

Integración tren-vía; Ensayos cruzados en el laboratorio: Una oportunidad para depurar antes de instalar *Train-track integration; Laboratory cross tests. An opportunity to debug before installing*

Daniel Molina¹, Rodrigo Cáceres¹, Myriam González¹, Isabel Herreros¹, Santiago Portillo¹, Santiago García¹, Jorge Iglesias¹ y Jaime Tamarit^{1*}, Miguel López², Miguel Fernández² y Antonio Martínez²

Palabras clave

ERTMS;
interoperabilidad;
ensayos operacionales;
ensayos cruzados;
puesta en servicio;
arquitectura de bancos de
ensayo;
conexiones remotas;

Sumario

El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX ha liderado desde la década de los 90 la definición de los ensayos de certificación de equipos embarcados ERTMS (Subset-076) y la arquitectura de ensayos asociada (Subset-094). El LIF ha utilizado la arquitectura de ensayos de la especificación Europea no solo para la realización de ensayos de certificación de equipos genéricos ERTMS embarcados (EVC o European Vital Computer), también se ha basado en esta arquitectura para la realización de ensayos operacionales para la puesta en servicio de proyectos específicos ERTMS de Nivel 1 y de Nivel 2.

La ejecución de ensayos operacionales para el Nivel 2 requiere una ampliación de la arquitectura de ensayos Europea con objeto de poder integrar los equipos comerciales de vía de Nivel 2 (RBC o Radio Block Center) para los que no existe una especificación Europea para su certificación genérica. Este componente de vía, el más sofisticado de todos los constituyentes ERTMS, solamente puede ser ensayado en consecuencia en los entornos de cada proyecto específico. Esto hace que los ensayos que en este artículo se proponen sean vitales para la consolidación y aseguramiento de la interoperabilidad ferroviaria.

En este artículo se describe la evolución de la arquitectura de ensayos desde las pruebas de certificación de equipos genéricos hasta las pruebas cruzadas RBC vs EVC para procesos de puesta en servicio de proyectos comerciales específicos, incluyendo conexiones remotas entre laboratorios.

Keywords

ERTMS;
interoperability;
operational tests;
cross tests;
putting in service;
test bench architecture;
remote connections;

Abstract

The Railway Interoperability Laboratory (LIF, RIL in English) of CEDEX has leaded since the nineties the working groups devoted to define the test specification for Onboard ERTMS (Subset-076) and related test architecture (Subset-094). Within the Railway Interoperability Laboratory (RIL) we have used the reference architecture of Subset-094 not only to perform interoperability verification tests for generic Onboard ERTMS constituents (EVC or European Vital Computer), but also to perform operational test for the process of putting in service specific projects of ERTMS levels 1 and 2.

The performance of operational tests for ERTMS Level2 requires the upgrading of the European Reference architecture for the integration of trackside Level 2 commercial equipment (RBC or Radio Block Center). Unfortunately it doesn't exist any European norm or specification for the certification of the generic RBC constituent, consequently, it can only be validated in the frame of the specific projects. This fact makes vital the test proposed within his communication for the consolidation and assurance of the Railway Interoperability.

This communication describes the evolution of the testing architecture from the test of generic constituents to the cross tests RBC / EVC for the process of putting in service specific commercial projects, including remote connections between laboratories.

1. CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS GENÉRICOS ERTMS EMBARCADOS. ARQUITECTURA DE REFERENCIA.

La certificación de un equipo genérico embarcado se basa en tres conceptos fundamentales: características, casos de prueba y secuencias de prueba.

Característica (Feature) es una funcionalidad del equipo cuyo cumplimiento es necesario verificar. **Caso de**

prueba es la especificación de cómo debe efectuarse la verificación del cumplimiento de una característica. **Secuencia de Prueba** es la concatenación de casos de prueba en un viaje ficticio. El conjunto de características, casos de prueba y secuencias se recoge en el Subset-076 de la Directiva Europea de Interoperabilidad Ferroviaria (TSI).

Un conjunto limitado de secuencias permite verificar el comportamiento de un equipo embarcado ERTMS para todas las situaciones funcionales genéricas definidas en el Subset-026 (SRS; System Requirements Specification).

Para ejecutar con un EVC el viaje ficticio que supone una secuencia, debemos conectar este equipo a un banco

* Corresponding author: jaime.tamarit@cedex.es

¹ Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX, Madrid, España.

² INECO, Madrid, España.

