	FECHA: **Marzo 2020**	HOJA: 1 de 67
TITULO: ANEXO A1 ESPECIFICACIÓN INTERFAZ CBTC CON MATERIAL RODANTE (A TITULO INFORMATIVO, CON EJEMPLOS DE POSIBLE CONFIGURACION DEL CBTC)		

FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES

No.	Descripción de la Modificación	Fecha
0		

Índice

1. ABREVIACIONES Y DEFINICIONES 5
1.1 Abreviaciones *5*
1.2 Definiciones *9*
2 OBJETiVO Y ALCANCES 11
2.1 ALCANCE DEL DOCUMENTO *11*
3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE 12
3.1 POLARIZACIÓN DEL TREN *12*
3.2 Convenciones *13*
4 Composición del tren 14
4.1 CARACTERISTICAS DIMENSIONALES DEL TREN *14*
4.2 Longitud del tren *14*
4.3 Diagrama de las puertas *15*
4.2.3 Puertas de Pasajeros 15
4.3.3 Identificación de las puertas 17
4.4.3 Identificación de los KFS y palanca de desbloqueo de puerta. 17
4.5.3 Posición del o de los ejes libres 18
4.4 Galibo del tren *19*
4.5 Caracteristicas del tren relacionadas a la seguridad *20*
4.6 Modelo del frenado de urgencia *22*
4.7 Introducción y propósito ..... *¡Error! Marcador no definido.*
4.8 Características de pilotaje del tren *23*
5 Características de los trenes 24
5.1 Transición del Frenado Eléctrico Neumático *24*
5.2 Características de las puertas *26*
5.3 Apertura de las puertas *26*
5.4 Avisar los pasajeros en caso de falla de puerta *28*
6 SISTEMAS ATC DEL TREN 28
7 Modos de Conducción 29
8 Interfaz hombre maquina 29
8.1 Proveer Informaciones al conductor *30*
9 Red informática del Material Rodante 32
9.1 Características de la red informática del material rodante *32*
10 Arquitectura de las interfaces MRO CBTC 35
11 Especificaciones funcionales de las interfaces. 37
11.1 Requerimientos funcionales *37*
11.2 Distribuir la alimentación eléctrica del CBTC *37*
11.3 Aislar el CBTC *38*
11.4 Despierto y apagado de los trenes. *39*
11.5 Auto diagnóstico de la interfaz MRO - CBTC *40*
11.6 Identificar la cabina activa *40*
11.7 Identificar la composición del tren *41*
11.8 Identificar la posición del selector de marcha (VR) *41*
11.9 Mando del sentido de marcha. *41*
11.10 Autorización de tracción *41*
11.11 Garantizar la inmovilización del tren *42*
11.12 Integridad del tren *42*
11.13 Detección de descarrilamiento del tren *42*

11.14 Detección de obstáculo en la vía *42*
11.15 Detección de velocidad *43*
11.16 Lado de servicio de las puertas *43*
11.17 anulacion apertura de puertas *44*
11.18 Mando individual de cierre puertas *45*
11.19 Detección de obstáculo de las puertas del tren *45*
11.20 Pilotaje del tren *45*
11.21 Detección de patinaje o deslizamiento esta funcvionalidad *46*
11.22 Gestión en caso de accionamiento de una palanca de urgencia *46*
11.23 Gestión en caso de accionamiento de un desenclavador de puerta *47*
11.24 Estado del material rodante *47*
11.25 Identificar un tren *48*
11.26 Gestión del frenado de urgencia *48*
11.27 Grabación de los datos *49*
11.28 Frenado de estacionamiento *49*
11.29 Detección de humo e incendio en el tren *50*
11.30 Detección de incendio en el bogíe *50*
12 Ayuda al mantenimiento **50**
12.1 Realizar el mantenimiento de un tren *50*
12.2 Facilitar el mantenimiento *50*
12.3 Ayuda a la Operación *51*
12.4 Autorizar el franqueamiento de una señal con aspecto restrictivo *51*
12.5 Mando faro en servicio *51*
12.6 Luces de identificación del tren *51*
12.7 Conteo de pasajeros *51*
12.8 Ahorro de energía *52*
12.9 Sincronización de la hora *52*
13 Implementación de los equipos del CBTC en el tren **52**
13.1 Equipos CBTC en los Coches de Extremidad *52*
13.2 Ejemplo de cabina de conducción CBTC con VisuCab *53*
13.3 Interface eléctricas *61*
13.4 Alimentación de los equipos *61*
13.5 Coches intermediarios *61*
13.6 Presentación de los equipos *61*
13.7 Interfaz mecánica *61*
13.8 Interface eléctricas *61*
13.9 Alimentación de los equipos *61*
13.10 Interface eléctricas *61*
13.11 Alimentación de los equipos *61*
13.12 Equipos CBTC y montaje del CBTC *62*
14 alcance de "el oferente ganador" mro y del contratista cbtc **62**
14.1 Tabla de alcance entre PROVEEDORES MRO y CBTC *72*
14.2 Pruebas de tipo en la fábrica del MRO con el primer tren *72*
15 Exigencias Técnicas **73**
15.1 Alimentación eléctrica *73*
15.2 Ventilación de los equipos del CBTC *73*
15.3 Cableado de las informaciones de seguridad *73*
15.4 Entradas y Salidas todo o nada alámbricos *74*
15.5 Principios generales *74*
15.6 Entradas ToR de seguridad *74*

15.7 Salidas ToR de seguridad *83*
15.8 Entradas ToR de no seguridad *84*
15.9 Salidas ToR de no seguridad *84*
16 Requerimientos de desempeño 84
16.1 facilidad de pilotaje del tren en PA *84*
16.2 La exactitud y la velocidad de las medidas y tratamientos realizados por el CBTC *84*
17 Requerimientos de mantenimiento 85
18 Condiciones y Requerimientos ambientales 85
18.1 Vibración mecánica *85*
18.2 CEM *85*
18.3 Temperatura *86*
18.4 Altitud *86*
18.5 Indicé de protección *86*
18.6 AIslamiento *86*
18.7 Fuego Humo *86*
19 Normas CBTC aplicables 87
20 Síntesis de las interfaces MRO-CBTC 88
21 Intercambios de seguridad entre el CBTC y EL MRO. 88
22 Resumen de las líneas de trenes necesarias para las interfaces MRO - CBTC 90

1. ABREVIACIONES Y DEFINICIONES

1.1 Abreviaciones

ABREVIACIÓN	
ARL	Armarios en Línea (THF)
ATC	Automatic Train Control (sistema de control de los movimientos del tren); ATC = ATP + ATO
ATO	Automatic Train Operation (Pilotaje Automático en modo PA)
ATP	Automatic Train Protection (Pilotaje Automático en modo CMC)
ATS	Automatic Train Supervision
CBTC	Communications-Based Train Control Control de Tren basado en Comunicaciones
CC	Centro de Comunicaciones
CCTV	Circuito Cerrado de TeleVisión
CdV	Circuito De Vía
CMC	Conducción Manual Controlada por el PA135 o por el CBTC
CMR-15	Conducción Manual Restringida a 15 km/h (talleres)
CMR-35	Conducción Manual Restringida a 35 km/h (línea)
CS	Contactor de Seccionamiento
CT	Contactor de Terminal
CTP	Contactor de Tramo de Protección
CU	Corte de Urgencia
CUAT	Corte De Urgencia de Alimentación Tracción
CUFS	Corte de Urgencia Fuera de Servicio
CZ	Condición de Zona
DBO	Despacho Bajo Orden
DCS	Data Communication System Sistema de comunicaciones de datos
DI	Detección de Incendio
DMI	Driver Machine Interface
DNB	Detección de neumático bajo
DO	Destrucción Ordenada
DS	Detección Secundaria
DTO	Driverless Train Operation (operación sin conductor con agente)
DTP	Destrucción de Trazo Permanente
DU	Destrucción de Urgencia
DUR	Disyuntores Ultra-Rápido
ERTMS	European Rail Traffic Management System
FO	Fibra Óptica

FS	Frenado de Servicio

ABREVIACIÓN	
FU	Frenado de Urgencia
GoA	Grade of Automation Nivel de automatización
HPG	Horario Programado
IL	Incidente en Línea
IL / IXL	Lógica de Enclavamiento Informatizada - Interlocking
IVE	Interruptor de Vía de Enlace
IVG	Interruptor de Vía de Garaje
IVS	Interruptor de Vías Secundarias
IVST	Interruptor de Vías Secundarias y Talleres
KFS	Palanca de emergencia
KSA	Manilla o pulsador de alarma del tren
LED	Diodo Emisor de Luz
MMS	Maintenance Management System (Sistema de Mantenimiento Centralizado)
MRO	Material Rodante
NM	Número de Motriz
MMI	Man Machine Interface (Interfaz Hombre Maquina)
IHM	Interfaz Hombre Maquina (Man Machine Interface)
NT	Número de Tren
NTO	Non-automated Train Operation (operación sin automatización)
PA	Pilotaje automático. (GoA2, PA135 o el CBTC)
PA	Pilotaje Automático
PABX	Private Automatic Branch Exchange (auto-conmutador)
PAI	Pilotaje Automático Integral (solo CBTC – GoA4)
PCC	Puesto de Comando Centralizado
PCCI	Puesto Central de Control I (uno)
PCL	Puesto de Control de Línea. Es el área provista de tablero de control óptico mediante el cual el regulador de tráfico controla la circulación de los trenes.
PCLPDA	Panel de Control Local de las Puertas de Anden
PCM	Pulse Code Modulation
PDA	Puerta De Anden
PDC	Puesto de Despacho de Carga
PGT	Programador General de Tráfico
Pk	Punto kilométrico
PML	Puesto de Maniobra Local
PMT	Puesto de Maniobras de Talleres
PP	Plataforma de Pruebas

PR	Puesto de Rectificación

ABREVIACIÓN	
PTZ	Pan, Tilt, Zoom
PUP	Pupitre
RM	Relevador de Mantenimiento
RMFS	Relevador de Mantenimiento Fuera de Servicio
RMS	Red Multi Servicios
RR	Repartidor
SAF	Subestación de Alumbrado y Fuerza
SAM	Sistema de Ayuda al Mantenimiento
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition Supervisión Control y Adquisición de Datos
SEAT	Subestación de Alta Tención
SIT	Seccionador de Aislamiento Tele mandado
SMC	Sistema de Mando Centralizado
SN	Servicio Normal
SP	Servicio Provisional
SR	Subestación de Rectificación
STC	Sistema de Transporte Colectivo
STO	Semi-automated Train Operation (operación semi automatizada)
TC	Tele-Comando
TCMS	Sistema Informático del Material Rodante
TCO	Tablero de Control Óptico
TETRA	TErrestrial Trunked RAdio
THF	Téléphonie Haute Fréquence (Telefonía de trenes)
TK	Tele-Kontrol
TMC	Train Monitor Control (pantalla de control del material rodante)
ToR	“Tout ou Rien” (todo o nada)
TOS	TOn-sight Train Operation (operación con marcha a la vista)
TP	Trazo Permanente
TT	Tele-Transmisión
UPS	Uninterruptible power supply (Fuente de alimentación ininterrumpida)
UR A	Ultra Rápido Posición Abierto
UR C	Ultra Rápido Posición Cerrado
UTO	Unattended Train Operation (operación de tren sin personal)
VisuCab	Pantalla de conducción CBTC en cabina de tren

1.2 Definiciones

MODOS DE CONDUCCIÓN	
Modo PAI	Modo de conducción en Pilotaje Automático Integral – Es el modo GoA4, sin conductor.
Modo PA	Modo de conducción en Pilotaje Automático
Modo MA	Maniobra automatica, utilizado en cambio de via automatica. Sin la presencia permanente del conductor
Modo CMC	Modo de conducción Manual Controlada

El nivel de Automatización (GoA) de una línea y los modos de conducción son definidos por las normas de IEC 62690-1 y EN 62267.
Los niveles de automatización son relacionados con los modos de conducción siguientes:

	MÉXICO L1	EN 62267	IEC 62690-1
Conducción sin personal	PAI	UTO	GoA4
Conducción automática con presencia de un agente en el tren	PA	DTO	GoA3
Conducción semi automática del tren	PA CBTC (con PA retorno automatico)	STO	GoA2
Conducción manual bajo control del ATP	CMC	NTO	GoA1

Figura 1. - *Tabla de correspondencia GoA y modos de conducción*

DEFINICIONES VARIAS	
Señal de seguridad	Es una señal que solo puede tomar dos valores lógicos: Verdadero (= 1 o permisivo) o Falso (= 0 o restrictivo). Es elaborada y adquirida de tal manera para que no tome el valor Verdadero (1). Es decir, que en caso de avería una señal cuyo valor es Verdadero (1) se volverá Falso (0).
ToR	"Tout ou Rien" (todo o nada): Es una señal que puede tomar dos valores lógicos: Verdadero (= 1 o permisivo) o Falso (= 0 o restrictivo).
Nivel de Automatización	Varios tipos de automatizaciones se han desarrollado para mejorar el funcionamiento de las líneas de metro. También algunas de las últimas líneas se han automatizado completamente para poder funcionar sin conductor.
ATC	El ATC es compuesto del ATP y del ATO

DEFINICIONES VARIAS	
Itinerario	Se refiere a las posibilidades físicas de las instalaciones para que el tren efectúe su recorrido, como aparatos de vía, señalización, indicadores diversos
Número económico	Sirve para identificar el orden en que circula y el tipo de servicio que presta el tren.
Arillo de hombre muerto	Dispositivo ubicado en la parte superior del manipulador, de posición inestable, el cual se debe accionar para poner en marcha el tren.
Botón FD	Botón inferior del Block P de la cabina del tren, que comanda el cierre d puertas
Botón V	Botón superior del Block P de la cabina del tren, que activa el anuncio sonoro de cierre de puertas
Campana MONOCOUP	Dispositivo sonoro que confirma el cierre de todas las puertas de servicio a usuarios
Carrera	Recorrido que efectúa el tren de una terminal a otra en la línea
CBTC	El sistema CBTC es el sistema de señalización que incluye el ATC, ATS, DCS e IXL
CMC	Conducción Manual Controlada. Se refiere al modo en el cual el agente encargado de la conducción debe controlar manualmente, a través del manipulador, los grados de tracción y frenado
Conducción en PA	Es el modo de conducción diseñado para que el tren opere en forma automatizada
Día de operación	Comienza al inicio del primer viaje y termina con la llegada del último viaje. Un día de operación tiene una duración máxima de 24 horas.
Instalaciones Fijas	Conjunto de equipos y dispositivos situados a lo largo de la línea, que intervienen en la circulación de los trenes
Jerk	Vector indicando la intensidad las aceleraciones y frenados
KFS	Palanca de emergencia instalada al interior de todos los carros, incluyendo la cabina de conducción. Su accionamiento permite alertar al conductor sobre alguna situación de riesgo para el usuario.
Línea horaria	Entrega los parámetros de alimentación de un viaje: Hora de salida y de llegada para cada andén El tipo de marcha que debe aplicarse a la salida del andén El tiempo mínimo de estacionamiento en cada andén
Misión	Un conjunto de rutas que permiten a un o muchos tren de mover de un punto al otro de la línea con paros y salidas en estaciones programados.
Nivel de automatización GoA (Grade of Automation)	El nivel de Automatización (GoA) de una línea de ido por las normas de IEC 62690-1, indica 5 niveles de automatización. GoA 0 corresponde al modo manual total y GoA 4 es el modo UTO, sin personal a bordo del tren
Regulador	Agente encargado de controlar el tráfico de trenes que circulan en una línea, a través del tablero de control óptico del PCL.
Los Talleres	Los talleres incluyen las cocheras, el taller de pequeña revisión, el taller de grande revisión, la vía de lavado de tren y la vía de prueba
Velocidad objetivo	Se refiere a la velocidad que desarrolla el tren, según el trazo y perfil de la vía.

DEFINICIONES VARIAS	
VisuCab	Visualizador de cabina. Dispositivo que se ubica en el pupitre de conducción, el cual indica el modo de conducción en que debe operarse el tren y la velocidad objetivo que debe respetarse durante la marcha del tren.

2 OBJETiVO Y ALCANCES

2.1 ALCANCE DEL DOCUMENTO

Este documento especifica a titulo informativo mas no limitativo de las interfaces entre el CBTC y el Material Rodante (MRO). En algunos casos se toma como rerencia los trenes NM-16 a manera de ejemplo.

En la especificaciones tecnicas y funcionales para la adquisicion, puesta en servicio y mantenimiento de 30 trenes de rodadura neumatica equipados con pilotaje automatico tipo CBTC para la Linea 1 del Metro de la Ciudad de Mèxico referencia 2020-STCL1-ESP-MRO-001, asi como las Especificaciónes Funcionales y Tecnicas del sistema CBTC para la modernizacion de la Linea 1, numero de clave 2019-CBTC-L1M-217-III-01-01-E. Se definen las caracteristicas del Tren y del CBTC respectivamente, asi como las funcionalidades en las que interactuan ambos sistemas. En este documento se presentan a titulo informativo las posibles soluciones a las exigencias establecidas en las especificaciones tecnicas del CBTC.

En este documento se señalan las posibles interfaces funcionales entre los equipos del CBTC y del MRO, asi como las delimitaciones de los equipos del CBTC y el MRO.

- las características técnicas de las interfaces (mecánicas, eléctricas, protocolos)
- El desempeño, las obligaciones, las hipótesis hechas sobre el comportamiento de ambos sistemas MRO y CBTC

El suministro de todos los equipos que conforman al CBTC; Modulos de control, Modulos electronicos, antenas, antenas lectoras de Baliza, Radios, ruedas fonicas, Visucab, conectores, accesorios, arneces, cableados especiales, repetidores, etc, deberan ser suministrados por el licitante ganador del CBTC. El licitante ganador del CBTC tendra que realizar el estudio de instalacion y conexcion de sus equipos. En la etapa de revision de diseños el representante tecnico del licitante ganador del MRO y el representante tecnico licitante ganador del CBTC asi como el representante tecnico del STC, definiran los detalles y requerimientos necesarios a conciderar en el MRO para el montaje e instalacion de los equipos del CBTC en el MRO. Una vez definido lo anterior y validado por todas las partes se definira el programa de ejecucion a fin de que exista sincronia en la implementacion de ambos proyectos. Es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar el correcto montaje e instalacion de sus equipos en el tren, de tal manera que se garantice al STC el correcto funcionamiento de todas las interfaces electricas y mecanicas, asi mismo es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar en planta del fabricantedel MRO, en conjunto con personal del STC, las pruebas estaticas y dinamicas en planta.

