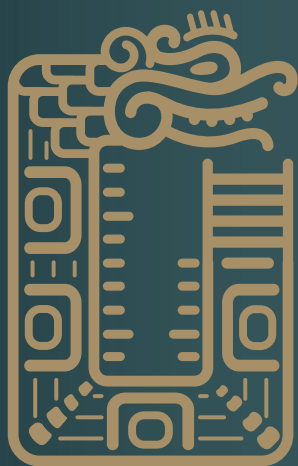




**KAANBAL**

# PROGRAMA DE **TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO**

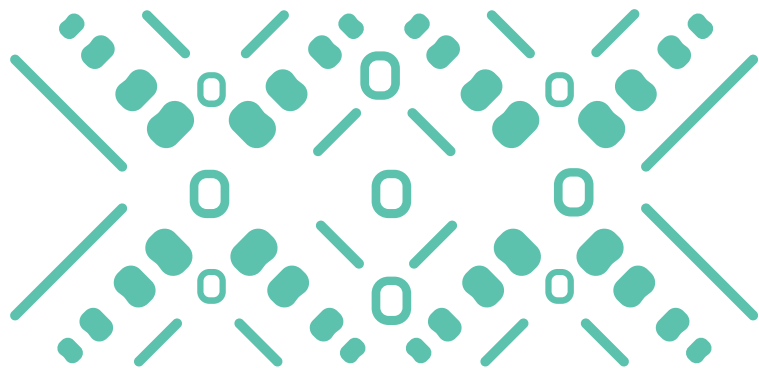


**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

**Lección 1**



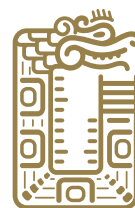
**Lección 1**



# *CURSO 4*

# ***Energía Eléctrica***

*con Isaac Fonseca Monterreal*



**TREN  
MAYA**  
TSÍIMIN K'ÁAK

# ÍNDICE DE IMÁGENES

|                                                                                      |       |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| <i>Imagen 1: Energía eléctrica movimiento de electrones</i>                          | ..... | 4  |
| <i>Imagen 2: Energía eléctrica procesos de distribución</i>                          | ..... | 4  |
| <i>Imagen 3: Generación de energía eléctrica por medio de carbón</i>                 | ..... | 5  |
| <i>Imagen 4: Generación de energía eléctrica por medio de gas natural</i>            | ..... | 5  |
| <i>Imagen 5: Generación de energía eléctrica por medio de energía nuclear</i>        | ..... | 6  |
| <i>Imagen 6: Generación de energía eléctrica por medio de energía hidroeléctrica</i> | ..... | 6  |
| <i>Imagen 7: Generación de energía eléctrica por medio de energía eólica</i>         | ..... | 6  |
| <i>Imagen 8: Generación de energía eléctrica por medio de energía solar</i>          | ..... | 7  |
| <i>Imagen 9: Generación de energía eléctrica por medio de energía geotérmica</i>     | ..... | 7  |
| <i>Imagen 10: Generación de energía eléctrica por medio de biomasa</i>               | ..... | 7  |
| <i>Imagen 11: Generación de energía eléctrica por medio de cogeneración</i>          | ..... | 8  |
| <i>Imagen 12: Generación de energía eléctrica por medio de microturbinas</i>         | ..... | 8  |
| <i>Imagen 13: Sistema de electrificación ferroviaria</i>                             | ..... | 9  |
| <i>Imagen 14: Sistema de tracción eléctrica</i>                                      | ..... | 9  |
| <i>Imagen 15: Diagrama del flujo de corriente continua y corriente alterna</i>       | ..... | 10 |
| <i>Imagen 16: Ejemplo de tensión eléctrica en los trenes</i>                         | ..... | 10 |
| <i>Imagen 17: Distribución de la corriente continua en un tren</i>                   | ..... | 11 |
| <i>Imagen 18: Distribución de la corriente alterna en un tren</i>                    | ..... | 12 |
| <i>Imagen 19: Motor Asíncrono y Motor Síncrono</i>                                   | ..... | 13 |

