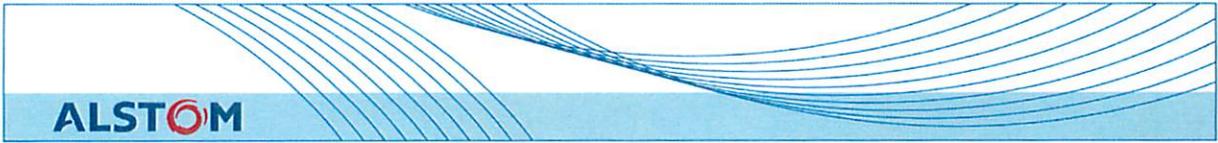


00000193

- ANEXO 1C -

**SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE TRENES -
TCMS**

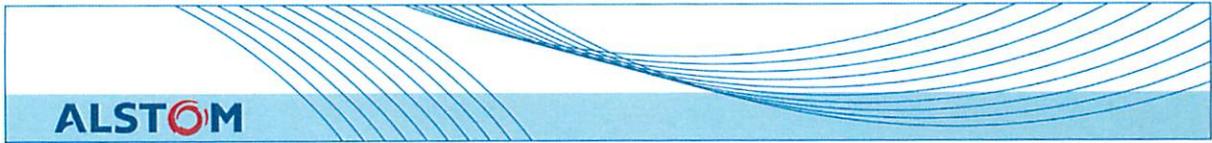


00000194

ANEXO 1C

SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE TRENES

1. VISIÓN GLOBAL DE NUESTRA OFERTA	3
1.1 Objetivo del documento.....	3
1.2 Abreviaturas.....	3
2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL TCMS/SCMT	5
2.1 Funciones operacionales del tren	5
2.1.1 Transporte de pasajeros.....	6
2.1.2 Operación del tren	6
2.1.3 Gestión de la Energía	8
2.1.4 Tracción y Frenado eléctricos.....	8
2.1.5 Frenado mecánico	8
3. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL TCMS/SCMT	8
4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO TCMS/SCMT	9
4.1. Unidad de Procesamiento Principal (MPU).....	9
4.2. Unidad de Visualización del Conductor (DDU).....	10
4.3. Módulo de Entrada/Salida Remota	10
4.4. Módulo de Entrada/Salida Remota (RIOM 2)	11
4.5. Repetidor MVB	11
5. INTERFACES DE LOS EQUIPOS DEL TREN	12
5.1 Red MVB	12
5.2 Red RS485.....	13
5.3 Desempeño del sistema.....	13
5.4 Distribución de las funciones principales entre las líneas de trenes y el TCMS/SCMT.....	14



00000195

6. SISTEMA DE DIAGNÓSTICO E INDICACIÓN DE FALLAS (DFIS)	15
6.1 Asistencia a la Operación (OA/AO)	15
6.1.1 Descripción de la OA/AO	15
6.1.2 OA/AO en detalle	15
6.2 Asistencia al Mantenimiento (MA/AM)	16
6.2.1 Descripción de la MA/AM	16
6.2.2 MA/AM en detalle	16
7. RAMS	18
7.1 Seguridad	18
8. REQUERIMIENTOS GENERALES	18
8.1 Condiciones ambientales	18
8.1.1 Vibración e impacto	18
8.1.2 Protección (IP)	18
8.1.3 Condiciones climáticas	18
8.1.4 Ambiente EMC	18
8.1.5 Condiciones de suministro de energía	18
9. REFERENCIAS DE PROYECTOS CON LA PLATAFORMA TCMS/SCMT	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: MPU 3U9	9
Figura 2: Evolución del DDU CMX I	10
Figura 3: RIOM 64/32	11
Figura 4: Repetidor redundante	12
Figura 5 – Arquitectura del TCMS/SCMT de los 7 carros	12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Abreviaturas	4
Tabla 2: Arquitectura del TCMS/SCMT	8
Tabla 3: Datos sobre el desempeño	13
Tabla 4: Funciones y controladores principales	14

1. VISIÓN GLOBAL DE NUESTRA OFERTA

1.1 Objetivo del documento

El objetivo del presente documento es la descripción del Sistema de Control y Monitoreo de Trenes (TCMS/SCMT) diseñado para el proyecto de la Línea 12 del STC – Metro de México, y para aplicarse únicamente a bordo.

