



renfe

# Redes a bordo y Conectividad en los trenes

## El Ferrocarril Conectado

12/06/2019



David Ventero García

Gerente de Área de Ingeniería de Material y Señalización

renfe

Dirección General de  
Desarrollo y Estrategia



# Redes a bordo 1/2

La arquitectura de redes en el tren del futuro estará basada en los siguientes conceptos :

- ✓ Segmentación de redes.
- ✓ Estandarización.
- ✓ Modularidad.
- ✓ Escalabilidad.
- ✓ Ciberseguridad.
- ✓ Internet de las cosas (IOT).
- ✓ Tren Hiperconectado.



renfe

Redes a bordo y  
Conectividad en los  
trenes

# Redes a bordo 2/2



## Red Ethernet Pasajeros

SIV

Monitorización de RED



Servidor de variables



Antenas LTE / 5G

Pasarela de  
Comunicaciones

## Red Ethernet Privada – Servicios RENFE

CCTV

Ocupación

Diagnosis  
Remota

Medición  
energía

Gateway



**Sistema no intrusivo**

Diodo lógico.  
Solo lectura de datos  
Sin posibilidad física de escritura

## Red TCN

Puertas

Tracción

Freno

Señalización



Control red TCN

**5G**

- La arquitectura modular de redes de los trenes en licitación permiten una escalabilidad a **5G** rápida y fácil de llevar a cabo. Mediante la sustitución de antenas MiMo y Router embarcado. También es posible la sustitución de Switches de coche para aumentar el ancho de banda de las redes a bordo de 1 Gbps a 10Gbps

**10 Gbps**  
**1 ms**

## Características de la tecnología

- Una velocidad teórica de **10 Gbps** (hasta 100 veces más ancho de banda que el **4G**) y una latencia de **1ms** propia de la **FTTH** (fibra óptica para el hogar).

*La velocidad media 4G que ofrecen las operadoras en España se sitúa alrededor de los 21Mbps, mientras que se estima que el 5G romperá todas las barreras imaginables para ofrecer conexiones de entre 100 y 1000 veces superiores (10 Gbps por segundo).*

Este ancho de banda permitirá múltiples aplicaciones:

- Supervisión continua de tren desde tierra. Mediante envío a simulador de conducción en tierra de todas las cámaras embarcadas, frontales, maquinista, retrovisores, cabina de cola, etc. Envió de todas las variables de estado del tren para supervisión en centro de control.
- Conexión remota de alta resolución con todas las cámaras del tren para supervisión o tras evento (alarma, alarma incendio, tirador de freno emergencia, etc.)



# Conectividad exterior futuro

# Supervisión remota de conducción



## Cámara Frontal 1



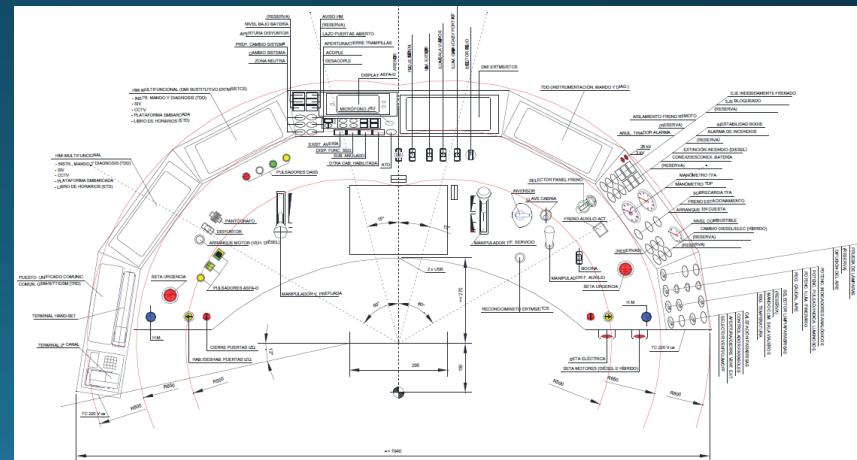
Cámara Frontal 2



## Cámara Trasera

De la misma forma que la escuela de formación dispone de simuladores de cabina (OFFLINE) para realizar prácticas de conducción, el envío inmediato de streaming de video de las cámaras de testero, retrovisores, y todas las variables de tren, permite a un supervisor experimentado ver el tren “ON LINE” tal cual lo está viendo su compañero maquinista a bordo.

Esto permite una asistencia ante incidencias, averías, retrasos, interpretaciones de situaciones de primer nivel. Pudiendo supervisar cualquier tren que este circulando. Bajo demanda del maquinista o aleatoriamente.



## Reproducción de pupitre en tiempo real



renfe

Redes a bordo y  
Conectividad en los  
trenes

# Conectividad exterior futuro

## Supervisión remota de conducción

- La reproducción de Pupitre en Realidad Virtual.
- Una vez se dispone de toda la información acerca de la posición, estado de tren, velocidad, alertas, indicadores, cámaras que rodean al tren, la tecnología actual permite un paso adelante más, para la supervisión remota de conducción...





