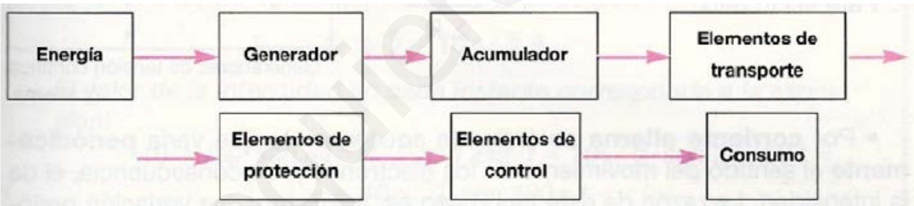
ELECTRICIDAD

Introducción.
La electricidad es fundamental en nuestra sociedad. No concebimos ya nuestro día a día sin ella. Por eso es tan importante entender cómo se produce este tipo de energía y cómo utilizar la adecuadamente.
En la actualidad, gracias al avanzado estado de la tecnología, disponemos de un gran número de máquinas que nos facilitan los trabajos y mejoran nuestra calidad de vida. Basta pensar en ascensores, automóviles, trenes, electrodomésticos, computadores, etc., para damos cuenta de esta realidad.
Todas estas máquinas y sistemas, para funcionar, necesitan energía que, por lo general, se producirá en un lugar alejado del de consumo.
La transmisión de energía desde un lugar a otro se realiza mediante una serie de elementos que forman un circuito.

1. Concepto genérico de circuito. Elementos activos y pasivos.

Se denomina circuito a un conjunto de elementos que tienen como misión transportar energía desde un punto de generación hasta un lugar de consumo.

Este transporte de energía se realiza por medio de cargas eléctricas en los **circuitos eléctricos;** mediante un fluido líquido en los **circuitos hidráulicos,** o un fluido gaseoso en los **circuitos neumáticos.**
A pesar de la disparidad que existe entre ellos, todos estos circuitos poseen por lo general una estructura en común, que se representa en el siguiente esquema:

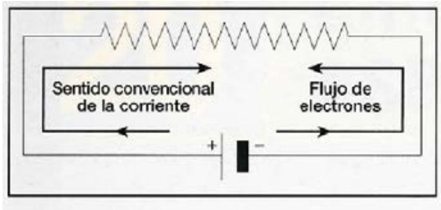


El elemento **generador** se encarga de transformar la energía de entrada al circuito, para poner en movimiento las cargas eléctricas o el fluido. Es el elemento **activo** del circuito, a diferencia de todos los demás, que son **pasivos.**
En ocasiones es necesario tener almacenada parte de esta energía modificada, tarea que realiza el **acumulador.**
Los **elementos de transporte** llevan las cargas eléctricas, o el fluido, desde las inmediaciones del acumulador hasta los centros de consumo. En esta parte del circuito, la energía contenida en el fluido o en las cargas eléctricas se cede al elemento receptor.
En los circuitos existen también **elementos de protección** que, en caso de fallos en alguna de sus partes o zonas, protegen a las partes restantes; y **elementos de control,** con los que se puede dosificar la energía que se suministra al elemento de consumo.

2. Circuitos eléctricos. Generalidades.

Los circuitos eléctricos deben entenderse siempre como **<u>cerrados</u>**; es decir, los **electrones,** como partículas portadoras de carga eléctrica, deben recorrer un camino de ida desde el **generador** -o centro de producción de corriente- hasta el **receptor** -o centro de consumo-; y otro de retorno, desde éste hasta aquél.

2.1. Corriente eléctrica. Intensidad de corriente. La carga eléctrica que pasa por una sección del conductor en la unidad de tiempo se denomina **intensidad de corriente;** y su valor, expresado en unidades del Sistema Internacional, se mide en **amperios**(A). Como sabes, el sentido real del movimiento de los electrones es opuesto al de las cargas positivas, convencional.

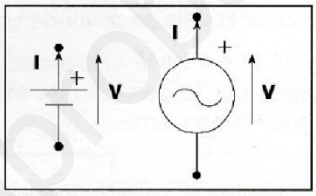


2.2. Corriente continua y corriente alterna.

• Por **corriente continua** se entiende aquélla en la que el sentido del movimiento de los electrones es siempre el mismo y, consecuentemente, también lo es el de la intensidad. Si, como sucede con frecuencia, es constante la diferencia de potencial que existe en los bornes del generador, también lo será el valor de la intensidad, cumpliéndose -en cada caso correspondiente la ley de Ohm para un hilo conductor y la generalizada al circuito:

Para un hilo conductor: $$I = \frac{V_A - V_B}{R}$$

Para el circuito: $$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R}$$



Generadores de tensión continua y alterna.

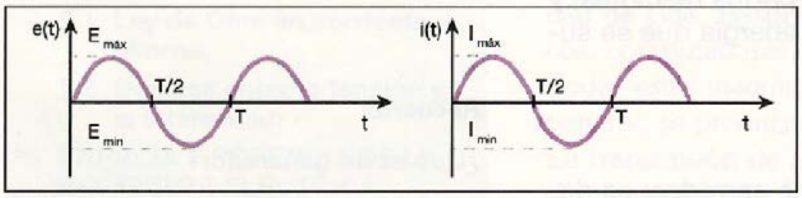
• Por **corriente alterna** se entiende aquélla en la que varía **periódicamente** el sentido del movimiento de los electrones y, en consecuencia, el de la intensidad. La razón de este fenómeno es, asimismo, una variación periódica en la polaridad producida en los bornes del generador.

En una corriente alterna, al no ser constante la diferencia de potencial en los bornes del generador, tampoco lo es el valor de la intensidad de corriente.

Los valores instantáneos (en un instante determinado) de la tensión y de la intensidad vienen dados por las expresiones:

$$e(t) = E_{máx} \cdot \text{sen}\ \omega t \quad \textit{(tensión instantánea)}$$
$$i(t) = I_{máx} \cdot \text{sen}\ \omega t \quad \textit{(intensidad instantánea)}$$

que, como se ve, son funciones senoidales y, consecuentemente, periódicas. Las representaciones gráficas de estas funciones se recogen en las figuras siguientes:



Y donde se denomina **frecuencia, f,** de una corriente alterna al número de veces que, por unidad de tiempo, se modifica el sentido del movimiento de los electrones. La frecuencia se mide en ciclos/s o hercios (Hz).

www.yoquieroaprobar.es

El **período, T,** es el tiempo que tarda cada electrón en modificar y volver a recuperar el sentido de su movimiento. Se mide en segundos (s) y su valor es el inverso de la frecuencia:

$$T = 1/f \qquad\qquad f = 1/T$$

El **período** depende de la velocidad angular, o pulsación (ω), con que gira el inducido en el generador de corriente alterna, cumpliéndose que:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$$

2.3. Valores eficaces.

En todo circuito de **corriente continua,** al ser constantes la tensión y la intensidad, sus valores *reales* coinciden numéricamente con los que se deducen de la aplicación matemática de las leyes correspondientes (leyes de Ohm).

Pero las **corrientes alternas,** en general, no se comportan **en la realidad** con los valores de fuerza electromotriz y de intensidad calculados teóricamente con las expresiones anteriores, sino con unos valores diferentes.

Se entiende por valor eficaz de una corriente alterna (tanto para la tensión como para la intensidad) aquel valor que debería tener una *corriente continua* para producir la misma energía en las mismas condiciones; es decir, en el mismo tiempo y a través de la misma resistencia.

Se demuestra que el valor eficaz de la tensión y de la intensidad senoidales es, aproximadamente, el 70 % del valor máximo; más exactamente, es igual al valor máximo dividido por la raíz cuadrada de 2:

$$E_{ef} = \frac{E_{máx.}}{\sqrt{2}} \qquad I_{ef} = \frac{I_{máx}}{\sqrt{2}}$$

En la práctica, cuando se dice que la tensión de una corriente alterna es, por ejemplo, 220 V, nos referimos siempre al valor eficaz.

Ejemplos

La intensidad eficaz de una corriente alterna es 10 A Y su frecuencia 50 Hz.

a) ¿Cuál es su intensidad máxima?
b) ¿Qué expresión general indica los valores de la intensidad instantánea?