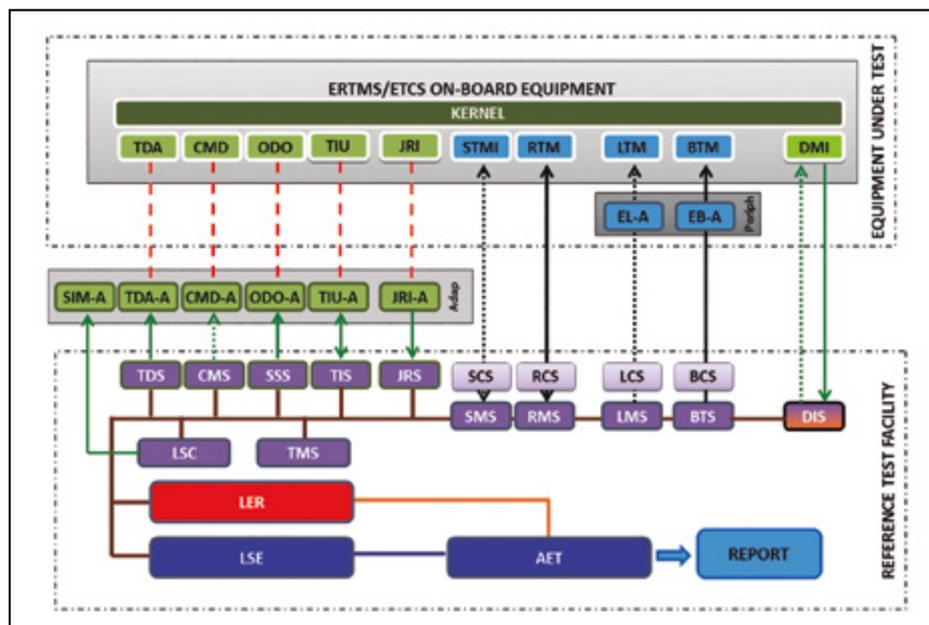


Figura 1. Arquitectura de ensayos del Subset-094.

de ensayos con el que se pueda intercambiar toda la información que representa la secuencia a través de los canales Europeos de comunicación (Esencialmente: Eurobaliza, Eurolazo y EuroRadio). Esto se logra utilizando la arquitectura definida en el Subset-094 cuyo diagrama de bloques se expone en la primera figura.

En esta configuración, el equipo embarcado se conecta al banco de ensayos mediante una serie de adaptadores de las señales de control correspondientes a: Transferencia de datos de configuración del tren (TDA-A), Detector de movimiento en frío (CMD-A), Odometría y medida de velocidad (ODO-A), Interfaz del tren con freno, pantógrafo y puertas (TIU-A) y Unidad de Registro Jurídico (JRI-A).

Los canales europeos de comunicación se conectan a simuladores para cada canal (SCS, RCS, LCS y BCS) que generan los mensajes correspondientes para cada canal (STM, EuroRadio, Eurolazo y Eurobaliza respectivamente) en cada momento de ejecución del escenario. Para la verificación operacional en el interfaz Hombre-Máquina (DMI) se graba la pantalla de la consola de conducción para analizar posteriormente los aspectos ergonómicos.

Todo mensaje intercambiado entre el EVC sometido a prueba y el banco de ensayo se registra en la unidad Registradora de Eventos del Laboratorio (LER) y en la unidad de registro jurídico (JRS) para los procesos de verificación posteriores. El módulo Automático de Evaluación (AET) realiza un análisis automático preliminar de los resultados del ensayo de una secuencia.

El Editor de Escenarios (LSE) y el controlador de Escenarios (LSC) son respectivamente los módulos fundamentales para la programación y ejecución de un escenario. Este último puede considerarse esencialmente como un distribuidor de los mensajes (generados por el Editor) por cada una de las interfaces de comunicación Europeas en función del tiempo y posición del tren (genérico) controlado por el EVC.

Es precisamente la utilización de la funcionalidad de estos dos módulos lo que ha permitido introducir datos específicos de proyecto para construir escenarios operacionales correspondientes a proyectos comerciales específicos

que puedan ser ejecutados con las mismas herramientas conformes al Subset-094, conectadas a una cabina comercial.

2. ENSAYOS CRUZADOS DE NIVEL 1. UNIFICACIÓN DE LOS DATOS DE PROYECTO

En el Nivel 1 ERTMS los canales de comunicación entre la vía y el tren son Eurobaliza y Eurolazo. Los mensajes enviados desde la infraestructura al tren en un viaje quedan definidos en el momento de seleccionar la ruta. Esto permite la construcción off-line de secuencias con los telegramas reales enviados al tren en un viaje comercial. A estas secuencias las denominamos secuencias operacionales para diferenciarlas de las secuencias de certificación del Subset-076. Para ello debe contarse con la confianza de la compañía de señalización encargada del proyecto en cuestión, que debe facilitar al laboratorio información detallada de los datos de señalización del proyecto. Esta información permitirá la construcción de secuencias operacionales con datos específicos de proyecto.

La información necesaria para la construcción de una secuencia operacional con los datos de señalización específicos de un proyecto concreto, son los siguientes:

Datos de vía:

- Estáticos: señales, balizas, circuitos de vía, desvíos, ... : identidad y localización.
- Elementos descripción de la vía: gradientes y perfiles de velocidad

Datos ETCS:

- Telegramas fijos y conmutables
- Tabla de movimientos: relación entre el estado de las señales, desvíos y telegramas ETCS.

