



Sistemas CBTC Bombardier Sistema CITYFLO 650

“Ventajas y Estrategias de CBTC”

**Guadalajara Jalisco, México
29 de mayo de 2017**

Ing. Carlos Zavala, Director de
Proyectos y Servicio al Cliente

Definición de CBTC según norma IEEE 1474.1 (1999)

Sistema continuo de control automático de trenes que emplea una determinación de la posición del tren con alta resolución, independiente de los circuitos de vía; comunicación de datos bidireccional, continua y de alta capacidad entre el tren y la vía; y procesadores embarcados y en campo capaces de implementar funciones vitales.

3.1.12 communications-based train control: A continuous automatic train control system utilizing high-resolution train location determination, independent of track circuits; continuous, high capacity, bidirectional train-to-wayside data communications; and trainborne and wayside processors capable of implementing vital functions.

NOTA: **No todos los sistemas con comunicación bidireccional vía – tren pueden considerarse CBTC (p.ej. Distance-To-Go Radio, DTG-R)**

Impacto del bloqueo móvil en la capacidad de tráfico

Los sistemas de **bloqueo fijo** obligan a mantener una distancia de seguridad mínima independientemente de la velocidad del vehículo

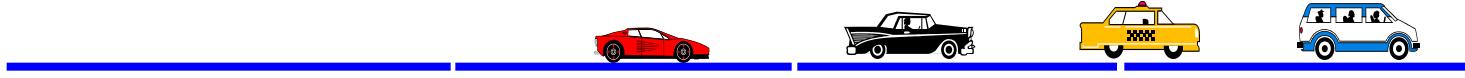


Sistema CBTC CITYFLO 650 de bloqueo móvil

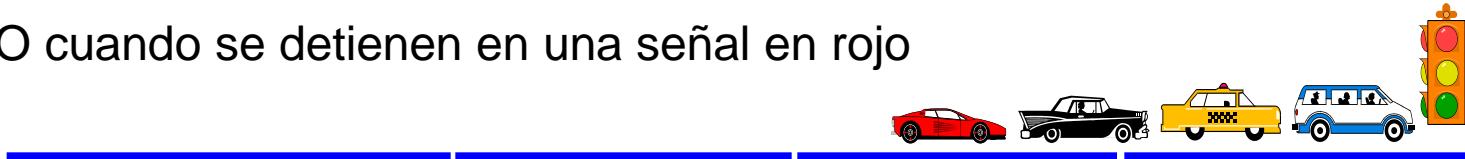
En la operación óptima, los vehículos mantienen una distancia mayor a alta velocidad



De la que mantienen a baja velocidad



O cuando se detienen en una señal en rojo



Ventajas de un sistema CBTC de bloqueo móvil

1. Capacidad de transporte

- Ofrece una capacidad superior en un 20% - 30% a un sistema convencional
- Uso óptimo de la infraestructura

2. Posibilidad de operación sin conductor (GoA 4 – UTO)

- Reducción de costes de explotación
- Mayor flexibilidad y adaptación de oferta a la demanda
- Mejor regularidad de servicio
- Posible adaptación del personal de conducción a tareas de soporte al cliente y la operación

3. Reducción de costes de mantenimiento

- No precisa equipos activos montados en la plataforma de vía
- Permite monitorización remota y mantenimiento predictivo