Para el caso de la implementacion del sistema CBTC en 10 trenes NM-16, de igual manera se debera respetar lo antes citado, en el entendido de que es un tren que ya esta fabricado y en servicio, por lo que el licitante ganador del sistema CBTC debera de elaborar los estudios para la adecuacion de este tipo de tren al sistema CBTC, y una vez definido y avalado por los representantes tecnicos del STC y del licitante ganador del MRO, las adecuaciones que se requieran a nivel del MRO estaran a acargo del licitante ganador del MRO, en los terminos antes citados para los Trenes nuevos.

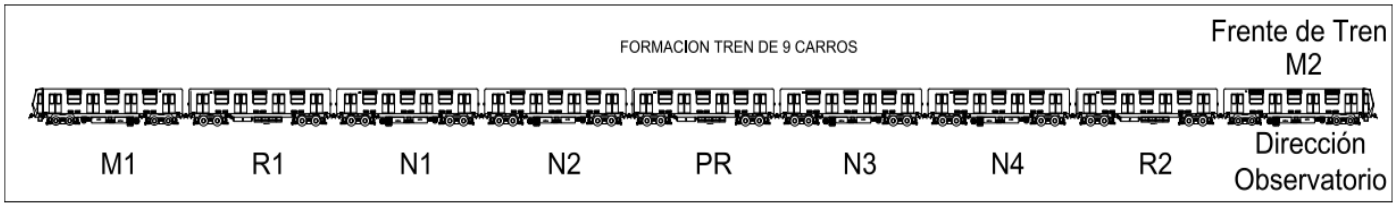
3 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL RODANTE

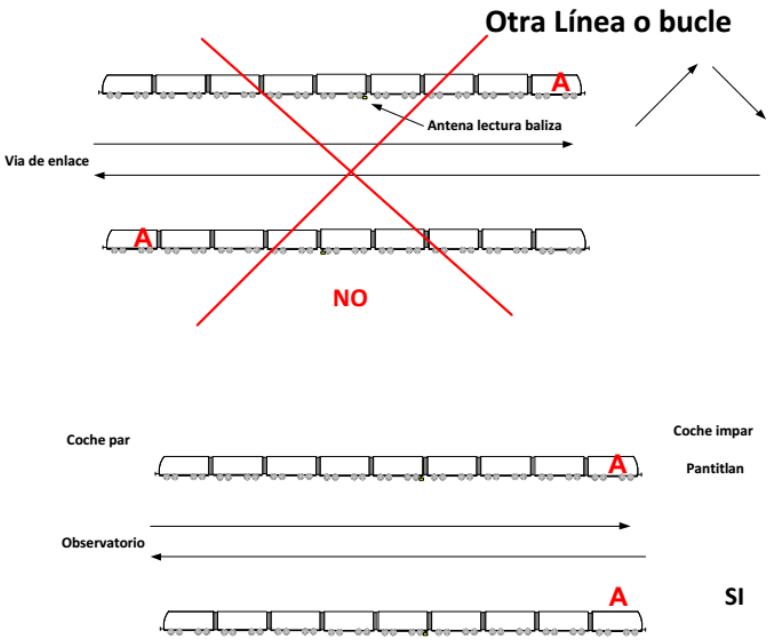
El material rodante contemplado en este documento toma como referencia a manera de ejemplificar un tren tipo NM16, equipado para un ATC de tipo CBTC con nivel de automatización GoA1, GoA2, GoA3 y algunas funciones de GoA4.
En las especificaciones tecnicas de los trenes nuevos para la Linea 1, aunque algunas caracteristicas seran similares al tren NM-16, otras podran ser distintas en los terminos de la esecificacion tecnica. Por lo que esto, debe de ser tomado en cuenta en la etapa de revision de detalle del proyecto.

El material rodante neumático es utilizado en unidades simples compuestas de 9 coches,
El largo del tren es de 150,9 m.

3.1 POLARIZACIÓN DEL TREN

En la línea 1 de México los trenes son polarizados: no hay posibilidad de invertir la posición del tren en la vía (no hay bucle ni vía con triangulo)
El coche impar siempre esta hacia V1 (Pantitlán) y el coche par hacia V2 (Observatorio)





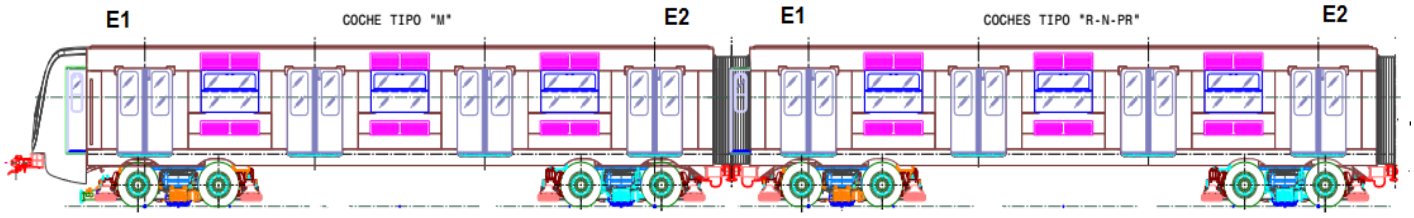
Polarización

El diseño del CBTC debe tomar en cuenta que los trenes de la L1 de México son polarizados y circulan en la misma vía con los coches siempre rodando en la misma dirección.

3.2 Convenciones

Coche extremidad **impar** por la **V1** hacia Pantitlán sentido de macha **S1**
Coche extremidad **par** por la **V2** hacia Observatorio sentido de marcha **S2**

El sentido de marcha convencional del material rodante es de sentido de E2 hacia E1 E1 es la extremidad del tren en el sentido de marcha del tren



Lado izquierdo según la convención del material rodante

Lado derecho según la convención del material rodante

Sentido de marcha convencional del material rodante

4 **Composición del tren**

La composición de los nuevos trenes es la siguiente:

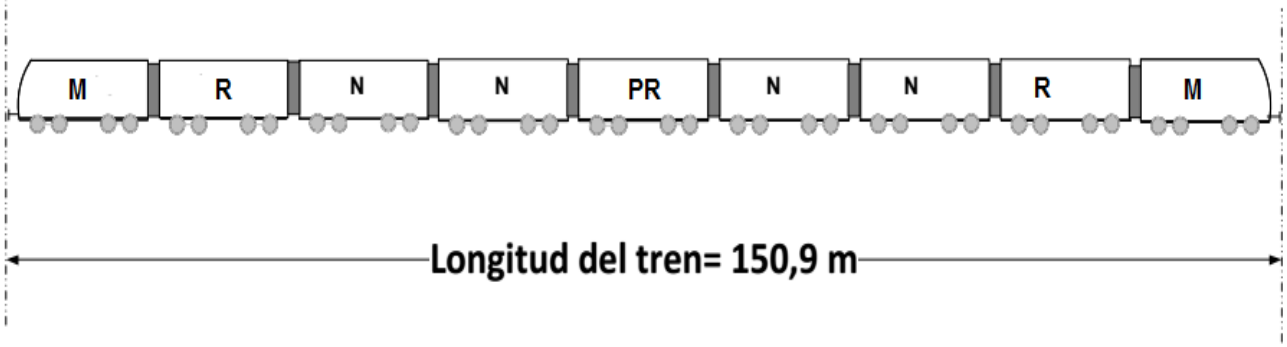
M-R-N-N-PR-N-N- R M (M = Motriz con cabina,N =motriz sin cabina, PR = Remolque Central Equipado con el PA135, R =remolque)

4.1 CARACTERISTICAS DIMENSIONALES DEL TREN

A fin de realizar el deseno del sistema CBTC y las simulaciones de desempeño del sistema, se necesitan las características dimensionales del tren.
"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer las informaciones siguientes con una precisión de 1 centímetro:

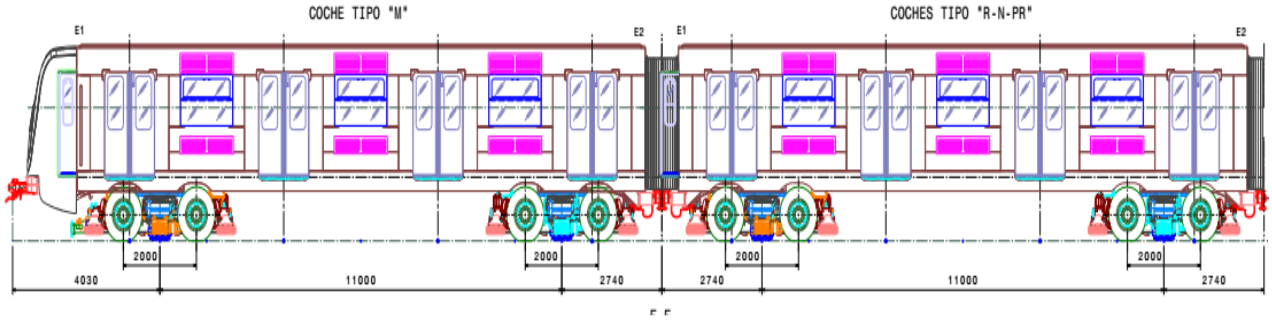
4.2 Longitud del tren

- Longitud del tren



LONGUITUD DEL TREN NM16									
CARRO	M	R	N	N	PR	N	N	R	M
[mm]	17770	16480	16480	16480	16480	16480	16480	16480	17770
	150900								

Distancia entre las escobillas del negativo y la extremidad del tren
Distancia entre las escobillas del positivo y las extremidades del tren



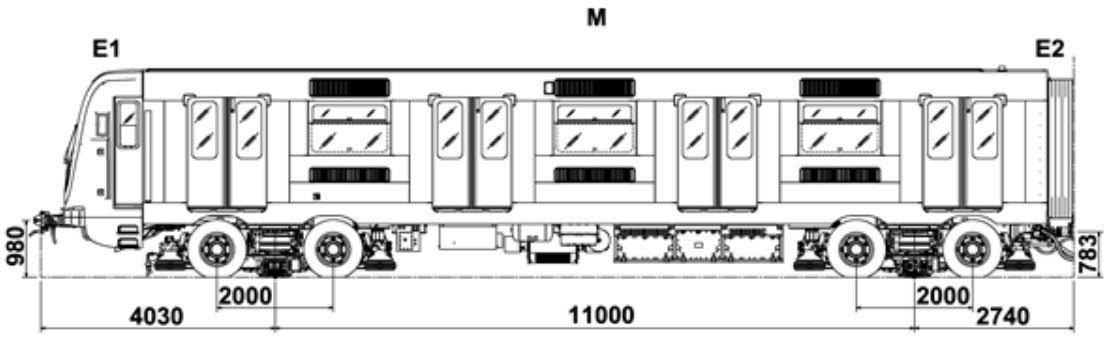
Posición de los centros de gravedad de cada coche
Diagrama de las puertas
Dimensiones de las ruedas (min, máx.)

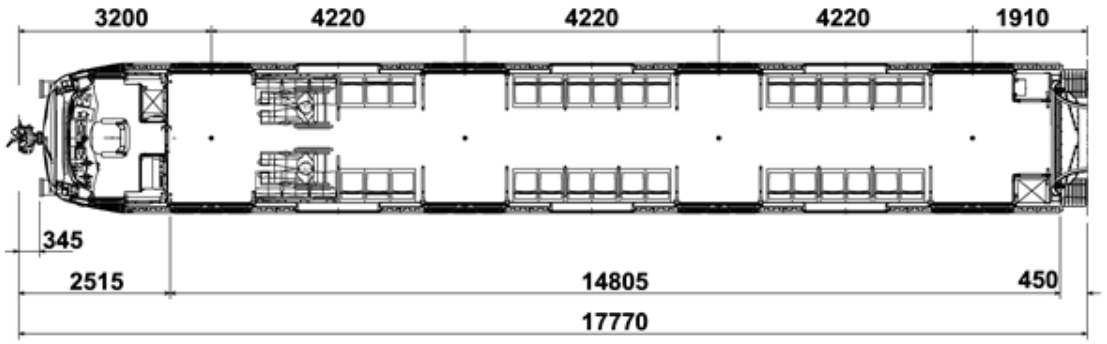
- 983 mm (para calculo de velocidad)
- 930 mm (para calculo de esfuerzo con carga AW2)
- 946 mm (para calculo de esfuerzo con carga AW0)

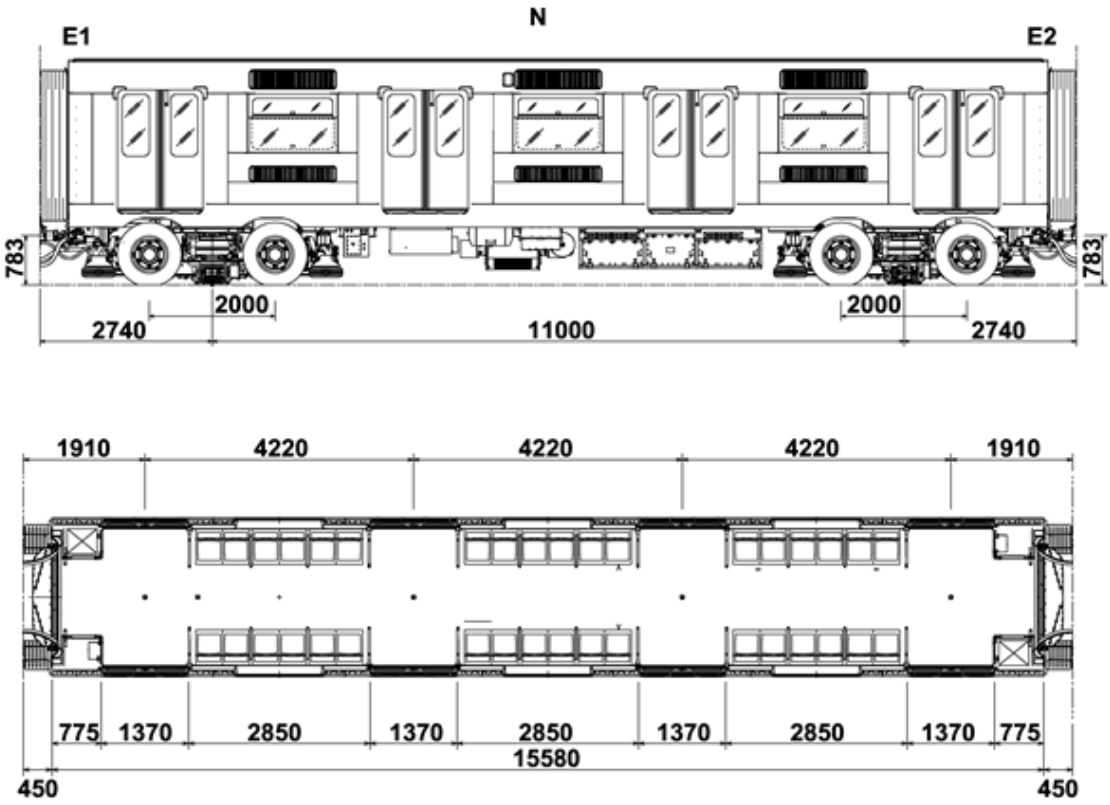
4.3 Diagrama de las puertas

4.2.3 **Puertas de Pasajeros**

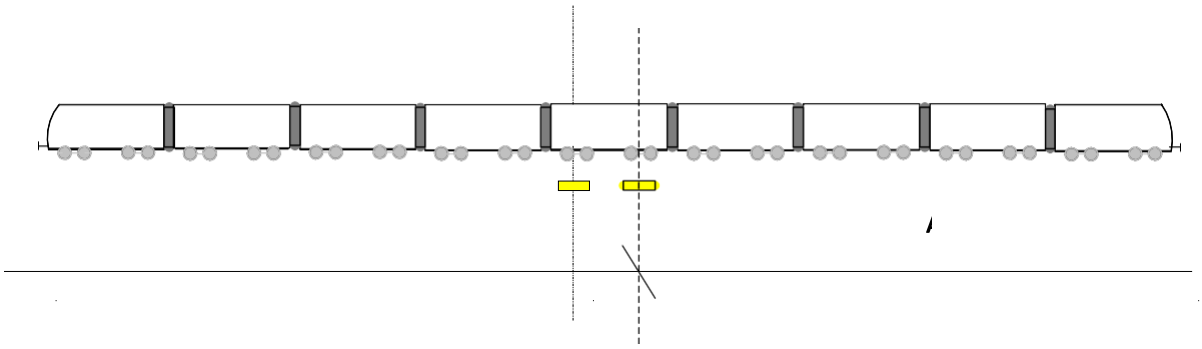
Cada carro de los trenes Modelo NM-16 está equipado con ocho puertas, cuatro a cada lado, de doble hoja corredera de bolsillo. Las puertas del lado derecho están numeradas como pares (2, 4, 6 y 8) y las de lado izquierdo como impares (1, 3, 5 y 7).







Distancia entre antenas de lecturas de balizas y extremidades de tren Tren NM-16.



