

**AULA POLITÈCNICA
/ TECNOLOGÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**Xavier Alabern Morera
Lluís Humet Coderch**

Electrotecnia

Circuitos eléctricos en alterna

Electrotecnia

Circuitos eléctricos en alterna

AULA POLITÈCNICA
/ TECNOLOGIA CIVIL

Xavier Alabern Morera
Lluís Humet Coderch

Electrotecnia

Circuitos eléctricos en alterna

Primera edición: septiembre de 2006

Diseño de la cubierta: Jordi Calvet

© los autores, 2006

© Edicions UPC, 2006
Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL
Jordi Girona Salgado 31, 08034 Barcelona
Tel.: 934 016 883 Fax: 934 015 885
Edicions Virtuals: www.edicionsupc.es
E-mail: edicions-upc@upc.edu

ISBN: 978-84-9880-344-0

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

PRÓLOGO

El proceso de convergencia de Bolonia, que ha de regular el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), pretende modificar el sistema educativo actual hacia una metodología dirigida a aumentar la eficacia de la enseñanza, en la que destacan los puntos siguientes:

- a) El estudiante tiene una participación más activa.
- b) Las clases magistrales son *complementadas* por otros tipos de actividades programadas por el profesor.
- c) Se fomenta el trabajo en equipo.

Las *actividades complementarias* que se comentan en el apartado b debe programarlas previamente el profesor responsable, en distintos grupos de trabajo. Entre ellas destacan:

- Seminarios para aclarar conceptos que se hayan expuesto en las clases magistrales, para trabajar aplicaciones, para proponer ejemplos...
- Instrumentos que faciliten la autoformación del estudiante.
- Medios que faciliten y fomenten el trabajo en equipo.
- Sistemas que permitan al profesor realizar frecuentes evaluaciones eficaces a todos los alumnos.

El libro que se presenta pretende servir como instrumento, en cualquiera de las cuatro diferentes *actividades complementarias* expuestas anteriormente, para aprender y conocer el comportamiento de los circuitos eléctricos, en régimen permanente. Su contenido se adapta a la nueva metodología propuesta por el EEES. Dicha metodología, presentada en forma de preguntas de tipo test y cumple satisfactoriamente estas necesidades.

El libro se estructura en 12 capítulos y es fruto de la larga experiencia de sus autores en la impartición de las diferentes asignaturas del área de Ingeniería Eléctrica en la Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa (ETSEIAT) de la UPC.

El capítulo 1 se refiere a los conceptos fundamentales de las magnitudes alternas sinusoidales. El segundo capítulo trata de la utilización de las diversas magnitudes sinusoidales de igual frecuencia. Los conceptos de impedancia y admitancia se estudian en el capítulo 3, y la utilización de los vectores y su tratamiento en los diversos diagramas, en el capítulo 4. En el capítulo 5 se aplican las leyes de Kirchhoff. El capítulo 6 trata de los lugares geométricos y el 7,

de las inductancias mutuas. Las potencias en régimen sinusoidal se tratan en el capítulo 8. En el capítulo 9, se estudian los fenómenos de resonancia. La aplicación de los diversos teoremas se trata en el capítulo 10, y los sistemas trifásicos, en los capítulos 11 y 12

Los autores entienden que se debería aprovechar el nuevo impulso que se pretende dar a la educación superior para la utilización de esta metodología.

Los autores

Xavier ALABERN MORERA
Luis HUMET CODERCH

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|------------|
| 01 | Magnitudes alternas senoidales. Fundamentos | 1 |
| | Pulsación, frecuencia, fase inicial – Expresiones temporal – Cartesiana – Cinética – Vectorial – Compleja trigonométrica o por componentes – Exponencial o polar – Fasorial – Simbólica – Desfases en alterna de magnitudes senoidales – Compatibilidades en sus expresiones matemáticas. | |
| 02 | Operaciones con senoides de igual pulsación | 19 |
| | Suma, resta, multiplicación, división, derivación, integración. | |
| 03 | Impedancias en alterna | 31 |
| | Impedancia, resistencia, reactancia, admitancia, conductancia, susceptancia – Sus fórmulas y relaciones entre ellas. | |
| 04 | Diagramas vectoriales | 44 |
| | De impedancias, corrientes y tensiones – Circuitos simples en serie y en paralelo, alimentados con una sola fuente. | |
| 05 | Leyes de Kirchhoff en redes senoidales | 66 |
| | Instantáneos, vectoriales, eficaces. Circuitos en serie y en paralelo, alimentados con mas de una fuente. | |
| 06 | Lugares geométricos | 84 |
| | Teoría de la inversión. | |
| 07 | Inductancias | 110 |
| | Principal, dispersión y mutua – Reluctancia magnética – Energía almacenada en un campo magnético. | |
| 08 | Potencias en alterna senoidal | 137 |
| | Potencias instantánea, activa y reactiva – Unidades – Nomenclaturas – Componentes activa y reactiva de tensión y de intensidad – Diagrama vectorial y representación compleja de potencias – Expresiones matemáticas de las distintas potencias. Relaciones entre potencias generadas y consumidas – Signos en las potencias reactivas – Corrección del factor de potencia. | |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 09 | Resonancia de tensión y de corriente | 178 |
| | Circuitos resonantes en serie y en paralelo. | |
| 10 | Thévenin y Norton en alterna | 184 |
| 11 | Sistemas trifásicos en régimen permanente | 195 |
| | Secuencia de fases.- Conexiones en estrella y en triángulo – Relaciones en módulos y en fases. | |
| 12 | Potencias en sistemas trifásicos | 216 |
| | Medida de potencias activa y reactiva en sistemas con y sin neutro. | |

Al estudiante:**Cómo utilizar el libro**

El estudiante tiene que tener presente que sólo una de las cuatro respuestas sugeridas a cada cuestión es totalmente correcta. Por ello, debe:

- Concentrarse e intentar contestar a las cuestiones de la columna izquierda de cualquier página de enunciados
- Comprobar los aciertos y fallos tenidos.
- Leer los comentarios, como mínimo, de las preguntas cuya respuesta no se haya acertado.
- Contestar seguidamente las preguntas de la columna de la derecha de la misma página.
- Comprobar si ha cometido fallos. Si éste es el caso, volver a repetir la columna de la izquierda y reflexionar de nuevo sobre todas las explicaciones, incluso sobre las explicaciones de las preguntas que acertó, hasta entender con claridad la materia tratada.
- Volver a contestar las preguntas de la columna de la derecha.
- Comprobar que todas las respuestas son acertadas.

Al profesor:**Cómo preparar una prueba objetiva para evaluar a un número elevado de alumnos**

Fotocopiar, a escala 1/1, las páginas de enunciados y recortar por columnas. Caben cuatro columnas en una hoja DIN A4 dejando espacio para una cabecera para el nombre, el anagrama y datos diversos. La experiencia nos ha demostrado que una sola hoja de 4 columnas, a resolver en 40 minutos, ya es suficiente para evaluar objetivamente a los alumnos.

Con el fin de reducir prudencialmente la posibilidad de que se puedan copiar las respuestas entre alumnos, se preparan cuatro variantes del mismo examen, con una misma apariencia. Ello se logra combinando *convenientemente* columnas de la derecha y de la izquierda, procedentes de cuatro distintas páginas del libro.

Denominando a las columnas 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a y 4b, se componen las cuatro variantes M, N, P, R de examen, por ejemplo:

| | |
|-------------------|-------------------|
| M→1a, 2a, 3a y 4a | N→1a, 2b, 3b y 4b |
| P→1b, 2b, 3b y 4a | R→1b, 2a, 3a y 4b |

El número de columnas distintas entre variantes resultan ser:

M-N→3 M-P→3 M-R→2 N-P→2 N-R→3 P-R→3

En consecuencia, seleccionando al azar dos de éstas cuatro variantes, nos encontramos con un 33 % de probabilidades de que tengan dos columnas iguales y con un 66 % de que el número de columnas distintas sea de 3 sobre cuatro.

Cómo autoevaluarse objetivamente

Contestar cuatro columnas elegidas al azar, en un tiempo total de referencia de 40 minutos. Contabilizar el número de aciertos y errores cometidos. Puntuar +1 punto por respuesta acertada, -0,3 puntos por respuesta errónea y 0 si no se ha contestado la pregunta. Así se logra una puntuación referida al número total de preguntas de la hoja.

01-1 Desfases en alterna

1

Una carga alimentada a una tensión alterna senoidal:

$$U = 200 \angle -10^\circ \text{ V}$$

absorbe una corriente igual a:

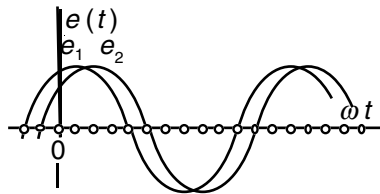
$$I = 10 \angle -20^\circ \text{ A}$$

La corriente en ésta carga:

- A** Adelanta 10° a la tensión.
B Retrasa 10° a la tensión.
C Adelanta 30° a la tensión.
D Retrasa 30° a la tensión.

2

De la figura se desprende que:



- A** $e_1 = E_0 \cdot \cos(\omega t + \pi/6)$
B $e_1 = E_0 \cdot \sin(\omega t - \pi/3)$
C $e_2 = E_0 \cdot \cos(\omega t - \pi/3)$
D e_1 retrasada respecto a e_2

3

Teniendo una intensidad:

$$i_1 = I_0 \cdot \cos(\omega t - \pi/3)$$

¿Cuál de las expresiones siguientes puede considerarse correctamente escrita, para identificarse con ella?

(Obs.: Los vectores giratorios representativos de magnitudes senoidales se representan con módulo de valor cresta y los vectores fijos con módulo de valor eficaz.)

- A** $I_1 = (I_0/\sqrt{2}) \angle -60^\circ$
B $I_1 = (I_0/\sqrt{2}) \cdot e^{-j60}$
C $I_1 = I_0 \cdot e^{-j(\omega t - 60)}$
D $I_1 = I_0 \cdot e^{-j\pi/3}$

01-2 Desfases en alterna

1

Una carga alimentada a una tensión alterna senoidal:

$$U = 200 \angle -20^\circ \text{ V}$$

absorbe una corriente igual a:

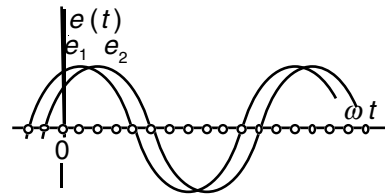
$$I = 10 \angle -10^\circ \text{ A}$$

La corriente en ésta carga:

- A** Adelanta 10° a la tensión.
B Retrasa 10° a la tensión.
C Adelanta 30° a la tensión.
D Retrasa 30° a la tensión.

2

De la figura se desprende que:



- A** $e_2 = E_0 \cdot \cos(\omega t + \pi/3)$
B $e_2 = E_0 \cdot \sin(\omega t + \pi/6)$
C $e_1 = E_0 \cdot \sin(\omega t - \pi/3)$
D e_2 adelantada respecto a e_1

3

Teniendo una intensidad:

$$i_1 = I_0 \cdot \cos(\omega t + \pi/6)$$

¿Cuál de las expresiones siguientes puede considerarse correctamente escrita, para identificarse con ella?

