

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

TIEMPO: Una hora y treinta minutos.
INSTRUCCIONES: El alumno elegirá una de las dos opciones A ó B.
CALIFICACIONES: En cada cuestión se indica su calificación.

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Por un cable recto e indefinido circula una corriente de 10 A. Calcular:

- a) El valor de la inducción magnética a una distancia de 20 cm del cable.
- b) Si a esa distancia de 20 cm se coloca otro cable paralelo al primero, por el que circulan 15 A de corriente, en el mismo sentido, calcular la fuerza por unidad de longitud que experimentará este segundo cable e indicar su dirección y sentido.

DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

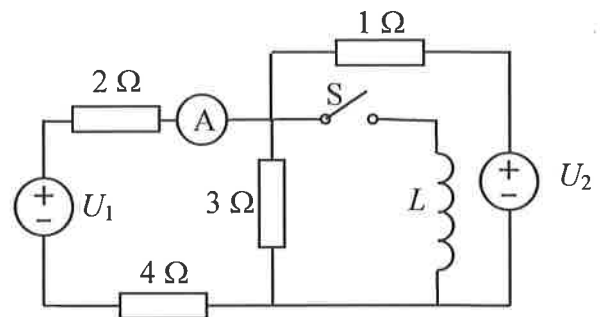
(2 PUNTOS)

CUESTIÓN 2.- En el circuito de corriente continua de la figura, el aparato de medida es ideal. Con el interruptor S abierto, se pide:

- a) Intensidad que mide el amperímetro A.
- b) Potencia consumida por el circuito.

Con el interruptor S cerrado, se pide:

- c) Intensidad que mide el amperímetro A.



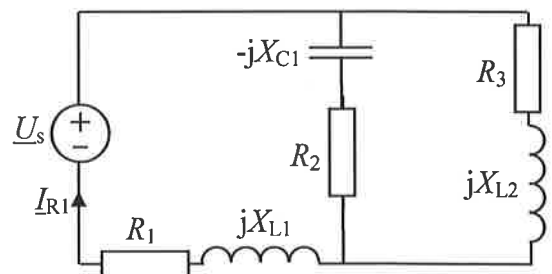
(2,5 PUNTOS)

CUESTIÓN 3.- En el circuito de corriente alterna de la figura, alimentado por una fuente ideal de 220 V (valor eficaz), se pide:

- a) Impedancia compleja vista por la fuente ideal.
- b) Intensidad compleja \underline{I}_{R1} que circula por R_1 .
- c) Factor de potencia del circuito pasivo.
- d) Potencias activa y reactiva cedidas por la fuente ideal.

DATOS: $R_1 = R_2 = 8 \Omega$; $R_3 = 5 \Omega$; $X_{C1} = X_{L1} = 3 \Omega$; $X_{L2} = 5 \Omega$.

NOTA: Tomar a U_s como origen de fases.



(3 PUNTOS)

CUESTIÓN 4.- Tres impedancias idénticas, constituidas cada una de ellas por una resistencia de 5 Ω en serie con una bobina de 20 mH, se conectan en estrella a un generador trifásico equilibrado de 50 Hz. Se comprueba que la potencia disipada en cada impedancia es 8 kW. Calcular:

- a) Tensión en bornes de cada impedancia.
- b) Tensión de línea del generador trifásico al que se conectan.
- c) Corriente total demandada del generador si se conecta en paralelo con las impedancias una batería de condensadores de 312 μ F por fase en estrella.

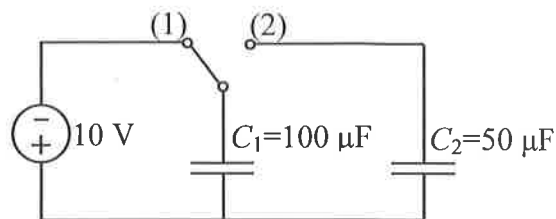
(2,5 PUNTOS)

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Un condensador de $100 \mu\text{F}$ se carga con una tensión de 10 V (posición del conmutador en (1) en la figura). Posteriormente se conectan sus armaduras a las de otro condensador de $50 \mu\text{F}$ (posición del conmutador en (2) en la figura) que se encuentra totalmente descargado.