Distancia extremidad/ Antena(s)

Nota: según el producto CBTC se pueden necesitar 1 o 2 antenas de balizas

Posición de lo centros de gravedad

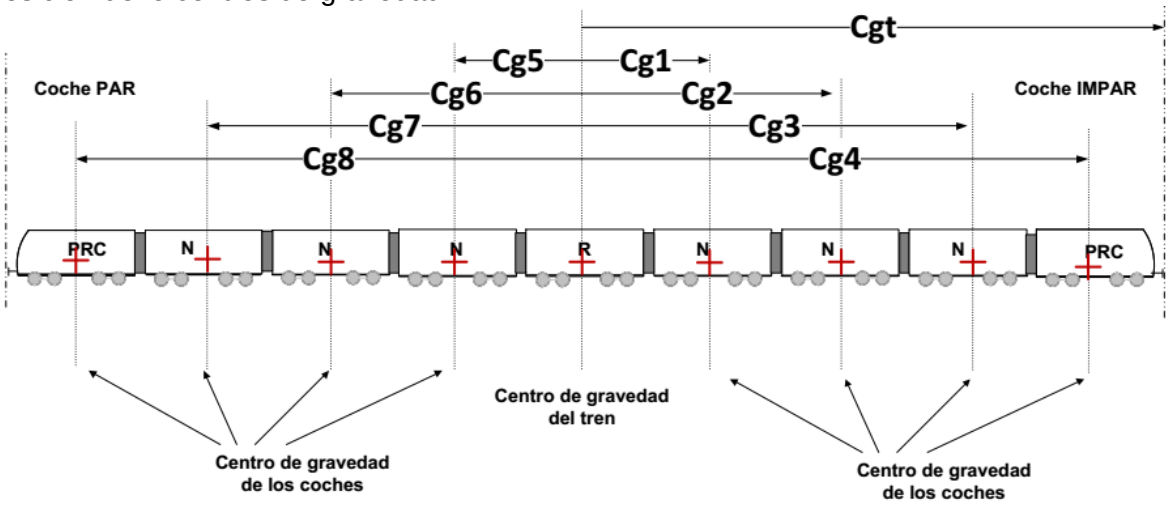
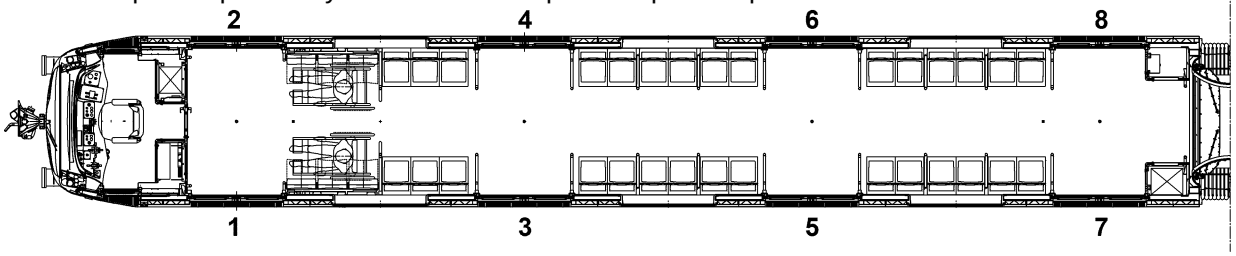


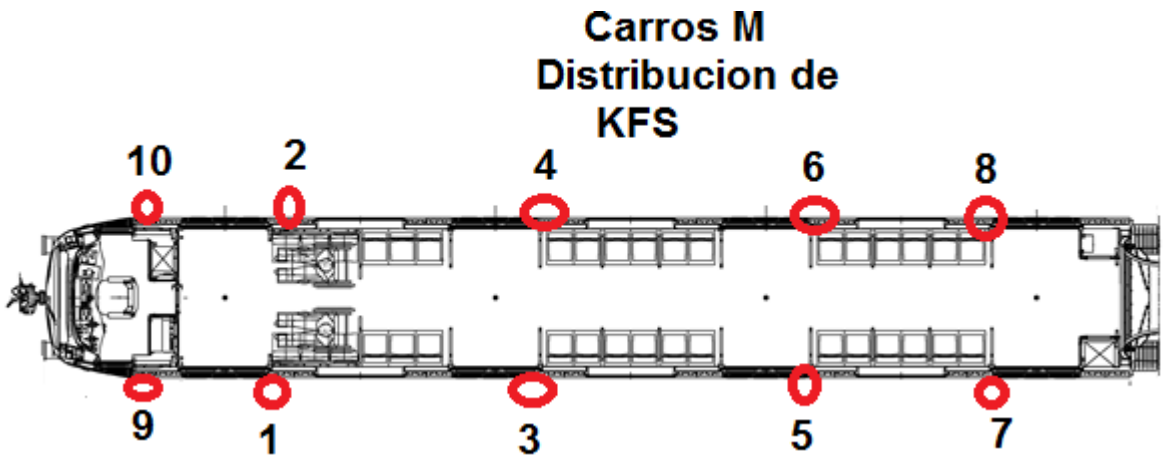
Figura 2. - *Posición de los centros de gravedad del tren*

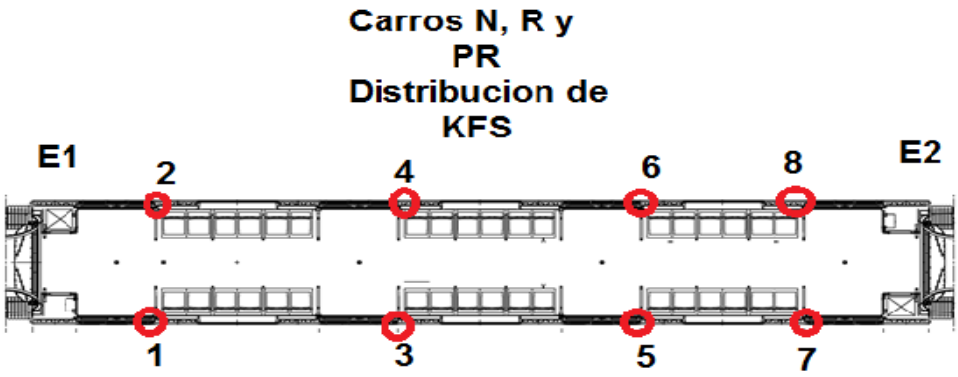
4.3.3 **Identificación de las puertas**

Mapa con posición y número de cada puerta a proveer por "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO



4.4.3 **Identificación de los KFS y palanca de desbloqueo de puerta.**





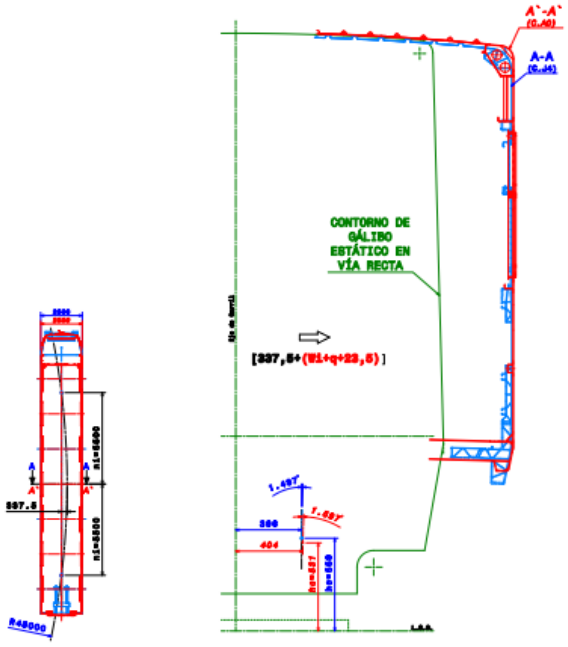
Mapa con posición y número de cada KFS y palanca de desbloqueo de puerta a proveer por "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO.

4.5.3 **Posición del o de los ejes libres**

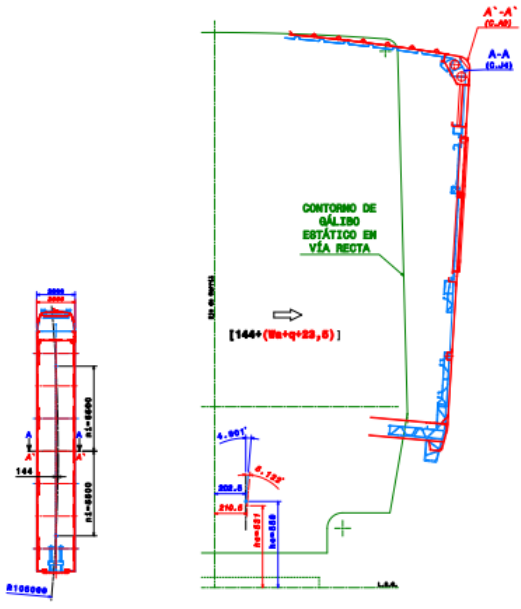
4.4 Galibo del tren

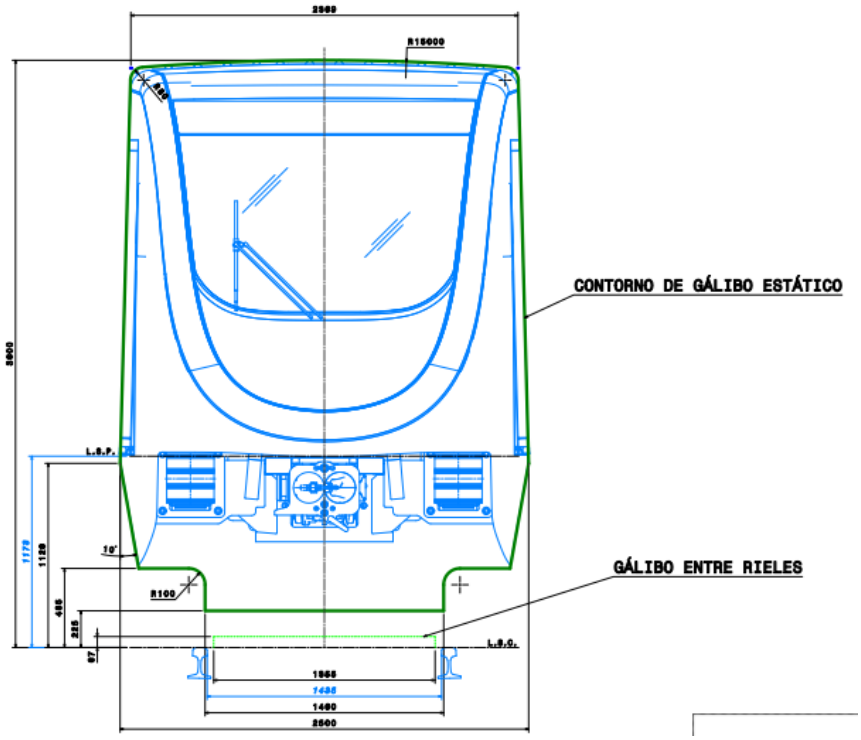
Galibo dinámico del tren.

GÁLIBO LATERAL EN CURVA DE RADIO R=45m (DEPÓSITO)



GÁLIBO LATERAL EN CURVA DE RADIO R=105m (VÍA PRINCIPAL)





Galibo estático y dinámico del tren.NM-16

4.5 Caracteristicas del tren relacionadas a la seguridad
(se anexa graficos de pruebas T-F del tren NM-16)

A fin de definir .el modelo de frenado, se necesitan informaciones del tren.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer todos los datos de seguridad siguiente:

- Velocidad maxima permitida del tren
- T cut-off (Tiempo entre el mando de frenado de urgencia y el corte de tracción)
- T coast (Tiempo en el cual el tren esta con marcha a vela)
- T rise (Tiempo en el cual el frenado es aplicado a 50% entre el mando y el frenado máx.)
- Te-EB (Tiempo entre el mando de frenado de urgencia y aplicación a 100% del frenado)
- Security braking (Tasa de frenado garantizado en el peor caso , de ición según norma 13452-1)
- Maximum traction acceleration (Aceleración máxima)
- Maximum rollback acceleration (Aceleración máxima en contrasentido)

ESPECIFICACIÓN GENERAL TREN NM-169	
Item	Especificación
Tipo de Inversor	Trifásico IGBT PWM
Temperatura Ambiente	de -10 a 45 C
Fuente de Alimentación del circuito principal	750 VCC (nominal)
Tensión de operación	500 VCC a 900 VCC
Fuente de alimentación del circuito de control	75 VCC nominal VCC
Modos de impulso	Asíncrono, 3PM, IPM
Velocidad Máxima	80 km/h para servicio
	80 km/h para diseño
Aceleración Máxima	1.4 m/s^2
Desaceleración Máxima	1.2 m/s^2
Sacudida	Jerk<1.0 m/3

- Masas y resistencia al avance valores A,B y C, incluyendo masas rodantes (A fin de realizar simulaciones de los metros se utiliza la fórmula empírica de Davies tren con carga normal AW3 ;RAV=A+Bv+Cv^2)

Masa del tren AW2	314.192 toneladas
Masa de Inercia del Coche Motor	24.37 ton/tren
Masa de Inercia del Coche remolque	4.28 ton/tren
Aceleración de Arranque	1.4 m/s2
Resistencia de Arranque	32.27 kN/tren
Numero de Motores por tren	24

-

R = 0.01*M+0.0639928*V+0.000705573*V 2 [KN/Tren]

donde: R es la Resistencia al Avance

M es Peso Bruto del Tren [Toneladas]

V es Velocidad del Tren [Km/h]

4.6 Modelo del frenado de urgencia

El modelo de frenado de urgencia es realizado con carga AW3 y un coche sin frenado de urgencia (peor caso).
Desempeño del frenado de urgencia **Nivel mínimo de desaceleración garantizado 1.33 m/s2**

El desempeño del FU se caracteriza por sus tiempos de reacción y el nivel de desaceleración garantizado cuando el FU está pedido. En particular, un nivel mínimo garantizado de desaceleración en seguridad está definidoo, llamado **(γFU)** que pueden variar dependiendo de si el tren en un túnel o en una pista aérea (superficial).

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer los valores teóricos de frenado de urgencia siguientes:

- deceleración instantánea del frenado de urgencia en túnel y vía superficial
- deceleración media del frenado de urgencia en túnel y vía superficial

Aplicación del modelo de frenado de urgencia

Los valores del modelo de frenado son garantizados con las condiciones siguientes:

- Aplicación de un frenado de urgencia en vía recta
- Carga
- Adherencia garantizada
- Características de comportamiento mínimas de los componentes de frenado (peor caso)
- Modo degradado permitido (eje sin frenado, motor aislado,..)

Descripción del frenado de urgencia

Inicio 0:
- El FU es pedido por el CBTC

Fase 1:
- En esta fase (t cut), el tren toma en cuenta la pedida del FU, y corta la tracción (apertura de los disyuntores), pero se considera que la tracción es máxima

Fase 2:
- En esta fase (t coast), el tren sigue a vela y el frenado no es todavía aplicado

Fase 3-1:
- En esta fase el frenado es aplicado parcialmente (deceleración = **γFU1**)

Fase 3-2:
- En esta fase el frenado es aplicado a 50% con un valor garantizado (deceleración = **γFU2**)

Fase 3-3:
- En esta fase el frenado es aplicado totalmente con un valor garantizado (deceleración = **γFU3**

γ (gamma)

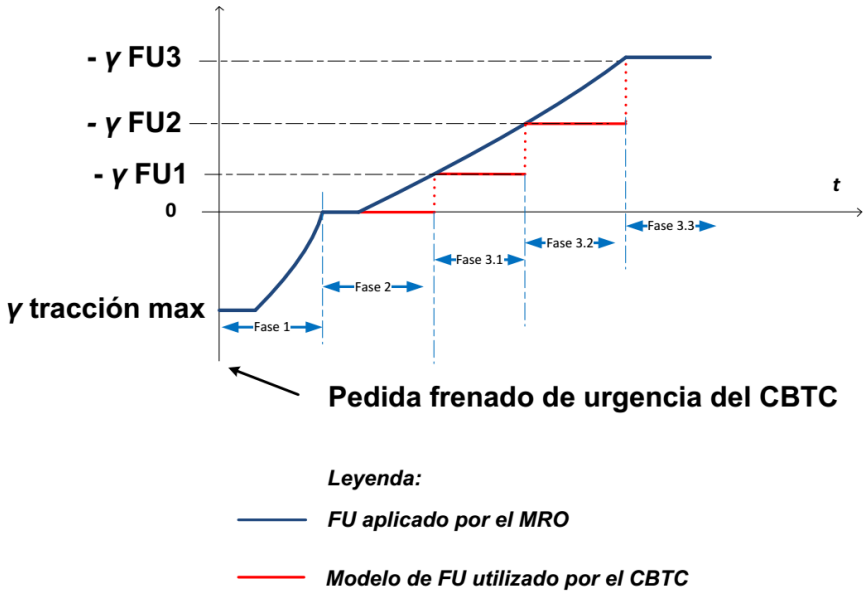


Figura 3. - *Curva de aplicación del frenado de urgencia*

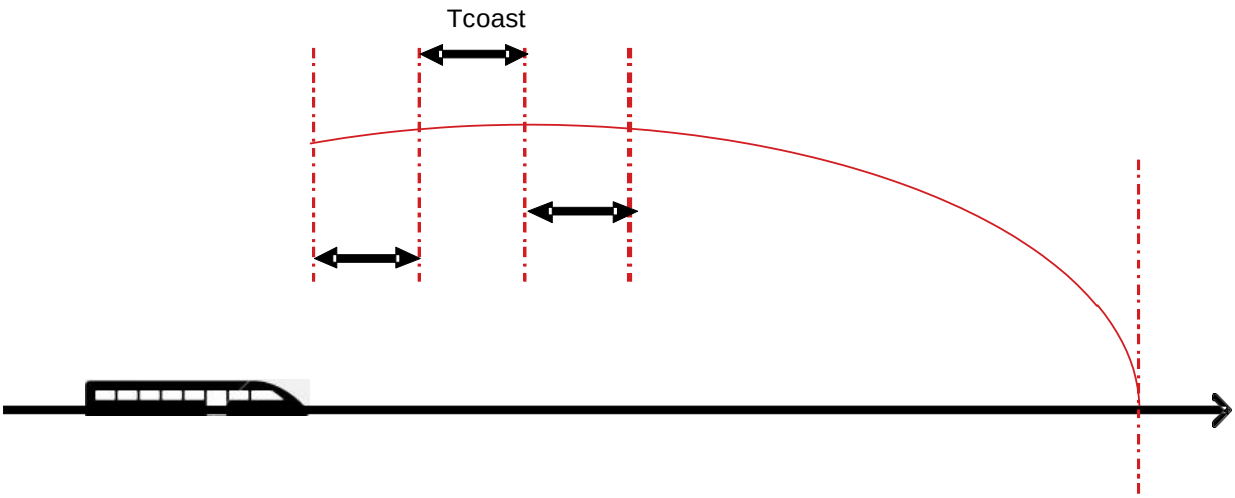


Figura 4. - Aplicación del frenado de urgencia

4.7 Características de pilotaje del tren

El respecto de la precisión de parada de los trenes es un criterio muy importante de los metros en automáticos.

El CBTC y el MRO deben tener características de alto rendimiento para cumplir una precisión de parada de + o - 15 cm.

Los tiempos de cálculo y de reacción deben ser cuantificados
.

