

Máquinas Eléctricas

Aparamenta Eléctrica

Oscar Perpiñán Lamigueiro

Universidad Politécnica de Madrid

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

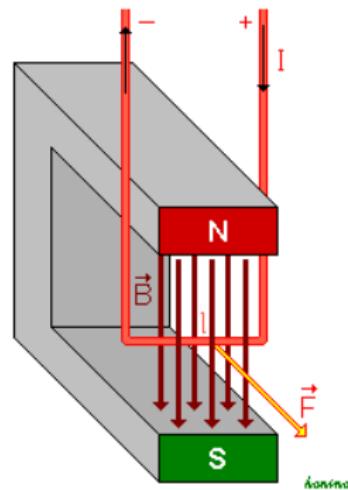
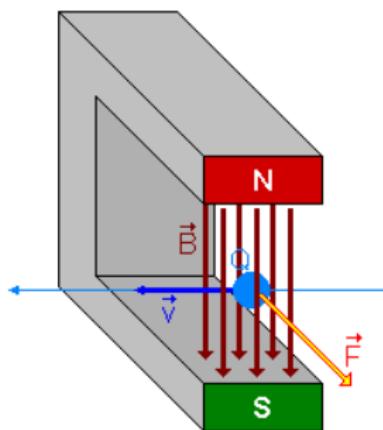
3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

Fuerza Magnética

Un campo magnético ejerce una fuerza sobre una carga en movimiento (o corriente eléctrica en un conductor) *.

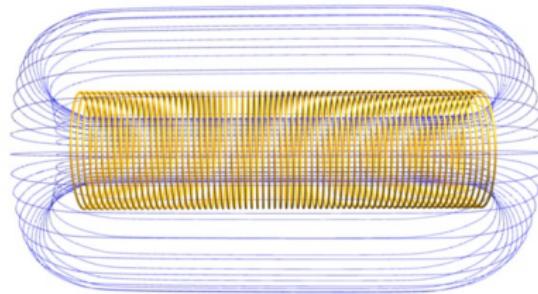
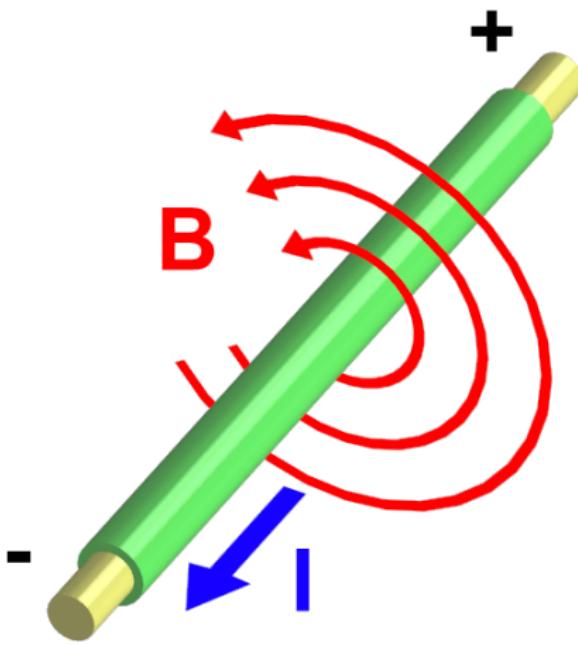
$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



