# EJERCICIOS DEL TEMA 3: CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

**1. Una bobina de 100 espiras, de 20 cm$^2$ cada una, gira a 50 r.p.m. en un campo magnético uniforme de 1 T.**
**a) Escribir la expresión de le f.e.m. inducida e indicar su valor eficaz**
**b) ¿Cuál sería la intensidad si la resistencia del circuito fuese 20 Ω ?**

a) Al girar con MCU, la orientación entre el vector superficie de la espira y el campo cambiará, con lo que el flujo magnético que atraviesa la espira también será variable.

$\phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \cdots = B \cdot N \cdot S \cdot \cos(\omega t)$

Por la ley de Faraday-Lenz, se inducirá corriente eléctrica en el circuito, con una fuerza electromotriz

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = B \cdot N \cdot S \cdot \omega \cdot sen(\omega t)$

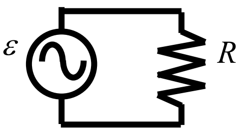
Sabiendo que B = 1 T, N = 100 espiras, S = 20 cm$^2$ = $2 \cdot 10^{-3}$ m$^2$ , ω = 50 rpm = $50 \cdot \frac{2\pi\, rad}{60\, s} = 5{,}24\, rad/s$

$\varepsilon = B \cdot N \cdot S \cdot \omega \cdot sen(\omega t) = 1{,}048 \cdot sen(5{,}24 \cdot t)\ V$

El valor máximo de la fuerza electromotriz, $\varepsilon_0 = 1{,}047\ V$

El valor eficaz será $\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}} = 0{,}741\ V$

b) La bobina que gira en el interior del campo magnético es un generador de CA. Si la conectamos a una resistencia, tendremos un circuito puramente resistivo, en el que podremos aplicar la ley de Ohm para los valores instantáneos.



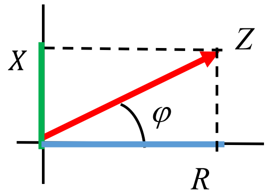

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1{,}048 \cdot sen(5{,}24 \cdot t)\ V}{20\ \Omega} = 0{,}052 \cdot sen(5{,}24 \cdot t)\ A$

La intensidad máxima $I_0$ = 0,052 A, y la intensidad eficaz $I_e = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0{,}037\ A$

**2. En un circuito de CA los valores eficaces son Ie = 10 A y Ve = 300 V y la intensidad está retrasada 60º respecto a la tensión. Calcular:**
**a) Impedancia b) Reactancia c) Resistencia d) Factor de potencia.**

a) Calculamos la impedancia Z del circuito a partir de los valores eficaces $Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{300\ V}{10\ A} = 30\ \Omega$

b) c) La intensidad está retrasada respecto a la tensión, o lo que es lo mismo, la tensión está adelantada respecto a la intensidad. El circuito es inductivo y su reactancia X es positiva.




A partir del diagrama de Fresnel de la impedancia, calculamos X y R

El desfase φ= 60º = π/3

b) $X = Z \cdot sen\varphi = 30 \cdot \mathrm{sen}\left(\frac{\pi}{3}\right) = 25{,}98\ \Omega$

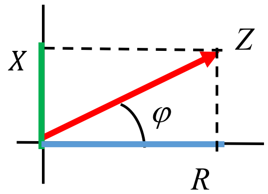
c) $R = Z \cdot cos\varphi = 30 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = 15\ \Omega$

d) El factor de potencia es la cantidad $cos\varphi = 0{,}5$ inductivo

**3. En un circuito de 50 Hz y 22,5 Ω de resistencia, los aparatos registradores señalan 150 V y 5 A (eficaces). Calcular: factor de potencia, impedancia y reactancia (ya que debe existir una bobina o un condensador)**

Calculamos la impedancia Z del circuito a partir de los valores eficaces

$Z = \frac{V_e}{I_e} = \frac{150\ V}{5\ A} = 30\ \Omega$




A partir del diagrama de Fresnel de la impedancia, calculamos el factor de potencia.

$cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{22{,}5\ \Omega}{30\ \Omega} = 0{,}75$

Y la reactancia X (la obtenemos en valor absoluto, ya que no sabemos si es inductiva o capacitiva)

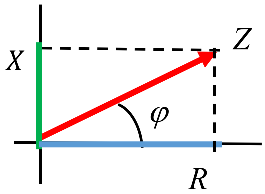
$cos\varphi = 0{,}75 \ \rightarrow\ sen\varphi = \sqrt{(1 - 0{,}75^2)} = 0{,}661$

$X = Z \cdot sen\varphi = 30 \cdot sen\varphi = 19{,}83\ \Omega$

**4. Calcular la reactancia de una bobina de 0,002 H si la corriente alterna que la recorre tiene un periodo de 1/50 s. ¿Cuál será la impedancia de la bobina si su resistencia es de 50 Ω ? Si la bobina está intercalada en un circuito de R = 100 Ω. ¿Cuál será la impedancia del circuito?**

Datos: L = 0,002 H, T = 0,02 s → υ = 50 Hz → ω = 2π·υ = 100π rad/s

La reactancia de una bobina viene dada por $X_L = L \cdot \omega = 0{,}002\ H \cdot 100\pi\ rad/s = 0{,}628\ \Omega$



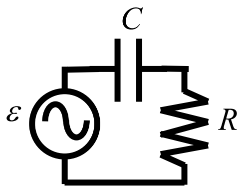

Teniendo en cuenta la resistencia $R_L$ de la bobina, tendremos un circuito RL. El diagrama de impedancias es el de la figura.

La impedancia $Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2} = 50{,}004\ \Omega$

Al conectar una nueva resistencia en serie, el diagrama de impedancias es el mismo, sólo que ahora la resistencia total será $R_L + R = 150\ \Omega$

Y la impedancia total $Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2} = 100{,}002\ \Omega$

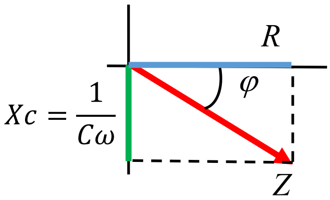
**5. Un circuito consta de un condensador de 1μF conectado en serie a una resistencia de 1 kΩ. Calcule la reactancia, la impedancia, el factor de potencia y la intensidad eficaz que circula por el circuito si se conecta a un generador de 24 V de tensión máxima y 100 Hz.**




Tenemos un circuito RC de CA.

Datos: $C = 10^{-6}$ F , υ = 100 Hz → ω = 200π rad/s , R = 1000 Ω , $\varepsilon_0 = 24$ V

Su diagrama de impedancias es el de la figura.




La reactancia (capacitiva) es $Xc = \frac{1}{C\omega} = 1591{,}55\ \Omega$

La impedancia $Z = \sqrt{R^2 + {X_C}^2} = 1879{,}64\ \Omega$

El factor de potencia $cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0{,}532$ capacitivo

Calculamos la intensidad eficaz aplicando la ley de Ohm a los valores eficaces. $I_e = \frac{\varepsilon_e}{Z}$

La tensión eficaz $\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}} = 16{,}97\ V$

Así, la intensidad eficaz $I_e = \frac{\varepsilon_e}{Z} = \frac{16{,}97\ V}{1879{,}64\ \Omega} = 0{,}009\ A = 9\ mA$

**8. Calcular la Z de un circuito de 20 Ω de resistencia en el que hay colocados en serie un condensador de 20 μF y una bobina de 0,02 H cuando se aplica una tensión de 50 ciclos/s de frecuencia.**

Tenemos un circuito RLC en serie. Cada elemento contribuye a la impedancia del circuito:

La resistencia R = 20 Ω

La bobina con su reactancia inductiva $X_L = L \cdot \omega = 0{,}02\ H \cdot 2\pi 50\ rad/s = 6{,}28\ \Omega$

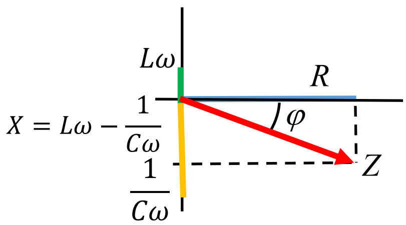
El condensador con su reactancia capacitiva $Xc = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6} F \cdot 2\pi \cdot 50\ rad/s} = 159{,}15\ \Omega$

Como $X_C > X_L$, la reactancia total es capacitiva.

