

## Nuevas aplicaciones de las WLAN



José Fabián Plaza Fernández. Presidente de InfoGLOBAL S.A.

Desde la comunicación permanente de trenes y autobuses, hasta el acceso a Internet de banda ancha en entornos rurales. Aunque los ejemplos señalados parecen, en principio, entornos completamente distintos, todos tienen en común la utilización de redes sin cables WLAN basadas en la tecnología "Wi-Fi".

### Metro de Madrid: concepción y sistemas pioneros

Cuando a mediados del año 2.000 se daban los últimos retoques al estudio preliminar del proyecto TEBATREN (Telecomunicaciones de Banda Ancha para Trenes) no podíamos imaginar que la concepción teórica idónea del proyecto se convertiría poco después en una de las "estrellas" tecnológicas con un éxito contrastado. El proyecto, que se realizó a lo largo del año 2.001 y contó con la participación de Sico-Software, Revenga Ingenieros, Rodhe&Schwarz-España y la coordinación de InfoGLOBAL. Hay que significar que nada se hubiera realizado sin el empuje, soporte y colaboración de Metro de Madrid, así como el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante el programa PROFIT.

El planteamiento inicial consistía en comunicar los trenes con la red fija, con el objetivo, en principio, de transmitir imágenes, tanto desde el interior de los trenes al puesto de mando como desde

el exterior (andenes) a la cabina principal del tren. Por otra parte, dado que Metro de Madrid dispone de una de las más completas y avanzadas redes integradas multiservicio del mundo, el objetivo inicial de transmitir imágenes pasó a ser un objetivo más ambicioso: extender la red al interior de los trenes con lo que dicha extensión proporcionaría también el resto de servicios. Por tanto, el sistema debía ser vía radio, de alta capacidad (banda ancha), completamente digital (y más concretamente, con soporte completo de redes IP), robusto (ambiente industrial, muy "ruidoso" electromagnéticamente) y, desde luego, capaz de funcionar con sistemas en movimiento.

Las técnicas OFDM, gracias a su robustez en sistemas moviéndose a velocidades de hasta 150 Km/h,

demonstraron una total idoneidad para la comunicación bidireccional entre la red fija y los trenes, aunque, debido al coste de los equipos, parecía más conveniente utilizarlos sólo en sentido red fija-trenes mientras que el sentido trenes-red fija se implementaba con sistemas básicos en 2,4 GHz (los primeros equipos WLAN 802.11.b o WiFi comerciales que aparecieron en EEUU). A finales del año 2.001 se demostró mediante pruebas exhaustivas la total idoneidad de los sistemas basados en el estándar 802.11.b, con un rendimiento óptimo en la transmisión de video codificado MPEG1 y una total traslación de los servicios de la red fija hasta el interior del tren (sistemas de información al viajero, telefonía, telecontrol, etc), con velocidades máximas de 10 Mbps por tramo.

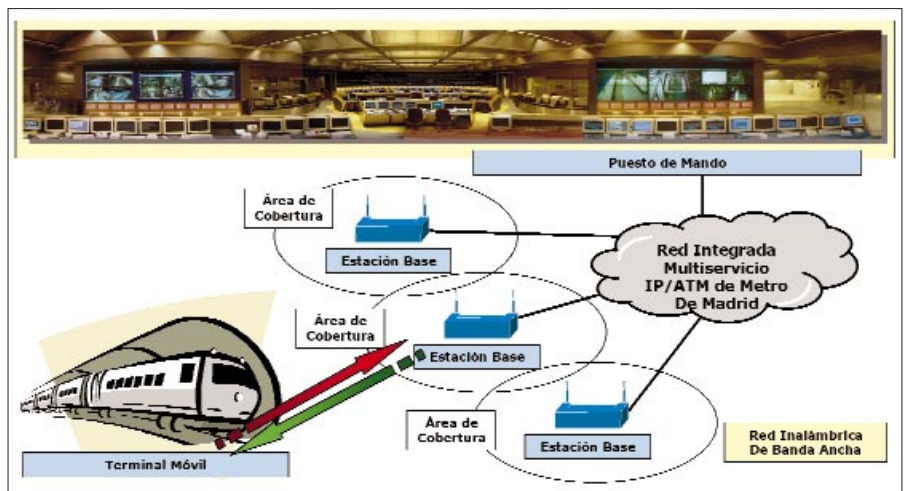


Figura 1. Proyecto TEBATREN: Telecomunicaciones de Banda Ancha para Trenes aplicado a Metro de Madrid.



