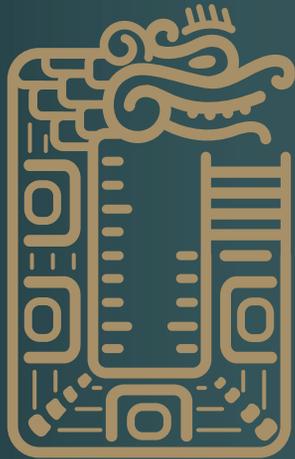


KAANBAL

**PROGRAMA DE
TRANSFERENCIA
DE CONOCIMIENTO**

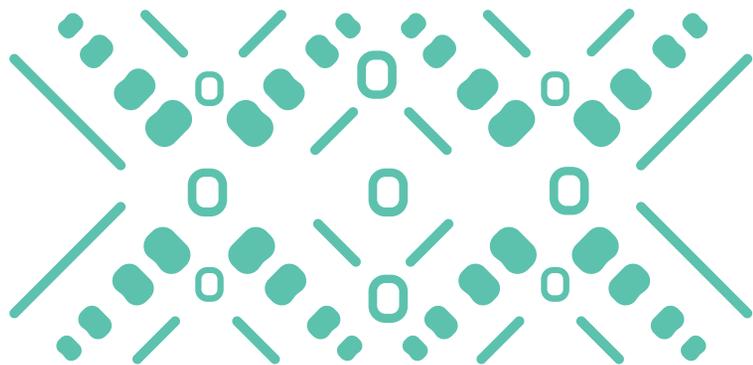


**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

Lección 6



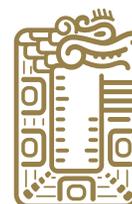
Lección 6



CURSO 7

CENTRO DE CONTROL

con Enrique Vara Solorio



**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Interfaz sistemas y subsistemas.</i>	.....	4
<i>Imagen 2: Esquema de una interfaz física.</i>	.....	7
<i>Imagen 3: Esquema de una interfaz lógica.</i>	.....	7
<i>Imagen 4: Elementos de señalización.</i>	.....	8
<i>Imagen 5: Motores/accionamientos.</i>	.....	8
<i>Imagen 6: Sensor de rueda.</i>	.....	9
<i>Imagen 7: Contador de ejes.</i>	.....	9
<i>Imagen 8: Circuito de vía representación gráfica.</i>	.....	9
<i>Imagen 9: Eurobalizas.</i>	.....	10
<i>Imagen 10: Sistema ERTMS/ETCS embarcado</i>	.....	10
<i>Imagen 11: Sistema que transmite el tren.</i>	.....	12
<i>Imagen 12: Sistema de control de Tren embarcado.</i>	.....	13

Lección 6

INTERFACES DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Definición de interfaz ferroviaria.

Una interfaz es el punto de frontera en el que dos sistemas o subsistemas interactúan entre sí, contacto físico o funcional, lo cual permite que ambos objetos o softwares funcionen de manera coordinada y correcta.

Para realizar la identificación y resolución entre los puntos de conexión o interacción entre dos sistemas o aplicaciones se necesita saber las características de cada sistema para poder dar y entregar la información necesaria para la correcta integración.

La funcionalidad del sistema depende en gran manera de una correcta y clara definición, asignación, resolución y cierre de los parámetros técnicos de cada sistema.

Imagen 1: Interfaz sistemas y subsistemas.

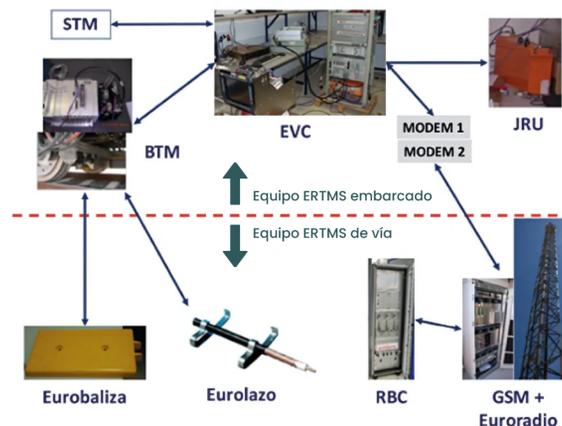


Imagen 0.46 Tipos de niveles de gestión de red de comunicaciones.

Interfaces de comunicación interna.