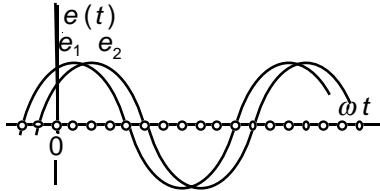
(Obs.: Los vectores giratorios representativos de magnitudes senoidales se representan con módulo de valor cresta y los vectores fijos con módulo de valor eficaz.)

- A** $I_1 = (I_0/\sqrt{2}) \angle 30^\circ$
B $I_1 = (I_0/\sqrt{2}) \cdot e^{-j30}$
C $I_1 = I_0 \cdot e^{+j(\omega t + \pi/6)}$
D $I_1 = I_0 \cdot e^{+j\pi/6}$

01-3 Desfases en alterna

1

Tanto e_1 como e_2 tienen un valor cresta E_0 .



Pueden representarse las funciones senoidales e_1 y e_2 en:
(Obs.: Los vectores giratorios representativos de magnitudes senoidales se representan con módulo de valor cresta y los vectores fijos con módulo de valor eficaz.)

Forma exponencial :

- A $E_1 = E_0 \cdot e^{j \cdot 30}$
 B $E_1 = [E_0 / \sqrt{2}] \cdot e^{-j \cdot 30}$
 C $E_1 = [E_0 / \sqrt{2}] \cdot e^{-j \cdot \pi/6}$
 D $E_1 = E_0 \cdot e^{(j \cdot \omega t - \pi/3)}$

2

Compleja o fasorial trigonométrica:

- A $e_1 = E_0 [\cos (\omega t - 30) - j \cdot \text{sen} (\omega t + 30)]$
 B $E_1 = E_0 [\cos (\omega t - \pi/6) + j \cdot \text{sen} (\omega t - \pi/6)]$
 C $e_1 = E_0 [\cos 30^\circ - j \cdot \text{sen} 30^\circ]$
 D $E_1 = E_0 [\cos 30^\circ + j \cdot \text{sen} 30^\circ]$

3

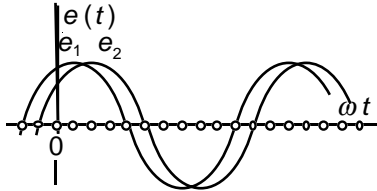
La tensión senoidal e_1 referida a la tensión e_2 puede expresarse así:

- A $E_1 = E_2 \cdot (1 + e^{j \cdot 30^\circ})$
 B $e_1 = e_2 + \pi/6$
 C $E_1 = E_2 \cdot e^{j \cdot \pi/6}$
 D $E_1 - E_2 = E_0 \cdot e^{j \cdot 30}$

01-4 Desfases en alterna

1

Tanto e_1 como e_2 tienen un valor cresta E_0 .



Pueden representarse las funciones senoidales e_1 y e_2 en:
(Obs.: Los vectores giratorios representativos de magnitudes senoidales se representan con módulo de valor cresta y los vectores fijos con módulo de valor eficaz.)

Forma exponencial :

- A $E_2 = E_0 \cdot e^{j \cdot (\omega t - \pi/3)}$
 B $E_2 = E_0 \cdot e^{j \cdot \pi/3}$
 C $E_2 = [E_0 / \sqrt{2}] \cdot e^{(j \cdot \omega t - \pi/3)}$
 D $E_2 = [E_0 / \sqrt{2}] \cdot e^{j \cdot 60}$

2

Compleja o fasorial trigonométrica:

- A $e_2 = E_0 [\cos (\omega t - 30) - j \cdot \text{sen} (\omega t + 30)]$
 B $E_2 = E_0 [\cos (\omega t - \pi/3) + j \cdot \text{sen} (\omega t - \pi/3)]$
 C $e_2 = E_0 [\cos 60^\circ - j \cdot \text{sen} 60^\circ]$
 D $E_2 = E_0 [\cos 60^\circ + j \cdot \text{sen} 60^\circ]$

3

La tensión senoidal e_2 referida a la tensión e_1 puede expresarse así:

- A $E_2 = E_1 \cdot (1 + e^{j \cdot 30^\circ})$
 B $e_2 = e_1 - \pi/6$
 C $E_2 = E_1 \cdot e^{j \cdot \pi/6}$
 D $E_1 - E_2 = 2 \cdot E_0 \cdot \cos 75^\circ \cdot e^{j \cdot \pi/4}$

01-5 Pulsaciones en alterna

1

Una tensión senoidal de valor instantáneo $u(t) = \sin t$

- A** Tiene el valor eficaz de 1 V
B Tiene la frecuencia de 1 Hz
C Tiene la pulsación de $360^\circ \cdot s^{-1}$
D Tiene el período de 6,28 s

2

La tensión anterior tiene:

- A** Un valor medio de tensión nulo en el tiempo, es decir: $U_{med} = \text{cero}$.
B Una pulsación $\omega = 1/2\pi \text{ rad} \cdot s^{-1}$
C Un período de $T = 1$ segundo.
D Una frecuencia de $f = 6,28 \text{ Hz}$

3

Una corriente senoidal de valor:

$i(t) = \sin 2\pi \cdot t$ ampere pasa por una resistencia de valor $R = 1 \Omega$ por lo que disipa una potencia instantánea:

$$p(t) = R \cdot [i(t)]^2 \text{ watt.}$$

- A** El valor medio en el tiempo de la potencia disipada es 1 watt.
B El valor instantáneo cresta de la potencia disipada en la resistencia es de 1 joule.
C La energía total disipada durante 1 minuto es nula.
D La potencia en la resistencia es una función periódica en el tiempo de período $T_1 = 0,5 \text{ s}$.

4

La corriente senoidal anterior:

- A** Tiene un valor eficaz $I = \sqrt{2} \text{ A}$
B Tiene un período de $T = 1 \text{ s}$
C Tiene un valor cresta cuya magnitud es: $I_0 = 1/\sqrt{2}$ ampere.
D Al pasar por la resistencia, disipa una potencia cuyo valor instantáneo es una función periódica en el tiempo de período $T_1 = 20 \text{ ms}$

01-6 Pulsaciones en alterna

1

Una corriente senoidal de valor instantáneo $i(t) = \sin 2\pi \cdot t$

- A** Tiene la frecuencia de 6,28 Hz
B Tiene el período de 6,28 s
C Tiene la pulsación de $360^\circ \cdot s^{-1}$
D Tiene el valor eficaz de 1 A

2

La corriente senoidal anterior tiene:

- A** Una pulsación $\omega = 1/2\pi \text{ rad} \cdot s^{-1}$
B Un período de $T = 1 \text{ s}$
C Una frecuencia de $f = 6,28 \text{ Hz}$
D Un valor medio de corriente nulo en el tiempo, es decir: $I_{med} = \text{cero}$

3

Una tensión senoidal de valor:

$u(t) = \sin t \text{ V}$ se aplica a una resistencia de valor óhmico $R = 1 \Omega$ y disipa en todo instante una potencia:

$$p(t) = [u(t)]^2 / R \text{ watt.}$$

- A** El valor cresta de la potencia disipada es de $1 \text{ J} \cdot s^{-1} = 1 \text{ watt}$.
B La energía disipada durante 1 minuto es nula.
C La potencia es una función periódica en el tiempo, de período: $T_1 = 1$ segundo.
D El valor medio de la potencia en el tiempo es de 1 watt.

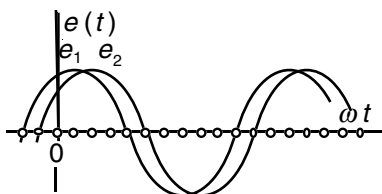
4

La tensión $u(t)$ senoidal del apartado anterior:

- A** Tiene un valor cresta: $U_0 = 1/\sqrt{2} \text{ V}$
B Al aplicarla a la resistencia, se disipa en ella una potencia cuyo valor instantáneo es función periódica del tiempo, con período $T = 3,14 \text{ s}$
C Tiene un valor eficaz $U = \sqrt{2} \text{ V}$
D Tiene un período $T = 1 \text{ s}$

02-1 Operaciones con senoides

1



Tanto la tensión senoidal e_1 como la e_2 tienen un valor cresta E_0 y una pulsación ω .

¿Cuál de las siguientes expresiones es la correcta?

- A $e_2 = e_1 \cdot 1 \angle -30^\circ$
 B $e_1 + e_2 = (2E_0 \cos 15^\circ) \sin(\omega t + 45^\circ)$
 C $e_1 \cdot e_2 = (E_0)^2 \sin(\omega t + 45^\circ)$
 D $e_1 - e_2 = 1 \angle 30^\circ$

2

En función de los fasores \mathbf{E}_1 y \mathbf{E}_2 representativos de los valores eficaces de las dos tensiones senoidales e_1 y e_2 , puede decirse que ES FALSA la expresión siguiente:

- A $\mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 15^\circ) \angle -45^\circ$
 B $\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 75^\circ) \angle 45^\circ$
 C $\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 75^\circ) \angle -135^\circ$
 D $\mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 = (2 \cdot E_0 \cos 15^\circ) \angle 45^\circ$

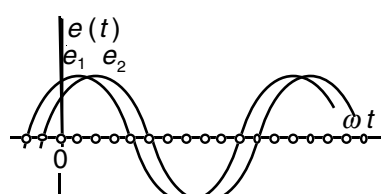
3

Y continuando con el mismo tema y notaciones, es VERDADERA únicamente la respuesta:

- A $\mathbf{E}_1 \cdot \mathbf{E}_2 = E_0^2 \cos(\omega t - 30^\circ) \cos(\omega t - 60^\circ)$
 B $\mathbf{E}_1 \cdot \mathbf{E}_2 = E_0^2 \cos(2\omega t - 90^\circ)$
 C $e_1 \cdot e_2 = \frac{E_0^2}{2} \cos 30^\circ$
 D $e_1 \cdot e_2 = \frac{E_0^2}{2} [\cos 30^\circ + \cos(2\omega t - 90^\circ)]$

02-2 Operaciones con senoides

1



Tanto la tensión senoidal e_1 como la e_2 tienen un valor cresta E_0 y una pulsación ω .

¿Cuál de las siguientes expresiones es matemáticamente correcta?

