

Corriente alterna en:

[enlace a apuntes y ejercicios resueltos de educamadrid del Ies Palas de Atenea de Madrid.](#)

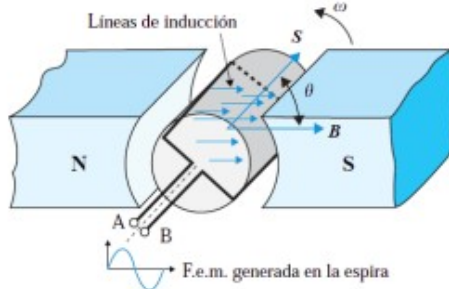
CORRIENTE ALTERNA. TRANSFORMADORES Y MOTORES.

Páx 1 – Corriente alterna.

Páx 2-3 Inductancias.

Páx 4 – motores e transformadores..

**GENERACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA**

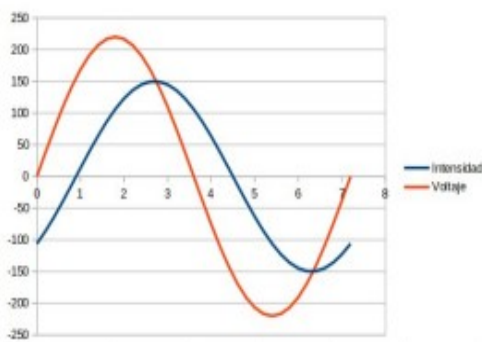


El dispositivo empleado para generar corriente alterna recibe el nombre de alternador. En su forma más sencilla, el alternador consiste en una espira rectangular que gira con una velocidad angular  $\omega$  embebida en un campo cuya inducción es  $\mathbf{B}$ . El flujo magnético que atraviesa la espira se puede expresar como:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$$

En los extremos A y B de la espira se generará una fem según la ley de inducción de Faraday:

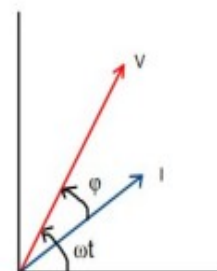
**REPRESENTACIÓN DE MAGNITUDES**



La intensidad y el voltaje pueden ser representados de dos formas diferentes: en primer lugar, podemos usar un diagrama en el que se representan las magnitudes frente al tiempo, como en la figura de la izquierda. En el caso concreto de dicha figura, la intensidad va retrasada respecto al voltaje. Como se verá más adelante, esto significa que el circuito tiene un comportamiento inductivo (como una bobina). Si la intensidad fuese adelantada en lugar de retrasada respecto al voltaje, nos encontraríamos frente a un circuito capacitivo (como un condensador).

La otra forma de representar el voltaje y la intensidad en un circuito de corriente alterna es empleando los denominados **diagramas de Fresnel**. En ellos se representan las magnitudes como **fasores**. Los fasores son magnitudes complejas que rotan con una velocidad angular  $\omega$ . Aunque la intensidad y el voltaje no son realmente magnitudes complejas, matemáticamente resulta muy útil tratarlas como tales.

Los módulos de los fasores serán los valores del voltaje e intensidad, y el ángulo que formen con el eje x la fase. Asimismo, el ángulo que formen los fasores entre sí nos indicará el desfase entre las magnitudes.



Circuito CA con resistencia.

**LEY DE OHM EN CORRIENTE ALTERNA. IMPEDANCIA**

**Circuito con resistencia pura**



El generador produce una señal alterna que se puede expresar como:

$$V = V_{max} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

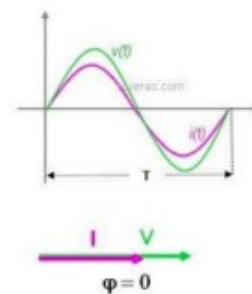
Aplicando la ley de Ohm obtenemos:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_{max} \cdot \text{sen}(\omega t)}{R} = \frac{V_{max}}{R} \cdot \text{sen}(\omega t) = I_{max} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Las señales de voltaje e intensidad están en fase, por lo que las crestas y los valles de las señales coinciden el el tiempo. El desfase es, por tanto, nulo.

Se pueden usar tanto los valores máximos como los eficaces.

$$R = \frac{V_{max}}{I_{max}} = \frac{V_{ef}}{I_{ef}}$$



Circuito en CA con condensadores.

**Circuito capacitivo puro**



Los condensadores son, después de las resistencias, uno de los componentes más usados en circuitos eléctricos y electrónicos. En electrónica se usan como protección de circuitos integrados y acondicionadores de señales, en corriente continua como acumuladores de energía eléctrica, en alterna para mejorar el factor de potencia (del que se hablará más adelante) o como filtro de señales, entre otras aplicaciones.

