

TEMA 4. DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.

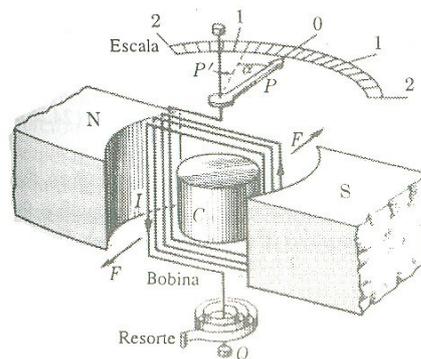
1. Aparatos de medida
2. Transformadores.
3. Rectificadores (Convertidores CA-CC)
4. Generadores y motores.
5. Dispositivos de seguridad
6. Filtros de señal

1. APARATOS DE MEDIDA

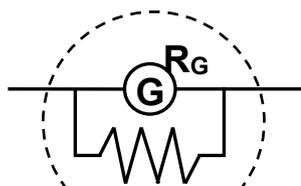
Su uso se basa en el funcionamiento del galvanómetro. 

Galvanómetro:

Aparato que mide la intensidad de corriente de un circuito. Consiste en una pequeña bobina (conjunto de espiras) que puede girar alrededor de un eje. La bobina está inmersa en el campo magnético creado por un pequeño imán. Al pasar corriente por la bobina, el momento de fuerzas sobre la bobina hará que ésta gire. Un resorte espiral se opone a este giro, ejerciendo un momento opuesto, y se llega a una situación de equilibrio. El ángulo que haya girado la bobina dependerá de la intensidad de corriente. Una aguja unida a la bobina marca sobre una escala el valor de dicha intensidad.



Amperímetro

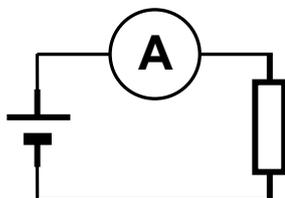


$$R_s = \frac{R_G}{n - 1}$$

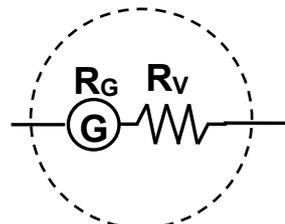
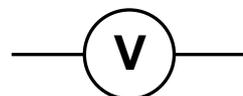
R_s : Resistencia *shunt* (en paralelo). Tiene un valor muy pequeño.

R_G : Resistencia interna del Galvanómetro
 n : poder multiplicador de la escala.

El amperímetro se conecta en serie en el circuito



Voltímetro

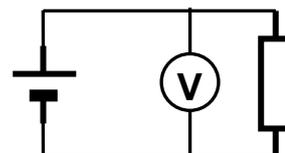


$$R_v = R_G \cdot (n - 1)$$

R_v : Resistencia conectada en serie. Tiene un valor muy grande.

R_G : Resistencia interna del Galvanómetro
 n : poder multiplicador de la escala.

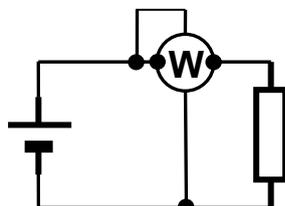
El voltímetro se conecta en paralelo en el circuito



Vatímetro



Mide la potencia disipada (activa)



Posee cuatro conexiones:

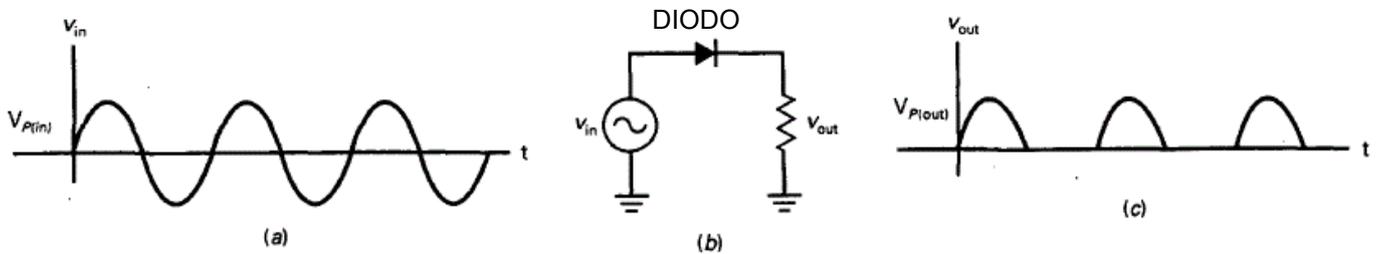
2 en serie, como un amperímetro.