Figura 2. Proyecto TEBATREN: Imágenes en tiempo real del interior del tren vistas desde el Puesto de Mando y desde el propio interior del tren donde se ve, además, el aspecto del andén antes de llegar a la estación. Pruebas realizadas entre las estaciones de Mar de Cristal y Colombia..

No obstante, el proyecto había avanzado también en otros puntos importantes, que lo han convertido en una referencia pionera en el uso de las tecnologías “WiFi”:

- Transmisión. Necesidad de una posible traslación de la banda (2,4-2,483 GHz) a otras frecuencias con menor atenuación en caso de utilizar cable radiante (mucho más indicado que las antenas discretas para los túneles).
- Velocidad y robustez. Necesidad de un mayor ancho de banda y de robustez en la modulación, con lo que la idea original de utilizar técnicas OFDM y el estándar 802.11.a que utiliza dicha técnica y permite velocidades de hasta 54 Mbps, parecían sincronizarse perfectamente.
- Conectividad completa, no sólo con la red fija sino entre coches, permitiendo la construcción modular y automática de trenes sin interconexión física entre las unidades pero con una conexión automática de todos los sistemas entre sí vía WLAN.

## EMT: de los trenes a los autobuses

Una vez completada la fase de pruebas y caracterización completa de los sistemas en caso de trenes

(Metro de Madrid) las posibilidades de los sistemas WLAN se están trasladando a otro servicio público de transportes, pero esta vez en superficie: los autobuses de la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid. Como en el caso anterior, del problema original de la transmisión de imágenes desde el autobús al centro de control se pasó a una necesidad de extensión de la red corporativa a los propios autobuses, empezando con una cobertura restringida solamente en cocheras, aprovechando los momentos en que el autobús reposta o realiza cualquier función de mantenimiento para actualizar “de golpe” toda la información necesaria: transmisión desde el autobús de toda la información de ruta grabada, incluidas las imágenes, y transmisión hacia el autobús de toda la información del sistema de información al viajero, que incluye videos e información multimedia contextual, esto es, a mostrar en función de la situación del autobús en ruta.

El autobús está, en la actualidad,. permanente comunicado mediante un sistema de banda estrecha que permite, entre otras cosas, conocer su posición y proporcionar las comunicaciones vocales. Lógicamente, sería deseable una cobertura completa de banda ancha,

al menos en el sentido red-autobús, aunque lo ideal sería una comunicación permanente bidireccional de banda ancha. Para el primer caso, se pueden utilizar tanto la TDT como, incluso, la Radio Digital (DAB) perfectamente combinadas con la banda estrecha actual para el establecimiento de una red IP completa asimétrica. Idealmente, con 2 Mbps mediante TDT es posible actualizar toda la información contextual al viajero, incluidos los contenidos multimedia. En el segundo caso, esto es, comunicación bidireccional, volvemos a encontrarnos con el estándar 802.11.a como ideal, dada la idoneidad de la modulación OFDM para este caso y por ancho de banda. Lógicamente, los sistemas 802.11.b proporcionan una solución más que aceptable para las necesidades del caso. Todos los sistemas descritos están siendo evaluados actualmente, en una fase piloto, por la EMT.

## Primeras conclusiones

Los sistemas WLAN basados en el estándar 802.11.b (2,4 GHz) han demostrado ser sistemas viables y eficaces para el soporte de comunicaciones avanzadas en servicios públicos de transporte, como Metro de Madrid y EMT, permitiendo la transmisión integrada de voz, datos e imagen a través de redes IP de banda ancha (hasta 10 Mbps), lo cual permite el soporte de servicios como la telefonía, gestión integrada de los sistemas embarcados, sistemas de información al viajero multimedia, transmisión de video para seguridad, etc. No obstante, la posible utilización de los sistemas basados en 802.11.a (y/o Hiperlan en el caso europeo) puede permitir ventajas realmente considerables:

