar, denominada MOSES, ha comenzado conjuntamente en varias unidades de Alcatel.
- Los principios de la reusabilidad del software, y los requisitos sobre los cuales están basados, son asumidos por la política de Alcatel de comprar productos a terceros en lugar de volver a desarrollar el mismo código fuente. Por ejemplo, Alcatel Network System Group está adoptando el producto OpenView de HP como base de sus productos de gestión de redes. La plataforma ALMAP de Alcatel, biblioteca de componentes software reutilizables, continuará suministrando funciones de valor añadido para aplicaciones basadas en el producto anterior. Otra plataforma software, NECTAR, en desarrollo en Alcatel, también se basa en un producto externo: un sistema de micro-núcleo en tiempo real de Chorus Systems.

Está claro que las iniciativas tomadas hasta ahora, tanto en uniones entre unidades del grupo o en unidades individuales, demuestran que Alcatel está firmemente decidida a establecer buenas prácticas de desarrollo software.

### Conclusión

Es obvio decir que la producción software *se convertirá* en una disciplina de ingeniería. En su estado actual hay algunos principios que fallan, tanto en el software en sí como en comprender los problemas a los que nos enfrentamos. El debate continua sobre si ya deberíamos referirnos a *ingeniería del software* o no; el uso de este término ya nos

ayuda a asegurar un método correcto, tanto para suministradores como para clientes. El desarrollo del software necesita de la ingeniería, con todo lo que esto implica.

**Jon Collins** nació en Urmston, Manchester, Inglaterra en 1966. Después de graduarse en informática por la universidad de Leeds en 1987, estuvo tres años desarrollando aplicaciones CAD de circuitos integrados para Philips Components. En 1991 se incorporó a Alcatel CIT en Le Pecq, Francia, como especialista en gestión de configuración y herramientas, en el grupo de metodologías del proyecto de gestión de red 1335NX. Desde 1992 dirige el grupo de entorno de desarrollo, donde es responsable de las herramientas hardware y software usadas en Le Pecq.

lutionary approach", 2nd Edition Addison Wesley 1991.

[9] F. P. Brooks, "The mythical man-month", 1975, Addison Wesley.

[10] Richard H. Cobb, Harlan D. Mills, "Engineering Quality under statistical Quality Control", Noviembre 1990 IEEE Software.

[11] Gregory W. Jones, "Software Engineering", 1990, John Wiley & Sons Ltd.

## Referencias

- [1] Tom DeMarco, Timothy Lister, "Peopleware", 1987, Dorset House.
- [2] Alan W. Brown, Anthony N. Earl and John A. McDermid, "Software Engineering Environments", 1992, McGraw Hill.
- [3] Sue A. Conger, "The new software engineering", 1st Edition 1994 International Thompson Publishing.
- [4] John McDermid (ed.), "Software Engineer's Reference Book", 1991, Butterworth Heinemann.
- [5] Std 1074-1991: "IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes", ©1992 IEEE.
- [6] M. F. Devon, "Methodologie de Développement des logiciels: l'expérience IBM La Gaude", Conferencia en el campus de Thompson, 29 de Mayo de 1991.
- [7] Donald E. Knuth, "Computer Programming as an Art", ACM Turing Award Lectures: The First Twenty Years, págs, 34-36, ©1987 ACM Press.
- [8] Brad J. Cox, Andrew J. Novobilski, "Object Oriented Programming: An evolutionary approach", 2nd Edition Addison Wesley 1991.

# Redes ATM: El punto de vista del fabricante

J. Dupraz

Alcatel CIT, Vélizy, Francia

## Introducción

El modo de transferencia asíncrono (ATM) se ha convertido en pocos años en el tema privilegiado de los artículos dedicados a las telecomunicaciones. Inventado para las necesidades de los operadores de las redes públicas, el ATM ha sido rápidamente adoptado por la industria informática y comienza a penetrar en el mercado audiovisual, en particular para los servicios de vídeo. Así, la universalidad de esta nueva técnica digital está ampliamente reconocida.

El artículo comienza con un breve resumen histórico, antes de precisar algunos puntos sobre la propia técnica, continúa después con las redes y los servicios ATM (servicios de datos y servicios vídeo a petición). El ATM está estructurado en capas según el modelo OSI, y la distinción entre repartición y conmutación ya no tiene el sentido que tenía en las redes tradicionales. La segunda parte se dedica a la descripción de dos sistemas de conmutación ATM (Alcatel 1000 AX y Alcatel 1100 HSS) que utilizan la misma tecnología de base, y que están destinados respectivamente al sector público y al sector privado. El segundo también puede servir como nodo de acceso al sector público.

## Conceptos del ATM

### La técnica ATM

El ATM es una técnica de transferencia rápida de información binaria de cualquier naturaleza (voz, datos, imágenes) por paquetes cortos de longitud fija, denominados *células*. Aunque dispone de una capa física propia, esta técnica utiliza la capa física

ofrecida por las redes plesiócronas (PDH) y síncronas (SDH). La primera demostración de factibilidad tuvo lugar en Francia en 1985, con el proyecto *Prélude* del Centre Nationale d'Etudes des Télécommunications. El interés que presenta el ATM para las redes públicas se reconoció en 1988 con la recomendación del UIT-T al proponer su uso en la futura RDSI de banda ancha. En 1990, las industrias de informática y de redes privadas se interesaron a su vez en esta técnica, creando el Foro ATM que agrupa en la actualidad a más de 150 miembros, incluyendo los principales operadores de redes públicas. El mundo de las telecomunicaciones va a conocer el desarrollo de las redes ATM, así como la introducción de nuevos servicios, no necesariamente de banda ancha. El ATM permite transferir información a cualquier velocidad sobre diferentes soportes físicos.

La unidad de transferencia ATM es la *célula*, que tiene una longitud de 53 octetos, de los cuales cinco son la cabecera, que contiene la capa ATM, y el resto constituye la carga útil en la que se inyectan dinámicamente los bloques de información generados por los terminales. Sólo la cabecera es analizada y tratada por los nodos de la red para encaminar la carga útil entre terminales y de forma transparente. Consta de dos *campos* independientes y complementarios, que identifican a la vez a la célula y a la conexión virtual a la que pertenece: el campo VPI (identificador de trayecto virtual) y el campo VCI (identificador de canal virtual).

El ATM combina las características de la conmutación tradicional de circuitos de las redes telefónicas actuales con las ventajas de la con-

mutación de paquetes. Antes de la emisión de células se establece una conexión virtual de extremo a extremo por un procedimiento de admisión (CAC: control de admisión de llamada). Todas las células con el mismo identificador lógico (VPI ó VCI) siguen el mismo camino, el de la conexión. La transferencia es rápida en contraste con las redes de datos convencionales ya que las cabeceras se procesan en los componentes físicos, sin utilizar funciones lógicas.

Además de su identificador lógico, una conexión se caracteriza por su velocidad (o su ancho de banda). Se expresa en bits por segundo y resulta del número de células utilizadas efectivamente por unidad de tiempo. La velocidad es variable con un valor de cresta (PCR: velocidad de cresta de célula), estando limitada en su valor superior por la velocidad física del soporte de transmisión y con un valor "medio" (SCR: velocidad media de célula). La relación entre velocidad de cresta y velocidad media de las células define la *impulsividad* de la conexión virtual. La relación puede ser muy elevada para servicios de datos, pero cercana a la unidad en servicios continuos (CBR: velocidad binaria constante).

### Las redes ATM

Dado que el ATM opera en *modo orientado a conexión*, una red ATM establece, controla y libera las conexiones virtuales transportadas por enlaces físicos. Los dos identificadores de las células permiten distinguir dos tipos de conexión. El campo VPI identifica un trayecto virtual (asimilable a un haz de canales virtuales) que contiene cierto número de cana-

les virtuales identificados por el campo VCI. Según la forma en que se gestionen las conexiones cabe distinguir dos tipos de redes:

- las redes de transconectores,
- las redes conmutadas.

En ambos casos, los nodos conmutan células en función:

- del VPI cuando la conexión es un trayecto virtual,
- de VPI+VCI cuando la conexión es un canal virtual

En una red de transconectores, las conexiones son controladas por el operador desde un centro de gestión de red (NMC) que controla los nodos de conmutación y verifica su estado. Las conexiones se establecen en *modo semipermanente o reservado*, siendo la reserva ocasional o periódica, según una función de calendario. En una primera aplicación, las conexiones son trayectos virtuales que transportan, de extremo a extremo y de forma transparente, cierto número de canales virtuales. Esto significa que la red sólo analiza los VPI para el encaminamiento de las células. Las conexiones también se pueden efectuar al nivel del canal virtual y, en este caso, el encaminamiento de las células resulta del análisis de los identificadores VPI y VCI.

En una red conmutada, los nodos se gobiernan en tiempo real por los propios usuarios, quienes establecen las conexiones que necesitan, por medio de un "servidor de llamadas" con el que dialogan, utilizando un lenguaje de señalización específico. La función de servidor de llamadas puede ser:

- remota desde los nodos,
- en la estación que controla los propios nodos.

La dualidad de las conexiones ATM permite constituir una red mixta en la que los nodos conmutan los trayectos virtuales bajo el control del NMC y conmutan canales virtuales en trayec-

tos virtuales bajo el control de los usuarios. Entonces, el operador ajusta dinámicamente la velocidad de los trayectos virtuales en función del tráfico generado por los usuarios y transportado por los canales virtuales.

### Los servicios ATM

El ATM puede transportar cualquier tipo de señal digital: voz, imágenes y datos. Evidentemente, es preciso adaptar estas señales binarias, generadas por los terminales, a la transferencia ATM usando capas de adaptación específicas (AAL: capa de adaptación ATM), aunque sólo sea para segmentarlas en bloques de 48 octetos y después agruparlas. Estas capas AAL se localizan en la carga útil de las células. Hasta la fecha, se han normalizado cinco tipos de AAL. A corto plazo, dos clases de servicio van a utilizar la técnica ATM:

- los servicios de datos, para abonados profesionales, esencialmente en la interconexión de redes de área local de empresas,
- los servicios de vídeo a petición (VOD) para abonados residenciales, que permiten acceder a uno o varios servidores de imágenes para la transmisión de películas a demanda.

### Servicios de datos

Hoy se dispone de dos tipos de servicios de datos:

- un *servicio orientado a conexión* relaciona directamente un número limitado de usuarios mediante conexiones ATM preestablecidas (trayecto o canal)
- un *servicio sin conexión* en el que no hay conexión directa entre los abonados, sino a través de uno o varios servidores sin conexión, que encaminan los mensajes en función de las direcciones E164 de los usuarios.

El servicio orientado a conexión es funcionalmente equivalente a un ser-

vicio de línea alquilada con la diferencia esencial de que aquí, al tratarse de ATM, la granularidad de las posibles velocidades es muy fina y la reconfiguración de las conexiones muy rápida. Sin tener en cuenta la tarificación, este tipo de servicio es interesante para usuarios que intercambien tráfico que se acerque a un erlang por conexión.

El servicio sin conexión es un servicio de conmutación de mensajes (de paquetes). Al contrario que el otro servicio, se ofrece a todos los abonados con número de guía E164 pero con tráfico menor, para mantener una calidad de servicio aceptable. Además, puesto que no hay un establecimiento previo de las conexiones específicas y el tráfico de datos se efectúa de forma totalmente incontrolada, un servidor puede saturarse repentinamente y algunos mensajes se pueden perder por desbordamiento de las colas.

También se ha previsto una tercera posibilidad para el futuro: la conmutación llamada a llamada con señalización de usuario. En este método, un paquete sólo se envía después del establecimiento de una conexión con el usuario destinatario, con las requeridas características de velocidad (cresta y media). Así, la calidad del servicio estará garantizada pero la llamada puede ser rechazada si la red no dispone de los recursos necesarios. Es evidente que la fase de señalización debe ser breve en vista de la longitud media de los paquetes. El protocolo de reserva rápida (FRP) es una señalización de este tipo.