Solución:

El valor máximo de la intensidad viene dado por:

$$I_{máx} = I_{ef} \cdot \sqrt{2} = 10\sqrt{2}\ A$$

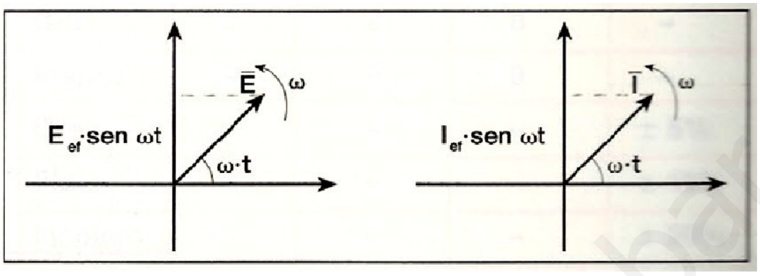
El valor de la intensidad en cada instante corresponde a la expresión:

$$i(t) = I_{máx} \cdot sen\ \omega t = I_{máx} \cdot sen\ 2\pi f \cdot t = 10\sqrt{2} \cdot sen\ 2\pi \cdot 50\ t = $$
$$= 10\sqrt{2} \cdot sen\ 100\pi\ t$$

3. REPRESENTACIÓN FASORIAL DE LA TENSIÓN Y DE LAINTENSIDAD.

www.yoquieroaprobar.es

En los circuitos de corriente continua, al ser constantes la tensión y la intensidad y sus valores reales coincidentes con los teóricos, estas magnitudes se consideran como **escalares**.
Esto no es posible en los circuitos de corriente alterna donde, como hemos visto, los valores de la tensión y de la intensidad dependen de la pulsación (o velocidad angular) con que gira el inducido en el interior del generador.
Para resolver este inconveniente se asigna un **carácter vectorial** a las magnitudes intensidad y tensión, vectores que giran con una pulsación angular ω, y cuyos valores instantáneos equivalen a √2 veces la proyección sobre el eje vertical de los correspondientes valores eficaces.
Cuando un vector gira con una velocidad angular dada se le denomina **fasor** (el producto ωt corresponde al ángulo girado o fase); y a esta forma de representación se la llama **representación fasorial.**



Los fasores son magnitudes vectoriales y, para diferenciarlos de los demás valores escalares, se les coloca una rayita encima; así, el fasor de corriente será $\bar{I}$, *y* el de la fuerza electromotriz $\bar{E}$.

3.1. Desfases.

En los circuitos de corriente alterna, los valores instantáneos de la tensión y de la intensidad vienen dados por las expresiones citadas con anterioridad:

$$e(t) = E_{máx} \cdot \text{sen}\ \omega t \ ; \qquad i(t) = I_{máx} \cdot \text{sen} \cdot \omega t$$

Que conducen a una pregunta muy interesante: ¿Alcanzarán a la vez sus máximos valores la tensión y la intensidad, o es posible que esto no suceda?
La respuesta a esta cuestión depende de la presencia o no de ciertos elementos pasivos en el circuito. Si en éste únicamente existen **resistencias puras** (resistencias óhmicas), la tensión y la intensidad alcanzan **simultáneamente** sus valores máximos o nulos y la corriente se dice que está **en fase**.

Al decir que la corriente está en fase, se quiere expresar que la tensión y la intensidad alcanzan a la vez sus valores máximos, mínimos y nulos; no que estos valores sean iguales entre sí.

Razona

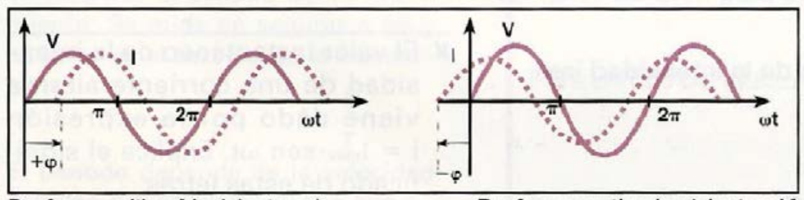
¿Por qué no tiene sentido hablar de desfase en corriente continua?

En cambio, si existen **autoinducciones** (bobinas), **condensadores**, o ambas cosas, sucede en ocasiones que la tensión no alcanza sus valores máximos y nulos al mismo tiempo que la intensidad, pudiendo adelantarse o retrasarse en otros. Cuando esto sucede, se dice que la corriente está **desfasada** o que existe **desfase**.
Cuando existen desfases, las expresiones matemáticas de la tensión y de la intensidad vienen dadas por:

$$e = E_{máx} \cdot \text{sen}\ \omega t; \qquad i = I_{máx} \cdot \text{sen}\ (\omega t - \varphi)$$

www.yoquieroaprobar.es

en las que φ representa el ángulo de desfase, considerado como positivo si la tensión se adelanta respecto a la intensidad, y negativo en caso contrario.

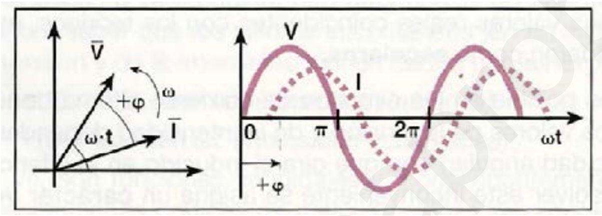


Desfase positivo (V adelanta a I) Desfase negativo (I adelanta a V)

Ejemplos

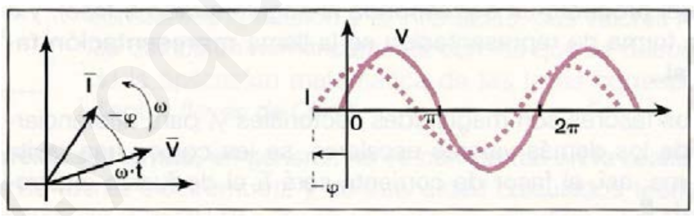
1. Representar gráficamente las ecuaciones de la tensión y de la intensidad en una corriente alterna si la tensión va adelantada φ radianes respecto a la intensidad. Explicitar el mismo fenómeno mediante una representación fasorial.

Solución:



2. Aclarar
El fenómeno para el caso de que la tensión vaya retrasada respecto a la intensidad.

Solución:



Actividades

I. ¿En qué complementa la representación fasorial de una magnitud a la vectorial?
2. ¿Cómo representarías en una notación fasorial los vectores intensidad y tensión, si en ellos no existe desfase?
3. ¿Y si existiera un desfase positivo de90^0?
4. La ecuación de la intensidad instantánea en una corriente alterna viene dada por:

$$i = 5 \cdot \text{sen}\,(50\,\pi t - \frac{\pi}{2})$$

a) ¿Cuál es el valor eficaz de la corriente?
b) ¿Cuál es su frecuencia?
c) ¿Se adelanta la tensión respedo a la intensidad o se retrasa? ¿A qué valor de período corresponde ese desfase?

Resultados: a) I_{ef} = *3,53A; b)* f= 25 *Hz; c)* Se *adelanta la tensión* π/2

www.quieroaprobar.es

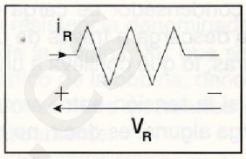
4. ELEMENTOS PASIVOS DE UN CIRCUITOELÉCTRICO.

En general, podemos hablar de tres elementos pasivos típicos: resistencias, condensadores y bobinas (o autoinducciones). La misión que desempeñan, en cada caso, depende de cómo sea el circuito: *si de corriente continua* o *alterna.*

4.1. Resistencias.

El concepto de resistencia (también llamada resistencia pura u óhmica) es, simplemente, el de la oposición que ofrece todo conductor al paso de la corriente eléctrica en función de su naturaleza (resistividad), longitud y sección a una temperatura dada.

Las llamadas resistencias aglomeradas están constituidas por una mezcla de materiales, por lo general carbón, y un aglutinante adecuado, todo ello moldeado en forma de cilindro, en cuyas bases se fijan sendos conductores de cobre, envolviéndose todo el conjunto con una cubierta de material plástico o cerámico. Los valores en ohmios de estas resistencias se indican en la cubierta



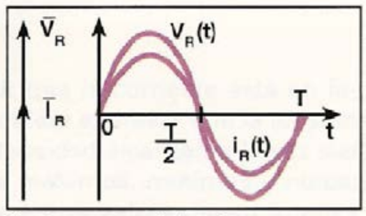
Símbolo de una resistencia.

mediante un código de colores (tabla al margen), constituido por combinaciones de franjas de distinto color.

La ley de Ohm para un hilo conductor relaciona los valores de resistencia, tensión e intensidad, tanto para el caso de corrientes continuas como alternas:

a) corriente continua : $I = \dfrac{V}{R}$

b) corriente alterna: $I_{ef} = \dfrac{V_{ef}}{R}$



V e I en una resistencia.

Por otra parte, se sabe experimentalmente que en todo circuito de corriente alterna en el que únicamente existan resistencias **puras no se producen desfases** en la corriente; o, dicho de otro modo, la tensión y la intensidad alcanzan **simultáneamente** sus valores máximos, mínimos y nulos.