*Fuerza de Lorentz

Campo Magnético creado por un Conductor

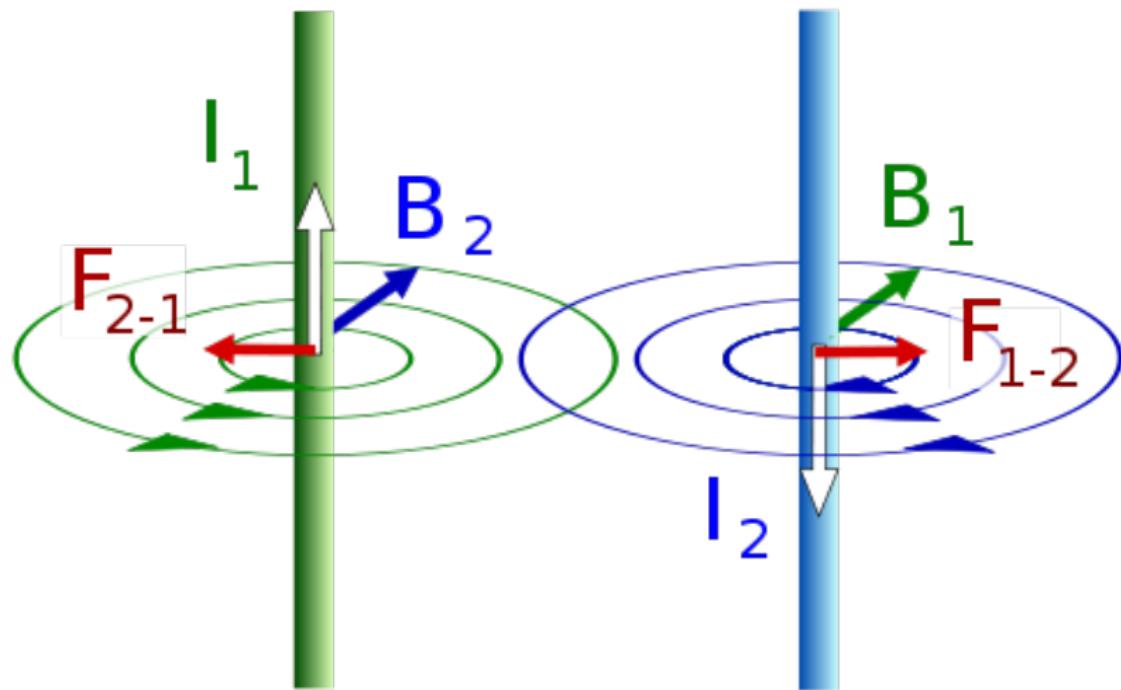
Una corriente eléctrica crea un campo magnético en torno al conductor**.



**Ley de Biot-Savart (y Oersted). Ley de Ampere.

Interacción entre Conductores

Dos conductores se repelen o atraen según el sentido de sus corrientes.



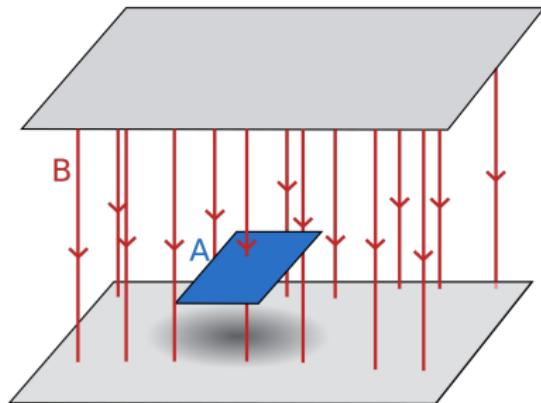
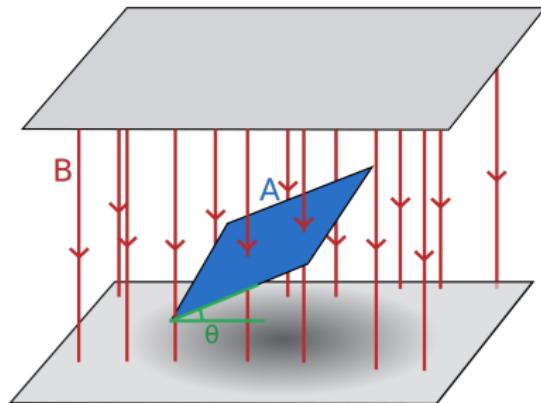
Vídeo: Repulsión entre barras de Alta Tensión

Flujo Magnético

El flujo magnético es la cantidad de líneas de fuerza magnética que atraviesan una superficie.

Depende de la densidad de campo, B , el área de la superficie, A , y la posición relativa entre ambos, θ .

$$\phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$



Ley de Faraday

- Cuando el **flujo magnético** que atraviesa una espira es **variable** aparece **tensión inducida**.

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d(B \cdot S \cdot \cos \theta)}{dt}$$

- El flujo es variable cuando:
 - ▶ La **espira está en movimiento** (θ)
 - ▶ El **campo magnético B es variable**,
 - ▶ Ambas situaciones coinciden.
- La tensión inducida es directamente proporcional a la rapidez de la variación.