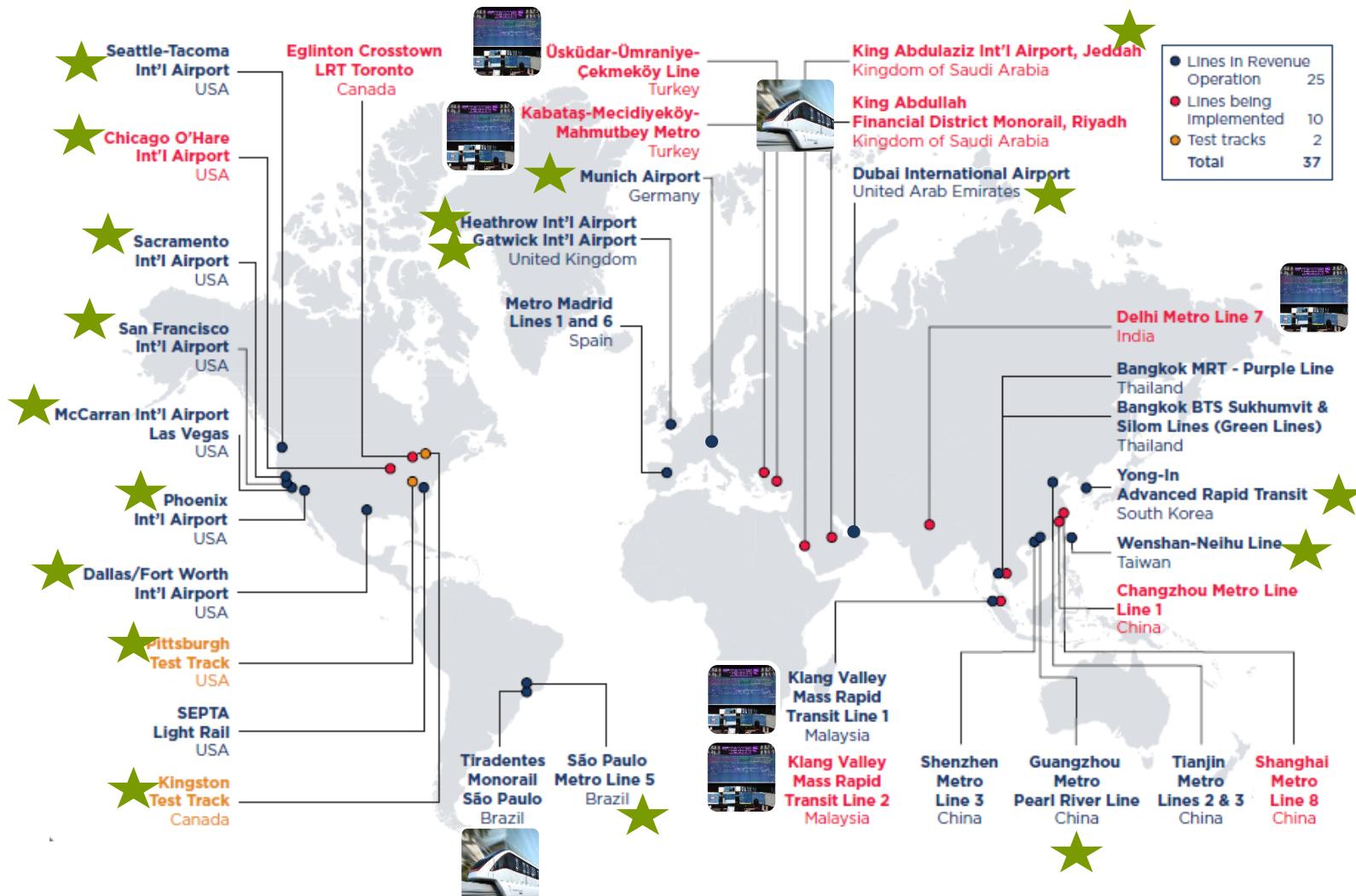
4. Ahorro energético

- Optimiza la marcha de los trenes de acuerdo a las condiciones operativas

Comparativa entre sistemas de señalización existentes

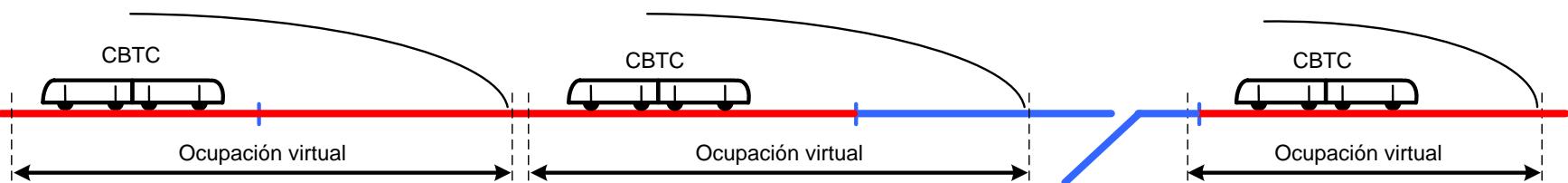
	Distancia objetivo	Circuitos virtuales	Bloqueo móvil
Equipos de campo	Muchos	Pocos	Pocos
Capacidad de transporte	Media	Alta	Óptima
Operación DTO - UTO	Posible	Posible	Posible
Sistema Centralizado	No	Sí	Sí
Mantenibilidad	Media	Alta	Óptima

Referencias CBTC CITYFLO 650 desde 2003



Principios de operación de bloqueo móvil

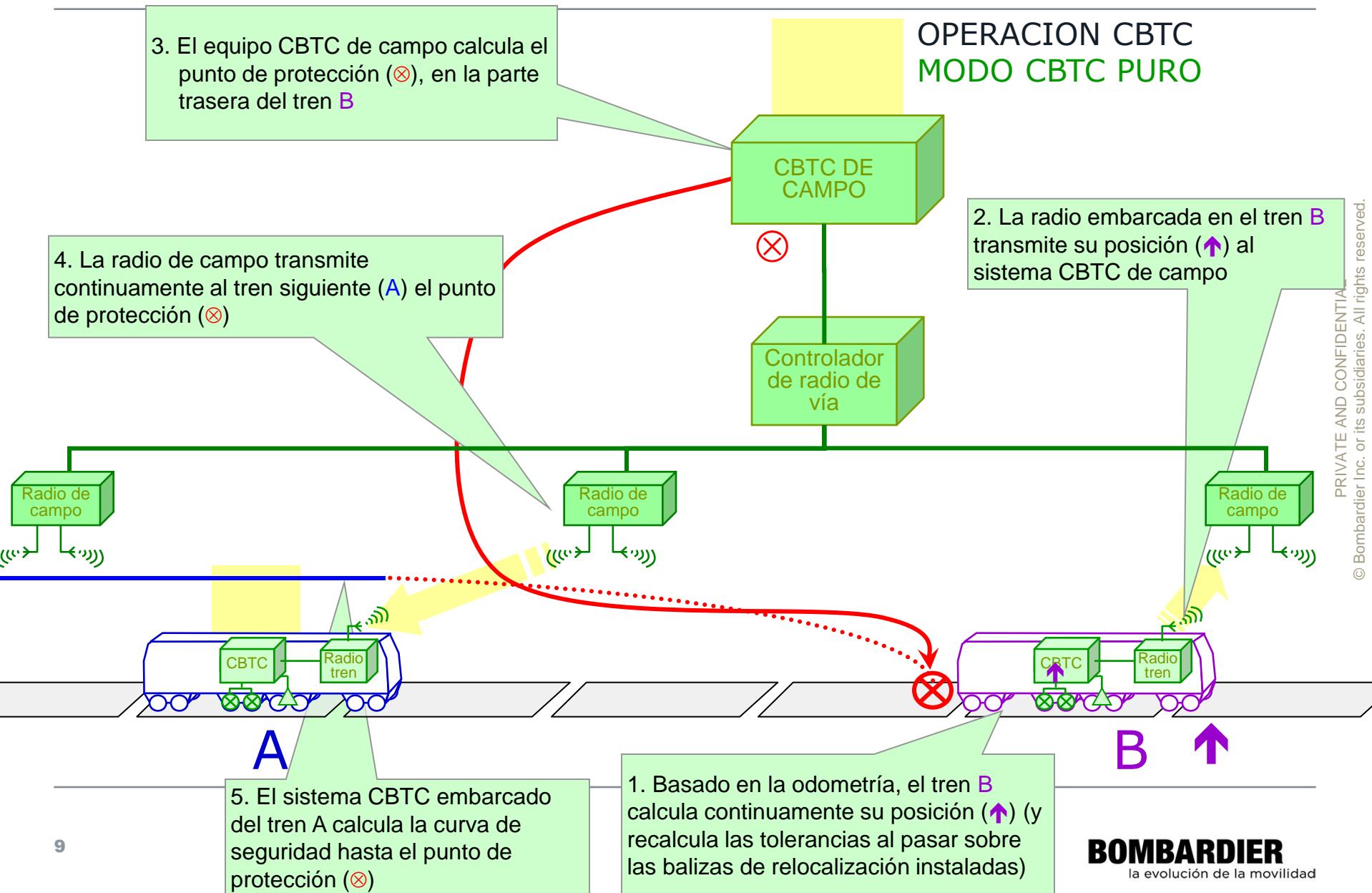
- En los sistemas de bloqueo móvil, la información de posición y ocupación es generada por el tren y enviada al sistema de control en campo.
- El sistema de bloqueo móvil de Bombardier es un sistema de control del tren basado en comunicaciones (CBTC): La comunicación bidireccional del tren con los equipos de campo se realiza a través del sistema de radio.
- El cálculo de la zona potencialmente ocupada por el tren considera el peor caso de frenado del tren, obteniéndose su **Ocupación Virtual**
- El tren recibe desde el sistema de vía la información sobre el espacio reservado por delante: **Autoridad de Movimiento**