### Servicio de vídeo a petición

Los abonados a este servicio pueden estar:

- permanentemente unidos a un servidor de llamadas de vídeo (controlador de vídeo) por medio de una conexión ATM de baja velocidad
- conectados a demanda con un servidor de vídeo, por medio de una conexión ATM de alta veloci-

dad unidireccional que transporta imágenes digitales comprimidas. Esta conexión se establece bajo control del servidor de llamadas de vídeo, ya que el servidor de vídeo se considera como un abonado.

El ATM se presta especialmente bien para este servicio interactivo que requiere de conexiones con velocidades muy diferentes donde una de ellas, la unidireccional, tiene una velocidad continua pero esencialmente variable, puesto que transporta imágenes de vídeo comprimidas. Además, el ATM permite ofrecer a los usuarios diferentes velocidades, según la calidad de las imágenes transmitidas.

### Arquitectura global de una red ATM

La arquitectura global de una red ATM se representa en la **Figura 1**, donde cabe distinguir:

- una red de infraestructura,
- una red de servidores,
- una red de usuarios.

A continuación se describen estas tres estructuras.

#### Red de infraestructura

La red de infraestructura tiene tres tipos de equipos además de los centros de gestión de red:

- conmutadores ATM de trayectos y/o canales virtuales,
- multiplexores/concentradores de acceso ATM, que operan en trayectos y/o canales virtuales,
- equipo perteneciente a la red de transmisión.

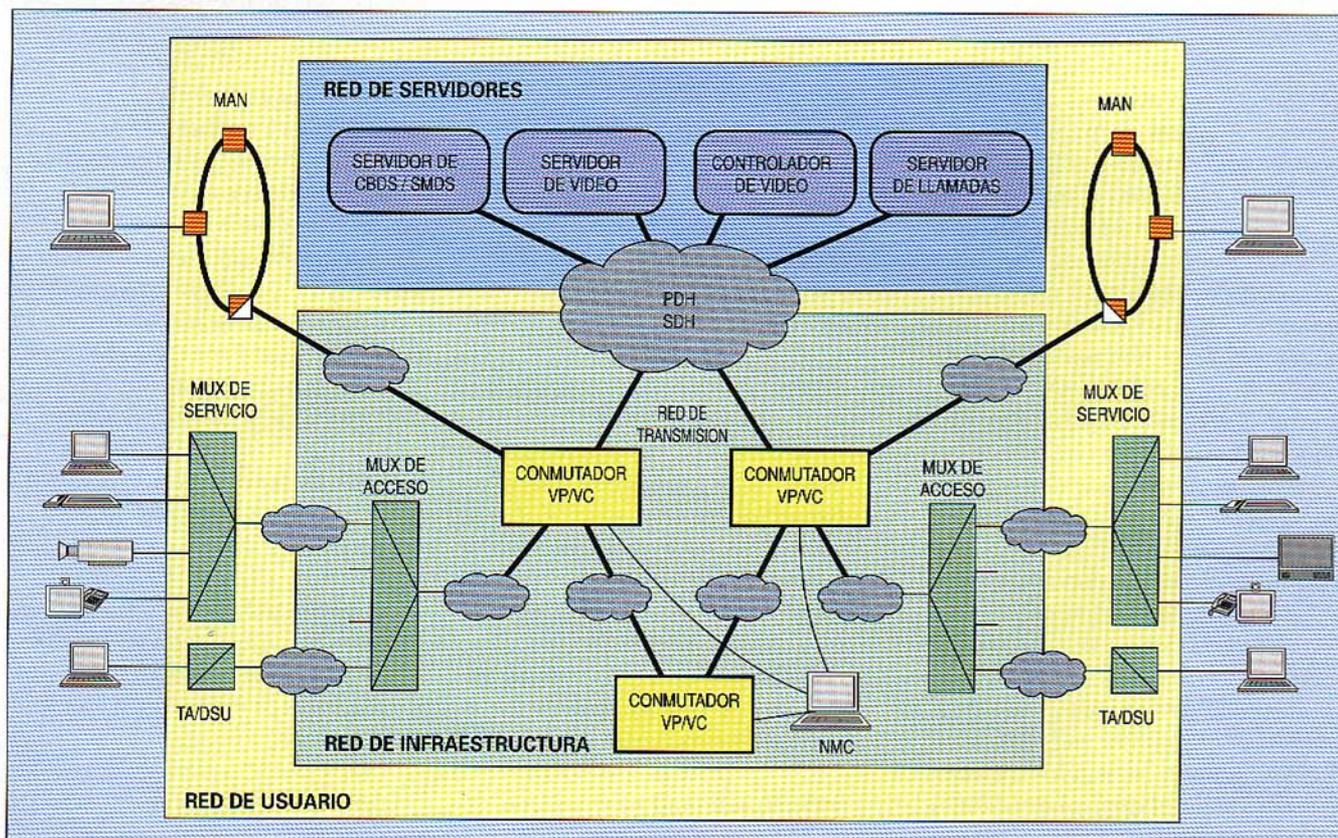
Los conmutadores ATM tratan las células ATM según su identificador lógico, como ya hemos explicado. En una red de transconectores, las conexiones se controlan por el centro de gestión de red ATM, mientras

que en una red conmutada lo son por un servidor de llamadas.

Los multiplexores/concentradores tienen como función multiplexar y concentrar el tráfico de los tributarios en los enlaces con los conmutadores, para optimizar su rendimiento. En ATM, el mismo equipo puede ser un multiplexor determinístico, un multiplexor estadístico o un concentrador, según la velocidad de conexión.

El equipo de conexión (líneas, multiplexores, transconectores) pertenece o la jerarquía plesiócrona (PDH) o a la jerarquía síncrona (SDH). Debido a su naturaleza asíncrona, un flujo de células ATM puede ser transportado de forma transparente como una serie de octetos estandarizados, tanto en una trama PDH como en un contenedor SDH. Así, el ATM utiliza la capa física ofrecida por las redes de transmisión existentes, lo cual es sumamente valioso puesto que permite preservar las inversiones de las infraestructuras instaladas.

Figura 1 - Arquitectura global de una red ATM



### Red de servidores

La red de servidores se une a la red de infraestructura por conexiones ATM. La Figura 1 muestra:

- uno o más servidores sin conexión, que ofrecen a los abonados el servicio CBDS (connectionless broadband data service en Europa) ó el SMDS (switched multi-megabit data service en EE.UU.)
- uno o más servidores de llamadas de vídeo
- uno o más servidores de vídeo.

En el futuro, esta red podrá contener otros servidores, en particular servidores de llamada que traten la señalización de los usuarios para el establecimiento de conexiones ATM, llamada a llamada en tiempo real y de cualquier duración.

### Red de usuarios

Las redes de usuarios contienen, básicamente, todos los tipos posibles de terminales con la condición de que estén provistos, directamente o por medio de un adaptador externo, de las capas AAL específicas. Contienen, en particular, terminales de datos provistos de la capa 3/4 AAL para CBDS/SMDS, o de la capa 5 AAL en el caso de servicio de retransmisión de trama. Los terminales se conectan a la red de infraestructura directamente o a través de multiplexores de servicios ATM, nodos de acceso, hubs, etc.

Para claridad funcional, se han incluido en esta red las redes MAN que acceden a la red de infraestructura ATM mediante una unidad de interfuncionamiento particular (IWU) que adapta el protocolo 802.6 DQDB al ATM. Desde el punto de vista administrativo, las redes MAN pueden pertenecer a un operador público y ser gestionadas por él.

### Equipos de Alcatel

A continuación, se describen brevemente algunos productos desarrollados por Alcatel como respuesta a las

necesidades del mercado. Se adaptan a la arquitectura de red representada en la Figura 1.

#### El conmutador Alcatel 1000 AX

El sistema Alcatel 1000 AX es un conmutador ATM de trayectos y/o canales virtuales, que funciona como un transconector. Es un producto industrial que sigue las normas vigentes destinado a redes públicas, es decir, dispone de medios de explotación, mantenimiento, observación y protección, que permiten ofrecer a los usuarios conectados y al operador que lo gestiona, un servicio de alta calidad con una elevada disponibilidad.

#### Arquitectura

Su arquitectura, totalmente redundante y modular, se presenta en la Figura 2. Consta de cuatro subsistemas físicos funcionales

- una red de conmutación, constituida por matrices donde se efectúa la conmutación de las células
- una estación de control duplicada, conectada a un terminal de explotación local (OT) y a un centro de gestión NMC mediante un interfaz Q.3,
- unidades de conexión y de multiplexación locales o remotas, que ofrecen interfaces normalizados tanto en el lado del usuario como en el de la red,
- un servidor sin conexión integrado, que permite ofrecer servicios de datos CBDS/SMDS a los usuarios conectados al sistema.

#### Descripción

a) *Red de conmutación ATM (ASN):* La red de conmutación es de estructura modular y sin bloqueo. Está constituida por tarjetas de matrices ASE (elementos de conmutación ATM) con estructura de dos niveles replegada. Cada matriz tiene 16 accesos bidireccionales que operan, indepen-

dientemente, a 150 ó 600 Mbit/s - la elección de la velocidad se efectúa por programación. La matriz puede funcionar en difusión, en donde las células recibidas en un acceso cualquiera se pueden copiar y dirigir simultáneamente hacia las 16 salidas.

#### b) Estación de control (CS):

La estación de control utiliza una plataforma multiprocesador, en tiempo real, duplicada. Se encarga de las funciones de explotación, mantenimiento y supervisión del elemento de red constituido por el sistema Alcatel 1000 AX, que incluye las unidades remotas, presentado en la Figura 2.

Esta plataforma está formada por dos cadenas independientes que funcionan en modo activo/reserva. La comunicación entre la estación y los procesadores repartidos en las tarjetas del sistema utilizan las conexiones virtuales establecidas en la iniciación del sistema.

#### c) Unidades de multiplexación:

Las unidades de multiplexación permiten conectar usuarios ATM al interfaz UNI (interfaz usuario/red) y concentrar su tráfico hacia la red ASN. Tienen la misma estructura ya sean locales o remotas. Las locales se conectan directamente a la red ASN por enlaces a 600 Mbit/s. Las remotas se conectan al bastidor central por enlaces duplicados pertenecientes a la red de transmisión PDH o SDH. La unidad de multiplexación contiene una etapa de conmutación con dos matrices ASE que funcionan en reparto de carga. Realiza la conmutación local y la concentración del tráfico hacia la red ASN.