También se suministran algunas interfaces necesarias para conectar los equipos externos (ATC, Radio) y que no forman parte de los alcances del Material Rodante (ver la hipótesis técnica en el s 5).

El documento describe en detalle:

- Las arquitecturas del TCMS/SCMT
- Una descripción funcional del TCMS/SCMT (por ejemplo: Asistencia en la Operación)
- Una descripción de la red del TCMS/SCMT (por ejemplo: modos de inicialización y de operación)
- Una descripción de los equipos del TCMS/SCMT (por ejemplo: Módulo de Entrada/Salida Remota)
- Los requerimientos generales del TCMS/SCMT.

1.2 Abreviaturas

ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
AIR	Unidad del Compresor de Aire
ATC	Pilotaje Automático
BCE	Controlador de Frenos Electrónico
BR	Repetidor de Barra Colectora
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión
CGP	Control General de Puertas
CVS	Convertidor Estático
DCU	Unidad de Control de Puertas
DDU	Unidad de Visualización del Conductor
DI/DO	Entrada Digital / Salida Digital
ETF	Electrónica de Control para Propulsión y Frenos
EVR	Grabador de Eventos
M	Carro Motriz no líder
MPU	Unidad Principal del Procesador
MTBF	Tiempo Medio Entre Fallas




ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN
OCC	PCC - Puesto Central de Control
PAI	Difusión e Información Públicas
PCE	Controlador Electrónico de Propulsión
Rc	Carro líder
RIOM	Módulo de Entrada/Salida Remota
SL	Enlace en Serie
TBD	Por Determinar
TCMS	Sistema de Control y Monitoreo de Trenes

Tabla 1: Abreviaturas




2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL TCMS/SCMT

Todas las funciones operacionales del tren, o básicamente los controles y el monitoreo requeridos para que circule el tren y para manejar las diferentes interfaces hombre-máquina, son proporcionadas por el Sistema de Control y Monitoreo de Trenes (TCMS/SCMT).

Según su nivel crítico, estas funciones operacionales del tren pueden ser implementadas ya sea en una base de lógica cableada o en una base de lógica programada, llevada a cabo por el Sistema de Cómputo a Bordo.

La elección entre ambos tipos de implementación se determina durante la fase de diseño.

Para el material rodante de la Línea 12 del STC – Metro de México, el software del TCMS/SCMT será diseñado de acuerdo con SILO, y se llevarán a cabo únicamente funciones con bajo nivel de integridad en la lógica programada. Las funciones de alto nivel de integridad serán desempeñadas por medio de conexiones fijas.

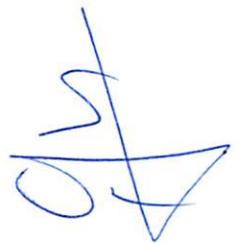
Todas las funciones de monitoreo (tales como: recolección de datos, análisis y transmisión de información, durante operaciones bajo condiciones normales o durante operaciones de mantenimiento) se llevarán a cabo en lógica programada.

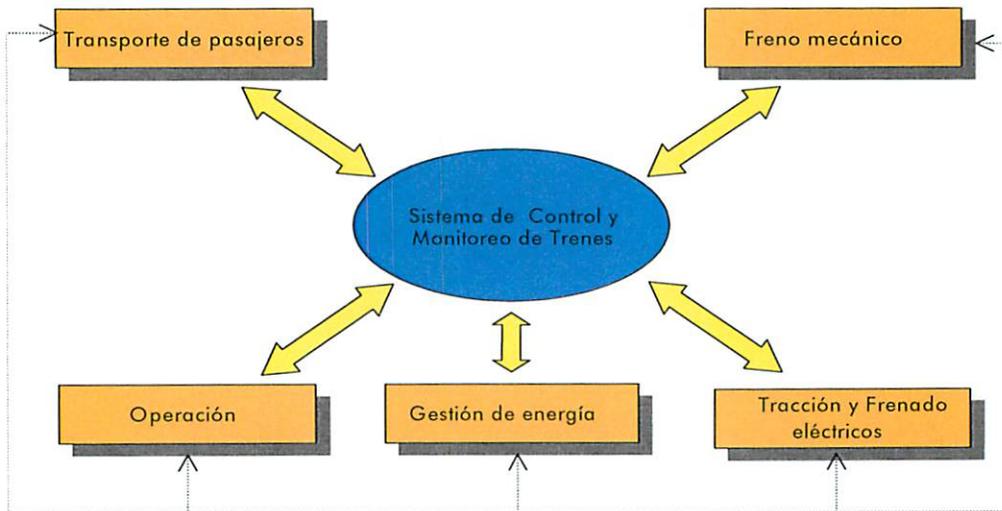
Cuando las funciones estén implementadas en una base de lógica programada, un alto nivel de su disponibilidad es asegurado por mecanismos de redundancia.