# Conectividad exterior futuro

## CCTV

- Actualmente las grabaciones de las cámaras interiores del tren se realiza a bordo, embarcando equipos de gestión de cámaras, almacenamiento, etc. (Todo bajo cumplimiento de LOPD)
- En unos años, con el despliegue del comentado **5G**, todas las cámaras podrán emitir en tiempo real y con alta resolución a tierra sus imágenes, liberando el tren de los equipos de grabación, así como el tratamiento de imágenes para cálculos de ocupación etc. Lo que supone un salto tecnológico cualitativo en ahorro de costes de mantenimiento, mejora de servicios, información muy valiosa para la operación, etc.
- Ante cualquier incidente a bordo, podrán visualizarse en tierra todas las cámaras del tren de la mano del personal de seguridad o autoridad correspondiente.



Cámara 7



Cámara 11



Cámara 13



Ocupación = 130 p



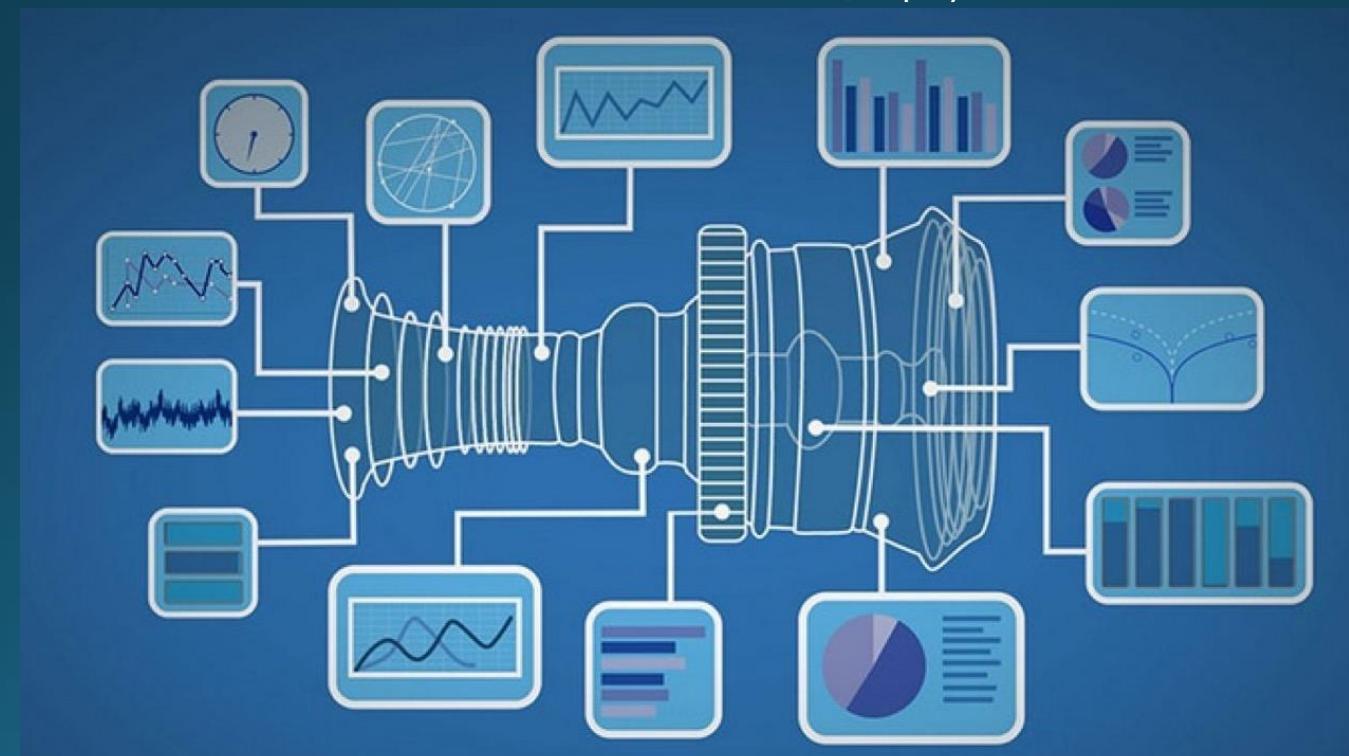
Ocupación = 230 p



## IOT equipos embarcados

Los numerosos sensores del tren, equipos embarcados, podrán interrelacionarse entre si sin intervención humana, para realizar actualizaciones, mantenimiento de SW, programar revisiones en taller a demanda, solicitar cambios de componente.

Toda ello gracias a la implementación del IOT en el sector ferroviario, apoyado en las redes de comunicaciones descritas anteriormente.