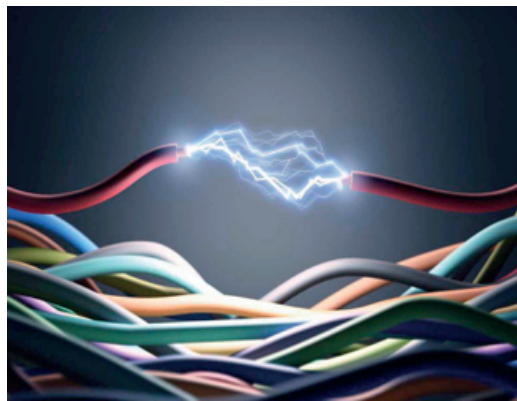
# Lección 1

## DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA MANTENIMIENTO

### ¿Qué es la energía eléctrica?

Es la forma de energía asociada con el movimiento de electrones a lo largo de un conductor. Esta energía se genera mediante la conversión de otras formas de energía, como la mecánica, química, solar o térmica, en la electricidad.

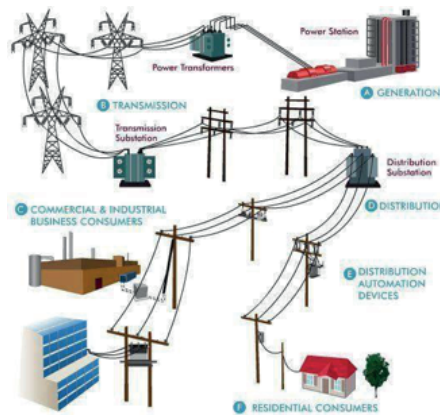
### **Imagen 1: Energía eléctrica movimiento de electrones**



Fuente: Ejemplo de energía eléctrica, <https://www.forbes.com.mx/schneider-tras-el-futuro-de-la-energia-electrica-en-centroamerica/>

La energía eléctrica es fundamental para numerosos aspectos de la vida moderna, ya que alimenta una variedad de dispositivos y sistemas, desde electrodomésticos hasta infraestructuras industriales y redes de suministro eléctrico. Su versatilidad y capacidad de ser transportada a largas distancias la hacen esencial en la mayoría de las actividades cotidianas y en la mayoría de las industrias.

### **Imagen 2: Energía eléctrica procesos de distribución**



Sistema de proceso de distribución de energía eléctrica, <https://www.sectorelectricidad.com/11389/el-viaje-de-la-energia-electrica-y-sus-etapas-generacion-transmision-distribucion-y-utilizacion/>

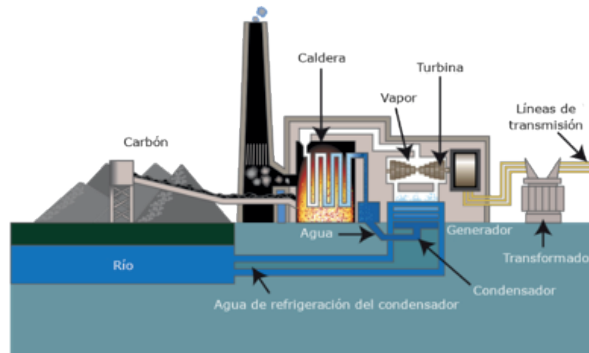


## ¿Cómo se produce la energía eléctrica?

La energía eléctrica se puede producir de varias maneras, utilizando diferentes fuentes de energía primaria, por ejemplo:

**Carbón:** La quema de carbón produce calor que se utiliza para calentar agua y generar vapor. El vapor impulsa turbinas conectadas a generadores que convierten la energía mecánica en electricidad.