2.1 Funciones operacionales del tren

El proceso de desarrollo del TCMS/SCMT a nivel del tren es respaldado por una estructura desglosada en jerarquías para un acercamiento de los subsistemas.

El acercamiento a nivel del tren describe, en una estructura de arborescencia, los requerimientos de las funciones y sub-funciones agrupadas por Función Principal del Tren para cada subsistema. La estructura desglosada del primer nivel estándar que se utiliza en ALSTOM es como sigue:





00000199

2.1.1 Transporte de pasajeros

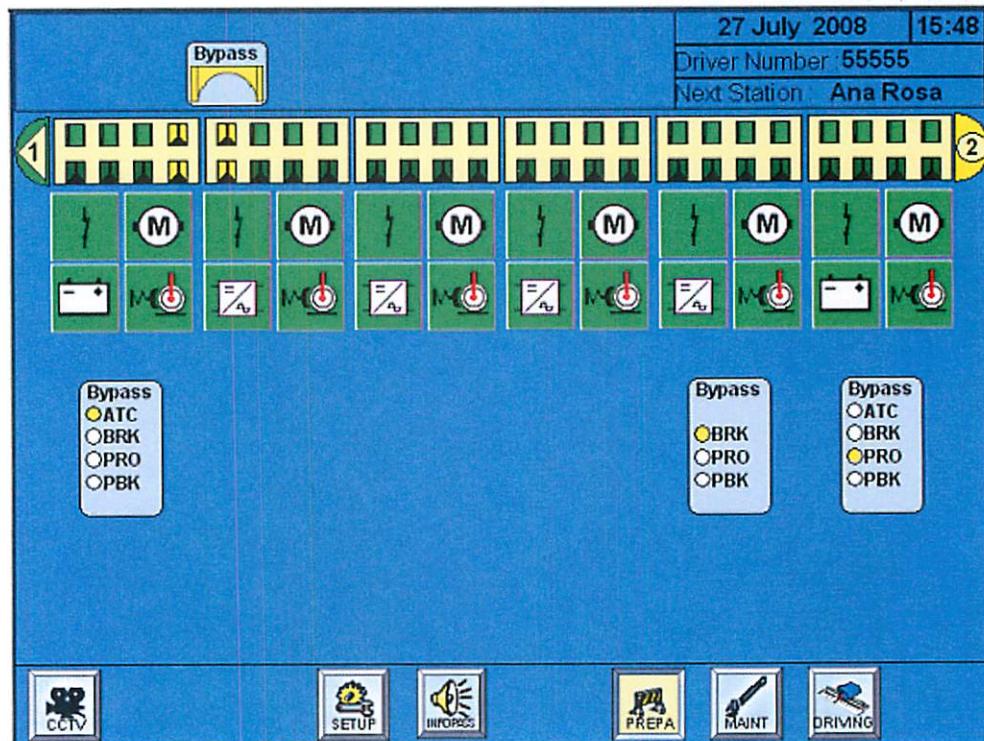
La función principal "Transporte de Pasajeros" cubre esencialmente todas las funciones operacionales en interface con los pasajeros y típicamente aquellas que gestionan: "Las puertas del compartimento", "El alumbrado", "Difusión e Información Públicas", "CCTV".

Los comandos de las puertas serán realizados por líneas de tren cableadas.

2.1.2 Operación del tren

La función principal "Operación" del tren cubre esencialmente todas las funciones operacionales que tienen interface ya sea con el conductor, para operaciones en condiciones normales, o bien con el personal de mantenimiento y típicamente con quienes manejen: "La gestión de los modos de operación", "Los Sistemas de Información a Pasajeros", "El sistema de comunicación por audio", "El Procesamiento de datos para ayudar al conductor durante condiciones normales de Operación", "El Procesamiento de datos para ayudar al personal de mantenimiento".

La interface del usuario se consigue a través de la Unidad de Visualización del Conductor (DDU). La DDU informa al conductor en tres modos: asistencia en la conducción (para ir al depósito, por ejemplo), monitoreo y asistencia al mantenimiento.