En su forma más sencilla, un condensador consta de dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico.

Los condensadores se caracterizan por su **capacidad**, definida como la carga que pueden acumular dividida entre la tensión que hay en sus placas.

$$C = \frac{Q}{V}$$

En el sistema internacional, la capacidad se mide en **Faradios (F)**. Dado que es una magnitud muy grande, se suelen emplear los microfaradios (µF) y los nanofaradios (nF), también llamados kilopicofaradios (kpF).



En primer lugar, un condensador produce un desfase de  $-\pi/2$  entre la señal de voltaje y la de intensidad, de tal forma que la intensidad se adelanta respecto a la tensión (o lo que es lo mismo, el voltaje se retrasa respecto a la intensidad)

Por otra parte, de la ecuación  $I_{max} = C \cdot \omega \cdot V_{max}$  se deduce que un condensador presenta una oposición al paso de corriente llamada **capacitancia**, **reactancia capacitiva** o **impedancia capacitiva**  $X_C$ , dada por:

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

De tal forma que la ley de Ohm se puede expresar como:

$$I_{ef} = \frac{V_{ef}}{X_C}$$

Para frecuencias altas,  $X_C$  es muy baja y el condensador se considera cortocircuito, mientras que para frecuencias bajas se considera circuito abierto.

## Circuito CA con bobinas.

### Circuito inductivo puro



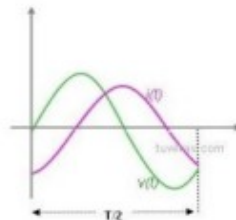
Una bobina o inducción es un arrollamiento de un conductor, de tal forma que es capaz de almacenar energía en forma de campo magnético. El paso de una corriente alterna por ella provoca un efecto de autoinducción que hace que presente una oposición al paso de corriente.

Las bobinas se caracterizan por su **coeficiente de autoinducción**, **L**, que se mide en Henrios (H) y se define como el cociente entre la fem inducida y la variación de intensidad, por lo que:

$$V_L = -L \frac{dI}{dt}$$

Donde el signo menos indica que la fem se opone a la causa que la crea, por la ley de Faraday.

De donde se deduce que una bobina produce un desfase de  $+\pi/2$  entre la señal de voltaje y la de intensidad, de tal forma que la intensidad se retrasa respecto a la tensión (o lo que es lo mismo, el voltaje se adelanta respecto a la intensidad), justo al contrario de lo que se produce con un condensador.



La oposición al paso de corriente de una bobina se llama **reactancia inductiva** o **impedancia inductiva**,  $X_L$ , y se expresa como

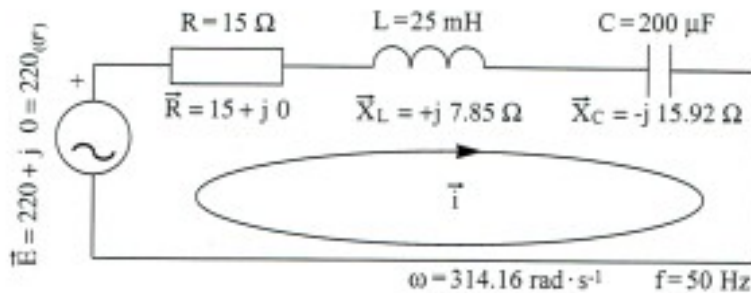
$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

EDICIONES Cim: Problemas de tecnología.

Ejercicio Corriente alterna

**PROBLEMA 6.**

La figura inferior representa el circuito RLC serie del problema anterior. Operando de forma *vectorial*, se pide:



- 1] La impedancia e intensidad del circuito.
- 2] Caídas de tensión en cada elemento.
- 3] Potencia aparente, activa y reactiva.
- 4] Diagrama vectorial de tensiones y corrientes.

**SOLUCION:**

Se toma como origen de fases la tensión del generador (es el dato del que se dispone). El resto de las magnitudes se referencian a él. Sobre el esquema del circuito se han situado los valores complejos de sus componentes.

En el caso de tener una asociación de **condensadores en serie**, la capacidad equivalente se expresa como:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

Y si están **en paralelo**:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_i$$

impedancia serie :  $\bar{Z} = \bar{R} + \bar{X}_L + \bar{X}_C = 15 + j 7.85 - j 15.92 = 15 - j 8.07 = 17.03_{(-28.28^\circ)} \rightarrow Z = 17.03 \Omega$

intensidad :  $\bar{I} = \frac{\bar{U}}{\bar{Z}} = \frac{220_{(0^\circ)}}{17.03_{(-28.28^\circ)}} = 12.92_{(+28.28^\circ)} \rightarrow I = 12.92 \text{ A}$

La impedancia se retrasa 28.28° respecto a la resistencia, y la tensión sufre el mismo retraso con la intensidad.

