



Mª Cristina Escobar

Responsable de Consultoría de Negocio. Amper Integración de Redes y Servicios



Alberto Fonseca Mallol

Responsable de Tecnología del Negocio de Autobuses del Servicio de Telecomunicaciones Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB)

SAE sobre Tetra. Caso práctico de TMB

A partir de la experiencia de AMPER IRS, en la integración de radiocomunicaciones, se realiza este artículo en el que se presenta el caso práctico del Modelo de Negocio del SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación) de autobuses de TMB (Transportes Metropolitanos de Barcelona), donde se está llevando a cabo una evolución de su sistema de comunicaciones de radio analógico hacia el sistema de radio digital TETRA.

El Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)

El Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE) es una herramienta telemática orientada a la mejora de la calidad del servicio de transporte, mediante el cumplimiento de la regularidad de paso de los autobuses por las paradas, y el aumento de su puntualidad en aquellas líneas con tiempos de paso preestablecidos por cada una de dichas paradas.

El SAE también ayuda a mejorar la espera de los usuarios en las paradas, aportándoles información actualizada permanentemente mediante sistemas de información dinámicos: PIU (Pantallas de Información a los Usuarios) e iBus (información mediante envío de SMS a teléfonos móviles).

Se trata de un sistema que combina informática embarcada en cada uno de los autobuses y un sistema de radiocomunicaciones, con capacidad para enviar de forma

cíclica un gran volumen de información a un Centro de Control, donde es procesada a través de algoritmos complejos, posibilitando la gestión en tiempo real de la red de transporte.

El SAE aporta grandes ventajas a la operación de los autobuses y por ello TMB esta llevando a cabo una ampliación gradual del sistema para hacerlo extensivo a la totalidad de la flota, al tiempo que incrementa sus prestaciones.

La red de radiocomunicaciones

Una de las piezas clave del sistema es la red de radiocomunicaciones. Constituida inicialmente por un sistema trunking analógico de radio de carácter propietario y uso exclusivo para el SAE, las prestaciones de este sistema, pese a funcionar satisfactoriamente, eran incompatibles con las nuevas necesidades de ampliación y mejora. Los principales motivos fueron:





- La red analógica daba una cobertura parcial de Barcelona. Los nuevos autobuses a incorporar al SAE circulaban por zonas con cobertura deficiente. No era posible añadir más emplazamientos de cobertura.
- El dimensionamiento de la red (nº de radiocanales) era insuficiente para trabajar con más vehículos y también para reducir los ciclos de actualización de información de los existentes. No era posible incrementar el dimensionamiento.
- El sistema analógico, de carácter propietario, no podía crecer en funcionalidad (registro/deregistro de terminales, mensajería corta, transmisión de ficheros, grupos dinámicos, etc.) limitando el incremento de prestaciones del SAE.
- Los elementos del sistema (terminales, radiomodem, estaciones base, etc.) eran obsoletos y su fabricación estaba descontinuada, con los consiguientes

problemas de mantenimiento. No era posible disponer de equipos para instalar en nuevos autobuses.

Por todo ello, se decidió dar una solución al problema de las radio-comunicaciones del SAE, basada en los dos puntos siguientes:

1. Diseñar e implantar una nueva red de radio, de tecnología digital, basada en estándares (TETRA), con soporte multiproveedor de terminales, adecuadamente dimensionada a las nuevas necesidades y con cobertura en toda el área de operaciones de TMB, destinada a sustituir a la obsoleta y ya amortizada red analógica. Se eligió la infraestructura NEBULA, de Teltronic.
2. Llevar a cabo un proyecto de migración, para migrar las comunicaciones entre los elementos del SAE (Equipos embarcados y Centro de Control), de la red analógica a la nueva red TETRA.

El proyecto de migración

El proyecto de migración del SAE de TMB, que presenta un alto grado de innovación, ha apostado por una integración a medida, con los siguientes aspectos clave:

- **Una migración suave y que respeta todas las funciones del modelo de negocio del SAE** y, de modo especial, aquellas que aplican a los intercambios información entre el centro de control y los autobuses (polling de datos, mensajería asíncrona centro-bordo, etc.). Se ha preservado particularmente el protocolo lógico extremo a extremo del SAE, que es fundamental en el modelo de negocio, aunque ha habido una revisión de la mensajería.
- **Arquitectura general que separa las capas del nivel aplicativo SAE y el nivel de comunicaciones** sobre el que éste se

soporta. De este modo en el nivel SAE se habla de autobuses, líneas, etc., mientras que en el nivel de comunicaciones se habla de terminales, grupos radio, estaciones base, etc. La independencia de niveles permite enfocar las mejoras específicas de cada uno sin que el otro resulte condicionado.

- La **optimización del nivel de comunicaciones**, basada a su vez en tres principios: la robustez y versatilidad de los aplicativos de comunicaciones desarrollados para cada extremo (“front-end” de centro y de “front-end” embarcado), la eficiencia de los protocolos y la utilización óptima de los servicios de la red TETRA. Esta optimización de recursos permitirá la adquisición eficiente de información para una flota de 1.200 autobuses, cada 20 segundos (su localización y otros tipos de informaciones).

En este proyecto de migración del sistema de radio analógico al digital se debe tener presente la superación de las dificultades añadidas por la realización de desarrollos de I+D, y la participación de diversas empresas. A destacar:

- Se realizará por primera vez la integración del mecanismo optimizado de datos AVL (Automatic Vehicle Location) de NEBULA con el software del modelo de negocio SAE. Esta solución permite la adquisición de datos (20 Bytes por autobús) a un ritmo de hasta 24 autobuses/segundo por cada estación base.
- Los aplicativos desarrollados, no trabajan únicamente con los servicios de datos sino que integran las comunicaciones de voz. En el centro de control la integración es mediante VoIP. La



integración de datos en centro se hace mediante mensajería XML que resuelve la interface con la infraestructura TETRA. En el embarcado, se emplean comandos AT para atacar el PEI (Peripheral Equipment Interface) del terminal radio.

- En la red no sólo trabajan los autobuses SAE, sino también terminales portátiles y autobuses equipados únicamente con terminales móviles, de diversos fabricantes. Se debe tener pre-

to está verificado y ya hay más de 100 autobuses SAE funcionando en la nueva situación. La migración de flota continúa a un ritmo de dos autobuses por día.

Para dar solución a todo esto se están utilizando tecnologías, plataformas, protocolos y métodos pioneros en el entorno de las radiocomunicaciones digitales.

Además de estos aspectos, también han sido importantes la

.....

“Se trata de un sistema que combina informática embarcada en cada uno de los autobuses y un sistema de radiocomunicaciones, con capacidad para enviar de forma cíclica un gran volumen de información a un Centro de Control”

.....

sente que la interoperabilidad entre fabricantes TETRA es compleja y este era uno de los riesgos de este enfoque.

Actualmente, la red TETRA está implantada y plenamente operativa. Los aplicativos de centro y de abordaje están desarrollados y validados, todo el interfuncionamiento

rentabilidad y retorno de la inversión (a corto, medio y largo plazo), tiempo de obsolescencia de las plataformas escogidas, robustez, modularidad, compatibilidad con otros subsistemas, facilidad de mantenimiento, facilidad de actualizaciones futuras y reutilización de productos ya existentes. ♦