Ejemplo de asistencia a la conducción

Los siguientes conceptos pueden ser indicados en la unidad de visualización del conductor:

- Velocidad del vehículo
- Operación y estatus del sistema de frenos.
- Estatus de cada puerta
- Activación y estatus de la ventilación
- Estatus de la tracción
- Indicación de tensión elevada
- Estatus del convertidor auxiliar
- Estatus del freno de estacionamiento
- Estatus de Operación del sistema de información a pasajeros

2.1.3 Gestión de la Energía

La función principal "Gestión de energía" del tren cubre esencialmente todas las funciones operacionales para administrar la energía a bordo del tren, como: "Gestión de la alimentación de aire", "Alimentación de mediana y alta tensión".

2.1.4 Tracción y Frenado eléctricos

La función principal "Tracción y frenado eléctricos" del tren cubre esencialmente todas las funciones operacionales para gestionar: "La tracción eléctrica", "El frenado eléctrico".

El nivel de esfuerzo de la tracción y del frenado de servicio será implementado en una base de lógica programada.

El sentido de circulación es transmitido en todo el tren por la línea cableada del tren.

2.1.5 Frenado mecánico

La función principal "Frenado mecánico" del tren cubre esencialmente todas las funciones operacionales para la gestión de: "El frenado mecánico", "La mezcla".

El nivel de esfuerzo del frenado de servicio será implementado en una base de lógica programada.

La demanda de frenado de emergencia es transmitida en todo el tren por la línea cableada del tren.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL TCMS/SCMT

La flota de trenes para el proyecto de la Línea 12 del STC – Metro de México se compone de 30 trenes de 7 carros cada uno. No se prevén unidades múltiples.

A continuación se indica la arquitectura del TCMS/SCMT.

Equipo(s) / Carro(s) del TCMS/SCMT	Rc	M	M	M	M	M	Rc
MPU	1	0	0	0	0	0	1
DDU	1	0	0	0	0	0	1
RIOM1 : 64/32_2LS	1	1	1	1	1	1	1
RIOM2 : 32/16_2LS	1	0	0	0	0	0	1
Repetidor de Barra Colectora	0	0	0	0	2	0	0
Terminador MVB	1	0	0	0	0	0	1
Inserción de información	4	1	1	1	1	1	4

Tabla 2: Arquitectura del TCMS/SCMT




4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO TCMS/SCMT

El TCMS/SCMT se basa en la gama de productos AGATE LinkTM que está conectada a través de redes de procesamiento de datos.

4.1. Unidad de Procesamiento Principal (MPU)

La MPU suministrada para la aplicación de la Línea 12 del STC – Metro de México es un bastidor de 3U9/220mm. Se utiliza para realizar controles de alto nivel y el monitoreo de unidades conectadas sobre el chasis del vehículo.

Para cada tren, una Unidad Principal de Procesamiento (MPU), ubicada en cada carro Rc controla el TCMS/SCMT.

Las MPUs son totalmente redundantes y permiten toda la funcionalidad del TCMS/SCMT, aún en caso de una falla de MPU.

Una MPU normal y una MPU de respaldo están disponibles en la red. En modo nominal, la MPU maestra es la normal. La MPU esclava hace lo mismo que la maestra (monitoreo del dispositivo invitado, adquisición de redes), pero no es capaz de actualizar las salidas.

En virtud de que ambas MPUs monitorean y verifican su integridad en forma recíproca (a través de un canal específico), la esclava es capaz de detectar una falla en la maestra, y entonces se convierte en maestra y toma el control de las redes del vehículo.

- Tensión de alimentación: 72V
- Interface de la red : MVB EMD
- Índice de protección: IP20
- MTBF : 80000 h



Figura 1: MPU 3U9

4.2. Unidad de Visualización del Conductor (DDU)

- La DDU suministrada sería una CMX EVOL (de tipo compacto)
- Tensión de alimentación nominal: 72V
- Interface de la red: MVB EMD y Ethernet
- Índice de protección (panel delantero): IP 20
- MTBF : 60000 h