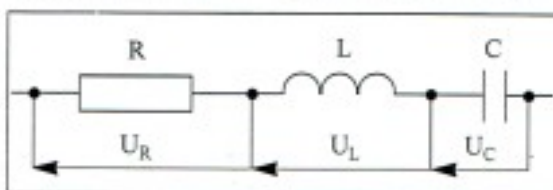
Los resultados obtenidos indican que el circuito es capacitivo y que la intensidad se adelanta respecto a la tensión.

2] Caídas de tensión en cada elemento del circuito.

resistencia :  $\bar{U}_R = \bar{I} \cdot \bar{R} = 12.92_{(+28.28^\circ)} (15_{(0^\circ)}) = 193.8_{(+28.28^\circ)} \rightarrow U_R = 193.80 \text{ V}$

bobina :  $\bar{U}_L = \bar{I} \cdot \bar{X}_L = 12.92_{(+28.28^\circ)} (7.85_{(+90^\circ)}) = 101.422_{(118.28^\circ)} \rightarrow U_L = 101.42 \text{ V}$

condensador :  $\bar{U}_C = \bar{I} \cdot \bar{X}_C = 12.92_{(+28.28^\circ)} (15.92_{(-90^\circ)}) = 205.69_{(-61.72^\circ)} \rightarrow U_C = 205.69 \text{ V}$



La tensión en bornes de la resistencia está en fase con la intensidad.  
 La tensión en bornes de la bobina está adelantada 90° respecto a la intensidad.  
 La tensión en bornes del condensador está retrasada 90° respecto a la intensidad.

**Potencia en corriente alterna. Factor de Potencia.**

Al igual que ocurre con la intensidad y la tensión, en alterna la potencia también se trata matemáticamente como una magnitud compleja. De esta forma, se definen tres potencias; **activa, reactiva y aparente**

**Potencia activa (P)**

Es la que puede ser usada para convertirse en otro tipo de energía. Se mide en vatios (W)

$$P = VI \cos \varphi$$

**Potencia reactiva (Q)**

Es la necesaria para crear y mantenerlos campos eléctricos (en caso de condensadores) y magnético (en caso de bobinas), y se restituye al circuito al anularse los campos. Es una potencia que no puede ser usada para transformarse en energía útil. Se mide en voltiamperios reactivos(VAr)

$$Q = VI \sin \varphi$$

En el caso de una bobina:

$$Q_L = V_L I_L \sin(\pi/2) = \omega L I_L^2 = \frac{V_L^2}{\omega L}$$

Para un condensador:

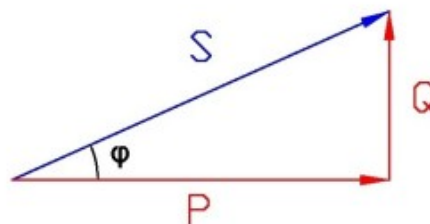
$$Q_C = V_C I_C \sin(-\pi/2) = -\omega C V_C^2 = \frac{-I_C^2}{\omega C}$$

**Potencia aparente (S)**

Es la suma vectorial de las potencias activas y reactivas. Indica la potencia total consumida en el circuito. Se mide en voltiamperios (VA).

$$S = VI ; S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

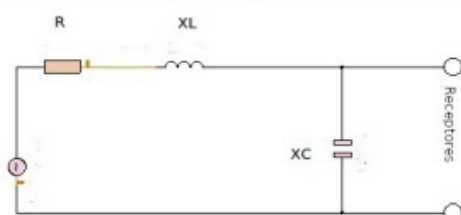
Con las tres potencias, activa, reactiva y aparente se forma el triángulo de potencias. El ángulo entre las potencias activa y aparente es nuevamente el desfase  $\varphi$ .



**CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA**

Recordemos que el factor de potencia es el coseno del desfase,  $\cos \varphi$ . Acabamos de ver que en una instalación de corriente alterna interesa que el desfase sea el menor posible para minimizar la potencia reactiva. El factor de potencia es el indicador de lo eficiente que es la instalación, de tal forma que debe ser lo más cercano a uno posible.

Dado el circuito de la izquierda, si llamamos Q a la potencia reactiva del circuito antes de la introducción del



condensador,  $Q_C$  a la del condensador y  $Q'$  a la corregida se puede deducir que (usamos valores absolutos):

$$Q_C = Q - Q' \Rightarrow \omega C V^2 = P(\tan \varphi - \tan \varphi')$$

De aquí despejamos el valor de la capacidad del condensador que hay que añadir para corregir el factor de potencia:

$$C = \frac{P}{\omega V^2} (\tan \varphi - \tan \varphi')$$