Operación CBTC pura

- Todos los trenes disponen de sistema CBTC (incluidos los trenes de mantenimiento)
- No son precisas señales ni sistemas de detección secundarios (circuitos de vía, contadores de ejes).
- Es crítica la disponibilidad del sistema ya que, la pérdida de un tren, supone el bloqueo de la operación.
- Filosofía adecuada para nuevas líneas y líneas cerradas (no accesibles a trenes no equipados)

Principios de operación CBTC: Bloqueo móvil



Operación CBTC en modo mixto

- En la misma línea coexisten con seguridad trenes equipados y no equipados con sistema CBTC
- Es preciso un sistema de detección secundario (circuitos de vía o contadores de ejes)
- Es posible una operación degradada del sistema sin detener la explotación
- La operación es más tolerante a fallos de disponibilidad
- Filosofía adaptada para migración de líneas existentes o líneas abiertas

Principios de operación CBTC: Modo Mixto

OPERACION CBTC MODO MIXTO

3. El CBTC de CAMPO conoce en todo momento la existencia de trenes registrados en el CBTC y trenes sin comunicación, localizando el punto de protección (⊗) tras el último circuito de vía ocupado por el tren B

4. La radio de campo continuamente transmite al tren siguiente (A) el punto de protección (⊗)

CBTC DE CAMPO

Enclavamiento

Controlador de radio de vía

Radio de campo

Radio de campo

Radio de campo

2. El **enclavamiento** proporciona información continuamente al CBTC de CAMPO de los circuitos de vía ocupados

(Sin-Comunicación)