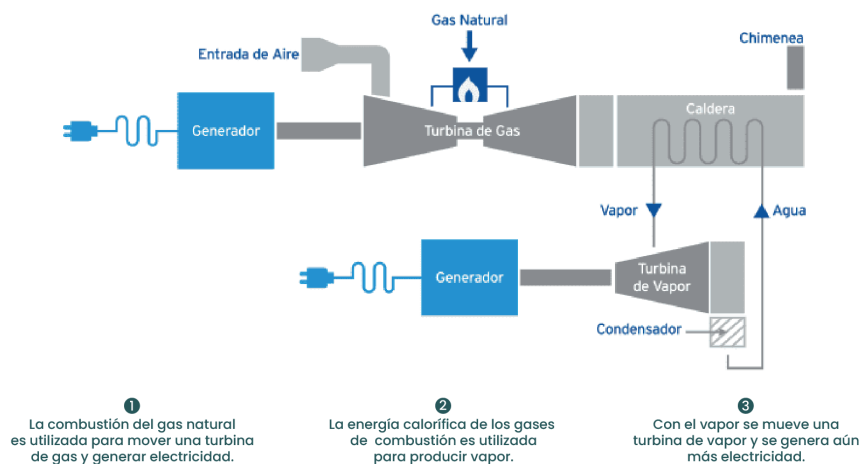
### **Imagen 3: Generación de energía eléctrica por medio de carbón**



Procedimiento para la generación de energía eléctrica por medio [https://energyeducation.ca/es/Central\\_el%C3%A9ctrica\\_de\\_carb%C3%B3n](https://energyeducation.ca/es/Central_el%C3%A9ctrica_de_carb%C3%B3n)

**Gas natural:** Similar al carbón, la quema de gas natural produce calor para generar vapor y accionar turbinas.

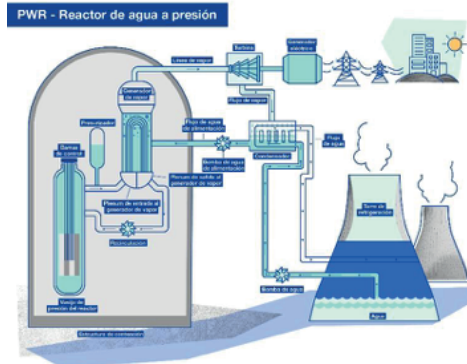
### **Imagen 4: Generación de energía eléctrica por medio de gas natural**



Procedimiento de generación de energía eléctrica por medio de gas natural [https://www.termoelectricamexicali.com/generacion\\_electrica.php](https://www.termoelectricamexicali.com/generacion_electrica.php)

**Energía nuclear.** En centrales nucleares, la energía se libera mediante reacciones nucleares. Estas reacciones generan calor, que se utiliza para producir vapor y, a su vez, generar electricidad de manera similar al proceso en plantas de carbón o gas.

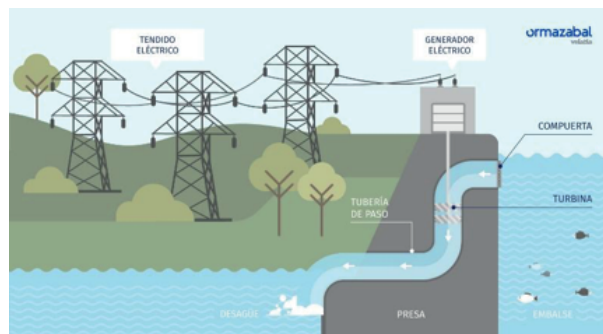
## Imagen 5: Generación de energía eléctrica por medio de energía nuclear



Proceso de generación de energía eléctrica por energía nuclear, <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/-que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica>

**Energía hidroeléctrica:** La energía del agua en movimiento se utiliza para hacer girar turbinas conectadas a generadores.