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

- Introducción
- Tipos de Motor
- Tipos de Generador
- Transformador

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

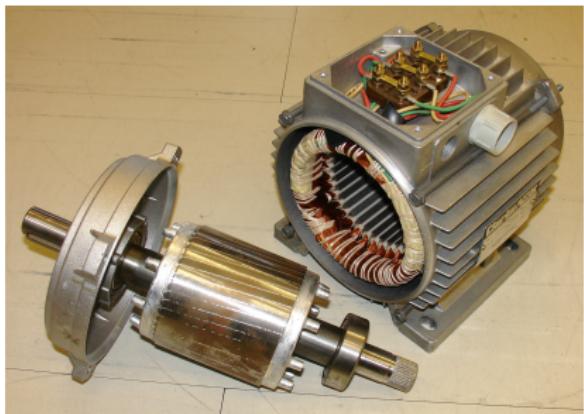
Máquina Eléctrica

Una máquina eléctrica realiza una conversión entre dos formas de energía, una de ellas eléctrica:

- **Motor:** transforma la energía eléctrica en energía mecánica.
- **Generador:** transforma la energía mecánica en energía eléctrica.
- **Transformador:** transforma las condiciones (tensión y corriente) de la energía eléctrica de entrada en otras diferentes de salida.

Partes de una Máquina

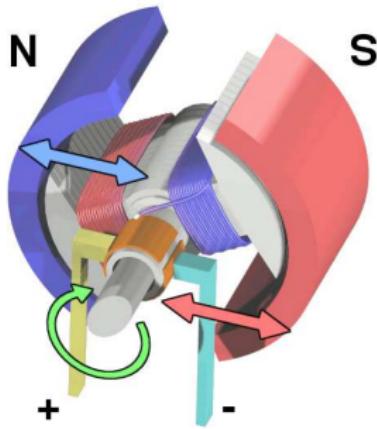
- **Estátor:** parte fija de forma cilíndrica.
- **Rótor:** parte giratoria situada en la cavidad del estátor.
- **Entrehierro:** espacio de aire que separa el estátor del rótor.



La transformación de energía eléctrica y mecánica se produce a través del campo magnético del entrehierro, lugar del acoplamiento energético entre estátor y rótor.

Inductor e Inducido

Al elemento que emite el campo magnético se le denomina **inductor** y aquel que es atravesado por este flujo es el **inducido**.



1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

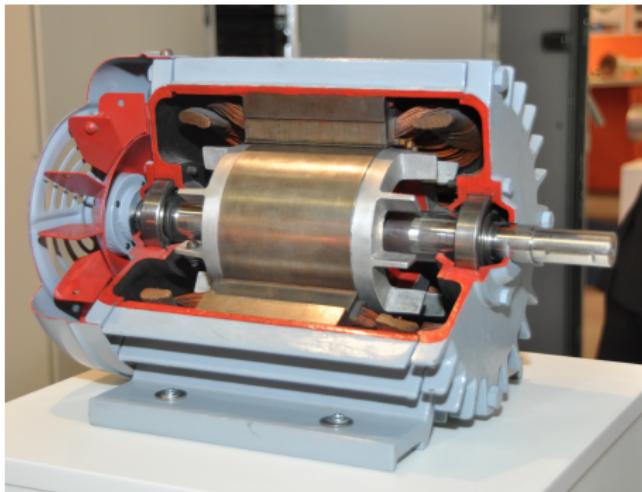
- Introducción
- **Tipos de Motor**
- Tipos de Generador
- Transformador

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

Motor asíncrono o de inducción

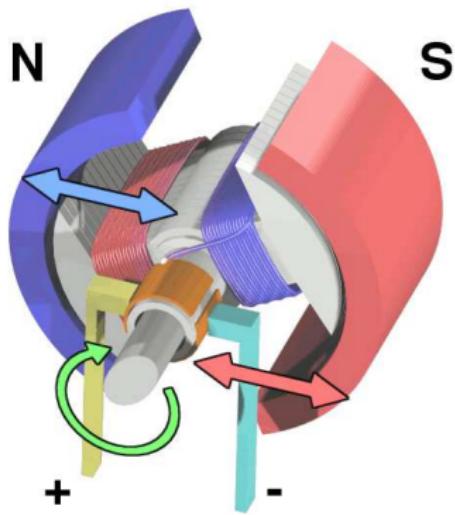
- **Estator-Inductor** alimentado por una **corriente trifásica alterna** (*campo giratorio*)
- **Rotor-Inducido** constituido por espiras cortocircuitadas (**jaula de ardilla**).
- Rotor gira a menor velocidad que el campo.