Para entender el término interfaz interna debemos de poder identificar los sistemas y los subsistemas que puede abarcar todo un centro de control.

En este caso vamos a dar unos ejemplos de las interfaces que pueden estar presentes de manera interna.

Como lo hemos venido manejando un centro de control lo integran muchos elementos, tanto a nivel software como a nivel hardware, es por ello que podríamos definir el término de interfaz en dos grupos.

- Interfaz física.
- Interfaz lógica.

La interfaz física se caracteriza por tener elementos físicos con fronteras determinadas por una infraestructura, como, por ejemplo:

La energía eléctrica que se va a utilizar para alimentar y respaldar la sala técnica de concentración de datos.

Es claro que estos dos sistemas, uno del lado de energía y otro con el centro de control tienen una interfaz la cual es la frontera de los requerimientos de un sistema con respecto al otro. En otras palabras, la energía eléctrica principal dependerá de los equipos a instalar en la sala técnica y de sus especificaciones de cada uno de los armarios que integren todo lo ahí concentrado e instalado.

Ejemplo descriptivo:

La sala técnica por proyecto deberá tener una alimentación de energía eléctrica de 220/127 VCA.

Los equipos que estarán instalados en la sala técnica de concentración de datos tienen voltajes de 220/ 110/127 VCA con lo cual se deberá de ajustar a los requerimientos técnicos, en este caso es el suministro de la energía eléctrica.

Otro ejemplo es el cálculo del sistema de energía de respaldo, en donde la interfaz estará definida por la carga en watts demandada por todos los sistemas instalados en la sala técnica de concentración de datos. Pudiendo así, realizar un cálculo para determinar el número de baterías necesarias para soportar y respaldar todos los servicios durante un periodo de tiempo.

Por otro lado, tenemos las interfaces lógicas, las cuales se caracterizan por tener presentes configuraciones, adaptaciones, o programaciones de softwares y aplicaciones específicas.

En este caso todo el equipamiento Hardware de una sala técnica de concentración de datos debe tener ciertos requerimientos por proyecto, mismos que servirán de punto de partida para poder diseñar, adaptar y programar las aplicaciones o softwares específicos de cada subsistema del proyecto ferroviario.

- Intel® Core™ 2 X6800 @ 2.93 GHz
- 2 GB de RAM o mejor
- Sistema operativo de 32 bits
- Disco duro de 80 GB para el sistema operativo y las aplicaciones de
- Security Center, con un mínimo de 6 GB de espacio libre para instalar la aplicación cliente de Security Center
- Tarjeta de video PCI-Express x16 de 256 MB
- Resolución de pantalla de 1280 x 1024 o superior con 96 ppp
- Tarjeta de interfaz de red Ethernet de 100 Mbps

Ejemplo:

Para el software del sistema de CCTV se usará la plataforma de gestión Security desk el cual necesita ciertos parámetros técnicos:

Normal.

Recomendación.

- 9.ª Generación Intel® Core™ i7-9700 o superior
- 8 GB de memoria RAM o más
- Sistema operativo de 64 bits
- Unidad de estado sólido de 120 GB para SO y aplicaciones de Security Center, con un mínimo de 6 GB de espacio libre en disco para instalar la aplicación cliente de Security Center
- Tarjeta de interfaz de red GbE
- Tarjeta de video NVIDIA® GTX 1660

Alto rendimiento.

- Configuración intensiva de video
- 9.ª Generación Intel® Core™ i9-9940X o superior
- 16 GB de memoria RAM o más
- Sistema operativo de 64 bits
- Unidad de estado sólido de 240 GB para SO y aplicaciones de Security Center, con un mínimo de 6 GB de espacio libre en disco para instalar la aplicación cliente de Security Center
- Tarjeta de interfaz de red GbE
- Tarjeta de video RTX 2080 Dual NVIDIA® GeForce®

Con lo cual los equipos Workstation que estarán instalados en la sala técnica de concentración de datos deben tener características técnicas normales, similares/recomendadas o superiores para poder soportar los sistemas considerados, ya que en ellas estarán instalados los softwares de los diferentes sistemas de telecomunicaciones entre otros.

Así mismo, toda esta información lógica tiene que ser integrada y esto se consigue con la instalación de un bus principal de comunicaciones internas, mismo que de igual forma debe de ser capaz de procesar los diferentes protocolos de comunicación que hemos visto y gestionarlos e integrarlos de tal manera que todos por llamarlo así, hablen el mismo idioma, y que esa información se pueda procesar para que en las pantallas de los puestos de operación se representen de manera gráfica todos los sistemas a nivel supervisión, control, monitorización, estados, alarmas, y operación.

