

TRUNIS: sistema de información orientado a objeto para la gestión de redes de radiotelefonía trunking

F.J. Zarazaga ⁽¹⁾ J. Valiño ⁽¹⁾ S. Comella ⁽¹⁾ J. Noguerras ⁽¹⁾ A. Romay ⁽¹⁾
C. Felipe ⁽²⁾ F.J. Salas ⁽²⁾ P. Muro-Medrano ^(1,3)

⁽¹⁾ Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza
María de Luna 3, 50015 Zaragoza

⁽²⁾ Teltronic s.a, Departamento de I+D, Área de Software
Leopoldo Romeo 18, 50002 Zaragoza

⁽³⁾ {prmuro@posta.unizar.es}

*Cuartas Jornadas de Informática,
celebradas en Las Palmas de Gran Canaria, España. 13 – 17 de Julio de 1998*

Resumen

En este trabajo se trata de plasmar el resultado obtenido en el desarrollo de un sistema de gestión de redes de radiotelefonía trunking basado en tecnologías orientadas a objeto. Se pretende ilustrar el conjunto de funcionalidades recogidas por la aplicación desarrollada, los requerimientos a los que ha debido ajustarse, y las soluciones arquitecturales y de diseño que se han adoptado. El sistema de gestión se encuentra actualmente en uso operativo en varias redes de la península y Canarias.

1. ¿Qué es TRUNIS?

En los últimos años los servicios proporcionados a los clientes derivados de las tecnologías de la información y las comunicaciones se están viendo afectados enormemente por los avances que están sufriendo las mismas. Por su parte, el campo de las comunicaciones móviles está sufriendo estos cambios de manera especial y esto ha supuesto un importante incremento de la demanda de la cantidad y calidad de nuevos servicios. Si bien nos estamos viendo invadidos por una gran proliferación de oferta de equipos y servicios en el campo de telefonía móvil pública, existe también un importante sector de comunicaciones móviles con un funcionamiento más orientado a grupos cerrados (existen flotas de usuarios que funcionan como grupos cerrados en cuyo interior se desarrollan las comunicaciones, no pudiendo dialogar con otros grupos salvo habilitaciones especiales) que se basa en sistemas de radiotelefonía móvil con compartición dinámica de canales (radiotelefonía trunking). Un aspecto de creciente interés de estos sistemas consiste en el acceso por parte del usuario a utilidades para el control, parametrización de la red, monitorización y recopilación de información de uso.

TRUNIS (TRUNking Information System) es la abreviatura utilizada para denominar al proyecto de I+D “*Sistema de información para la gestión de un sistema trunking utilizando tecnología de software orientado a objeto*”, desarrollado conjuntamente por la empresa TELTRONIC S.A. y el grupo de investigación IAAA del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza. El objetivo último de este proyecto es dotar a las redes trunking desarrolladas por TELTRONIC S.A. de un sistema de gestión capaz de satisfacer tanto las demandas de los operadores de la red, como las de los usuarios de la misma. Este proyecto ha sido parcialmente financiado mediante un proyecto concertado del CDTI.

TELTRONIC S.A. es una empresa dedicada a la producción, comercialización e instalación de equipos y sistemas de radiocomunicación profesional. Inicio su actividad hace 24 años, en la actualidad cuenta con más de 190 trabajadores, entre los que se incluyen más de 60 titulados medios o superiores. Su domicilio social se encuentra establecido en Zaragoza, cuenta con delegaciones técnico-comerciales en Barcelona y Madrid, una amplia red de distribuidores por toda España, además de acuerdos comerciales con empresas de Bélgica, Holanda, Republica Checa, Malta, Alemania, Italia, Sudafrica, Croacia, Portugal, Egipto, Marruecos, Kenia y Francia para la distribución de los productos fabricados por Teltronic. TELTRONIC S.A. forma parte de la CORPORACION IBV.

El grupo IAAA esta compuesto por profesores y colaboradores del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza. Sus áreas de trabajo se centran, principalmente, en la ingeniería del software de sistemas de información, sistemas orientados a objeto y basados en componentes, sistemas distribuidos y sistemas de información geográfica abiertos.

2. Introducción a las redes trunking

En un sistema de radiotelefonía móvil trunking, los canales de radio no están reservados a un determinado grupo de usuarios, sino que cada terminal puede utilizar cualquiera de los canales que posee el sistema. De esta forma se evita la infrautilización de los recursos disponibles, ya que cada usuario sólo tiene asignado el canal durante el tiempo estrictamente necesario con lo que, una vez terminada la comunicación, el canal es liberado y devuelto al grupo para que pueda volver a ser usado por otros usuarios. Podemos plantear una analogía entre la gestión de los canales en un sistema trunking, y la de las líneas telefónicas en un sistema de telefonía clásico.