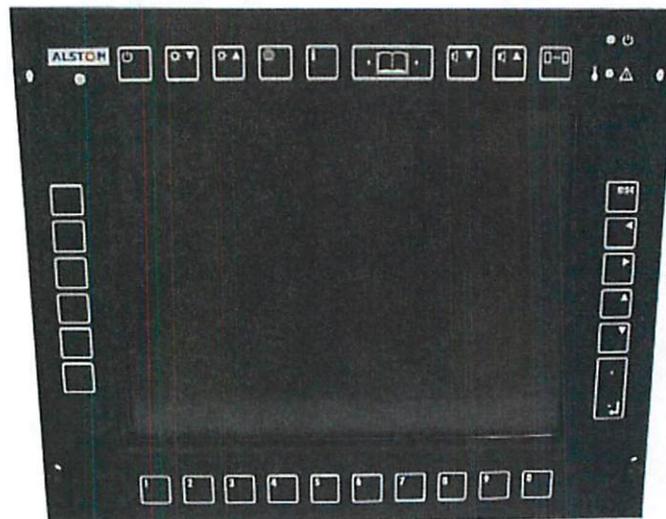


Figura 2: Evolución del DDU CMX I

4.3. Módulo de Entrada/Salida Remota

- Tensión de alimentación nominal: 72V
- Interface de la red: MVB EMD
- Configuración: enlaces en serie 64DI/32DO/2
- Protocolo de enlaces en serie: HPTS
- Número máximo de equipos conectados en el mismo enlace en serie: 5
- Índice de protección: IP 20
- Cumple con la norma EN 50155– clase T3
- 1 por carro M
- MTBF : 100000 h

4.4. Módulo de Entrada/Salida Remota (RIOM 2)

- Tensión de alimentación nominal: 72V
- Interface de la red: MVB EMD
- Configuración: enlaces en serie 64DI/32DO/2, 4 entradas y salidas analógicas
- Protocolo de enlaces en serie: HPTS
- Número máximo de equipos conectados en el mismo enlace en serie: 5
- Índice de protección: IP 20
- Cumple con la norma EN 50155- clase T3
- 2 por carro Rc
- MTBF : 80000 h

A continuación se presenta una fotografía del RIOM (típico):



Figura 3: RIOM 64/32

4.5. Repetidor MVB

- El repetidor es responsable de amplificar las señales eléctricas de la red MVB. Su aplicación es importante en proyectos con un cable de red largo o usado por muchos equipos.
- El repetidor suministrado es redundante.
- Tensión de alimentación nominal: 72V
- Interface de la red: MVB EMD
- MTBF : 280000 h

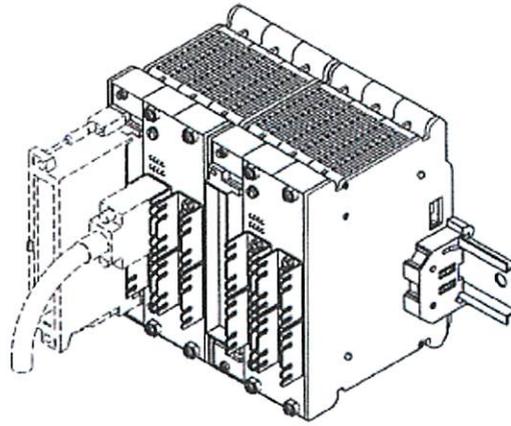


Figura 4: Repetidor redundante

5. INTERFACES DE LOS EQUIPOS DEL TREN

La figura siguiente muestra la arquitectura del TCMS/SCMT de los 7 carros:

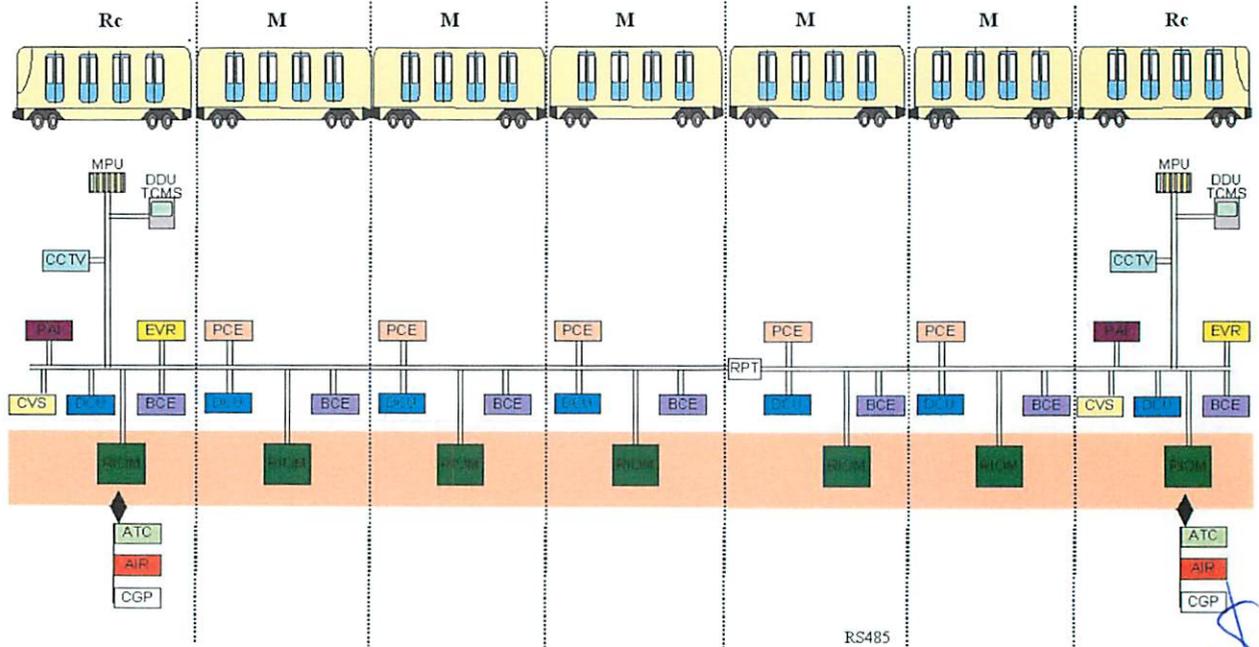


Figura 5 – Arquitectura del TCMS/SCMT de los 7 carros

5.1 Red MVB

La red MVB cumple con la norma IEC 61375 (TCN).

Equipos conectados: 40 por tren.

Tasa de transmisión: 1.5Mbit/s máximo.

Se usará una red MVB redundante.

5.2 Red RS485

Equipos conectados: 3 por carro Rc.

Tasa de transmisión: 19200bit/s máximo. Esta tasa se definirá de acuerdo con la capacidad de comunicación de cada equipo.

Esta comunicación se restringe a las funciones de monitoreo y control que no son críticas en materia de seguridad.

5.3 Desempeño del sistema

Descripción	Desempeño del TCMS/SCMT
Del encendido de la batería al funcionamiento del sistema en US y UM	75s
Tiempo de apagado	10s
Intercambios dentro de la red de un vehículo	
Entre un sensor en la red de un vehículo hasta un accionador	200 ms
Entre un sensor en la red de un vehículo hasta la pantalla	300 ms
Entre un sensor en HPTS hasta la pantalla	500 ms
Entre dos dispositivos en la red de un vehículo	100 ms
Intercambios dentro de dos redes de vehículos diferentes	
Entre un sensor en la red de un vehículo hasta un accionador	500 ms
Entre un sensor en la red de un vehículo hasta la pantalla	600 ms
Entre dos dispositivos en la red de un vehículo	400 ms

Tabla 3: Datos sobre el desempeño

Nota:

Estos resultados de SILO se han logrado con una periodicidad de tareas de MPU establecida en 20 ms y una periodicidad de MVB establecida en 16 ms, y se alcanzan en el 98% de las mediciones (no se describen los peores casos de desempeño).



5.4 Distribución de las funciones principales entre las líneas de trenes y el TCMS/SCMT

La tabla siguiente indica la repartición general de las funciones principales entre el control por línea de tren y el control por software:

Subsistema --- Sub-función	Control TCMS (Barra Colectora MVB)	Monitoreo TCMS (Barra Colectora MVB) en DDU y grabación de fallas	Control por líneas de tren y/o lógica cableada
Ventilación (arranque, paro)	X	X	
Comandos de puertas		X	X
Todas las puertas cerradas		X	X (bucle de seguridad)
Esfuerzo de tracción/frenado	X	X	
Mezcla de tracción/frenado		X	X
Sentido de circulación		X	X
Modos de conducción		X	X
Gestión de la alimentación del aire	X	X	
Estatus del frenado de emergencia		X	
Inversor auxiliar		X	
Indicación de velocidad		X	
Indicación del kilometraje del tren		X	
Estatus del freno de estacionamiento	X	X	
Estatus de la aplicación del freno		X	
Grabador de eventos	X	X	X
Gestión de la indicación de fallas		X	
Aislamiento de un equipo de tracción	X	X	X
Juego de pantógrafos	X	X	
Difusión e información públicas	X	X	
CCTV		X	

Tabla 4: Funciones y controladores principales

6. Sistema de diagnóstico e indicación de fallas (DFIS)

El Sistema de Diagnóstico e Indicación de Fallas DFIS forma parte integral del TCMS/SCMT y proporciona servicios agrupados por sub-funciones manejados a nivel del tren en la Función Principal "Operación" del Tren.