Imagen 2: Esquema de una interfaz física.



Imagen 0.48 creación propia, Interfaz vías con señalización.

Imagen 3: Esquema de una interfaz lógica.



Imagen 0.50 creación propia, proceso de obtención de datos.

Interfaces de comunicación externa.

Básicamente, son aquellas que dependen de un sistema externo o que no está integrado al proyecto como por ejemplo instalaciones ajenas como lo son gas natural, CFE entre otros servicios, o en todo caso que es responsabilidad de empresas adicionales o externas involucradas en los procesos constructivos.

Interfaces de comunicación con el material rodante.

Para definir las interfaces con el centro de control y el material rodante podríamos mencionar que básicamente son los sistemas embarcados que se tienen en las cabinas de conducción del tren.

El material rodante convive con casi con la mayoría de los sistemas, a continuación, vamos a mencionar los principales desde el punto de vista operativo. El puesto de tráfico interactúa con los elementos de señalización y algunos sistemas de telecom, instalados en vía, dicho elemento se representan de manera gráfica en el video wall o en la pantalla del operador de tráfico, para lo cual tenemos.

- Señales ferroviarias.
- Motores, accionamientos o agujas.
- Contadores de ejes.
- Sensores de rueda.
- Cantones o circuitos de vía.
- Balizas fijas, móviles.

Imagen 4: Elementos de señalización.

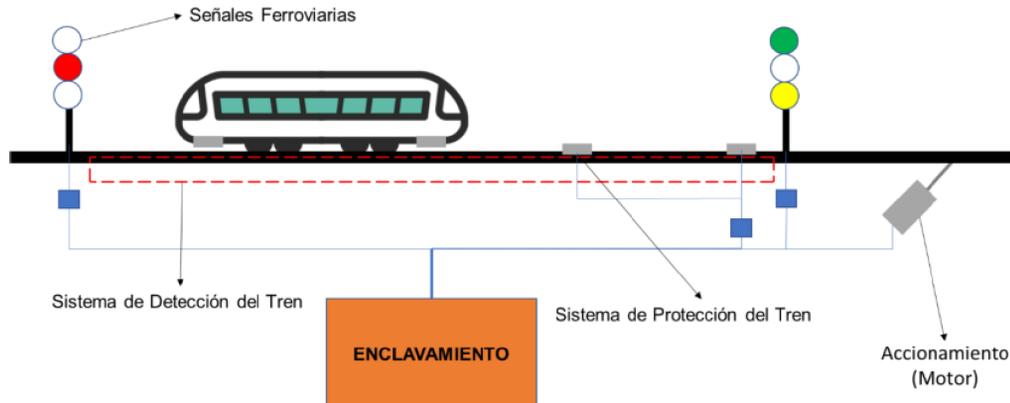


Imagen 0.52 creación propia.

Imagen 5: Motores/accionamientos.



Imagen 0.54 creación propia.

Imagen 6: Sensor de rueda.



Imagen 0.56 creación propia.

Imagen 7: Contador de ejes.



Referencia: Trenvista. (2023, octubre 2). Thales elegida para modernizar el bloqueo y señalización del ferrocarril Torralba-Soria. Trenvista. <https://www.trenvista.net/infraestructuras/thales-elegida-para-modernizar-el-bloqueo-y-senalizacion-del-ferrocarril-torralba-soria/>

Imagen 8: Circuito de vía representación gráfica.