2 en paralelo, como un voltímetro.

¿Cómo funcionan estos aparatos de medida en corriente alterna?

Cuando la corriente es alterna, el sentido al que tiende a girar la aguja del galvanómetro se invierte cuando cambia la polaridad. La aguja estará oscilando si la frecuencia es muy baja. Pero incluso con una frecuencia relativamente baja de 50 Hz, la variación es muy rápida, y la aguja sólo marcará el valor medio (0). Esto hace que, si no se modifica el esquema del aparato de medida, no podamos usarlos en alterna.

Para poder medir en corriente alterna, se rectifica la corriente que pasa por el galvanómetro, usando diodos. De esta forma, por el galvanómetro sólo pasará corriente en un sentido, y la aguja marcará el valor medio de esa corriente. La escala y el valor de las resistencias adicionales se ajustan convenientemente.



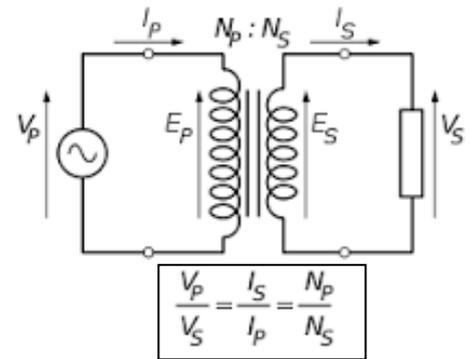
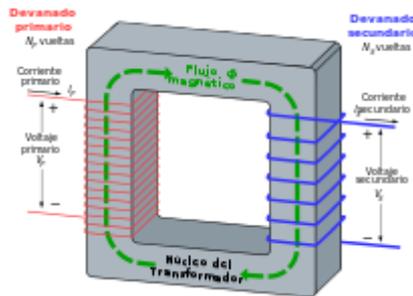
Problemas y cuestiones:

- Se dispone de un amperímetro de escala 10 A cuya resistencia interna es de $0,2 \Omega$. Se desea ampliar la escala de dicho aparato hasta 100 A.
 - Dibuje en un esquema eléctrico la conexión de dicho shunt.
 - Calcule el valor de la resistencia shunt necesaria.
- Se dispone de un voltímetro cuyo alcance es de 10 V con una resistencia interna de $2 \text{ k}\Omega$. Calcule:
 - El valor de la resistencia adicional que se debe conectar para ampliar su alcance hasta los 200 V.
 - La potencia mínima que ha de poder disipar la resistencia adicional para que el voltímetro pueda medir hasta 200 V.
 - El resultado de la medida con la resistencia adicional si el índice marca 2,3 V en la escala.
- Un amperímetro tiene una resistencia interna de $0,3 \Omega$ con un valor de fondo de escala de 10 A. Calcule:
 - La resistencia que se debe conectar a este amperímetro para ampliar su rango de medida hasta 200 A.
 - La potencia que disipa la resistencia conectada al amperímetro cuando en la nueva escala se miden 200 A.
- Se tiene un amperímetro de fondo de escala 12 A cuya resistencia interna es de $0,3 \Omega$. Se pretende ampliar la escala de dicho aparato hasta 200 A.
 - Dibuje un esquema de la conexión de dicho shunt.
 - Calcule el valor de la resistencia shunt que hay que conectar.
 - Calcule la potencia que disipa la resistencia shunt cuando el índice marca 7 A en la escala del amperímetro.
- Se dispone de un amperímetro de 2 mA de fondo de escala con una resistencia interna de $800 \text{ m}\Omega$. Si se quiere ampliar su rango de medida hasta 20 mA, calcule:
 - El valor de la resistencia shunt que se debe conectar.
 - La potencia disipada en la resistencia shunt cuando en la antigua escala la lectura sea de 1 mA.
- Se tiene un voltímetro con una escala graduada de 0 a 20 V, con 20 divisiones y una resistencia interna de 200Ω . Si para ampliar su rango de medida se coloca una resistencia en serie $R=1800 \Omega$, calcule:
 - La intensidad máxima que puede pasar por el voltímetro, antes de colocarle la resistencia R.
 - La lectura del aparato, después de conectar la resistencia R, cuando el índice señala la división número 12.
 - El nuevo valor que debe tener la resistencia R, para que el aparato pueda medir hasta 300 V.