Esa información, suministrada por la compañía en el formato utilizado por sus reglas internas de ingeniería, es

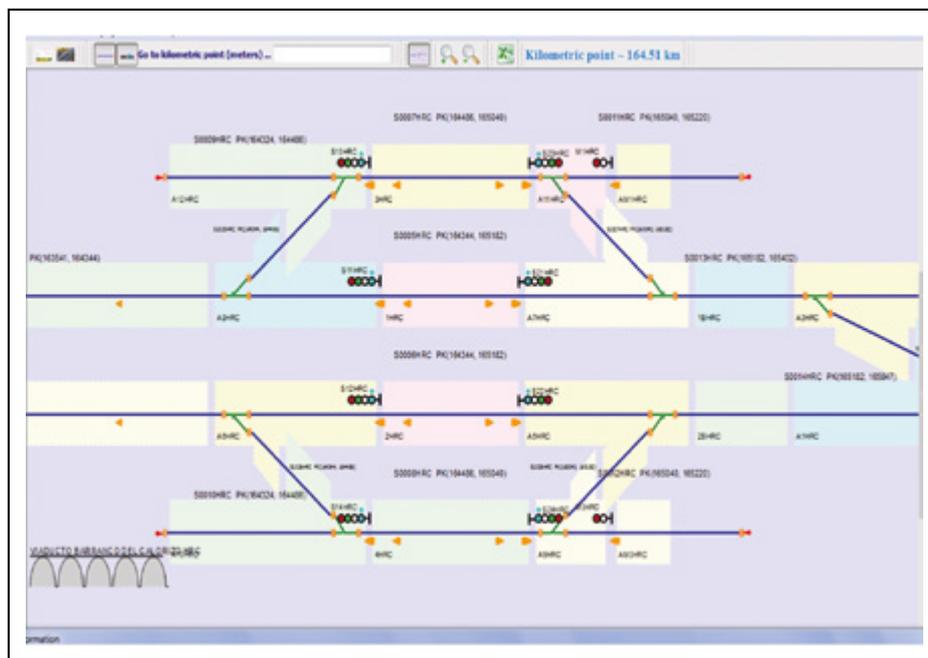


Figura 2. Disposición de los elementos de campo para la estación de Horcajada en la línea Madrid-Levante obtenida con la aplicación “Track-Layout” desarrollada por el LIF.

transformada a un formato unificado siguiendo las recomendaciones de UNISIG (Consortio de las compañías Europeas de señalización), descritas en el Subset-112. A partir de esta información en formato unificado, ya independientemente del suministrador, los especialistas del LIF pueden construir escenarios operacionales compatibles con el módulo LSC, Controlador de Escenarios del Laboratorio, desde el que puede ejecutarse la secuencia operacional.

Con objeto de ilustrar la completitud de los datos gestionados se expone en la figura 2 un esquema de la estación de Horcajada en la línea Madrid-Levante en la que puede apreciarse la configuración de todos los elementos de campo: Circuitos de vía, desvíos, señales con sus aspectos, grupos de balizas con los telegramas asociados, condiciones de vía, obras de ingeniería, etc. Esta representación se ha obtenido con la aplicación “Track-Layout” desarrollada por el LIF.

Una vez unificado el formato de los datos de señalización se pueden construir escenarios operacionales específicos para cada proyecto y correrlos con Eurocabinas comerciales. Esto permite realizar en laboratorio ensayos de integración tren-vía para la puesta en servicio de proyectos comerciales.

Esta técnica se ha utilizado para la puesta en servicio de los proyectos siguientes:

- Línea de Alta Velocidad Madrid-Levante Nivel 1. Señalización de vía Siemens/Invensys equipos embarcados de Bombardier y Siemens.
- Línea de Alta Velocidad Barcelona-Figueras Nivel 1. Señalización de vía Thales equipo embarcado de Bombardier. Tramos de ancho mixto equipados por Alstom
- Línea C4 de cercanías de Madrid Nivel 1. Estación de Atocha y zona sur equipada por Thales. Estación de Chamartín y zona norte equipada por Siemens/Invensys. Equipos embarcados de Alstom. Frontera entre Nuevos Ministerios y Chamartín.

- Línea Belga L36 entre Amberes y Bruselas. Señalización de vía Alstom, equipo embarcado Bombardier. Los datos de señalización fueron facilitados esta vez por Infrabel, Administrador Belga de Infraestructura.

Gracias a los escenarios creados con los datos unificados, se pudo verificar por primera vez la interoperabilidad entre proyectos comerciales de vía y tren de países y suministradores diferentes. Bastó para ello la distribución entre los laboratorios de referencia de las secuencias Belgas y que cada uno de ellos las pasara en su banco con la cabina que tuviera conectada. Bombardier en el caso del LIF.

3. ARQUITECTURA DEL BANCO DE PRUEBAS PARA RBC

La incorporación del Centro de Control por Radio o RBC para ensayos cruzados en el Nivel ERTMS de aplicación 2, Nivel 2, requiere la ampliación del banco de ensayos definido en el Subset-094, para los ensayos de equipos ERTMS genéricos embarcados (EVC).

En el apartado anterior vimos la posibilidad de probar la compatibilidad entre un diseño de señalización de vía y un equipo embarcado en un proyecto específico gracias a la utilización de los módulos LSE & LSC de esta arquitectura, con datos de proyecto unificados.