Calcular:

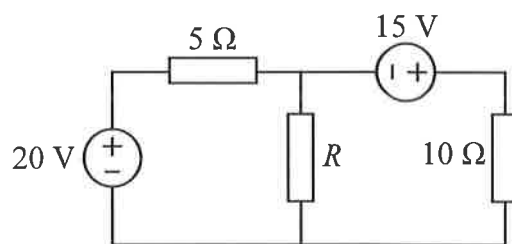
- La tensión a la que quedan sometidos los dos condensadores una vez que el primer condensador se haya descargado sobre el segundo.
- La carga eléctrica almacenada en cada uno de ellos en estas condiciones.



(2 PUNTOS)

CUESTIÓN 2.- En el circuito de corriente continua de la figura, la potencia suministrada por la batería de 20 V es 60 W . Se pide calcular:

- Valor de la resistencia R .
- Potencia suministrada por la batería de 15 V .
- Potencia disipada por la resistencia de 10Ω .

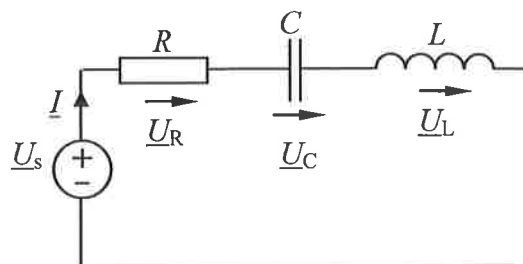


(2,5 PUNTOS)

CUESTIÓN 3.- En el circuito de corriente alterna de la figura la potencia consumida por la resistencia R es de 200 W .

Calcular:

- El valor de la resistencia R .
- El valor eficaz de la intensidad I .
- Los valores complejos de las tensiones de cada elemento y de la fuente.
- Potencia reactiva absorbida por bobina y condensador y suministrada por la fuente.



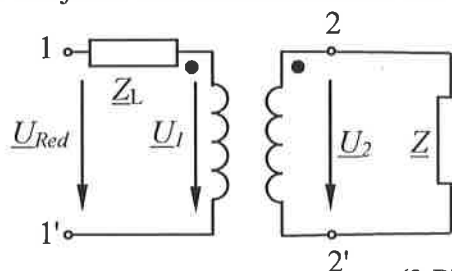
DATOS: $U_L = U_C = 20 \text{ V}$, $U_R = 100 \text{ V}$ (valores eficaces)

NOTA: Tomar a \underline{I} como origen de fases.

(2,5 PUNTOS)

CUESTIÓN 4.- El transformador ideal de la figura se conecta a la red de tensión $U_{\text{Red}} = 230 \text{ V}$ (valor eficaz) a través de una línea de impedancia $\underline{Z}_L = 0,2 + j1 \Omega$. Los números de espiras del transformador son $N_1 = 560$ y $N_2 = 324$. Las potencias activa y reactiva suministradas por la red al conjunto línea-transformador son 1500 W y 500 var , respectivamente. Se pide:

- Intensidad suministrada por la red.
- Tensión U_1 en bornas del primario del transformador.
- Tensión e intensidad en el secundario del transformador.
- Impedancia compleja \underline{Z} de la carga conectada al secundario del transformador.



(3 PUNTOS)

ELECTROTECNIA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

OPCIÓN A

Cuestión 1 : Hasta 2 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1 punto.

Apartado b): Hasta 1 punto.

Cuestión 2 : Hasta 2,5 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1,25 puntos.

Apartado b): Hasta 0,5 puntos.

Apartado c): Hasta 0,75 puntos.

Cuestión 3 : Hasta 3 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 0,75 puntos.

Apartado b): Hasta 0,75 puntos.

Apartado c): Hasta 0,75 puntos.

Apartado d): Hasta 0,75 puntos.

Cuestión 4 : Hasta 2,5 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1 punto.

Apartado b): Hasta 0,5 puntos.

Apartado c): Hasta 1 punto.

OPCIÓN B

Cuestión 1 : Hasta 2 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1,25 puntos.