#### d) Unidades terminales (TU):

Las unidades terminales son tarjetas:

- STU (unidad terminal de usuario) para conectar a los usuarios ATM con la red ASN,

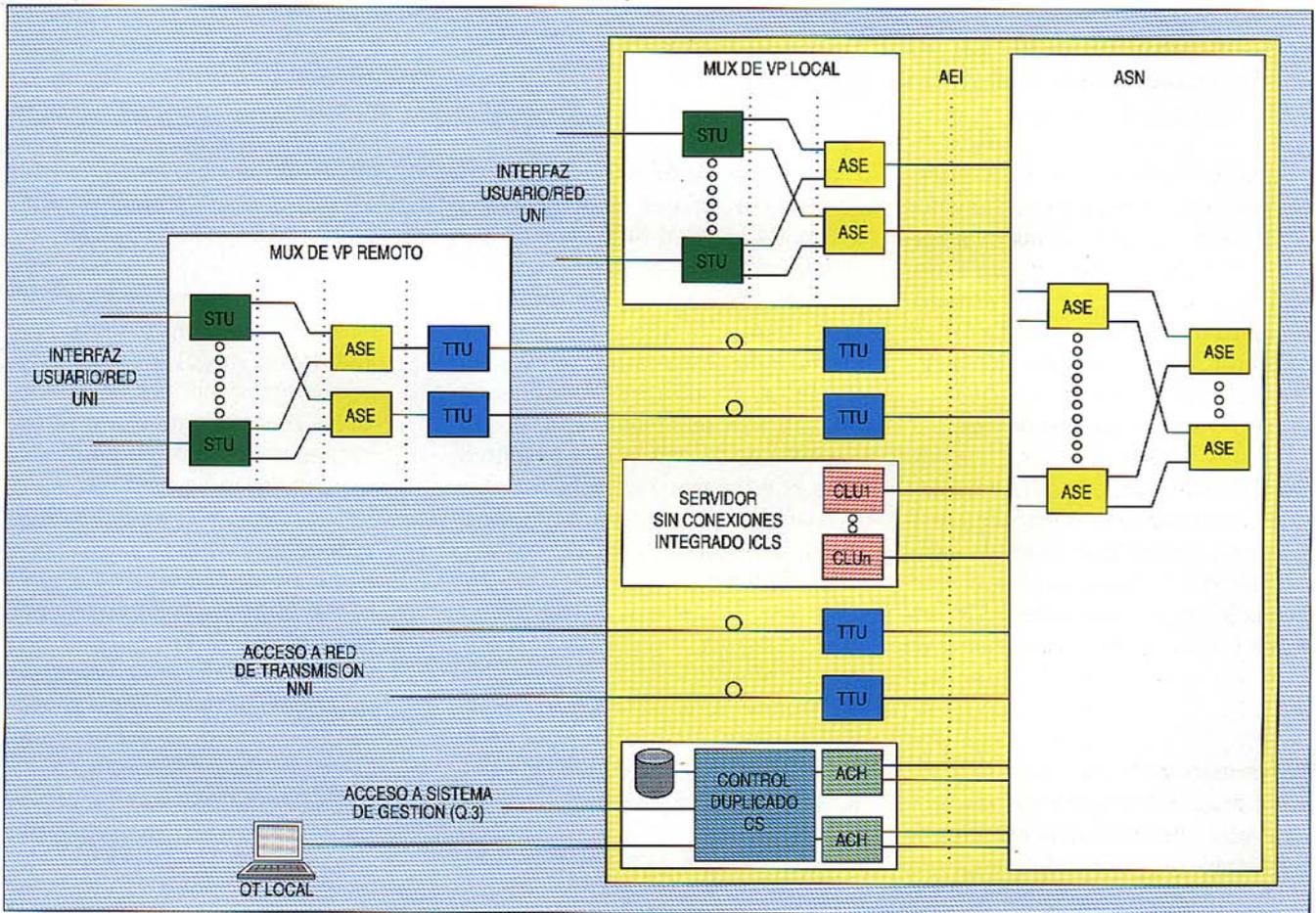


Figura 2 - Arquitectura de Alcatel 1000 AX

- TTU (unidad terminal de enlace) para conectar, a través de la red de transmisión, los multiplexores remotos a ASN y los elementos de la red entre sí.

La estructura de las tarjetas STU y TTU es la misma. La diferenciación se realiza por programación en el momento de su iniciación. Cada tarjeta TU se conecta a dos matrices ASE distintas. En caso de ruptura de uno de los enlaces, el tráfico se pasa automáticamente al otro enlace.

La *función de policía*, indispensable en ATM, se ejecuta en las tarjetas TU por un componente específico, según el algoritmo normalizado I.371. Dependiendo del caso opera sobre un trayecto virtual o sobre un canal virtual y se prepara al establecer la conexión, en función de los parámetros (velocidad de cresta, veloci-

dad media) definidos por el usuario.

El sistema Alcatel 1000 AX dispone de una variedad de tarjetas TU que operan a las velocidades normalizadas de las redes de transmisión, tanto europeas como americanas: 34, 45, 140 Mbit/s en PDH y 155, 622 Mbit/s en SDH y SONET.

e) *Servidor sin conexión integrado (ICLS):*

El sistema Alcatel 1000 AX integra un servidor sin conexión modular integrado que permite ofrecer a los abonados conectados al sistema el servicio de datos CBDS/SMDs. Está constituido por tarjetas sin conexión (CLU) conectadas a la red ASN por el mismo interfaz que las tarjetas TU, con  $n$  ( $\leq 8$ ) tarjetas activas y  $p$  ( $\leq 2$ ) tarjetas de reserva. Se ges-

tiona desde el terminal de explotación local como las demás unidades del sistema. El servidor es un conmutador de paquetes sin señalización. Sus principales funciones son la validación, filtrado, direccionamiento de grupo, clases de acceso, encaminamiento de paquetes y facturación a la fuente. En una misma conexión virtual, los mensajes no se pueden transmitir secuencialmente, sino entrelazados utilizando el MID (identificador de mensajes) de la capa 3/4 AAL. Así dos mensajes diferentes se transportan por células mezcladas con el mismo identificador VPI+VCI, pero diferenciadas por dos valores diferentes en el campo MID. Por último, los mensajes se pueden encapsular cuando el servidor se utiliza como estación de tránsito entre redes de diferentes operadores.

**Gestión**

El sistema Alcatel 1000 AX se puede gestionar a dos niveles, local o centralmente.

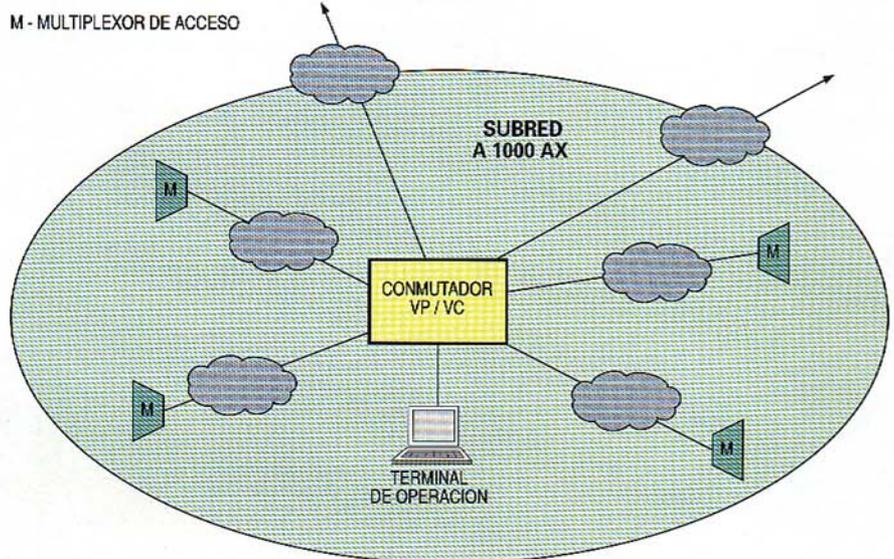
a) **Gestión local:**

Se efectúa desde un terminal de explotación que es una estación de trabajo UNIX con interfaz gráfico de usuario evolucionado. El operador dispone de las herramientas y de los medios de tratamiento necesarios para la gestión completa (equipos, servicios) del elemento de red constituido por el sistema Alcatel 1000 AX descrito anteriormente.

Como los multiplexores remotos realizan la conmutación local y están enlazados a través de la red de transmisión, un elemento de red Alcatel 1000 AX debe ser considerado como una auténtica subred que puede cubrir una zona geográfica considerable. El terminal OT permite efectuar una gestión de la subred como si fuera una red. Esto se ilustra en la **Figura 3**.

b) **Gestión centralizada:**

La gestión centralizada de una red constituida por varias subredes Alcatel 1000 AX se efectúa en un centro único desde donde el operador tiene una visión global del estado de la red y de los servicios proporcionados. El centro está constituido por una plataforma Open View de HP con programas de sistema y de aplicación que ofrecen servicios de base de datos, herramientas de gestión, interfaces gráficos de usuario y herramientas de desarrollo software y de modelado de funciones. Este centro de gestión permite establecer, modificar, supervisar y reconfigurar las conexiones virtuales de extremo a extremo, centralizar la gestión de los servicios y recoger los datos necesarios para la tarificación. El interfaz con las subredes utiliza la pila de protocolo Q.3 y el enlace utiliza, por ejemplo, la red X.25.

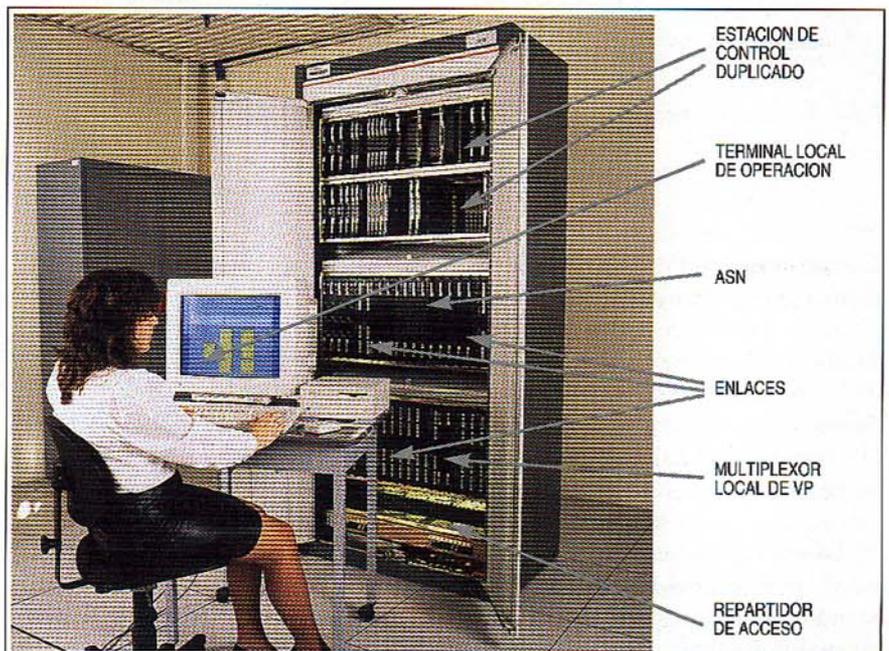


**Figura 3 - Topología de la subred Alcatel 1000 AX**

• Número de puertos bidireccionales a la red ASN	≤128
• Número de puertos de usuario por multiplexor (local o remoto)	≤14
• Número de multiplexores con enlace reservado hacia la red ASN	≤62
• Velocidad conmutada en carga nominal (0,8)	≤60 Gbit/s
• Tiempo de tránsito intrínseco entre puertos a 155 Mbit/s	≤45 μs
• Tiempo de tránsito entre puertos a 155 Mbit/s con carga nominal (cuantil a 10 <sup>-10</sup> )	≤180 μs
• Tasa de pérdida de células por puerto a la carga nominal	≤10 <sup>9</sup>