Vídeos: Motor de inducción artesanal (1) (2)

Motor de corriente continua

- **Estator-Inductor** genera **campo constante** (imanes permanentes o alimentado por corriente DC).
- **Rotor-Inducido** alimentado con **corriente DC** a través de un colector de delgas, o sin escobillas.



1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

- Introducción
- Tipos de Motor
- **Tipos de Generador**
- Transformador

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

Generador Síncrono o Alternador

- **Rotor-inductor** alimentado por **corriente continua** mediante anillos.
- **Estator-inducido** constituido por un **devanado trifásico**.
- Velocidad de giro constante, sincronizada con la frecuencia de red.
- Empleado en turbinas hidráulicas y térmicas.

Generador Asíncrono

- **Estator** alimentado por una corriente trifásica (*campo giratorio*).
- **Rotor** constituido por espiras cortocircuitadas (**jaula de ardilla**).
- El rotor gira a mayor velocidad que el campo del estator: se induce corriente «de vuelta» en el estator.
- Empleado en turbinas eólicas.



Generador DC

- **Estator-Inductor** genera campo constante (alimentado por corriente DC o imanes permanentes).
- El movimiento aplicado en el **Rotor-Inducido** en el seno del campo produce una **tensión inducida**.
- El colector de delgas transforma alterna en continua.
- Empleado en máquinas eólicas de baja potencia.

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

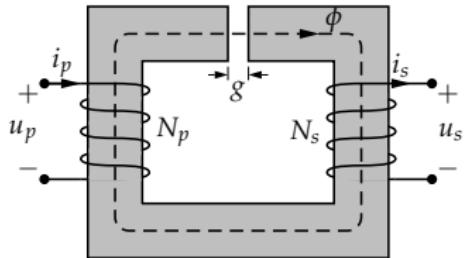
- Introducción
- Tipos de Motor
- Tipos de Generador
- Transformador

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

Fundamento

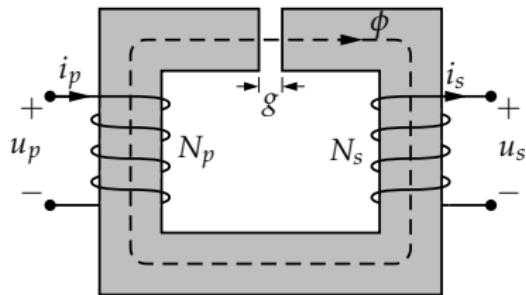
- La energía eléctrica de entrada alimenta una bobina con un número de espiras N_p .
- El campo magnético generado por esta bobina circula hasta una bobina de salida, con N_s espiras.
- El diferente número de espiras provoca valores de tensión y corriente diferente en la entrada y salida.



Relación de Transformación

$$N_s \cdot I_s = N_p \cdot I_p$$

$$\frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s}$$



- Ejemplo: un transformador elevador sube tensión ($V_s > V_p$) y reduce corriente ($I_s < I_p$): $N_p / N_s < 1$, más vueltas en el secundario que en el primario.

