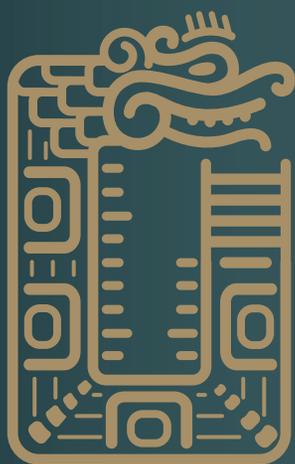


**KAANBAL**

**PROGRAMA DE  
TRANSFERENCIA  
DE CONOCIMIENTO**

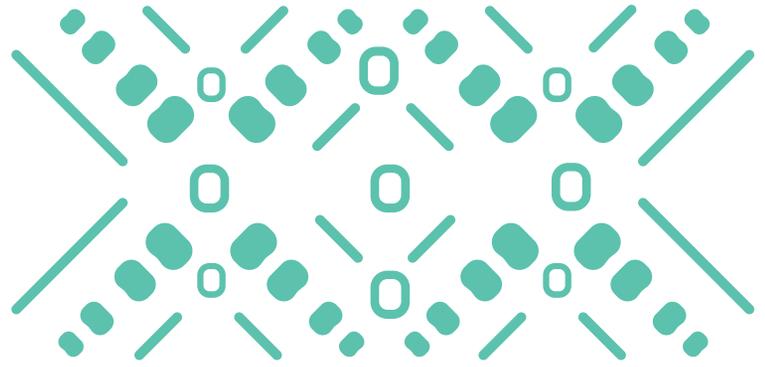


**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

**Lección 5**



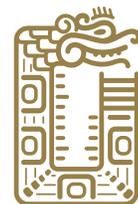
**Lección 5**



*CURSO 7*

**CENTRO DE CONTROL**

*con Enrique Vara Solorio*



**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

## Lección 5

# **SISTEMA CBTC EN CENTROS DE CONTROL O PCC.**

Los sistemas CBTC, cuya implantación suele darse es sistemas o redes cerradas, delimitadas en la mayoría de los casos por ciudades, las administraciones no exigen requisitos de interoperabilidad, puesto que es improbable que se dé la situación en la que haya que conectarse con otras redes de transporte por ferrocarril.

Desde el punto de vista de la operación, es conveniente que en aquellos lugares con líneas extensas construidas en momentos diferentes y por proveedores distintos, los trenes puedan circular por cualquier línea, independientemente de quién haya sido el proveedor de la tecnología. Este concepto se define como interoperabilidad.

Por otra parte, de cara al mantenimiento también es importante que los componentes de distintos fabricantes sean intercambiables entre los distintos tipos de tren y tecnologías instaladas en la vía y centros de control. Este concepto se define como intercambiabilidad.

Por ello se han desarrollado algunos estándares al respecto. Una familia de normas, todavía en desarrollo, promovido por el IEEE con el objetivo de continuar mejorando el rendimiento, la disponibilidad, las operaciones y la protección del tren en las nuevas instalaciones de sistemas CBTC:

- IEEE 1474.1 – Esta norma define los requisitos funcionales necesarios para mejorar la disponibilidad, las operaciones y la protección del tren.
- IEEE 1474.2 – Esta norma proporciona interfaces de usuario para aprovechar las características de los sistemas CBTC de cara a mejorar la eficacia del servicio.
- IEEE 1474.3 – Este documento establece una serie de recomendaciones de diseño y asignación de los sistemas CBTC.
- IEEE 1474.4 – Este documento establece una serie de recomendaciones para una correcta ejecución de los ensayos de sistemas CBTC.

### **Arquitectura y componentes.**

El sistema CBTC se divide, a su vez, en los siguientes subsistemas:

- Subsistema de control de operaciones.

Se encarga del control de la explotación y de la supervisión de la línea en tiempo real. Se ubica en un puesto central y la información se muestra a través de un Centro de Control Centralizado (CTC) o un Centro de Regulación de la Circulación (CRC), donde los operadores pueden gestionarlo.

- Subsistema de vía.