Los tiempos de cálculo y de reacción de ambos sistemas tienen que ser constante, los más constantes y pequeños posibles.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que entregar al contratista del CBTC todas las informaciones necesarias a las simulaciones de desempeño

Ejemplo de datos que proveer:

- Curva de aceleración
- Curva de frenado de servicio y de urgencia
- Tiempo de reacción en tracción (Tiempo máx. entre el mando de tracción y el movimiento del tren)
- Tiempo de reacción en tracción y frenado (Tiempo máx. entre los mandos de tracción/frenado y la reacción del tren)
- Velocidad de conmutación frenado eléctrico mecánico
- Duración de la transición frenado eléctrico mecánico

Ejemplo de curva que tiene que proveer **"EL OFERENTE GANADOR"** del MR

Velocidad Km/h	Aceleración m/s²
0	0
5	1,35
10	1,35
15	1,35
20	1,35
25	1,35
30	1,15
35	1
40	0,87
45	0,77
50	0,62
55	0,54
60	0,44
65	0,33
70	0,29
75	0,23
80	0,21

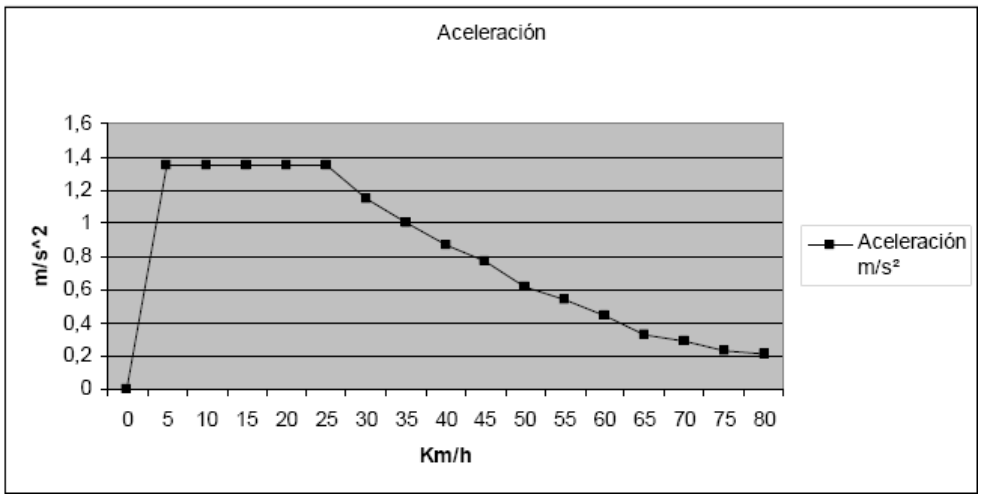


Figura 5. - *Ejemplo de curva de aceleración*

5 Características de los trenes

Descripción

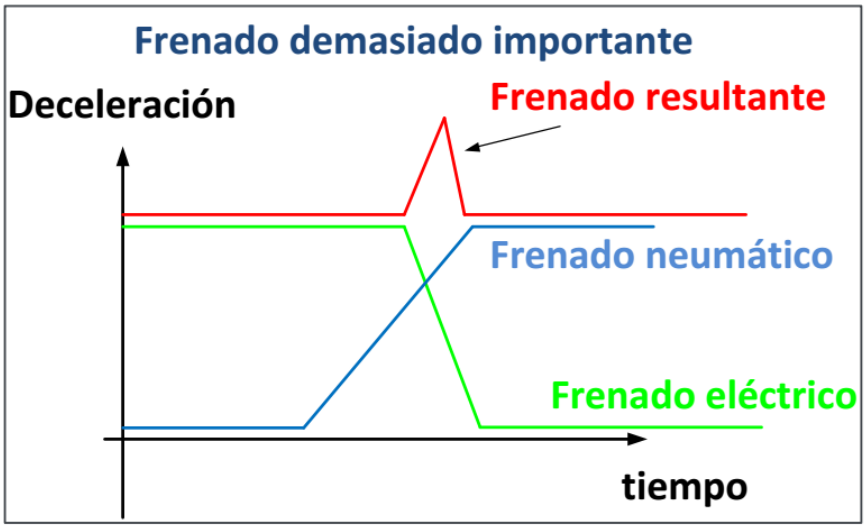
Las características de todos los trenes deben ser constantes e idénticas con una margen de 10%

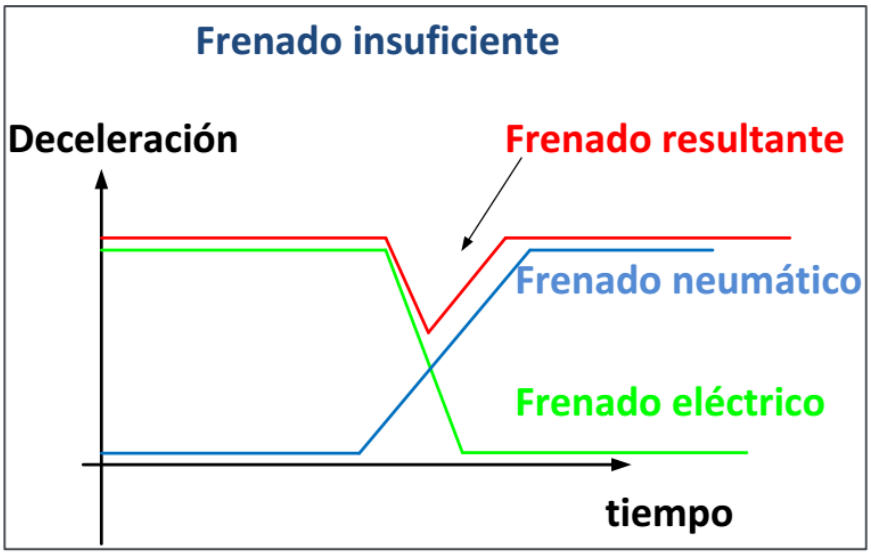
"**EL OFERENTE GANADOR**" del Material Rodante tiene que garantizar que las características de tracción frenado de todos los trenes son idénticas con una margen de 10%

5.1 Transición del Frenado Eléctrico Neumático

Un poco antes de la parada del tren hay una transición entre el frenado eléctrico y el frenado mecánico (blending).

La transición tiene que ser transparente para el ATC


Frenado demasiado importante
Deceleración
Frenado resultante
Frenado neumático
Frenado eléctrico
tiempo


Frenado insuficiente
Deceleración
Frenado resultante
Frenado neumático
Frenado eléctrico
tiempo

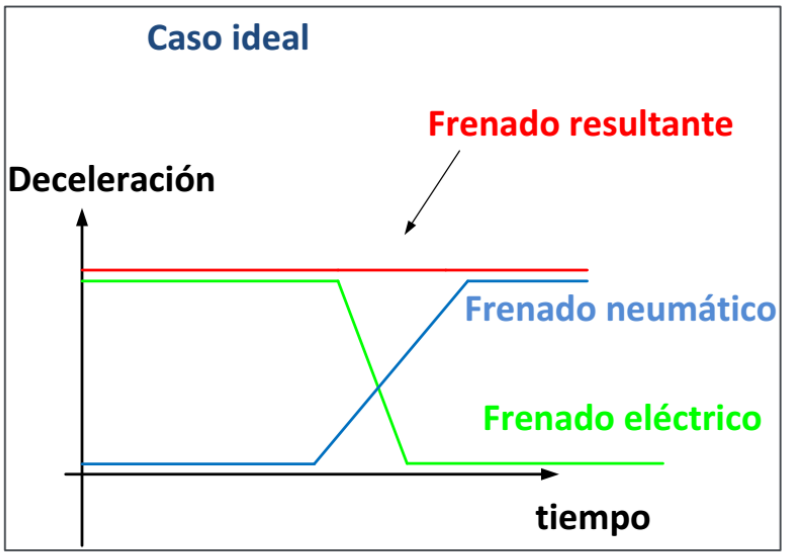


Figura 6. - *Escenarios de frenado a la transición frenado eléctrico mecánico*

Durante la transición entre el frenado eléctrico y mecánico, "**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que garantizar la misma deceleración con una margen de +/- 10 %

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer:

- los valores máx. de tiempo de respuesta a un mando tracción frenado del CBTC (tiempo de cálculo del MRO).Estos tiempos deben ser inferior a 100 ms
- los tiempos de reacción a los mandos del CBTC (tiempo de aplicación del mando) deben ser inferior a 250 ms

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer la modelización de las curvas de aceleración y frenado que demuestran que la reacción del MRO es proporcional a los mandos del CBTC.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer los valores de jerk max del MRO (restricción de aceleración deceleración que permite asegurar el confort del pasajero)

5.2 Características de las puertas

Modo nominal

5.3 Apertura de las puertas

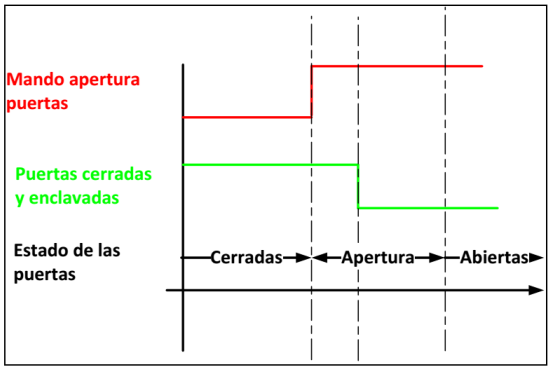


Figura 7. - *Ciclo de apertura de las puertas*

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que garantizar el inicio de apertura de las puertas 0,5 segundos maxi después la emisión, el CBTC, del orden de apertura.

Nota: este tiempo es adicional al tiempo maximo de apertura de las puertas que es 2 segundos El tiempo de apertura entre el mando y la apertura total será de 2 a 2.5 segundos

Cierre de las puertas

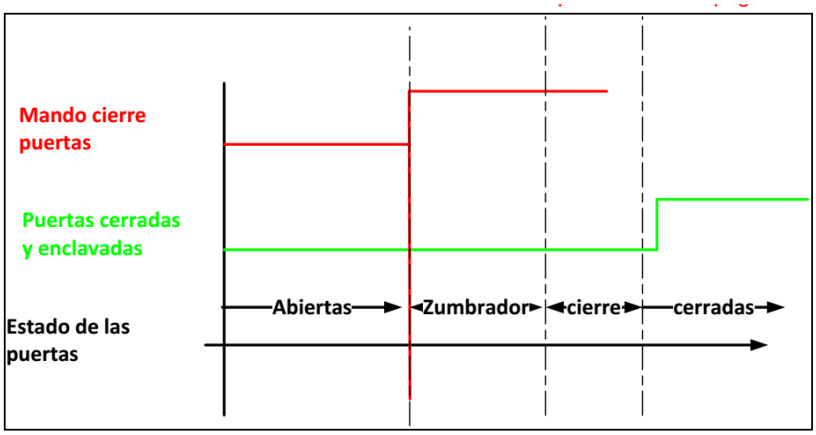


Figura 8. - *Ciclo de cierre de las puertas*

Despues de la recepcion de un mando de cierre de puertas del conductor o del sistema CBTC, el del sistema del material rodante tiene que avisar los usuarios del cierre inminente y mandar el cierre de las puertas

Las informaciones puertas cerradas y enclavadas tienen que ser mandada al CBTC 100 ms max después el cierre efectivo de las puertas

Modo degradado puertas

Condenación de las puertas del tren

Descripción de la función:
En caso de falla de una puerta, "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene previsto un dispositivo de condenación de la puerta que permite seguir la operación con este tren.

En caso de activación, de este dispositivo, el CBTC tiene que ser informado por el MRO

En caso de activación del dispositivo que permite condenar la puerta defectuosa el MRO debe avisar el sistema CBTC que hay una puerta condenada (Ptc) y su número (NPt

Inhibicionn en local del control de puertas cerradas y enclavadas

Descripción de la función

En caso falla de los bucles de control de las puertas, se necesita evacuar los pasajeros del tren y remover el tren de la operación

El mando de este dispositivo es activado en local desde la cabina del conductor

En caso de activación del dispositivo de inhibición de bucle puertas cerradas y puertas enclavadas, el sistema del MRO tiene que informar al sistema CBTC del estado de este sistema ***(Inh_KPT).***

Nota: este Bypass permite en caso de falla de bucle y después evacuación de los pasajeros de remover un tren en la línea en modo de conducción automática.

5.4 Avisar los pasajeros en caso de falla de puerta

Descripción de la función:
En caso de falla de una puerta de tren o de andén, el sistema impide la apertura de la puerta correspondiente.

El sistema por el medio del sistema de información pasajero, de la lámpara relacionada a la puerta en falla y con un alarma audible, tiene que avisar por anticipación a los pasajeros en el tren o en el andén del disfuncionamiento de la puerta.

En caso de falla de una puerta de andén, el CBTC tiene que avisar el MRO de la ubicación de la puerta fuera de servicio ***(PaFS y NpaF)***

En caso de falla de una puerta del tren, el MRO tiene que avisar el CBTC de la ubicación de la puerta fuera de servicio ***(PtFS y NPt)***

Nota:

Obligaciones MRO

En caso de aviso de falla de puerta de andén transmitida por el CBTC, el MRO tiene que avisar los pasajeros del tren del disfuncionamiento de la puerta correspondiente.

6 SISTEMAS ATC DEL TREN

Descripción:

El diseño del nuevo material rodante tipo NM16 debe tomar en cuenta la utilización de solo el ATC Pilotaje Automático

- CBTC

El ATC del CBTC es un ATC de alto rendimiento que utilizara los principios de cantón móvil

7 **Modos de Conducción**

Descripción de la función

El nuevo tren de tipo NM16 equipado con CBTC deberá estar previsto de funcionar con ATC : CBTC.

En modo pilotaje automático CBTC, el CBTC permitirá realizar una maniobra de retorno automático en los terminales y servicio parciales.

El sistema del material rodante, debe permitir al conductor, la selección de los modos de conducción ATC siguientes:

- PA
- CMC
- MA (Maniobra automática donde aplica)
- PAA Pilotaje Automático Marcha

El material rodante tiene que avisar al CBTC del modo de conducción seleccionado por el conductor (M_CMC, M_PA, M_PAI, M_MA)

A fin de realizar la maniobra de retorno automática en los terminales, "**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante, tiene que proveer un botón "PA retorno" en cada cabina con las funcionalidades siguientes:

- Botón encendido fijo o parpadeando: retorno automático disponible o partida del tren
- Botón apretado: pedida de retorno automático a mandar al CBTC ***(M_Par)***

El sistema del CBTC, tiene que realizar la gestión del botón "PA retorno" ***(G_Par)*** en cada cabina con las funcionalidades siguientes:

- Botón parpadeando: retorno automático disponible
- Botón encendido fijo: partida del tren es posible

8 **Interfaz hombre maquina**

Para el CBTC se necesita una interfaz hombre maquina, en cabina de conducción, a fin de cumplir con las funcionalidades en Modo Normal y Modo Degradado

Se necesita:

- Una pantalla de conducción CBTC VisuCab con indicaciones luminosas y sonoras
- Botones con o sin indicaciones luminosas
- Llave de conducción o de selección de modos de conducción y un conmutador (KCL) para el CLT2, (la selección de los modos de conducción puede también ser realizada con el VisuCab)
- Un manipulador de conducción
- Un dispositivo hombre muerto táctil y alarmas sonoras

Esta interfaz hombre maquina tiene que ser definida en la fase de diseños preliminar según los criterios elegidos por "**EL STC**".
Se utilizara una pantalla VisuCab y un protocolo de comunicación estándar.

8.1 Proveer Informaciones al conductor

Descripción de la función
Según el modo de conducción seleccionado y según el sistema seleccionado, el sistema tiene que proveer al conductor las informaciones necesarias del pilotaje del tren

Estas informaciones pueden ser visuales y sonoras

- Indicaciones sonoras

Las informaciones sonoras del CBTC tienen que ser emitidas por el VisuCab

El VisuCab tiene que ser capaz de emitir las informaciones sonoras VisuCab del CBTC (Inf_S_VisuCab)

Indicaciones visuales :

Las informaciones visuales son emitidas por el VisuCab y los botones y lámparas
Se debe limitar la cantidad de botones o lámparas utilizando un VisuCab de tipo pantalla táctil

La lista siguiente es un ejemplo de indicaciones para el conductor.

Esta lista tiene que ser completada en la fase de diseño de las interfaces MRO CBTC

VisuCab:

- Cuenta regresiva del tiempo de partida Modos de conducción disponible
- Modo de Conduccion Activo
- Modos de Conduccion Disponibles
- Informaciones de velocidades (del tren, permitida, sobre velocidad)
- Estado del PA
- Botones o lámparas

- PA retorno

El CBTC provea al MRO todas las informaciones luminosas de los botones relacionadas al CBTC necesarias al conductor (Inf_Lbot)

VisuCab
El modo de conducción CMC del CBTC se necesita un VisuCab que provea al conductor todas las informaciones requeridas para la conducción manual.

La gestión de los pictogramas del VisuCab es compartida entre el CBTC y el MRO

A fin de disminuir el número de refacciones y garantizar la existencia del sistema se utilizara:

- Una pantalla VisuCab estándar de tipo DMI ERTMS
- El mismo modelo de pantalla del MRO (IHM)
- Un conmutador que permetira seleccionar la pantalla del MRO (IHM) como VisuCab redundante en caso de falla del VisuCab CBTC.
- Utilizar un protocolo de comunicación estándar con la pantalla

El CBTC provea al MRO las informaciones visuales VisuCab necesarias al conductor (Inf_V_VisuCab)

El MRO transmite al VisuCab las informaciones transmitidas por el CBTC

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que prever en el pupitre la instalación del VisuCab

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que prever una alimentación eléctrica del VisuCab únicamente cuando la cabina es activa

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que:

- prever un conmutador que permite utilizar la pantalla del MRO (TMC) en caso de falla del VisuCab.
- Mostrar las pictogramas relacionadas con el calculador CBTC activo

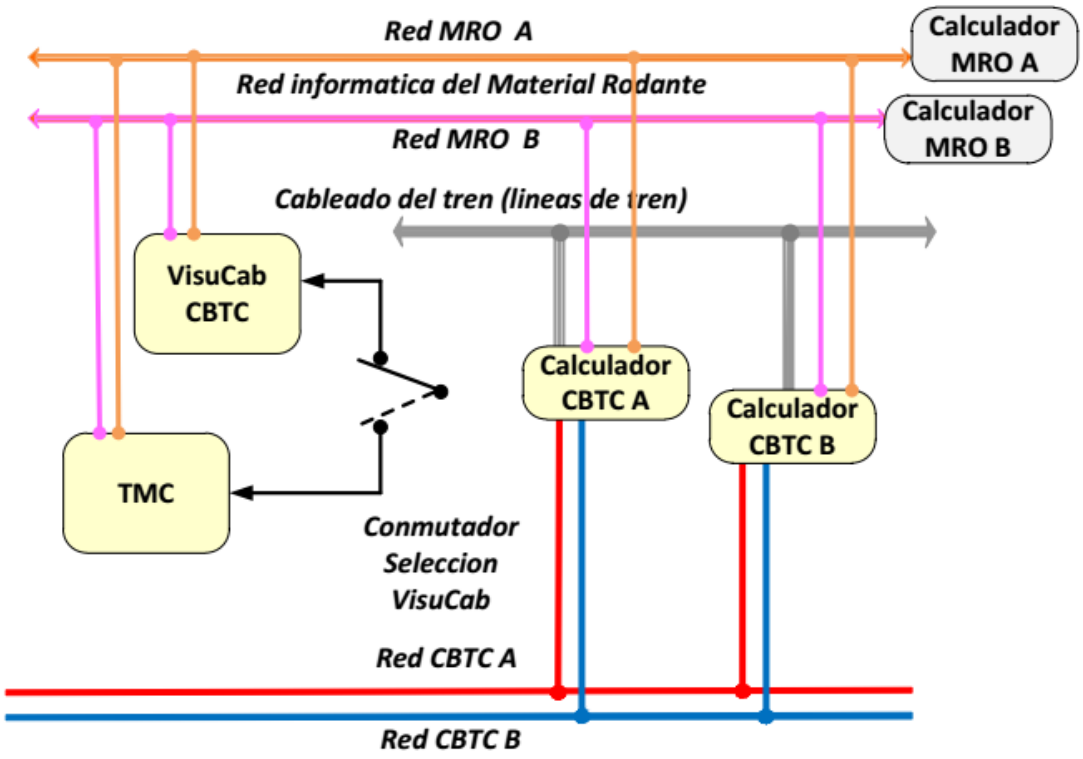


Figura 9. - *Ejemplo de arquitectura*

En este ejemplo, la gestión de los pictogramas es realizada por el CBTC. El MRO transmite los datos al VisuCab.
No hay interfaz entre el CBTC y el VisuCab activo (el CBTC no sabe cuál es la pantalla utilizada).