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

3 Aparmenta eléctrica

4 Recursos

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

3 Aparatología eléctrica

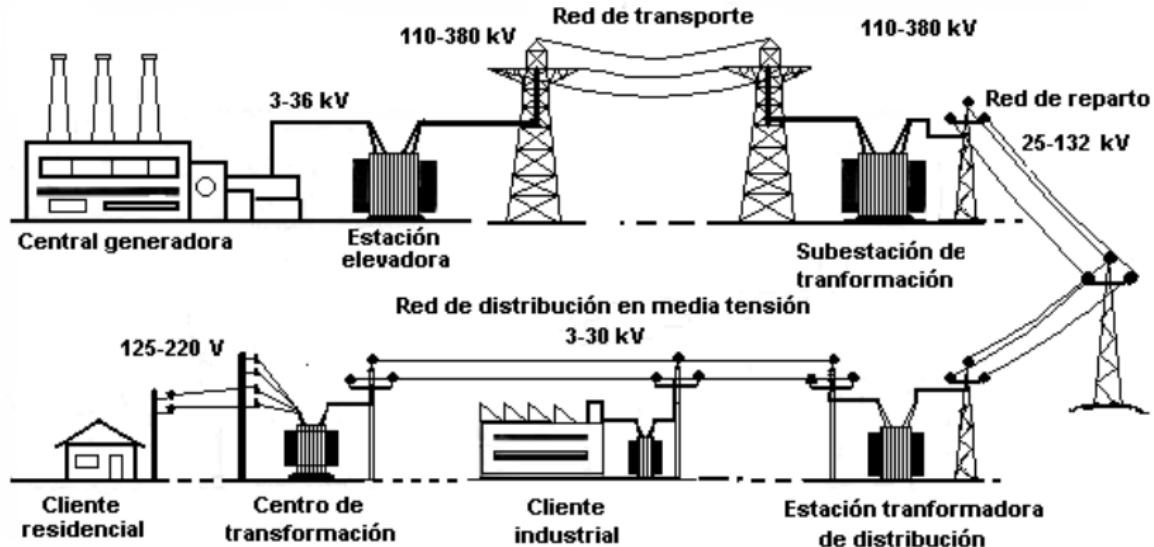
- Sistema de Suministro Eléctrico
- Definición y Funciones
- Tipos de Dispositivos

4 Recursos

Sistema de suministro eléctrico

Un **sistema de suministro eléctrico** tiene como objetivo **producir, transportar y distribuir energía eléctrica** a los lugares de consumo, con el mínimo coste posible en condiciones de **fiabilidad, calidad y seguridad**.

Componentes del Sistema de Suministro Eléctrico



- Generadores
- Redes de transporte
- Redes de distribución
- Equipos de acondicionamiento, transformación y protección (y en algunos casos, almacenamiento)
- Puntos de consumo

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

3 Aparatología eléctrica

- Sistema de Suministro Eléctrico
- Definición y Funciones
- Tipos de Dispositivos

4 Recursos

Definición

Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones:

- **Protección**
- **Aislamiento**
- **Control y Conexión.**

Protección

- Protección de los **elementos de los circuitos** (cables, aparamenta) contra las tensiones térmicas y mecánicas de las corrientes de cortocircuito. *Ej. Fusibles.*
- Protección de las **personas** en caso de producirse un defecto de aislamiento. *Ej. Interruptor Diferencial.*
- Protección de los **dispositivos y aparatos receptores**. *Ej. Interruptor Magnetotérmico.*

Aislamiento

Separar de forma verificable un circuito, un aparato o un elemento de la planta del resto de un sistema que se encuentra en tensión, con el fin de que el personal pueda realizar con total seguridad trabajos en la parte aislada. *Ej. Seccionador.*

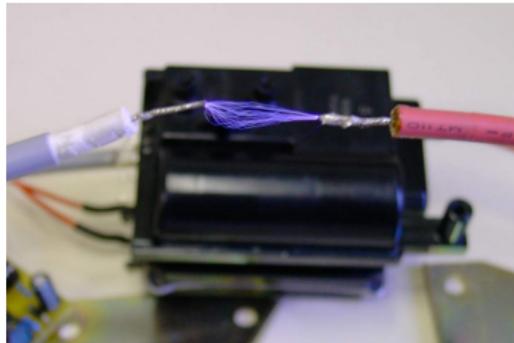
Control

Modificar un sistema en carga para:

- Control funcional (condiciones normales de servicio, conmutación rutinaria) (*Ej. contactor*)
- Conmutación de emergencia (ej. seta de parada)
- Operaciones de mantenimiento del sistema de alimentación.

Arco Eléctrico

- Descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de potencial.



- Luminosidad muy intensa y un gran desprendimiento de calor (fenómeno destructivo)

Vídeo: [Apertura en Alta Tensión](#)

Poder de corte y cierre

Poder de corte: intensidad de corriente que un dispositivo es capaz de cortar bajo una tensión de restablecimiento determinada.

Poder de cierre: intensidad de corriente que un aparato es capaz de establecer bajo una tensión dada.

