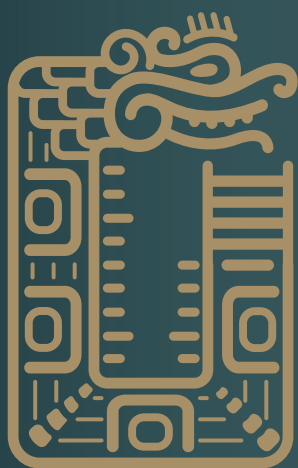


KAANBAL

**PROGRAMA DE
TRANSFERENCIA
DE CONOCIMIENTO**

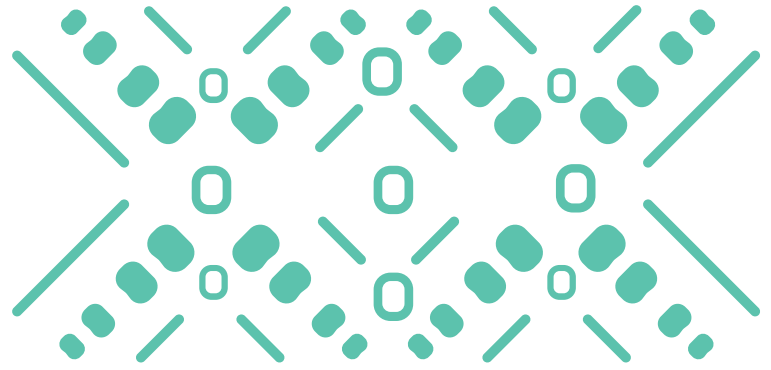


**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

Lección 5



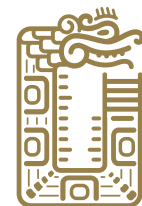
Lección 5



CURSO 4

Energía Eléctrica

con Isaac Fonseca Monreal



**TREN
MAYA**
TSÍIMIN K'ÁAK

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: ejemplo de Línea de Transmisión</i>	.....	4
<i>Imagen 2: Diagrama de un equilibrio eléctrico balanceado</i>	.....	4
<i>Imagen 3: Diagrama de un equilibrio eléctrico desbalanceado</i>	.....	5
<i>Imagen 4: Cable unifilar</i>	.....	5
<i>Imagen 5: Cable Bifilar</i>	.....	5
<i>Imagen 6: Cable coaxial</i>	.....	6
<i>Imagen 7: Línea Tranviaria</i>	.....	6
<i>Imagen 8: Cable radiante</i>	.....	7
<i>Imagen 9: Líneas de trolebús</i>	.....	7
<i>Imagen 10: Catenaria aérea flexible</i>	.....	7
<i>Imagen 11: Catenaria aérea rígida</i>	.....	8
<i>Imagen 12: Elementos de soporte de Catenaria</i>	.....	8
<i>Imagen 13: Diagrama de conductores</i>	.....	8
<i>Imagen 14: Elementos de regulación</i>	.....	9
<i>Imagen 15: Elementos de protección</i>	.....	9

Lección 5

LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA

Función de la Línea de Transmisión

La electrificación de ferrocarriles se ha llevado a cabo por diferentes sistemas electromecánicos, los cuales se han caracterizado por la forma de distribuir la energía eléctrica al tren desde la subestación de tracción (SET). En la actualidad, esta distribución se realiza mediante una línea eléctrica de transmisión o de contacto y un captador de corriente deslizante equipado en el vehículo mediante el cual absorbe la energía eléctrica necesaria.

De esta manera, la función de la línea de transmisión (en adelante LT) es simple: transportar la energía eléctrica que el tren demanda para su movimiento desde la subestación de tracción. Adicionalmente, esta LT también transporta la energía eléctrica regenerada por el tren durante el proceso de frenado.

Imagen 1: ejemplo de Línea de Transmisión

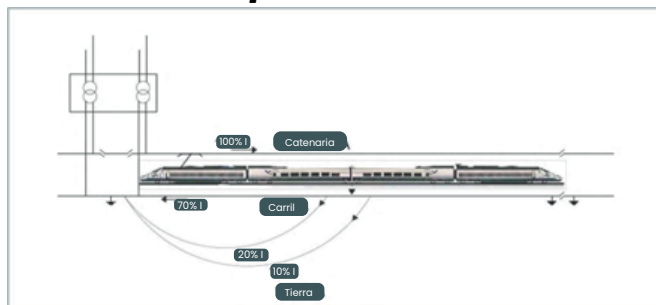


Fuente: Pixabay. (n.d.). Tecnología, complejidad, aberración [Imagen]. Pixabay. <https://pixabay.com/es/photos/tecnologia-C3%ADa-complejidad-aberracion-C3%B3n-1571809/>

Las líneas de transmisión pueden clasificarse en dos formas:

- 1) Según su equilibrio eléctrico
 - a. Balanceadas Aquellas en las que cada conductor lleva una corriente, una de transmisión de señal y otra de regreso. La señal que va a lo largo del cable se mide como la diferencia de potencial entre los conductores. Todo cable puede operar de forma balanceada siempre y cuando ninguno de ellos esté conectado a tierra.

