



César Briso Rodríguez
Profesor Titular UPM
Miembro del Grupo NAP. COIT



José I. Alonso Montes
Catedrático de Universidad UPM
Miembro del Grupo NAP. COIT

Sistemas de radiocomunicaciones ferroviarios

Las radiocomunicaciones aplicadas al transporte ferroviario han experimentado un espectacular desarrollo en los últimos años. Los ferrocarriles han incorporado comunicaciones de voz, datos y vídeo en tiempo real con el objetivo de optimizar la explotación y maximizar el rendimiento de las infraestructuras. Estas comunicaciones además resultan imprescindibles en líneas de alta velocidad o con tráfico elevado.

Es una de las áreas de trabajo e investigación más punteras en España, que se ha convertido en un ejemplo para otros muchos países respecto a su modelo de transporte ferroviario de alta velocidad, gracias, en buena medida, a sus tecnólogos.

Estos sistemas requieren un enfoque completamente distinto al de las redes comerciales de telefonía. En este caso, el diseño no se realiza desde un punto de vista de capacidad o rentabilidad, si no con el objetivo de conseguir la máxima fiabilidad y calidad de servicio para no afectar negativamente a la explotación ferroviaria.

Desde el punto de vista de radiocobertura, ésta representa un gran reto para los ingenieros de telecomunicación pues los requisitos son muy exigentes y los entornos complejos. Los trenes de alta velocidad circulan a velocidades de hasta 350 Km/h por zonas con abruptos cortados, desmontes, viaductos, túneles, etc, mientras que los ferrocarriles metropolitanos circulan principalmente por túneles de características muy variables,

con una elevado tráfico y en un entorno con múltiples interferencias.

En todos los casos las comunicaciones deben proveer una elevada calidad de servicio medida en términos de disponibilidad y fiabilidad lo que exige un esmerado diseño de la red y una precisa optimización final.

► Evolución del sistema GSM-R

El año 2000 se adopta la norma GSM II+ como sistema de comunicaciones para el sistema ERTMS, con el objetivo de garantizar la interoperabilidad en toda Europa. Este sistema pasa a denominarse GSM-R y se le asigna una banda propietaria.

El sistema GSM-R dispone de funcionalidades muy avanzadas como la llamada de grupo, llamada de emergencia o un sistema de prioridades, imprescindibles para su uso ferroviario. También se emplea para las comunicaciones de datos del ERTMS nivel 2. Los enlaces de datos se realizan estableciendo una conexión conmutada igual a las empleadas para las comunicaciones de voz, lo que dificulta considerablemente el funcionamiento pues en caso de pérdida de llamada el procedimiento de restablecimiento es lento (10-20s) lo que afecta notablemente al ERTMS. Para que el impacto sea mínimo es necesario imponer unos requisitos de calidad de servicio muy estrictos. El establecimiento de llamada debe ser muy rápido (<10s), la red debe poseer una baja probabilidad de error y una alta fiabilidad en los traspasos



mentar considerablemente la eficiencia.

En los últimos años, con objeto de optimizar y aumentar la capacidad de las líneas, se está llevando a cabo el desarrollo e implantación de sistemas CBTC (Communication Based Train Control) que incluye los sistemas ATP y ATO combinados con radiocomunicaciones de última generación que emplean técnicas de espectro ensanchado en la banda de 2.4GHz y distribución por cable radiante.

Estos sistemas aumentan enormemente la eficiencia de la señalización clásica al permitir implementar conceptos nuevos como el cantón móvil, como los que ya operan en las línea 1 y 6 de Metro de Madrid.

Las comunicaciones móviles de los "Metros" son las más avanzadas técnicamente, pues emplean sistemas de banda ancha que permiten la transmisión de video de alta calidad en tiempo real junto a comunicaciones de voz y datos, como el Tebaten de Metro de Madrid. Estos sistemas permiten avanzar

con funcionamiento hasta 350Km/h. Además debe poseer elevados niveles de redundancia en todos los puntos.