4.2. Condensadores

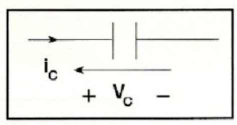
Por condensador se entiende un dispositivo capaz de almacenar carga eléctrica en superficies relativamente pequeñas. Consta de dos placas metálicas, o **armaduras,** separadas por una sustancia no conductora (dieléctrico).

Una de las armaduras se conecta a uno de los bornes de un generador (armadura inductora), y la otra (armadura inducida) a masa.

Conviene saber que:

- Un condensador, estudiado globalmente, es un elemento eléctricamente neutro. Quiere esto decir que las dos armaduras poseen el mismo valor de carga: una de ellas positiva, y la otra negativa.
- Se llama **carga de un condensador** a la que existe en cualquiera de sus armaduras.

Símbolo de un condensador.



Símbolo de un condensador.

- La carga almacenada en un condensador es directamente proporcional al valor de la tensión que existe entre sus armaduras, cumpliéndose que:

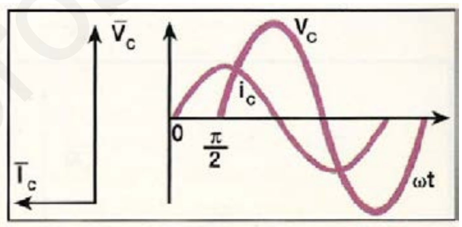
www.yoquieroaprobar.es

$$\boxed{Q = C \cdot V}$$

donde C representa la llamada **capacidad del condensador,** cuyo valor, medido en unidades internacionales, se expresa en **faradios (F).**
Un condensador tiene la capacidad de un faradio cuando, al someter sus armaduras a la tensión de 1 voltio, en cada una de ellas se almacena una carga de 1 culombio.

4.2.1. Efecto de un condensador en un circuito de corriente continua. Cuando un condensador se carga conectándolo a un generador, o una vez cargado se descarga a través de una resistencia, se modifica la tensión en sus armaduras; lo que conlleva a una recepción o a una cesión de carga.
Ahora bien, si la tensión entre armaduras es constante no se producirá carga o descarga alguna, es decir, no habrá paso de corriente.
Expresado de otro modo:
En los circuitos de corriente continua, al existir una tensión constante en las armaduras del condensador, no habrá paso de corriente y, por lo tanto, el condensador actúa como un elemento de resistencia infinita (circuito abierto).

4.2.2. Efecto de un condensador en un circuito de corriente alterna
En realidad el efecto es doble:
• Introduce en el circuito una nueva resistencia (denominada **capacitancia, reactancia capacitiva o impedancia del condensador**), **X_C**, que es inversamente proporcional a la capacidad del condensador y a la pulsación la a corriente:



V e I en un condensador.

$$X_c = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot 2\pi f}$$

Su valor, como el de cualquier resistencia, se mide en ohmios.
• Produce un desfase en la corriente de 90°, haciendo que la intensidad se adelante 1/4 de período respecto a la tensión.

Ejemplos
En un circuito de corriente alterna de resistencia óhmica despreciable se intercala un condensador de 50 microfaradios. ¿Qué reactancia capacitiva ofrece, si la frecuencia de la corriente es de 50 Hz?

Solución:

$$50\ \mu F = 50 \cdot 10^{-6}\ F = 5 \cdot 10^{-5}\ F$$

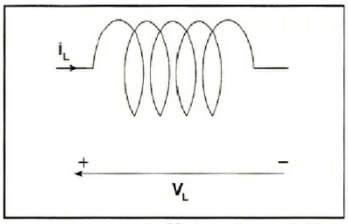
Sustituyendo en la expresión de la reactancia capacitiva:

$$X_C = \frac{1}{5 \cdot 10^{-5}\ F \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz} = 63{,}7\ \Omega$$

4.3. Bobinas

www.yoquieroaprobar.es

Una **bobina** o **solenoide** consiste en un conductor arrollado en espiral sobre un núcleo neutro (no conductor), frecuentemente de material magnético.



Símbolo de una bobina.

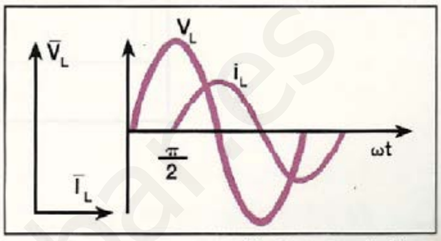
4.3.1. Efecto de una bobina en un circuito de corriente continua.

Al permanecer constante la tensión en los extremos de la bobina (que actúa como un conductor de resistencia nula) no tienen lugar en ella fenómenos de autoinducción y, en consecuencia, se comporta como un cortocircuito.

4.3.2. Efecto de una bobina en un circuito de corriente alterna.

Al igual que en el caso de los condensadores, el efecto es doble:

- Introduce en el circuito una nueva resistencia denominada **inductancia**, **reactancia inductiva** o **impedancia** de la bobina, **X_L**, que es directamente proporcional a un coeficiente característico de la bobina, denominado **coeficiente de autoinducción** (**L**), cuyo valor se mide en **henrios** (**H**), y a la pulsación angular de la corriente. Matemáticamente:



V e I en una bobina.

$$\boxed{X_L = L \cdot \omega = L \cdot 2\pi f}$$

Como cualquier resistencia, la inductancia se mide en ohmios.

- Produce un desfase de 90°, haciendo que la tensión se adelante a la intensidad 1/4 de período. Este efecto se aprecia con claridad en la ilustración que aparece al margen.

Ejemplos

Calcula la reactancia inductiva de una bobina que tiene una autoinducción de 300 milihenrios y es atravesada por una corriente alterna de 50Hz. La resistencia óhmica de la bobina se supone despreciable.

Solución:

$$L = 300 \cdot 10^{-3}\ H = 0{,}3\ H$$
$$X_L = 0{,}3\ H \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz = 94{,}2\ \Omega$$

Actividades

l. ¿Qué efecto produce un condensador en un circuito de corriente alterna? ¿Y si la corriente es continua?

2. ¿Qué efecto produce una autoinducción en un circuito de corriente alterna? ¿Y si la corriente es continua?

3. Hallar la intensidad de corriente que atraviesa una resistencia de 10 Ω conectada a un generador de 220 V de fuerza electromotriz eficaz y 50 Hz de frecuencia.

Resultado: $I_{ef} = 22\ A$

4. Resolver el mismo problema anterior, si en vez de una resistencia se trata de una bobina de 0,1H de autoinducción.

Resultado: $I_{ef} = 7A$

5. Hacer lo mismo si se trata de un condensador de 20 µF de capacidad.

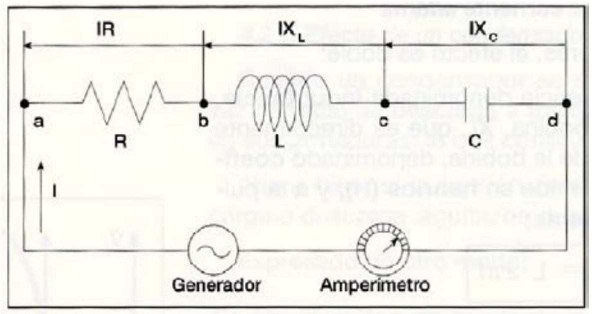
Resultado: $I_{ef} = 7{,}4\ A$

Nota: En lo sucesivo, los valores eficaces de las tensiones, fuerzas electromotrices e intensidades los representaremos por V, E e I, respectivamente.

www.yoquieroaprobar.es

5. CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA RLC ENSERIE.

Supongamos un circuito sencillo constituido por un generador de corriente alterna, una resistencia óhmica R, y una bobina de autoinducción L, y un condensador de capacidad C, conectados en serie tal como se indica en la figura.