- A $e_2 = e_1 / 1 \angle -30^\circ$
 B $e_1 \cdot e_2 = (2E_0 \cos 15^\circ) \cos(2\omega t + 45^\circ)$
 C $e_2 - e_1 = E_0 \cos 30^\circ$
 D $e_2 - e_1 = 2E_0 \sin 15^\circ \sin(\omega t - 45^\circ)$

2

En función de los fasores \mathbf{E}_1 y \mathbf{E}_2 representativos de los valores eficaces de las dos tensiones senoidales e_1 y e_2 , puede decirse que ES FALSA la expresión siguiente:

- A $\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2 = (2 \cdot E_0 \cos 75^\circ) \cdot e^{-j\pi/4}$
 B $\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 75^\circ) \cdot e^{j5\pi/4}$
 C $\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 75^\circ) \cdot e^{j\pi/4}$
 D $\mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 = (\sqrt{2} \cdot E_0 \cos 15^\circ) \cdot e^{-j\pi/4}$

3

Y continuando con el mismo tema y notaciones utilizadas en los dos apartados anteriores, es VERDADERA únicamente la respuesta:

- A $e_1 \cdot e_2 = 0,5 E_0^2 [\cos 30^\circ + \cos(2\omega t - 90^\circ)]$
 B $e_1 \cdot e_2 = E_0^2 \cos(2\omega t - 90^\circ)$
 C $\mathbf{E}_1 \cdot \mathbf{E}_2 = 0,5 E_0^2 \cos 30^\circ$
 D $\mathbf{E}_1 \cdot \mathbf{E}_2 = E_0^2 \cos(\omega t - 30^\circ) \cdot \cos(\omega t - 60^\circ)$

02-3 Operadores en senoidales

1

Tratándose de fasores representativos de magnitudes eléctricas senoidales de pulsación ω rad/s.

¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es correcta?

A $A \cdot e^{j\pi} = -A$

B $B_{\angle\pi/2} \cdot C_{\angle 45^\circ} = (B \cdot C)_{\angle\pi/2+45}$

C $D_{\angle\alpha} \cdot j \cdot dt = d(D_{\angle\alpha})$

D $\frac{d}{dt} [M(\cos \varphi + j \cdot \text{sen} \varphi)] =$
 $= M(-\text{sen} \varphi + j \cdot \cos \varphi)$

2

Tratándose de vectores en el plano de Gauss ¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es correcta?

A $A \cdot e^{j\pi} = -A \quad \angle 0^\circ$

B $B_{\angle\alpha} \cdot C_{\angle\beta} = (B \cdot C) \cos(\alpha - \beta)$

C $D_{\angle\omega t + \varphi} \cdot j \cdot dt = d(D_{\angle\omega t + \varphi})$

D $\frac{d}{dt} M[\cos(\omega t + \varphi) + j \cdot \text{sen}(\omega t + \varphi)] =$
 $= j \cdot \omega \cdot M \cdot e^{j\varphi}$

3

¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es correcta?

A $B_{\angle 30^\circ} + C_{\angle -30^\circ} = (B + C)_{\angle 0^\circ}$

B $B_{\angle 30^\circ} + C_{\angle -30^\circ} = [(B + C) \cdot$
 $\cdot (\cos 30^\circ)]_{\angle 0^\circ}$

C $B \cdot e^{j\pi/3} + B \cdot e^{-j\pi/3} = 2B$

D $B \cdot j^2 = B_{\angle 180^\circ}$

4

A $A_{\angle 0^\circ} + B_{\angle\varphi} = (A + B) \cos(\varphi/2)_{\angle\varphi/2}$

B $A_{\angle 0^\circ} \cdot B_{\angle -\varphi} = A \cdot B \cos \varphi$

C $A \cdot e^{j\pi/6} - A \cdot e^{-j\pi/6} = j \cdot A$

D $A \cdot 1_{\angle 90^\circ} + A = \sqrt{2} \cdot A_{\angle 45^\circ}$

02-4 Operadores en senoidales

1

Tratándose de fasores representativos de magnitudes eléctricas senoidales de pulsación ω rad/s.

¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es totalmente correcta?

A $A \cdot e^{j\pi/2} = j \cdot A$

B $B_{\angle 45^\circ} + C_{\angle -\pi/4} = (B + C)_{\angle 45 - \pi/4}$

C $\frac{d}{dt} (A \cdot e^{j\pi/4}) = \frac{\pi}{4} \cdot A \cdot e^{j\pi/4}$

D $\frac{d}{dt} [M \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}] =$
 $= \omega M \cdot e^{j(\omega t + \varphi + \pi/2)}$

2

¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es correcta?

A $A \cdot e^{j\pi/2} = j \cdot A$

B $B_{\angle 0^\circ} \cdot C_{\angle -\varphi} = B \cdot C \cos \varphi$

C $\frac{d}{dt} [A \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}] = A_{\angle\omega t + \varphi + \pi/2}$

D $\frac{d}{dt} [A(\cos \varphi + j \cdot \text{sen} \varphi)] =$
 $= A(-\text{sen} \varphi + j \cdot \cos \varphi)$

3

¿Cuál de las siguientes expresiones matemáticas es correcta?

A $B_{\angle 30^\circ} \cdot C_{\angle -30^\circ} = (B \cdot C)_{\angle 0^\circ}$

B $B_{\angle 30^\circ} \cdot C_{\angle -30^\circ} =$
 $= (B + C) \cos 15^\circ_{\angle 0^\circ}$

C $B \cdot e^{j\pi/6} + B \cdot e^{-j\pi/6} = 2B$

D $B \cdot e^{j2\pi} = B$

4

¿Y cuál de las siguientes?

A $M + j \cdot N = (M + N) \sqrt{2}_{\angle 45^\circ}$

B $M_{\angle\alpha} \cdot N_{\angle\alpha + \varphi} = M \cdot N \cos \varphi$

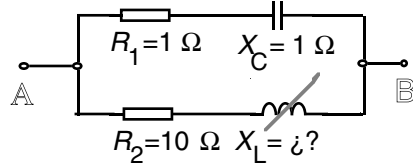
C $j \cdot M + M = M \cdot e^{j\pi/4}$

D $M \cdot e^{j\pi/6} - M \cdot e^{-j\pi/6} = j \cdot M$

03-1 Inmitancias definiciones

1

El circuito de la figura, visto desde los terminales A y B equivale a una



- A Resistencia pura si $X_L = 10 \Omega$
 B Reactancia capacitiva pura si $X_L = \infty \Omega$
 C Impedancia inductiva si $X_L = 1 \Omega$
 D Admitancia capacitiva, cualquiera que sea el valor de X_L , entre $0 \Omega < X_L < \infty \Omega$

2

Refiriéndonos únicamente a la primera rama con $R_1 = 1 \Omega$ y $X_C = 1 \Omega$, puede afirmarse que en ella:

- A Su susceptancia es negativa.
 B Su conductancia vale $1 \Omega^{-1}$
 C Su admitancia vale: $1/\sqrt{2} \Omega^{-1}$
 D Su impedancia vale: $-\sqrt{2} \Omega$

3

Refiriéndonos únicamente a la segunda rama, con $R_2 = 10 \Omega$ y en el caso particular $X_L = 10 \Omega$, puede afirmarse que:

- A Su argumento φ_2 es positivo
 B En ella se cumple que:

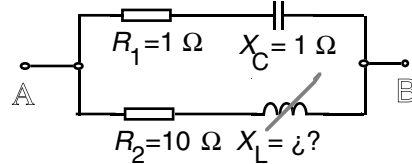
$$\frac{\sqrt{2}}{10} \cdot \mathbf{U}_2 = \mathbf{I}_2$$

 C Su admitancia tiene un módulo $Y_2 = (0,1 - j0,1) \Omega^{-1}$
 D Su impedancia tiene un argumento $\varphi_2 = -45^\circ$

03-2 Inmitancias definiciones

1

El circuito de la figura, visto desde los terminales A y B equivale a una



- A Impedancia inductiva si $X_L = \infty \Omega$
 B Admitancia capacitiva si el valor de $X_L = 0 \Omega$
 C Coductancia pura si $X_L = 10 \Omega$
 D Susceptancia pura si $X_L = \infty \Omega$

2

Refiriéndonos únicamente a la primera rama con $R_1 = 1 \Omega$ y $X_C = 1 \Omega$, puede afirmarse que en ella:

- A Su impedancia tiene un argumento $\varphi_1 = +45^\circ$
 B El módulo de su impedancia vale $Z_1 = (1 + j^{-1}) \Omega$
 C En ella se cumple que $\mathbf{I}_1 \cdot \sqrt{2} \angle 45^\circ = \mathbf{U}_{AB}$ siendo \mathbf{I}_1 la corriente en esta rama.
 D Su argumento φ_1 es negativo.

3

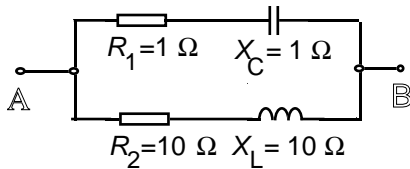
Refiriéndonos únicamente a la segunda rama, con $R_2 = 10 \Omega$ y en el caso particular $X_L = 10 \Omega$, puede afirmarse que:

- A Su impedancia tiene signo negativo y vale: $-10\sqrt{2} \Omega$
 B Su admitancia vale $\sqrt{2}/20 \Omega^{-1}$
 C Su conductancia vale $0,1 \Omega^{-1}$
 D Su susceptancia tiene signo positivo.

03-3 Inmitancias. Conceptos

1

Sobre el esquema, se pregunta:



En la rama 1 (superior) se cumple:

- A $Y_1 = 1 + j$
 B $Y_1 = 0,5 - j \cdot 0,5$
 C $B_1 = 1 \Omega^{-1}$
 D $B_1 = 0,5 \Omega^{-1}$

2

Referente a las tensiones medidas con voltímetro en cada uno de los cuatro elementos: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es LA FALSA?

- A $U_{R1} = U_{XC}$
 B $U_{R1} = U_{R2}$
 C $U_{R2} = U_{XL}$
 D U_{R2} distinto de U_{XC}

3

En conjunto, esta red vista desde A y B equivale a una impedancia de valor:

- A $Z_{AB} = (5,5 + j \cdot 4,5) \Omega$
 B $Z_{AB} = \left(\frac{10 \times 1}{10 + 1} + j \frac{10 \times 1}{10 + 1} \right) \Omega$
 C $Z_{AB} = \left(\frac{1}{1 - j} + \frac{1}{10 + j10} \right) \Omega$
 D $Z_{AB} = (1,089 - j \cdot 0,891) \Omega$

4

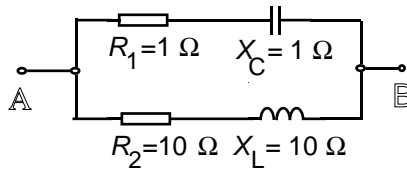
Su conjunto podría sustituirse por

- A Una R
 B Un circuito R - C
 C Un circuito R - L
 D Un circuito C - L

03-4 Inmitancias. Conceptos

1

Sobre el esquema, se pregunta:



En la rama 2 (inferior) se cumple:

- A $G_2 = 1/10 \Omega$
 B $G_2 = 1/20 \Omega$
 C $Y_2 = (1/10 + j/10) \Omega$
 D $Y_2 = (1/20 + j/20) \Omega$

2

Entre tensiones medidas con voltímetro en cada elemento: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es LA FALSA?