Para la realización de ensayos cruzados de Nivel 2, es necesario conectar al banco de ensayos el RBC. Este es el constituyente más sofisticado del sistema, para el que desgraciadamente no se han definido interfaces Europeas de comunicación. Por este motivo, se necesita una arquitectura flexible que permita incorporar el equipo físico RBC de diferentes compañías.

El LIF ha dado este paso mediante la incorporación de funciones adicionales de comunicación que actuarán de puente entre las arquitecturas del Nivel 1 y del Nivel 2, manteniendo la compatibilidad con la arquitectura de referencia del Subset-094. Esta aproximación ha proporcionado

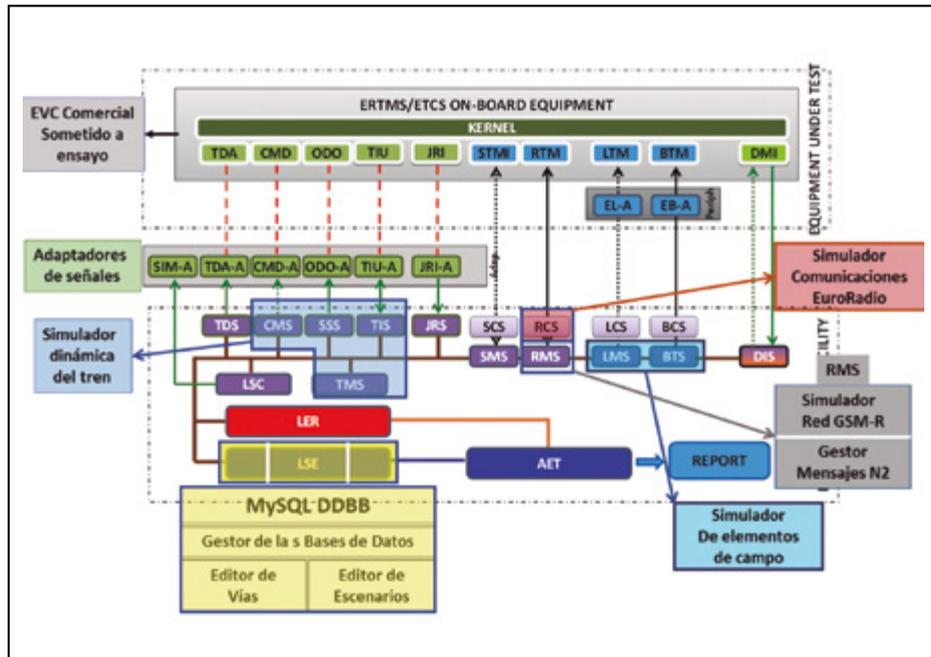


Figura 3. Arquitectura SS-094 con identificación de los elementos funcionales añadidos para la gestión posterior de elementos de campo y telegramas de radio.

resultados muy satisfactorios en los primeros ensayos cruzados realizados en el LIF.

El diagrama de bloques de la figura 1 no representa una configuración de módulos físicos (Hardware) sino las interrelaciones entre diferentes módulos de software que desarrollan las funciones necesarias para ejecutar un escenario. La conexión de un RBC externo va a requerir la adición de funciones de comunicación adicionales en alguno de estos módulos, por lo que su identificación en el diagrama de la figura 1 es importante y se describe en la figura 3.

Para la ejecución de escenarios operacionales de Nivel 2, para los que las secuencias de ensayo ya no están predefinidas como ocurre en el Nivel 1, es necesario añadir al

banco el dinamismo y gestión en tiempo real que requieren los escenarios de Nivel 2.

Esto ocurre en el Nivel 2 por los motivos siguientes:

- En el Nivel 2 existe un constituyente adicional de vía (RBC) que se comunica bidireccionalmente con el tren (EVC) y gestiona las autorizaciones de movimiento con inteligencia propia una vez establecida una ruta.
- El RBC necesita verificar durante la ejecución del ensayo los elementos de campo afectados por la ruta demandada como son desvíos, señales y circuitos de vía.
- Para la gestión de los elementos de campo el RBC tiene una comunicación vital con el enclavamiento