La gestión de los pictogramas del VisuCab es realizada por el contratista del CBTC.

Nota:
Los datos intercambiados entre el CBTC y el VisuCab serán definidos durante la fase de diseños preliminares.
A fin de garantizar la interoperabilidad con otro tipo de VisuCab, el VisuCab tiene que ser estándar y utilizar un protocolo de comunicación y un formato de imagen estándar.

El VisuCab tiene que ser el mismo modelo que la pantalla del MRO (TCM).

9 Red informática del Material Rodante

9.1 Características de la red informática del material rodante

La red informática del material rodante permite intercambiar datos entre el CBTC y el material rodante (bi-direccional).
Estos datos son relacionados al pilotaje del tren en CBTC (CMC; PA, PAI, MA) y a todas las otras informaciones que intercambiar.

La interfaz con el CBTC es realizada con una red informática

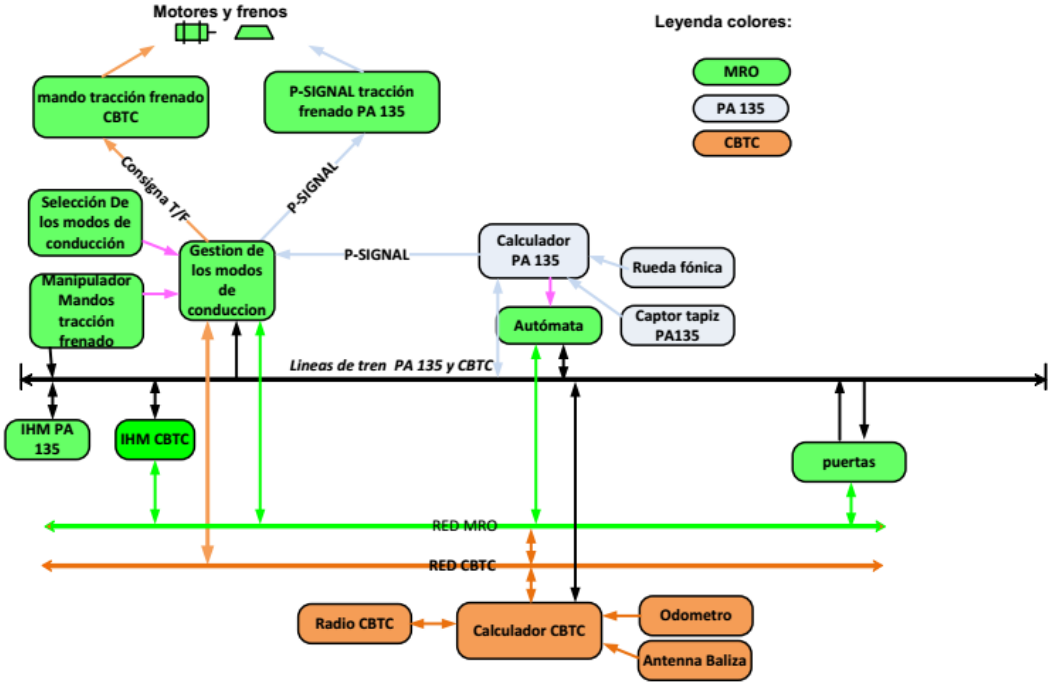


Figura 10. - *Ejemplo de interfaz con mandos PA135 y CBTC independientes*

El nuevo tren de tipo NM-16 utilizara una red informática con un protocolo de comunicación estándar (MVB, Profibus, LonWorks,..)

CBTC manda cíclicamente al MRO los mandos de Tracción Frenado utilizando esta red

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que diseñar un tren compatible con los mandos del CBTC (red informática)

El sistema del material rodante tiene que aplicar los mandos de tracción frenado (CTF) del CBTC por el medio de una red informática utilizando un protocolo estándar

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante y el contratista del CBTC tienen que respectar una duración nominal de tiempo de ciclo de la red inferior a 50 ms más o menos 20 %

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante y el contratista del CBTC tienen que defihnirir una arquitectura de red de comunicación con un alto nivel de disponibilidad.

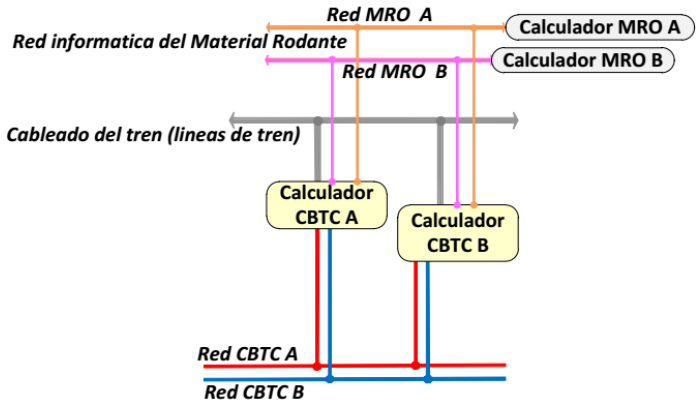
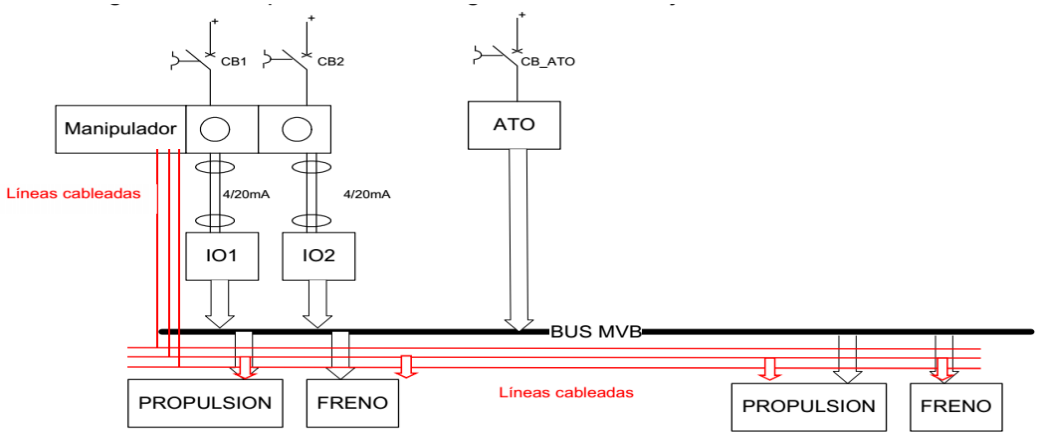


Figura 11. - *Ejemplo de interfaz de red CBTC MRO de alto nivel de disponibilidad*



Red NM-16

En caso de falla de una red del MRO, el MRO tiene que avisar el CBTC

10 **Arquitectura de las interfaces MRO CBTC**

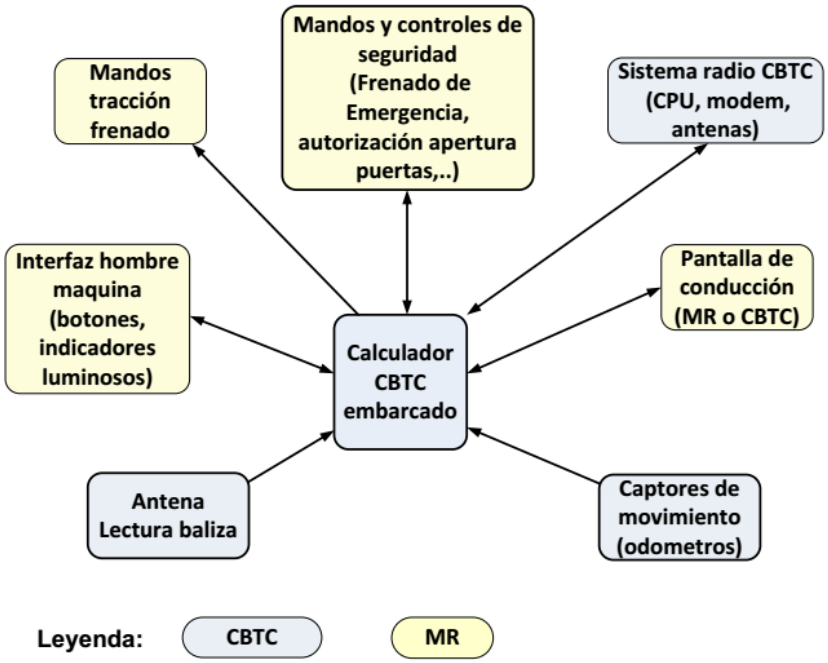


Figura 12. - *Ejemplo de arquitectura típica de interfaz MRO CBTC*

El CBTC embarcado es compuesto de los equipos siguientes:

- Calculadores que aseguran las funciones de tratamiento de seguridad de las entradas y salidas de las informaciones (cableado e informáticas)
- Un sistema de comunicación inalámbrico
- Un sistema de medición de desplazamiento del tren
- Un sistema de lectura de balizas
- Una red de comunicación CBTC con interface con la red del MRO
- Una red de comunicación alámbrica (líneas de trenes)
- Un sistema de interfaz hombre maquina adaptado a los modos de conducción

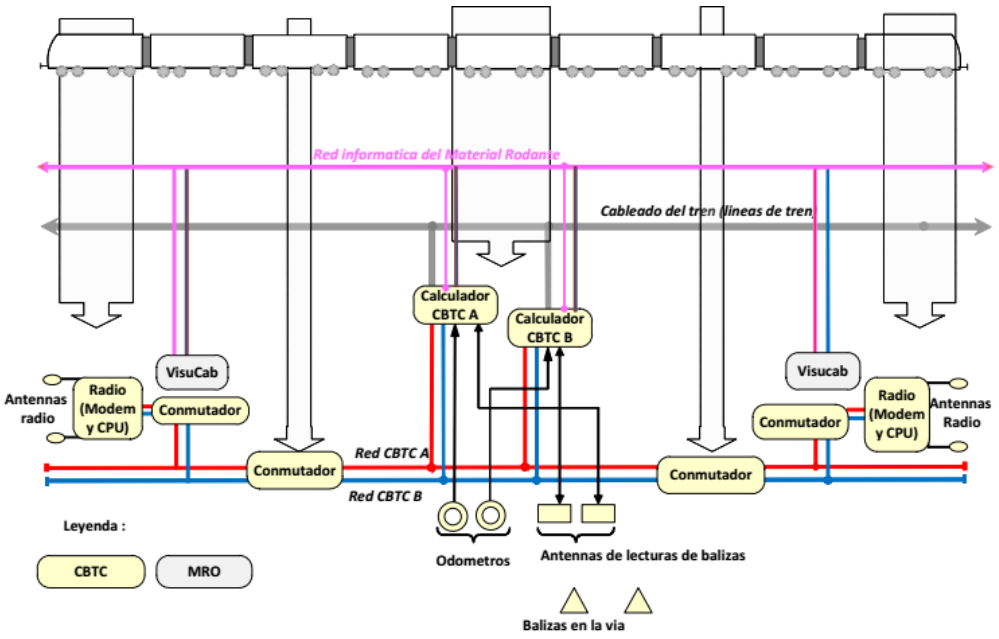


Figura 13. - *Ejemplo de arquitectura típica de un CBTC*

Los calculadores CBTC pueden ser instalados en el remolque central o en las extremidades del tren (depende del espacio disponible y de la ubicación de los odómetros, (tacometro)

La arquitectura de los calculadores puede ser 2oo2, 2oo3 o con monoprocesador codificado y redundancia caliente (no hay frenado de urgencia en caso de falla de un calculador).

En cada coche de extremidad se encuentran 2 antenas radios ubicadas al punto el más alto del tren en el coche o afuera del tren. Las antenas son conectadas a un modem radio que comunica con los calculadores (con un bus de comunicación serie o vía un monoprocesador de datos CPU conectado a un conmutador informático).

En cada cabina hay una pantalla de conducción VisuCab conectada a los calculadores (con un bus de comunicación serie o vía la red del MRO o del CBTC).

En el coche o los coches del CBTC embarcado se encuentran el o los calculadores conectados a las antenas de balizas y odómetros.

Los calculadores están conectados a la red del CBTC embarcada.

Las antenas de balizas que utilizan señales de alta frecuencia tienen que ser instaladas a menos de 30 metros de los calculadores.

Una antena baliza es necesaria para cada calculador.

En caso de no tener un tren con eje libre se puede necesitar utilizar acelerómetros
En los coches intermediarios se puede necesitar, según la solución del contratista del CBTC, instalar un conmutador informático para la red del CBTC embarcada

11 Especificaciones funcionales de las interfaces.

11.1 Requerimientos funcionales

La descripción de las funcionalidades y de las interfaces en lo siguiente son ejemplos de funcionalidades de un CBTC con grado de automatización GoA1, GoA2 y GoA4.

Las especificaciones funcionales tienen que ser adaptadas según los criterios de diseño de "EL STC", las especificaciones funcionales del CBTC y según el producto del contratista del CBTC.

11.2 Distribuir la alimentación eléctrica del CBTC

Descripción de la función.

Todos los equipos del CBTC tienen que ser alimentados por el MRO.

Todas las alimentaciones del CBTC son protegidas con micro-disyuntores.

Los micro-disyuntores de los equipos CBTC permiten de proteger los diferentes elementos del equipo CBTC contra las sobre tensiones. Se pueden accionar manualmente lo que permite poner fuera de tensión los diferentes elementos del equipo CBTC para las intervenciones de mantenimiento y restablecer la alimentación eléctrica una vez terminadas las intervenciones.

El MRO debe proveer una fuente de alimentación según la ubicación de los equipos CBTC, y los requerimientos del contratista del CBTC.

Se toman las hipótesis siguientes (peor caso).

- Los equipos el CBTC se alimentan desde las baterías del tren (+BT).
- Cuando se prevé no utilizar un tren durante un tiempo determinado se necesita poner fuera de tensión los equipos del CBTC que no son necesarios a fin de ahorrar la energía y aumentar la autonomía de las baterías.
- En caso de ausencia de energía tracción o de falla del convertidor del MRO el sistema tiene que disminuir el consumo de energía a de no descargar las baterías.
- El MRO en caso de pérdida de la corriente tracción o en caso de falla de varios convertidores avisa el CBTC.
- El CBTC maneja el ahorro de energía de sus componentes.
- El MRO en caso de nivel de tensión bajo de las baterías avisa el CBTC y corta la alimentación de CBTC

En todas sus funciones la arquitectura del calculador del CBTC debera de ser redundante, de alto nivel de disponibilidad (por ejemplo: compuesta de 2 calculadores A y B funcionando en redundancia o de un calculador con arquitectura 2oo3 – 2_out_of_3).

En caso de otra arquitectura se adaptara esta especificación de interfaz.

El CBTC es equipado de dos circuitos de alimentación eléctrica en redundancia alimentados por batería,

designados +BT A y +BT B.

La estrategia para mantener las informaciones necesarias al CBTC cuando el tren está apagado depende del contratista del CBTC (localización del tren).

En este estudio, se toma la hipótesis que la estrategia del contratista del CBTC es:

- Alimentar únicamente los equipos necesarios cuando el tren está apagado utilizando las baterías del tren (por ejemplo únicamente un calculador CBTC y la radio del CBTC).

- Alimentar todos los otros equipos del CBTC únicamente cuando el tren esta encendido.

- El MRO debe alimentar los equipos CBTC con dos circuitos en redundancia +BT A y + BT B alimentados por las baterías
- La tensión nominal es de 72 V CC (min 35 V, 75 VDC máx.)
- Estos circuitos + BT A y + BT B son equipados de disyuntores de protección proveídos por el MRO El valor tiene que ser definido con el contratista del CBTC en la fase de diseño detallada
- Cada equipo CBTC tiene que transformar la tensión + BT proveída por el MRO según sus requerimientos
- En caso de ausencia de corriente tracción o de convertidor fuera de servicio, el MRO tiene que informar el CBTC y pedir al CBTC una disminución del consumo de energía ***(Pdce).***
- En caso de nivel de carga de batería bajo, el MRO tiene que informar el CBTC del corte inminente de la alimentación eléctrica de las baterías ***(CiAlBat).***
- El MRO debe ser capaz de conocer la autonomía de las baterías e informar el sistema CBTC del nivel de carga de las baterías y del tiempo disponible **(*CBat*)..**

11.3 Aislar el CBTC

Descripción de la función
En caso de un relevador pegado o de perturbación de funcionamiento del MRO debido al CBTC se necesita tener la posibilidad de aislar todas las salidas del CBTC cortando todas las alimentaciones de los equipos CBTC.

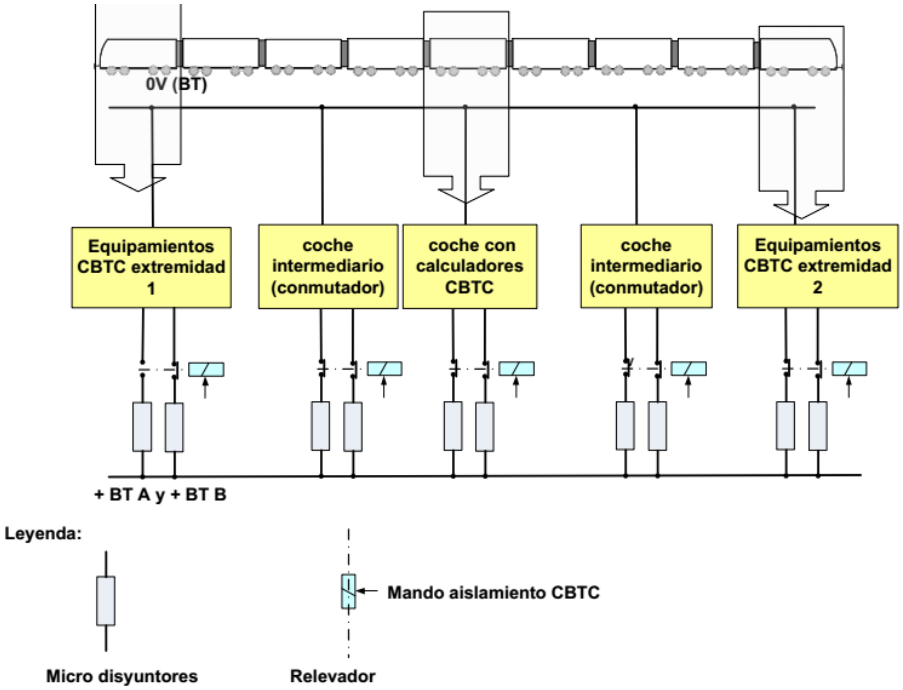


Figura 14. - *Ejemplo de circuito de alimentación con aislamiento del CBTC (esquema solo referencial)*

El MRO tiene que proveer al conductor un mando de aislamiento (*MACBTC)* que permite aislar el CBTC, cortando todas las alimentaciones de los equipos CBTC. El licitante ganador podra proponer otras alternativas para dejar fuera de servicio el CBTC cundo asi se requiera, por ejemplo dejar fuera el CBTC cuando se tome la conducion CLT2 por medio del conmutador KCL.