Estas sub-funciones son:

- Asistencia a la Operación (OA/AO): para el procesamiento de datos, para ayudar al conductor del tren durante condiciones normales de Operación.
- Asistencia al Mantenimiento (MA/AM): para el procesamiento de datos, para ayudar al personal de mantenimiento.

6.1 Asistencia a la Operación (OA/AO)

6.1.1 Descripción de la OA/AO

Esta función es desempeñada por la Unidad de Procesamiento Principal (MPU) y la Unidad de Visualización del Conductor (DDU).

Con el fin de asistir al conductor durante la operación del tren, la Unidad de Visualización del Conductor (DDU) muestra información referente al estatus del tren. Esta información es adquirida por la MPU a través de redes MVB, enlaces en serie a distancia e I/O de lógica remota.

6.1.2 OA/AO en detalle

La DDU consiste en una pantalla táctil colocada en el pupitre del conductor que acepta acciones del conductor cuando éste oprime áreas sensibles que se encuentran distribuidas sobre toda la pantalla. La información es mostrada al conductor por medio de mensajes alfanuméricos e iconos combinados con distintas formas y colores.

A través de 4 pantallas principales, la Asistencia a la Operación (OA/AO) permite visualizar:

- Monitoreo de información relativa a la preparación del tren (por ejemplo: estatus del equipo)
- Monitoreo de información relativa a la operación del tren (por ejemplo: Estatus de los motores)
- Lista de Fallas de acuerdo con el monitoreo del tren y de los equipos con la recomendación que corresponda. En presencia de una falla, se activa un zumbador
- Información (por ejemplo, kilometraje del tren).

Nota:

- Estas operaciones están disponibles en el módulo de control que se ubica en el carro líder.

- Desde un carro que no es líder, solamente el monitoreo y la selección en pantalla están disponibles y se pueden ver activando un interruptor o botón pulsador específico en el carro líder.
- Al encendido del tren, se visualiza la pantalla de preparación (pantalla por defecto) después de que todos los equipos conectados a la barra colectora de datos hayan terminado su secuencia de auto-prueba. El final de la auto-prueba de los equipos es indicado por una temporización que se ajustará durante la integración del tren.
- Al encendido del tren, las fallas aparecen en la pantalla después de una temporización que se ajustará durante la integración del tren.

6.2 Asistencia al Mantenimiento (MA/AM)

6.2.1 Descripción de la MA/AM

Esta función es llevada a cabo por la Unidad de Procesamiento Principal (MPU).

Con el fin de asistir al personal de mantenimiento durante la investigación o el diagnóstico de fallas, se ha previsto una función específica para el TCMS/SCMT. Se llama Asistencia al Mantenimiento y se utiliza a bordo del tren o en tierra.

6.2.2 MA/AM en detalle

El objetivo de la sub-función de Asistencia al Mantenimiento MA/AM es:

- Detectar y memorizar fallas, junto con el contexto asociado del tren, la fecha y la hora, al momento en que la falla ocurre, con el fin de facilitar las posibles investigaciones. El número de fallas grabadas estará limitado.
- Autorizar la descarga y el procesamiento de datos por el personal de mantenimiento (mediante la PC portátil de mantenimiento y la herramienta E-Tren), gracias a su conexión directa con la MPU a través de un puerto Ethernet.

En tierra, la herramienta E-Tren proporciona las siguientes funciones, mediante la laptop de Mantenimiento conectada localmente a la MPU a través de un puerto Ethernet (conector ubicado al frente de la MPU):

- Datos de servicio con pasajeros E-Tren: el personal de mantenimiento puede ver algunas informaciones computarizadas y visualizadas.
- Descarga, despeje y exportación de eventos de la aplicación vía E-Tren: el personal de mantenimiento puede descargar y despejar eventos de la aplicación almacenados en las MPUs.
- Subida del software de la MPU: el personal de mantenimiento puede subir las nuevas versiones de software de ambas MPUs.