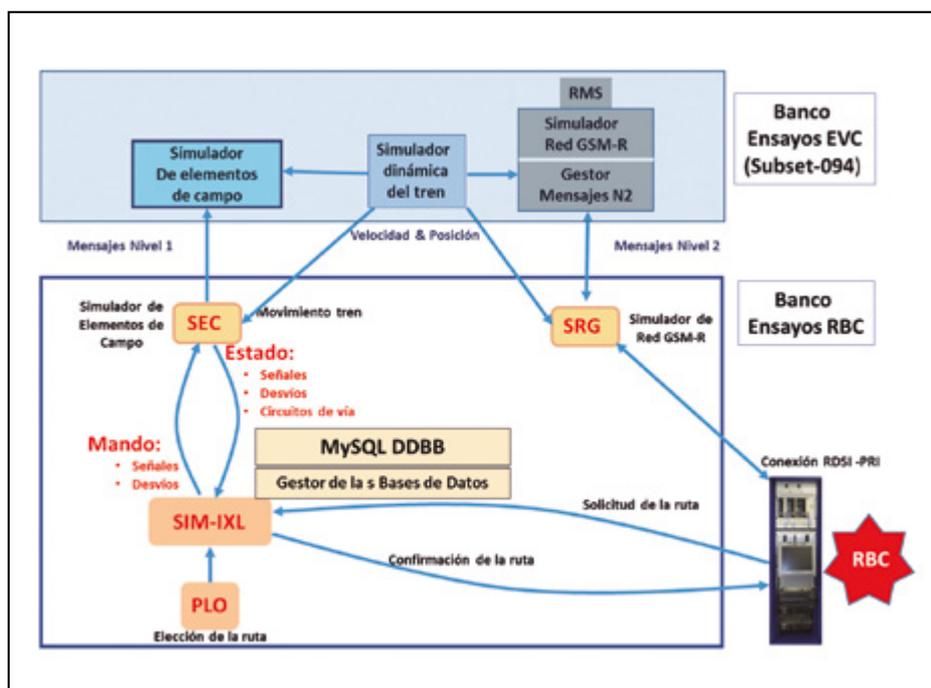


Figura 4. Arquitectura del banco de ensayos para la conexión y pruebas de RBCs.

to (IXL) que solicita la asignación de rutas y verifica el estado de los elementos de vía para la ruta solicitada.

Para conectar un RBC comercial, debe ampliarse la funcionalidad del banco con objeto de configurar las comunicaciones adicionales que aparecen en un proceso de integración de un equipo RBC comercial al banco de ensayos. Las funcionalidades añadidas consisten esencialmente en la comunicación del simulador de elementos de campo con el nuevo módulo simulador de enclavamiento, que gestiona la asignación de las rutas y controla y verifica el estado de los elementos de campo. También será necesario establecer la conexión del RBC externo con los simuladores de red GSM-R así como con el simulador de enclavamiento.

Con objeto de gestionar en tiempo real los elementos de campo, aparece pues en la arquitectura del lado de vía un nuevo elemento, el simulador de enclavamiento (SIM-IXL) que controla y verifica el estado de los elementos de campo. El enclavamiento es el núcleo de la seguridad ferroviaria.

Las rutas correspondientes a los escenarios operacionales que se desea probar se configuran ahora desde el puesto de mando local (PLO) que dispone de un interfaz gráfico con el despliegue de los elementos de vía, definidos en el formato unificado del Subset-112.

Desgraciadamente no se ha logrado definir un interfaz normalizado Europeo entre el RBC y el enclavamiento que se pudiera incorporar a la directiva Europea a pesar de costosos proyectos como Euro-Interlocking o INESS en los que ha participado el ADIF muy activamente. Esta falta imposibilita la certificación del RBC o, lo que es peor, la certificación de la interoperabilidad de una vía como constituyente genérico. La conexión

RBC / IXL es pues específica según el protocolo establecido por el fabricante del RBC.

4. CONEXIÓN DE LOS BANCOS DE ENSAYO DEL EQUIPO EMBARCADO (EVC) Y DEL EQUIPO DE VÍA (RBC) PARA ENSAYOS CRUZADOS DE INTEGRACIÓN TREN-VÍA EN PROYECTOS ERTMS DE NIVEL 2

Para la interconexión de los bancos correspondientes a los equipos de vía (RBC) y embarcado (EVC), basta conectar ambas partes a través de los simuladores de equipos de vía (SEC) y de red GSM-R (SRG) del banco de ensayos del RBC, tal como se indica en la figura siguiente en el que se muestran los módulos esenciales de cada lado que intervienen en esta conexión:

El simulador de elementos de campo envía a la parte embarcada los mensajes de los grupos de Eurobalizas y al simulador de enclavamiento información sobre el estado de los elementos de campo. El Simulador de Red GSM-R se conecta a la parte embarcada a través de Un simulador de la capa de EuroRadio (ECS), encargada de la encriptación de los mensajes de Nivel 2, conforme al protocolo de seguridad de EuroRadio, especificado en el Subset-092.

En esta conexión los dos conjuntos deben compartir las herramientas off-line relacionadas con los datos unificados de señalización de vía y su gestión, esto es: La base de Datos de señalización de vía, El Editor de Vía (Track-layout) y El Editor de Escenarios (LSE).

Esta configuración local de los ensayos cruzados donde de la parte embarcada y de vía se encuentran en el mismo laboratorio, se ha utilizado por el LIF para la ejecución de pruebas de integración tren-vía en los siguientes proyectos ERTMS Nivel 2:

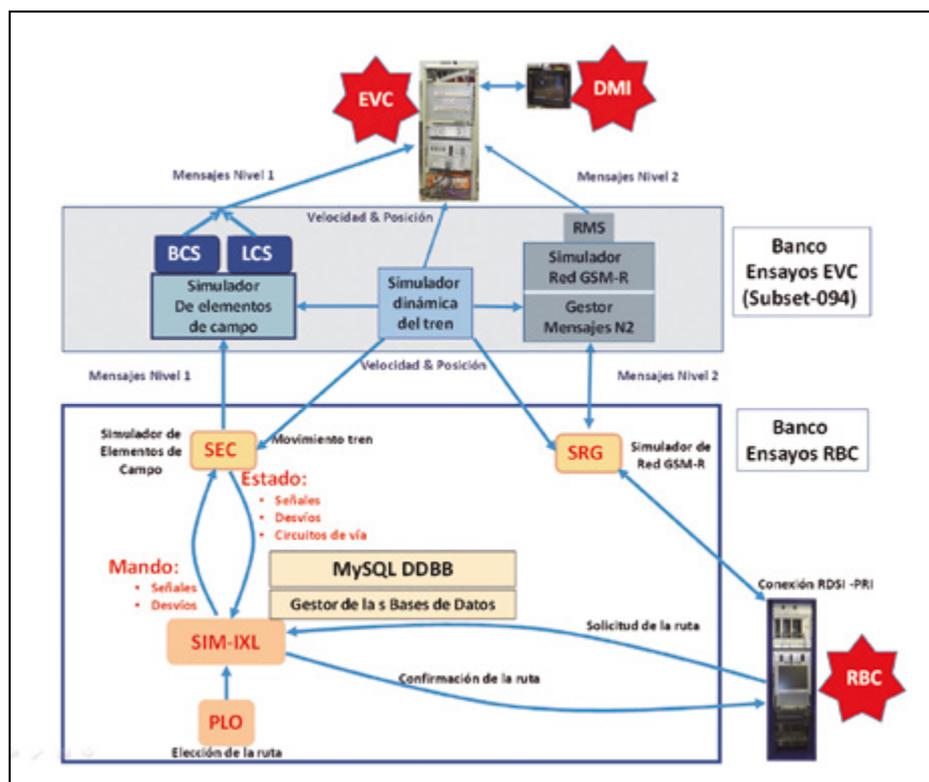


Figura 5. Conexión de los bancos de prueba para EVC y RBC para ensayos cruzados de integración.

- **Línea C4 de Cercanías de Madrid.** ERTMS Nivel 2 de Thales: N.Ministerios estación de Atocha y parte sur hasta planetario. ERTMS Nivel 2 Invensys/Siemens: N.Ministerios, estación de Chamartin y parte norte hasta Fuencarral. Equipos embarcados: Alstom.
- **Línea AVE Madrid-Levante:** ERTMS Nivel 2 de Invensys/Siemens y equipos embarcados de Bombardier y Alstom.

5. CONEXIÓN REMOTA DE LOS BANCOS DE ENSAYO.

Obedeciendo a una solicitud de la Comisión Europea que deseaba verificar la interoperabilidad entre proyectos comerciales de países diferentes, el grupo de laboratorios de referencia Europeos propuso un proyecto para la verificación de la interoperabilidad de proyectos ERTMS en los niveles de aplicación 1 y 2.

La interoperabilidad entre proyectos ERTMS de Nivel 1 se realizó de manera sencilla sin más que compartir los escenarios operacionales elaborados con datos de señalización de vía en formato unificado conforme a la recomendación UNISIG del Subset-112 (Ver apartado 2). Estos escenarios se corrieron en cada laboratorio con las cabinas presentes en cada uno de ellos: Bombardier en el caso del CEDEX y Siemens en el caso de DLR.

La línea utilizada como referencia para esta verificación de la interoperabilidad entre proyectos ERTMS Nivel 1 fue la línea Belga L36 entre Amberes y Bruselas. La transformación de los datos de señalización al formato unificado la llevó a cabo el equipo del Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria del CEDEX. Este trabajo supuso algunas dificultades debido a la funcionalidad limitada del Subset-112 (Vgr.: imposibilidad de tratar vías que contienen lazos). Estas deficiencias se subsanaron en una versión posterior de este documento.

La realización de ensayos operacionales de Nivel 2 entre países mediante conexiones remotas de los bancos de ensayo para EVC y RBC de cada país supuso la utilización de internet para la comunicación entre laboratorios y la simplificación de los procesos de encriptación / des-encriptación de la capa de seguridad de EuroRadio para lo que se puentó en esta conexión el módulo de Simulación de la red GSM-R (SRG).

Gracias a la incorporación de un control robotizado remoto para el accionamiento del interfaz Hombre-Máquina (DMI), pudieron ejecutarse de manera muy satisfactoria los escenarios cruzados entre Alemania (Banco EVC en Braunschweig) y España (Banco RBC en Madrid), controlando la ejecución desde el LIF. EL EVC en Braunschweig fue el de Siemens y el RBC en Madrid fue el utilizado por Invensys para la línea Madrid-Levante.

Aparte de la conexión utilizada para el accionamiento remoto del robot y visualización del DMI, se utilizó una centralita digital con tres puertos que se asignaron de la manera siguiente:

- Puerto 1: Transmisión de mensajes de EuroRadio. Red RDSI protocolo TCP/IP
- Puerto 2: Transmisión de los mensajes de grupos de Eurobaliza
- Puerto 3: Posición del tren

El equipo del DLR facilitó una aplicación sumamente eficaz para el accionamiento remoto del DMI que incluye una transmisión en tiempo real de las imágenes mostradas al conductor del ensayo, tal como puede apreciarse en la figura 7.