Apartado b): Hasta 0,75 puntos.

Cuestión 2 : Hasta 2,5 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1,5 puntos.

Apartado b): Hasta 0,5 puntos.

Apartado c): Hasta 0,5 puntos.

Cuestión 3 : Hasta 2,5 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 0,75 puntos.

Apartado b): Hasta 0,75 puntos.

Apartado c): Hasta 0,5 puntos.

Apartado d): Hasta 0,5 puntos.

Cuestión 4 : Hasta 3 PUNTOS, repartidos del siguiente modo:

Apartado a): Hasta 1,25 puntos.

Apartado b): Hasta 0,5 puntos.

Apartado c): Hasta 0,75 puntos.

Apartado d): Hasta 0,5 puntos.

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Por un cable recto e indefinido circula una corriente de 10 A. Calcular:

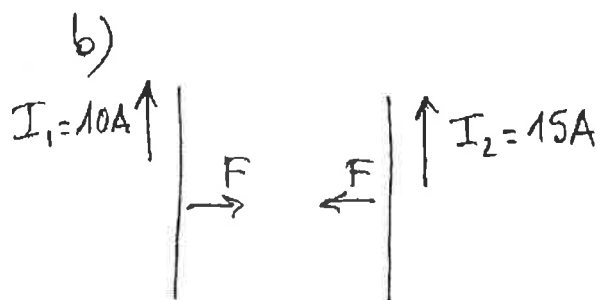
- a) El valor de la inducción magnética a una distancia de 20 cm del cable.
- b) Si a esa distancia de 20 cm se coloca otro cable paralelo al primero, por el que circulan 15 A de corriente, en el mismo sentido, calcular la fuerza por unidad de longitud que experimentará este segundo cable e indicar su dirección y sentido.

DATO: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

(2 PUNTOS)

Solución:

$$a) \underline{B} = \mu_0 \frac{I}{2\pi d} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10}{2\pi \cdot 0,2} = \underline{10^{-5} \text{ T}}$$



$$\frac{F}{L} = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi d} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{10 \cdot 15}{2\pi \cdot 0,2}$$

$$\underline{\underline{\frac{F}{L} = 1,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{m}}}}}$$

La fuerza es perpendicular al cable, contenida en el plano que forman los dos y atractiva por tener las corrientes el mismo sentido.

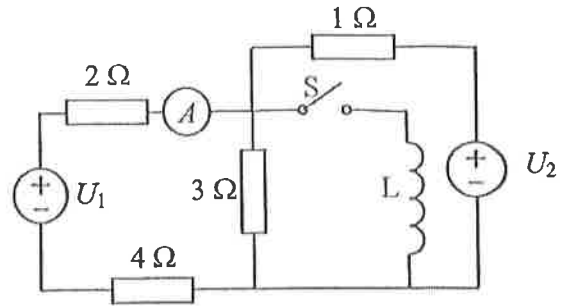
CUESTIÓN 2.- En el circuito de corriente continua de la figura, el aparato de medida es ideal. Con el interruptor S abierto, se pide:

- Intensidad que mide el amperímetro A .
- Potencia consumida por el circuito.

Con el interruptor S cerrado, se pide:

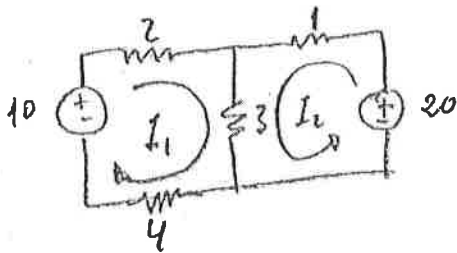
- Intensidad que mide el amperímetro A .

DATOS: $U_1=10\text{ V}$, $U_2=20\text{ V}$, $L=1\text{ mH}$.