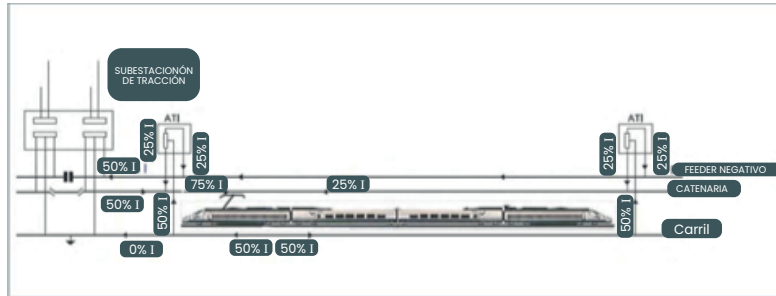
Imagen 2: Diagrama de un equilibrio eléctrico balanceado



Fuente: Técnica Industrial. (n.d.) [Imagen]. <https://www.tecnicaindustrial.es/electrificacion-ferroviaria-de-alta-velocidad/>

b. Desbalanceadas Uno de los conductores está vinculado a tierra, por lo que es lo opuesto al modelo anterior. Mientras uno se encuentra en el potencial de tierra, el otro está en el potencial de la señal.

Imagen 3: Diagrama de un equilibrio eléctrico desbalanceado

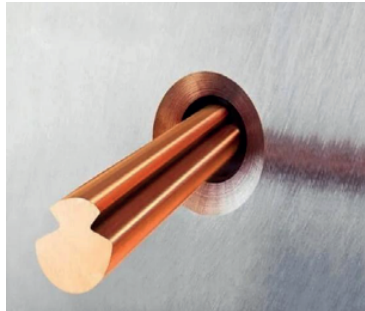


Fuente: Técnica Industrial. (n.d.) [Imagen]. <https://www.tecnicaindustrial.es/electrificacion-ferroviaria-de-alta-velocidad/>

2) Según la geometría de sus cables

a. Unifilares Se trata de una única línea en la que se incluyen todos los conductores de un tramo eléctrico.

Imagen 4: Cable unifilar



Fuente: Ktronix. (n.d.). Cable de cobre para baja tensión. Ktronix. [Imagen] <https://ktronix.com.mx/cable-cu-al/>

b. Bifilares Línea de transmisión en la que la distancia entre conductores paralelos es posible gracias a un material aislante de baja conductividad

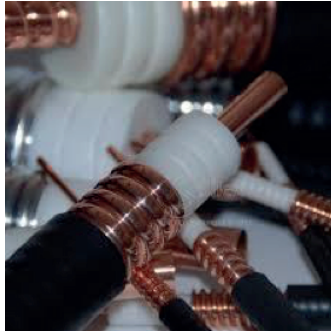
Imagen 5: Cable Bifilar



Fuente: LUTZE Inc. (n.d.). Bus and network cables. LUTZE Inc. [Imagen] <https://www.lutze.com/product-finder/Cable-&-Connectivity/Bus-and-network-cables/104287>

c. Coaxiales Permiten transportar señales eléctricas de alta frecuencia entre conductores concéntricos: uno central, encargado de llevar la señal, y uno exterior, a modo de tubo, que sirve como referencia de tierra y retorno de corriente.

Imagen 6: Cable coaxial



Fuente: Silex. (n.d.). Cable coaxial RF 50Ω 1-1/4" AL bajas pérdidas (LCF114STL-Z). Silex. [Imagen] <https://silexst.com/producto/cable-coaxial-rf-50%CF%89-1-1-4-al-bajas-perdidas-lcf114stl-z/>

d. Cables Radiantes Son cables coaxiales con pequeñas ranuras transversales en el conductor externo que permiten irradiar energía fuera del cable, funcionando como antena en el recorrido de la corriente eléctrica.

Imagen 7: Cable radiante



<https://blog.repetidoresmoviles.com/que-es-un-cable-radiante/>

Catenaria

También conocida como "Línea Aérea de Contacto", es el conjunto de cables que facilitan la movilidad de un tren, a través de una red instalada en la parte superior de las vías (línea de transmisión) y que, al entrar en contacto con los trenes, facilitan su movimiento.

Las tensiones habituales de una catenaria oscilan entre los 600 V a los 3 KV de corriente continua, pero también se emplea la corriente alterna con potencias de 15 a 25 kv.

La catenaria suele ser normalmente el polo positivo y las vías por donde circula el tren el negativo. A la red se le suministra energía eléctrica desde un pantógrafo que regresa a la subestación eléctrica por las propias vías.