- A $U_{XC} = U_{R2}$
 B U_{R2} distinto de U_{XL}
 C $U_{XL} = U_{R1}$
 D $U_{XL} = U_{XC}$

3

En conjunto, esta red vista desde A y B equivale a una impedancia de valor:

- A $Z_{AB} = 20 / (11 + j9) \Omega$
 B $Z_{AB} = \left(\frac{10 \times 1}{10 + 1} + j \frac{10 \times 1}{10 + 1} \right) \Omega$
 C $Z_{AB} = (5,5 - j4,5) \Omega$
 D $Z_{AB} = \left(\frac{1}{1 + j} + j \frac{1}{10 - 10j} \right) \Omega$

4

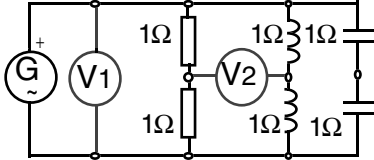
Su conjunto podría sustituirse por

- A Una resistencia ideal
 B Un circuito inductivo resistivo
 C Un circuito capacitivo resistivo
 D Un circuito inductivo capacitivo

04-1 Desfases en alterna

1

El voltímetro V1 conectado en paralelo con la fuente de alterna indica 6 V.

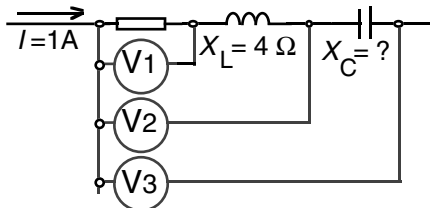


La indicación del voltímetro V2 es:

- A** También de 6 volt, ya que tanto la caída en cada resistencia, como en cada inductancia es de 3 volt.
B De $3\sqrt{2}$ V, ya que la tensión en una R y en una L son cada una de 3V, y en cuadratura una de otra.
C De 0 V, ya que la tensión en una R y en una L son cada una de 3V, y en fase entre sí.
D De 6 V, ya que toda la tensión de la fuente, que es de 6V, queda aplicada íntegra a V2, ya que el efecto de los condensadores contrarresta el de las inductancias.

2

Sabiendo que la lectura de V2 es de 5V, que la lectura de V3 es de 3V, que la corriente por el circuito es de 1 A y que la reactancia inductiva es de 4 Ω:

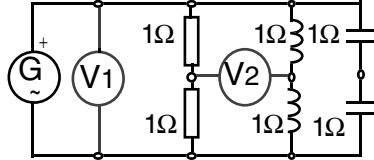


- A** El voltímetro V1 indica una tensión de 1V
B Faltan datos para calcular el valor de la resistencia, pero se dispone de los suficientes para calcular el valor de la reactancia capacitiva.
C La reactancia capacitiva = 2 Ω
D La reactancia capacitiva = 4 Ω

04-2 Desfases en alterna

1

El voltímetro V1 conectado en paralelo con la fuente de alterna indica 8 V.

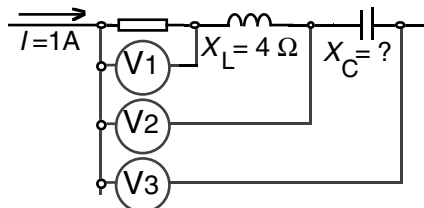


La indicación del voltímetro V2 es:

- A** También de 8 volt, ya que tanto la caída en cada resistencia, como en cada inductancia es de 4 volt.
B De $4\sqrt{2}$ V, ya que la tensión en una R y en una L son cada una de 4V, y en cuadratura una de otra.
C De 0 V, ya que la tensión en una R y en una L son cada una de 4V, y en fase entre sí.
D De 8 V, ya que toda la tensión de la fuente, que es de 8V, queda aplicada íntegra a V2, ya que el efecto de los condensadores contrarresta el de las inductancias.

2

Sabiendo que la lectura de V1 es de 3V, que la lectura de V3 es de 3V, que la corriente por el circuito es de 1 A y que la reactancia inductiva es de 4 Ω:

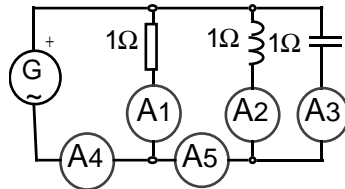


- B** El voltímetro V2 indica una tensión de 7 V
B Faltan datos para calcular el valor de la resistencia, pero se dispone de los suficientes para calcular el valor de la reactancia capacitiva.
C La reactancia capacitiva = 4 Ω
D La reactancia capacitiva = 2 Ω

04-3 Desfases en alterna

1

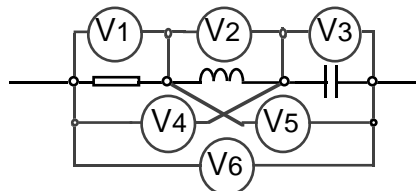
En el esquema de la figura, se observa que el amperímetro A1 indica una intensidad de corriente de 1A.



- A Las indicaciones de A2 y de A3 son distintas entre sí, porque una corriente retrasa y otra adelanta respecto a la tensión aplicada.
- B El amperímetro A4 indica 3 A
- C El amperímetro A5 indica 2 A
- D El amperímetro A4 indica 1 A

2

En el circuito de la figura, sabiendo que las lecturas de V1, de V2 y de V3 coinciden:



- A Las indicaciones de los volímetros V4 y V5 coinciden.
- B La lectura de V4 supera a la V6
- C La lectura de V5 supera a la V2
- D La lectura de V6 supera a la V1

3

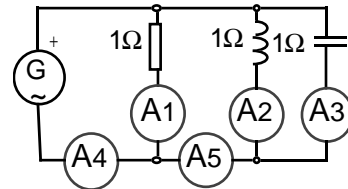
En la figura anterior, si el voltímetro V1 indica 1 V, el voltímetro V2 indica 2 V, y el voltímetro V3 indica 3 V, puede decirse:

- A Que el voltímetro V4 indica 3 V
- B Que el voltímetro V6 indica 6 V
- C Que la lectura de V5 tiene un valor comprendido entre 2 V y 6 V.
- D Que el V6 indica un valor entre un volt y tres volt.

04-4 Desfases en alterna

1

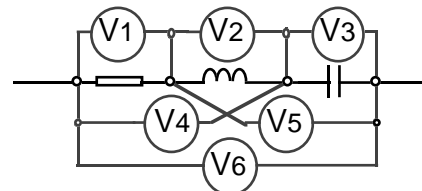
En el esquema de la figura, se observa que el amperímetro A1 indica una intensidad de corriente de 1A.



- A Las indicaciones de A2 y de A3 son iguales entre sí, aunque una corriente retrasa y otra adelanta respecto a la tensión aplicada.
- B El amperímetro A4 indica 2 A
- C El amperímetro A5 indica 1 A
- D El amperímetro A4 indica 3 A

2

En el circuito de la figura, sabiendo que las lecturas de V1, de V2 y de V3 coinciden:



- A Las indicaciones de los dos volímetros V4 y V5 coinciden.
- B La lectura de V2 es inferior a V5
- C La lectura de V1 es inferior a V6
- D La lectura de V6 es inferior a V4

3

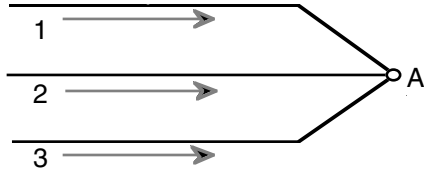
En la figura anterior, si el voltímetro V1 indica 1 V, el voltímetro V2 indica 2 V, y el voltímetro V3 indica 3 V, puede decirse:

- A Que el voltímetro V6 indica 6 V
- B Que el voltímetro V4 indica 3 V
- C Que la lectura de V6 tiene un valor comprendido entre 0 V y 2 V.
- D Que la lectura de V5 es de un valor comprendido entre 6 V y 2 V.

05-1 Primera ley de Kirchhoff

1

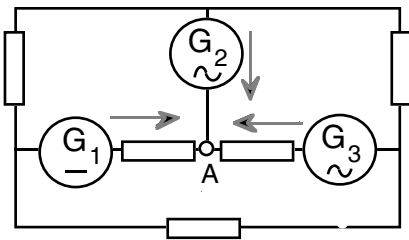
Tres corrientes senoidales de igual pulsación concurren en un nudo A. Tomando como sentidos positivos de corriente en cada rama los de entrada al nudo, se cumple que la suma de:



- A** Valores instantáneos de las tres intensidades es nula: $i_1 + i_2 + i_3 = 0$.
B Valores eficaces de las tres intensidades es nula: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$.
C Valores medios de corriente –entendiendo por valor medio de senoide el cresta multiplicado por $2/\pi$ – suman cero. $I_{1med} + I_{2med} + I_{3med} = 0$
D $I_{1cresta} + I_{2cresta} + I_{3cresta} = 0$

2

G_1 es un generador de tensión continua, y G_2 y G_3 lo son de alterna 50Hz.



Las tres corrientes que concurren en el nudo A son tales que:

- A** $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ (Valores instantáneos de estas corrientes)
B $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ (Valores eficaces)
C $I_{1cresta} + I_{2cresta} + I_{3cresta} = 0$
D La suma de valores instantáneos $i_2 + i_3 = 0$

05-2 Primera ley de Kirchhoff

1

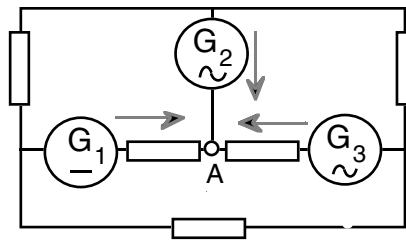
Tres corrientes senoidales de igual pulsación concurren en un nudo A. Tomando como sentidos positivos de corriente en cada rama los de entrada al nudo, se cumple que la suma de:



- A** Valores medios de corriente –entendiendo por valor medio de senoide el cresta multiplicado por $2/\pi$ – suman cero. $I_{1med} + I_{2med} + I_{3med} = 0$
B Valores instantáneos de las tres intensidades es nula: $i_1 + i_2 + i_3 = 0$
C Valores eficaces de las tres intensidades es nula: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$
D $I_{1cresta} + I_{2cresta} + I_{3cresta} = 0$

2

G_1 es un generador de tensión continua, y G_2 y G_3 lo son de alterna 50Hz.



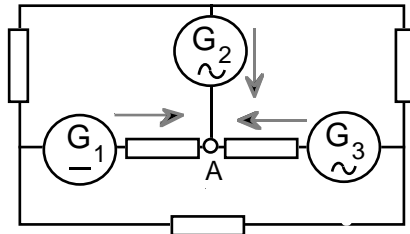
Las tres corrientes que concurren en el nudo A son tales que:

- A** La suma de valores instantáneos $i_2 + i_3 = 0$
B $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ (Valores instantáneos de estas corrientes)
C $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ (Valores eficaces)
D $I_{1cresta} + I_{2cresta} + I_{3cresta} = 0$

05-3 Primera ley de Kirchhoff

1

G_1 es un generador de tensión continua, y G_2 y G_3 lo son de alterna 50Hz.