(2,5 PUNTOS)

a) Círc. Eq.



$$\begin{cases} 10 = 2I_1 + 3(I_1 + I_2) + 4 \cdot I_1 \\ 20 = 4I_2 + 3(I_1 + I_2) \end{cases} \quad \begin{cases} 10 = 9I_1 + 3I_2 \\ 20 = 3I_1 + 4I_2 \end{cases}$$

$$I_1 = -1740,7 \text{ mA}$$

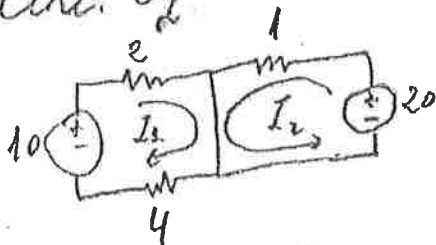
$$I_2 = 5,55 \text{ A}$$

$$I_A = I_1 = 1740,7 \text{ mA} \quad \checkmark$$

b) $P_{\text{consumida}} = P_{\text{cedida por fuentes}}$

$$P = P_{U_1} + P_{U_2} = 10 \cdot (-0,17407) + 20 \cdot 5,55 = 103 \text{ W} \quad \checkmark$$

c) Círc. Eq.



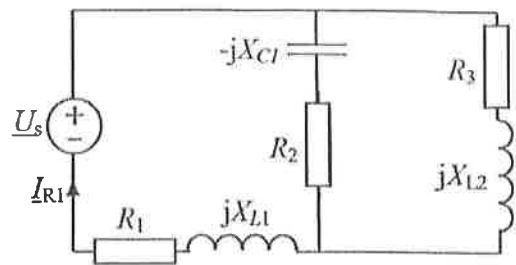
$$10 = I_1 \cdot (2 + 4) \Rightarrow I_1 = \frac{10}{6} = 1,66 \text{ A}$$

$$I_A = I_1 = 1,66 \text{ A} \quad \checkmark$$

CUESTIÓN 3.- En el circuito de corriente alterna de la figura, alimentado por una fuente ideal de 220 V (valor eficaz), se pide:

- Impedancia compleja vista por la fuente ideal.
- Intensidad compleja \underline{I}_{R1} que circula por R_1 .
- Factor de potencia del circuito pasivo.
- Potencias activa y reactiva cedidas por la fuente ideal.

DATOS: $R_1 = R_2 = 8 \Omega$; $R_3 = 5 \Omega$; $X_{C1} = X_{L1} = 3 \Omega$; $X_{L2} = 5 \Omega$.



(3 PUNTOS)

a) $\underline{Z}_{eq} = (8+j3) + [(8-j3)/(5+j5)] = (8+j3) + [(8-j3) \cdot (5+5j)] / [(8-j3)+(5+5j)] = 12,42 + j4,24 \Omega$.

b) $\underline{I}_{R1} = 220 / (12,42 + j4,24) = 15,86 - j5,42 \text{ A} \Rightarrow I_{R1} = 16,76 \text{ A}$

c) $\underline{Z}_{eq} = (12,42 + j4,24) = 13,12 e^{j0,33 \text{ rad}} \gggggggg \cos\varphi = \cos(0,33) = 0,95$.

d) $S = \underline{U} \cdot \underline{I}_{R1}^* = 220 \cdot (15,86 + j5,42) = 3.489,2 + j1.192,4 \text{ VA}$

$P = 3.489,2 \text{ W}$

$Q = j1.192,4 \text{ VA}_r$

CUESTIÓN 4.- Se dispone de tres impedancias idénticas, constituidas cada una de ellas por una resistencia de 5Ω en serie con una bobina de 20 mH . Conectadas en estrella a un generador trifásico de 50 Hz , se comprueba que la potencia disipada en cada impedancia es 8 kW .

Calcular:

- Tensión que habrá en bornes de cada impedancia.
- Tensión de línea del generador trifásico al que se conectan.
- Corriente demandada del generador si se conecta en paralelo con las impedancias una batería de condensadores de $312 \mu\text{F}$ por fase en estrella.