11.4 Despierto y apagado de los trenes.

Descripción de la función:
Para el CBTC, un tren puede estar en uno de los estados siguientes:

- "**Despierto/encendido**", el ATC embarcado y su equipos de comunicación están energizados pero no se han realizados todavía las pruebas de "auto-test".

- "**Tren Listo**", el CBTC y el Material Rodante han pasado una serie de pruebas automáticas que permiten la utilización del tren con usuarios (Auto-diagnósticos con éxito),

Noción de tren listo:

El MRO indica por la señal *Tren_listo* que el estado del tren es conveniente para asegurar un servicio con pasajeros. El tren sólo puede estar listo después de la puesta en marcha (sin movimiento) y pruebas con éxito del tren.

Esta señal es empleada por el CBTC embarcado para poder aceptar una misión automática de la ATS.

En consecuencia, en regla general un cambio del estado operacional del tren, consecutivo a un fallo **no debe** hacer pasar el valor de Tren_listo de Verdadero a Falso, a fin de que pueda terminar su misión o se le pueda atribuir otra misión.
El CBTC embarcado aplica un frenado de servicio máximo cuando esta información está a falso :

- **Dormido/apagado**": la mayoría de los equipos del CBTC embarcado están sin tensión salvo los que permiten recibir y ejecutar el comando de despertar el tren desde equipo suelo, o los que son necesarios a la memorización de la localización del tren.

El CBTC tiene que mandar al MRO los mandos para encender (despertar) y apagar (hacer dormir) el tren.
El conductor también desde el pupitre debe tener la posibilidad de encender y apagar un tren y realizar las pruebas del tren a fin de obtener el estado tren_listo.

El CBTC tiene que mandar al MRO los mandos para despertar y apagar el tren ***(Mdesapag).***

El MRO tiene que apagar o despertar el tren según los mandos emitidos por el PCC o el conductor y avisar sobre el estado del tren ***(Apag, Desp, AteC, tren_listo):***

- Tren apagado
- Tren encendido
- Auto test en curso
- Tren_listo

11.5 Auto diagnóstico de la interfaz MRO - CBTC

Descripción de la función.
El sistema debe tener la posibilidad de verificar las interfaces funcionales y de seguridad cuando se necesita (por ejemplo antes de la utilización de un tren en servicio comercial, al despierto de un tren ò sobre la vía de prueba).
Se verifica al mínimo que el mando de frenado de urgencia del CBTC es aplicado, el funcionamiento de las puertas del tren y todas las interfaces MRO CBTC.

Las pruebas pueden ser realizadas en estático o en dinámico según los requerimientos de operación o de mantenimiento.

En caso de preparación manual del tren, al despierto del tren, el MRO debe realizar con el conductor una secuencia de prueba que permite verificar todas las interfaces entre el MRO y el CBTC.

En caso de preparación automática, al despierto del tren, el CBTC debe realizar con el MRO una secuencia de pruebas automática que permite verificar todas las interfaces entre el MRO y el CBTC.

11.6 Identificar la cabina activa

Descripción de la función
A fin de verificar la consistencia del sentido de marcha del tren con la autorización de movimiento, el CBTC necesita conocer la cabina activada por el conductor.

En caso de modo de conducción manual o semi automático, el MRO debe identificar la cabina activada por el conductor e informar el sistema CBTC ***(Cab1Act o Cab2Act).***

11.7 Identificar la composición del tren

Descripción de la función.

El CBTC tiene que verificar la composición del tren e impedir los movimientos en automático de un tren acoplado, el CBTC necesita conocer el estado de los acopladores a fin de comprobar que no hay otro tren acoplado.

El MRO tiene que proveer al CBTC el estado de cada acoplador E1 y E2 ***(Es_CS1 y Es_CS2)***

11.8 Identificar la posición del selector de marcha (VR)

Descripción de la función :

En el modo CMC, a fin de impedir estrictamente un movimiento en el sentido contrario a la autorización de marcha, el CBTC necesita conocer cuál es la posición del selector de marcha de la cabina activa.

El MRO debe informar el CBTC sobre la posición del selector de marcha ***(SelMa)*** de la cabina activa seleccionada por el conductor (por adelante, neutro o por atrás).

11.9 Mando del sentido de marcha.

Descripción de la función ;

Según la autorización de marcha calculada por el CBTC, el CBTC transmite al MRO el sentido de marcha.

El CBTC debe mandar al MRO el sentido de marcha ***(SMaS1 o SMaS2)***

En modo de conducción PA y CMC según el sentido de marcha proveído por el CBTC, el MRO debe seleccionar la cabina activa (extremidad 1 o extremidad 2) e informar el sistema CBTC.

Nota: Obligaciones MRO

El MRO debe mover el tren en el sentido de marcha pedido por el CBTC.

11.10 Autorización de tracción

Descripción de la función
A fin de garantizar y optimizar la parada de un tren (Punto normal de Paro en la estación, parada en fin de vía,) el CBTC a fin de evitar un movimiento intempestivo debe tener la posibilidad de impedir el movimiento del tren y en su caso de la tracción cuando en el tren se està realizando el ascenso y descenso de ususarios.

El CBTC debe tener la posibilidad de autorizar o inhibir la tracción al MRO *(AuTR)*

El MRO debe cortar o pedir la tracción según los mandos del CBTC y avisar el CBTC del estado tracción inhibida *(AuTRInh).*

11.11 Garantizar la inmovilización del tren

Descripción :
A fin de garantizar la inmovilización del tren en la fase de intercambio de los pasajeros, el CBTC pide al MRO una garantía de inmovilización.

El MRO garantiza la inmovilización del tren cuando la tracción es cortada y cuando el frenado de inmovilización es aplicado (presión máxima en los cilindros de frenos).

El frenado de inmovilisaciòn debera de asegurar que el tren no se mueva mientras se realiza el ascenso y descenso de usuarios, este se aplicarà solamente cuando el tren este completamente detenido.

El CBTC pide o levanta la inmovilización del tren al MRO ***(Pinmov).***

El MRO debe garantizar la inmovilización *(Ginmov)* del tren según los mandos del CBTC y avisar el CBTC del estado tren inmovilizado.

Una vez parado, el CBTC debe mandar al MRO la información velocidad 0 ***(V0 CBTC).***

11.12 Integridad del tren

Descripción de la función:

El CBTC tiene que verificar que no hay separación de los coches de un tren (perdida de integridad del tren, exsistencia de las dos cabinas).

En caso de pérdida de integridad del tren, el MRO aplica frenado de urgencia y avisa al CBTC, El CBTC utilizara esta información a fin de parar los otros trenes en la zona de peligro.

El MRO debe en caso de pérdida de integridad del tren y avisar el CBTC del estado de esta información ***(INT).***

11.13 Detección de descarrilamiento del tren

Descripción de la función:

El MRO en caso de descarrilamiento aplica un frenado de urgencia y avisa el CBTC, El CBTC utiliza esta información a fin de parar los otros trenes en la zona de peligro.

El MRO tiene que avisar el CBTC en caso de descarrilamiento ***(Descar).***

11.14 Detección de obstáculo en la vía

Descripción de la función :

La detección de obstáculo es memorizada por el CBTC.

Se necesita un mando del ATS o del pupitre para anular esta memorización.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que equipar ambas extremidades del tren de un dispositivo capaz de detectar obstáculos en la vía.

En caso de detección de obstáculo, el MRO aplica un frenado de urgencia ***(FUObstaS1 o FUObstaS2),*** avisa el conductor y el CBTC.

Si no hay más obstáculos, el dispositivo vuelve en su posición original y el frenado de urgencia del material rodante se levanta.

11.15 Detección de velocidad

Descripción de la función :

La velocidad cero es una información utilizada por el material rodante y el CBTC en la lógica de anulación del freno de urgencia o la apertura de las puertas, esta información es calculada de forma independiente por el MRO y el CBTC pero puede ser comunicada al otro sistema a fin de mejorar el nivel de disponibilidad y de seguridad.

El sistema del CBTC tiene que proveer al MRO la velocidad calculada por el CBTC ***(V CBTC).***

El sistema del MRO tiene que proveer al CBTC la velocidad calculada por el MRO ***(V MRO)***

11.16 Lado de servicio de las puertas

Descripción de la función :

Cualquier sea su posición en la línea, el CBTC proporciona al material rodante un lado de servicio según la posición y la orientación del tren en la línea.

El CBTC informa el MRO del lado de servicio según la localización y la orientación del tren *(LServDe y LServIz)*

En caso de falla de la localización del CBTC, el MRO memoriza el último lado de servicio proveído por el CBTC

En caso de pedida de liberación de puertas, el MRO libera las puertas del tren únicamente por el lado de servicio proveído por el CBTC.

Autorización apertura de las puertas

Descripción de la función :

Esta función tiene como objetivo autorizar en seguridad la apertura de las puertas del tren.

La autorización es presente únicamente cuando se cumplen todas las condiciones para el embarque y desembarque seguro de los pasajeros (tren correctamente parado en el andén e inmovilización garantizada por el MRO)

En modo de conducción PA y CMC, el CBTC autoriza el MRO *(AAP_De y AAP_Iz)* la apertura de las

puertas por los lados autorizados (lado derecho o izquierdo o ambos lados) cuando todas las condiciones están presente

En modo CBTC (PAI, PA y CMC), el MRO abre las puertas únicamente por los lados autorizado por el CBTC

Mando individual de apertura puertas

Descripción de la función
Esta función tiene como objetivo pedir al MRO la apertura de las puertas del tren según los mandos del CBTC o del conductor.
El MRO tiene que:
mandar individualmente la apertura de las puertas indicadas por el CBTC (a condición que la apertura está autorizada por el CBTC)
avisar el CBTC en caso de falla de una puerta del tren a fin de impedir la apertura de la puerta de andén correspondiente y avisar los pasajeros en el andén.

En CBTC indica al MRO la lista de las puertas que tiene que abrir (M_IApuertas)

En MRO abre únicamente las puertas de la lista proveída por el CBTC a condición que la apertura es autorizada por el CBTC.

En caso de indisponibilidad de una puerta del tren, el MRO avisa el CBTC de la ubicación de la puerta fuera de servicio **(L_puertasFS).**

Entrada y salida en un tren parado en PAI

Descripción de la función:

El personal autorizado necesita entrar o salir en un tren en PAI parado en la vía por el medio de las puertas de servicio ubicadas en los coches de extremidades del tren.

Nota: Las puertas de servicio son las primeras puertas de acceso al salón de pasajeros (después de las puertas de cabina).

En caso de utilización de las puertas de servicio, el MRO avisa el CBTC ***(U_puertasS).***

11.17 anulacion apertura de puertas

Descripción de la función:

Esta función tiene como objetivo pedir al MRO de mantener el cierre de las puertas del tren por el lado derecho o izquierdo cualquier sea su posición en la línea.

Cuando esta información es presente, las puertas no pueden ser liberadas.
Cuando esta información no es presente las puertas pueden ser liberadas.

El sistema CBTC manda al MRO una anulaion de apertura puertas por el lado derecho o izquierdo a fin de mantener el cierre de las puertas ***(I_ApuertasDe y I_ApuertasIz)***

El MRO impide la apertura de puertas por el lado derecho o izquierdo cuando la anulacion de apertura es presente

11.18 Mando individual de cierre puertas

Descripción de la función
Esta función tiene como objetivo pedir al MRO el cierre de las puertas del tren indicadas por el CBTC

El MRO inicia una secuencia de cierre las puertas indicadas por el CBTC (*M_Icpuertas)*

Control de las puertas

Descripción de la función:

Esta función tiene como objetivo de verificar que:

- las puertas del tren están cerradas
- las puertas del tren están enclavadas
- las puertas del tren están abiertas

El MRO informa el CBTC sobre el estado cerradas o abiertas de las puertas del tren por el lado derecho e izquierdo *(P_CerDe y P_CerIz).*

El MRO informa el CBTC sobre el estado puertas enclavadas del tren por el lado derecho y izquierdo (P_EnclDe y P_EnclIz).

El MRO informa el CBTC sobre el estado de todas las puertas abiertas ***(T_Pab)*** del tren por el lado derecho y/o izquierdo.

11.19 Detección de obstáculo de las puertas del tren

Descripción :

En caso de detección de obstáculo al cierre de una puerta del tren, el MRO tiene que parar la secuencia de cierre, relajar el esfuerzo sobre esta puerta y hacer automáticamente otra secuencia de cierre.

Después dos intentos (valor parametrizado) , en caso de no lograr el cierre de la puerta, la puerta se deja liberada y se informa el CBTC.

En caso de no lograr el cierre de la puerta después una detección de obstáculo de puertas ***(D_ObsP)*** al cierre de una puerta del tren, el MRO avisa el CBTC y deja la puerta liberada

11.20 Pilotaje del tren

Descripción de la función

En PAA, MA, PA o CMC, el CBTC asegura el pilotaje automático del tren por el medio de instrucciones de tracción o frenado transmitidos al material rodante por el medio de la red informática del MRO.

El CC proporciona una consigna de esfuerzo con ayuda del dato de interfaz ***Mando_esfuerzo*** cuyo valor indica el tipo, la tracción o el frenado, y el nivel del esfuerzo pedido.

El CBTC manda al MRO un esfuerzo a «corregir» en función de la masa y la posición del tren

El CBTC manda al MRO un esfuerzo a «corregir» en función del tipo de marcha del tren (pedida por el ATS)

El valor es negativo para un esfuerzo de frenado, positivo para un esfuerzo de tracción.

Debido al formato del dato de interfaz, el CBTC no puede mandar a la vez la tracción y el frenado.

A fin de realizar maniobras en zonas con velocidad reducida (lavadora, garaje) el CBTC tiene que garantizar un modo de maniobra con una velocidad muy baja de 3 km/h

El CBTC transmite al MRO instrucciones de tracción o frenado (***Mando_esfuerzo***) relacionadas a las marchas siguientes:

- Marcha económica
- Marcha normal
- Marcha acelerada
- Marcha lluvia

El CBTC transmite al MRO instrucciones de marcha de maniobra CBTC con una velocidad de 3 km/h ***(Ma_Man3).***

En modo de conducción CBTC (PAI, PA y CMC), el MRO aplica las instrucciones de tracción o frenado pedidas por el CBTC

11.21 Detección de patinaje o deslizamiento esta funcvionalidad

Descripción de la función:
A fin de detectar la presencia de zonas con adherencia reducidas, el MRO debe detectar la ocurrencia de patinaje y deslizamiento y avisar el CBTC

El MRO debe detectar la ocurrencia de patinaje /deslizamiento y avisar el CBTC de la ocurrencia sobre los coches, inicio y duración *(Pat_Desli)*

11.22 Gestión en caso de accionamiento de una palanca de urgencia

Descripción de la función

El MRO informa el conductor y el sistema CBTC del estado de las palancas de urgencia KFS y provea en caso de activación la ubicación de la palanca de urgencia KFS activada.

En caso de activación de una palanca de urgencia KFS el conductor o el operador del ATS (PCC) son

capaces de resetear a distancia la palanca activada.

El MRO informa el conductor y el sistema CBTC del estado y de la ubicación de las palancas de emergencia KFS ***(Pal_KFS)***.

El sistema CBTC pide al MRO el orden de reseteo de una palanca de urgencia KFS activada (Res_Pal_KFS)

El MRO es capaz de resetear a distancia la palanca de urgencia KFS activada según los mandos del CBTC o del conductor.

11.23 Gestión en caso de accionamiento de un desenclavador de puerta

Descripción de la función:
El MRO informa el conductor y el sistema CBTC del estado de los desenclavadores de puerta y provea en caso de activación la ubicación de los desenclavadores de puerta activados.

El MRO informa el conductor y el sistema CBTC del estado y ubicación de los desenclavadores de puerta (*Des_Puertas)*.

11.24 Estado del material rodante

Descripción de la función:

El MRO debe verificar el estado de funcionamiento de sus componentes y transmitir al CBTC el estado del MRO en tiempo real
En caso de falla, el MRO tiene que informar el CBTC.

El CBTC según las recomendaciones de **"EL OFERENTE GANADOR"** del MRO, impedirá los movimientos y segun el tipo de avria, utilizara el tren con restricciones de velocidades.

El proveedor del MRO tiene que difinir el nivel de gravedad de las fallas de todos los componentes del material rodante y las eventuales restricciones de utilización relacionadas (prohibición de movimiento, retiro del tren al próximo terminal, restricciones de velocidad,..)

El MRO tiene que garantizar al CBTC el estado de funcionamiento de sus componentes y transmitir al CBTC el estado de funcionamiento de todos los subsistemas y el nivel de gravedad de las fallas. ***(Est_MRO***

Nota (lista non exhaustiva):

- Sistema de pilotaje
- Sistema de frenos
- Sistema de tracción
- Sistema de suspensión
- Sistema de energía neumática (aire comprimido)

- Sistema de puertas
- Sistema audio video
- Estado de los neumáticos

11.25 Identificar un tren

Descripción de la función:

Cada tren de la red de México debe ser identificado con un dispositivo que contiene el número del tren y las características de cada tipo de tren (línea, tipo de tren, Numero, longitud,..).

Este dispositivo debe permanecer en el tren también en caso de remplazo de un calculador u otro componente del CBTC.

En la fase de diseño detallada se definirán cual son los equipos CBTC que necesitan este dispositivo de identificación y como mantener este al tren (hueco, anillo,..)

El CBTC debe identificar cada tren de la red de México con los datos siguientes:

- Tipo de material rodante
- Composición del tren
- Numero de tren
- Número del calculador
- Todas otras características necesarias según los criterios del contratista del CBTC.