## Imagen 6: Generación de energía eléctrica por medio de energía hidroeléctrica



Proceso de generación de energía eléctrica mediante una planta hidroeléctrica, <https://www.ormazabal.com/energia-hidroelectrica-que-es-y-como-functiona/>

**Energía eólica:** La energía cinética del viento hace girar las palas de una turbina eólica, que a su vez mueve un generador para producir electricidad.

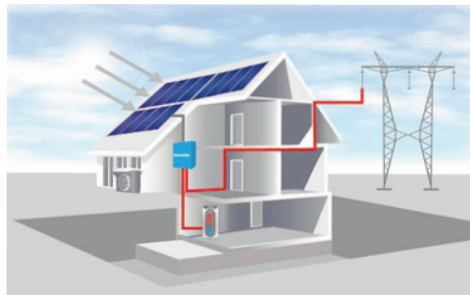
## Imagen 7: Generación de energía eléctrica por medio de energía eólica



Proceso para la generación de energía eólica, <https://www.chemik.es/blog/como-functiona-la-energia-eolica/>

**Energía solar.** La luz solar se convierte directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas en paneles solares.

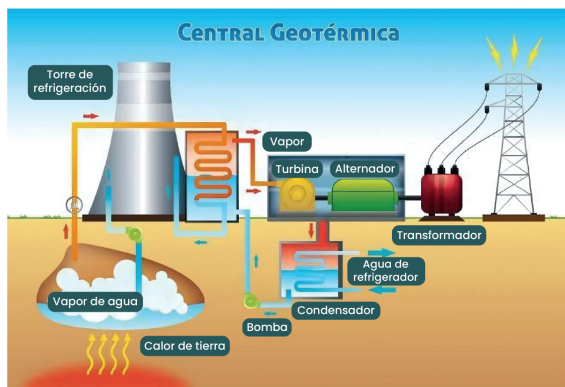
**Imagen 8: Generación de energía eléctrica por medio de energía solar**



Proceso de generación de energía eléctrica mediante la energía solar, <https://www.trinasolar.com/es/about-solar/how-it-works>

**Energía geotérmica:** El calor interno de la tierra se utiliza para producir vapor y accionar turbinas conectadas a generadores.

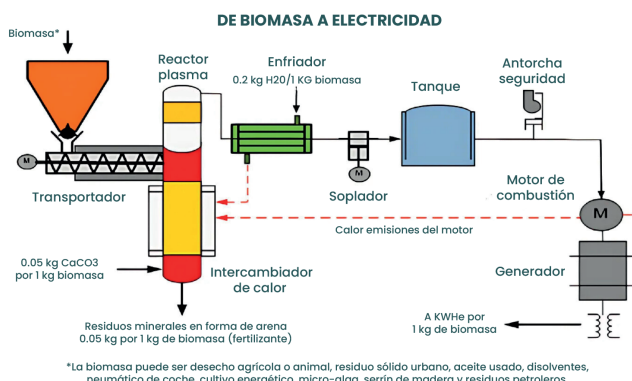
**Imagen 9: Generación de energía eléctrica por medio de energía geotérmica**



Proceso de generación de energía eléctrica por medio de energía geotérmica, <https://todoingenierias.com/comparacion-de-energia-geotermica-y-otras-fuentes-renovables/>

**Biomasa:** Residuos orgánicos, como madera, residuos agrícolas o desechos sólidos urbanos, se queman o procesan para generar calor que, a su vez, se utiliza para producir electricidad.

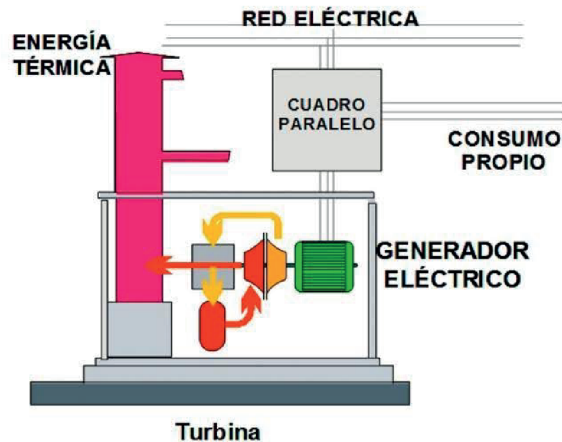
**Imagen 10: Generación de energía eléctrica por medio de biomasa**