La Figura 1 ilustra una organización típica de red que consta de un nodo central (NC) con responsabilidad del control de red, y una serie de estaciones base de zona (EBZ) conectadas al NC a través de enlaces de control. El sistema de gestión está conectado al NC a través del cual tiene acceso a las informaciones de la red y puede actuar sobre los elementos.

Para poder utilizar eficazmente la compartición de enlaces resulta necesario integrar los mecanismos adecuados para realizar la gestión y hacer que ésta sea conforme con los protocolos de señalización estándar (p.e. la Norma MPT 1327, la Norma MPT 1343). Este tipo de comunicaciones móviles se encuentra limitada a actividades de tipo industrial y de servicios y de la administración (fuerzas de seguridad, protección civil, organismos, ...) [Beneyto 91, García 91].

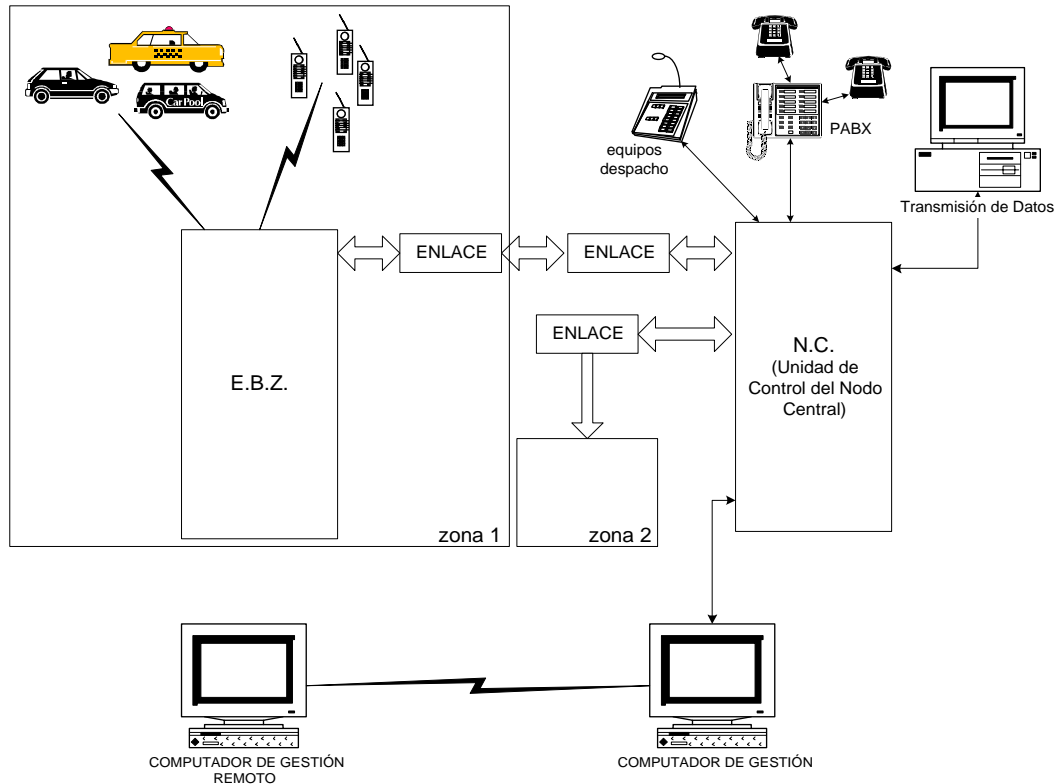


Figura 1: Red trunking

3. Funcionalidades TRUNIS

El sistema de gestión es el interfaz entre la red trunking y el operador de la misma. Dicho operador es el encargado de realizar las labores de operación, mantenimiento y explotación. Para ello necesita de una herramienta que le permita, de una forma fácil y rápida, conocer el estado de funcionamiento del sistema trunking, interactuar con él y derivar informaciones destinadas al estudio y valoración del uso que del mismo se está realizando.

En el desarrollo del sistema de gestión ha sido necesario tener en cuenta tanto los requerimientos destinados a conseguir una aplicación capaz de ofrecer un amplio abanico de posibilidades de servicios para una buena explotación de la red, como aquellos derivados de la propia naturaleza del problema de gestionar el sistema trunking. De esta forma se han identificado los requisitos de servicio al usuario y los requisitos de conexión a la red.