Tipos de Catenaria

- Línea Tranviaria

Imagen 7: Línea Tranviaria



Fuente: Cultura Científica. (2023, junio 15). La catenaria: Una historia de innovación (1/4). Cultura Científica. [Imagen] <https://culturacientifica.com/2023/06/15/la-catenaria-una-historia-de-innovacion-1-4/>

- Líneas de Trolebús

Imagen 9: Líneas de trolebús



<https://www.youtube.com/watch?v=pR6129mc5zs>

- Catenaria aérea flexible

Imagen 10: Catenaria aérea flexible



Fuente: Grupo Pinto. (n.d.). Catenaria rígida y flexible. Grupo Pinto. [Imagen] <https://grupopinto.com/catalogo/catenaria-rigida-y-flexible/>

- Catenaria aérea rígida

Imagen 11: Catenaria aérea rígida

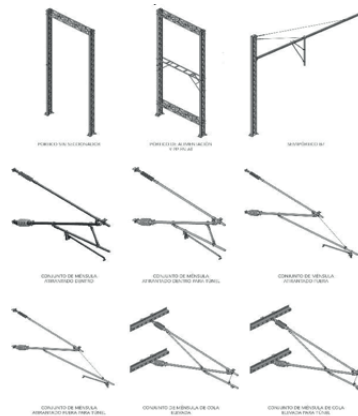


Fuente: Syneox. (n.d.). Catenaria rígida Metro Madrid. Syneox. [Imagen] <https://www.syneox.com/proyectos/catenaria-rigida-metro-madrid/>

Elementos de una catenaria

- **Estructuras de soporte:** Sostienen los cables que se apoyan en el tren, se compo-

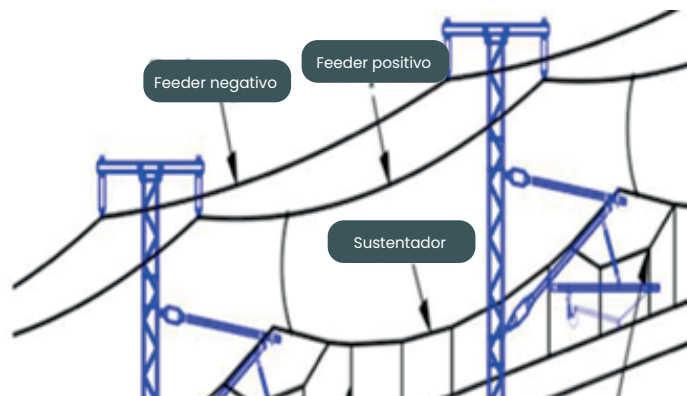
Imagen 12: Elementos de soporte de Catenaria



Gaditec. (n.d.). Piezas de catenaria. Gaditec. [Imagen] <https://www.gaditec.net/es/bim/Catalog/listing/piezas-de-catenaria-57621/1>

- **Conductores:** Como su nombre indica transmiten la corriente eléctrica. Se con-

Imagen 13: Diagrama de conductores



Fuente Inerail. (n.d.). Sistemas ferroviarios. Inerail. [Imagen] <https://inerail.es/areas-de-actividad/sistemas-ferroviarios/>

- **Regulación de la tensión mecánica:** Adaptan la red de cableado a las diferentes condiciones climáticas y de orografía para su correcto tensado.

Imagen 14: Elementos de regulación



Fuente: Escrivá, J. (2020). Simulación de la evolución del desgaste del hilo de contacto en catenarias ferroviarias (Tesis de máster). Repositorio Institucional de la Universitat Politècnica de València. [Imagen] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/175011/Escri->

- **Protecciones:** Sirven para guardar los elementos de la instalación de la línea aérea de contacto no asociados a la transmisión de la corriente.

Imagen 15: Elementos de protección



Insametal. (n.d.). Sistema de seguridad para tren ADIF DCO en acero galvanizado. Insametal. [Imagen] <https://insametal.es/sistema-seguridad-tren-adif-dco-acero-galvanizado/>

Elasticidad de la catenaria

La elasticidad de la catenaria en un punto se define como la elevación del hilo de contacto bajo el efecto de un esfuerzo determinado. Se calcula para un vano concreto, considerando el esfuerzo del pantógrafo. En realidad, depende de la longitud del vano y de la tensión mecánica del hilo de contacto y del cable sustentador.



<https://pixabay.com/es/photos/puente-de-ferrocarril-la-catenaria-7148169/>

Bibliografía

Tema	Recomendación
Sistema de Energía Eléctrica Lección 5	Tecnologías específicas de electrificación en ferrocarriles de alta velocidad. J.C. Martínez. Documentación de Microcurso del mismo nombre. Fundación de los ferrocarriles españoles. 2011.
	https://www.elmundo.es/como/2023/10/17/652e4a17e85eced3068b45a2.html
	https://www.swartzengineering.com/What-Is-a-Traction-Power-System%3F
	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
	Aplicaciones ferroviarias, Compatibilidad electromagnética, Norma EN 50121, 2017.
<i>Aplicaciones ferroviarias. Tracción eléctrica. Motores lineales asíncronos de tipo devanado primario corto, alimentados por convertidores, Norma EN 61377.</i>	
https://www.ferrovial.com/es/stem/linea-de-transmision/#:~:text=Se%20trata%20de%20una%20estructura,la%20red%20de%20transporte%20el%C3%A9ctrico	