**Tabla 1 - Características del sistema Alcatel 1000 AX**

**Figura 4 - Configuración física del Alcatel 1000 AX**



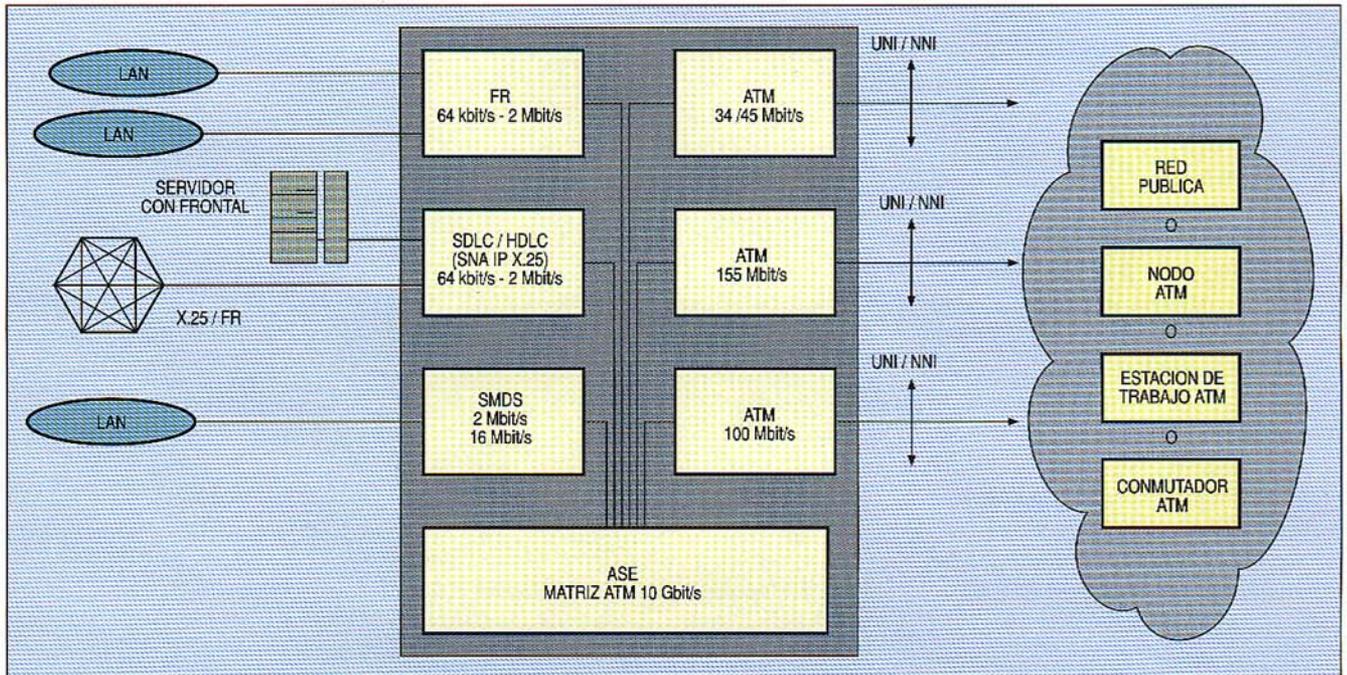


Figura 5 - Arquitectura del Alcatel 1100 HSS

• Número de paquetes entrelazados por conexión virtual	<256
• Número de paquetes de tres octetos de longitud conmutados por segundo	<200.000
• Número de usuarios CBDS/SMDS por tarjeta CLU	<64

Tabla 2 - Características del servidor sin conexión

• Número de tarjetas TU	≤8
• Número de puertos	≤29
• Velocidad por puerto	64 kbit/s ≤ v ≤ 155 Mbit/s
• Velocidad conmutada	≤1,2 Gbit/s

Tabla 3 - Características del sistema Alcatel 1100 HSS

**Prestaciones y capacidad**

Las principales características de capacidad y prestaciones del sistema Alcatel 1000 AX se resumen en la **Tabla 1**. El número exacto de unidades de multiplexación y de acceso de usuario conectables depende de la velocidad física de los enlaces, de su número y del tráfico real ofrecido.

La configuración física del sistema se ilustra en la **Figura 4**, donde se muestran sus elementos, excluyendo los multiplexores remotos.

Las principales prestaciones del servidor sin conexión se indican en la **Tabla 2**.

**Conmutador Alcatel 1100 HSS**

Se trata de un conmutador multiprotocolo ATM de trayectos y/o canales virtuales, explotado en una primera fase en modo transconector. Eventualmente operará en modo conmutado con señalización de abonado. Derivado del Alcatel 1000 AX utiliza la misma tecnología de base. Tam-

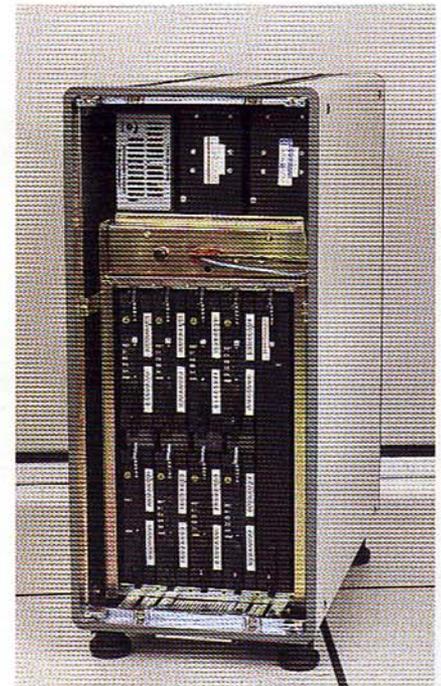


Foto A - Configuración física de Alcatel 1100 HSS

bién es un producto industrial conforme a las normas. No tiene la misma capacidad que el sistema Alcatel 1000 AX, pero permite conectar prácticamente todos los tipos de terminales no ATM, utilizando las capas AAL adecuadas. Está destinado a

redes privadas ó campus universitarios, pero también puede utilizarse en las redes públicas como nodo de acceso multiprotocolo al sistema Alcatel 1000 AX.

#### Arquitectura

La arquitectura modular del producto se representa en la **Figura 5**. En ella aparecen:

- una red de conmutación ATM,
- unidades de conexión con interfaces normalizados en el lado del usuario y en el de la red.

#### Descripción

##### a) Red de conmutación ATM:

Está constituida por matrices ASE, idénticas a las utilizadas por el sistema Alcatel 1000 AX.

##### b) Unidades de conexión:

Las unidades de conexión son de dos tipos:

- STU para conectar los terminales a la red ASN,
- TTU para conectar el sistema a otros sistemas del mismo tipo en la misma red privada o pública.

Las *tarjetas STU* son específicas de un servicio o de un terminal. En caso de un terminal no ATM, la tarjeta utiliza la capa AAL adecuada. De este modo, es posible conectar terminales de datos que funcionan en modo de retransmisión de trama, en modo X.25, en CBDS/SMDs (DXI digital exchange interface), en modo transparente HDLC/SDLC, etc. Las tarjetas TTU son idénticas a las del conmutador Alcatel 1000 AX.

#### Gestión

La gestión del sistema Alcatel 1100 HSS se efectúa desde un terminal de explotación local y/o remoto del mismo tipo (estación de trabajo) que el terminal local del sistema Alcatel 1000 AX. Los protocolos utilizados se basan en SNMP (simple network management protocol).

#### Prestaciones y capacidades

La fotografía de la **Foto A** presenta la configuración física del sistema sin el terminal de explotación. Está contenido en un armario de 630 x 280 x 560 mm. La **Tabla 3** resume sus principales características.

#### Conclusiones

El artículo describe los dos primeros productos industriales desarrollados por Alcatel para responder a las necesidades del mercado ATM, tanto público como privado, y cuya tecnología es idéntica.

El sistema Alcatel 1000 AX es un conmutador de trayectos y/o canales virtuales y sus unidades de multiplexación son multiplexores de acceso. Destinado a redes públicas y explotado en modo transconector, es un elemento de la red de infraestructura ATM. La integración de una función de servidor de datos sin conexión le confiere una dimensión suplementaria, al permitirle satisfacer la demanda inicial para servicios de datos sin conexión CBDS/SMDs.

El sistema Alcatel 1100 HSS es un conmutador ATM destinado a redes privadas. En su versión inicial, juega el papel de multiplexor de servicios inteligente, que permite conectar prácticamente todos los tipos de terminales, conmutar el tráfico local y concentrar el tráfico saliente hacia la red pública. En el futuro, evolucionará, tanto en sus funcionalidad como en su capacidad para permanecer en línea con los trabajos del Foro ATM y responder así a las crecientes necesidades de los operadores de redes privadas. En particular, integrará una función de servidor de llamadas, una función de encaminamiento y una función de emulación de circuitos.

**Jacques Dupraz** nació en 1932, en Chaumont, Francia. En 1956 obtuvo su diploma de la Escuela Nacional Superior de Telecomunicaciones (ENST) y

posee una especialización en matemáticas aplicadas en la Universidad de París. Trabajó, sucesivamente, en el CNET, en el centro de investigaciones CSF y en el Laboratorio Central de Telecomunicaciones. Desde 1968, el Sr. Dupraz es profesor de la Escuela Nacional Superior de Aeronáutica y del Espacio, en Toulouse y de la Escuela Superior de Electricidad de París. Fue Director del Servicio de banda ancha y, actualmente, se encuentra en la Dirección de investigación de Alcatel CIT.

## Notas de investigación

### Breve resumen de los logros de los centros de investigación de Alcatel en todo el mundo

#### *El despegue del arseniuro de galio*

La Agencia espacial europea ha elegido la tecnología AsGa de Alcatel para su programa ENVI-SAT 1. El amplificador de potencia de estado sólido de 10 W, que será lanzado al espacio antes de final de siglo, se ha encargado a Alcatel, tras el estudio de varias propuestas, que incluía la de un importante suministrador japonés. El amplificador se basa en la tecnología FET (transistor de efecto de campo) de 5 W, que ha sido desarrollada dentro del programa sobre arseniuro de galio del Centro de Investigación del Alcatel. La elección confirma a Alcatel como uno de los principales suministradores mundiales en microondas y componentes de potencia, y refuerza el liderato de la compañía en el mercado las comunicaciones por satélite y terrestres.

#### *Chip para estimar movimientos*

Se ha desarrollado, dentro del marco de investigación sobre codificación de vídeo, un circuito integrado de estimación de movimiento mejorado, que está destinado a simplificar el diseño de los codec de vídeo, con unas mejores características y menor complejidad y coste. Es la primera realización de un chip para estimación de movimientos que cubre todo el área de investigación definida en las normas ITU-R CMTT723-1 y ETSI300-174.

#### *Distribución electrónica de películas*

El éxito de los codec de TVAD de la compañía se demostró de nuevo en NAB'94, feria de la National Association of Broadcasters que tuvo lugar en Las Vegas en el pasado Marzo. El prototipo presentado, resultado del programa del Centro de Investigación de Alcatel, consiguió una calidad de imagen que ha llevado a Pacific Bell a planificar con Alcatel una prueba de campo conjunta llamada *El cine del futuro*. La prueba demostrará el potencial de la distribución electrónica de películas. La transmisión directa por satélite o terrestre a cines, así como de otros acontecimientos importantes como conciertos o deportes, está siendo considerada por los distribuidores por ofrecer grandes ventajas. De hecho, la distribución a través de una red de telecomunicaciones ofrece una mayor flexibilidad de programación, reduce los costes de distribución, ofrece una alta calidad del material y evita las copias no autorizadas.

#### *Codificador de sonido compacto*

Se ha probado con éxito un codificador de sonido implantado sobre un chip DSP (proceso de señal digital). Su algoritmo está de acuerdo con la norma MPEG-1, capa 2. Se ha logrado una gran prestación con un nuevo refinamiento del algoritmo de codificación, que permite una realización muy compacta. Las pruebas de escucha subjetivas han mostrado una calidad de sonido muy alta; se van a realizar procedimientos de prueba normalizados para medir las mejoras logradas por Alcatel en este campo. Basándose en estos resultados, se mejorarán las características de los productos importantes de la compañía implantando sonido multicanal asociado a los codec de vídeo (usando las normas de TVAD, ETSI y MPEG-2).

### **Medida rápida y fiable del estado de la carga de las baterías de níquel-cadmio**

La aplicación de las baterías de níquel-cadmio en los campos de la industria, del consumo y de las telecomunicaciones requiere de eficaces métodos de medida del estado de la carga de las baterías. Se han propuesto y probado diferentes técnicas basadas, en particular, en la espectroscopia de impedancias. Los resultados no han sido, en general, fiables y, además, estas técnicas requieren equipos complejos y no se adaptan al uso en condiciones reales.

Alcatel ha desarrollado un nuevo método basado en las perturbaciones a alto nivel para inducir respuestas no lineales. A baja frecuencia, con un estímulo eléctrico alto, aparece una relación casi lineal entre el módulo de admitancia y el estado de la carga. Se ha observado el comportamiento para diferentes tecnologías y tamaños de baterías de níquel-cadmio.