Proceso para la generación de energía eléctrica por medio de Biomasa, <https://www.openms.es/planta-bpp4power-produce-electricidad-partir-de-rsu-y-biomasa-residual>

**Cogeneración:** La producción simultánea de electricidad y calor útil a partir de la misma fuente de energía.

**Imagen 11: Generación de energía eléctrica por medio de cogeneración**



Proceso para la obtención de energía eléctrica por medio del sistema de cogeneración, <https://absorsistem.com/tecnologias/cogeneracion/>

**Microturbinas:** Turbinas pequeñas que pueden ser utilizadas para generar electricidad, a menudo en combinación con sistemas de calefacción o refrigeración.

**Imagen 12: Generación de energía eléctrica por medio de microturbinas**



Generación de energía eléctrica por medio de microturbinas <https://www.uncuyo.edu.ar/prensa/construiran-microturbinas-para-generar-energia-electrica>

## Electrificación desde el ámbito ferroviario

El desarrollo de la electrificación ferroviaria vino principalmente motivado por la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía más baratas y eficientes que el vapor, todo ello asociado al incremento de las exigencias técnicas del servicio a prestar. En este sentido, cada vez más se demandaba un mayor número de trenes en circulación, trenes con mayor longitud y peso y, sobre todo, el incremento de la velocidad de circulación.

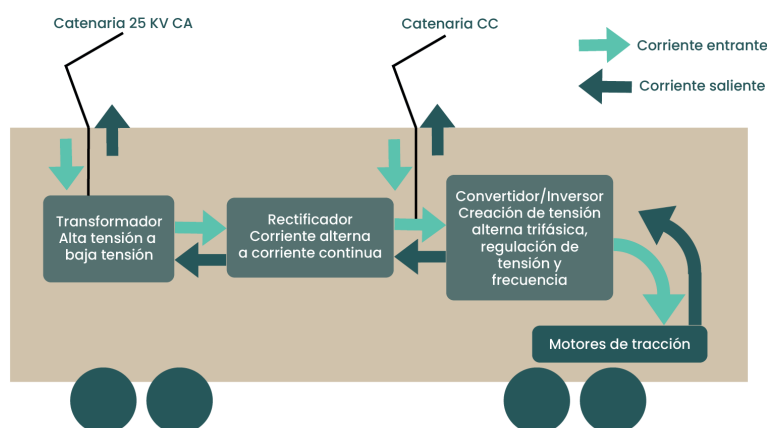
### **Imagen 13: Sistema de electrificación ferroviaria**



Estructura de electrificación ferroviaria, <https://www.colmarequipment.com/es/equipment/railway/railway-electrification>

La tracción eléctrica presenta como principales ventajas la posibilidad de construir vehículos de gran potencia y velocidad, que tengan buenos rendimientos desde un punto de vista del consumo energético y en general un menor impacto medioambiental, esto permite emplear fácilmente fuentes de energía renovables. Por el contrario, este proceso requiere grandes inversiones económicas en instalaciones propias, por lo que es necesario realizar estudios económicos previos.