Los servicios al usuario se pueden agrupar según tres bloques claramente diferenciados:

- Información y acceso a la infraestructura de la red
 - Configuración general. Ofrece la posibilidad de interactuar con una serie de variables que condicionan el funcionamiento global de la red como pueden ser la duración máxima de las comunicaciones, un conjunto de parámetros generales, etc.
 - Configuración Infraestructura. Accede a los elementos que componen la red (Nodo Central, Estaciones, Tarjetas, ...) con el fin de poder activarlos, desactivarlos, cambiar sus parámetros ...

- Control de red. Permite el acceso en tiempo real a informaciones de la red. Esto incluye visualización de estado de los elementos y el cambio del mismo, localización de equipos de comunicaciones, y recepción de incidencias. La Figura 2 ilustra una ventana con acceso a información de la red en tiempo real.
- Mantenimiento. Facilita estadísticos de incidencias que se han detectado en la red, así como acceso a los diferentes elementos y tarjetas de la red para chequear su estado.

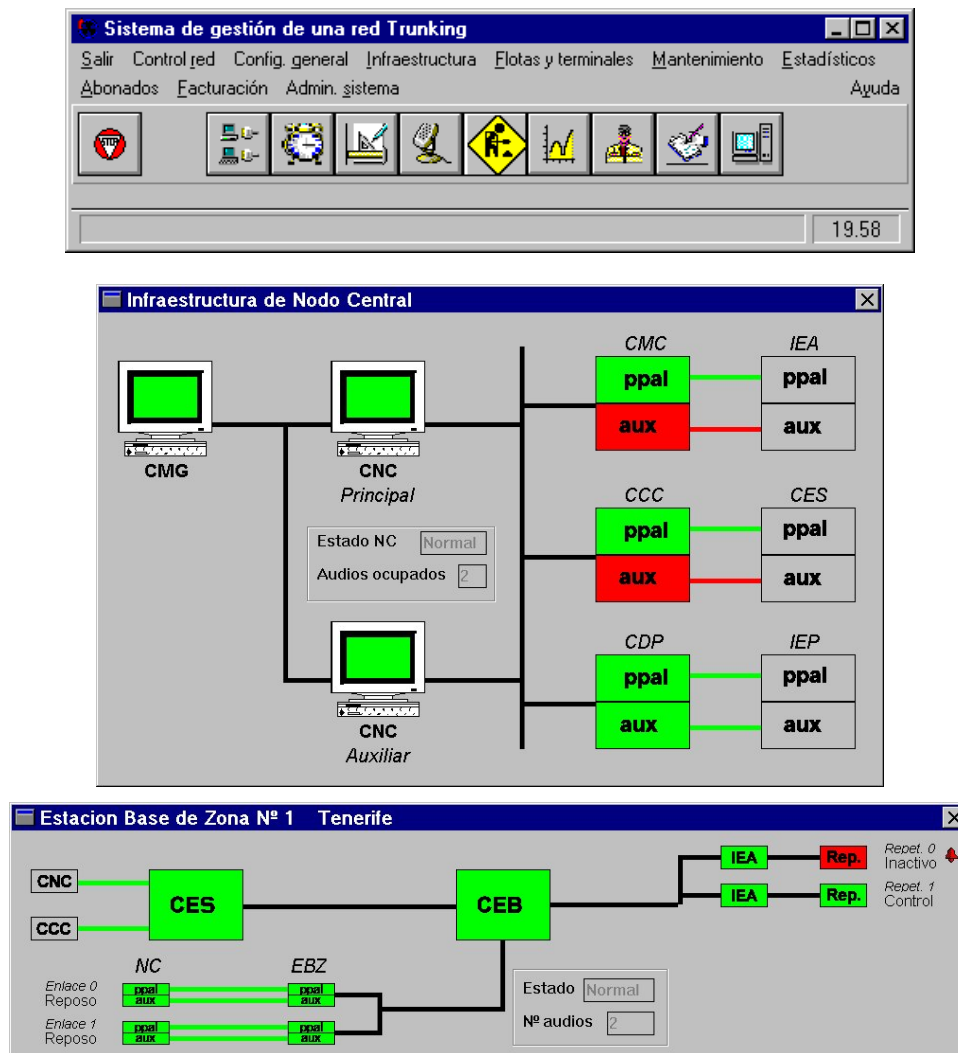


Figura 2: Menú principal y un ejemplo de ventana de tiempo real

- Información de utilización
 - Configuración de flotas y terminales. Permite dar de alta, baja o modificar valores que configuran las flotas que trabajan con la red, así como de los elementos que las componen (equipos, grupos, monitores, etc.)
 - Configuración de abonados. Facilita la gestión de los clientes de la red.