Con los resultados obtenidos de esta técnica de impulsos, se ha desarrollado un dispositivo específico con circuitos electrónicos especialmente diseñados para realizar medidas de admitancia, con control potenciométrico en menos de 100 ms. La precisión de la medida del estado de la carga ha sido mejor del 10% en todo el intervalo de carga. Otra ventaja importante de esta técnica es que se pueden realizar las medidas mientras la batería está conectada a un circuito externo. Además, el método parece apropiado para evaluar el envejecimiento de la batería durante su ciclo de vida.

### **Video a demanda interactivo**

La familia de productos de acceso Alcatel 1570 se basa en amplificadores ópticos en cascada para el transporte y la distribución de señales. Debido a la gran anchura de banda de dicho sistema de acceso es posible pasar de la simple TV por cable a los servicios multimedia.

Se ha demostrado experimentalmente que la TV por cable analógica, las señales de video digital comprimidas (1,5 a 8 Mbits por canal) y un canal de ultra alta velocidad de 10 Gbit/s se pueden transportar simultáneamente en una red de distribución Alcatel 1570.

Durante el CeBIT'94 de Hanover, Alemania, que atrajo a unos 675 000 visitantes, se exhibió un sistema 1570 híbrido de fibra/coaxial con canales para TV por cable y video digital a demanda. Todos los elementos, incluidos servidor, alimentador, enlace, red de distribución, terminación de red óptica, línea coaxial, red y aparato superior, se integraron en el equipo. Se logró una interactividad completa (arranque, parada, pausa, rebobinado) usando un canal de retorno casi transparente desde el aparato superior al servidor. Con este sistema se han medido calidades de señal muy buenas y tasas de error muy bajas.

### **OEIC de receptor de 10 Gbits/s basado en InP integrado monolíticamente**

Dentro del programa del Centro de Investigación de Alcatel se ha realizado, para un receptor óptico de 10 Gbit/s, un circuito integrado optoelectrónico (OEIC) sobre un sustrato de InP. El OEIC combina un fotodiodo de InGaAs con un amplificador de transimpedancia, que consta de cuatro transistores de alta movilidad de electrones (HEMT) de InAlAs/InGaAs, seis resistencias, ocho diodos de desplazamiento de nivel y dos condensadores.

El diseño de alta frecuencia permite la caracterización del OEIC sobre la oblea, y el encapsulado sin degradación de las características de alta frecuencia. El circuito proporciona una ganancia de 14 dB con una respuesta de frecuencia muy plana hasta 6 GHz (a -3 dB). La corriente de ruido es menor de 12 pA/√Hz a 3 GHz.

# Últimas solicitudes de patentes

**Solicitudes de patentes recientemente registradas por Compañías del Grupo Alcatel (la lista no incluye patentes equivalentes en otros países).**

Esta lista puede incluir solicitudes de Modelos de utilidad. Para EE.UU y Austria en lugar de solicitudes de patentes, se incluyen patentes concedidas. Esta solicitudes/patentes pueden solicitarse a las correspondientes oficinas nacionales de Patentes.

TITULO	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
<b>SOLICITUDES DE PATENTES AUSTRALIANAS:</b>		
Phase Shifter for Antenna Array	R. R. Mews	PL 41625
<b>SOLICITUDES DE PATENTES AUSTRIACAS:</b>		
Fault Tolerant Computer System	N. Theuretzbacher	246218
<b>SOLICITUDES DE PATENTES CANADIENSES:</b>		
Method and Installation for Manufacturing Rectangular Enamelled Magnet Wire with In-Line Rolling and Enamelling	M. J. Byrne	2,081,593-1
<b>SOLICITUDES DE PATENTES FRANCESAS:</b>		
Ruban de fibres optiques individualisées	J.-P. Bonicel, P. Giraud	92 09 541
Dispositif de dévidage d'une bobine de fil	D. Gouranton, J. Lirochon	92 09 539
Dispositif et procédé de contrôle de l'épaisseur et de la régularité d'un revêtement déposé sur un corps isolant allongé	B. Floch, P. Mac Kenzie	92 08 031
Procédé et dispositifs pour couper obliquement un ruban de fibres optiques	R. Hakoun, M. Reslinger	92 09 170
Procédé de préhension et de manipulation d'une fibre optique	V. Mignot	92 09 233
Procédé de couplage d'une fibre optique à un composant optique sur un substrat commun	D. Mousseaux, G. Gelly, E. Gard	92 09 392
Procédé d'assemblage par collage sous vide des circuits hybrides et assemblages obtenus par ce procédé	P. Naudin, S. Hancali	92 06 653
Filtre passe-bande agile pour hyperfréquences	G. Ellena, P. Fruit	92 09 449
Dispositif de liaison optique pour mobile, notamment pour satellite de la terre	J. Chesnoy, J.-P. Blondel	92 05 751
Dispositif anti-retrait d'isolation pour cable de puissance à isolation synthétique	A. Darcy	92 12 959
Monture de raccordement de radiotéléphone	P. Gillo	92 09 837
Ensemble de verrouillage rapide et de centrage d'une charge prévue flottante dans une enceinte	E. Mulier, D. Piaget	92 12 307
Dispositif hyperfréquence comprenant un filtre triplaqué réalisé dans une semelle conductrice d'électricité recouverte d'un matériau diélectrique	J. D. Schubert, A. Robin	91 10 802
Système de montage de plongeurs liés en translation sur un palonnier en mouvement rectiligne	L. Vincent, P. Baclaine	92 11 962
Connecteur électrique à éléments de contact hermaphrodites	D. Maurice	92 12 131
Procédé de dépôt en phase vapeur d'un film en verre fluoré sur un substrat	C. Jacoboni, B. Boulard, O. Perrot	92 11 158

Titulo	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
Filtre agile passe-bande hyperfréquences à cavités bi-modes	P. Balcaïne, J. L. Lambert	92 12 650
Filtre agile passe-bande hyperfréquences à cavités bi-modes	P. Balcaïne, J. L. Lambert	92 12 649
Système de fixation pour élément tubulaire souple	P. Bey, R. Spinner	91 11 469
Module de protection tripolaire à fusible de court-circuit	M. Lejuste	92 11 824
Procédés de préparation d'un sous-ensemble destiné au raccordement par épissurage d'un dispositif d'optique intégrée à au moins un câble à fibres optiques, et procédé de raccordement par l'épissurage de ce sous-ensemble à un ou plusieurs câbles à fibres optiques	C. Brehm, P. Dupont, A. Tardy	92 10 855
Machine de surmoulage d'un équipement d'une liaison sous-marine, procédé de mise en œuvre et équipement surmoulé en résultant	B. Daguet, M. Ganz, J. F. Libert	92 09 835
Dispositif de contrôle de qualité d'un gainage du type polyéthylène	M. Dubrulle	92 11 207
Dispositif d'indexation, notamment pour système de gestion de bases de données	B. Laasri, C. Levallet, M. Maurice Demourieux	92 11 185
Procédé de transmission d'une information d'avance temporelle à un mobile évoluant dans des cellules d'un réseau GSM à BTS asynchrones	B. Dupuy, M. Roberts	92 10 996
Système d'alimentation électrique décentralisée comportant au moins un bus alternatif commun	C. Peyrotte	92 12 017
Procédé de calcul de la position d'un mobile par un récepteur GPS	P. Karouby	92 11 960
Système de transmission de données dans un satellite	R. Laine	92 11 961
Touche de clavier à plusieurs commandes et clavier comportant de telles touches	P. Boulay	92 10 474
Programmeur de signaux de sortie binaires	V. Andrieu	92 12 957
Dispositif de filtrage pour égaliseur à estimation de séquence	C. Mourot, A. Wautier, J.-C. Dany	92 11 466
Procédé pour déterminer la transmittance d'un circuit de filtrage prévu pour transformer la réponse impulsionnelle d'un filtre en une réponse à phase minimale et filtre mettant en œuvre ce procédé	C. Mourot, A. Wautier, J.-C. Dany	92 11 467
Procédé et dispositifs pour la transmission simultanée de deux signaux binaires hétérochrones par un même support	J.-P. Guerin, J.-F. Robin, F. Roudot	92 10 968
Résine polymère pour ruban à fibres optiques	J.-Y. Barraud, S. Gervat	92 10 638
Filtre hyperfréquence à résonateurs en lignes couplées	P. Fruit	92 11 587
Commutation transparente	R. Mort, D. Rouffet	92 10 043
Dispositif d'estimation d'un canal de transmission	C. Mourot	92 11 886
Laser semiconducteur segmenté à rétroaction distribuée	D. Lesterlin, J.-G. Provost, D. Bayart, J.-P. Hebert	92 11 619
Méthode de calibration d'antenne en champ proche pour antenne active	G. Caille, T. Dusseux, C. Feat	92 12 092
Matrice de commutation optique	M. Sotom	92 12 018
Dispositif de raccordement de ligne d'abonné	M. Bodin, C. Joncourt	92 12 464
Procédé et agencement de communication entre unités, supports de mode paquet, du cœur d'une installation de communication	R. Gass	92 09 838
Procédé de transmission d'une information d'avance temporelle à un mobile évoluant dans des cellules d'un réseau GSM à BTS asynchrones	B. Dupuys	92 10 995
Procédé d'évaluation de la profondeur ou du taux de modulation d'un laser à semi-conducteur, procédé de réglage de la profondeur de modulation et circuits pour leur mise en œuvre	H. Le Bihan	92 10 800

TITULO	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
<b>SOLICITUDES DE PATENTES ALEMANAS:</b>		
Vorrichtung zur Halterung eines abstrahlenden Hochfrequenz-Kabels	M. Stansbie, H.-J. Schiefer, G. Ahrens	92 08 195
Verteilergehäuse zur Aufnahme von Ader- bzw. Faserverbindungen	S. Japtok, S. Scholz	92 07 700
Stufenweise variables optisches Dämpfungsglied	G. Maltz, W. Heitmann, E. Becker	42 20 556
Vorrichtung zur Signalübertragung zwischen zwei Endstellen	F. Schauer, A. Neuner	42 25 119
Elektronische Vorrichtung mit einer großen Anzahl von Anschlußdrähten	K. Adam, K. Hägele, W. Heck	42 18 367
Verfahren zur Herstellung von Anschlußfahnen an Hybridgehäusen	K. Adam, H. Klaus	42 23 745
Schaltvorrichtung für Sicherungseinrichtungen	W. Minks	42 21 686
Schaltungsanordnung zum Schutz eines am Wechselstromnetz angeschlossenen Verbrauchers gegen mißbräuchliches Entfernen	H. Löwel	42 20 460
Elektrischer Motor mit Sicherheitsbremse	K. Pfendler	42 20 458
Wärmerückstellbarer bandförmiger Gegenstand zum Umhüllen von Substraten	F. Grajewski, H. U. Voigt	92 08 661
Endstelleneinrichtung für simultanen bidirektionalen optischen Informationsaustausch	O. Hildebrand	42 23 175
Raum- und Zeit-Vermittlungselement und dessen Verwendung	B. Gamm	42 21 187
Vermittlungsstelle	B. Gamm	42 21 188
Optischer Sender	H. Krimmel, H. Bülow, R. Heidemann, J. Otterbach	42 34 599
Filtervorrichtung für ein Mehrfachfilter	P. Dahl	42 24 842
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Kompensation einer Dopplerverschiebung	P. Bune	42 22 236
Verfahren zum Detektieren von in einer Faserstrecke geführten Lichtwellen und Einrichtungen dafür	H. Bülow	42 22 898
Straßenzustandsdetektor	M. Böhm	42 35 104
Rückstellbarer rohrförmiger Gegenstand zum Umhüllen von Substraten, insbesondere zum Umhüllen von Kabelsplices, Kabelenden etc.	F. Grajewski	42 33 202
Verfahren zur Herstellung einer elektronischen Baugruppe	H. Mieskes, H. Schaaf, L. Schlayer, H. Zimmermann	42 26 168
Neigungsgeber für ein Fahrzeug mit einem Aufbau	M. Böhm	42 27 886
Optischer Duplexer	J. Hehmann, A. Baumgärtner, K. Lösch	42 30 952
Koppelanordnung für die Kopplung einer optischen Faser an ein optoelektronisches Modul	G. Luz, M. Ulmer, T. Feeser	42 32 326
Halbleiter-Lasermodul	G. Luz, M. Ulmer, B. Deppisch	42 32 327
Metallische Kontaktflächen auf einem Halbleitersubstrat	J.-H. Reemtsma	42 32 814
Verfahren zur Montage von Halbleiterbauelementen auf einem Substrat	H. Richter, M. Florancic, H. Eisele, H.-P. Hirler, K. Ruess	42 26 167
Verfahren zur Herstellung einer optischen Faser	J. Lysson, F.-P. Bartling	42 26 343
Endverzweiger für Lichtwellenleiterkabel	S. Japtok	92 14 440
Vorrichtung zur Signalübertragung zwischen zwei Endstellen	A. Neuner	42 33 914
Vorrichtung zur Signalübertragung zwischen zwei Endstellen	F. Schauer, A. Neuner, W. Chille, M. Czeschka	42 33 499
Verbindungselement für ein Hochfrequenzkabel	M. Stansbie	92 11 462
Verfahren zum Abwickeln von langgestrecktem Gut von einer Spule	H. Rüster, H. Hasselber	42 36 023