### **Imagen 14: Sistema de tracción eléctrica**



Sistema de tracción eléctrica en sus dos modos, corriente continua y corriente alterna, <https://mundoferroviario.la-t/2023/02/28/tecnologia-aplicable-a-la-traccion-electrica/>

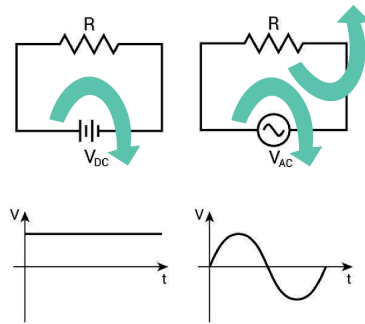
## **La tensión y corriente eléctrica en el material rodante**

El material rodante con tracción eléctrica ha empleado, a lo largo de su historia, la corriente continua y la corriente alterna para su funcionamiento. Es sabido que la corriente continua es un tipo de corriente que no varía en el tiempo y que la corriente alterna es una corriente pulsante que sí cambia en cada instante.

Mientras que en un circuito eléctrico de corriente continua el flujo de corriente de electrones siempre circula desde el polo negativo de la fuente al polo positivo, en los circuitos de corriente alterna la polaridad y el flujo de la corriente cambia constantemente de sentido tantas veces en un segundo como frecuencia posea.



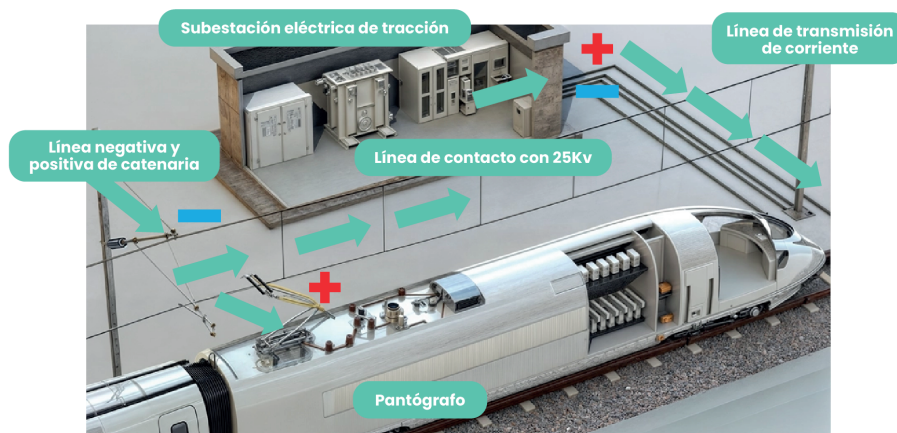
### Imagen 15: Diagrama del flujo de corriente continua y corriente alterna



Referencia: Shutterstock. (n.d.). Constant current illustrations. Shutterstock. [https://www.shutterstock.com/es/search/constant-current?image\\_type=illustration](https://www.shutterstock.com/es/search/constant-current?image_type=illustration)

En los sistemas eléctricos de potencia europeos esta frecuencia (denominada industrial) son 50 Hz, mientras que en otras regiones del mundo son 60 Hz.

### Imagen 16: Ejemplo de tensión eléctrica en los trenes



Tensión eléctrica en los trenes, <https://www.santtorre.com/electrificacion-ferroviaria/dimensionamiento-electrico-de-catenaria-subestaciones-de-traccion-y-sistemas-asociados/>

## La corriente continua

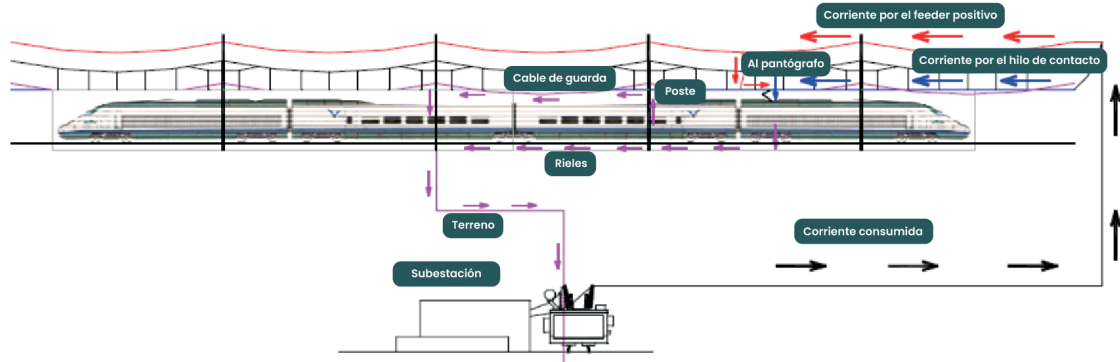
El flujo de electrones dentro de la corriente continua es unidireccional lo que significa que es en un solo sentido, siguiendo una señal y manteniéndola fija en el polo positivo.