Recordando lo explicado anteriormente en relación con la representación fasor ial de la tensión y de la intensidad, magnitudes a las que hemos asignado un carácter vectorial, deduciremos que la diferencia de potencial en los extremos del circuito habrá de ser igual a la **suma vectorial** de las diferencias de potencial existentes en los extremos de cada elemento:

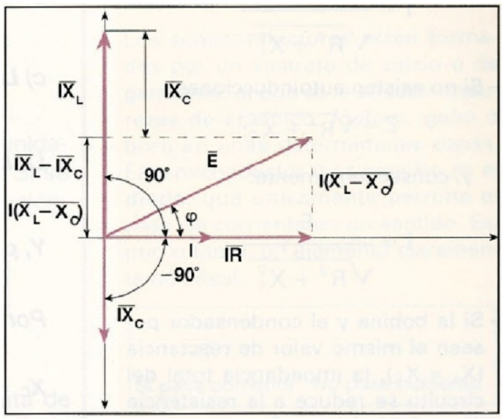
$$\overline{E} = \overline{V}_R + \overline{V}_{X_L} + \overline{V}_{X_C}$$

O también, teniendo en cuenta la ley de Ohm:

$$\overline{E} = \overline{I \cdot R} + \overline{I \cdot X_L} + \overline{I \cdot X_C}$$

Considerando como fasor de referencia el que corresponde a la intensidad de corriente, los que se refieren a las tensiones, $\overline{V}_R$, $\overline{V}_{XL}$ y $\overline{V}_{XC}$.
vendrán representados del siguiente modo:

- $\overline{V}_R$ mediante un vector situado sobre Ī, puesto que una resistencia óhmica no pro- duce desfasealguno.
- $\overline{V}_{XL}$ mediante un vector perpendicular a Ī, formando con ella un ángulo de90°.
- $\overline{V}_{XC}$ mediante un vector perpendicular a Ī, formando con ella un ángulo de-90°.



La suma vectorial de estos vectores nos da el vector resultante Ē, o diferencia de potencial entre los extremos del circuito. Su módulo o valor será:

$$E = \sqrt{I^2R^2 + I^2(X_L - X_C)^2}$$

O también:

$$E = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

La expresión: $\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ se simboliza habitualmente por a letra Z, y es la denominada **impedancia del circuito**: desde el punto de vista físico, representa la resistencia total que ofrece al paso de la corriente eléctrica por él.

En resumen:

$$\boxed{E = I \cdot Z}$$

5.1. Ley de Ohm en corriente alterna.

Si en la expresión anterior despejamos I, se tiene que:

$$I = \frac{E}{Z}$$

La intensidad eficaz de una corriente alterna que recorre un circuito constituido por una resistencia óhmica, una bobina y un condensador
-todos ellos en serie- es igual al cociente entre la tensión eficaz, E, existente en los extremos del circuito y su impedancia, Z.

Ejemplos

Un generador de 220 V de fuerza electromotriz eficaz y 50 Hz de frecuencia está conectado a un circuito integrado por la asociación en serie de una resistencia de 10Ω, una bobina de 0,2 H de autoinducción y un condensador de 500μF de capacidad. Halla:

a) La impedancia del circuito.
b) La intensidad eficaz.
c) La diferencia de potencial entre los bornes de cada uno de los tres elementos pasivos.

Solución:

$$a)\ Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (L \cdot 2\pi f - \frac{1}{C \cdot 2\pi f})^2} =$$

$$\sqrt{(10\ \Omega)^2 + \left(0{,}2H \cdot 2\pi \cdot 50Hz - \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} F \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz}\right)^2} = 57{,}35\ \Omega$$

$$b)\quad I = \frac{E}{Z} = \frac{220\ V}{57{,}35\ \Omega} = 3{,}836\ A$$

c) La diferencia de potencial entre los bornes de la resistencia es:

$$V_R = I \cdot R = 3{,}836\ A \cdot 10\ \Omega = 38{,}36\ V$$

La bobina tiene una reactancia inductiva:

$$X_L = L \cdot 2\pi f = 0{,}2\ H \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz = 62{,}8\ \Omega$$

Y, por lo tanto, la diferencia de potencial entre sus bornes será:

$$V_{XL} = I \cdot X_L = 3{,}836\ A \cdot 62{,}8\ \Omega = 241{,}03\ V$$

Por último, la reactancia capacitiva del condensador es:

$$X_C = \frac{1}{C \cdot 2\pi \cdot f} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-4} F \cdot 2\pi \cdot 50Hz} = 6{,}37\ \Omega$$

Y la diferencia de potencial entre sus armaduras:

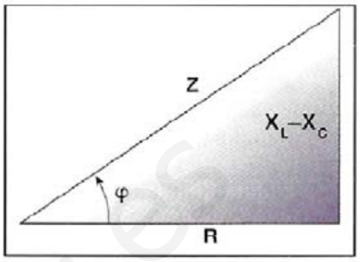
www.yoquieroaprobar.es

$$V_{X_C} = I \cdot X_C = 3{,}836\ A \cdot 6{,}37\ \Omega = 24{,}42\ V$$

Compruébese que la suma aritmética de las distintas diferencias de potencial no es igual a la fuerza electromotriz del generador. Esto se debe a los desfases entre las diferentes tensiones.

5.2. Desfase entre la tensión y la intensidad.

El valor del ángulo que mide el desfase entre la tensión y la intensidad puede deducirse de la figura, que es la representación conocida como «triángulo de impedancias», Normalmente se expresa en función del coseno o de la tangente:



$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \qquad \operatorname{tg} \varphi = \frac{X_L - X_C}{R}$$

Como estudiaremos más adelante, a $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ se le denomina **factor de potencia**. Casos

particulares

- Si solamente hay resistencias puras, Z = R y, por lo tanto:

$$I = \frac{E}{R}$$

- Si no existen condensadores,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

y, por lo tanto:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

- Si no existen autoinducciones,

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

y, consecuentemente:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

- Si la bobina y el condensador poseen el mismo valor de reactancia ($X_L = X_C$), la impedancia total del circuito se reduce a la resistencia óhmica ($X_L - X_C = 0$) y, por lo tanto:

$$I = \frac{E}{R}$$

www.yoquieroaprobar.es

En este caso se dice que el circuito se encuentra en resonancia.

Actividades

1. ¿Cumplen las corrientes alternas la ley de Ohm? Razona la respuesta.
2. ¿A qué se denomina impedancia de un circuito? ¿Y factor de potencia?
3. Un circuito recorrido por una corriente alterna está formado por una bobina de 0,2 H de autoinducción y una resistencia de 10Ω. La frecuencia de la corriente vale *100/2π* Hz, y la tensión eficaz 500 V. Calcula la impedancia del circuito, la intensidad eficaz de la corriente y la tangente del ángulo de desfase.

   Resultado: Z = 22,36 Ω; *I* = 22,36 *A; tg* φ = 2
4. En un circuito de corriente alterna de 50 Hz de frecuencia, se intercala una resistencia de 10 ohmios, un condensador de 50 microfaradios y una bobina de 0,2 henrios de autoinducción. Calcula el valor de la impedancia del circuito.

   Resultado: Z = 70,03 Ω

6. ENERGÍA Y POTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

Según hemos estudiado en cursos anteriores, una corriente eléctrica consiste en un desplazamiento de carga entre dos puntos de un campo eléctrico a a distinto potencial, fenómeno que da origen a una manifestación energética expresada matemáticamente por:

$$W = Q \cdot (V_a - V_b)$$

O, teniendo en cuenta que $Q = I \cdot t$, y $V_a - V_b = I \cdot R$, la expresión anterior da lugar a éstas de uso más frecuente:

$$\boxed{W = I \cdot (V_a - V_b) \cdot t}$$

$$\boxed{W = I^2 \cdot R \cdot t}$$

$$\boxed{I = \frac{(V_a - V_b)^2}{R} \cdot t}$$

Expresando valores de intensidad, tensión, resistencia y tiempo en unidades del SI, el valor de la energía producida vendrá medido en **julios**. Si se desea expresar esa energía en calorías, bastará multiplicar por el equivalente térmico del trabajo (1julio
= 0,24 calorías). Por lo tanto:

$$\boxed{\text{Calor} = 0{,}24 \cdot Q \cdot (V_a - V_b) = 0{,}24 \cdot I \cdot (V_a - V_b) \cdot t = 0{,}24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t}$$

6.1. Circuitos de corriente continua.

Las expresiones anteriores tienen aplicación exacta cuando se trata de circuitos de corriente continua, y se refieren exclusivamente al valor de la energía que consumen los elementos pasivos del circuito (en este caso, las resistencias puras).

Por su parte, hemos de recordar que el generador (que es el elemento activo) también consume parte de la energía que transforma y, en consecuencia, debe sumarse a la gastada en el circuito.

El valor total de la energía que suministra un generador y que consumen el propio generador y el circuito viene dado por:

www.yoquieroaprobar.es

$$\boxed{W = E \cdot I \cdot t}$$

E = fuerza electro motriz del generador. I = intensidad de corriente.
t = tiempo de funcionamiento del circuito.
La potencia consumida por el circuito exterior corresponde a la expresión general de esta magnitud:

$$\boxed{P = \frac{W}{t} = I \cdot (V_a - V_b) = I^2 \cdot R = \frac{(V_a - V_b)^2}{R}}$$

y la total suministrada por el generador:

$$\boxed{P = E \cdot I}$$

cuyo valor, expresado en unidades del SI, se mide en vatios.