- Mayor ancho de banda (hasta 54 Mbps) y mayor robustez del



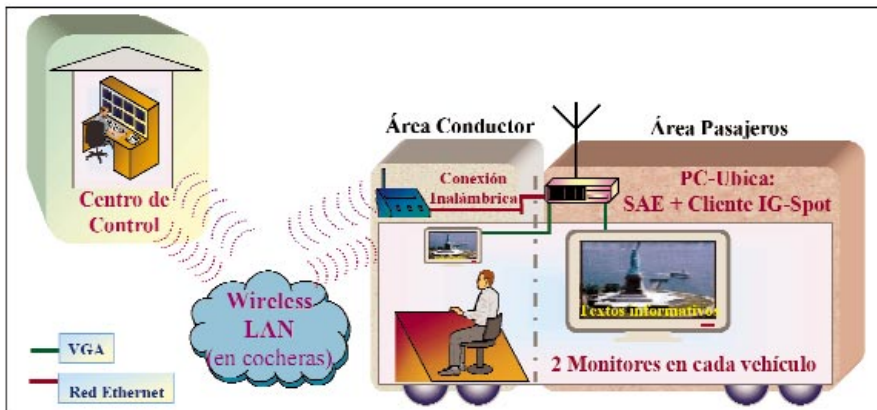


Figura 3. Utilización de sistemas WLAN para la alimentación del sistema de información al viajero multimedia tanto en tiempo real como aprovechando su paso por cocheras

sistema (OFDM) en caso de comunicación de vehículos (trenes, autobuses u otros vehículos de servicios públicos).

- Posible protección del sistema en determinados entornos que no sean de uso común sino privativo, como es precisamente el caso comentado. Este tema no solo afecta a la seguridad sino a la garantía de calidad de servicio, especialmente en superficie.

## Acceso de banda ancha en entornos rurales: el caso de Castilla-La Mancha

Aunque hoy son ya múltiples las experiencias, en distintas Comunidades Autónomas, el caso de Castilla-La Mancha merece especial consideración dada la aplicación de conceptos propios de un operador de servicios de telecomunicación a una tecnología que, en principio, parecía destinada al uso "particular" o, si se quiere, no como elemento "digno de tener en cuenta" en un despliegue de red.

Durante el año 2.001, la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, a través de la Consejería de Ciencia y Tecnología, puso en marcha un ambicioso plan para llevar el acceso a

Internet de banda ancha a más del 95% de la población, fundamentalmente mediante ADSL (proyecto NERPIO, tomando el nombre de una de las localidades más aisladas de Castilla-La Mancha, situada en la provincia de Albacete). Durante el desarrollo de dicha iniciativa y, ya en 2.002, se vió la necesidad de complementar dicho plan con tecnologías alternativas (satélite, en principio) que garantizarán el acceso en cualquier localidad de la Comunidad independientemente de su situación geográfica o población. Para ello, Telecom-CLM, como operador regional, está desarrollando el proyecto NERPIO-SAT. Inicialmente, se conectaron unos 25 nodos experimentales, principalmente en colegios, centros públicos de acceso a Internet, ayuntamientos, etc, utilizando sistemas satélite-red terrestre.

Con el acceso a Internet de banda ancha situado en una determinada localidad, era cuestión de poco tiempo su extensión a toda la localidad mediante los sistemas WLAN 802.11.b, pero con una serie de consideraciones y "criterios de operador" que hacen el sistema realmente destacable:

- Inclusión de elementos de gestión de red y provisión de servicios en

las cabeceras base, que, además, ya son tanto unidireccionales (con retorno terrestre) como bidireccionales (ambos sentidos por satélite). Entre dichos elementos merecen especial mención los siguientes aspectos:

- Seguridad. Acceso controlado a nivel físico y lógico.
  - Monitorización permanente del tráfico por servicio y por usuario.
  - Gestión centralizada de la provisión de servicios, desde la sede de Telecom.-CLM en Toledo.
  - Gestión de red. (Alarmas, incidencias, etc).
  - Estudio detallado de coberturas por localidad, de forma que se garantice la cobertura completa. Esto ha llevado al estudio y desarrollo de sistemas radiantes específicos, como antenas sectoriales microstrip, diseñadas y fabricadas en España, así como elementos integrados antena-AP (Access Point, que permiten la "bajada" directa mediante cable de categoría 5 (Ethernet) o bien directamente mediante el coaxial de las antenas de TV mediante los convertidores de banda inicialmente desarrollados para los entornos industriales anteriores.
  - Integración completa de soluciones satélite-WLAN que permiten llevar el acceso de banda ancha a poblaciones aisladas y dispersas.
  - El despliegue de una red IP multiservicio, con soporte no solo de acceso a Internet sino de sistemas de distribución de video (teleenseñanza, videoconferencia, TV-Digital), voz (telefonía sobre IP), distribución masiva de información, redes privadas virtuales (VPNs) en la propia localidad o entre localidades, etc.
- La industrialización, tanto a nivel de sistemas, como a nivel de procesos de instalación, provisión de servicios y