En esta imagen puede apreciarse con todo detalle la ejecución de un escenario operacional Nivel 2 típico: entrada en marcha a la vista en una estación donde se solicita

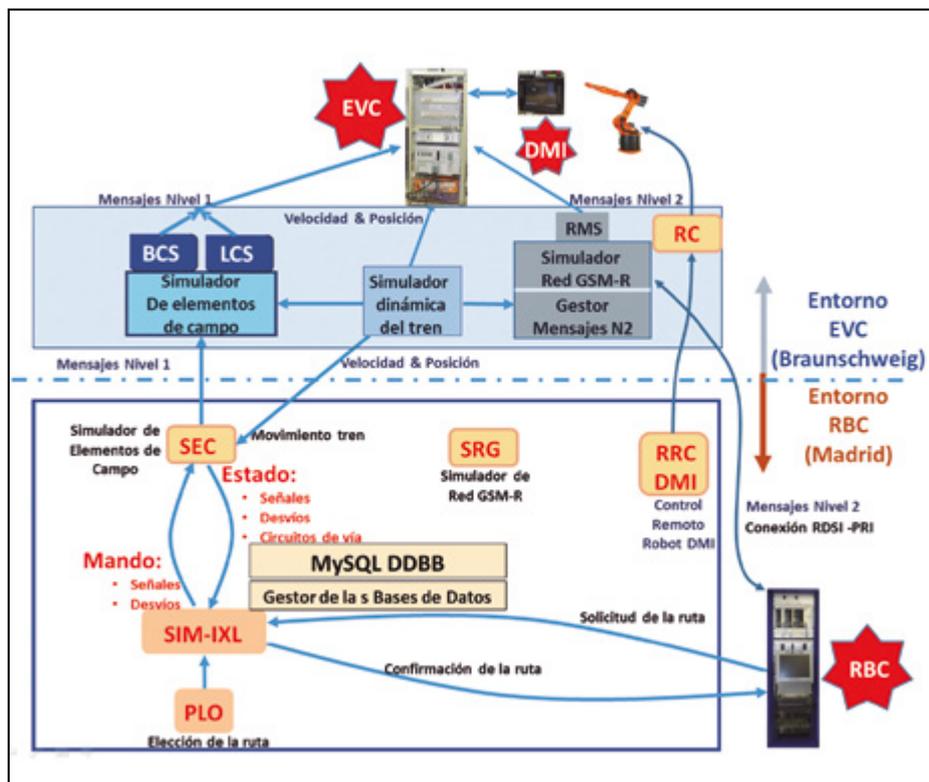


Figura 6. Conexión remota para ensayos remotos cruzados (RBC / EVC).

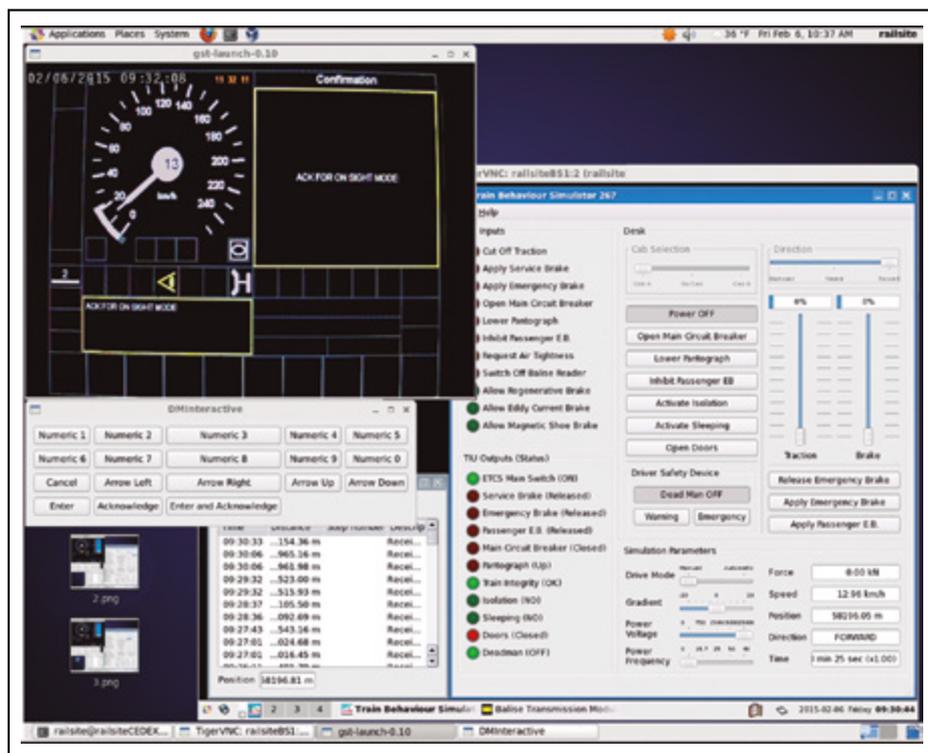


Figura 7. Pantalla de la aplicación DLR para visualización y accionamiento remoto del DMI.

reconocimiento al maquinista. Este escenario se pasó con éxito entre un RBC de Invensys para la línea Madrid-Levante, estación de Pozorrubielos instalado en el LIF y la cabina de Siemens en los laboratorios del DLR en Braunschweig. Puede apreciarse con claridad en la imagen del DMI los iconos correspondientes a Conexión radio establecida, Nivel 2 modo FS (Full Supervision), marcha OS (OS: marcha a la vista), solicitud de reconocimiento de entrada en modo OS.