- Estadísticos. Provee de información estadística sobre las llamadas realizadas en la red.
- Facturación. Ofrece un sistema completo para la determinación del coste que podría asociarse a la utilización de la red por parte de los equipos adscritos a un abonado.
- Administración del sistema de información
 - Administración del sistema. Ofrece los servicios típicos de la administración de una aplicación: gestión de usuarios, copias de seguridad, limpiezas de bases de datos, ...

Por otra parte, derivada de la conexión a la red trunking, la gestión ha sido desarrollada ajustándose a las siguientes restricciones:

- Solamente existe un punto a través del cual se pueden comunicar el sistema de gestión y la red. Este es el puerto serie de un ordenador al cual va conectado el medio físico (radioenlace, módem, "cable" serie, etc.) que une a ambos.
- Debe existir una integridad y una completitud de las informaciones procedentes de la red que se están almacenando. Esto implica un diseño del sistema de almacenamiento de datos que permita la compartición de los mismos entre los diferentes servicios ofrecidos por el sistema de gestión.
- El ordenador que realiza las labores de control de la red mantiene sus bases de datos en memoria, minimizando el acceso a disco, en aras de una mayor eficiencia a la hora de realizar su trabajo (la norma trunking indica los tiempos máximos en los que el sistema debe ser capaz de responder a una petición de comunicación). Esto hace que el tamaño de las informaciones históricas que es posible almacenar por la propia red es muy limitado, prácticamente nulo, lo que obliga a la existencia de un flujo constante de informaciones procedentes de la red que deben ser almacenadas por la gestión.

Se ha exigido, además, que el sistema pueda realizar, de modo automático, toda una serie de operaciones periódicas (actualización de informaciones de trabajo de la red que por cuestión de espacio son guardadas por ésta solamente de forma parcial, sincronización de relojes, etc.) que de otra forma deberían ser realizadas a petición de un operario. Por otra, también se desea que varios operarios puedan trabajar con el sistema de gestión a un mismo tiempo, incluso de forma remota vía Internet o vía telefónica.

4. Arquitectura general del sistema.

Todos los procesos del sistema de gestión están basados en el modelo de objetos que constituye la base de conocimiento de la aplicación y donde se encuentran soportados los subsistemas que proveen de las utilidades básicas para proporcionar la persistencia, el interfaz gráfico de usuario y los utilidades de comunicación más relacionadas con las entidades del dominio de aplicación.

Por motivos de eficiencia, homogeneidad y para facilitar reusabilidad del software con el de otras aplicaciones se ha tenido que desarrollar en lenguaje C++. La utilización de C++ proporciona ventajas fundamentalmente a la hora de integrar el sistema con librerías (GUI, comunicaciones, gestores de base de datos) y con código desarrollado por otros proyectos.