2. TRANSFORMADORES:

Funcionan mediante inducción electromagnética.

- Sólo transforma CA, no CC.
- El núcleo de hierro dirige las líneas de campo y aumenta el campo magnético (y el flujo).
- Para reducir la disipación de energía en el núcleo de hierro (corrientes de Foucault que se producen, y el calentamiento por efecto Joule), el núcleo se divide en láminas.



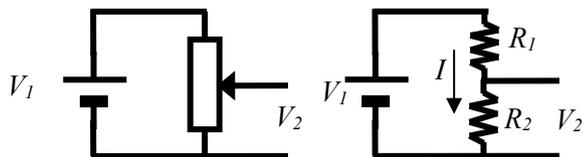
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{N_p}{N_s} = n \quad \text{Relación de transformación}$$

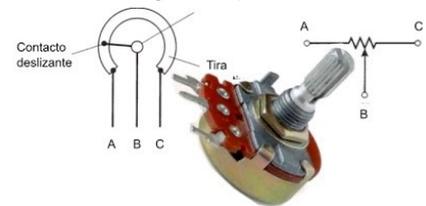
Tensiones e intensidades nominales: Valores de tensión e intensidad en cada devanado para los que está ideado el aparato (aparecen en su ficha técnica).

Potencia nominal: es la potencia aparente máxima que puede suministrar el bobinado secundario del transformador. Este valor se mide en kilovoltioamperios (kVA)

Cómo transformar el voltaje en CC: Mediante resistencias (potenciómetro, resistencia regulable)



$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$



7. Un transformador monofásico ideal tiene 200 vueltas en el primario y 10 vueltas en el secundario. Se sabe que la potencia del primario es 10 kVA y se desea una tensión de 100 V en el secundario, calcule:

- La tensión de alimentación del primario.
- Las intensidades del primario y del secundario.

8. Un transformador monofásico ideal tiene 600 espiras en el primario y 250 en el secundario. Su tensión en el primario es de 220 V y su intensidad en el secundario es de 4 A. Calcule:

- La relación de transformación.
- La tensión en el secundario.
- La potencia aparente que suministra el transformador.
- La intensidad en el primario.

9. Un transformador monofásico ideal de 2 kVA, 400/230 V, 50 Hz se conecta a una red que le proporciona su tensión nominal. La carga se conecta al devanado de baja tensión. Calcule:

- Las intensidades nominales en ambos devanados.
- El módulo de la impedancia a plena carga.
- La potencia activa y reactiva de la carga cuando demanda la mitad de la intensidad nominal con un factor de potencia 0,8 inductivo.

10. Se aplica al primario de un transformador ideal monofásico de 1 kVA una tensión de 240 V. Los arrollamientos primario y secundario disponen de 5000 y 500 espiras respectivamente. Calcule:

- La tensión que se obtiene en el secundario.
- Las intensidades nominales de ambos devanados.
- Las intensidades que circulan por ambos devanados si se conecta al secundario una carga que consume 240 W con un factor de potencia 0,8 inductivo.

11. Un transformador monofásico ideal tiene un arrollamiento primario de 1100 espiras y está alimentado por una tensión alterna de 12 kV. La tensión del secundario es de 220 V. Calcule:

- El número de espiras del secundario.
- La tensión en el secundario cuando se aumenta la cantidad de espiras del primario en un 20% manteniendo la misma alimentación.

12. De un transformador monofásico ideal se conocen los siguientes datos:

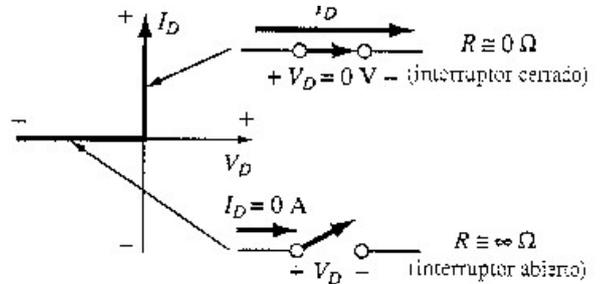
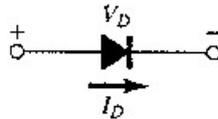
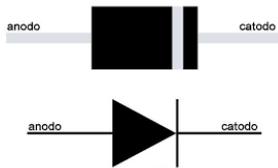
- Relación de espiras 5:1.
- Tensión en el primario de 220 V.
- Intensidad en el primario de 3 A.