TITULO	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
Kühlvorrichtung für langgestrecktes Gut und Verfahren zum Einziehen eines langgestreckten Gutes in eine Kühlvorrichtung	M. Obermeier, P. Haberberger	42 26 652
Vorrichtung zur reversierenden Verseilung von Verseilelementen	M. Obermeier, P. Haberberger	42 26 514
Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer optischen Faser	J. Lysson, F.-P. Bartling, R. G. Sommer	42 28 955
Verfahren zur Herstellung einer optischen Faser	J. Lysson, F.-P. Bartling, J. Rosenkranz	42 26 344
Vorrichtung zum Ermitteln von Druckbelastungen und Verfahren zur Herstellung	G. Ziemek, J. Boby	42 36 742
Metallfreies Luftkabel	G. Maltz, W. Wenski	42 29 859
Optisches Kabel	G. Hög, P. Zamzow, P. Deläge	42 28 956
Kabel und Verfahren zum Herstellen eines Kabels	G. Ziemek, H. Hildebrand	42 36 560
Kabel und Verfahren zur Herstellung eines Kabels	G. Ziemek, H. Hildebrand	42 36 561
Vorrichtung zum Halten eines abstrahlenden Hochfrequenzkabels an einer Wand oder an einer sonstigen Fläche	T. Röhrle	91 15 516
Elektrisches oder optisches Kabel	P. Madry	92 11 949
Gleichstrom-Versorgung mit LC-Filter	F. Winkens	42 28 480
Vorrichtung zur Übertragung von Videosignalen und Audiosignalen über ein diensteintegrierendes Nachrichtennetz	F. Bergler	42 29 151
Bildaufnahmeeinrichtung	C. Garcia-Victoria	42 36 666
Bildfernsehergerät	W. Müller	42 29 738
Gerät mit einem Display und einer Videokamera	M. Weiss, H. W. Schilling	42 36 663
Einrichtung zur Gewinnung der Aperturbelegung einer phasengesteuerten Gruppenantenne	H. P. Kölzer, R.-H. Mundt	42 27 857
Empfänger zur Messung der Frequenz von einem oder mehreren simultan einfallenden pulsformigen Signalen	K. Pabel	42 27 858
Gestell mit Einsätzen zur Führung von LWL-Kabeln	R. Amberger	42 35 208
Optisches, breitbandiges Nachrichtenübertragungssystem für Kommunikations- und Verteildienste	H. Ohnsorge	42 26 838
Empfangsseitige Schaltung für ein System zur optischen Übertragung eines Digitalsignals über einem dispersionsbehafteten Lichtwellenleiter	B. Wedding	42 36 488
Verteiler für EMV-abgeschirmte Schränke	G. Steffen	92 11 291
Bildwiedergabe-/Aufnahmeeinrichtung	C. Garcia-Victoria	42 36 665
Schaltungsanordnung zur Amplitudenmodulation des Ansteuersignals eines Lasers	D. Nissler, N. Kaiser	42 27 097
Schaltungsanordnung zur Amplitudenmodulation des Ansteuersignals eines Lasers	D. Nissler, W. Manz	42 27 098
System zur linienförmigen Zugbeeinflussung mit verbesserter Fahrzeugortung	M. Michler, H. Übel	42 35 105
Digitaler Phasenkomparator und Phasenregelkreis	K.-H. Rieder	42 29 148
Schnurlose Telekommunikationsanlage	G. Siegmund	42 32 103
Verfahren und Schaltungsanordnung zur Bewertung von Tonsignalen in Fernsprechvermittlungsanlagen	T. Heiland, R. Istel, J. Wetzel	42 28 952
Baugruppenträger	F. Hübner	92 12 653
Schaltungsanordnung für elektroakustische Anlagen	M. Walker	42 28 479
Verfahren zum Verbessern der akustischen Rückhördämpfung von elektroakustischen Anlagen	M. Walker, P. Heitkämper	42 29 910

TITULO	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
Verfahren zum Verbessern der Übertragungseigenschaften einer elektroakustischen Anlage	M. Walker, P. Heitkämper	42 29 912
<b>SOLICITUDES DE PATENTES ITALIANAS:</b>		
Apparecchio ricetrasmittitore portatile, in particolare apparecchio telefonico radiomobile, a bassa irradiazione dell'utente	C. Maggio, L. Panico	MI92 A 002147
Disposizione e metodo per localizzare un oggetto o una persona all'interno di una area geografica, trasmettitore e ricevitore di localizzazione adatto per gli stessi	V. Langone	MI92 A 001818
Metodo e pannello di visualizzazione per indicare ai passeggeri le fermate in un mezzo pubblico	S. Lancellotti, B. Guzzetti, A. Balzarotti	MI92 A 002162
Unita' modulare di smistamento per apparati trasportatori	A. Passero	MI92 A 002145
Singularizzatore	A. Passero	MI92 A 002326
Apparecchio ricetrasmittitore portatile a bassa irradiazione dell'utente, utilizzando una antenna avente diagramma di irradiazione asimmetrico	C. Maggio, L. Panico	MI92 A 002146
Sistema e circuito per la stima della frequenza della portante di un segnale numerico PSK	M. Bolla, M. Gelichi, F. Guglielmi, N. Leuratti	MI92 A 002325
Metodo, sistema e piastra per testare una apparecchiatura elettronica, in particolare per telecomunicazioni	M. Baldi, A. Rotunno	MI92 A 002121
Rete di connessione fotonica a commutazione di pacchetto per la diffusione d'informazioni	F. Masetti, J.-B. Jacob	MI92 A 001959
<b>PATENTES ESPAÑOLAS:</b>		
Método y dispositivo de procesamiento de datos asíncronos	J. Arias Gutierrez, E. Schoendorff Ortega	2038895
Método y dispositivo de procesamiento de datos asíncronos	J. Arias Gutierrez, E. Schoendorff Ortega	2038896
Método y dispositivo de regulación de velocidad de salida de datos para compresores de imágenes con velocidad de salida variable	J. Arias Gutierrez, S. Carabantes Sánchez, A. López Varona, J. M. Ruiz Minguez, L. Hamard	2038897
Procedimiento y dispositivo de cancelación adaptativa de ecos acústicos	J. M. Páez Borrallo, M. García Otero, B. Ruiz Mezcuca	2038904
Sistema síncrono de aleatorización de datos en paralelo	J. L. Merino González, F. Ortiz Saenz, R. Burriel Luna, F. Ortega Rodriguez, A. M. del Mar Menéndez Martín	2038912
<b>PATENTES DE ESTADOS UNIDOS:</b>		
Connector Assembly for Fixed Triband Antenna	G. D. Yarsunas, M. L. Brennan, F. L. Duggan	5 233 363
Method and Apparatus for identifying a failed span in a network of span interconnected nodes	R. Pekarske	5 233 600
Parallel DS3 AIS/Idle Code Generator	W. H. Stephenson	5 235 332
Anti-Microphonic Cavity Structure Tuning Apparatus	K. Chandler, M. Ryland	5 237 299
Four-Wire Line Unit Interface Circuit	T. J. McNulty	5 237 563
Method of Activating Tandem Digital Subscriber Lines	J. L. Timbs	5 243 593
Method for Detecting Transmitted Control Code Using M Out of N Detecting Scheme for Initiating a Latching Loopback Test Procedure	M. Fain	5 247 690
<b>SOLICITUDES DE PATENTES EUROPEAS:</b>		
Cellule Radiofrequency	J. G. L. Neiryneck	92201863
Divider device to divide a first polynomial by a second one	F. O. Van der Putten	92202147

TITULO	INVENTORES	NUMERO DE SOLICITUD
Quality factor tuning system and current rectifier used therein	J. M. J. Sevenhans, M. G. S. J. Van Paemel	92202293
Quality factor tuning system and current rectifier used therein	J. M. J. Sevenhans, M. G. S. J. Van Paemel	92202292
Electronic franking machine	B. Guillaume	92201672
Connectionless server	P. T. M. Reynders, D. Deloddere, G. H. M. Petit	92201410
Analog to digital converter	J. M. J. Sevenhans, D. M. E. Gevaert, J. K. C. Vanneuville	02201595
Connector device and interconnection arrangement using same	J. A. O. Goubert, H. J. J. Busschaert	92201680
Cell resequencing system for a telecommunication network	H. A. J. Verhille, M. A. R. Henrion, M. P. M. de Somer, B. J. G. Pauwels	92202866
Transfer method, frame information extraction circuit and clock pulse stream regenerator used therein	J. J. G. Haspesslagh, P. P. F. Reusens	92202871
Signal multiplier device	F. N. L. Op't Eynde	92202887
Amplitude regulation Circuit	F. N. L. Op't Eynde, G. M. M. Vandensande	92202870
Comparison device operating with hysteresis	E. C. J. Op de Beeck	92203387
Card input device	P. J. E. van Dooren, H. R. N. de Vuyst	92202554
Plesiochronous interface circuit	D. F. J. van de Pol, J. M. J. Decaluwe, L. Cloetens	92202678
Transmission system for transmitting signals in burst mode	J. L. B. de Groote, J. A. O. Vandewege, J. Allaert, H. A. G. van Parys	92202737
Radio communication transceiver	J. M. J. Sevenhans, D. Sallaerts, A. O. G. Vanwelsenaers, J. Wenin	92203303
Digital radio receiver	M. M. G. Durvaux, R. P. C. Cassiers	92203181
Data transmission system and interface module and priority generation means included therein	G. C. van Kersen, C. F. M. Johann	92202555

