

El Centro de Control como punto neurálgico del tráfico ferroviario



José Miguel Rubio Sánchez
Gerente de Sistemas Ferroviarios
Indra Sistemas

El desarrollo del plan estratégico de infraestructuras de transporte, prevé la construcción de una amplia red de líneas de alta velocidad ferroviaria. Dentro de este marco de crecimiento de la Alta Velocidad, los Centros de Control juegan un papel central como puntos neurálgicos desde los que se controla y gestiona el tráfico ferroviario.

El entorno de gestión de tráfico en alta velocidad es complejo. Son necesarios múltiples sistemas para gestionar y controlar el tráfico:

- Sistemas de Telemando de la Señalización (CTCs)
- Puestos de Control de ERTMS (PCE)
- Telemando de Energía
- Telemando de Detectores
- Sistemas de Planificación y Gestión de la Explotación
- ...

En este entorno, ADIF concibió en el año 2000 un nuevo concepto de centros de control, en el cual se diseñó una plataforma de integración de sistemas y optimización de

la gestión ferroviaria. Indra fue la encargada de realizar estos desarrollos construyendo el sistema CRC/SRC.

Centros de control integrados: CRC/SRC

El sistema CRC/SRC basado en el principio de integración, presenta una arquitectura global, que permite la integración necesaria para optimizar la operación, gestión e interoperabilidad de los sistemas ferroviarios.

El CRC/SRC recibe información de todos los sistemas de telemando que forman parte de la infraestructura ferroviaria, la integra en un

modelo de datos unificado y permite el desarrollo de sistemas de alto nivel orientados a la gestión de la explotación ferroviaria en tiempo real.

Desde el punto de vista funcional, en el corazón del sistema se encuentra el plan de explotación, que aglutina toda la información de planificación de la explotación necesaria, desde los calendarios de las circulaciones, el material rodante, las marchas, composiciones, enrutamientos, etc. El cerebro del sistema es el sistema de Gestión y Supervisión de la Explotación (GSE) responsable de realizar el seguimiento del cumplimiento del plan de explotación en tiempo real. El GSE incorpora

funciones tan esenciales como el seguimiento de las circulaciones en tiempo real, el cálculo de retrasos, predicciones de evolución del tráfico en tiempo real, detección de futuros conflictos, enrutamiento automático, etc.

En la espina dorsal del sistema se sitúa la Plataforma de Integración Ferroviaria, compuesta por un conjunto de tecnologías, servicios y sistemas responsables de permitir la integración de todos los sistemas. Entre sus componentes más importantes, cabe destacar el *middleware* orientado a mensajes, la base de datos en tiempo real, la plataforma de Single Sign-On, etc. y, en general, todo aquel software que permite la interoperabilidad de todos los sistemas y convierte al CRC/SRC en un "Sistema de Sistemas".

Es esta espina dorsal, plataforma de integración de las aplicaciones, la que permite la comunicación de todos los sistemas entre sí, gracias a la utilización de protocolos específicos, orientados a la integración de sistemas en tiempo real.

Desde el punto de vista de comunicaciones, esta plataforma es un desarrollo software y un equipamiento hardware que permite el intercambio de información entre todos los sistemas de un centro de control. Este intercambio de información es realizado mediante IP Multicasting, utilizando Pragmatic Global Multicast.

Recientemente, ADIF e Indra han firmado un acuerdo marco, en virtud del cual, este nuevo concepto de centros de control, desarrollados por Indra y propiedad intelectual de ADIF, serán implantados por Indra en todos los centros de control de Alta Velocidad.

“El CRC/SRC recibe información de todos los sistemas de telemando que forman parte de la infraestructura ferroviaria y permite el desarrollo de sistemas de alto nivel orientados a la gestión de la explotación ferroviaria en tiempo real”

En el marco del plan estratégico de Alta Velocidad, ADIF ha diseñado el Plan Estratégico de Desarrollo de los Centros de Control. En este plan de implantación de centros de control, se definen dos tipos:

- Centros de Control de Línea: Situados en el ámbito geográfico de la línea y con capacidad de gestionar todo el tráfico de dicha línea.
- Centro de Control de Respaldo: Situado en Madrid, y con capacidad de asumir el mando de cualquiera de las líneas de Alta Velocidad.

En este entorno, es fácil darse cuenta de la importancia que cobran las comunicaciones IP (TCP y UDP) para garantizar el éxito de los sistemas

Red de Comunicaciones

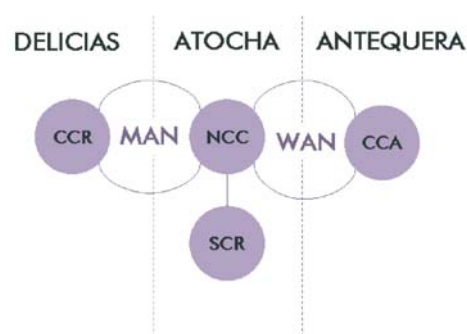
A nivel de Centro de Control, las redes IP pueden clasificarse en:

1. Red de Comunicaciones LAN del Centro de Control (CC)
2. Redes de Comunicaciones LAN de las diferentes estaciones comerciales de la línea
3. Red de Comunicaciones LAN del Centro de Control de Respaldo (CCR), situado en Delicias.
4. Red de Comunicaciones MAN entre el Centro de Proceso de

Datos de Respaldo (Delicias) y el Nodo Central de Comunicaciones (NCC) situado en Atocha, utilizando fibras ópticas oscuras.