Calcule:

- La tensión en el secundario.
- La intensidad en el secundario.
- La potencia aparente suministrada.

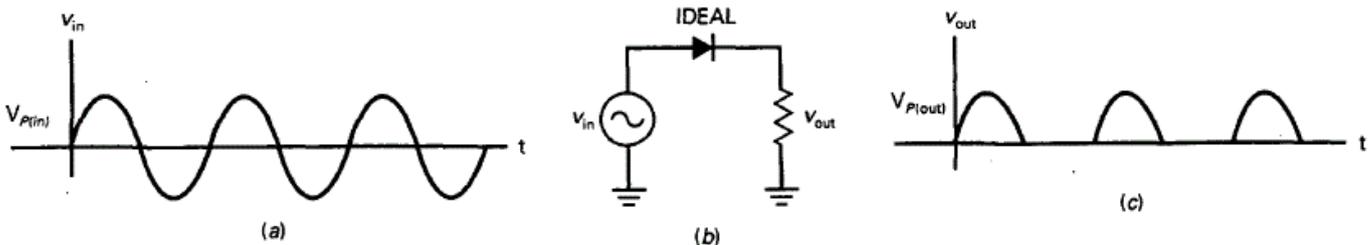
3. RECTIFICADORES

DIODO: Dispositivo semiconductor. Permite el paso de corriente en un sentido, pero no en el otro.

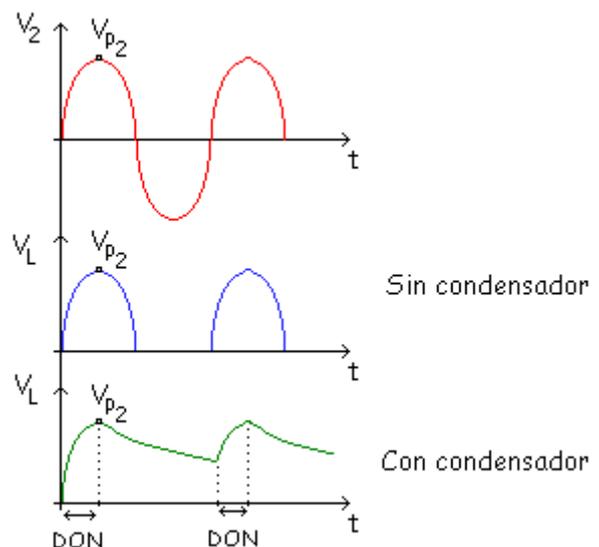
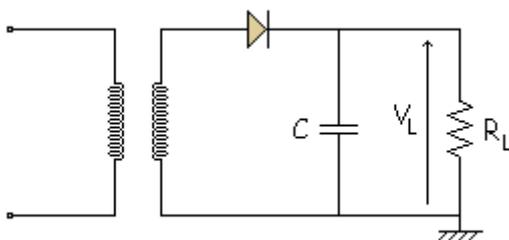


RECTIFICACIÓN DE LA CA: Transformación de CA en CC.

Rectificador de media onda

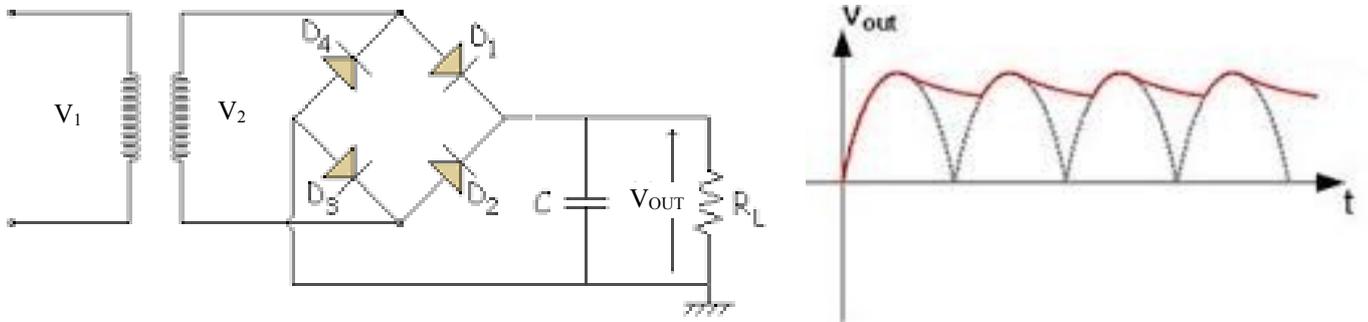


Se introduce un **condensador en paralelo**, que se carga durante la subida de V , y que luego, al descargarse, produce una corriente que ralentiza la caída de V_{out}