(2,5 PUNTOS)

$$a) Z = R + jX_L ; R = 5 \Omega$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L = 2\pi \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 6,28 \Omega$$

$$P = 8 \text{ kW} \Rightarrow P = I^2 \cdot R \Rightarrow I = \sqrt{\frac{8000}{5}} = 40 \text{ A}$$

$$V_Z = 40 \cdot |Z| = 40 \cdot \sqrt{5^2 + 6,28^2} = 40 \cdot 8 = 320 \text{ V}$$

$$b) U_L = \sqrt{3} U_F = \sqrt{3} \cdot 320 = 554 \text{ V}$$

$$c) Q_{X_L} = I^2 \cdot X_L$$

$$Q_{X_L} = 40^2 \cdot X_L = 10,04 \text{ kvar}$$

$$Q_{X_C} = \frac{U_F^2}{X_C} = \frac{320^2}{10,2} = 10,039 \text{ kvar}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 312 \cdot 10^{-6}} = 10,2 \Omega$$

$$Q_L = Q_C \Rightarrow \cos \varphi = 1 ; P = \text{cte}$$

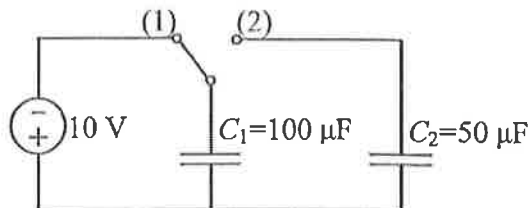
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U_L \cos \varphi} = \frac{3 \cdot 8000}{\sqrt{3} \cdot 554} = 25 \text{ A}$$

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Un condensador de $100 \mu\text{F}$ se carga con una tensión de 10 V (posición del conmutador en (1) en la figura). Posteriormente se conectan sus armaduras a las de otro condensador de $50 \mu\text{F}$ (posición del conmutador en (2) en la figura) que se encuentra totalmente descargado.

Calcular:

- a) La tensión a la que quedan sometidos los dos condensadores una vez que el primer condensador se haya descargado sobre el segundo.
- b) La carga eléctrica almacenada en cada uno de ellos.



(2 PUNTOS)

a) Una vez que el conmutador une los dos condensadores en la posición (2), éstos quedan conectados en paralelo, a la misma tensión. La carga acumulada en el condensador C_1 y que, posteriormente, transfiere al conjunto, será igual a:

$$Q_1 = V \cdot C_1 = 10 \cdot 100 \mu\text{F} = 1 \text{ mC}$$

La capacidad de C_1 y C_2 en paralelo es:

$$C_T = C_1 + C_2 = 100 + 50 = 150 \mu\text{F}$$

Dado que la carga del condensador se transfiere a la del conjunto formado por C_1 y C_2 en paralelo \Rightarrow

$$Q_T = 1 \text{ mC}$$

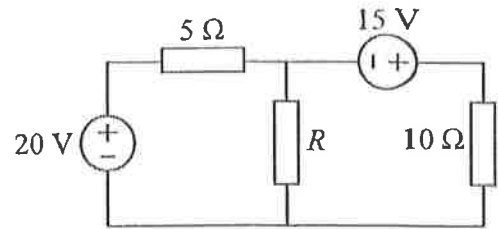
$$V = \frac{Q_T}{C_T} = \frac{1000 \mu\text{C}}{150 \mu\text{F}} \Rightarrow \boxed{V = 6,67 \text{ V}}$$

$$\text{b) } Q_1 = V \cdot C_1 = 6,67 \text{ V} \cdot 100 \mu\text{F} \Rightarrow \boxed{Q_1 = 667 \mu\text{C}}$$

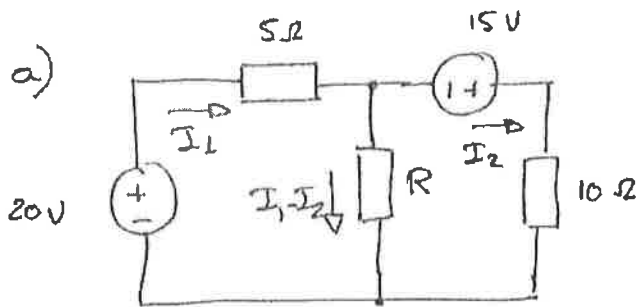
$$Q_2 = V \cdot C_2 = 6,67 \text{ V} \cdot 50 \mu\text{F} \Rightarrow \boxed{Q_2 = 333,5 \mu\text{C}}$$

CUESTIÓN 2.- En el circuito de corriente continua de la figura, se sabe que la potencia suministrada por la batería de 20 V es 60 W. Se pide calcular:

- Valor de la resistencia R .
- Potencia suministrada por la batería de 15 V.
- Potencia disipada por la resistencia de 10Ω .