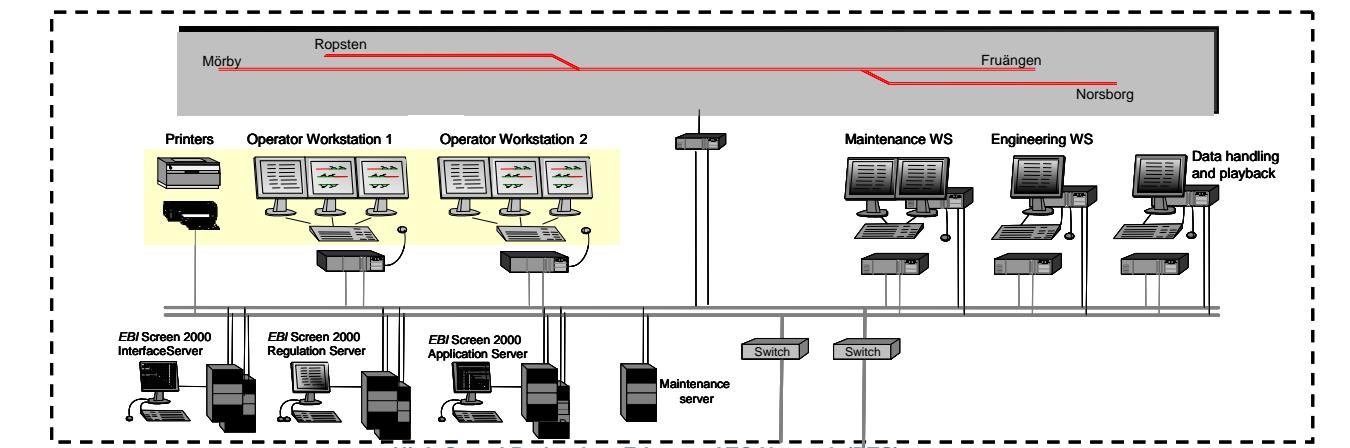
A

5. El CBTC embarcado en el tren A calcula la curva de seguridad empleando el punto de protección (⊗)

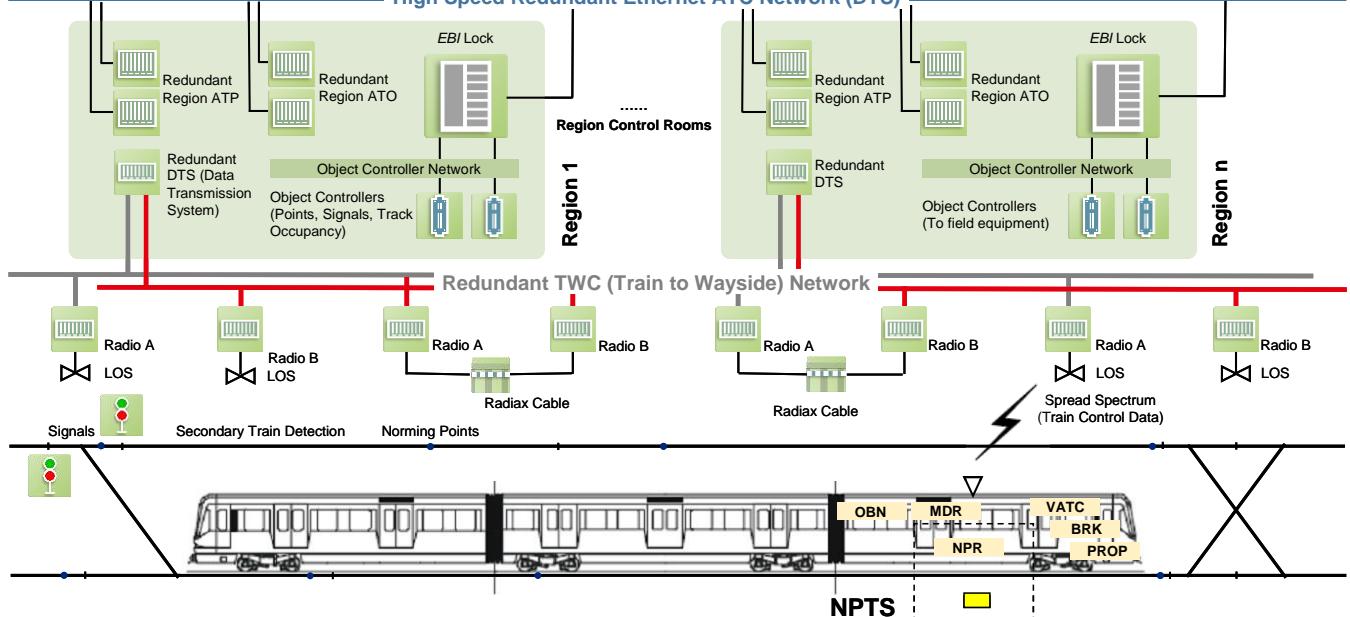
1. Un tren sin comunicación (B) NO transmite su posición, pero **ocupa circuitos de vía**.