Refiriéndonos a las tres corrientes que concurren en el nudo A : ¿Cuál de las 4 respuestas es FALSA?

- A** $I_{1med} + I_{2med} + I_{3med} = 0$
B La suma de componentes continuas es nula.
C La suma de valores instantáneos de componentes alternas es nula.
D La suma de valores eficaces es nula.

2

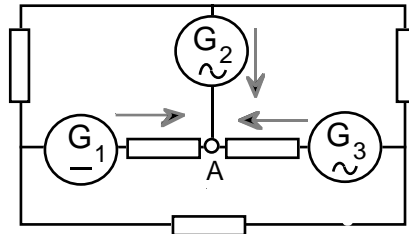
Refiriéndonos a la potencia total que se disipa en el conjunto de las resistencias por efecto joule, decir cuál de las cuatro sentencias siguientes es LA FALSA:

- A** Es la suma de las potencias que se disiparían existiendo:
 a) únicamente la fuente de continua
 b) únicamente las dos fuentes de alterna a la vez
B Podría ser que disminuyera aumentando el valor de la tensión del generador G_1 de continua.
C Podría suceder que disminuyera la potencia total, modificando la fase de uno de los dos generadores de alterna.
D Podría suceder que disminuyera, aumentando la amplitud de la tensión de uno de los generadores de alterna.

05-4 Primera ley de Kirchhoff

1

G_1 es un generador de tensión continua, y G_2 y G_3 lo son de alterna 50Hz.



Refiriéndonos a las tres corrientes que concurren en el nudo A : ¿Cuál de las 4 respuestas es FALSA?

- A** $I_{1eficaz} + I_{2eficaz} + I_{3eficaz} > 0$
B La suma de componentes continuas es nula.
C La suma de valores instantáneos de componentes alternas es nula.
D En la rama 2 no hay componente de corriente continua.

2

Refiriéndonos a la potencia total que se disipa en el conjunto de las resistencias por efecto joule, decir cuál de las cuatro sentencias siguientes es LA FALSA:

- A** Seguro que aumenta, aumentando el valor de la tensión del generador G_1 de continua.
B Podría suceder que eliminando uno de los generadores de alterna, la potencia se incrementara.
C Podría suceder que disminuyera, modificando el ángulo de fase de uno de los generadores de alterna.
D Se cumple el principio de superposición: La potencia total disipada es la suma de las potencias con
 a) únicamente la fuente de continua
 b) únicamente las dos fuentes de alterna a la vez

06-01 L.G. con variaciones de R

1

Siempre se toma como origen de vectores el origen 0 de coordenadas. El circuito de la figura 1 tiene una impedancia capacitiva $Z = aR - jX_C$ en la que "a" es un número real positivo.

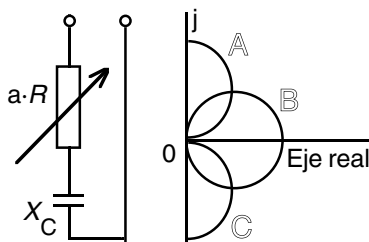


Fig. 1

Fig. 2

Su admitancia Y es tal que al variar el valor de "a" el extremo de su vector representativo (ver Fig.2) se desplaza sobre puntos de:

- A** La semicircunferencia A
B La circunferencia B
C La semicircunferencia C
D Una recta no representada

2

Aplicando una tensión concreta de valor $E = 0 - jE$ al circuito anterior, éste absorbe una corriente I tal que el extremo de su vector representativo se encuentra sobre puntos de:

- A** La semicircunferencia A
B La circunferencia B
C La semicircunferencia C
D Una recta no representada

3

Al variar el valor de "a" el extremo del vector susceptancia B se:

- A** Desplaza sobre puntos de la semicircunferencia A.
B Mantiene sobre un punto fijo del eje negativo imaginario.
C Mantiene sobre un punto fijo del eje positivo imaginario.
D Desplaza sobre puntos del eje positivo imaginario.

06-02 L.G. con variaciones de R

1

Siempre se toma como origen de vectores el origen 0 de coordenadas. El circuito de la figura 1 tiene una impedancia inductiva $Z = aR + jX_L$ en la que "a" es un número real positivo.

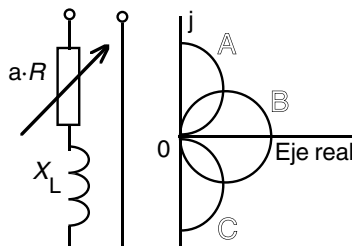


Fig. 1

Fig. 2

Su admitancia Y es tal que al variar el valor de "a" el extremo de su vector representativo (ver Fig.2) se desplaza sobre puntos de:

- A** La semicircunferencia A
B La circunferencia B
C La semicircunferencia C
D Una recta no representada

2

Aplicando una tensión concreta de valor $E = 0 + jE$ al circuito anterior, éste absorbe una corriente I tal que el extremo de su vector representativo se encuentra sobre puntos de:

- A** La semicircunferencia A
B La circunferencia B
C La semicircunferencia C
D Una recta no representada

3

Al variar el valor de "a" el extremo del vector susceptancia B se:

- A** Desplaza sobre puntos de la semicircunferencia A.
B Desplaza sobre puntos del eje negativo imaginario.
C Mantiene sobre un punto fijo del eje negativo imaginario.
D Mantiene sobre un punto fijo del eje positivo imaginario.

06-03 L.G. con variaciones de Z

1

Una fuente ideal de $E = 1 \angle \varphi$ volt alimenta un circuito (Fig.1) formado únicamente por reactancias puras, a través de una resistencia de $R=1 \Omega$.

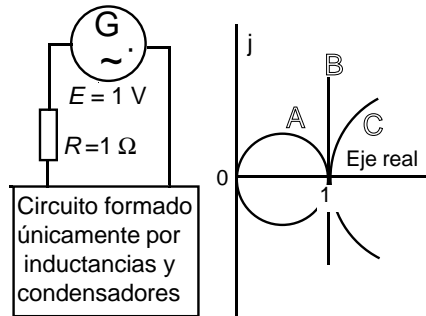


Fig. 1

Fig. 2

Los ejes de la Fig.2 están graduados en ampere, en ohm o en siemens, según las magnitudes a representar.

Tomando como origen de vectores el origen 0, el extremo del vector:

- A** Corriente de la fuente, se encuentra sobre la circunferencia C.
B Impedancia total, en un punto de la circunferencia A de diámetro 1Ω .
C Admitancia, debe estar en cualquier punto de la recta B.
D Ninguna de las tres sentencias anteriores es cierta.

2

Continuando con el circuito anterior:

- A** La potencia activa suministrada por la fuente siempre es igual o inferior a 1 watt.
B La potencia reactiva suministrada por la fuente puede adquirir el valor de 1,41 var con un determinado valor de carga desconocida.
C La potencia reactiva Q absorbida o cedida por la carga desconocida numéricamente debe ser tal que $P^2 + Q^2 = \text{constante}$.
D Ninguna de las tres sentencias anteriores es cierta.

06-04 L.G. con variaciones de Z

1

Una fuente ideal de $E = (E + j.0)$ volt alimenta un circuito (Fig.1) formado únicamente por reactancias puras, a través de una resistencia de $R=1 \Omega$.

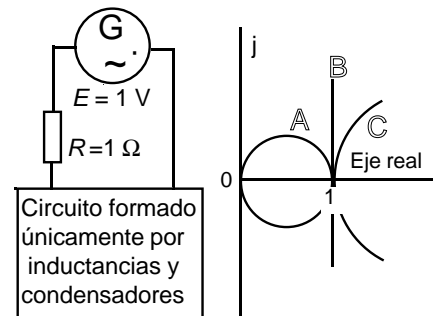


Fig. 1

Fig. 2

Los ejes de la Fig.2 están graduados en ampere, en ohm o en siemens, según las magnitudes a representar.

Tomando como origen de vectores el origen 0, el extremo del vector:

- A** Corriente de la fuente, se encuentra sobre la circunferencia A.
B Impedancia total, en un punto de la circunferencia A de diámetro 1Ω .
C Admitancia total, debe estar en una determinada circunferencia C.
D Ninguna de las tres sentencias anteriores es cierta.

2

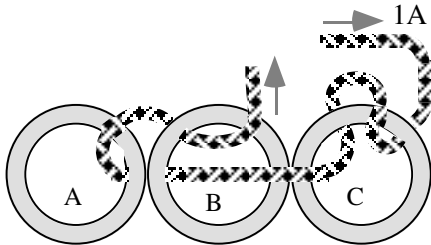
Continuando con el circuito anterior:

- A** La potencia reactiva suministrada por la fuente siempre es igual o superior a 1 var.
B La potencia activa suministrada por la fuente puede adquirir el valor de 1,41 watt con un determinado valor de carga desconocida.
C La potencia reactiva Q absorbida o cedida por la carga desconocida numéricamente debe ser tal que $P^2 + Q^2 = \text{la unidad}$.
D Ninguna de las tres sentencias anteriores es cierta.

07-1 Inductancia- Energía almac.

1

Si la reluctancia magnética de cada uno de los anillos es: $R_m = 1 \text{ A/Wb}$, la



la inductancia del circuito eléctrico representado en la figura es:

- A** $L = 3 \text{ H}$
B $L = 4 \text{ H}$
C $L = 5 \text{ H}$
D $L = 7 \text{ H}$

2

La energía almacenada en todos los campos magnéticos contenidos en los anillos magnéticos suman:

- A** $W = 1,5 \text{ J}$
B $W = 2 \text{ J}$
C $W = 2,5 \text{ J}$
D $W = 3,5 \text{ J}$

3

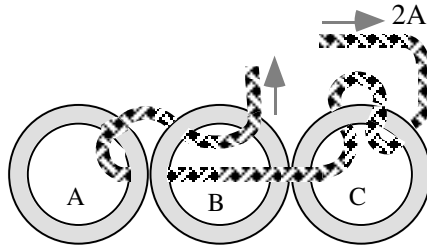
Si la corriente que circula por el conductor, en lugar de ser de 1A, fuese de 2 A:

- A** La inductancia se doblaría y la energía magnética almacenada quedaría multiplicada por 8.
B Tanto la inductancia como la energía se mantendrían, pues no dependen de la corriente.
C La energía almacenada en el anillo C es doble que la almacenada en el anillo A, tanto si la corriente es de 1A como si es de 2A
D La inductancia total es la suma aritmética de las inductancias debidas a la presencia de cada uno de los anillos A, B, y C por separado, y tiene el mismo valor tanto si la corriente es de 1A como si es de 2 A

07-2 Inductancia- Energía almac.