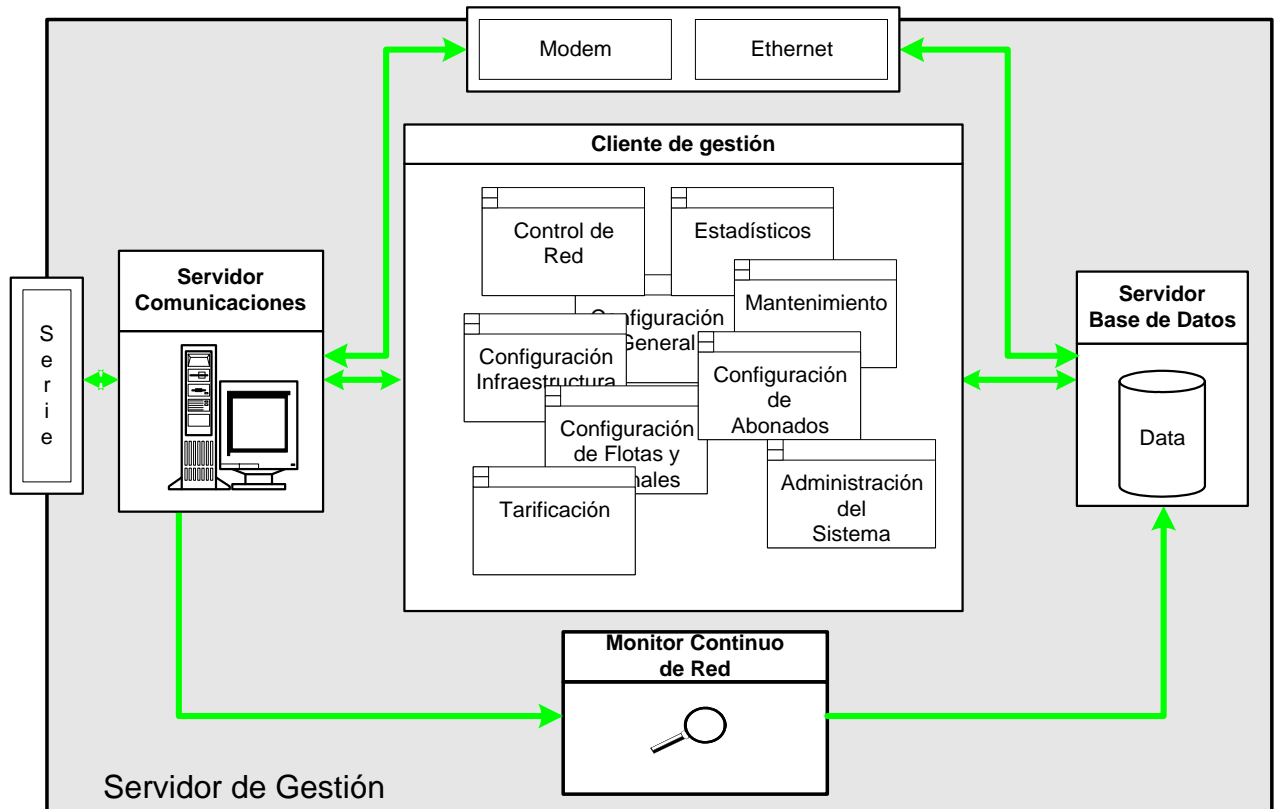


Figura 3: Servidor de Gestión

En el desarrollo de la aplicación se han utilizado unas librerías [Valiño et al. 97] que, haciendo uso de técnicas de inteligencia artificial, logran un incremento de la potencia de C++ a la hora de representar las informaciones del modelo y su integración con los mecanismos de persistencia, GUI y comunicaciones. Como se describe en [Valiño et al. 97] el desarrollo en lenguaje C++ es lo que ha originado numerosos problemas técnicos en comparación con aproximaciones basadas en Common Lisp (debidos fundamentalmente a la imposibilidad de manejar los programas como datos, imposibilidad de crear nuevas clases en tiempo de ejecución, la manipulación más compleja de estructuras de datos dinámicas y las exigencias de la programación con lenguajes fuertemente tipados).

Haciendo uso de arquitecturas cliente-servidor, se han construido dos servidores, uno de comunicaciones con la red trunking, y otro de repositorio de informaciones, que son accedidos en modo cliente por el resto del sistema de gestión. El concepto de servidor aplicado a la problemática de las comunicaciones entre la gestión y la red ha permitido la centralización de las mismas, cuestión básica ya que, tal y como se especificaba anteriormente, solamente existe un punto a través del cual se puede acceder a la red trunking. La Figura 3 da una idea de la arquitectura básica de funcionamiento para una sesión ejecutada en el computador conectado a la red trunking.

Para el caso del repositorio de informaciones, la situación es muy similar. El establecimiento de un único servidor permite garantizar fácilmente la completitud y la integridad de las mismas. Aquí se ha elegido un servidor de base de datos relacional por su amplia implantación en el mercado y sus posibilidades de acceso desde otras aplicaciones con las que pueda trabajar el operador.

La versión actualmente operativa hace uso de Oracle 7, pero el sistema resulta fácilmente migrable a otro gestor relacional gracias a la flexibilidad del diseño de los mecanismos de acceso a la base de datos [Comella & Noguerras 97].

El problema del manejo del flujo constante de informaciones procedentes de la red trunking, así como la ejecución automática de operaciones periódicas sobre la red, se ha solucionado desarrollando un conjunto de programas ejecutables que son a la vez clientes de la base de datos y del servidor de comunicaciones. Para realizar la primera de las labores, se solicita al servidor de comunicaciones que haga llegar todas las informaciones de carácter histórico que son generadas por la red trunking. Partiendo de estas informaciones, se construyen los objetos del modelo de datos que representan, y se da las ordenes necesarias al servidor de base de datos para que los almacene. Para llevar a cabo la segunda, se programa al sistema para que ejecute los programas necesarios, ajustándose a los periodos preestablecidos.

La implementación del conjunto de servicios de usuario se recoge en el denominado *Ciente de gestión*. Éste constituye en interfaz entre la aplicación de gestión y el operario que la maneja. Su diseño ha sido realizado atendiendo, principalmente, a criterios de operatividad y amigabilidad del interfaz. Se ha buscado simplificar al máximo los mecanismos de navegación, intentando condensar todas las informaciones en el menor número de ventanas posibles. Esto ha obligado a hacer uso de un monitor de 17 pulgadas ya que éste es el tamaño mínimo capaz de soportar las resoluciones de pantalla utilizadas (1152 x 864 pixels). El cliente de gestión actúa como cliente del servidor de comunicaciones y del servidor de base de datos.