Arquitectura general sistema CITYFLO 650

Sistemas Principal y respaldo de CTC



Equipamiento de Vía



Equipamiento Tren

Subsistemas principales

- Supervisión Automática de Trenes (ATS) y Regulación (ATR). Puesto de Mando
- RATP – ATP de región (también llamado Zone Controller) para funciones de seguridad
- RATO – ATO de región para funciones de automatización
- Controladores de objetos OCS 950
- Red de datos de campo (DTS)
- Red de radio generalmente basada en 2,4 ó 5,8 GHz con antenas direccionales o cable radiante
- Equipos de campo para control de desvíos
- Balizas de relocalización para posicionamiento preciso del tren

Opcionales

- Enclavamiento independiente EBI Lock 950
- Señales para operación degradada
- Sistema de detección secundaria de trenes (circuitos de vía, contadores de ejes)
- Puertas de andén
- Interfaces con otros sistemas (energía, comunicaciones, información...)

Subsistemas principales

- VATP para funciones de seguridad
- VATO para funciones de automatización
- Entradas salidas distribuidas
- Red no vital de datos (MVB, CAN, Ethernet)
- Odometría (tacogeneradores, radar Doppler)
- Antena de balizas
- Unidad de radio y antenas

Opcionales

- Pantalla de conducción

Transición brusca – “Big Bang”

- El sistema CBTC se instala en paralelo con la señalización existente
- Tras ser completamente probado y validado fuera de servicio comercial, se pone en servicio por zonas
- En las zonas CBTC, sólo pueden operar trenes CBTC

Transición progresiva – “Modo mixto”

- El sistema CBTC se instala integrando la señalización existente
- Es posible la coexistencia segura de trenes CBTC y no CBTC
- El antiguo sistema permanece como respaldo en caso de fallo del sistema CBTC
- Tras un período de fiabilización se da de baja el sistema antiguo y sólo permanece el sistema CBTC

Transición brusca – “Big Bang”

Ventajas

- No reutiliza los equipos antiguos (quizás obsoletos o desconocidos)
- No precisa sistema de detección secundario (circuitos de vía o contadores de ejes)
- Plazo de implementación más corto (en teoría)
- Funcionalidad optimizada para operación CBTC pura

Inconvenientes

- Requiere instalar el sistema CBTC en todos los trenes (incluidos trenes de mantenimiento) antes de la puesta en servicio y manteniendo el sistema antiguo
- En caso de fallo tras la puesta en servicio, la vuelta atrás es muy compleja
- Se produce un cambio radical de las condiciones de explotación que aumentan el riesgo de error humano
- Precisa una gran cantidad de pruebas fuera del servicio comercial
- No permite la prueba en condiciones reales hasta la puesta en servicio
- Exige una alta disponibilidad desde el primer día de operación

Transición progresiva – “Modo Mixto”

Ventajas

- No precisa la instalación de CBTC en todos los trenes antes de la puesta en servicio
- Una vez puesta en servicio la vía, los trenes no necesitan instalación dual
- Permite el avance mediante pequeños pasos reversibles
- Minimiza la ruptura con los principios operativos existentes y mejora la aceptación por los usuarios
- Permite el empleo del sistema antiguo como sistema de respaldo (si los trenes tienen instalación dual). Mayor tolerancia ante fallos de fiabilidad y disponibilidad

Inconvenientes

- Mayor plazo de implementación y coste por la integración del sistema antiguo
- Requiere una optimización tras la baja del sistema antiguo para alcanzar su pleno potencial
- Precisa el uso de circuitos de vía o contadores de ejes para la coexistencia segura de trenes CBTC y no CBTC

BOMBARDIER
la evolución de la movilidad