(2,5 PUNTOS)



$$P_{20V} = I_1 \cdot V \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{60}{20} = 3A$$

2ª LK Malla izda: $U_R = 20 - 5I_1 = 20 - 15 = 5V$

2ª LK Malla dcha: $15 = I_2 \cdot 10 - U_R$; $15 = I_2 \cdot 10 - 5$

$$I_2 = 2A$$

$$U_R = (I_1 - I_2) \cdot R \quad ; \quad 5 = (3 - 2) \cdot R$$

$$\Rightarrow \boxed{R = 5\Omega}$$

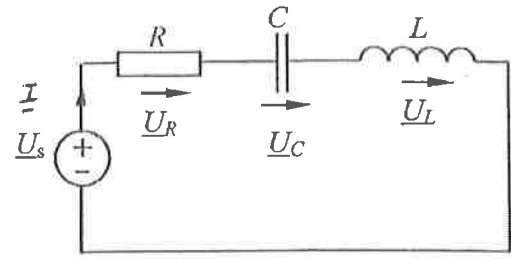
b) $P_{15V} = 15 \cdot I_2 = 15 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{P_{15V} = 30W}$

c) $P_{R_{10\Omega}} = I_2^2 \cdot 10 = 2^2 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{P_{R_{10\Omega}} = 40W}$

CUESTIÓN 3.- En el circuito de corriente alterna de la figura la potencia consumida por la resistencia R es de 200W.

Calcular:

- El valor de la resistencia R.
- El valor eficaz de la intensidad I.
- Los valores complejos de las tensiones de cada receptor y de la fuente.
- Potencia reactiva absorbida por bobina y condensador y suministrada por la fuente.



DATOS: $V_L = V_C = 20 \text{ V}$, $V_R = 100 \text{ V}$ (valores eficaces)

(2,5 PUNTOS)

SOLUCIÓN:

$$a) P = \frac{V_R^2}{R} \quad R = \frac{100^2}{200} = 50 \Omega$$

$$b) V_R = R \cdot I \quad I = \frac{V_R}{R} = \frac{100}{50} = 2 \text{ A}$$

$$c) \left. \begin{array}{l} \underline{V}_R = 100 \angle 0^\circ \text{ V} \\ \underline{V}_C = -j20 \text{ V} \\ \underline{V}_L = j20 \text{ V} \end{array} \right\} \underline{U}_s = \underline{V}_R + \underline{V}_C + \underline{V}_L = 100 - j20 + j20 = 100 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$d) \begin{aligned} V_C &= I X_C & X_C &= \frac{V_C}{I} = \frac{20}{2} = 10 \Omega \\ V_L &= I X_L & X_L &= \frac{V_L}{I} = \frac{20}{2} = 10 \Omega \end{aligned}$$

Potencias absorbidas por la bobina L y el condensador C:

$$Q_{abc} = -X_C \cdot I^2 = -10 \cdot 2^2 = -40 \text{ var} \Rightarrow \text{potencia suministrada por el condensador}$$

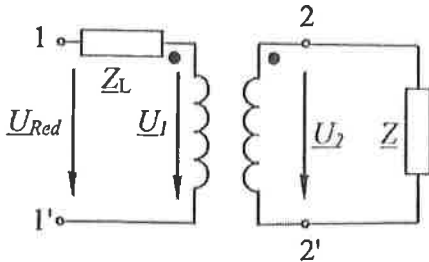
$$Q_{abL} = X_L \cdot I^2 = 10 \cdot 2^2 = 40 \text{ var}$$

Potencia cedida por la fuente:

$$Q_{cedida} = Q_{abc} + Q_{abL} = -40 + 40 = 0 \text{ var}$$

CUESTIÓN 4.- El transformador ideal de la figura se conecta a la red de tensión $U_{Red}=230\text{ V}$ a través de una línea de impedancia $Z_L=0,2+j1\ \Omega$. El número de espiras del transformador es $N_1=560$ y $N_2=324$. Las potencias activa y reactiva suministradas por la red al conjunto línea-transformador son 1.500 W y 500 var . Se pide:

- Intensidad suministrada por la red
- Tensión U_1 en bornas del primario del transformador
- Tensión e intensidad en el secundario del transformador
- Impedancia de la carga conectada en el secundario del transformador.