Garantiza la explotación de los trenes en un área determinada y se corresponde con el equipamiento instalado en las cabinas de señalización o salas técnicas, se incluye también dentro de este sistema el equipo de transmisión de información puntual, que dispone de un transmisor en vía y un receptor a bordo cuyo objetivo es sincronizar la localización del tren. Las funciones realizadas por este subsistema serán las siguientes:

- Asegurar la ruta con lógica de enclavamientos.
- Asegurar la distancia segura entre trenes.
- Enviar autorizaciones de movimiento, basadas en la localización de los trenes.
- Gestionar las entradas/salidas con los equipos instalados en vía, si los hubiera, y con los sistemas de apertura y cierre de puertas.

- Subsistema de transmisión de datos.

Encargado de proveer de un método de comunicación a todos los otros subsistemas.

- Subsistema embarcado.

Garantiza la explotación de un tren específico, en el que va instalado. Y sus funciones principales serán:

- Determinar la localización del tren.
- Asegurar que el tren obedece correctamente a las indicaciones de la autorización de movimiento.
- Conducir el tren automáticamente.
- Comunicarse con el sistema puntual de comunicación.

- Arquitectura y componentes. Modos de operación del sistema CBTC.

Los transportes metropolitanos, donde generalmente se utilizan las soluciones CBTC, se operan con diferentes grados de automatización GoA (Grade of Automation) que surge de los niveles de intervención y responsabilidad del personal de conducción con respecto a la operación de los trenes.

GoA 0.

El nivel más básico se corresponde con una conducción de marcha a la vista, sin ninguna ayuda por parte del sistema, ni siquiera un sistema de protección del tren. Este tipo de sistemas se sigue manteniendo en los antiguos tranvías, donde la señalización no está relacionada con la circulación.

GoA 1.

Se considera el primer nivel de automatización, en el que el sistema proporciona protección automática frente a colisiones con otros trenes y errores de conducción por parte del maquinista, como saltarse una señal en rojo. Como se observa en la imagen, las labores de iniciar la marcha (Setting train in motion), detener la marcha (Stopping train), cerrar/abrir puertas (Door closure) y operación en caso de avería (Operation in event of Disruption) debe realizarlas el personal de conducción.

### **GoA 2**

Este nivel sigue precisando de personal de conducción, pero el sistema ya realiza por sí mismo el arranque y parada de los trenes en las estaciones y puntos en los que sea requerido, siendo el primer nivel de operación automática del tren. El personal de conducción debe estar a bordo de la cabina para supervisar el funcionamiento del sistema, abrir y cerrar puertas y para actuar en caso de avería o emergencia. Diversas líneas de los ferrocarriles metropolitanos de Ciudad de México (Alstom Urbalis 400), Buenos Aires (Siemens Trainguard MT CBTC), y Toronto (Alstom Urbalis 400) circulan al amparo de este nivel.

### **GoA 3**

En estos sistemas el personal de conducción en cabina no es necesario. Sin embargo, es preciso que vaya personal a bordo del tren para realizar la apertura y cierre de puertas y para actuar en caso de avería o emergencia. El tipo de operación del tren es "driverless" (sin conductor). El nivel GoA 3 tiene menor presencia que el nivel inferior y superior dado que se sigue precisando de personal a bordo para diversas tareas que o bien, pueden ser realizadas por el personal de conducción, sin aumentar la inversión al nivel GoA 3 o bien se puede ir directamente al nivel GoA 4 y prescindir del personal a bordo. Se ha instalado principalmente en el Metro de São Paulo (Alstom Urbalis 400, Bombardier, Cityflo 650) y en Asia y Europa en menor medida.

### **GoA 4**

El último nivel de automatización se corresponde con la operación del tren de forma autónoma (UTO, Unmanned Train Operation), donde el sistema realiza todas las operaciones por sí mismo, apertura y cierre de puertas y actuación frente a emergencias. Puede ir personal a bordo del tren, pero para tareas de servicios al cliente, ya que no es necesario para una operación segura de las circulaciones. En caso de avería del sistema, se podría operar manualmente como un vehículo con nivel GoA 0. Este nivel ha sido la apuesta fuerte de las administraciones para los ferrocarriles metropolitanos, estando fuertemente presente en Asia, América y Europa. Donde se aplican principalmente las soluciones de Alstom Urbalis 400, Bombardier Cityflo 650 y Seltrac, a excepción de algunas soluciones concretas.