6.2. Circuitos de corriente alterna.

En el caso de la corriente alterna, el producto de la fuerza electro motriz E por la intensidad I no nos da el valor de la potencia real suministrada por el generador, como sucedía en el caso de la corriente continua, sino un valor **aparente** o teórico de dicha potencia, que simbolizamos mediante la letra S.
De esta forma, la **potencia aparente** S no se expresa en vatios, como sería en el caso de la corriente continua, sino en **voltamperios (VA):**

$$\boxed{S = E \cdot I \text{ (voltamperios)}}$$

Sabemos que si un circuito de corriente alterna contiene una resistencia R, una autoinducción L y una capacidad C, la diferencia de fase φ existente entre la intensidad y la tensión depende, precisamente, de los valores de R, L, C y de la frecuencia f de la corriente.
De modo que si la fuerza electromotriz instantánea viene dada por:

$$e = E_{máx} \cdot \text{sen}\omega t$$

la intensidad instantánea vendrá expresada, en el caso de que exista un desfase, por:

$$i = I_{máx} \cdot \text{sen}\,(\omega t - \varphi)$$

La **potencia instantánea, p,** suministrada por el generador del circuito RLC, corresponderá al producto de los valores instantáneos de la fuerza electromotriz yde la intensidad,verificándose:

$$p = e \cdot i = E_{máx}\,\text{sen}\omega t \cdot I_{máx}\,\text{sen}\,(\omega t - \varphi) = E_{máx} \cdot I_{máx} \cdot \text{sen}\,\omega t \cdot \text{sen}\,(\omega t - \varphi)$$

Y si desarrollamos matemáticamente la expresión anterior, llegamos a:

$$\boxed{P = E \cdot I \cdot \cos\varphi}$$

www.yoquieroaprobar.es

6.2.1. Factor de potencia.

El factor cosφ que figura en la expresión de la potencia media recibe el nombre de **factor de potencia**, y conviene que su valor se aproxime lo más posible a 1. Se logra cuando el ángulo de desfase sea lo más próximo a cero.
Si el ángulo de desfase es nulo (cos0 = 1) la potencia será máxima, lo cual se consigue cuando la **resistencia** del conductor recorrido por la corriente alterna es **óhmica**, y también en el caso de **resonancia** que estudiaremos a continuación.
Si el desfase vale 90º -caso de bobinas y condensadores- la potencia es nula. En el apartado 5.2 se dedujo que:

$$\boxed{\cos\varphi = \frac{R}{Z}}$$

Ejemplos

1. Por un circuito en el que existe una bobina de 0,1 H de autoinducción y un condensador de 10μF, circula una corriente alterna de 110 V y 50 ciclos/s, La resistencia óhmica de la bobina se considera despreciable. Calcula la impedancia del circuito y la intensidad eficaz de la corriente.

Solución: Calcularemos previamente las reactancias inductiva y capacitiva*:*

$$X_L = L \cdot \omega = L \cdot 2\pi f = 0{,}1\ H \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz = 31{,}4\ \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-6} F \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz} = 318{,}4\ \Omega$$

Por lo tanto, la impedancia valdrá:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{0^2 + (31{,}4\ \Omega - 318{,}4\ \Omega)^2} = 287\ \Omega$$

y la intensidad eficaz:

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{110\ V}{287\ \Omega} = 0{,}383\ A.$$

2. Una corriente alterna, cuya frecuencia es de 500 ciclos/s, atraviesa un circuito formado por una resistencia pura de 30 Ω y una capacidad de 5μF. Lafuerza electromotriz eficaz es de 140 V.Calcula:
a) La intensidad eficaz. b) El coseno del ángulo de desfase. e) La potencia suministrada por el generador.

Solución:
a) La reactancia capacitiva del condensador es:

$$X_c = \frac{1}{C \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-6} F \cdot 2\pi \cdot 500\ Hz} = 63{,}7\ \Omega$$

y la impedancia del circuito*:*

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2{}_c} = \sqrt{(30\ \Omega)^2 + (63{,}7\ \Omega)^2} = 70\ \Omega$$

Por lo tanto, aplicando la ley de Ohm:

www.yoquieroaprobar.es

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{140\ V}{70\ \Omega} = 2\ A$$

b)

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{30\ \Omega}{70\ \Omega} = 3/7$$

c)

$$P = E \cdot I \cdot \cos\varphi = 140\ V \cdot 2\ A \cdot \frac{3}{7} = 120\ W$$

6.2.2. Resonancia

Se dice que un circuito de corriente alterna es resonante cuando la intensidad de corriente que por él circula es máxima.Para ello,de acuerdo con laley deOhm: $I = \frac{E}{Z}$, será necesario que la impedancia $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ sea mínima.

Como R no depende de la pulsación ω del generador, su valor es fijo. En cambio, las reactancias sí dependen de ω y, por lo tanto, habrá una pulsación oro para la cual la impedancia será mínima, cumpliéndose que $X_L - X_C = 0$ y, así: $L \cdot \omega_0 - \frac{1}{C \cdot \omega_0} = 0$, de donde se deduce: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$.

La **frecuencia de resonancia** correspondiente será.:

$$\boxed{f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}}$$

Ejemplos

Un generador de 50 Hz y de 220 V de fuerza electromotriz eficaz envía su corriente a un circuito en el que hay intercalada una resistencia de 5 O, una bobina de 1 H de autoinducción y un condensador de capacidad C. ¿Cuál ha de ser el valor de esta capacidad para que el circuito entre en resonancia? ¿Cuál será la tensión en la bobina y en el condensador?

Solución:

De la expresión correspondiente a la frecuencia de resonancia, se deduce:

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (50\ Hz)^2 \cdot 1H} = 1{,}013 \cdot 10^{-5}\ F = 10{,}13\ \mu F$$

Por encontrarse el circuito en resonancia, las reactancias inductiva y capacitiva son iguales:

$$X_L = X_C = L \cdot 2\pi f = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} = 1\ H \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz = 314\ \Omega$$

La intensidad eficaz valdrá:

www.yoquieroaprobar.es

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220\ V}{5\ \Omega} = 44\ A$$

y la tensión en bornes de la bobina -o del condensador- valdrá:

$$V = I \cdot X_L = I \cdot X_C = 44\ A \cdot 314\ \Omega = 13\,823\ V$$

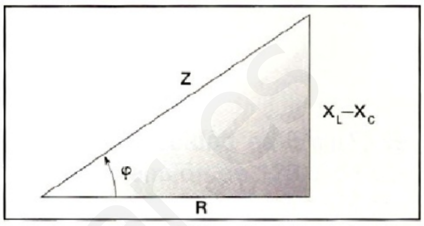
Este resultado pone de manifiesto cómo una tensión alterna relativamente pequeña (220 V) puede dar lugar a tensiones elevadas y peligrosas cuando el circuito se encuentra en resonancia o se aproxima a ella.

6.3.3. Potencias activa, reactiva y aparente.

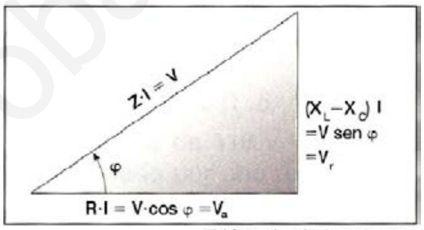
Si los lados del triángulo de impedancias se multiplican por la intensidad eficaz I, se obtendrá el **triángulo de tensiones**, y si éste se multiplica de nuevo por I, resulta el **triángulo de potencias**.

En este último, el cateto horizontal representa la potencia consumida por la resistencia del circuito (que se disipa en forma de calor) y que se denomina **potencia activa**. Su valor numérico coincide con la potencia media **P** del circuito, y se mide en *vatios* (W):

$$\boxed{P = V \cdot I \cdot \cos\varphi}$$



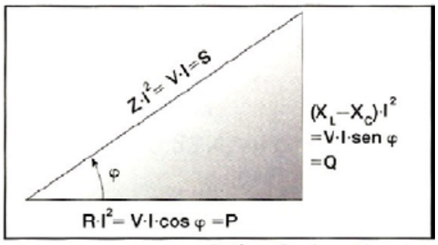
Triángulo de impedancias.



Triángulo de tensiones.

El cateto vertical representa la potencia almacenada en los campos magnético y eléctrico de la bobina y del condensador, respectivamente (que, por lo tanto, no se disipa como calor). Se la denomina **potencia reactiva** y se la representa por la letra **Q**. Su unidad de medida es el *voltamperio reactivo(VAr):*

$$\boxed{Q = V \cdot I \cdot \operatorname{sen}\varphi}$$



Triángulo de potencias.