La impedancia

$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = 154{,}17\ \Omega$

El diagrama de impedancias



**13. Un circuito conectado a un generador de 110 V y 60 Hz consume 330 W. El factor de potencia es de 0,6 y la Intensidad está retrasada frente a la tensión.**
**a) Determinar qué elemento debe conectarse en serie para que el factor de potencia sea 1.**
**b) Calcule las potencias activa, reactiva y aparente en ese caso.**

**a)** Datos: $\varepsilon_e = 110$ V, $\upsilon = 60$ Hz → $\omega = 120\pi$ rad/s , $\cos\varphi = 0{,}6$ $\varphi > 0$ (V adelantada respecto a I)

Como nos dicen que I está retrasada respecto a V, V está adelantada respecto a I, con lo que el desfase es positivo, y el circuito es inductivo (posee reactancia inductiva $X_L$). Por lo tanto, para conseguir que el factor de potencia sea 1 (resonancia) y que por consiguiente el desfase sea nulo, debemos conectar en serie un condensador cuya reactancia capacitiva $X_C$ compense a $X_L$ ( $X_C = X_L$)

Para calcular $X_L$, debemos conocer Z, que calcularemos aplicando la ley de Ohm con valores eficaces $\varepsilon_e = Z \cdot I_e$

La intensidad eficaz la obtenemos a partir de la potencia (activa) consumida
$P = \varepsilon_e \cdot I_e \cdot \cos\varphi$ → $330\text{w} = 110\text{ v} \cdot I_e \cdot 0{,}6$ → $I_e = 5$ A.

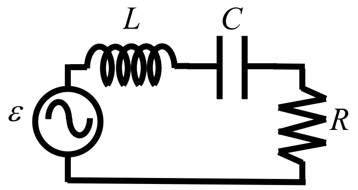
La impedancia $Z = \frac{\varepsilon_e}{I_e} = \frac{110\,V}{5\,A} = 22\,\Omega$

Calculamos R $R = Z \cdot cos\varphi = 22\,\Omega \cdot 0{,}6 = 13{,}2\,\Omega$

Calculamos $X_L$ $X_L = Z \cdot sen\varphi = 22\,\Omega \cdot 0{,}8 = 17{,}6\,\Omega$ $(sen\varphi = \sqrt{1 - cos^2\varphi} = 0{,}8)$
$X_C = X_L = 17{,}6\,\Omega$
$Xc = \frac{1}{C\omega}$ → $C = \frac{1}{X_C \cdot \omega} = \frac{1}{17{,}6\,\Omega \cdot 120\pi\, rad/s} = 1{,}507 \cdot 10^{-4}\,F$ C = 150,7 μF

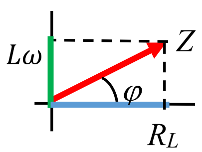
**b)** En el caso de resonancia, el factor de potencia es nulo, por lo que X = 0, y la impedancia será igual a la resistencia Z = 13,2 Ω
La nueva intensidad que circula por el circuito será $I_e = \frac{\varepsilon_e}{Z} = \frac{110\,V}{13{,}2\,\Omega} = 8{,}33\,A$
La potencia activa $P = \varepsilon_e \cdot I_e \cdot cos\varphi = 110\,V \cdot 8{,}33\,A \cdot 1 = 916{,}67\,W$
La potencia reactiva $Q = \varepsilon_e \cdot I_e \cdot sen\varphi = 110\,V \cdot 8{,}33\,A \cdot 0 = 0\;VAr$
La potencia aparente $S = \varepsilon_e \cdot I_e = 110\,V \cdot 8{,}33\,A = 916{,}67\,VA$