También se puede apreciar el interfaz gráfico para el accionamiento remoto del DMI en Braunschweig, accionamiento remoto de la cabina (Tracción/Frenado) y la lista de los grupo de Eurobalizas leídas en Braunschweig cuyos mensajes fueron enviados desde el LIF.

UNISIG ha elaborado unas recomendaciones sobre la arquitectura de los bancos de ensayo para conexiones remotas que se recogen en el Subset-111. En esta realización el CEDEX y DLR han aprovechado la similitud de las arquitecturas de sus bancos de ensayo, ambos suministrados por la compañía ERSA (European Rail Software Applications) con algunos módulos funcionales añadidos como es el caso, por ejemplo del simulador de enclavamiento por parte del CEDEX o la automatización de las acciones sobre el DMI con el robot por parte de DLR. Ambas instituciones evolucionarán hacia la arquitectura propuesta por UNISIG según se vaya consolidando.

6. CONCLUSIONES

- Los ensayos operacionales cruzados en laboratorio permiten una depuración del proyecto ferroviario a nivel de sistema previa a la instalación de los equipos de vía. Esta aproximación puede simplificar considerablemente los procesos de puesta en servicio siempre que los ensayos de laboratorio se lleven a cabo con la anticipación necesaria. Esto es, dispo-

niendo con anticipación de los datos de proyecto y los equipos de vía (RBC) y embarcados (EVC) integrados a los bancos de herramientas.

- Los ensayos cruzados en laboratorio requieren una armonización de los datos de señalización que permiten la creación de una base de datos armonizada con los datos de señalización de una red ferroviaria. Esto supone ventajas considerables para posteriores procesos de mantenimiento y mejora de la red ya que permite el estudio en laboratorio de soluciones y mejoras, previas a la toma de decisiones.
- Los ensayos cruzados en el laboratorio suponen una herramienta eficaz para el despliegue de los corredores de mercancías Europeos en los que un corredor cruza varios países con suministradores diferentes y debe ser operado por operadores privados independientes. Estos no pueden soportar el elevado coste económico de múltiples procesos de certificación y puesta en servicio abordados a escala nacional.
- La conexión remota optimiza todavía más los procesos de integración tren-vía para la puesta en servicio de proyectos ferroviarios al no requerir la disponibilidad de equipos costosos concentrados en un laboratorio. Esto gracias a la conexión entre laboratorios independientes y de las compañías.
- Los ensayos cruzados en los que se integran dos RBCs permite adicionalmente la realización en el laboratorio de pruebas de Handover entre RBCs. Este es uno de los aspectos más problemáticos en el despliegue actual de las redes ferroviarias (caso de la High Speed line South entre Rotterdam y Amberes. También se han presentado problemas internos en la red Española de alta velocidad, con un impacto menor). El CEDEX está preparando en la actualidad las pruebas de Handover entre Thales y Siemens para la línea C4 de cercanías de Madrid.

- El Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria (LIF) del CEDEX dispone de una amplia experiencia en ensayos cruzados entre proyectos comerciales de vía y tren. Es pionero en este campo.
- La conexión remota entre los laboratorios del CEDEX y del DLR es pionera a escala mundial y abre un futuro prometedor como soporte para el despliegue de los corredores de mercancías Europeos.

7. REFERENCIAS

Normativa Europea: ERA, Technical Specifications for Interoperability,

[1] SUBSET-026: System Requirements Specification. Issue : 2.3.0; Date: 24/02/06

[2] SUBSET-094: Functional Requirements for an on board Reference Test Facility; Issue : 3.0.0; Date: 06.05.2014

[3] SUBSET-076: Test Specification for the Subset-026. Issue: 2.3.3; Date: 29.02.2012

Normativa Española

[4] ADIF: Requisitos funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2; Versión 2.4.7. Fecha: 29/10/2008

[5]: Ministerio de Fomento: Puesta en servicio del subsistema CMS: Pruebas de integración. Versión 5. Fecha: 04-05-2012

Recomendaciones

[6] SUBSET-111: Interoperability Test Environment Definition. Issue : 3.0.0, Date: 29-01-14

[7] SUBSET-112: UNISIG Basics for Interoperability Test Scenario Specifications. Issue : 3.0.0, Date: 29-01-14

8. AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, al ADIF y a RENFE por la confianza depositada en el LIF y su contribución a las pruebas en laboratorio.

Al grupo de Usuarios ERTMS por su eficaz gestión de los proyectos Europeos

Al DLR ya que sin la activa colaboración del equipo del RailSite no se hubiera podido llevar a cabo la realización de los ensayos remotos entre España y Alemania

A las compañías de Señalización Alstom, Bombardier, Siemens y Thales por disponibilidad, por la confianza depositada en el LIF y por el apoyo brindado para la conexión de sus equipos a los bancos de herramientas.