Por último, la hipotenusa representa la "potencia total» del circuito, denominada **potencia aparente**, que se designa por **S** y se mide en *voltamperios (VA)* o en su múltiplo el *kilovoltamperio* (kVA), o *kavea,* en argot técnico.

$$\boxed{S = V \cdot I}$$

Del triángulo de potencias, se deducen las siguientes relaciones:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad \operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P} \qquad \cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Ejemplos

Un circuito de corriente alterna está constituido por un generador de 220 V eficaces y 50 Hz, una resistencia de 10Ω, una bobina de 0,1 H y un condensador de 200µF, asociados en serie. Hallar los valores de las potencias activa, reactiva yaparente.

www.yoquieroaprobar.es

Solución:
Las reactancias inductiva y capacitiva son:

$$X_L = L \cdot 2\pi f = 0{,}1\ H \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz = 31{,}416\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{200 \cdot 10^{-6}\ F \cdot 2\pi \cdot 50\ Hz} = 15{,}915\ \Omega$$

y la impedancia*:*

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(10\ \Omega)^2 + (31{,}416\ \Omega - 15{,}915\ \Omega)^2} = 18{,}447\ \Omega$$

Aplicando la ley de Ohm, se obtiene el valor de la intensidad eficaz*:*

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{220\ V}{18{,}447\ \Omega} = 11{,}93\ A$$

y el ángulo de desfase será:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{10\ \Omega}{18{,}447\ \Omega} = 0{,}5421 \Rightarrow \varphi = 57{,}17\ °$$

Procedamos ahora al cálculo de las potencias pedidas*:*

$$P = E \cdot I \cdot \cos\varphi = 220\ V \cdot 11{,}93\ A \cdot 0{,}5421 = 1\,422{,}8\ W$$
$$Q = E \cdot I \cdot sen\,\varphi = 220\ V \cdot 11{,}93\ A \cdot sen\ 57{,}17\ ° = 2\,205{,}4\ VAr$$
$$S = E \cdot I = 220\ V \cdot 11{,}93\ A = 2\,624{,}6\ VA$$

Actividades

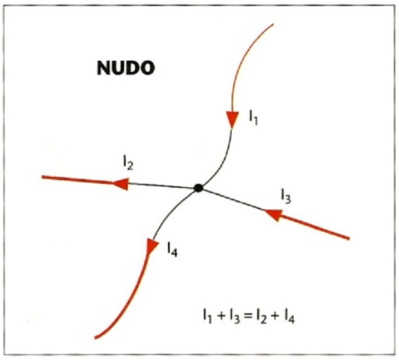
1. ¿Cuáles son las potencias activa, reactiva y aparente consumidas por una instalación a la que llegan 10A y 220 V eficaces, si la corriente está desfasado respecto a la tensión30°?
   Resultado: P = 7905,3 W; Q = 7 700 *VAr y* 5= 2200 *VA*
2. ¿Cuál es la intensidad de corriente eficaz y el ángulo φ de una instalación alimentada con 220 V eficaces si consume una potencia activa de 1 kW y una reactiva de 0,5kVAr?
   Resultado: φ = 26,6°; I_{ef} = 5,7 *A*

Leyes de Kirchhof

Gustav R. Kirchhoff enunció dos reglas que permiten resolver de forma sistemática problemas de circuitos eléctricos, que tendrían difícil solución por aplicación de la ley de Ohm.
En primer lugar, vamos a definir dos elementos:
a) **Nudo:** Es un *punto de la red en el cual se unen tres* o *másconductores.*
b) **Malla:** Es un *circuito que puede recorrerse sin pasar dos veces por el mismo punto.*
c) Una **rama** es el conjunto de elementos conectados entre dosnudos.

www.yoquieroaprobar.es

La **primera ley de Kirchhof** hace referencia a los nudos del circuito y establece que, en un nudo cualquiera, la suma de las intensidades que llegan a él es igual a la suma de las intensidades quesalen.



$$\sum I_i = 0$$
$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4$$

La **segunda ley de Kirchhof** hace referencia a las mallas del circuito y establece que la suma de las fuerzas electromotrices de los generadores a lo largo de cualquier malla es igual a la suma de las caídas de tensión de las resistencias en esta malla.

$$\sum E_i = \sum R_i \cdot I_i$$

Aplicación práctica de las leyes de Kirchhof

Para la resolución práctica de una red por aplicación de las leyes de Kirchhoff, conviene tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Asignar un valor y un sentido a las intensidades de corriente desconocidas (una para cada rama). Podemos elegir cualquier sentido, pues ello no va a influir en el valor del resultado, ya que si al resolver el sistema alguna intensidad resulta negativa, su sentido es el opuesto al que inicialmente le habíamos asignado. Por otra parte, las resistencias son siemprepositivas.

2. Si en la red existen **n** nudos, se aplica la primera ley de Kirchhoff a **n-1** nudos cualesquiera, pues si la aplicamos al nudo enésimo, la ecuación obtenida no es independiente. Se pueden considerar como positivas las intensidades de corriente que llegan al nudo y negativas las que salen, aunque también se puede seguir el criterio contrario sin que el resultado se vea afectado, pues ello no equivale sino a un cambio de signo en la ecuacióncorrespondiente.

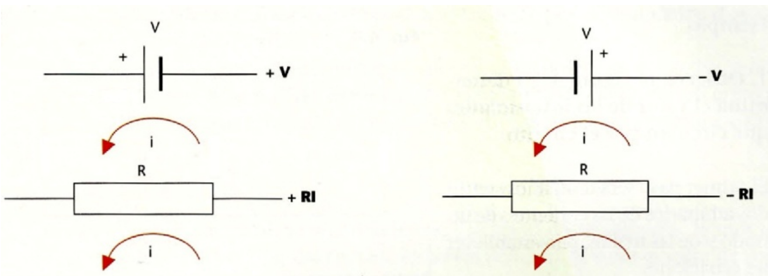
3. Se aplica la segunda ley de Kirchhoff a todas las mallas independientes de la red. El número de mallas independientes es igual al número de ramas menos el de nudos disminuido en una unidad, osea:

M = R - (n -1)

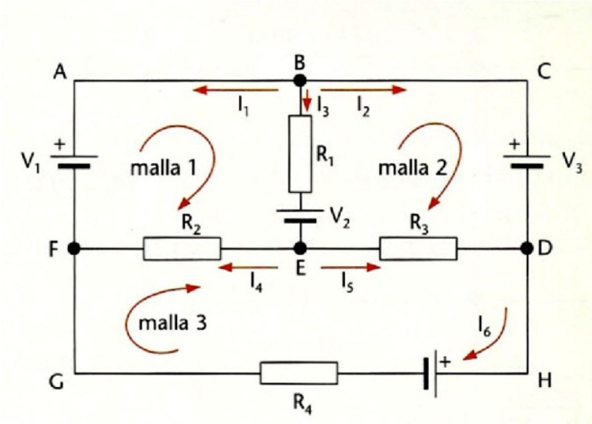
En la práctica las mallas independientes a las que se aplica la segunda ley de Kirchhoff se determinan descomponiendo la red en las mallas más sencillas posibles, como las piezas de un rompecabezas.

A la hora de aplicar esta ley hay que elegir como positivo un sentido de recorrido de la malla, que puede ser el de las agujas de reloj o el contrario . Todas lasintensidades y fuerzas electromotrices del mismo sentido que el elegido serán positivas y las de sentido contrario,negativas.

Para poder aplicar la segunda ley de Kirchhoff en las mallas del circuito , estableceremos un criterio de signos. El criterio que utilizaremos en este apartado será el siguiente:



www.yoquieroaprobar.es



En el circuito de la figura 4.3 podemos observar:

- Los nudos: B, O, EYF.
- Las ramas: FAB, BCO, DE, FE,BEYFGHO.
- Se han dibujado las mallas 1, 2 Y3 de las siete posibles, que son las que no se pueden subdividir en otros circuitoscerrados.