Si se desea que el cliente de gestión pueda ejecutarse en modo remoto, se debe dotar a la gestión de acceso a una red ethernet, a un módem, o ambos.

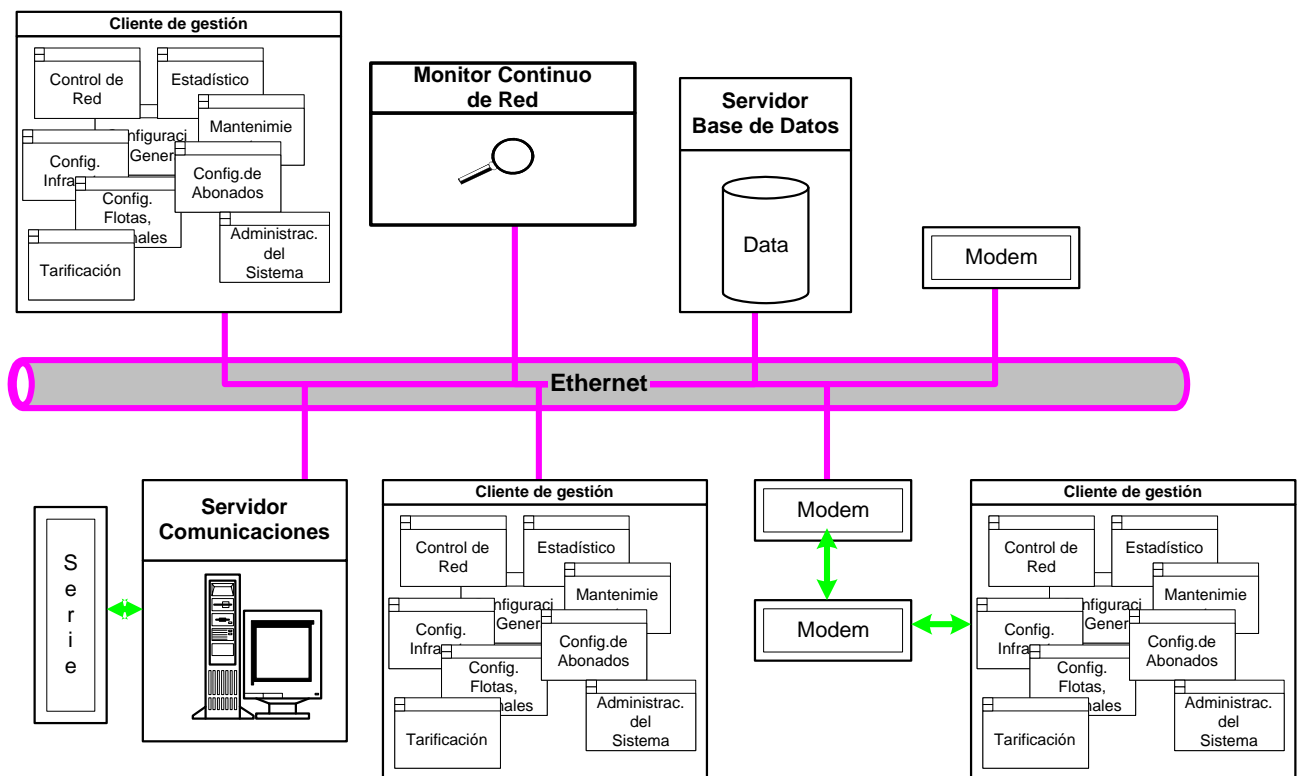


Figura 4: Funcionamiento distribuido

La Figura 4 muestra el modo en el que todos estos elementos interaccionan entre sí y con el exterior. En ella se puede observar la actuación del cliente de gestión y del monitor de la red como clientes de los servidores de comunicaciones y base de datos. Además, al ser posible el acceso desde la red ethernet y desde el módem a ambos servidores, el sistema queda abierto a la ejecución de instancias del *Cliente de gestión* en modo remoto y al desarrollo de nuevas aplicaciones que hagan uso de estos recursos.

El sistema de gestión ha sido concebido para poder ejecutar todos sus componentes en una sola máquina o en máquinas diferentes. La figura anterior muestra como están organizadas las comunicaciones entre los diferentes elementos del sistema de gestión. En ella se puede ver que éstos se comunican entre sí de forma homogénea, independientemente de que se encuentren ejecutándose en la misma máquina, o en modo distribuido.