1

Si la reluctancia magnética de cada uno de los anillos es: $R_m = 2 \text{ A/Wb}$, la



la inductancia del circuito eléctrico representado en la figura es:

- A** $L = 3,5 \text{ H}$
B $L = 2,5 \text{ H}$
C $L = 2,0 \text{ H}$
D $L = 1,5 \text{ H}$

2

La energía almacenada en todos los campos magnéticos contenidos en los anillos magnéticos suman:

- A** $W = 12 \text{ J}$
B $W = 10 \text{ J}$
C $W = 6 \text{ J}$
D $W = 5 \text{ J}$

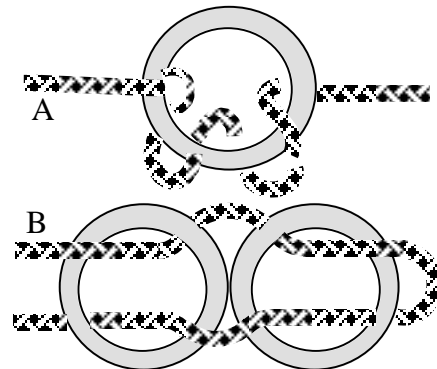
3

Si la corriente que circula por el conductor, en lugar de ser de 2A, fuese de 1 A:

- A** La inductancia total es la suma aritmética de las inductancias debidas a la presencia de cada uno de los anillos A, B, y C por separado, y tiene el mismo valor, tanto si la corriente es de 2A como si es de 1 A
B La energía magnética almacenada quedaría dividida por 8 y la inductancia reducida a la mitad .
C Tanto la energía como la inductancia se mantendrían, pues no dependen de la corriente.
D La energía almacenada en el anillo A es la mitad que la almacenada en el anillo C, tanto si la corriente es de 2A como si es de 1A

07-3 Concatenaciones- Mutuas

Los tres anillos magnéticos se suponen iguales. Si la inductancia de la bobina A es $L_A = 18$ H, la bobina B tiene una inductancia de:



- A $L_B = 4$ H B $L_B = 4,5$ H
 C $L_B = 16$ H D $L_B = 36$ H

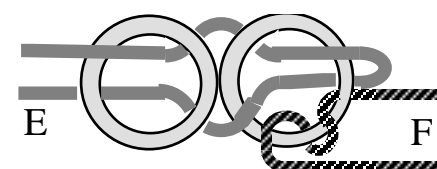
2

Si por la bobina A pasa una corriente de $I_A = 2$ A, el flujo que pasa por su anillo magnético es de $F_A = 12$ Wb. ¿Cuáles son los flujos F_{B1} y F_{B2} en cada uno de los dos núcleos de la bobina B, si por ésta también pasa una corriente de $I_B = 2$ A?

- A $F_{B1} = 4$ Wb y $F_{B2} = 4$ Wb
 B $F_{B1} = 6$ Wb y $F_{B2} = 6$ Wb
 C $F_{B1} = 8$ Wb y $F_{B2} = 8$ Wb
 D $F_{B1} = 12$ Wb y $F_{B2} = 12$ Wb

3

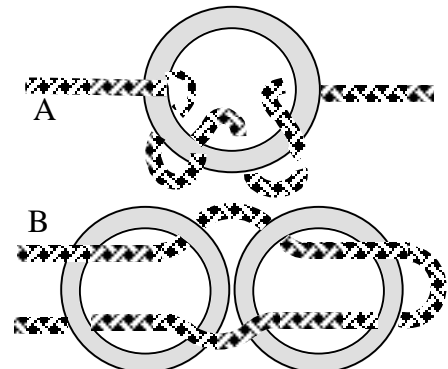
Si la inductancia mutua entre las bobinas E y F fuese de $M_{EF} = M_{FE} = M = 8$ H, las respectivas inductancias de las bobinas E y F serían:



- A $L_E = 4$ H y $L_F = 4$ H
 B $L_E = 8$ H y $L_F = 4$ H
 C $L_E = 8$ H y $L_F = 8$ H
 D $L_E = 10$ H y $L_F = 8$ H

07-4 Concatenaciones- Mutuas

Los tres anillos magnéticos se suponen iguales. Si la inductancia de la bobina B es $L_B = 8$ H, la bobina A tiene una inductancia de:



- A $L_A = 4$ H B $L_A = 6$ H
 C $L_A = 8$ H D $L_A = 9$ H

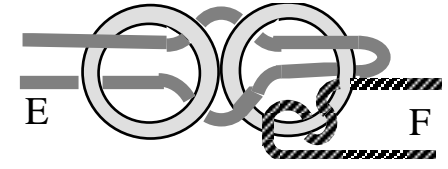
2

Si por la bobina A pasa una corriente de $I_A = 1$ A, el flujo que pasa por su anillo magnético es de $F_A = 3$ Wb. ¿Cuáles son los flujos F_{B1} y F_{B2} en cada uno de los dos núcleos de la bobina B, si por ésta pasa una intensidad de corriente de $I_B = 2$ A?

- A $F_{B1} = 2$ Wb y $F_{B2} = 2$ Wb
 B $F_{B1} = 4$ Wb y $F_{B2} = 4$ Wb
 C $F_{B1} = 6$ Wb y $F_{B2} = 6$ Wb
 D $F_{B1} = 8$ Wb y $F_{B2} = 8$ Wb

3

Si la inductancia de la bobina F fuese de $L_F = 4$ H, la inductancia L_E de la bobina E, y la inductancia mutua $M_{FE} = M_{EF} = M$ serían:

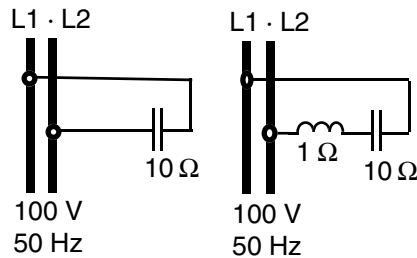


- A $L_E = 6$ H y $M_{FE} = M_{EF} = 4$ H
 B $L_E = 5$ H y $M_{FE} = M_{EF} = 4$ H
 C $L_E = 4$ H y $M_{FE} = M_{EF} = 4$ H
 D $L_E = 4$ H y $M_{FE} = M_{EF} = 2$ H

08-1 Corrección del f. de p.

1

En el circuito de la izquierda se puede comprobar que la batería de condensadores suministra una potencia reactiva a la red de 1000 var, ya que la tensión es de 100 V y la impedancia de la carga es de 10 Ω capacitivos.



Manteniendo la tensión de red, e intercalando en serie con los condensadores una bobina de reactancia inductiva de 1 Ω :

- A** La potencia total reactiva pasa a ser absorbida, en lugar de cedida, ya que la bobina es de muy pocos ohmios y la corriente inductiva domina sobre la capacitiva.
- B** En lugar de ceder 1000, var cede más, ya que la corriente absorbida por el conjunto aumenta, pues la reactancia global pasa de 10 Ω a 9 Ω
- C** En lugar de ceder 1000 var, en conjunto se cede menos, ya que la inductancia contrarresta el efecto de la capacidad.
- D** Se mantiene la potencia reactiva cedida a la red.

2

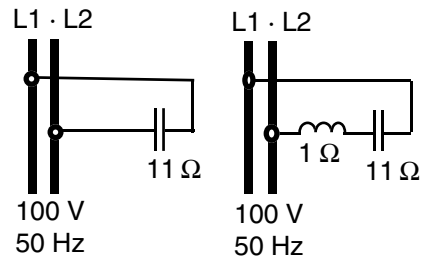
En el anterior caso, con la red de 50 Hz, la capacidad de la batería de condensadores y el valor de la inductancia son respectivamente de:

- A** $C = 318 \mu\text{F}$ y $L = 3,18 \text{ mH}$.
- B** $C = 318 \times 10^6 \mu\text{F}$ y $L = 3180 \text{ mH}$
- C** $C = 10^5 \mu\text{F}$ y $L = 1000 \text{ mH}$
- D** $C = 10000 \mu\text{F}$ y $L = 1000 \text{ mH}$

08-2 Corrección del f. de p.

1

En el circuito de la derecha se puede comprobar que la carga en su conjunto suministra una potencia reactiva a la red de 1000 var, ya que la tensión es de 100 V, y la impedancia total de la carga es de 10 Ω capacitivos.



Manteniendo la tensión de red y quitando la bobina de reactancia inductiva 1 Ω en serie con los condensadores:

- A** La potencia total reactiva cambia de signo, ya que la bobina es de muy pocos ohmios y la corriente inductiva domina sobre la capacitiva.
- B** En lugar de ceder 1000 var, cede más, ya que desaparece la bobina que tiene efectos contrarios a los de los condensadores.
- C** En lugar de ceder 1000 var, en conjunto se cede menos, ya que ha aumentado el número de ohmios totales de la carga, y en consecuencia disminuye la corriente total absorbida.
- D** Se mantiene la potencia reactiva cedida a la red.

2

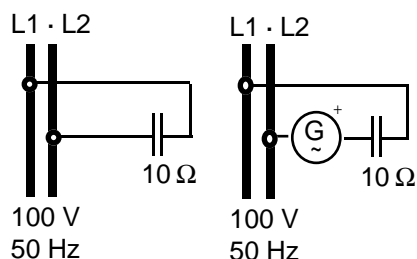
En el caso anterior con la red de 50 Hz, la capacidad de la batería de condensadores y el valor de la inductancia son respectivamente de:

- A** $C = 9000 \mu\text{F}$ y $L = 1000 \text{ mH}$
- B** $C = 9 \mu\text{F}$ y $L = 1000 \text{ mH}$
- C** $C = 289 \mu\text{F}$ y $L = 3180 \mu\text{H}$
- D** $C = 289 \times 10^{-6} \text{ F}$ y $L = 3,18 \text{ mH}$

08-3 Potencias reactivas

1

En el circuito de la izquierda se puede comprobar que la batería de condensadores suministra una potencia reactiva a la red de $Q = 1000$ var, ya que la tensión es de 100 V y 50 Hz y la impedancia de la carga es de 10Ω capacitivos y ninguna potencia activa se absorbe o se cede a la red.



Intercalando en serie con los condensadores una fuente de tensión senoidal, también de 100 V 50 Hz, pero retrasada 60 grados con respecto a la de tensión de la red, ahora:

A La red recibe una potencia activa de $P = 500 \cdot \sqrt{3}$ W, y también recibe una reactiva de $Q = 1500$ var.

B La red suministra una potencia activa de $P = 500 \cdot \sqrt{3}$ W a la vez que recibe una reactiva de $Q = 1500$ var.

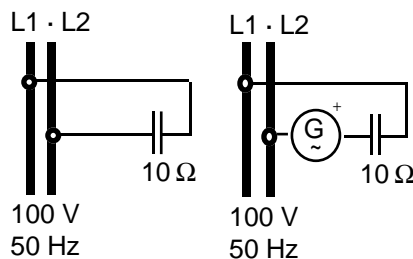
C Red continúa recibiendo la misma potencia reactiva de 1000 var y nada de activa, razonando por el teorema de la superposición, ya que la activa –si la hay– sólo está en la fuente nueva, que tiene una tensión que no está en fase con la corriente de los condensadores.

D Ahora forzosamente la batería de condensadores debe absorber potencia activa, ya que entre la tensión en bornes y la corriente, en los mismos no puede continuar existiendo el desfase exacto de 90 grados, por la inclusión del generador G.