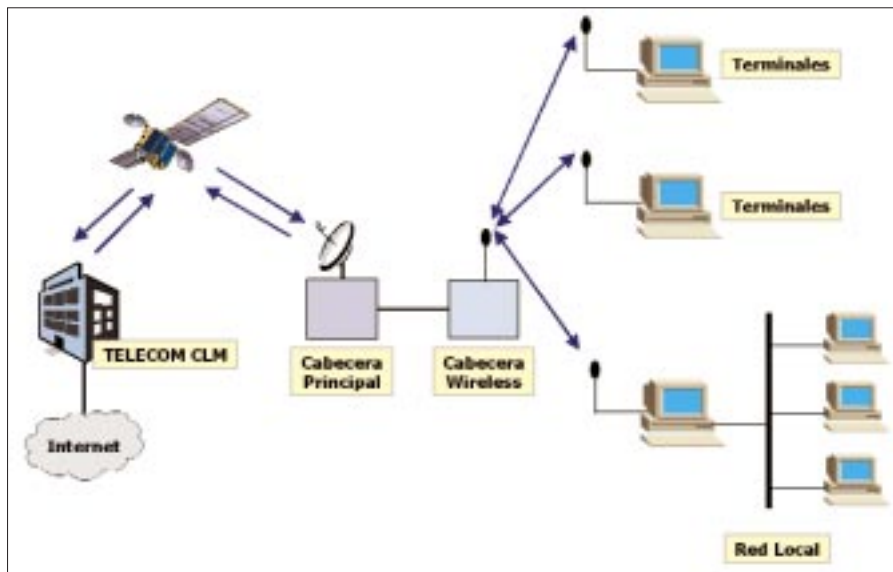


Figura 4. Arquitectura del despliegue Satélite-WLAN en zonas rurales.

operación, están permitiendo que en menos de tres meses pueda ofrecer servicios de acceso de banda ancha en más de 200 localidades de Castilla-La Mancha, permitiendo el acceso a Internet de alta velocidad y otros servicios de telecomunicación en zonas rurales dónde hasta ahora solo existía la telefonía básica analógica.

## El proyecto DEMETER

El proyecto DEMETER (diosa de la mitología griega protectora de la tierra y sus frutos) consiste en la realización de sistemas de videovigilancia y detección automática de emergencias (incendios, derrumbes, inundaciones, etc) en entornos naturales. Inicialmente, el proyecto se concibió con una arquitectura de terminales vía

satélite que proporcionaban la conectividad a un conjunto de estaciones dotadas de cámaras y digitalizadores (y codificadores) de video. La digitalización no solo se emplea con objeto de permitir la transmisión del video en redes multiservicio, sino para el tratamiento de la información de forma que pueda automatizarse la detección de eventos como incendios, presencia, derrumbamientos, etc.

El sistema puede ser controlado en tiempo real desde los puestos de seguimiento de emergencias o control de cámaras. Además de las necesidades tecnológicas concretas del caso, inicialmente se planteaba hacer viable el sistema desde el punto de vista de costes mediante la extensión de las estaciones con cámaras vía radio. Como en los casos anteriores, el proyecto se planteó casi simultáneamente al advenimiento de los sistemas WLAN, de forma que con su eclosión y caída de costes, hacen viable el despliegue de sistemas de digitalización y procesamiento de video para la vigilancia de espacios naturales, utilizando celdas básicas interconectadas entre si por WLAN, con una cabecera principal de interconexión para toda la macrocélula vía satélite.

## Conclusiones

La eclosión de los sistemas WLAN y la caída de precios tiene importantes repercusiones en distintos sectores. En este caso se han descrito brevemente aplicaciones en transportes públicos (trenes y autobuses), despliegue de servicios de telecomunicación en zonas rurales y sistemas con dudosa viabilidad económica en otras condiciones (vigilancia de espacios naturales).

El hecho anterior es debido, fundamentalmente, al uso común (uso libre) de los sistemas. También esta característica puede suponer un



Figura 5.. Ejemplo de despliegue en la localidad de Alcolea de Calatrava (Ciudad Real).