El uso de la corriente continua vino motivado por la facilidad que suponía el uso del motor de tracción de corriente continua, actualmente en desuso, pero empleado durante más de medio siglo debido a su flexibilidad de marcha.

El motor de corriente continua precisa para su funcionamiento de dispositivos electromecánicos propios, destacando el colector de delgas o conmutador. Este dispositivo es el órgano encargado de la conversión mecánica de la corriente alterna inducida en las bobinas, en corriente continua de salida.

La extracción o suministro de corriente al colector se realiza por medio de escobillas de grafito, que ejercen una presión sobre el colector manteniéndose fijas respecto a este.

## Imagen 17: Distribución de la corriente continua en un tren



Referencia: Sistema de electrificación de corriente continua para trenes, <https://e-archivo.uc3m.es/rest/api/core/bits-treams/03093112-031d-4655-8c63-b8c701807e5e/content>

## La corriente alterna

En el caso de la corriente alterna, el flujo de electrones es bidireccional por lo que puede ir en ambas direcciones ( de Positivo a Negativo o viceversa), oscila entre los polos positivo y negativo.

El uso de la corriente alterna permitió incrementar las distancias entre las subestaciones eléctricas de tracción, al ser las caídas de tensión menores al emplear siempre una tensión eléctrica de funcionamiento mayor. A diferencia de lo que ocurre con la generación de energía eléctrica en las centrales, en las que siempre se genera corriente y tensión alterna en tres ondas desfasadas (corriente y tensión alterna trifásica), el empleo de corriente alterna en los ferrocarriles solo utiliza una onda, esto es, corriente alterna monofásica.

Cabe destacar aquí, que mientras que el motor de corriente continua precisa de colector y escobillas, los motores trifásicos no necesitan de estos componentes, por lo que son más robustos y, por tanto, más fiables que los de corriente continua.

Ello se debe a que las escobillas han de ser cambiadas cada cierto tiempo, siendo el mantenimiento de un motor de corriente continua mayor que uno trifásico.

## Imagen 18: Distribución de la corriente alterna en un tren

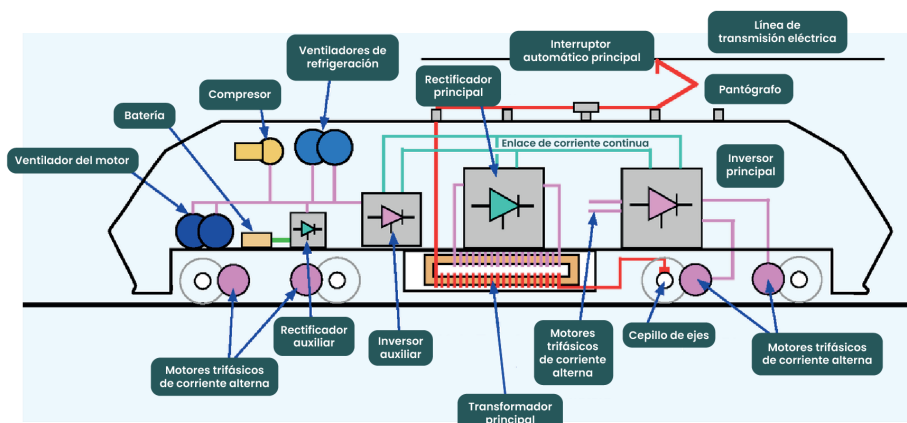


Diagrama de los componentes de un tren para corriente alterna, <http://www.railway-technical.com/trains/rolling-stock-index-1/electric-locomotives/>