## Abreviaturas de este número

AI	Actor/Interactor (arquitectura)	DM	modo directo
AAL	capa de adaptación ATM	DME	entorno de gestión distribuida
ABS	sistema de antibloqueo de frenos	DMS	sistema de gestión distribuida
ACDS	sistema de documentación de cliente de Alcatel	DQDB	distributed queue dual bus
ACIF	interfaz CAD/CAM de Alcatel	DSPMR	Señalización digital para radio móvil privada
ACTM	manual técnico de conceptos avanzados	DSSSL	Document Style Semantics and Specification Language
ADP	procesamiento automatizado de datos	DXI	digital exchange interface
ADSL	bucle de abonado digital asimétrico	EMC	compatibilidad electromagnética
AF	audio frecuencia	ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ALICE	editor integrado de documentos compuestos de Alcatel	ETSI	instituto europeo de normalización para las telecomunicaciones
API	application programming interface	FAR	Force d'Action Rapide
ASCII	American standard code for information interchange	FDMA	acceso múltiple por división de frecuencia
ASE	elementos de conmutación ATM	FFSK	modulación por desplazamiento de frecuencia rápido
ASN	Red de conmutación ATM	FRP	protocolo de reserva rápida
ATM	modo de transferencia asíncrono	FTAM	file transfer, access and management
AVLS	sistema automático de localización de vehículos	GIS	sistema de información geográfica
BIIS	Binary Interchange of Information and Signalling	GPS	Global Positioning System
BTS	estación transeptora base	GPS	Sistema de Posicionamiento Global
C/S	cliente/servidor (arquitectura)	GSM	global system for mobile communication
C2	mando y control	GSM	Groupe Spécial Mobile
C3I	sistema de mando, control, comunicaciones e inteligencia	GUI	interfaz gráfico de usuario
CAC	control de admisión de llamada	HDLC	control de enlace de datos a alto nivel
CALS	Computer Aided Lifecycle Support	IC	circuitos integrados
CALS	Computer Aided Logistics Support (atiguo)	ICLS	servidor sin conexión integrado
CASE	entorno de programación asistido por ordenador	IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
CAT	traducción asistida por ordenador	IETM	manual técnico electrónico integrado
CBDS	servicio de datos de banda ancha sin conexión	ISO	International Standards Organization
CBR	velocidad binaria constante	IT	tecnología de la información
CCD	charge coupled device	IWU	unidad de interfuncionamiento
CCIR	International Radio Consultative Committee	LAN	red de área local
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee	LSC	estación controladora local
CGM	computer graphics metafile	MCT	terminal de comunicaciones móviles
CITIS	sistema de información técnica C3I	MID	identificador de mensajes
CLU	tarjetas sin conexión	MMI	interfaz hombre máquina
CNET	Centre National d'Etudes des TUIÚcommunications (France Telecom)	MoD	Ministerio Francés de Defensa
CRC	control cíclico de redundancia	MSC	centro de conmutación móvil
CS	estación de control	NAG	Numerical Algorithms Group
CTM	gestión técnica centralizada	NIH	Not Invented Here
DACS	data acquisition and communication system	NKN	nivel del centro nodal
DCE	entorno de procesamiento distribuido	NMC	centro de gestión de red
DCW	base de datos del mapa digital mundial	OCR	optical character recognition
DECT	Digital European Cordless Telecommunications	OSF	Open Software Foundation
DGPS	GPS diferencial	OSI	Open Systems Interconnection
DIF	digital interchange format	OT	terminal de explotación local
		P&S	fuerzas de seguridad y de policía
		PABX	centralita, private automatic branch exchange
		PB	tarjeta impresa
		PBA	ensamblaje de tarjetas impresas
		PCDB	base de datos de control del producto
		PCMS	sistema de gestión de cambio del producto

PCR	velocidad de cresta de célula	SEPG	Software Engineering Process Group
PDAS	sistema de archivo de la documentación del producto	SGML	Standardized Generalized Mark-up Language
PDE	intercambio de documentación del producto	SMDS	Switched Multimegabit Data Service
PDH	jerarquía digital plesiócrona	SNMP	Simple Network Management Protocol
PDM	Product Documentation Management	SONET	Synchronous Optical NETWORK
PDO	paquete de datos optimizado	SPIN	Software Process Improvement Network
PI	índice de protección del armario	SPS	servicio de posicionamiento estándar
PMR	radio móvil privada	SQC	Statistical Quality Control
RBS	estación base radio	SQL	Standard Query Language
RCR	estaciones repetidoras telecomandadas	STU	unidad terminal de usuario
RDBMS	sistema de gestión de bases de datos relacionales	TCS	señalización de tono continuo
RF	radio frecuencia	TETRA	Trans-European Trunked Radio system
RTPC	red telefónica pública conmutada	TPSA	sistema Alcatel de publicación técnica (ahora ALICE)
SAFARI	sistema de ayuda a fuerzas de acción rápida en intervención	TTU	unidad terminal de enlace
SCR	velocidad media de célula	TU	unidad terminal
SDH	jerarquía digital síncrona	UNI	interfaz usuario/red
SDM	mensaje corto de datos	V+D	voz más datos
SEFT	Section d'Etude et de Fabrication des TÚÍÚcommunications	VCI	identificador de canal virtual
SEI	Software Engineering Institute	VOD	vídeo a petición
		VPI	identificador de trayecto virtual
		ZVEI	Instituto alemán para la industria electro-técnica y electrónica

### Errata

En la página 48 del número correspondiente al 1er trimestre de 1994 hay que poner en lugar de "fichier Coreldraw OPGWMATH.CDR" la siguiente ecuación:

$$\frac{R_0 I^2}{C} \int_0^t dt = \int_{\theta_0}^{\theta_c} \frac{d\theta_c}{1 + \alpha_0 (\theta_c - \theta_0)}$$

$$I = \sqrt{\frac{C \log_e ((\theta_c - \theta_0) \alpha_0 + 1)}{\alpha_0 R_0 t}}$$

## Nota a nuestros lectores

*Comunicaciones Eléctricas* es la revista técnica de Alcatel, con una distribución universal. Además de presentar los productos al estado del arte en cada área de las telecomunicaciones, la revista contiene una información técnica muy valiosa, y es la manera ideal de estar al día en la rápidamente cambiante tecnología de hoy. Cada número se dedica a un tema especial, lo que permite un completo tratamiento de dicho tema. Los últimos tratados incluían comunicaciones ópticas, comunicaciones en el transporte, GSM, la transmisión por vídeo, sistemas de comunicaciones de empresa, cables para las telecomunicaciones, y los sistemas de seguridad y policía y la gestión del software en este mismo número. Los lectores de *Comunicaciones Eléctricas* van desde estudiantes hasta las personas que tienen que tomar decisiones.

Si usted desea recibir la revista gratuitamente contacte con el Editor, por carta o fax si es posible, indicando claramente nombre, dirección y, brevemente, porque desea recibir la revista (*Comunicaciones Eléctricas* es muy popular y debemos limitar la distribución a los lectores de buena fe).

Disponemos de un stock limitado de los cinco ó seis números anteriores. Cualquier petición de números atrasados debe de hacerse por escrito, e indicando claramente el año y trimestre deseado. En el último número de cada año. 4º trimestre, aparece un índice de lo tratado en dicho año.

Por favor, ayúdenos indicándonos cualquier cambio en su dirección, o si no desea seguir recibiendo la revista. En cualquier comunicación recuerde indicar su número de suscripción que aparece en la etiqueta del envío. Le agradecemos por anticipado su colaboración.

## 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 Paris Cedex 08  
Francia  
Tel.: (33-1) 40.76.13.47  
Fax: (33-1) 40.76.14.26

### Edición francesa :

Catherine Camus  
Revue des Télécommunications  
ALCATEL  
54, rue La Boétie  
75382 Paris Cedex 08  
Francia  
Tel.: (33-1) 40.76.13.48  
Fax: (33-1) 40.76.14.26

### Edición italiana :

Egisto Corradini  
Prospettive di Telecomunicazioni  
ALCATEL ITALIA, Div. Alcatel Telettra  
Via Trento, 30  
20059 Vimercate (MI)  
Italia  
Tel.: (39-39) 686.3072  
Fax: (39-39) 608.1483

### Edición alemana :

Andreas Ortelt  
Elektrisches Nachrichtenwesen  
ALCATEL SEL AG  
Department ZOE/FP  
70430 Stuttgart  
Alemania  
Tel.: (49) 711.821.46.90  
Fax: (49) 711.821.60.55

### Edición española :

Gustavo Arroyo  
Comunicaciones Eléctricas  
ALCATEL STANDARD ELECTRICA  
Ramirez de Prado 5  
28045 Madrid  
España  
Tel.: (34-1) 467.30.00 ext. 1857  
Fax: (34-1) 468.78.32

Sandro Frigerio  
Tel.: (39) 2.80.52.434  
Fax: (39) 2.72.01.08.62

## En este número

### Comunicaciones Eléctricas 2º trimestre de 1994

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 109-110

#### **Introducción general de los sistemas C3I y su aplicación a las fuerzas de seguridad**

Bourdin, E.

Este artículo es la introducción al tema de los sistemas de mando, control, comunicación e inteligencia (C3I), que son un elemento esencial de las fuerzas de seguridad de hoy en día. Se resaltan aplicaciones y principios básicos, dándose una descripción genérica de los sistemas C3I. Se debaten los requisitos típicos de las fuerzas de seguridad como policía y seguridad civil, especialmente en zonas urbanas, y se presentan los diferentes diseños de sistemas de Alcatel en respuesta a dichos requisitos.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 111-117

#### **ALCIDE - La plataforma de ejecución y desarrollo C3I de Alcatel**

Carcagno, D.; Suslenschi, P.

Los suministradores de sistemas C3I se han enfrentado recientemente a profundas modificaciones en su mercado. Además de la demanda de nuevos sistemas adaptados a los cambios radicales del contexto estratégico internacional, los sistemas C3I están sometidos a exigencias generales del mercado del software, tales como tiempos de desarrollo más cortos, caída dramática de los precios y cumplimiento de las normas del mercado. El artículo describe el enfoque adoptado por Alcatel durante los tres últimos años a fin de cumplir estos nuevos requisitos, y presenta la plataforma software ALCIDE.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 118-124

#### **Señalización digital para radio móvil privada (DSPMR)**

Rousseau, P.

La radio móvil constituye una herramienta indispensable para numerosos profesionales, como las fuerzas de seguridad y de intervención, así como para numerosos usuarios públicos y privados. La norma europea I-ETS 300 230 propone una señalización digital a 1200 bit/s. Esta nueva norma, también denominada BUIS1200, permite establecer rápidamente las comunicaciones e introduce amplios servicios de voz y de datos. Alcatel ha desarrollado una nueva gama de productos, el sistema Alcatel 9320 DSPMR, conforme a esta norma. Gracias a su modularidad, la DSPMR responde tanto a las necesidades de redes de tamaño reducido y medio, como a redes de amplia cobertura. En este artículo se describen los servicios y la arquitectura de la DSPMR.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 125-128

#### **TETRA - un estándar para comunicaciones policíales**

Azemard, H.

La tendencia de futuro en la radio móvil privada (PMR) es, como en todas las alternativas de telecomunicaciones, la digitalización. TETRA es un estándar que utiliza esta alternativa. La policía y las fuerzas de seguridad son potenciales compradores de estas redes. Se describe en este artículo la infraestructura y terminales Alcatel 9370, que son una buena respuesta a los requisitos de Schengen.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 129-135

#### **Sistema automático de localización de vehículos**

Bethmann, A.; Brocke, K.; Harrer, S.

El AVLS puede identificar y trazar la posición de cada uno de los vehículos de una flota. El AVLS se compone del equipo móvil, del centro de mando y control y del enlace de comunicaciones. Incluye un sistema de información geográfica (GIS) así como de una información de carreteras vectorizada. Se utiliza para mostrar la posición de uno o más vehículos sobre un mapa explorado y describir la posición en forma de una dirección. La transmisión de datos se puede llevar a cabo usando una o más de las redes disponibles, desde radio móvil sobre la radio móvil privada de radioenlaces y GSM hasta la comunicación vía satélite. El AVLS es la base de casi todas las actividades relacionadas con la gestión de flotas tales como la de envío de flotas de policía y seguridad (P&S) o la supervisión del transporte de mercancías peligrosas.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 136-142

#### **Centros de mando y control para C3I de policía y seguridad**

Grau, A.; Bourdin, E.

Los actuales centros de mando y control, punto de convergencia de la información y de la inteligencia, se enfrentan a situaciones cada vez más complejas, en donde el uso de herramientas potentes y amigables son vitales en una toma de decisiones rápida y eficaz. El artículo describe un centro típico, en términos de las funciones y servicios soportados, del sistema, de las arquitecturas hardware y software, de los interfaces con los componentes de sistemas P&S y de aspectos de integración.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 143-147

#### **Sistema de vigilancia urbana por video**

Thouvenot N.