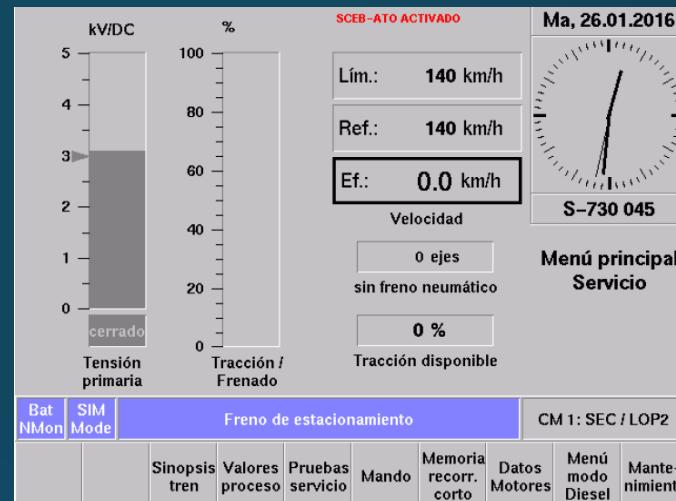




# Conectividad exterior - Proyectos

## Medición y facturación energética

- Nuestros trenes Hiperconectados permiten la facturación de la energía real consumida, con los equipos a bordo correspondientes.
- Mejora sustancial de la facturación energética.



## Sistemas de ayuda a la conducción

- Desarrollo de equipos de ayuda a la conducción. Tanto informativos como desde el punto de vista de la eficiencia energética.



renfe

Redes a bordo y  
Conectividad en los  
trenes

# Conectividad – Relación con el viajero

## El cliente – Información en andén

- Una pegatina con un código QR en el andén, identifica el próximo tren en llegar. La información que aporta el QR es la estación y el número de vía.
- Los trenes tienen identificada su posición GPS, y el servicio que están realizando. Junto con la información del QR identificamos que tren es el siguiente en llegar
- Los viajeros se conectan con el tren y consultan la ocupación de cada uno de sus coches (basándose en datos CCTV y/o presión neumática en balones de suspensión).



Ocupación 50% aprox.



Ocupación 0% - 25% aprox.



Ocupación cercana al 100%

Asientos disponibles

- Adicionalmente puede informarse de la ubicación de asientos PMR, WC, Bicicleteros ...



La ocupación puede mostrarse al exterior, hacia el andén con un sencillo código de colores a través de iluminación LED





## El cliente – Confort

- Los viajeros se conectarán con el tren y consultarán las condiciones ambientales internas de temperatura, humedad, calidad del aire, etc. Incluso podrían solicitar la temperatura deseada.
- Si bien los nuevos trenes llevaran equipado un sistema inteligente de renovación de aire, la temperatura objetivo de confort siempre ha sido un punto de desencuentro con muchos clientes, en según que líneas.



- Dentro de ciertos márgenes de actuación (temperatura exterior, humedad, ocupación, calidad del aire, etc.) puede darse al cliente un grado de elección de la temperatura del coche, seleccionando la temperatura desde su propio dispositivo o desde un panel táctil dentro del propio tren.



**Tren Hiperconectado - SmartTrain**



renfe

Redes a bordo y  
Conectividad en los  
trenes

# Entretimiento

## Acompañando al cliente

- Disponer de un tren *hiperconectado* abre la puerta a un entretenimiento a bordo nunca antes imaginado.
- RENFE a través de su conectividad permitiría al cliente acceder a servicios en sus dispositivos mientras dure su trayecto.

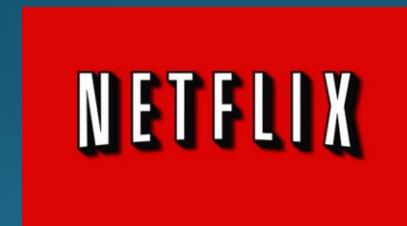
### Videojuegos bajo streaming

- Juegos ON LINE



### Video entretenimiento bajo streaming

- 5G puede hará posible no embarcar contenidos a bordo y reproducirlos en streaming





# Conectividad – Relación con el viajero

- WiFi a bordo a través de conectividad exterior 4G, escalable a 5G.



- Dispositivos de vigilancia de ultima generación con conexión online a puestos de control. Detección de altercados mediante inteligencia artificial.

- Los viajeros consultan tiempo estimado hasta cada parada del itinerario.

- Los viajeros se conectarán con el tren y consultarán las condiciones ambientales internas de temperatura, humedad, calidad del aire, etc. Incluso podrían solicitar la temperatura deseada.

- Una pegatina con un código QR en el andén, identifica el próximo tren en llegar.
- Los viajeros consultarán la ocupación de cada uno de sus coches, ubicación de bicicleteros, WC.

- Paneles con información de correspondencias y tiempos de viaje, consulta de la web de RENFE.
- Acceso a reservas de transporte con partners complementarios.

- Contaremos con una red a bordo capaz de permitir abrir el mercado del video entretenimiento embarcado. <sup>13</sup>

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

*renfe*