Para resolver circuitos por el método de Kirchhoff se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar y cuantificar los nudos del circuito. En el circuito 4.3, n =4.
- Dibujar los sentidos arbitrarios de las corrientes de las ramas existentes (r) y un sentido también arbitrario de recorrido en cadamalla.
- Aplicar la primera ley de Kirchhoff a al nudos, por lo quetendremos:

$$\text{nudo B: } I_1 + I_2 + I_3 = 0$$
$$\text{nudo E: } I_3 = I_4 + I_5$$
$$\text{nudo D: } I_2 + I_5 = I_6$$

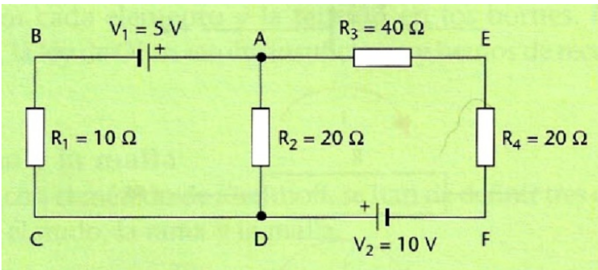
- Aplicar la segunda ley de Kirchhoff a todas las mallas que no se puedan subdividir en otros circuitos cerrados. Es decir, obtendríamos las ecuaciones (m): m = r - (n -1) = 6 - (4 - 1) = 6 - 3 = 3

$$\text{malla 1: } V_1 - V_2 = R_1 \cdot I_3 + R_2 \cdot I_4$$
$$\text{malla 2: } V_2 - V_3 = - R_1 \cdot I_3 - R_3 \cdot I_5$$
$$\text{malla 3: } - V_4 = - R_2 \cdot I_4 + R_3 \cdot I_5 + R_4 \cdot I_6$$

Por lo tanto, tendríamos en total seis ecuaciones por resolver con seis intensidades como incógnitas.

Ejemplo

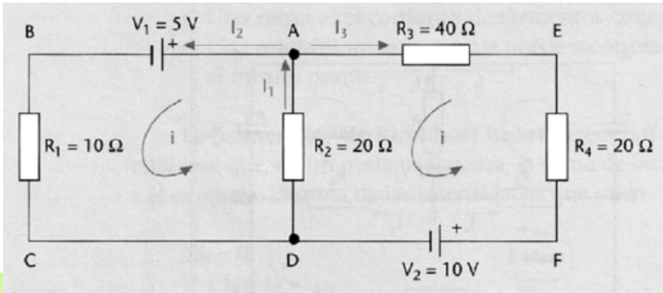
Observa la figura y determina el valor de las intensidades que circulan por el circuito.



www.yoquieroaprobar.es

El primer paso será dibujar los sentidos arbitrarios de las corrientesde un nudo y de las mallas, para establecer lasecuaciones.

Aplicando las leyes de Kirchhoff, obtendremos las tres ecuaciones con las tres incógnitas.



Nudo A: $I_1 = I_2 + I_3$ (1)
Malla ABCD: $-5 = 10\, I_2 + 20\, I_1$ (2)
Malla AEFD: $10 = -60\, I_3 - 20\, I_1$ (3)

Tendremos que resolver el sistema de ecuaciones; por ejemplo: Sustituyendo el valor de I1 en las ecuaciones (2) y (3), obtendremos:

$$\left.\begin{aligned} -5 &= 10\, I_2 + 20\, I_2 + 20\, I_3 \\ 10 &= -60\, I_3 - 20\, I_2 - 20\, I_3 \end{aligned}\right\} \qquad \left.\begin{aligned} -5 &= 30\, I_2 + 20\, I_3 \\ 10 &= -80\, I_3 - 20\, I_2 \end{aligned}\right\}$$

Multiplicando por 4 y sumando las dos ecuaciones, obtendremos el valor de I_2:

$$\left.\begin{aligned} -20 &= 120\, I_2 + 80\, I_3 \\ 10 &= -20\, I_2 - 80\, I_3 \end{aligned}\right\} \qquad -10 = 100\, I_2$$

$$I_2 = \frac{-10}{100} = -0{,}1 \text{ A} \qquad I_2 = -0{,}1 \text{ A}$$

Sustituyendo el valor de I_2 = - 0,1 A en una de las ecuaciones, obtendremos el valor de I_3:

$$10 = -20\,(-0{,}1) - 80\, I_3 \qquad I_3 = -0{,}1 \text{ A}$$

El valor de I_1 será:

$$I_1 = I_2 + I_3 \qquad I_1 = -0{,}1 - 0{,}1 = -0{,}2 \text{ A} \qquad I_1 = -0{,}2 \text{ A}$$

Los valores de las intensidades negativas quieren decir que su sentido es el contrario del que hemos asignado arbitrariamente.

Método de las mallas.

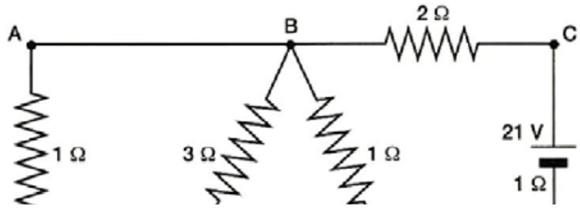
Este método simplifica la resolución de redes, pues se obtiene un número de ecuaciones menor que utilizando las dos leyes de Kirchhoff. Consiste en aplicar la segunda ley de Kirchhoff a cada una de las **R-(n-1)** mallas independientes de la red, considerando como incógnitas unas «intensidades de malla» I_A, I_B, I_C ..., que se supone circulan a lo largo de todas las ramas que configuran la malla en cuestión, en un sentido que elegiremos arbitrariamente.

Una vez resuelto el sistema y obtenidos los valores de estas intensidades de malla, se puede calcular inmediatamente la intensidad de una rama cualquiera como suma algebraica de las intensidades correspondientes a las mallas de las que forma parte dicha rama:

• Las ramas externas pertenecen a una sola malla, por lo que la intensidad de rama es igual a ± la intensidad de la malla a la que pertenece. Se considera el signo positivo si coinciden las referencias de las intensidades de rama y de malla; en caso contrario, el signo seránegativo.

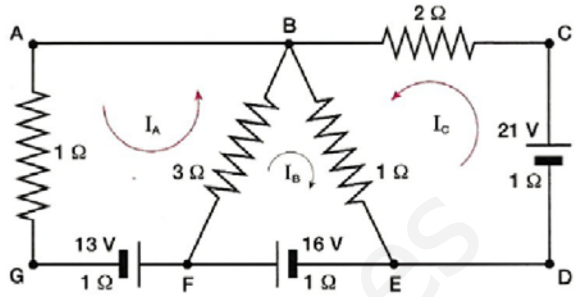
www.yoquieroaprobar.es

- Toda rama interna pertenece a dos mallas, y la intensidad de la misma vendrá dada por la suma algebraica de las intensidades de dichas mallas, que vendrán afectadas de signo más o menos, según que su sentido coincida o no con el de larama.



Ejemplos

1. Hallar, aplicando el método de las mallas, las intensidades de corriente que circulan en la red de la figura.



Solución:

Designemos por I_A, I_B e I_C las intensidades
malla correspondientes.
Se cumple:

$$5\,I_A + 3\,I_B = 13 \quad \text{(malla AGFBA)}$$

$$3\,I_A + 5\,I_B + I_C = 16 \quad \text{(malla FBEF)}$$

$$I_B + 4\,I_C = 21 \quad \text{(malla EDCBE)}$$

La resolución de este sistema conduce a: Por

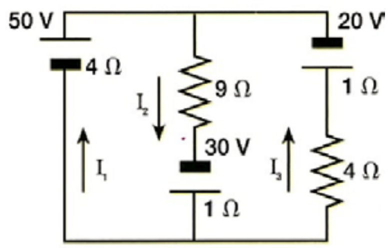
$$I_A = 2\text{ A};\quad I_B = 1\text{ A};\quad I_C = 5\text{ A}$$

tanto, las intensidades de rama serán:

Rama BAGF .... $I = I_A = 2$ A
Rama FB .... $I = I_A + I_B = 2\text{ A} + 1\text{ A} = 3$ A
Rama EF .... $I = I_B = 1$ A
Rama BE .... $I = I_B + I_C = 1\text{ A} + 5\text{ A} = 6$ A
Rama EDCB .... $I = I_C = 5$ A

Actividades

1. Calcular la intensidad de corriente que circula por cada una de
las ramas de la red.



Resultados: I_1 = l0A;
I_2=4A;
I_3=-6A

ACTIVIDADES

1. Una resistencia de 1kΩ y de tolerancia ±10 %, está recorrida por una corriente de 1mA.Calcula los valores mínimo y máximo de tensión en los bornes de la resistencia.
   Resultado: $V_{min} = 0{,}9$ *V;* $V_{max} = 1{,}1$ *V.*

2. ¿Por qué se habla de valores eficaces de la corriente alterna?

3. ¿Qué condición ha de cumplirse para que la impedancia de un circuito RLC, en serie, se reduzca al valor de la resistencia óhmica?

4. ¿En qué casos es máxima la potencia activa de una corriente alterna?

5. Las compañías eléctricas penalizan económicamente a los consumidores que tienen un mal factor de potencia (bastante distinto de la unidad). ¿Sabrías explicar las razones que tienen para actuar de esta forma si normalmente sólo cobran la energía eléctrica activa consumida?

6. Si la compañía eléctrica cobra el kWh a 0'15€, ¿cuánto cuesta tener encendida un bombilla incandescente de 100 W durante 24 horas?