(3 PUNTOS)

Solución:

- a) Intensidad suministrada por la red

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1500^2 + 500^2} = 1.581\text{ VA}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{500}{1500} = 0,33 \quad \varphi = 18,4^\circ$$

$$I = \frac{S}{U} = \frac{1581}{230} = 6,87\text{ A}$$

$$\vec{I}_1 = 6,87\text{ A} \angle -18,4^\circ$$

- b) Tensión en bornes del primario

$$\vec{U}_1 = \vec{U}_{Red} - \vec{Z} \cdot \vec{I}_1 = 230 - (0,2 + j1) \cdot 6,87 \angle -18,4^\circ = 226,5 - j6,1 = 226,6\text{ V} \angle -1,5^\circ$$

- c) Tensión e intensidad en el secundario

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{560}{324} = 1,73$$

$$\vec{U}_2 = \frac{\vec{U}_1}{a} = \frac{226,6 \angle -1,5^\circ}{1,73} = 131\text{ V} \angle -1,5^\circ$$

$$\vec{I}_2 = \vec{I}_1 \cdot a = 1,73 \cdot 6,87 \angle -18,4^\circ = 11,89\text{ A} \angle -18,4^\circ$$

- d) Impedancia de carga

$$\vec{Z}_2 = \frac{\vec{U}_2}{\vec{I}_2} = \frac{226,6 \angle -1,5^\circ}{11,89 \angle -18,4^\circ} = 19,06\ \Omega \angle 16,9^\circ = 18,24 + j5,54\ \Omega$$

ORIENTACIONES AL PROGRAMA DE ELECTROTECNIA

1. Conceptos y fenómenos eléctricos

1.1 Potencial eléctrico. Diferencia de potencial. Unidades.

1.2 Conducción eléctrica. Intensidad de corriente eléctrica. Densidad de corriente eléctrica en un conductor. Unidades.

1.3 Potencia eléctrica. Trabajo. Unidades.

1.4 Resistencia eléctrica. Ley de Ohm. *Resistividad* (resistencia específica). Influencia de la temperatura. Unidades. Asociación serie, asociación paralelo y asociación mixta de resistencias. Efecto térmico de la corriente eléctrica. Ley de Joule.

1.5 Aislantes. Rigidez dieléctrica de un aislante. Condensador. Capacidad. Capacidad de un condensador plano. Almacenamiento de carga y de energía en un condensador. Asociación de condensadores en serie y en paralelo. Unidades.

NOTA – Se emplearán las unidades del Sistema Internacional

2. Conceptos y fenómenos electromagnéticos

2.1 Flujo magnético. Permeabilidad. Densidad de flujo (*Inducción magnética, B*). Unidades.

2.2 Ley de Ampère. Campos creados por corrientes rectilíneas y circulares. Solenoide. Bobina plana.

2.3 Circuito magnético serie. Fuerza magnetomotriz. Saturación. Entrehierro. Histéresis (*nivel teórico*). Corrientes de Foucault (*nivel teórico*). Pérdidas en el núcleo de hierro.

2.4 Inducción electromagnética. Ley de Faraday. Ley de Lenz. Coeficiente de autoinducción.

2.5 Fuerza sobre una corriente eléctrica en el seno de un campo magnético. Caso de conductores rectilíneos paralelos.

3. Circuitos eléctricos

3.1 Leyes de Kirchhoff. Elementos básicos de los circuitos lineales: Resistencia, bobina, condensador, fuente de tensión (*no fuentes de intensidad*). Símbolos normalizados y ecuaciones de los elementos básicos.