## ¿Qué es un motor síncrono?

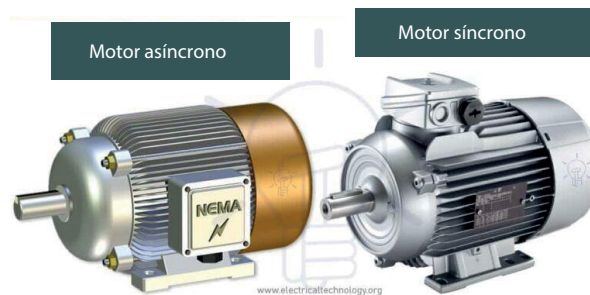
Un motor síncrono es un tipo de motor eléctrico en el que la velocidad de rotación del rotor está sincronizada con la frecuencia de la corriente eléctrica suministrada.

Esto significa que la velocidad de rotación del rotor es constante y está directamente relacionada con la frecuencia de la corriente eléctrica. Los motores síncronos son ampliamente utilizados en aplicaciones que requieren una velocidad constante y precisa, como en generadores eléctricos.

## ¿Qué es un motor asíncrono?

Por otro lado, un motor asíncrono, también conocido como motor de inducción, es un tipo de motor eléctrico en el que la velocidad de rotación del rotor es ligeramente más baja que la velocidad de rotación del campo magnético generado por el estator. Esta diferencia de velocidad se conoce como deslizamiento y es una característica clave de los motores asíncronos. Los motores asíncronos son ampliamente utilizados en aplicaciones que requieren un arranque suave y un control de velocidad variable, como en ventiladores, bombas y sistemas de climatización.

### **Imagen 19: Motor Asíncrono y Motor Síncrono**



Ejemplo de los motores asíncrono y síncrono, [https://www.microscopio.pro/que-es-motor-sincrono-y-asincrono/?expand\\_article=1](https://www.microscopio.pro/que-es-motor-sincrono-y-asincrono/?expand_article=1)

## Principales diferencias entre un motor síncrono y uno asíncrono

Ahora que hemos definido qué es un motor síncrono y uno asíncrono, podemos analizar las principales diferencias entre ellos:

**Velocidad de rotación:** En un motor síncrono, la velocidad de rotación del rotor está sincronizada con la frecuencia de la corriente eléctrica, mientras que, en un motor asíncrono, la velocidad de rotación del rotor es ligeramente más baja que la velocidad de rotación del campo magnético generado por el estator.

**Arranque:** Los motores síncronos requieren un dispositivo de arranque externo para comenzar a girar, mientras que los motores asíncronos pueden arrancar de forma suave y sin la necesidad de dispositivos adicionales.



**Control de velocidad:** Los motores síncronos tienen una velocidad constante y no se pueden controlar fácilmente, mientras que los motores asíncronos pueden controlar su velocidad utilizando dispositivos de control de frecuencia.

**Aplicaciones:** Los motores síncronos se utilizan en aplicaciones que requieren una velocidad constante y precisa, como generadores eléctricos y máquinas herramienta de alta precisión. Por otro lado, los motores asíncronos se utilizan en aplicaciones que requieren un arranque suave y un control de velocidad variable, como ventiladores, bombas y sistemas de climatización.

## Bibliografía

| Tema                                      | Recomendación                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema de Energía Eléctrica<br>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                                                                                                                                                                                               |
|                                           | Aplicaciones ferroviarias, Compatibilidad electromagnética, Norma EN 50121, 2017.                                                                                                                                                                                                   |
|                                           | Aplicaciones ferroviarias. Tracción eléctrica. Motores lineales asíncronos de tipo devanado primario corto, alimentados por convertidores, Norma EN 61377.                                                                                                                          |