08-4 Potencias reactivas

1

En el circuito de la izquierda se puede comprobar que la batería de condensadores suministra una potencia reactiva a la red de $Q = 1000$ var, ya que la tensión es de 100 V y 50 Hz y la impedancia de la carga es de 10Ω capacitivos y ninguna potencia activa se absorbe o se cede a la red.



Se intercala en serie con los condensadores una fuente de tensión senoidal, también de 100 V 50 Hz, pero adelantada 60 grados con respecto a la tensión de la red, ahora:

A La red recibe una potencia activa de $P = 500 \cdot \sqrt{3}$ W, y también recibe una reactiva de $Q = 1500$ var.

B La red suministra una potencia activa de $P = 500 \cdot \sqrt{3}$ W a la vez que recibe una reactiva de $Q = 1500$ var.

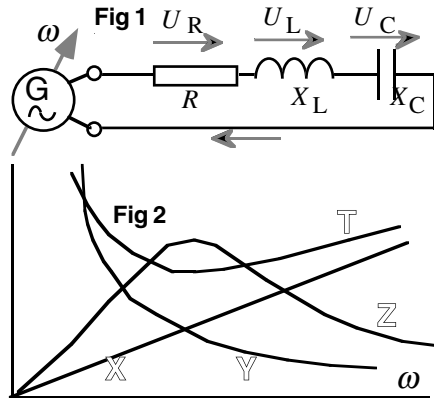
C Forzosamente la batería de condensadores debe absorber potencia activa, ya que entre la tensión en bornes y la corriente, en los mismos no puede continuar existiendo el desfase exacto de 90 grados, por la inclusión del generador G.

D Ahora la red continúa recibiendo la misma potencia reactiva de 1000 var y nada de activa, razonando por el teorema de la superposición, ya que la activa –si la hay– sólo está en la fuente nueva, que tiene una tensión que no está en fase con la corriente de los condensadores.

09-1 Resonancia serie o tensión

1

El circuito serie: $R-L-C$ se alimenta con una fuente senoidal G de tensión constante y frecuencia variable.



Se han trazado las características X , Y , Z , y T (Fig. 2) en función de ω .

La característica X es la de la:

- A Tensión U_L
- B Impedancia Z
- C Conductancia G del circuito
- D Reactancia inductiva X_L

2

La característica Y corresponde a la

- A Intensidad en R
- B Imped Z
- C Reactancia X_C
- D Conductancia G_{Total} del circuito

3

La característica Z corresponde a la

- A Tensión U_R en R
- B Imped. Z
- C React X_{Total}
- D Reactancia capacitiva X_C

4

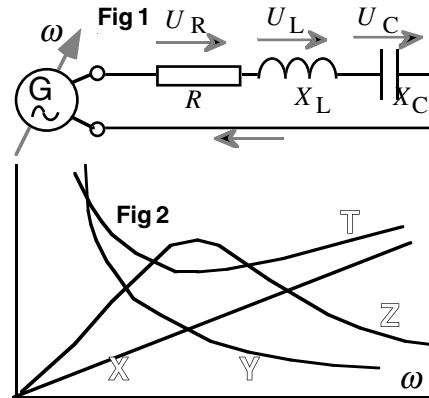
La característica T corresponde a la

- A Tensión U_R en R
- B Imped. Z
- C React. X_{Total}
- D Reactanciacapacitiva X_C

09-2 Resonancia serie o tensión

1

El circuito serie: $R-L-C$ se alimenta con una fuente senoidal G de tensión constante y frecuencia variable.



Se han trazado las características X , Y , Z , y T (Fig. 2) en función de ω .

La característica X es la de la:

- A Tensión U_C
- B Frec. f
- C Intensidad I del circuito
- D Reactancia capacitiva X_C

2

La característica Y corresponde a la

- A Reactancia X_C
- B Imped Z
- C Intensidad I
- D Conductancia G del circuito

3

La característica Z corresponde a la

- A Tensión U_R en R
- B Imped. Z
- C React X_{Total}
- D Reactancia capacitiva X_C

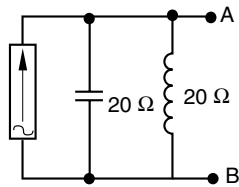
4

La característica T corresponde a la

- A Impedancia Z
- B Intensidad I
- C React. X_{Total}
- D Reactanciacapacitiva X_C

10-1 Thévenin

1



Dado el circuito de la figura, en el que la fuente de corriente proporciona una onda senoidal de valor eficaz $1\angle 0^\circ$ A se pide la tensión de Thévenin teórica entre los puntos A y B.

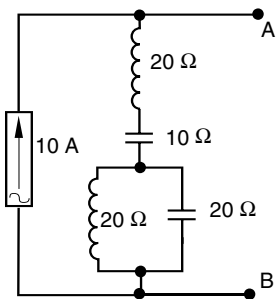
- A Infinito
- B 20 V
- C 40 V
- D 0 V

2

Si en el circuito anterior la reactancia capacitiva tomara el valor de $30\ \Omega$, determinar la nueva tensión de Thévenin entre los puntos A y B.

- A 60 V
- B $60\ \angle 90^\circ$ V
- C $12\ \angle 90^\circ$ V
- D 12 V

3

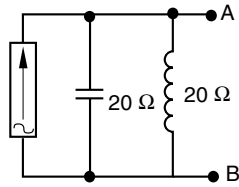


Hallar la tensión teórica de Thévenin entre los puntos A y B del circuito de la figura.

- A Infinito
- B 250 V
- C 200 V
- D 500 V

10-2 Thévenin

1



Dado el circuito de la figura, en el que la fuente de corriente proporciona una onda senoidal de valor eficaz $1\angle 0^\circ$ A se pide la impedancia de Thévenin teórica entre los puntos A y B.

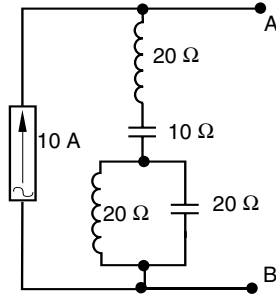
- A $20\ \Omega$
- B $40\ \Omega$
- C $0\ \Omega$
- D Infinito

2

Si en el circuito anterior la reactancia capacitiva tomara el valor de $30\ \Omega$, determinar la nueva impedancia de Thévenin entre los puntos A y B.

- A $60\ \Omega$
- B $j60\ \Omega$
- C $j12\ \Omega$
- D $12\ \Omega$

3

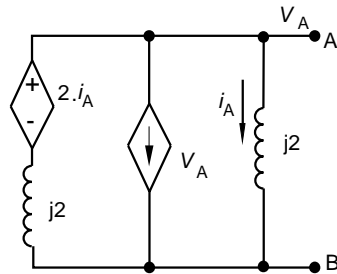


Hallar la impedancia teórica de Thévenin entre los puntos A y B del circuito de la figura.

- A Infinito
- B Cero
- C $50\ \Omega$
- D $20\ \Omega$

10-3 Thévenin-Potencia máxima

1



Dado el circuito de la figura, determinar el circuito de Thévenin equivalente entre los puntos A y B.

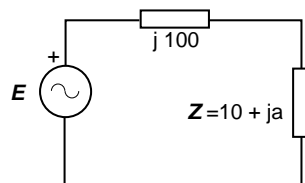
A $E_{Th} = 0 \text{ V}$ $Z_{Th} = \frac{j2}{2+j3} \Omega$

B $E_{Th} = \infty \text{ V}$ $Z_{Th} = \frac{j2}{2+j3}$

C $E_{Th} = 0 \text{ V}$ $Z_{Th} = j \Omega$

D $E_{Th} = \infty \text{ V}$ $Z_{Th} = j \Omega$

2



Dado el circuito de la figura, determinar el valor de la impedancia Z , sabiendo que el generador proporciona la máxima potencia.

A $Z = (10 + j 100) \Omega$

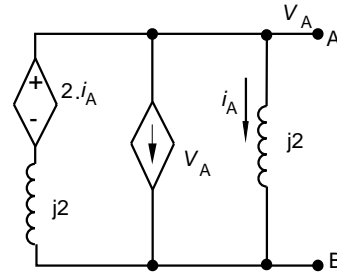
B $Z = (10 - j 100) \Omega$

C $Z = 10 \Omega$

D No se puede calcular

10-4 Thévenin-Potencia máxima

1



Dado el circuito de la figura, determinar el circuito de Norton equivalente entre los puntos A y B.

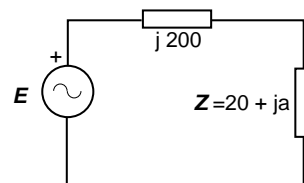
A $I_N = 0 \text{ A}$ $Z_N = \frac{j2}{2+j3} \Omega$

B $I_N = \infty \text{ A}$ $Z_N = \frac{j2}{2+j3} \Omega$

C $I_N = 0 \text{ A}$ $Z_N = j \Omega$

D $I_N = \infty \text{ A}$ $Z_N = j \Omega$

2



Dado el circuito de la figura, determinar el valor de la impedancia Z , sabiendo que el generador proporciona la máxima potencia.

A $Z = (20 - j 200) \Omega$

B $Z = (20 + j 200) \Omega$

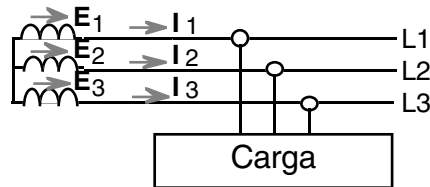
C $Z = 10 \Omega$

D No se puede calcular

11-1 Secuencia de fases

1

Un sistema trifásico equilibrado L1.L2.L3 de secuencia directa alimenta a una determinada carga trifásica también equilibrada.



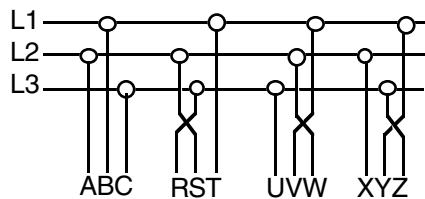
Las intensidades de línea I_1, I_2, I_3 , retrasan 15° a las respectivas f.e.m. simples E_1, E_2, E_3 , de la fuente trifásica de alimentación.

Si la misma carga se conecta ahora a un sistema equilibrado de tensiones idéntico al anterior, pero de secuencia inversa, las tres nuevas intensidades de línea

- A Adelantan 15°
- B Adelantan 45°
- C Retrasan 15°
- D Retrasan 45° con respecto a sus tres respectivas f.e.m. simples generadas en la fuente de alimentación

2

Si el sistema trifásico de alimentación L1.L2.L3 es de secuencia directa,

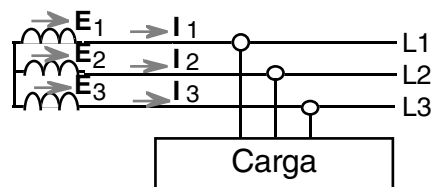


- A el sistema ABC es también de secuencia directa
- B el RST es de secuencia directa
- C el UVW es de secuencia inversa
- D el XYZ es de secuencia inversa.