3.2 Corriente continua. Corriente alterna. Formas de onda sinusoidales. Parámetros: Amplitud, (ángulo de) fase, pulsación, frecuencia, (ángulo de) fase inicial, periodo. Valor eficaz.

3.3 Análisis de circuitos resistivos en corriente continua. (*como máximo sistemas de tres ecuaciones*).

3.4 Medida de tensión e intensidad en corriente continua. Voltímetro, amperímetro. Ampliación del alcance de un amperímetro o de un voltímetro. Medida de resistencia mediante voltímetro y amperímetro. Diferencia entre aparatos de medida ideales y reales. Influencia de los aparatos de medida reales sobre las medidas.

3.5 Circuitos en corriente alterna. Paso al campo complejo de las tensiones e intensidades. Representación gráfica de estos complejos (*vectores*). Leyes de Kirchhoff. Ecuaciones de los elementos básicos en el campo complejo. Relaciones entre amplitudes y ángulos de fase de las tensiones e intensidades en estos elementos. Impedancia compleja. Reactancia.

3.6 Circuito serie RLC. Circuito paralelo RLC. Resonancia. Análisis de circuitos en corriente alterna. (*como máximo sistemas de dos ecuaciones*).

3.7 Potencia en un circuito de corriente alterna: *Potencia instantánea*; potencia aparente; potencia activa; potencia reactiva. *Unidades*. Factor de potencia de una instalación. Corrección del factor de potencia. Medida de potencia activa y reactiva en una carga monofásica. Watímetros y varímetros (*de forma básica*).

3.8 Circuitos trifásicos. Conexión estrella y triángulo de generadores y de cargas (*no cálculos de conexiones triángulo, sólo nivel teórico*). Circuitos equilibrados. Magnitudes de fase y de línea. Relaciones entre ellas. Estudio de un circuito trifásico equilibrado estrella-estrella. Potencia en cargas trifásicas equilibradas. Corrección del factor de potencia en cargas trifásicas (*sólo en estrella*).

3.9 Medida de potencia en cargas trifásicas equilibradas. Medida con un watímetro cuando los terminales de las cargas son accesibles. Medida de potencia activa y reactiva por el método de los dos watímetros o método de Aron.

4 Circuitos prácticos y de aplicación

4.1 Cálculo de la sección de una línea (criterios de densidad de corriente y de caída de tensión). Elementos de protección y de corte de una instalación (*a nivel descriptivo*).

NOTA – Se recomienda el manejo de tablas extraídas de manuales técnicos y catálogos.

5. Máquinas eléctricas (*Fundamentos y ecuaciones básicas*)

5.1 Transformador ideal. Ecuaciones. Transformador real monofásico de dos devanados. Constitución. Relaciones fundamentales. Funcionamiento en vacío y en carga. Tensión y

corriente de cortocircuito. Pérdidas en el núcleo y en los devanados. Rendimiento. Ensayos de vacío y de cortocircuito. *(No ensayos del transformador trifásico)*.

5.2 Máquinas eléctricas rotativas. Aspectos constructivos. Clasificación y aplicaciones.

5.3 Motores trifásicos de inducción. Constitución y principio de funcionamiento. Campo rotatorio. Procedimientos de arranque (*directo, estrella-triángulo*). Inversión del sentido de giro. Curva característica par-velocidad. Comportamiento en servicio. *(A nivel básico, con ejercicios sencillos para aplicar las ecuaciones fundamentales y como ejemplos de circuitos de alterna)*.

5.4 Motores monofásicos de inducción. Procedimientos de arranque. *(A nivel básico, con ejercicios sencillos para aplicar las ecuaciones fundamentales y como ejemplos de circuitos de alterna)*.

5.5 Motores de corriente continua. Constitución y principio de funcionamiento. Tipos de excitación. Curvas características. *(A nivel básico, con ejercicios sencillos para aplicar las ecuaciones fundamentales y como ejemplos de circuitos de continua)*.

NOTA – Se recomienda el manejo de tablas extraídas de manuales técnicos y catálogos.

6. Medidas en circuitos eléctricos
(Véanse los puntos 3.4, 3.7 y 3.9)