Tal y como se puede apreciar, el resultado es un sistema abierto, con elementos bastante independientes entre sí, y de fácil crecimiento.

5. Diseño de objetos a nivel de subaplicación

La arquitectura del sistema está estructurada en base a módulos a los que se les ha dado el nombre de subaplicaciones. La Figura 5 muestra la arquitectura básica en la que están basadas todas las subaplicaciones. Esta arquitectura está sustentada en la utilización de un potente esquema de representación que permite integrar y centralizar en los objetos conocimiento relativo a sus propios atributos que se ha denominado *facets* [Valiño et al. 97]. A partir de este núcleo se articulan otras infraestructuras especializadas en utilidades de interés general para el desarrollo de sistemas de información relacionados con: la persistencia de las informaciones, el interfaz gráfico con el usuario y las comunicaciones. Estas infraestructuras implican, tanto la disponibilidad de nuevos objetos con servicios especializados en cada utilidad, como nuevos aspectos de los atributos especializados en dichas utilidades.

La infraestructura de comunicaciones tiene como objeto establecer los mecanismos necesarios para adquirir la información de un objeto, cuando esta información proviene de sistemas conectados por distintos medios y protocolos de comunicación. Su objetivo es por una parte, integrar en los objetos las funciones de comunicación a nivel de aplicación que puedan ser de su responsabilidad y, por otra, permitir conectarse como cliente al servidor de comunicaciones adecuado. La conexión como cliente puede hacerse, bien en modo normal en el que la iniciativa de comunicación parte de la subaplicación, bien en modo tiempo real en el que la iniciativa puede partir también de los sistemas a los que se está conectado.

La infraestructura de persistencia es la responsable de proporcionar a los objetos, mediante mecanismos de herencia, los servicios necesarios para el manejo de su propia persistencia, en este caso en una base de datos relacional. Estos servicios implican tanto la conexión como cliente al sistema de gestión de base de datos adecuado, como la creación de las tablas, el almacenamiento y la lectura. La idea es que toda la información de persistencia necesaria se encuentre almacenada en los propios objetos y las utilidades de persistencia sean conocimiento interno y encapsulado en los mismos.