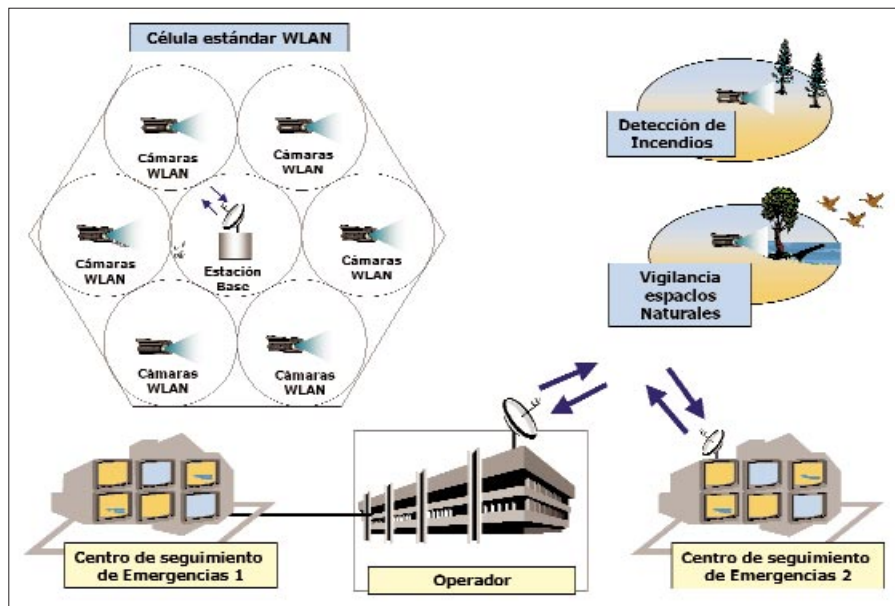


Figura 6. Despliegue de cámaras digitales en entornos naturales. Disposición de las células WLAN para conectar las cámaras con una conexión vía satélite por cada macrocélula.

problema si los sistemas no se diseñan y dimensionan correctamente (seguridad).

Por otra parte, resulta clara la necesidad de regular la siguiente generación de sistemas (802.11.a, Hyperlan) teniendo en cuenta dos necesidades, aparentemente

opuestas:

- La necesidad de no "cerrar" el uso, a la vista del éxito de los sistemas 802.11.b, precisamente por ser de uso común.
- La necesidad de ciertos servicios con garantías de protección del espectro (uso privativo): servicios

públicos de telecomunicación para zonas rurales, servicios de telecomunicación para transportes como trenes y autobuses, redes de emergencias, redes de soporte a espacios naturales, etc.

De la habilidad del regulador para compatibilizar ambas necesidades dependerá que continúe la eclosión de estos sistemas, cuyos beneficiarios son los propios usuarios y, por otra parte, se garanticen servicios públicos tanto por operadores como en régimen de autoprestación por parte de otros agentes.

Por último señalar que las posibles aportaciones de valor añadido de la industria nacional van a depender de lo anterior y de su propia visión y posicionamiento.

En los casos descritos, parece clara la anticipación de los agentes nacionales que esperamos se consolide industrialmente. Esto no hubiera sido posible sin la estrecha colaboración de distintas universidades en todos los proyectos señalados, entre las que destacan la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Vigo y la Universidad de Castilla-La Mancha.

## La Comisión pide a los Quince que impulsen el acceso a servicios públicos a través de redes inalámbricas

La Comisión Europea ha adoptado una recomendación en la que insta a los estados miembros a facilitar la utilización de redes de área local inalámbricas (WLAN, por sus siglas en inglés) para el acceso a los servicios públicos de la Administración. Insta a los Quince a permitir el desarrollo de redes públicas de acceso LAN sin condiciones específicas del sector y sólo sujetas a autorizaciones generales. De este modo la Comisión recoge los objetivos del Consejo Europeo de impulsar plataformas de banda ancha de múltiple acceso para potenciar la Sociedad de la Información.

Las WLAN -Wi-Fi ('wireless fidelity') y que operan habitualmente en bandas de frecuencia exentas de licencia-- son una tecnología de "rápido desarrollo, innovadora y prometedora" para implantar el acceso inalámbrico de banda ancha a Internet y, como tal, "se complementa con otras infraestructuras de alta velocidad.

Aunque inicialmente desarrolladas para uso privado (intranets), están explotando su potencial en el mercado de acceso público a Internet en lugares como aeropuertos, estaciones de ferrocarril y centros comerciales.