Rectificador de onda completa

En este rectificador, el puente de 4 diodos está dispuesto de forma que, cuando V_2 es positivo, pasa corriente por los diodos D_1 y D_3 , mientras que D_2 y D_4 se comportan como un circuito abierto. Así V_{out} es también positiva. Del mismo modo, cuando V_2 es negativa, ahora los diodos D_1 y D_3 se comportan en abierto, y pasa corriente por D_2 y D_4 . Con esto, la polaridad de la corriente se invierte, y V_{out} vuelve a ser positiva. Como en el caso anterior, si conectamos un condensador en paralelo, la bajada de tensión se ralentiza con la descarga, consiguiendo así una tensión aproximadamente continua.



Este esquema es el característico de los cargadores de los teléfonos móviles.

4. GENERADORES Y MOTORES.

Conceptos básicos:

Estator: Parte fija (exterior).

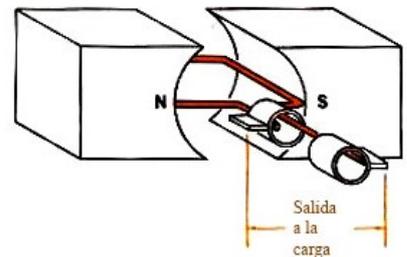
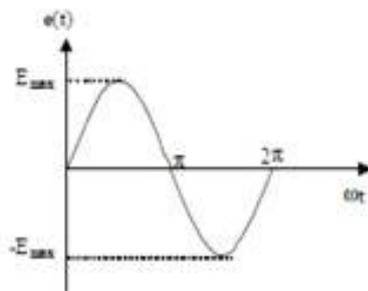
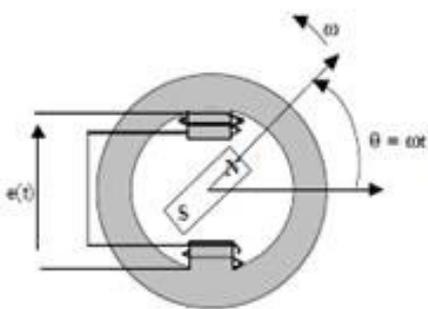
Rotor: Parte móvil (rota respecto a un eje)

Inductor: Parte que produce el campo magnético. Puede ser un imán permanente o un devanado (bobina por el que circula corriente).

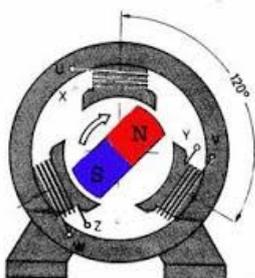
Inducido: Devanado (bobina o conjunto de bobinas) donde se genera la corriente por inducción electromagnética.

En un generador, podemos tener el inductor en el estator o en el rotor. De la misma forma el inducido.

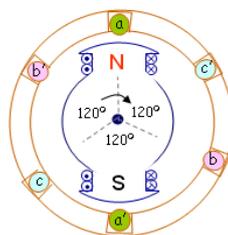
GENERADOR DE CA MONOFÁSICA:



GENERADOR CA TRIFÁSICA:

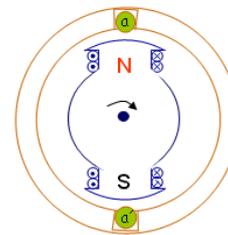


TRIFÁSICO



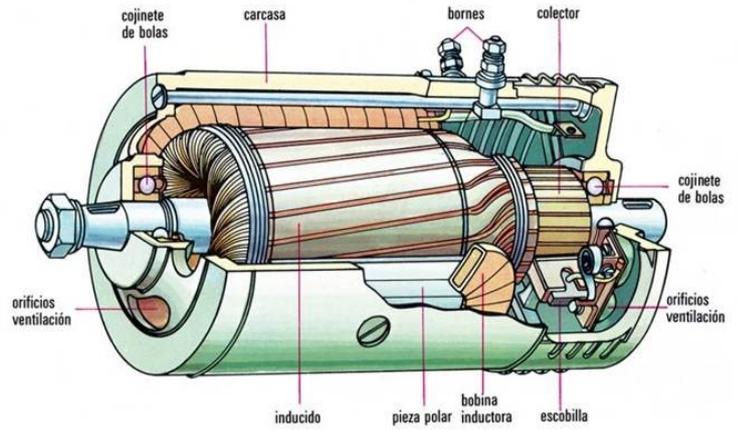
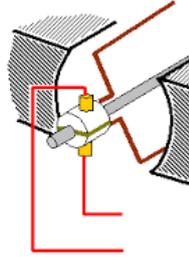
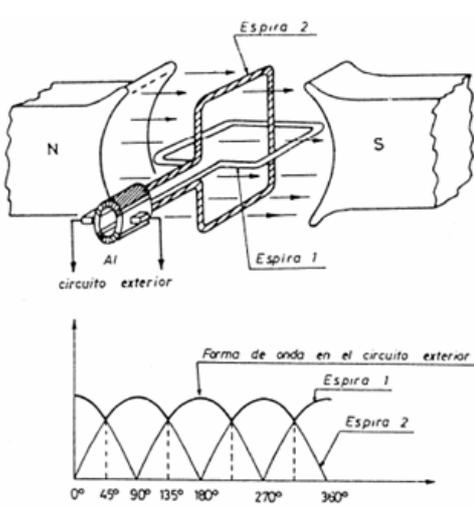
Tres devanados (a-a', b-b', c-c') desfasados 120°

MONOFÁSICO



Un devanado (a-a')

GENERADOR DE CC:



MOTORES:

El esquema básico de los motores, tanto de CC como de CA monofásica, es el mismo que el de los generadores, solo que ahora tanto por el estator como por el rotor circulan corrientes, que crean dos imanes que interactúan entre ellos, produciendo un par motor (momento de giro) en el rotor.

Como ocurre en los generadores, los motores de CA poseen anillos de rozamiento que permiten que circule corriente por el devanado del rotor, mientras que los motores de CC poseen delgas, que van estableciendo contacto alternativamente con las distintas espiras que componen el devanado del rotor.

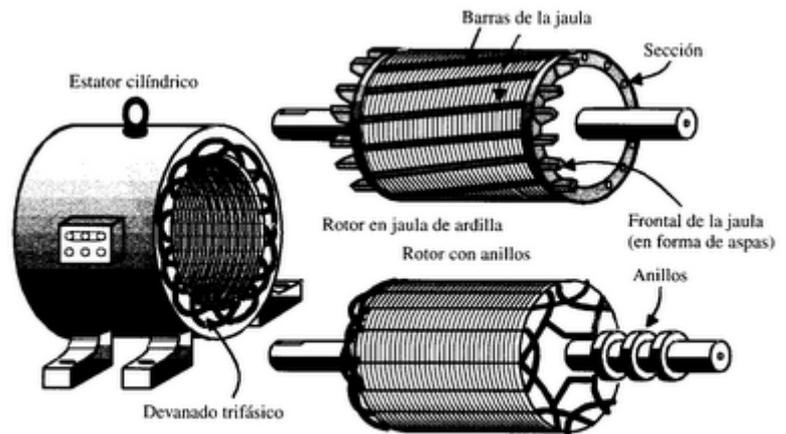
Motor de inducción:

Un tipo de motor en el que el rotor carece de escobillas, y en el que el rotor no recibe corriente desde el exterior, es el motor de inducción, ideado por Nicola Tesla a finales del s.XIX.

En el modelo más común, el rotor (que es también el inducido) tiene estructura de "jaula de ardilla", una serie de varillas metálicas que forman circuitos cerrados.

En el estator, el inductor consta de tres devanados que forman 120° entre ellos, por los que circula CA trifásica. De este modo, se crean tres campos magnéticos alternos que, al sumarse, producen un campo magnético cuya dirección va rotando. Al mismo tiempo, se induce corriente en la "jaula del rotor". La interacción entre el campo magnético rotatorio y la corriente inducida en la jaula, origina el momento de fuerzas (par motor) que hace girar el rotor.

Este tipo de motor tiene la ventaja de que, al carecer de elementos que friccionen (delgas, escobillas, anillos de fricción), tiene una mayor duración y requiere menos mantenimiento.



Tipos de máquinas asíncronas o de inducción.

5. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Protegen al circuito y/o a las personas frente a cortocircuitos, sobrecargas o intensidades elevadas.

FUSIBLE



Se conecta en serie a una de las fases del circuito. Contiene un hilo de un metal con baja T.F, que se funde por efecto Joule cuando por el circuito circula una corriente más elevada que la que tiene indicada el fusible. Es de un solo uso y hay que reponerlo.

MAGNETOTÉRMICO:

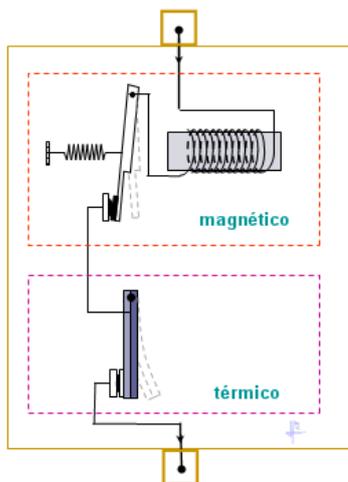
Puede usarse indefinidamente, ya que corta la corriente por medios mecánicos (no se funde ningún hilo)

Protege frente a:

- Cortocircuitos (intensidades instantáneas mucho mayores que la nominal del aparato)
- Sobrecargas (intensidad algo mayor que la nominal, mantenidas mucho tiempo)

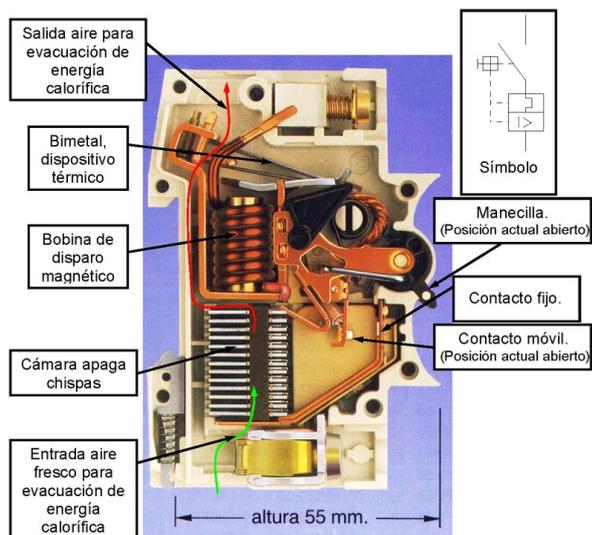
2 partes:

- Interruptor magnético: Electroimán. Si la intensidad es varias veces superior a la nominal (como ocurre en un cortocircuito), el campo magnético que produce mueve una chapa metálica, que abre el circuito y hace saltar la palanca.
- Interruptor térmico: Formado por una lámina bimetálica (2 metales con distinto coeficiente de dilatación, al calentarse se dilata uno más que otro, y la lámina se dobla). Si circula una corriente algo más elevada que la nominal, el calentamiento de la lámina hace que se doble y abra el circuito, accionando también la palanca.



www.tuveras.com

PARTES DE UN MAGNETOTERMICO



Jose Manuel Pérez Trujillo. josedeelectricidad@gmail.com

DIFERENCIAL

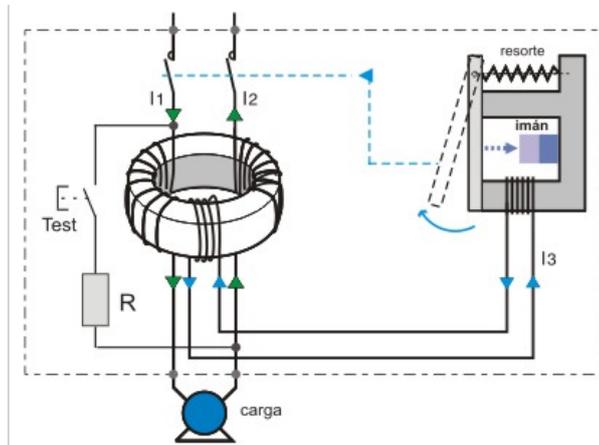
Protege frente a derivaciones. Esto ocurre cuando parte de la corriente "sale del circuito", a través de un contacto con la carcasa de un aparato, o del cuerpo humano. Entonces, las intensidades de entrada(1) y salida(2) no son iguales.