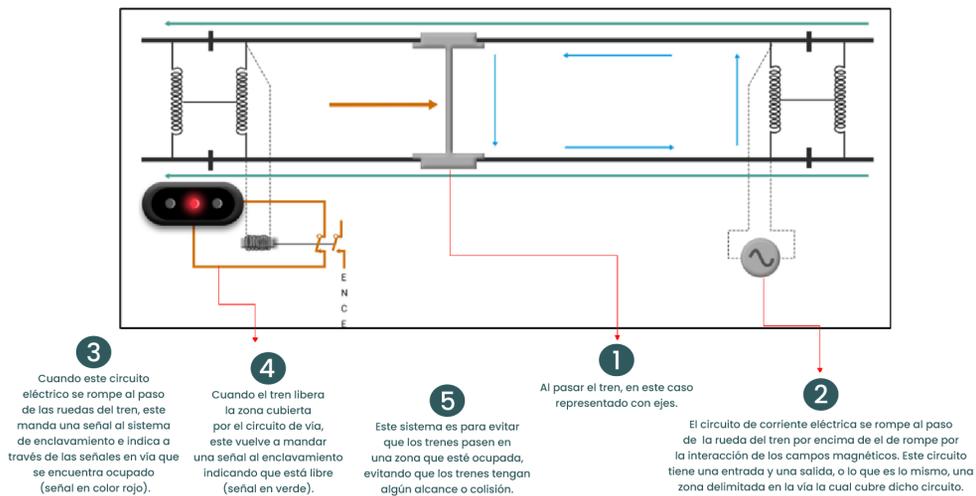


Imagen 0.60 creación propia.

Imagen 9: Eurobalizas.



Referencia: Trenvista. (2023). Thales elegida para modernizar el bloqueo y señalización del ferrocarril Torralba-Soria. Trenvista. <https://www.trenvista.net/infraestructuras/thales-elegida-para-modernizar-el-bloqueo-y-senalizacion-del-ferrocarril-torralba-soria/>

Todos estos elementos actúan para el seguimiento del tren en tiempo real, mostrando la ubicación en todo momento de la localización del tren, además también que las balizas entregan la información al tren para controlar la aceleración, velocidad y frenado.

Por otro lado, los contadores de ejes, detectan el paso del tren para representar una sección de vía ocupada y que esta estará cambiando conforme el tren se mueva.

Las señales nos muestran la representación de avance, alto o precaución. Otra interfaz importante es la comunicación vía radio tetra o GSMR, las cuales hemos estudiado en capítulos anteriores.

El material rodante por lo general lleva equipamiento embarcado en cabinas, el cual es el encargado de estar en constante comunicación con los elementos antes mencionados.

Imagen 10: Sistema ERTMS/ETCS embarcado

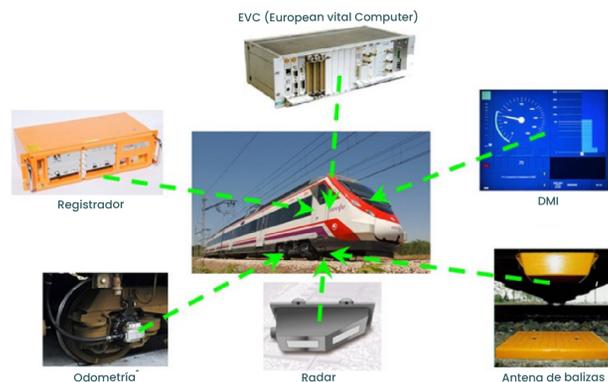


Imagen 0.64 creación propia, proceso de obtención de datos.

- EVC (European Vital Computer): es el ordenador vital del sistema. Recibe la información exterior procedente de la vía y del propio tren de distintos sensores (odometría, radar, etc.) o configuración introducida en el mismo a través del DMI. Procesa esta información calculando las curvas de frenado y los perfiles de velocidad, representando en el DMI la información más relevante. Controla la velocidad del vehículo actuando sobre el freno de servicio o el de urgencia.
- DMI (Driver Machine Interface): Es una pantalla táctil que hace la función de interfaz entre el maquinista y el sistema ERTMS/ETCS embarcado. A través de este, se introducen los datos de configuración del vehículo y se representa de una manera normalizada la información que se debe de mostrar al maquinista (velocidad, límites de velocidad, modo de funcionamiento, mensajes de texto, etc.).
- JRU (Juridical Register Unit): es el registrador jurídico del sistema. Registra la información más relevante del movimiento del tren. Cuenta con una envolvente resistente a choques e impactos.
- Sistema RBS (Radio Base System): equipo de comunicaciones radio que permite la comunicación bidireccional entre el tren y los RBC de la vía mediante GSM-R.
- Lector balizas: es un equipo instalado en un soporte sobre el bastidor del bogie que se encarga de la activación de las balizas dando la información al tren.
- Odómetro: son tacos generadores colocados en los ejes del vehículo que permiten calcular la velocidad de giro de estos y con ello la velocidad.
- Radar: es un dispositivo mediante el cual se permite calcular la velocidad y distancia recorrida por el vehículo, es complementario al odómetro en caso de que por deslizamiento de la rueda no sea preciso el cálculo de la velocidad por este método.