El contratista del CBTC debe identificar todos trenes y equipos CBTC capaz de ser utilizado en la línea 1 en CBTC

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante debe proveer un dispositivo de fijación (anillo, hueco, ..) del dispositivo de identificación del tren cerca de los componentes del CBTC que necesitan este dispositivo (calculadores, VisuCab, radio).

En caso de intercambio de los componentes del CBTC este dispositivo permite mantener el dispositivo de identificación

11.26 Gestión del frenado de urgencia

Descripción de la función:
En caso de situación contraria a la seguridad el CBTC necesita pedir un frenado de urgencia a fin de parar el tren sin reinyectar corriente tracción.

El MRO debe avisar el CBTC en caso de aplicación de frenado de urgencia y su causa.

El conductor o el operador del PCC debe tener la posibilidad de anular el frenado de urgencia pedido por el CBTC (después un detección de obstáculo por ejemplo).

En caso de falla parcial del sistema de frenado de urgencia, el MRO puede proveer un frenado de urgencia degradado pero que permite la utilización del tren con restricciones de velocidades.

El CBTC tiene la capacidad de pedir un frenado de urgencia al MRO ***(No_FU)*** y avisar el MRO de la causa del FU ***(Cau_FUCBTC)***.

El MRO tiene que garantizar al CBTC un frenado de urgencia a fin de inmovilizar un tren sin reinyectar corriente

El MRO tiene que informar el CBTC cuando hay un frenado de urgencia aplicado ***(FU_apl)*** y su causa (Cau_FUa

Una vez pedido por el CBTC, el frenado de urgencia es irrevocable. El MRO tiene que parar antes de levantar el frenado de urgencia

Cuando las condiciones del frenado de urgencia ya no están presentes, el conductor por el medio de un botón debe tener la posibilidad de anular la memorización por el CBTC del frenado de urgencia.

MRO provea al CBTC el mando del conductor ***(AmFU)***.

Cuando las condiciones del frenado de urgencia ya no están presentes, el operador del PCC debe tener la posibilidad de anular la memorización por el CBTC del frenado de urgencia.
El CBTC provea al MRO el mando del operador ***(TC_AmFU)***.

En caso de falla o de configuración anormal del sistema de frenado, el MRO tiene que informar el CBTC del estado del sistema de frenado de urgencia ***(Est_sFU).***

Nota: En caso de aviso por el MRO de una falla o de una configuración anormal del sistema de frenado, el CBTC tiene que adaptar la velocidad del tren según el nivel de gravedad del sistema de frenado.

11.27 Grabación de los datos

Descripción de la función

A de analizar un incidente o una falla, el material rodante tiene que recibir y grabar todos los mandos y estados significantes del comportamiento del CBTC

Estos datos tienen que ser definidos en la fase de diseño detallada

El CBTC tiene que mandar al grabador de eventos del material rodante todos los datos significantes necesario a la analiza de un disfuncionamiento ***(Dat_Grab).***

Todos los datos deben tener la hora del sistema CBTC

11.28 Frenado de estacionamiento

Descripción de la función

Al fin de servicio, es necesario garantizar la inmovilidad del tren antes de apagar los trenes.

Se garantiza la inmovilidad aplicando un frenado de emergencia (el CBTC no apaga el tren sin confirmación de frenado de estacionamiento aplicado)

En caso de necesidad, el freno de estacionamiento puede también ser utilizado para un arranque de un tren en rampa

El CBTC debe tener la posibilidad de suprimir el frenado de estacionamiento

El CBTC tiene que pedir o suprimir al MRO la aplicación del frenado de estacionamiento ***(Ap_Fes)***

El MRO tiene que aplicar o suprimir el frenado de estacionamiento según los órdenes del CBTC y avisar el CBTC del estado del frenado de estacionamiento ***(C_Ap_Fes).***

11.29 Detección de humo e incendio en el tren

Descripción de la función

A fin de asegurar la seguridad y limitar los danos en caso de incendio en los coches, se necesita informar inmediatamente el PCC en caso de detección de humo y el incendio

El MRO tiene que proveer un dispositivo de detección de humo e incendió en cada coche y transmitir en tiempo real el estado al CBTC.

11.30 Detección de incendio en el bogíe

Descripción de la función:

A fin de asegurar la seguridad y limitar los danos en caso de incendio a nivel del bogí, se necesita:

- informar inmediatamente el PCC en caso de detección de incendio del tren (coche o en los cofres).
- El PCC (a través del CBTC) avisa el MRO en caso de incendio exterior (al tren) a fin de cortar la ventilación del tren.

El MRO en caso de detección incendió en un tren (coche o bogí) tiene que informar el CBTC en tiempo real ***(Det_Inc_T).***

El CBTC en caso de detección incendió en el túnel o en estación tiene que informar el MRO en tiempo real ***(Det_Inc_V).***

12 **Ayuda al mantenimiento**

12.1 Realizar el mantenimiento de un tren

Descripcion de la funcion :

En caso de mantenimiento hay que garantizar la nmovilizacpon del tren

El taller de Zaragoza es bajo cobertura de la radio del CBTC, entonces, el PCC no debe ser capaz de mandar Orden (por ejemplo encender o apagar el tren) y las alarmas del teen no deben ser transminitdas al PCC a fin de no molestar la operación

El MRO tiene que proveer un conmutador modo de mantenimiento que garantiza la ausencia de tracción y avisar el CBTC que el tren está en mantenimiento ***(M_Mant)***.

12.2 Facilitar el mantenimiento

Descripción de la función:

En caso de mantenimiento el diseño de las interfaces debe permitir un cambio fácil de los elementos del CBTC

El diseño de instalación de los equipos CBTC en caso de cambio de un equipo CBTC no debe

necesitar el desmontaje de otros conectores o cajones de otro sistema

El montaje o desmontaje de los equipos CBTC con la herramienta no debe presentar dificultad (utilización de llaves dinamométricas

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que proveer una toma de corriente cerca de los calculadores del CBTC y la posibilidad de conectar la herramienta de mantenimiento

12.3 Ayuda a la Operación

12.4 Autorizar el franqueamiento de una señal con aspecto restrictivo

Descripción de la función:

En caso de falla del sistema de señalización y siguiendo las reglas de operación, el PCC tiene la posibilidad de autorizar a un tren en CBTC el franqueamiento de una señal con aspecto restrictivo con restricciones de velocidad.

Cuando el PCC da la orden al conductor de franquear la señal con aspecto restrictiva, el conductor lo lograra oprimiendo el botón "BV" (Botón de Vigilancia) y traccionando y accionando el arillo de hombre muerto hasta que el tren encuentra condiciones para tomar el PA; el tren avanza en PA con todas las condiciones de seguridad (velocidad reducida).

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que proveer un botón "BV" (Botón de Vigilancia) y mandar el estado oprimido o no oprimido del botón “BV” al CBTC ***(B_BV)***

12.5 Mando faro en servicio

Descripción de la función:

A de visualizar la presencia de objeto en la vía con las cameras embarcadas el operador del PCC debe tener la posibilidad de encender los faros del tren.

El CBTC transmite al MRO los mandos para encender o apagar los faros de cada extremidad del tren con 2 valores de intensidad ***(TC_faro).***

El MRO tiene que encender o apagar los faros de cada extremidad del tren según los mandos del CBTC y avisar el CBTC del estado encendido o apagado de los faros ***(Es_faro***

12.6 Luces de identificación del tren

Descripción de la función:

A fin de indicar el número de tren y el indicador de dirección, el CBTC debe tener la posibilidad de encender o apagar estas indicaciones

El CBTC transmite al MRO las indicaciones de identificación del tren que deben aparecer en la parte superior del tren ***(T_Id)***.

El MRO tiene que encender o apagar el número y el indicador de dirección según los mandos del CBTC y avisar el CBTC para confirmación ***(Es_T_Id)***

12.7 Conteo de pasajeros

Descripción de la función:

A fin de adaptar la demanda y optimizar las tablas de horarios el personal de operación necesita conocer la cantidad de pasajeros transportados.

La cantidad de pasajero por coche es proveída por un sistema externo, pero a fin de aumentar la fiabilidad y la disponibilidad se utilizara el nivel de carga de cada coche a fin de calcular la cantidad de pasajeros, (información de carga proveída por el MRO y estimación de número de pasajeros realizado por el ATS)

El MRO tiene que transmitir los valores de carga por coches al CBTC a cada parada del tren ***(V_CpC)***

12.8 Ahorro de energía

Descripción de la función:

Afin de disminuir el consumo de energía, el sistema tiene que ser capaz de cortar la iluminación y la ventilacion cuando el tren no está utilizado (con mandos en ambas cabinas al neutro).

El CBTC pide al MRO ahorrar energía cortando la iluminación y la ventilacion de los coches ***(TC_AE)***

El MRO según los órdenes del CBTC corta la iluminación y la ventilación de los coches y confirma al CBTC el estado de la iluminación y ventilación ***(Es_TC_AE)***

12.9 Sincronización de la hora

Descripción de la función:

A fin de tener la misma hora de referencia, y facilitar el analisis de falla, el MRO debe tener la posibilidad de sincronizar la hora del TMC a la hora de referencia del CBTC.

El sistema CBTC utilizara un sistema de referencia horaria basado sobre servidor NTP u hora GPS.

El CBTC manda al MRO la hora de referencia del sistema ***(H_Ref)***.

El MRO utiliza la hora de referencia del sistema CBTC a fin de sincronizar la hora del IHM.

13 **Implementación de los equipos del CBTC en el tren**

13.1 Equipos CBTC en los Coches de Extremidad

13.2 Ejemplo de cabina de conducción CBTC con VisuCab

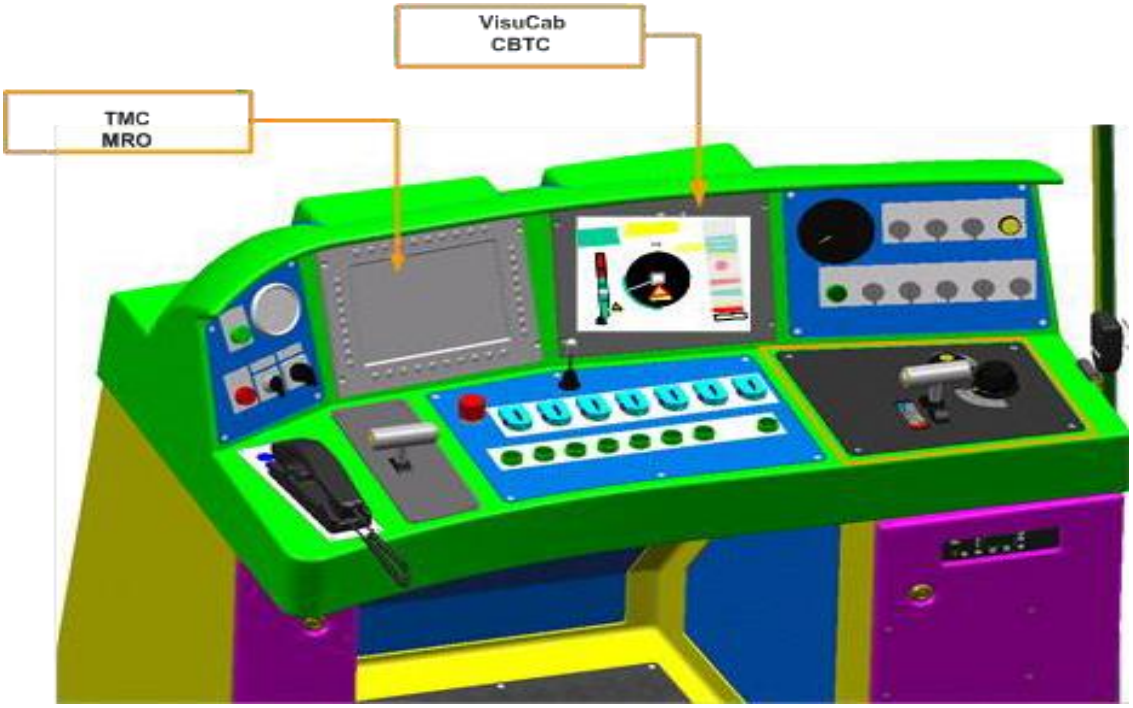


Figura 17. - *Ejemplo de cabina con VisuCab y TMC (ejemplo no contractual)*

"**EL OFERENTE GANADOR**" de MRO tiene que prever en el diseño del MRO la instalación en cada coche de extremidad una pantalla CBTC VisuCab.

13.3 Interface eléctricas

El CPU radio, el modem radio son conectados a la red del CBTC por medio de cables de red o de conexión serie.

Según la arquitectura, el VisuCab es conectado a la red del MRO por medio de cables de red

13.4 Alimentación de los equipos

El CPU radio, el modem radio y el VisuCab necesitan ser alimentados según las características de cada equipo (a ver en fase de diseño)

13.5 Coches intermediarios

Según los requerimientos y la posición de los calculadores CBTC, se puede necesitar instalar un conmutador informático para la red del CBTC.

13.6 Presentación de los equipos

13.7 Interfaz mecánica

A definir entre "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO y el contratista del CBTC en la etapa de revision de diseño.

13.8 Interface eléctricas

El conmutador de red CBTC tiene que ser conectado a la red del CBTC por el medio de cables de red.

13.9 Alimentación de los equipos

El conmutador de red CBTC tiene que ser alimentado según las características del equipo (a ver en fase de diseños preliminar)

13.10 Interface eléctricas

Los calculadores son conectados por el medio de conectores a los elementos siguientes:

- Líneas de tren para las Entradas y Salidas
- Los odómetros
- Las antenas de balizas
- Equipos de red CBTC y del MRO

13.11 Alimentación de los equipos

Los calculadores son alimentados por medio de cables con conectores.

13.12 Equipos CBTC y montaje del CBTC

El suministro de todos los equipos que conforman al CBTC; Modulos de control, Modulos electronicos antenas, antenas lectoras de Baliza, Radios, ruedas fonicas, Visucab, conectores, accesorios, arneces cableados especiales, repetidores, etc, deberan ser suministrados por el licitante ganador del CBTC. El licitante ganador del CBTC tendra que realizar el estudio de instalacion y conexcion de sus equipos. En la etapa de revision de diseños el representante tecnico del licitante ganador del MRO y el representante tecnico licitante ganador del CBTC asi como el representante tecnico del STC, definiran los detalles y requerimientos necesarios a conciderar en el MRO para el montaje e instalacion de los equipos del CBTC en el MRO. Una vez definido lo anterior y validado por todas las partes, las adecuaciones que se requieran a nivel del MRO estaran a acargo del licitante ganador del MRO y se definira el programa de ejecucion a fin de que exista sincronia en la implementacion de ambos proyectos. Es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar el correcto montaje e instalacion de sus equipos en el tren, de tal manera que se garantice al STC el correcto funcionamiento de todas las interfaces electricas y mecanicas, asi mismo es responsabilidad del licitante ganador del CBTC supervisar en planta del fabricante del MRO, en conjunto con personal del STC, las pruebas estaticas y dinamicas en planta.

Para el caso de la implementacion del sistema CBTC en 10 trenes NM-16, de igual manera se debera respetar lo antes citado, en el entendido de que es un tren que ya esta fabricado y en servicio, por lo que el licitante ganador del sistema CBTC debera de elaborar los estudios para la adecuacion de este tipo de tren al sistema CBTC, y una vez definido y avalado por los representantes tecnicos del STC y del licitante ganador del MRO, las adecuaciones que se requieran a nivel del MRO estaran a acargo del licitante ganador del MRO, en los terminos antes citados para los Trenes nuevos.

- Límite de prestaciones
  - El contratista del CBTC entrega los odómetros y las antenas balizas a "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO
  - "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO instala los odómetros y las antenas balizas del contratista del CBTC.

14 **alcance de "el oferente ganador" mro y del contratista cbtc**

Este capítulo describe las responsabilidades de cada proveedor.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante provea:

- Todo el cableado de las interfaces CBTC MRO incluyendo los conectores y cables con los equipos del CBTC.
- Todos los disyuntores del CBTC y el monitoreo de los disyuntores
- Este cableado incluye los cables de alimentación, las conexiones entre los coches, los calculadores del CBTC, las líneas de tren, la red del MRO, los cables de las antenas de lectura baliza y radio, los captores de velocidad
- Todos los elementos de fijación de los equipos CBTC en los cofres, armarios (chasis)
- Un punto de fijación para los dispositivos de identificación del tren

- Los elementos de interface mecánica (con estudio y planos) y fijación de los odómetros con los ejes
- El sistema de fijación de la o las antenas de lectura balizas
- Los tornillos de fijación y los cables de conexión de tierra y masa
- Toda la herramienta de montaje y de prueba necesaria para el montaje de los conectores y cables
- El control de continuidad y aislamiento del cableado del MRO y los reportes de prueba

El contratista del CBTC provea e instala de:

- Los elementos del CBTC (cajones y elementos del CBTC)
- Todos los cables entre los equipos internos del CBTC
- El dispositivo de identificación del tren con su dispositivo de fijación
- Los equipos del sistema de medición de velocidad (odómetros)
- La(s) antena(s) de lectura de balizas
- Los elementos del sistema de radio y red del CBTC (CPU, modem, antenas, conmutador,..)
- El simulador de CBTC embarcado

Una vez los equipos instalados, el contratista del CBTC alimenta los equipos CBTC y realiza las pruebas estáticas y dinámicas:

14.1 Tabla de alcance entre PROVEEDORES MRO y CBTC

Equipos/Responsabilidad	Especificaciones		Diseño		Fabricación y Suministro		Instalación y Montaje		Pruebas Estáticas		Pruebas Funcionales	
	MRO	CBTC	MRO	CBTC	MRO	CBTC	MRO	CBTC	MRO	CBTC	MRO	CBTC
Calculadores CBTC, CPU radio, Modem, Conmutador informático												
Equipos CBTC		X		X		X	X		X	X	X	X
líneas de tren y buses de comunicación de tren	X	X	X		X		X		X	X	X	X
Conectores, cablots,arneces etc. Propios del CBTC		X		X		X	X		X	X	X	X
alimentación y protecciones eléctricas y líneas puesta a tierra.		X		X	X		X		X	X	X	X
Soporteria, alojamientos, cofres para los equipos del CBTC		X	X		X		X		X	X	X	X

El oferente ganador del sistema CBTC diseñara y suministrara los cablots y arneces considerando el extremo cableado al tren desde los borneros que disponga el MRO hasta sus equipos.

El contratista del CBTC tiene que proveer todas las referencias e informacion necesaria para la interconexcion de los cableados propios del CBTC con el tren.