5. Red de Comunicaciones LAN entre la Sala de Control de Respaldo (Atocha) y el Nodo Central de Comunicaciones Atocha.
6. Red de Comunicaciones WAN entre Nodo Central de Comunicaciones (Atocha) y el Centro de Control de Línea utilizando enlaces de la red SDH de la correspondiente línea.

De este modo, y desde el punto de vista de topológico la arquitectura del sistema es, para el caso del Centro de Control de Córdoba-Málaga:



Considerada de una forma global y desde el punto de vista de arquitectura de red, se ha optado por un diseño basado en tres capas:

- Capa de CORE.

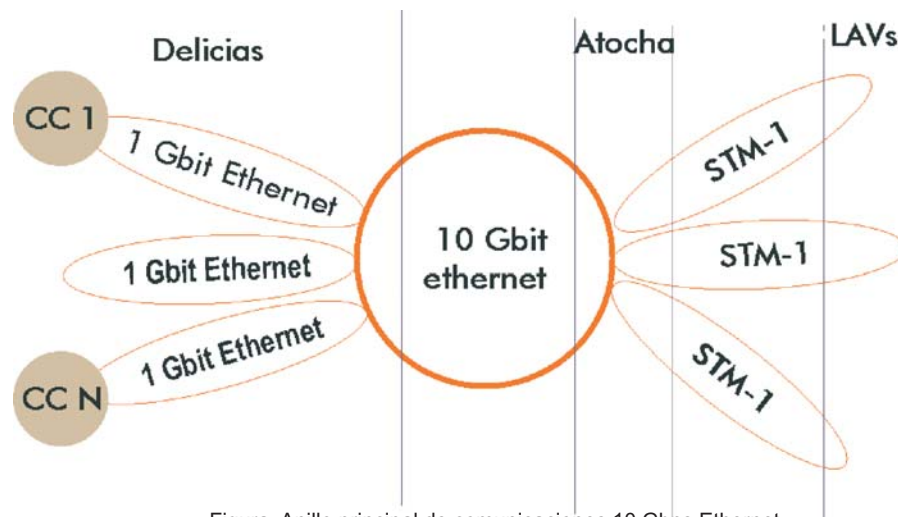


Figura. Anillo principal de comunicaciones 10 Gbps Ethernet.

- Capa de DISTRIBUCIÓN.
- Capa de ACCESO.

Dado que la Sala de Control de Madrid y su respectivo Centro de Control están separados una distancia aproximada de 4 km se ha optado por la construcción de un anillo 10 Gigabit Ethernet enrutado, con doble camino.

Para la comunicación entre el Centro de Control de Madrid y el Centro de Control de Línea se ha optado por una solución basada en SDH, utilizando dos enlaces STM-1 para unir ambos centros. Con esta arquitectura, cualquier línea de alta velocidad futura que se quisiese añadir a la arquitectura Principal/Respaldo se enlazaría como otro anillo SDH que se une al anillo 10 GbE.

Los Centros de Proceso de Datos de Respaldo se unen al anillo 10 GbE mediante enlaces 1 GbE, del mismo modo, las Salas de Control de Respaldo se unen al anillo principal mediante enlaces 1 GbE.

Los Centro de Control Principales se agregan al anillo principal mediante enlaces WAN STM-1, mientras que las Salas de Control Principales se unen a sus Centros de Control mediante enlaces 1 GbE.

Dada la importancia de la alta disponibilidad de las comunicaciones de área local, se han utilizado estrategias de red local Ethernet que permitan la construcción de estructuras redundantes con tiempos de conmutación inferiores al segundo. Dentro de esta estrategia la más novedosa tecnología existente y única que permite esta arquitectura es la construcción de anillos Ethernet con “protección de camino”, tecnologías estas muy superiores a

las tradicionales de SpanningTree o Rapid Spanning Tree.

Conclusiones

Las nuevas arquitecturas diseñadas conjuntamente por ADIF e Indra, permiten la integración de todos los sistemas que forman parte del centro de control. El resultado, es el Sistema de Gestión de Tráfico Ferroviario más moderno del mundo, con las mayores prestaciones y la más novedosa tecnología. Para lograr esto, ha sido necesario no solo la utilización de las más novedosas tecnologías software y la inversión de más de 1 millón de horas hombre, sino que las redes de comunicaciones en su más amplio sentido han tenido que evolucionar tecnológicamente. ◆

“Se han utilizado estrategias de red local Ethernet que permitan la construcción de estructuras redundantes con tiempos de conmutación inferiores al segundo”