Sistema GSM-R embarcado con funcionalidad radio tren-tierra

Como lo comentamos en capítulos anteriores, el sistema de GSM-R es el más usado en la actualidad, para ello mencionaremos estas interfaces que se tiene con el centro de control y el material rodante.

- Antena GSM-R: Instalada sobre el techo para captar las señales.
- Consola/pantalla de mando: es la interfaz entre equipo GSM-R y el maquinista. En el caso de pantalla, es una pantalla táctil para introducir las órdenes. Está ubicada en el lateral izquierdo del pupitre de conducción.
- Unidad de control: Unidad emisora/ receptora de radio GSM-R, la cual controla todos los elementos del equipo móvil. Lleva a cabo la interfaz con otros equipos como la megafonía o el registrador.
- Teléfono: terminal de teléfono mediante el cual el maquinista establece la comunicación verbal con el centro de control en todo momento.
- Altavoz: Asociado a la funcionalidad de manos libres. Reproduce la señal de voz recibida. Ubicado en el pupitre de conducción.
- Micrófono: Asociado a la funcionalidad de manos libres. Ubicado en el pupitre de conducción.

Servicios telecom que transmite el Tren.

Estos son los servicios que desde el punto de vista de las telecomunicaciones transmite el tren y son principalmente para el uso del usuario y centro de control.

- Servicio de videovigilancia embarcado.
- Servicio de supervisión del material rodante.
- Servicios de interfonía embarcado.
- Servicios de interfonía embarcado.
- Servicios de voceo embarcado.

Imagen 11: Sistema que transmite el tren.

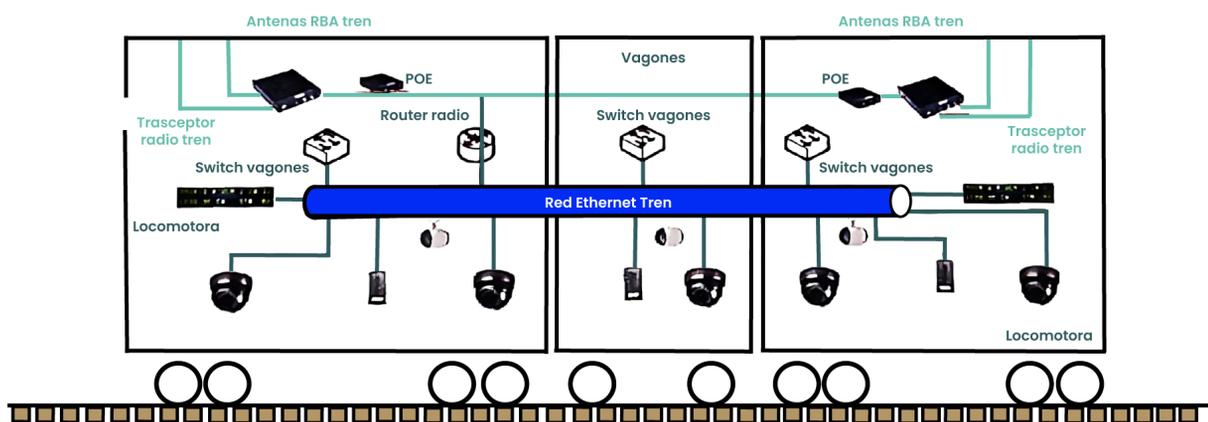


Imagen 12: Sistema de control de Tren embarcado.



Imagen 0.68 creación propia, pupitre de conducción.

Integración de interfaces en el centro de control.

Ya que tenemos identificados los sistemas que forman e integrar el centro de control, ahora determinaremos la manera en la cual se logra toda la integración de toda la información que se recibe de la línea ferroviaria, esto se logra a través de procesos de programación y bases de datos sumamente complejos, donde se recibe mucha información la cual se procesa y configura de tal manera que se envía a los equipos, los cuales deben instalar softwares de desarrollo propio para poder unificar el universo de sistemas información y protocolos.

Esto, como lo hemos mencionado, es para que el operador del centro de control pueda, a grandes rasgos, ver, interpretar, supervisar, controlar y administrar todo el mundo de instalaciones que engloba la línea.

Esta integración se logra con hardware específico y de características técnicas muy puntuales, que para estos casos son los servidores de altas prestaciones que tienen la misión de gestionar y administrar toda la información.