14.2 Pruebas de tipo en la fábrica del MRO con el primer tren

- Verificaciones de instalación del CBTC (interfaces mecánicas, eléctricas)
- Verificación de las interfaces de redes (VisuCab, protocolo de comunicación,.
- . En la vía de prueba
- Verificación de la facilidad de pilotaje del tren

- De las características dinámicas de frenado y tracción del tren

15 Exigencias Técnicas

15.1 Alimentación eléctrica

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO proveerá una alimentación baja tensión permanente a los equipos del CBTC de 72 VCC.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO garantiza la protección de las alimentaciones del CBTC con disyuntores (el valor tiene que ser definido por el contratista del CBTC).

En caso de tensión batería fuera de las tolerancias, el CBTC tiene que aislar sus salidas

El consumo eléctrico total de los equipos del CBTC tiene que ser inferior a 800 W

En caso de pérdida de la alimentación tracción o de una falla de convertidor, "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO garantiza la alimentación de los equipos del CBTC durante 1 (una) hora.

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO garantiza la alimentación de los equipos del CBTC de un tren apagado durante 96 horas.

15.2 Ventilación de los equipos del CBTC

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que proveer un armario o un cofre con aperturas suficiente para la evacuación del calor de los equipos CBTC

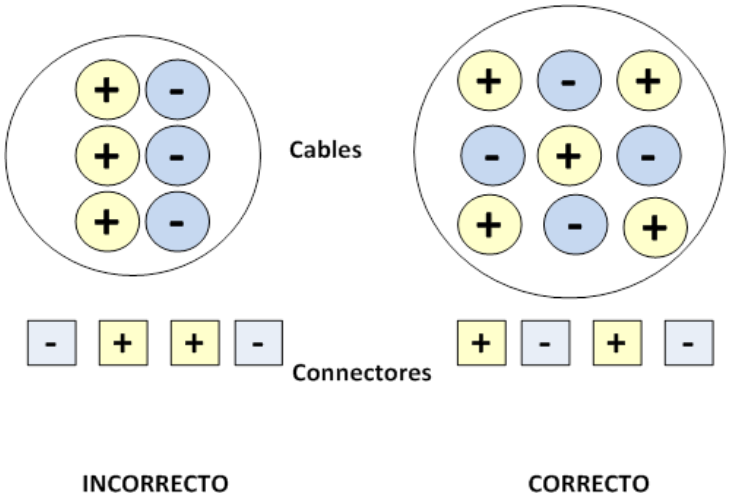
"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que proveer armarios o cofres para el CBTC capaces de ser ventilados con aperturas equipadas de filtros de aire fácil de cambiar.

15.3 Cableado de las informaciones de seguridad

Principio de seguridad pasiva del cableado:

A fin de reducir el riesgo de realimentación en caso de cable dañado o de parte metálica se recomienda realizar el diseño de cable y de los conectores de manera a no realimentar el hilo o la terminación del conector el más cerca.

Nunca se debe encontrar dos hilos con la misma polaridad



Este se realiza utilizando par de hilos blindados y conectores que garantizan que en caso que 2 terminales o dos hilos se tocan se produce un corto circuito y no una realimentación no deseada (respecto de la norma NF F 74-101-1)
Cada circuito debe incluir en el mismo cable las dos polaridades de la señal: la fuente de alimentación y su común (0V).

A fin de evitar una realimentación no deseada, el diseño del cableado de "**EL OFERENTE GANADOR**" del CBTC y el del **OFERENTE GANADOR** del MRO TIENEN que cumplir con la norma NF F 74-101-1 para los cables y conectores que contienen informaciones de seguridad.

15.4 Entradas y Salidas todo o nada alámbricos

15.5 Principios generales

Cuando un blindaje es especificado, éste debe ser garantizado desde el principio hasta el destino.

Cuando un aislamiento es especificado, éste debe garantizarse desde el principio hasta el destino

15.6 Entradas ToR de seguridad

El equipo CBTC dispone de entradas de seguridad aisladas.

Una entrada de seguridad tiene dos estados:

- El estado "arriba" que es el estado permisivo,
- El estado "bajo" que es el estado restrictivo.

Las entradas se entregan al CBTC en forma de una tensión (en caso de adaptación, el contratista del CBTC realizara el estudio de la adaptación de tensión).

Todas las entradas se conectan al interior del cajón.

El contratista del CBTC tiene que proveer las características para entradas de seguridad, tal como:

- La corriente máx. de las entradas
- La duración mínima de la señal

Por razones de seguridad, "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO garantiza que para cada entrada de seguridad, la señal es asociada a una tensión:

- Inferior a 10 VCC para un estado restrictivo
- La tensión máxima garantizada en seguridad es de +75 VCC

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO debe garantizar que ningún defecto, fuera del CBTC, puede disimular el estado restrictivo de una entrada de seguridad

Para asegurar un estado permisivo de una entrada, el nivel de la señal debe ser superior a 50 VCC

15.7 Salidas ToR de seguridad

El CBTC dispone de salidas de seguridad
El MRO recibe estas salidas en forma de contactos de relevador (libre de tensión)

El contratista del CBTC tiene que entregar las características para las salidas ToR de seguridad, tal como:

- El poder de corte máx. de la carga
- El poder de corte relacionado con la duración del corte

"**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO tiene que dimensionar el diámetro de los hilos y los tipos de relés del tren según las características eléctricas de los circuitos de entradas y salidas del equipo CBTC.

Obligaciones hacia el MRO
Para razones de seguridad "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO garantiza que los contactos nunca circulara una corriente que exceda los valores definidos

Para razones de seguridad el contratista del CBTC garantiza que el contacto del relevador está:

- Abierto (ausencia de energía) para mandar un estado restrictivo.
- Cerrado (potencialmente tensión batería tren) para mandar un estado permisivo.

En caso de falla del CBTC, es posible colocar, de manera intempestiva, una salida en el estado permisivo por un período de tiempo máximo a proveer por el contratista del CBTC. "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO debe tener en cuenta esta obligación con el fin de prevenirse contra los

eventuales acontecimientos de no seguridad (memorización, enclavamiento de secuencia por ejemplo).

Cableado de las informaciones de no seguridad

15.8 Entradas ToR de no seguridad

El CBTC dispone de entradas de no seguridad aisladas
El CBTC recibe las entradas ToR en forma de un contacto alimentado por la tensión del tren.

Los niveles 0 y 1 de las entradas ToR del CBTC tienen que ser definidos por "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO y el contratista del CBTC.

Por ejemplo

- Nivel 0 cuando la tensión es inferior a 5 VCC
- Nivel 1 cuando la tensión es superior a 50 VCC e inferior a 72 VCC
- Corriente de la entrada 30 mA
- Tiempo de mantenimiento 1 s

15.9 Salidas ToR de no seguridad

El CBTC dispone de salidas de no seguridad que son aisladas y polarizadas.

Los niveles 0/1 y min./máx. de las salidas de no seguridad del CBTC tienen que ser definidos por "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO y el contratista del CBTC.

Por ejemplo

- Tensión de la salida al nivel 1 cuando la tensión es superior a 50 VCC e inferior a 75 VCC.

16 **Requerimientos de desempeño**

16.1 facilidad de pilotaje del tren en PA

Este apartado está diseñado para definir las características (parámetros y valores) para encontrarse con el material rodante, para alcanzar los objetivos generales de rendimiento para la conducción del tren en el modo PA.
Los objetivos para la conducción del tren son el respecto:

- Del Jerk (comodidad longitudinal de los viajeros, aceleración y desaceleración en modo nominal y máximo),
- De la parada de precisión (+ /-20 cm para el 99.997% de los casos sea en línea, en estación o en garaje),
- Del intervalo mínimo y velocidad comercial (cumplimiento de las fases de la velocidad de aceleración, deceleración, marcha a vela).

La eficiencia en la conducción del tren dependerá de:

16.2 La exactitud y la velocidad de las medidas y tratamientos realizados por el CBTC

El rendimiento de la respuesta del material rodante a los comandos emitidos por el CBTC,

Las perturbaciones externas (fallas, problemas de adherencia, estado y respuesta de la red de tracción...)

El Material Rodante tiene que adaptar su frenado según la carga del tren

Las características de pilotaje del tren deben ser verificadas por "**EL OFERENTE GANADOR**" del MRO y el contratista del CBTC en una vía de prueba.

Las características de pilotaje del tren deben permitir un pilotaje del tren a 3 km/h (en zonas de garaje, fin de vía, zonas con pendiente o en la zona de lavadora) sin golpe u oscilación.

Las características de pilotaje del tren deben permitir el pilotaje de un tren en PA parado en una rampa con una pendiente de la línea de valor máxima y con una carga máxima.
El retroceso del tren debe ser inferior al valor permitido por el CBTC.

17 **Requerimientos de mantenimiento**

El cambio de un elemento CBTC debe ser posible sin desmontaje de equipo o cableado de otro sistema.

El diseño de instalación de los equipos CBTC debe permitir un desmontaje fácil

"**EL OFERENTE GANADOR**" del material rodante tiene que proveer una alimentación 220VAC 300VA cerca del punto de conexión a los calculadores del CBTC.

18 **Condiciones y Requerimientos ambientales**

18.1 Vibración mecánica

Las interfaces entre el MRO y el CBTC embarcado tienen que ser compatibles con las vibraciones según los criterios conforme a la norma EN 61373.
(Ver normas de las especificaciones del Material Rodante – Ref.: STCL1-ESP-20302-MRO-SY-DOC)

18.2 CEM

Los requerimientos CEM son relacionados con el cableado entre el MRO y el CBTC Deben aplicarse las normas CEM para el cableado y la instalación del CBTC
Esta sección indica algunos requerimientos
El CBTC tiene que cumplir con la norma EN50121-3-2 (compatibilidad electromagnética con el material rodante)

Las interfaces eléctricas entre el CBTC y el MRO deben seguir las reglas siguientes:

- Utilización de cable de par trenzado blindado
- En caso de utilización de cable con múltiple cable de par trenzado cada cable tiene que ser blindado
- En caso de utilización de cable con múltiple cable de par trenzado el cable tiene que ser blindado
- Los conductores que no son utilizados tienen que ser conectados a la masa
- Los hilos de alimentación (positivo y negativo) tienen que ser reagrupado a fin de minimizar los campos magnéticos
- Cuando es posible, las señales con informaciones de baja potencia deben ser conectadas directamente sin pasar por un conector
- Cables con señales de baja potencia tienen que tener una trayectoria diferente de los cables con potencia
- Los cables tienen que ser instalados sobre soporte metálico (bandeja, conducto) para aumentar

el acoplamiento capacitivo y reducir las interferencias

- Las bandejas o conductos tienen que ser interconectados a la masa
- La puesta a tierra de los equipos CBTC y antena de baliza deben lograrse con uno o varios alambres trenzados. La trenza debe ser lo más corta posible entre el tornillo de conexión a tierra del equipo y la estructura del coche.
- La trayectoria de los cables CBTC debe ser diseñada de tal manera a evitar los cables que conducen corrientes de alta potencia. En caso de obligación, los cables deben ser cruzados con un ángulo de 90 grados

"EL OFERENTE GANADOR" del material rodante tiene que respetar las distancias entre los cables del CBTC y los cables de energía y alimentación tracción según las recomendaciones del contratista del CBTC

18.3 Temperatura

La gama de temperaturas de funcionamiento de los equipos CBTC debe cumplir con las condiciones de México:

Temperatura externa	Temperatura en el coche	Temperatura en los cofres
-10° C + 45 °C	-10° C + 55 °C	-10° C + 82 °C

18.4 Altitud

Los equipos CBTC Y MRO deben cumplir con la altitud de la ciudad de México 2250m (clase AX de la norma EN50125-1)

18.5 Indicé de protección

La ubicación de los equipos CBTC no está todavía definida. Entonces, el índice de protección (norma NF EN 60529) será definido en la fase detallada de diseño según la posición de los calculadores CBTC

- Odómetros, antenas radio y balizas: IP65
- Calculadores CBTC, conmutador informático en armarios en los coches: IP 51
- Calculadores CBTC, conmutador informático en cofres bajo los asientos: IP 54 o IP 55
- Calculadores CBTC, conmutador informático en cofres bajo los coches: IP 56

Además, los equipos CBTC expuestos tendrán que ser resistente a los UV o protegidos contra los UV

18.6 AIslamiento

Ver norma EN 50124 de las especificaciones del MRO

18.7 Fuego Humo

19 **Normas CBTC aplicables**

IEEE 1474.1	IEEE Standard for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements
IEEE 1474.2	IEEE Standard for User Interface Requirements in Communications-Based Train Control (CBTC) Systems
IEEE 1474.3	IEEE Recommended Practice for Communications-Based Train Control (CBTC) System Design and Functional Allocations
IEEE 1474.4	IEEE Recommended Practice for Functional Testing of a Communications-Based Train Control (CBTC) System
IEC 62290-1	Gestión del transporte guiado urbano y sistemas de mando/control Parte 1: Principios del sistema y conceptos fundamentales
IEC 62290-2	Gestión del transporte guiado urbano y sistemas de mando/control Parte 2 : Especificación de requisitos funcionales
EN 50126:	Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)
EN 50159	Railway applications – Communication, signalling and processing systems –Safety related communication in closed transmission systems
EN 50129	Railway Applications – Safety related electronic systems for signalling.
IEC 61508	Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable Electronic Safety-Related Systems
Seria 61375	Electronic railway equipment - Train communication network
EN 50125-1	Environmental conditions for equipment Part 1: Equipment on board rolling stock

20 Síntesis de las interfaces MRO-CBTC

21 Intercambios de seguridad entre el CBTC y EL MRO.

Nota: "de seguridad" quiere decir > SIL0

CBTC -> MRO

ITEM		
1.	Autorización tracción	AuTR
2.	Autorización Apertura Puertas lado Derecho	AAP_De
3.	Autorización Apertura Puertas lado Izquierdo	AAP_Iz
4.	Mandos para despertar y apagar un tren	Mdesapag
5.	Sentido de marcha CBTC S1	SMaS1
6.	Sentido de marcha CBTC S2	SMaS2
7.	Demanda de freno de inmovilisacion	Pinmov
8.	Velocidad 0	V0 CBTC
9.	Velocidad del CBTC	V CBTC
	Utilización de las puertas de servicio	U_puertasS
	Proibicion de la apertura puertas lado Derecho (Anulacion)	I_ApuertasDe
	Proibicion apertura puertas lado Izquierdo (Anulacion)	I_ApuertasIz
	Marcha de maniobra CBTC	Ma_Man3
	Reseteo de las palancas de emergencia KFS	Res_Pal_KFS
	Anulación memorización frenado urgencia operador	TC_AmFU
	Detección incendió en el tunel o estacion	Det_Inc_V
	Activación de los advertidores sonoros	Act_As
	Ahorro de energía	TC_AE

Cantidad 20

MRO -> CBTC

ITEM		
1.	Información estado acoplador extremidad S1	Es_CS1
2.	Información estado acoplador extremidad S2	Es_CS2
3.	Puertas cerradas lado Derecho	P_CerDe
4.	Puertas cerradas lado Izquierdo	P_CerIz
5.	Puertas enclavadas lado Derecho	P_EnclDe
6.	Puertas enclavadas lado Izquierdo	P_EnclIz
7.	Control de integridad del tren	INT
8.	Control de descarrilamiento	Descar
9.	Pedir un frenado de urgencia	No_FU
	Inhibición en local del control de las puertas del tren	Inh_KPT
	Tracción inhibida	AuTRInh
	Modos de conducción CMC del CBTC	M_CMC
	Modos de conducción PA del CBTC	M_PA

	Maniobra Automatica	
	Mando Aislamiento CBTC	MACBTC
	Cabina S1 activa	Cab1Act
	Cabina S2 activa	Cab2Act
	FU obstáculo S1	FUObstaS1
	FU obstáculo S2	FUObstaS2
	Velocidad del MRO	V MRO
	Estado de las palancas de emergencia KFS	Pal_KFS
	FU pedido por el MRO	FU_Apl
	Anulación memorización frenado urgencia conductor	AmFU
	Estado del sistema de frenado de urgencia	Est_sFU
	Detección incendió en un tren	Det_Inc_T
	Confirmación activación advertidores sonoros	Es_Act_As
	Confirmación Ahorro de energía	Es_TC_AE

Cantidad datos 27 Intercambios no de seguridad entre el CBTC y EL MRO

CBTC -> MRO

ITEM		
1.	Causa FU CBTC	Cau_FUCBTC
2.	Puerta anden fuera de servicio y N°	PaFS y NPaFS
3.	Consigna tracción frenado	CTF
4.	Lado de servicio derecho	LServDe
5.	Lado de servicio izquierdo	LServIz
6.	Mando individual de apertura puertas	M_IApuertas
7.	Mando individual de cierre puertas	M_Icpuertas
8.	Consigna tracción frenado (Posicion del manipulador)	Mando_esfuerzo
9.	Gestión del botón Maniobra automatica”	G_Par
	Informaciones sonoras del CBTC	Inf_S_VisuCab
	Informaciones visuales VisuCab	Inf_V_VisuCab
	Informaciones luminosas de los botones CBTC	Inf_Lbot
	Datos CBTC significantes para grabadora de eventos	Dat_Grab
	Aplicación del frenado de estacionamiento	Ap_Fes

Cantidad datos 14

MRO -> CBTC

ITEM		
1.	Puerta tren condenada y N°	Ptc y NPtc
2.	Puerta tren fuera de servicio y N°	PtFS y NPtFS
3.	Pedida disminución del consumo de energía	Pdce
4.	Corte inminente de la alimentación eléctrica de las baterías	CiAlBat
5.	Nivel de carga de las baterías y del tiempo disponible.	CBat

6.	Estado del tren	Apag, Desp, AteC, tren_listo
7.	Posición del selector de sentido marcha	SelMa
8.	Garantía de inmovilización	Ginmov
9.	Lista de las puertas fuera de servicio	L_puertasFS
	Todas puertas abiertas	T_Pab
	Detección de obstáculo de puertas	D_ObsP
	Patinaje /deslizamiento	Pat_Desli
	Desenclavadores de puerta	Des_Puertas
	Mando Maniobra Automatica	

15.	Causa FU pedido por el MRO	Cau_FUM RO
16.	Confirmación aplicación del frenado de estacionamiento	C_Ap_Fes
17.	Valores de carga por coches	V_CpC

Cantidad de datos 17

22 Resumen de las líneas de trenes necesarias para las interfaces MRO - CBTC

Cantidad de líneas de tren para las interfaces de seguridad: 47

- 20 salidas de seguridad para el CBTC
- 27 entradas de seguridad para el CBTC

Cantidad de líneas de tren para las interfaces que no son de seguridad: 8

- Todas las informaciones son intercambiadas por la red CBTC.
- Se necesitan 4 pares para la red A y B del CBTC

FIN DEL DOCUMENTO