7. Una bobina posee un coeficiente de autoinducción de 0,1 H, y está conectada a una resistencia óhmica de 20Ω y a un generador de 50Hz. ¿Cuál es la impedancia del circuito?
   Resultado: $Z = 37{,}2\Omega$

8. La resistencia de un circuito de corriente alterna es de 20Ω; su reactancia inductiva 40Ω y su reactancia capacitiva 30Ω.Calcular:
   a) La impedancia delcircuito.
   b) La intensidad de corriente que pasará por él, si está conectado a una tensión de 224 V.
   c) El ángulo dedesfase.
   Resultados: a) $Z = 22{,}4\Omega$; *b) 1=10A;* e) $\varphi = 26º34'$

9. Si una bobina se conecta a una resistencia óhmica y a una fuente de 120 V de corriente continua, la intensidad es 0,4 A; si por el contrario se conecta a una fuente de 120 V de corriente alterna y a la misma resistencia anterior, la intensidad se reduce a 0,24 A.Calcula:
   a) La resistencia óhmica delcircuito.
   b) La impedancia delcircuito.
   c) La reactancia inductiva de labobina.
   Resultados: a) $R = 300\Omega$; *b)* $Z=500\Omega$; c) $X_L = 400\Omega$

10. Un condensador, cuya capacidad es $5/\pi$ μF, se conecta a una fuente de tensión de 120 V de corriente alterna, cuya frecuencia es 50Hz. Se supone que en el circuito no existen resistencias puras.Calcula:
    a) La reactancia capacitiva del condensador.
    b) La intensidad decorriente.
    Resultados: a) $X_C = 2000\Omega$; *b)* $I = 0{,}06$ *A*

11. Se aplica una tensión eficaz de 110 V Y 50 Hz a un circuito en serie formado por una resistencia de 10Ω y una bobina de 0,1 H de autoinducción y resistencia despreciable.Calcula:
    a) La intensidad eficaz que circula por elcircuito.
    b) El ángulo de desfase entre la corriente y la tensión en los bornes delcircuito.

www.yoquieroaprobar.es

c) La potencia activaconsumida.

Resultados: a) I = 3,33 *A; b)* φ = 72º *20'; c) P* = 111,3 *W.*

12. Una bobina de 20Ω de reactancia inductiva está conectada a una resistencia óhmica de 15Ω ya
una fuente de corriente alterna de 100 V eficaces y 50Hz. Determina la potencia reactiva de dicha bobina y su coeficiente de autoinducción.

Resultado: Q = 320VAr; L = 63,7mH.

13. Al conectar a una red de 220 V una bobina y una resistencia óhmica de 3Ω, circula una corriente de 20 A y 50Hz.Deduce:

a) La impedancia de labobina.
b) Su coeficiente deautoinducción.
c) La fórmula general de la intensidad instantánea en labobina.

*Resultados: a) Z = 10,58*Ω; *b) L* = 33,7*mH; c) i = 28,3·sen(100πt* - 1,29) *(A).*

14. ¿Cuál es la frecuencia de resonancia de un circuito que incluye una bobina de 1 H de autoinducción y un condensador de 1μF decapacidad?

Resultado: fo = 159*Hz.*

15. Una bobina, cuyo coeficiente de autoinducción es 0,2 H y cuya resistencia óhmica es despreciable, se conecta en serie con un condensador. El conjunto se alimenta con una tensión de 120 V en corriente alterna de frecuencia 50Hz. Si la intensidad de corriente es 3 *A,* ¿cuál es el valor de la reactancia capacitiva del condensador?

Resultado: X_C = 22,8Ω

16 - Tenemos un circuito constituido por un generador de corriente alterna de 220V, una resistencia de 10Ω y una bobina de 0'032H. La frecuencia es de 50Hz. Calcularla intensidad que recorre el circuito, la impedancia el desfase y las potencias involucradas.

17 - Tenemos un circuito constituido por un generador de corriente alterna de 220V, una resistencia de 10Ω y un condensador de 31'8mF. La frecuencia es de 50Hz. Calcular la intensidad que recorre el circuito, la impedancia el desfase y laspotencias involucradas.

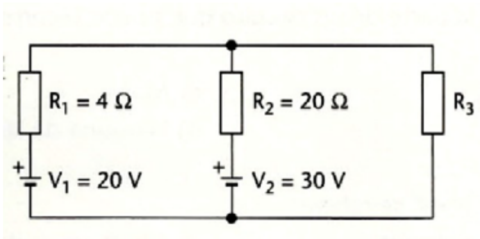
18 - Tenemos un circuito constituido por un generador de corriente alterna de 220V, una resistencia de 15Ω, una bobina de 25mH y un condensador de 200μF. La frecuencia es de 50Hz.Calcular:

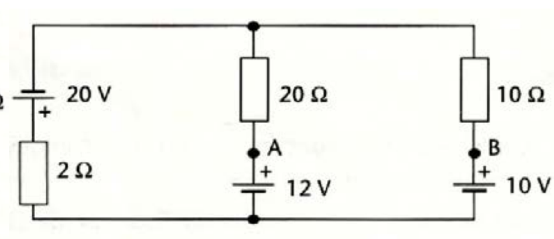
a) La velocidad angular y la duración del ciclo completo, así como los valores de laresonancia.
b) Valor instantáneo para t = 2, 10,15ms
c) Caída de tensión en cadaelemento.
d) Potencia aparente, activa yreactiva.
e) Frecuencia de resonancia y ddp en la bobina en estascondiciones.
f) La impedancia e intensidad delcircuito.

19 - Hallar la intensidad de corriente en cada rama de los siguientes circuitos y la tensión en cada resistencia usando las leyes deKirchhoff:

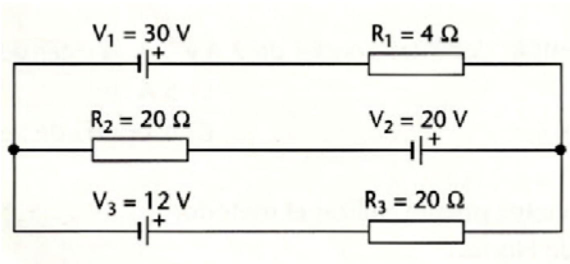
a) b)

www.yoquieroaprobar.es

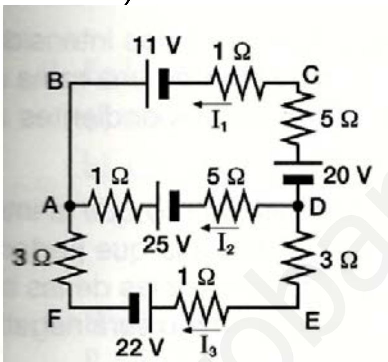




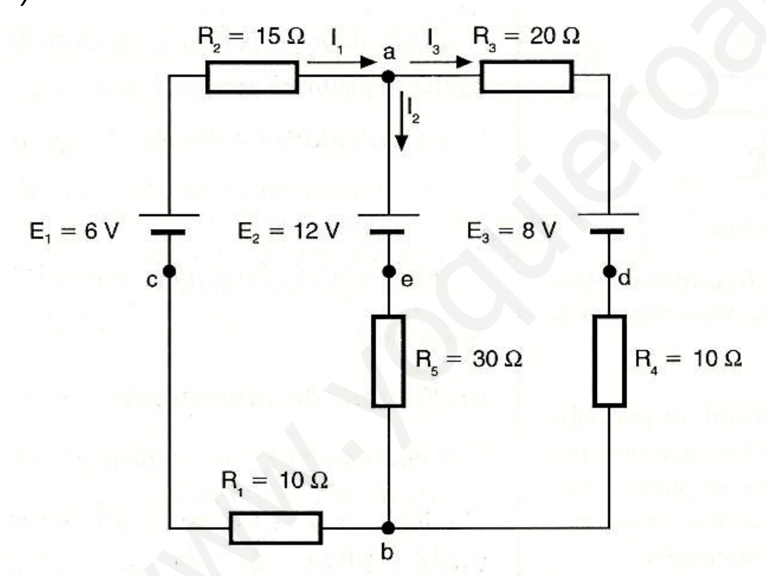
c)



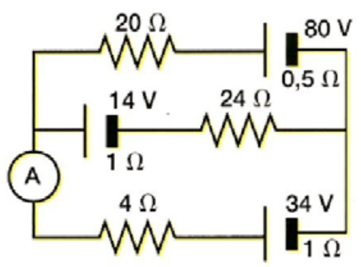
d)



e)



20 - Calcular la intensidad de corriente que señala el amperímetro de lafigura.
Resultado: (A)=I A



www.yoquieroaprobar.es