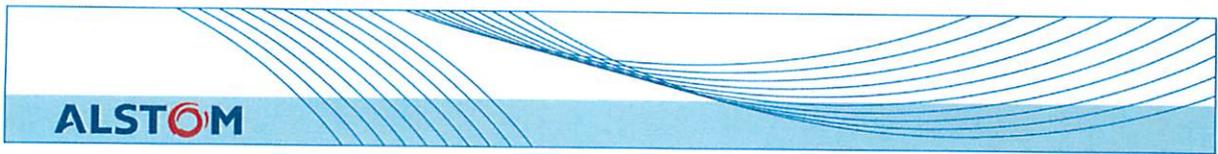
La gestión de los eventos de la aplicación es computarizada por ambas MPUs y es una función redundante. El equipo conservará los eventos grabados por 5 años, aún en ausencia de tensión de la batería.

A bordo, será posible:

- Simular el estatus de las entradas y salidas
- Monitorear el estatus de las salidas
- Ejecutar auto-pruebas para verificar el correcto funcionamiento
- Extraer datos registrados a través del puerto Ethernet con la posibilidad de transformar el archivo en un archivo .csv para futuros análisis
- Visualizar los parámetros monitoreados a través de una laptop y utilizando el puerto Ethernet.

Se considerarán 5 laptops para fines de mantenimiento con las licencias que se requieran.

A handwritten signature in blue ink, located in the lower right quadrant of the page. The signature is stylized and appears to be a combination of letters and symbols.A handwritten signature in red ink, located in the lower right quadrant of the page, below the blue signature. It is a simple, bold signature.



7. RAMS

00000211

7.1 Seguridad

El TCMS/SCMT no está implicado en aplicaciones relacionadas con la seguridad. Las funciones que tienen requerimientos específicos de integridad son aseguradas por circuitos externos.

El TCMS/SCMT se debe considerar como un sistema No SIL (de acuerdo con las normas EN 50126 y EN 50128) en el análisis de seguridad del proyecto en conjunto, lo que significa que el TCMS/SCMT no es un sistema de seguridad intrínseca. La información elaborada o monitoreada por el TCMS/SCMT no puede usarse como información de seguridad ni involucrarse en funciones de seguridad.

8. REQUERIMIENTOS GENERALES

8.1 Condiciones ambientales

Los equipos del TCMS/SCMT cumplen totalmente con las normas EN50155 y EN50121.3-2 (EMC).

8.1.1 Vibración e impacto

El material está diseñado a fin de cumplir totalmente con la norma EN50155 §10.2.11.

8.1.2 Protección (IP)

El material está diseñado a fin de cumplir totalmente con la norma EN50155 §10.2.5.

8.1.3 Condiciones climáticas

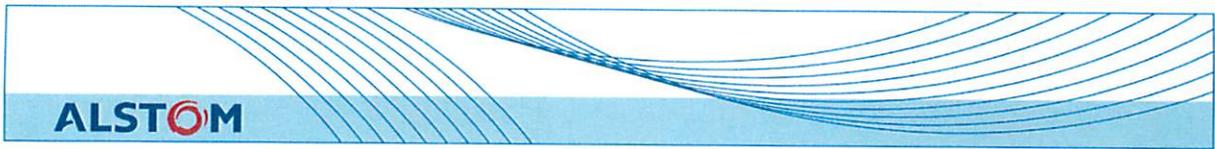
El material está diseñado a fin de cumplir totalmente con las normas EN50155 §10.2.3, §10.2.3, §10.2.5, §10.2.8 y §10.2.14.

8.1.4 Ambiente EMC

El material está diseñado a fin de cumplir totalmente con las normas EN50155 y EN50121.3-2.

8.1.5 Condiciones de suministro de energía

El material está diseñado a fin de cumplir totalmente con las normas EN50155 §10.2.6 y EN50121.3-2.



9. Referencias de proyectos con la plataforma TCMS/SCMT

00000212

Favor de reportarse a las siguientes referencias de proyectos:

- Metro de Lausana Línea M2
- Metro de Barcelona Línea 9
- Metro de Shanghai Línea 2
- Metro de París MF2000 (RIOM)
- Metro de Santo Domingo (en curso)
- Metro de Budapest Línea 2 & 4 (en curso)
- Barcelona Cercanías EMU
- Tranvía Citadis Jerusalén