1 Fundamentos de Electromagnetismo

2 Máquinas Eléctricas

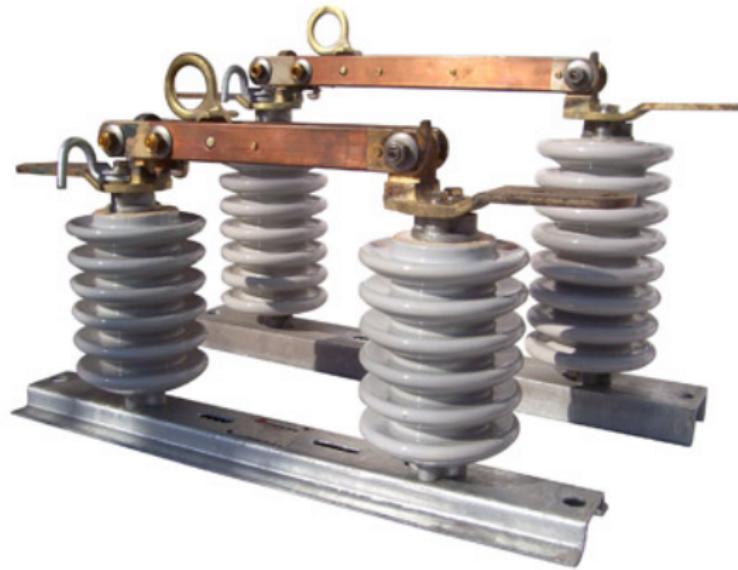
3 Aparatología eléctrica

- Sistema de Suministro Eléctrico
- Definición y Funciones
- Tipos de Dispositivos

4 Recursos

Seccionador

- Dispositivo de dos posiciones (abierto/cerrado) **enclavable** y accionado **manualmente** que proporciona un **aislamiento seguro** de un circuito cuando está enclavado en la posición abierta.
- Un seccionador **no** está diseñado para abrir o cerrar el paso de la corriente.



Interruptor de carga

- Dispositivo no automático (**accionamiento manual**) de dos posiciones (abierto/cerrado).
- Tiene **poder de corte y cierre**.
- Al ser manual **no ofrece protección** (funcionamiento en condiciones normales del circuito).



Contactor

- Dispositivo de conmutación accionado de forma remota.
- Tiene poder de corte y poder de cierre.
- Utilizado para tareas de control.



Fusible

- Dispositivo de protección contra sobrecarga (corrientes superiores a un umbral durante un tiempo prolongado).
- Se funde por Efecto Joule y queda destruido.
- Tiene poder de corte.



Interruptor magnetotérmico

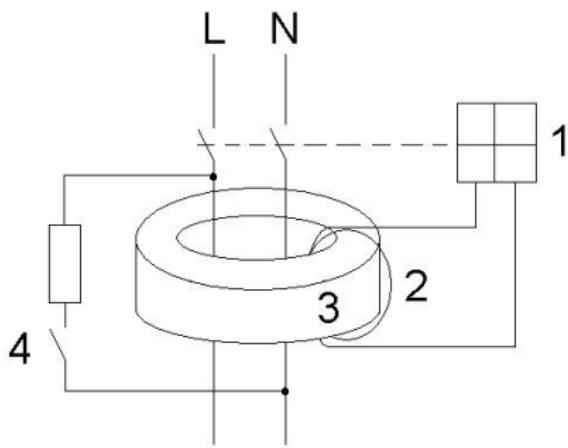
- Dispositivo **automático** capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.
- **Protege contra sobreintensidades** (*efecto magnético*), corrientes muy elevadas durante lapsos cortos.
- **Protege contra sobrecargas** (*efecto Joule*), corrientes superiores a un umbral de forma sostenida.



Vídeo: [Apertura de un PIA](#)

Interruptor diferencial

- Dispositivo **automático** con poder de corte ante una corriente diferencial residual (defecto de aislamiento).
- Se emplea para la **protección de las personas**.
- Un transformador toroidal abraza a todos los conductores y detecta diferencia de flujo magnético.



- 1 Fundamentos de Electromagnetismo
- 2 Máquinas Eléctricas
- 3 Aparmenta eléctrica
- 4 Recursos

Bibliografía

- **Fraile Mora, J.**: *Máquinas Eléctricas*. Ed. Mc. Graw Hill.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- Guía de diseño de instalaciones eléctricas (Schneider Electric)
- Equipos industriales
- Base de Precios PREOC