Dicha interacción se logra bajo el diseño específico de un BUS de integración de comunicaciones y datos, que es un canal único que se encargará de gestionar y administrar las redes y la información para compilarla, de tal manera que toda la infraestructura comparta la información dependiendo de los permisos de administración que se configuren y otorguen en los diferentes puestos de operación que hemos mencionado en los primeros temas, los cuales están caracterizados por controlar instalaciones específicas dependiendo de su función.

Es por ello que el centro de control de cualquier línea ferroviaria del mundo, juega uno de los papeles más importantes, ya que podríamos considerarlo el corazón de la línea ferroviaria.

Vídeos de centros de control.

- Centro de Regulación y Control del AVE de Delicias.
<https://www.youtube.com/watch?v=444IUMKJPfE>
- Nuevo Centro de Regulación de Circulación de León.
<https://www.youtube.com/watch?v=JIV2Oa-3-4k>
- Centro de Regulación y Control del AVE.
<https://www.youtube.com/watch?v=444IUMKJPfE&t=161s>

Conclusión.

Como conclusiones podemos definir que un centro de control es el principal edificio técnico que alberga la infraestructura de todos los sistemas de telecomunicaciones, señalización, mando y control, energía y vías.

Un centro de control es capaz de controlar hoy en día el universo de sistemas e instalaciones tan complejas. Y sobre todo y no menos importante de mencionar la seguridad del usuario final y las instalaciones.

En materia de tecnología se cuenta con equipamiento altamente eficaz y que el procesamiento de la información es rápida y confiable por la tecnología y los procesos que tiene para el tratamiento de toda la información de la línea ferroviaria. Además de la vital importancia que juega el personal del centro de control, con lo cual hace que todas estas complejas tareas se desarrollen de la mejor manera.

Dicho lo anterior es muy importante conocer los sistemas con los que podemos interactuar, gestionar y administrar para el servicio del usuario final y su seguridad.

Bibliografía

Tema	Recomendación
Formación y conocimientos de un centro de control ferroviario Lección 1	ERA | European Union Agency for Railways. Reglamento (UE) No 1302/2014 de la Comisión de 18.11.14 sobre la especificación técnica de interoperabilidad del subsistema de material rodante «locomotoras y material rodante de viajeros» del sistema ferroviario en la Unión Europea.
	Villén J, La pastora C. El ferrocarril regional y las comunidades autónomas. Ponencia en el Congreso Ferroviaria 98. 1998.
	García A, Cillero A, Jericó P. Operación de trenes de viajeros. Claves para la gestión avanzada del ferrocarril. Colección técnica. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011.
	Martínez JC. Tecnologías específicas de electrificación en ferrocarriles de Alta Velocidad. Colección técnica. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011.
	Artículo La digitalización del ferrocarril, Ignacio Jorge Iglesias Díaz
	Ingeniería Ferroviaria, Francisco Javier González Fernández, Julio Fuentes Losa, UNED
	UNE-EN 61508-5:2011 Seguridad funcional de los sistemas eléctricos” UNE - Asociación Española de Normalización. https://www.une.org/encuentratu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0047026
	S. Clark, A history of railway signalling, 2012a ed. London, 2012 Iglesias Díaz, La digitalización del ferrocarril, CEDEX, n.º 197, pp. 62-73, ene. 2021. [En línea]. Disponible: http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingeniería-civil/article/view/2430
	Tyler Dick, D. M.-Y. Relative Capacity and Performance of Fixed- and Moving-Block Control Systems on North American Freight Railway Lines and Shared Passenger Corridors. Transportation Research Record, 2019. [Online]. Available: https://railtec.illinois.edu/article/relative-capacity-and-performance-of-fixed-and-moving-block-controlsystems-on-north-american-freight-railway-lines-andshared-passenger-corridors/ .
	Adif. (2017). Sistemas Electrónicos de detección de tren basados en contadores de ejes, 3a ed. Madrid, 2015.
	AENOR. (2015). Aplicaciones ferroviarias. Parámetros técnicos de los sistemas de detección de trenes para la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo. Parte 1: Circuitos de vía. Madrid, 2015.
	ERA. (2018). Interfaces between control-command and signalling trackside and other subsystems. 2018.
	Sistemas electrónicos de detección de tren basados en circuitos de vía, 1ª ed. Madrid, 2017. Accedido el 24 de diciembre de 2021.