11-2 Secuencia de fases

1

Un sistema trifásico equilibrado L1.L2.L3 de secuencia directa alimenta a una determinada carga trifásica también equilibrada.



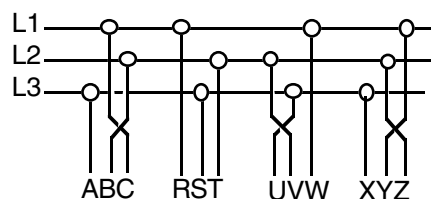
Las intensidades de línea I_1, I_2, I_3 , adelantan 45° a las respectivas f.e.m. simples E_1, E_2, E_3 , de la fuente trifásica de alimentación.

Si la misma carga se conecta ahora a un sistema equilibrado de tensiones idéntico al anterior, pero de secuencia inversa, las tres nuevas intensidades de línea

- A Adelantan 15°
- B Adelantan 45°
- C Retrasan 15°
- D Retrasan 45° con respecto a las tres respectivas f.e.m. simples generadas en la fuente de alimentación

2

Si el sistema trifásico de alimentación L1.L2.L3 es de secuencia directa,



- A el sistema ABC es de secuencia directa
- B el RST es de secuencia directa
- C el UVW es de secuencia inversa
- D el XYZ es de secuencia inversa.

11-3 *Estrella-triángulo*

1

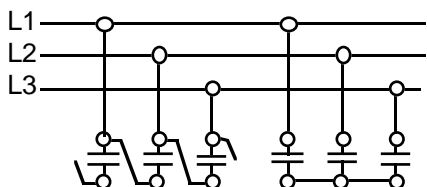
A una línea trifásica equilibrada se le conecta una carga formada por tres resistencias iguales conectadas en estrella, y se comprueba que la corriente de línea que absorbe es de 1 A.

Conectando las mismas resistencias en triángulo y alimentada ésta nueva carga de la misma red anterior, la nueva corriente de línea es:

- A** 1,73 A y la misma fase
B 1,73 A y desfasada 30° respecto a la anterior
C 3 A y la misma fase
D 3 A y desfasada 30° respecto a la anterior

2

Tres condensadores conectados en triángulo y alimentados de una red trifásica equilibrada de secuencia directa, generan una potencia trifásica reactiva de $Q = 18$ kvar en total.



Montando los mismos condensadores en estrella y alimentándolos de la misma red:

- A** Generan $18/\sqrt{3}$ kvar sin modificarse la potencia activa total.
B Generan una potencia reactiva menor, pero a la vez se ha desplazado 30° la corriente de línea, y por ello se ha modificado en más o en menos, la potencia activa consumida.
C Cada uno de los condensadores de la estrella genera ahora $6/\sqrt{3}$ kvar.
D Cada uno de los condensadores de la estrella genera ahora 2 kvar.

11-4 *Estrella-triángulo*

1

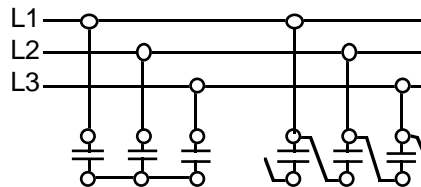
A una línea trifásica equilibrada se le conecta una carga formada por tres resistencias iguales en triángulo, y se comprueba que la corriente de línea que absorbe ésta carga es de 6 A.

Conectando las mismas resistencias en estrella y alimentada ésta nueva carga de la misma red anterior, la nueva corriente de línea es:

- A** $6/\sqrt{3}$ A y desfasada 30° respecto a la anterior
B $6/\sqrt{3}$ A y la misma fase
C 2 A y desfasada 30° respecto a la anterior
D 2 A y la misma fase

2

Tres condensadores conectados en estrella y alimentados de una red trifásica equilibrada de secuencia directa, generan una potencia trifásica reactiva de $Q = 3$ kvar en total.



Montando los mismos condensadores en triángulo y alimentándolos de la misma red:

- A** Generan una potencia reactiva mayor, pero a la vez se ha desplazado 30° la corriente de línea, y por ello se ha modificado en más o en menos, la potencia activa consumida.
B Generan $3/\sqrt{3}$ kvar sin modificarse la potencia activa total.
C Cada uno de los condensadores del triángulo genera ahora 3 kvar.
D Cada uno de los condensadores del triángulo genera ahora 1,73 kvar.

12-1 Conceptos de potencia

1

Una carga trifásica, simétrica y equilibrada está formada únicamente por elementos pasivos (resistencias, inductancias y capacidades) y tiene tres bornes: X1, X2 y X3 para su alimentación. Conectada a una línea trifásica de tensión U y secuencia directa, absorbe una potencia activa P y una potencia reactiva Q .

Si se cambia la secuencia de las fases de entrada de la tensión de alimentación:

- A** La potencia activa se conserva, pero no tiene porqué conservarse la potencia reactiva., al quedar modificados los desfases de reactancias
- B** La potencia reactiva se conserva, pero no la potencia activa.
- C** Tanto la potencia activa como la reactiva se conservan.
- D** No tienen porqué conservarse ni la potencia activa ni la reactiva.

2

A En un sistema trifásico equilibrado de secuencia inversa, los vectores de potencia compleja por fase son respectivamente:

$$\begin{aligned} \mathbf{S}_1 &= \left| E_1 \cdot I_1 \right| \angle \varphi \\ \mathbf{S}_2 &= \left| E_2 \cdot I_2 \right| \angle \varphi + 120^\circ \\ \mathbf{S}_3 &= \left| E_3 \cdot I_3 \right| \angle \varphi - 120^\circ \end{aligned}$$

B En un sistema equilibrado de secuencia inversa se cumple que:

$$E_1 \cdot I_1^* = E_2 \cdot I_2^* = E_3 \cdot I_3^*$$

C En un sistema de secuencia directa, el vector potencia compleja de la fase dos es:

$$\mathbf{S}_2 = E_2 \cdot I_2^* \cdot e^{-j \cdot 2\pi/3}$$

D Ninguna de las anteriores afirmaciones es cierta.

12-2 Conceptos de potencia

1

Una carga trifásica, simétrica y equilibrada está formada únicamente por elementos pasivos (resistencias, inductancias y capacidades) y tiene tres bornes: X1, X2 y X3 para su alimentación. Conectada a una línea trifásica de tensión U y secuencia directa, absorbe una potencia activa P y una potencia reactiva Q .

Si se cambia la secuencia de las fases de entrada de la tensión de alimentación:

- A** No tienen porqué conservarse ni la potencia activa ni la reactiva.
- B** La potencia activa se conserva, pero no tiene porqué conservarse la potencia reactiva.
- C** La potencia reactiva se conserva, pero no tiene porqué conservarse la potencia activa.
- D** Tanto la potencia activa como la reactiva se conservan.

2

A En un sistema de secuencia directa, el vector potencia compleja de la fase dos es:

$$\mathbf{S}_2 = E_2 \cdot I_2^* \cdot e^{-j \cdot 2\pi/3}$$

B En un sistema trifásico equilibrado de secuencia directa, los vectores de potencia compleja por fase son respectivamente:

$$\begin{aligned} \mathbf{S}_1 &= \left| E_1 \cdot I_1 \right| \angle \varphi \\ \mathbf{S}_2 &= \left| E_1 \cdot I_1 \right| \angle \varphi - 120^\circ \\ \mathbf{S}_3 &= \left| E_1 \cdot I_1 \right| \angle \varphi + 120^\circ \end{aligned}$$

C En un sistema de secuencia inversa, el vector potencia compleja de la fase dos es:

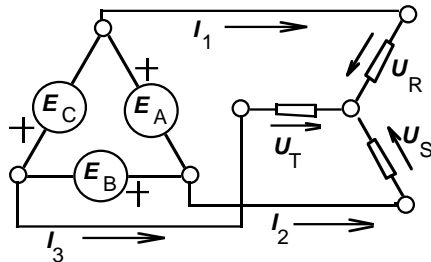
$$\mathbf{S}_2 = E_2 \cdot I_2^* \cdot e^{-j \cdot 2\pi/3}$$

D Ninguna de las anteriores afirmaciones es cierta.

12-3 Trifásicos potencia

1

Una fuente trifásica equilibrada de tensión, formada por tres fuentes monofásicas iguales y con desfases de 120° entre sí, conectadas en triángulo,



alimentan a una carga equilibrada conectada en estrella.

La potencia activa suministrada por una fase de la fuente de tensión es:

- A 3 veces superior a la consumida por una fase de la carga, al estar conectada en estrella
- B Igual
- C 3 veces menor
- D 9 veces menor

2

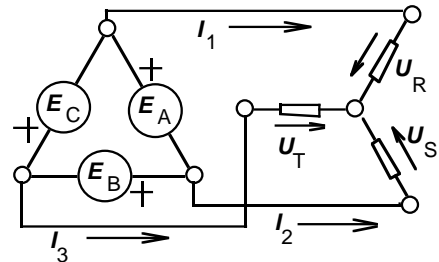
Si los 3 elementos que constituyen la carga en estrella consumen en su conjunto una potencia activa P , una reactiva Q , y tiene un ángulo de fase tal que $\text{tg } \varphi = Q/P = 1$, conectando los mismos 3 elementos en triángulo y alimentándolos de la misma red ideal, entonces:

- A El nuevo valor de ángulo de desfase en la carga será tal que: $\varphi' = \varphi \pm 30^\circ$, es decir, discrepancia de 30° en un sentido o en otro, según el orden en que se conecten las fases.
- B El nuevo valor de ángulo de desfase en la carga será tal que: $\varphi' = \varphi$
- C La nueva P' será tal que:
 $P' = \sqrt{3} P$
- D La nueva Q' será tal que $Q' = 9Q$

12-4 Trifásicos potencia

1

Una fuente trifásica equilibrada de tensión, formada por tres fuentes monofásicas iguales y con desfases de 120° entre sí, conectadas en triángulo,



alimentan a una carga equilibrada conectada en estrella.

La potencia reactiva Q_A suministrada por la fase E_A de la fuente es con respecto a la reactiva Q_R consumida por la fase U_R de la carga en estrella:

- A 9 veces mayor
- B 3 veces mayor
- C $\sqrt{3}$ veces mayor
- D Igual

2

Si los 3 elementos que constituyen la carga en estrella consumen en su conjunto una potencia reactiva Q y activa P , con un desfase φ tal que: $\text{tg } \varphi = Q/P$, conectando los mismos 3 elementos en triángulo y alimentándolos desde la misma fuente ideal, entonces:

- A La nueva P' será tal que $P' = 9P$.
- B La nueva Q' será tal que:
 $Q' = \sqrt{3} Q$
- C El nuevo valor de ángulo de desfase en la carga $\varphi' = \text{arctg}(Q'/P')$ será tal que $|\varphi' - \varphi| = 30^\circ$
- D El nuevo ángulo de desfase $\varphi' = \text{arctg}(Q'/P')$ será tal que $\varphi' = \varphi$