El diferencial consta de un anillo ferromagnético (bobina de Rowland) con dos arrollamientos, que provienen de los cables 1 y 2, y que producen campos magnéticos en el anillo en sentidos opuestos. Un tercer arrollamiento está conectado a un electroimán que puede accionar la palanca que abre el circuito.

En condiciones normales, las intensidades I_1 e I_2 son iguales, por lo que el campo magnético total en el anillo es cero. No se induce corriente en la bobina tercera y el electroimán no acciona la palanca.

Si se produce una "fuga" de corriente, entonces el campo magnético en el anillo deja de ser cero. En ese momento se induce una corriente en la bobina tercera, que hace que el electroimán accione la palanca, abriendo el circuito.



6. FILTROS DE SEÑAL.

Los filtros de señal son usados sobre todo en dispositivos que trabajan con múltiples frecuencias (emisores y receptores de radio, TV, wifi, telefonía...), con el objeto de eliminar o atenuar aquellas señales cuya frecuencia no nos interesa, o de amplificar aquellas frecuencias que nos interesan.

Según cómo actúe el filtro frente a las señales, tendremos:

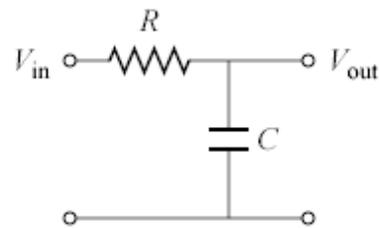
Filtros pasivos: Dejan pasar determinadas frecuencias, pero sin amplificarlas. Son los que vamos a estudiar.

Filtros activos: Además de filtrar, amplifican las señales que dejan pasar. Usan dispositivos amplificadores como los OPAMPS (amplificadores operacionales).

Según qué frecuencias dejen pasar, tendremos:

Filtros de paso bajo: Atenúan las frecuencias superiores a una frecuencia dada (frecuencia de corte, ω_C), dejando pasar las frecuencias más bajas.

Los más sencillos constan de una resistencia y un condensador, conectados como indica la figura.

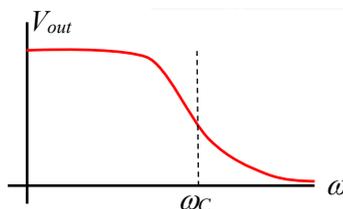


La relación entre V_{in} y V_{out} es

$$V_{out} = V_C = V_{in} \cdot \text{sen}\varphi \rightarrow V_{out} = \frac{V_{in}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2}}$$

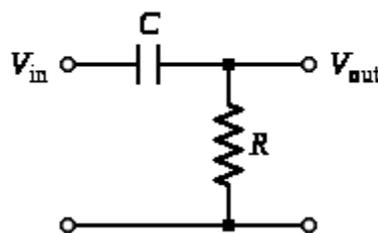
Donde $\omega_C = \frac{1}{R \cdot C}$

De este modo: - Si $\omega \ll \omega_C \rightarrow V_{out} \sim V_{in}$
- Si $\omega \gg \omega_C \rightarrow V_{out} \sim 0$



Filtros de paso alto: Atenúan las frecuencias inferiores a una frecuencia dada (frecuencia de corte, ω_C), dejando pasar las frecuencias más altas.

Los más sencillos constan de una resistencia y un condensador, conectados como indica la figura.

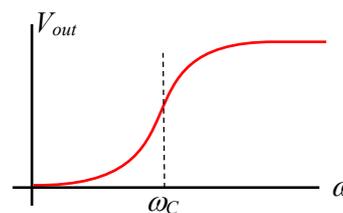


La relación entre V_{in} y V_{out} es

$$V_{out} = V_R = V_{in} \cdot \text{cos}\varphi \rightarrow V_{out} = \frac{V_{in} \cdot \frac{\omega}{\omega_C}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2}}$$

Donde $\omega_C = \frac{1}{R \cdot C}$

De este modo: - Si $\omega \ll \omega_C \rightarrow V_{out} \sim 0$
- Si $\omega \gg \omega_C \rightarrow V_{out} \sim V_{in}$



Filtros de paso de banda: Dejan pasar aquellas frecuencias comprendidas entre dos frecuencias de corte ω_{C1} y ω_{C2} , atenuando el resto.

Constan de un filtro de paso alto (1), seguido de un filtro de paso bajo (2). La frecuencia de corte de paso bajo ω_{C2} deber ser mayor que la de paso alto ω_{C1} .