**14. En un circuito de 25 Ω de resistencia hay instaladas capacidades por valor de 20.000 μF y una bobina de 10 Ω y 0,02 H, todos en serie. Si la tensión eficaz es de 100 V y la frecuencia 50 Hz, calcular:**
**a) Z de la bobina y del circuito b) I eficaz y máxima**
**c) V eficaz en los bornes de la bobina**
**d) Factor de potencia e) Potencias activa, reactiva y aparente.**

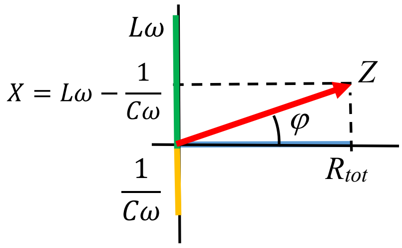



Tenemos un circuito RLC en serie. Datos:
C = 20000 μF = 0,02 F L = 0,02 H, $R_L = 10\,\Omega$
$R_1 = 25\,\Omega$ $R_{tot} = R_1 + R_L = 35\,\Omega$
Generador $\upsilon = 50$ Hz → $\omega = 2\pi \cdot 50$ rad/s = 314,16 rad/s εe = 100 V

**a)** Impedancia de la bobina (es un circuito RL)




$$Z_L = \sqrt{{R_L}^2 + {X_L}^2} = \sqrt{{R_L}^2 + (L\omega)^2} = 11{,}81\,\Omega$$




Impedancia de todo el circuito RLC
$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{{R_t}^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{{R_t}^2 + (L\omega - \tfrac{1}{C\omega})^2} = 35{,}53\,\Omega$$

**b)** Calculamos la intensidad aplicando la ley de Ohm. $I_e = \frac{\varepsilon_e}{Z} = \frac{100\,V}{35{,}53\,\Omega} = 2{,}81\,A$

El valor máximo $I_O = I_e \cdot \sqrt{2} = 3{,}97\,A$

**c)** Aplicamos la ley de Ohm a la bobina $V_{Le} = I_e \cdot Z_L = 2{,}81\,A \cdot 11{,}81\,\Omega = 33{,}19\,V$

**d)** Factor de potencia $cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{35\,\Omega}{35{,}53\,\Omega} = 0{,}985$ inductivo

**e)** Potencias activa, reactiva y aparente:

La potencia activa $P = \varepsilon_e \cdot I_e \cdot cos\varphi = 100\,V \cdot 2{,}81\,A \cdot 0{,}985 = 276{,}785\,W$

La potencia reactiva $Q = \varepsilon_e \cdot I_e \cdot sen\varphi = 100\,V \cdot 2{,}81\,A \cdot 0{,}173 = 48{,}613\ VAr$

La potencia aparente $S = \varepsilon_e \cdot I_e = 100\,V \cdot 2{,}81\,A = 281\,VA$

**15. Un alternador tiene entre sus bornes una ε = 392 cos(314 t) (V) . Si el alternador se conecta a un electroimán, produciéndose una Ie = 0,5 A, calcular la inductancia L del electroimán.**

Datos: Generador: $\varepsilon_0 = 392$ V → $\varepsilon_e = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}} = 277{,}19\,V$ ω = 314 rad/s

Calculamos la impedancia aplicando la ley de Ohm a los valores eficaces. $Z = \frac{\varepsilon_e}{I_e} = \frac{277{,}19\,V}{0{,}5\,A} = 554{,}38\,\Omega$

No nos dan información acerca de la resistencia del electroimán, así que supondremos que R = 0 Ω, el circuito es puramente inductivo, y $Z = X_L = L \cdot \omega$ → $L = \frac{Z}{\omega} = \frac{554{,}38\,\Omega}{314\,rad/s} = 1{,}77\,H$