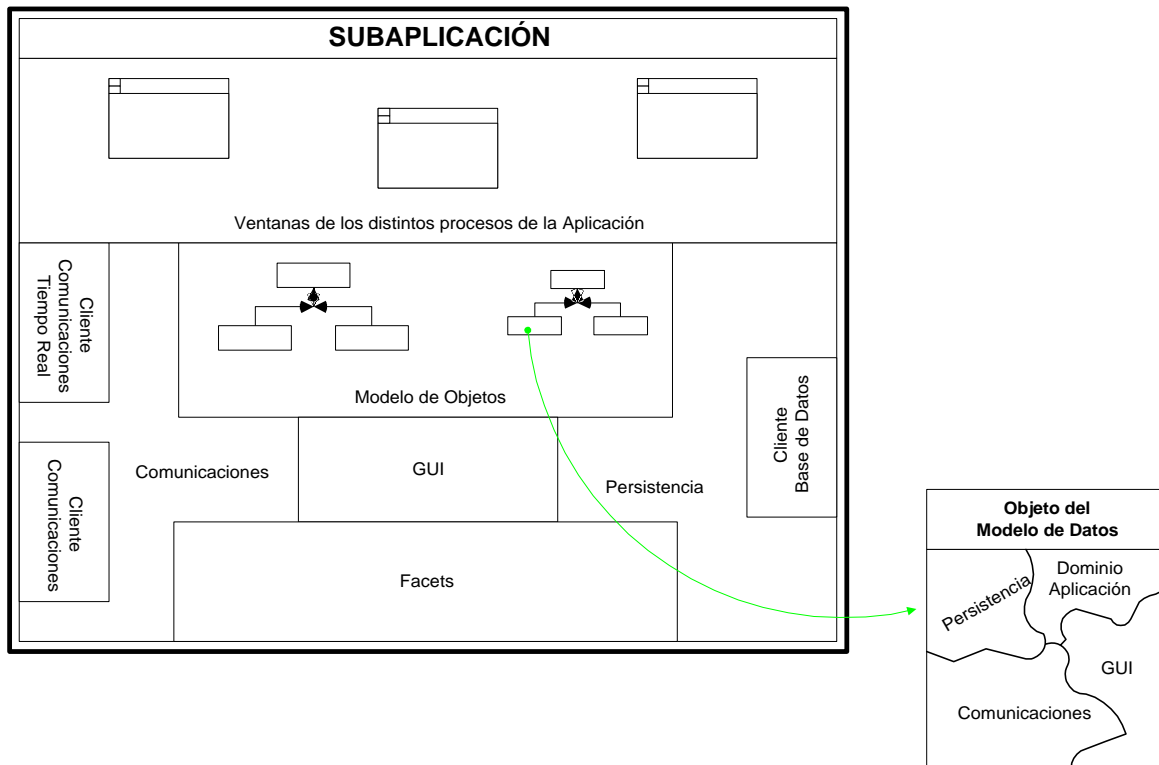


Figura 5: Arquitectura básica de cada subaplicación

Los objetos también disponen de soporte especial para aspectos relacionados con la apariencia gráfica de sus atributos (etiquetas, descripciones textuales, objetos gráficos en los que mostrarse, etc.). Por encima y haciendo uso de este esquema de representación se encuentran los objetos que forman parte del dominio de la subaplicación, dichos objetos componen el modelo del sistema. Se ha seguido un análisis y diseño orientado a objetos siguiendo las pautas de la metodología OMT con modificaciones, mientras que toda la programación es en C++. Para dar una idea del tamaño del sistema a continuación damos algunas medidas de clases:

Clases específicas de la aplicación:

- Modelo básico: 33 clases y 12 relaciones entre ellas.
- Desarrollo de las subaplicaciones 124 clases.

Clases básicas de los componentes de la infraestructura:

- Facets: 25 clases
- Comunicaciones: 35 clases
- Base de datos: 50 clases
- GUI: 56 clases
- Impresión: 20 clases
- General: 25 clases

6. Estado actual del proyecto y previsiones futuras

Actualmente el proyecto se encuentra finalizado, y la aplicación está instalada en tres redes trunking completamente operativas (Alicante, Viladecans y Gran Canaria).

La aplicación ha sido desarrollada para correr bajo Windows NT 4.0 contra una base de datos Oracle 7. En todos los diseños realizados se ha tenido en cuenta la posibilidad de migración del sistema a otro sistema operativo y trabajando con una base de datos diferente. En caso de que se diese una de estas dos circunstancias, los cambios a realizar, tanto en diseño como en código fuente, son muy limitados y están perfectamente localizados.

En estos momentos se está trabajando en dos líneas para la ampliación y mejora del sistema de gestión:

- Una de ellas hace referencia al incremento del número y calidad de los servicios ofertados por el sistema de gestión:
 - Ampliación de los servicios de facturación y gestión de abonados buscando su integración en la estructura de funcionamiento propia del operador de la red.
 - Ofrecer nuevos servicios a los abonados de la red como pueden ser “mini” clientes de gestión que permitan acceder a informaciones propias de las flotas y equipos del abonado, integración con aplicaciones de seguimiento de vehículos, etc.
- Por otra parte, se están estudiando aspectos referentes a la propia arquitectura del sistema:
 - Introducción de CORBA como mecanismo de comunicación entre los diferentes elementos de la gestión, y de ésta con la red trunking.
 - Adaptación de la gestión a las necesidades derivadas de la interoperatividad de Nodos Centrales de distintas redes trunking (acceso a equipos de otras redes, llamadas con varias redes involucradas, etc.).

7. Referencias.

[Comella & Nogueras 97].Santiago Comella Dorda, Javier Nogueras Iso: “*Jerarquía de clases de alto nivel para gestión de persistencia e interfaz gráfico de usuario en aplicaciones de sistemas de información orientados a objeto*”. Proyecto final de carrera, Ingeniería en Informática. Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, Universidad de Zaragoza, 1997.

[Beneyto 91].Climent Beneyto: “*Radiotelefonía móvil digital de grupo cerrado*”, Telecomunicaciones Móviles. Serie Mundo Electrónico. Marcombo, Boixereu Editores. pp. 119-126. 1991.

[García 91] J. García Pérez: “*Telefonía móvil de grupo cerrado. Pasado, presente y futuro*”, Telecomunicaciones Móviles. Serie Mundo Electrónico. Marcombo, Boixereu Ed. pp. 39-49. 1991.

[Stroustrup 97] Stroustrup (1997): “*The C++ Language, third edition*”, Addison-Wesley. 1997.

[Valiño et al. 97] J. Valiño, J. Zarazaga, S. Comella, J. Nogueras y P. Muro-Medrano: “*Utilización de técnicas de programación basadas en frames para incrementar la potencia de representación en clases de C++ para aplicaciones de sistemas de información*”. VII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial, CAEPIA'97. Málaga, España, Nov, 1997.