Para conseguir cumplir estos requisitos es necesario llevar a cabo un esmerado diseño y planificación de la red y una optimización posterior. Todo esto exige un gran esfuerzo de ingeniería que va desde la elaboración del proyecto de telecomunicaciones, a la realización de pruebas y medidas previas, replanteo, instalación y optimización final.

Todos estos pasos son necesarios realizarlos en condiciones difíciles, ya sea mientras se construye la infraestructura o cuando está en explotación comercial. En este sentido la participación de organismos como el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT) o grupos investigadores Universitarios ha permitido revisar los proyectos de Telecomu-

nicaciones de las nuevas líneas de alta velocidad, verificando multitud de aspectos técnicos como la planificación de frecuencias, diseño de la red, cobertura en túneles, equipamientos, etc.

■ Sistemas CBTC

Los ferrocarriles metropolitanos operan desde hace años una

“La participación de organismos como el COIT o grupos investigadores universitarios ha permitido revisar los proyectos de telecomunicaciones de las nuevas líneas de alta velocidad, verificando multitud de aspectos técnicos como la planificación de frecuencias, diseño de la red, cobertura en túneles, equipamientos, etc.”

extensa y avanzada red digital de comunicaciones basada en el sistema TETRA 450MHz principalmente. Esta red permite optimizar la explotación e incre-

notablemente hacia la conducción automática de trenes que debe ser un objetivo para la próxima década.

Sistemas de señalización

Los sistemas de control y señalización también emplean multitud de nuevos equipamientos basados en radiofrecuencia. Así por ejemplo las balizas, nivel 1 y 2 realizan transmisiones de datos digitales de alta velocidad, o el sistema Eurolozo, complementario a las balizas, emplea la técnica CDMA para la transmisión de datos tierra-tren. El desarrollo y optimización de la tecnología propia de señalización dentro de los sistemas ERTMS o de los metropolitanos, es el reto para los próximos años.



Perspectiva internacional

El GSM-R fue adoptado inicialmente como medio para las comunicaciones de voz y datos del sistema ERTMS en Europa, pero actualmente va camino de convertirse en un sistema global al ser adoptado por otros países como China, India o Arabia Saudí.

En particular China está instalando GSM-R en 75.000 Km de red ferroviaria, con 13.000 Km de alta velocidad que se equiparan

con el sistema chino CCTS 3 compatible con el ERTMS nivel 2 y de los cuales 7.700 Km están en construcción o terminados en las líneas que se detallan a continuación.

En cuanto a los ferrocarriles metropolitanos, la expansión y optimización de los mismos fomenta el desarrollo de los sistemas basados en comunicaciones. En esta línea resulta de sumo interés el desarrollo e implantación de sistemas de comunicaciones de alta capacidad que permitan la

transmisión de voz, datos y video. Estos sistemas se están implantando también en los metropolitanos de grandes capitales como Sao Paulo, Méjico o Beijing que están experimentando enormes ampliaciones.

Por lo tanto, para los próximos años se espera un fuerte avance de las comunicaciones aplicadas al transporte ferroviario, con redes cada vez más sofisticadas y con requisitos cada vez más exigentes. ☺

LÍNEA	LONGITUD	VELOCIDAD MÁXIMA	EJECUCIÓN
Beijing – Shanghai	1.318 Km	380 Km/h	2008 -2011
Wuhan-Guangzhou	1.068.6 Km	350 Km/h	2005-2009
Haerbin-Dalian	902 Km	350 Km/h	2007-2011
Beijing-Shenyang	676.335 Km	350 Km/h	2009->
Shanghai- Hangzhou- Ningbo- Fuzhou- Shenzhen	1.450 Km	250 Km/h-350 Km/h	
Zhenzhou-Xian	484.518 Km	350 Km/h	2009->
Shijiazhuang-Taiyuan	189 Km	250 Km/h	2005-2009
Shanghai- Nanjing- Hefei- Hankou- Chongqin- Chengdu	1.600 Km	250km-350 Km/h	2005-