La videovigilancia de comunidades urbanas es una herramienta a disposición de los servicios de seguridad y de protección de las personas. Gracias a la disposición de las cámaras en lugares públicos sensibles, como aeropuertos, metros, centros comerciales, etc., los servicios de seguridad pueden intervenir de forma rápida y apropiada, al detectar un incidente. Otra aplicación muy importante es el control del tráfico. Se puede detectar o confirmar en tiempo real la formación de un embotellamiento o una disminución de la velocidad tras un accidente. Lo que permite orientar el tráfico para mejorar la seguridad de los usuarios. Los equipos que deben implantarse son principalmente cámaras, dispositivos de transmisión por cable y de conmutación de imágenes, equipos de visualización y de grabación y, por último, pupitres de mando. La integración de la videovigilancia urbana en el sistema general de seguridad es esencial. Así pues, sólo un planteamiento global de diseño y de aplicación garantiza su eficacia.

**TETRA - A Standard for Police Communications**

Azemard, H.

The future trend in Private Mobile Radio (PMR) is, as in all telecommunications solutions, digitalization. TETRA is the ETSI standard describing this solution. Police and security forces are potential buyers of these networks. Alcatel describes in this article the Alcatel 9370 infrastructure and terminals, which are a good answer to the Schengen requirements.

**Automatic Vehicle Location System**

Bethmann, A.; Brocke, K.; Harrer, S.

The AVLS can identify and trace the position of each vehicle of a fleet. The AVLS consists of the mobile equipment, command and control centre and communication link. A Geographical Information System (GIS) is included as well as vectorized road information. It is used to show the position of one or more vehicles on a scanned map and to describe the position in terms of an address. The data transmission can be performed using one or more out of all possible networks from Mobile Radio over Trunked Private Mobile Radio and GSM to satellite communication. The AVLS is the basis for nearly all fleet management related activities such as dispatching of P&S fleets or monitoring the transport of dangerous goods.

**Command and Control Centres for Police and Security C3I**

Grav, A.; Bourdin, E.

Today's police and security command and control centre, the convergence point of information and intelligence, faces increasingly complex situations, where powerful and user friendly tools are vital for prompt and effective decision taking. The article describes a typical such centre, in terms of the functions and services supported, system, hardware and software architectures, interfaces with the P&S system components and integration issues.

**Urban Video Surveillance System**

Thouvenot, N.

Urban community video surveillance is a tool available to personal security and protection services. By installing cameras in sensitive public places such as airports, railway stations, shopping centres and sports stadiums, the security forces can respond quickly and appropriately when an incident is detected. Another important application is road traffic control. Video surveillance provides real time information concerning the detection or confirmation of a tailback following an accident, enabling traffic to be diverted for the safety of users. The equipment mainly consists of cameras, cable transmission and image switching devices, display and recording equipment and control consoles. Integration of video surveillance into the general security system of an urban community is essential. Only a global approach to the design and implementation of a video surveillance network can guarantee its effectiveness.

**A General Introduction to C3I Systems and their Application to Security Forces**

Bourdin, E.

This article is the introduction to the special topic of command, control, communication and intelligence (C3I) systems that form an essential element of today's security forces. Applications and basic principles are outlined, and a generic description of C3I systems is given. The typical requirements of security forces such as Police and Civil Security, especially those in urban areas, are discussed, and the various Alcatel system designs answering these requirements are presented.

**ALCIDE - The Alcatel C3I Development and Execution Platform**

Carcagno, D.; Suslenschi, P.

Suppliers of C3I systems have recently faced profound modifications of their market. Apart from the demand for new systems adapted to the radical changes of the international strategic context, general constraints of the software market such as shorter development time, dramatic fall of prices and respect of market standards, have applied to C3I systems as well. The article describes the Alcatel approach taken during the last three years in order to meet these new requirements and introduces the ALCIDE software platform which is its main output.

**Digital Signalling for Private Mobile Radio (DSPMR)**

Rousseau, P.

Mobile radio is an essential tool for many professionals such as the security forces and emergency services as well as many public and private users. The I-ETS 300.230 European standard specifies a 1200 bit/s digital signalling system. This new standard, also called BIIS1200, allows fast call setup and introduces extensive voice and data services. Alcatel has developed a new range of products, the Alcatel 9320 - DSPMR system, in line with this standard. Through its modular design, the DSPMR meets the needs of small and medium-sized networks as well as wide area networks. This article describes the services and the architecture of the DSPMR system.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 148-152  
**SAFARI - Un desarrollo avanzado de C3I para gestión de las crisis**  
Suslenschi, P.; Bourdin, E.

SAFARI es un sistema de mando, control, comunicación e información para las fuerzas de intervención rápida, por lo que tiene los requisitos de transportabilidad y robustez, así como un alto grado de flexibilidad para adaptarse a diferentes teatros de operación. El artículo se dirige a dichos requisitos operacionales. Se resaltan las diferentes funciones del sistema, y se describen las arquitecturas software, así como un ejemplo de configuración real.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 173-180  
**Cambios en el proceso de producción de documentación**  
Brooks, G.

La documentación es hoy un elemento clave en el éxito global de un producto de telecomunicaciones. La creciente complejidad de los productos, el rápido avance de la tecnología de la autoedición y la necesidad de minimizar la innecesaria duplicación de esfuerzos, demanda sistemas de documentación estandarizados y estructurados. El artículo se dirige a la gestión de la documentación de producto, la aplicación de lenguajes SGML en la documentación técnica y de cliente de Alcatel, y los futuros requisitos de la documentación de cliente. Se debate el CALS (soporte del ciclo de vida asistido por ordenador) con sus implicaciones sobre las crecientes expectativas de los clientes.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 153-159  
**BorderMaster 2000 - Un sistema avanzado de vigilancia de fronteras**  
lölhe, H.; Owen, D.; Meroy, T.

Un sistema integrado de control y vigilancia de fronteras y áreas circundantes, llamado BorderMaster 2000, puede detectar y responder rápidamente a los intentos de intrusión. BorderMaster 2000 consta de tres principales subsistemas: sensores, comunicaciones y proceso de datos, incluyendo la gestión de la respuesta. Estos subsistemas y sus componentes asociados se integran cuidadosamente en un diseño de sistema a medida de los requerimientos de cada cliente para vigilancia y control. El sistema tiene una arquitectura modular y abierta que permite que un sistema en el sitio se expanda y mejore en cualquier momento, protegiendo la inversión del cliente y haciendo un sistema seguro a largo plazo.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 181-189  
**¿Arte ó ciencia? Evolución de la ingeniería del software**  
Jon Collins

En los últimos treinta años de revolución tecnológica se ha visto el desarrollo de una serie de industrias de alta tecnología. La industria de las computadoras vio una explosión en el software hace 25 años, y ha ido evolucionando desde entonces. Otras industrias hardware, como la de las telecomunicaciones, que han sufrido más recientemente los efectos de esta "revolución", están aprendiendo las mismas lecciones: experimentando la evolución del desarrollo software desde lo "artesano" (un acto creativo basado parcialmente en reglas empíricas e hipótesis) hasta una verdadera rama de la ingeniería que use principios matemáticos y científicos. Este artículo presenta hasta donde ha llegado el software, explicando como está en camino de ser un verdadero proceso de "ingeniería" pero que, sin embargo, todavía no lo es. Finalmente se presentan ejemplos de como otras disciplinas pueden ayudar a la ingeniería software en su camino evolutivo.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 162-172  
**Complejidad del software: Modelos para dominar el proceso**  
Nguyen-Duc, P.

El tamaño del software no cesa de aumentar, el gran número de personas que interviene en los proyectos implica nuevas formas de desarrollar el software. A partir de diez personas se empiezan a plantear problemas de coordinación. ¿Cómo instaurar una cohesión en equipos que pueden agrupar a centenares de personas? Procedimientos tales como ISO 9000, indican vías para encontrar soluciones. Se proponen modelos y mecanismos de regulación que permiten una mejor coordinación en las empresas.

Comunicaciones Eléctricas - 2º Trimestre de 1994, págs. 190-197  
**Redes ATM: El punto de vista del fabricante**  
Dupraz, J.

El artículo está dividido en dos partes. En la primera, tras una breve reseña histórica, se explican algunas nociones relativas a la técnica ATM y a las redes ATM que funcionan en modo transconector y/o conmutado. Se describen dos clases de servicios ATM: los servicios de datos y los servicios de vídeo a demanda. En la segunda parte, se describen dos sistemas de conmutación ATM desarrollados por Alcatel para responder a las necesidades del mercado. El Alcatel 1000 AX y el Alcatel 1100 HSS. El primero está destinado a las redes públicas de infraestructura e incorpora un servicio CBDS/SMDS sin conexión. El segundo es un conmutador multiprotocolo destinado a las redes privadas y que puede utilizarse en las redes públicas como nodo de acceso al primero.

**Changes in the Documentation Engineering Process**

Brooks, G.

Documentation is today a key element in the overall success of a tele-communications product. The increasing complexity of products, fast-moving publishing technology and the need to minimize unnecessary duplication of effort, combine to demand a structured, standardized documentation system. The article addresses product documentation management, the application of standardized general mark-up language (SGML) to Alcatel technical and customer documentation, and the future requirements of customer documentation. Computer aided lifecycle support (CALC) is discussed in relation to growing customer expectations.

**SAFARI - An Advanced C3I Approach to Crisis Management**

Suslenschi, P.; Bourdin, E.

SAFARI is a command, control and information system intended for the Rapid Reaction Force, and therefore has the requirements of transportability and ruggedness, as well as a high degree of flexibility to adapt to differing theatres of operation. The article addresses these operational requirements. The various system functions that are available are outlined, the system and software architectures are described and an example of a real-life configuration is given.

**Craft or Science? Software Engineering Evolution**

Collins, J.

The last thirty years of the technological revolution have seen the development of a number of high-technology industries. The computer industry saw an explosion in its software needs 25 years ago, and has been evolving accordingly ever since. Other hardware industries such as telecommunications which have felt more recently the effects of this "revolution" are learning the same lessons: experiencing the evolution of software development from a "craft" (a creative act based partially on rules of thumb and hypothesis), a true branch of engineering using scientific and mathematical principles. This article presents how far software development has come, explaining how, although not yet a truly "engineered" process, it is certainly en route to becoming so. Finally it gives examples of how other disciplines can help software engineering along its evolutionary path.

**BorderMaster 2000 - An Advanced Border Surveillance System**

Löhle, H.; Owen, D.; Meray, T.

An integrated surveillance and control system for territorial borders and their surrounding areas, known as the BorderMaster 2000, can proactively detect and respond to attempted intrusions. BorderMaster 2000 has three major subsystems: sensors, communications and data processing, including response management. These subsystems and their associated components are carefully integrated into a system design tailored to each customer's unique requirements for surveillance and control. The system has an open, modular architecture that allows an in-place system to be expanded and enhanced at any time, protecting the customer's investment and making the system 'future safe'.

**ATM Networks: The Manufacturer's Viewpoint**

Dupraz, J.

The article is in two parts. The first begins with a brief review of the history and goes on to explain some of the concepts of the ATM technique and ATM networks operating in cross-connect and/or switched mode. Two types of ATM service are described: data services and video on demand services. The second part describes two types of ATM switching system developed by Alcatel to meet market requirements - the Alcatel 1000 AX and the Alcatel 1100 HSS. The first is designed for public infrastructure networks and incorporates a connectionless CBDS/SMDS service. The second is a multiprotocol switch designed for private networks that can be used in public networks initially as an access node.

**Software Complexity - Some Models for Mastering the Process**

Nguyen-Duc, P.

Software programs are continuing to grow and the large numbers of people involved in software projects mean that software has to be developed in new ways. When more than ten people are involved, coordination problems begin to arise. How can teams of hundreds be kept together? Initiatives such as ISO 9000 provide some paths towards a solution. They propose models and regulation mechanisms for better coordination within a business.