

Sistemas Lineales 1 - Práctico 5

Régimen sinusoidal

1^{er} semestre 2018

Las principales ideas a tener en cuenta en este práctico son:

- La impedancia de un elemento se define por la relación $V(j\omega_0) = Z(j\omega_0) \cdot I(j\omega_0)$, siendo V e I los fasores de tensión y corriente por el elemento (medidos igual que en la clásica Ley de Ohm) y ω_0 la frecuencia de trabajo.
- La potencia en un elemento de fasores de tensión y corriente V e I se define por $P = \frac{1}{2} \cdot \text{re}(V \cdot \bar{I})$ ó $P = \text{re}(V \cdot \bar{I})$ en valores eficaces.
- Para un sistema lineal de transferencia en régimen $H(j\omega)$, la respuesta en régimen a una entrada sinusoidal pura $e(t) = A_e \cdot \cos(\omega_0 t + \phi_e)$ es

$$r(t) = A_e \cdot |H(j\omega_0)| \cdot \cos(\omega_0 t + \phi_e + \arg(H(j\omega_0)))$$

1.- En bornes de un elemento lineal Z se observan las siguientes formas de onda de corriente $i(t)$ y tensión $v(t)$. ¿El

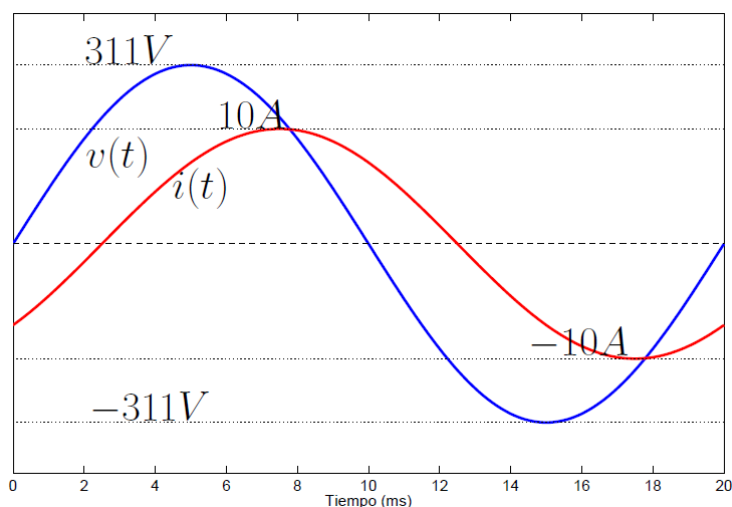


Figura 1: Señales del ejercicio 1

elemento es capacitivo, inductivo o resistivo? Calcule el valor de la impedancia Z a la frecuencia de trabajo.

2.- Hallar el valor eficaz de las siguientes señales:

- $x(t) = A \sin(2\pi f_0 t)$;
- onda cuadrada simétrica, de valor medio nulo y amplitud $\frac{A}{2}$;
- diente de sierra.

3.- Graficar la impedancia de los circuitos que se muestran en la figura 2 en función de la frecuencia. Esos circuitos se conectan a una fuente de tensión sinusoidal $v(t) = V \cdot \text{sen}(\omega t)$. Realice un diagrama fasorial de la magnitudes eléctricas relevantes. Se sabe que $\omega = 314 \text{ rad/s}$, $V = 311 \text{ volts}$, $L = 1 \text{ mHy}$, $C = 20 \mu\text{F}$, $R = 100 \Omega$. Calcule las potencias activa, reactiva y aparente que entrega la fuente.

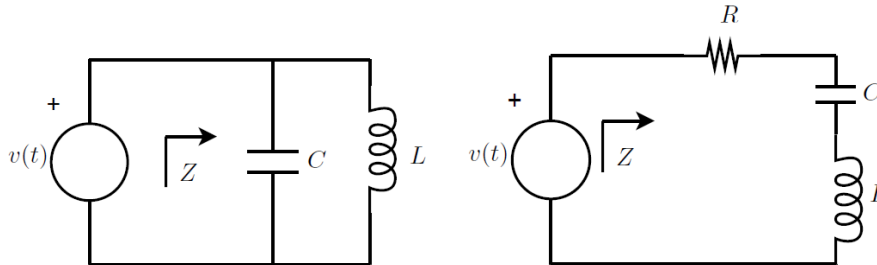


Figura 2: Circuitos del Ejercicio 3.

4.- La fuente de tensión en el circuito de la figura 3 es $v(t) = 40 \cdot \text{sen}(3000t)$. Realice un diagrama fasorial describiendo la relación de fase de las corrientes i_1 , i_2 , i y las tensiones v y v_1 (en bornes de la bobina). Sugerencia: comience por v_1 , i_1 e i_2 ; luego determine i . (Respuesta: $i(t) = 16 \times 10^{-3} \cdot \text{cos}(3000t - 2.21)$).

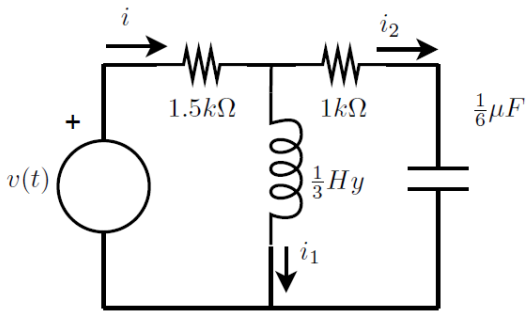


Figura 3: Circuito del Ejercicio 4

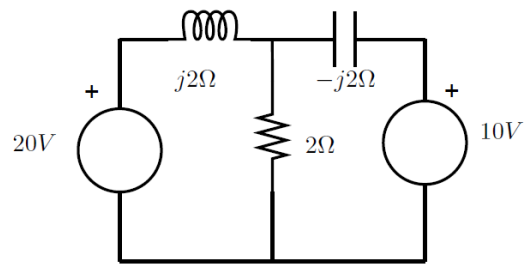


Figura 4: Circuito del Ejercicio 5

5.- Halle la potencia activa, reactiva y aparente entregada o absorbida por cada elemento del circuito de la figura 4. Realice el correspondiente diagrama fasorial. (Respuesta (parcial): $P = 25W$, $P = 50W$, $P = 25W$).

6.- En el circuito de la figura 5, hallar V_1 y V_2 . (Respuesta: $V_1 = 2.24 e^{-j1.1}$, $V_2 = 4.47 e^{-j2.04}$).

7.- En el circuito de la figura 6, utilizando el principio de superposición, halle la parte de la corriente $i(t)$ que corresponde a cada una de las fuentes $v_1(t) = 4 \cdot \text{cos}(10^5t)$, $i_1(t) = 2 \cdot \text{cos}(10^5t - \frac{\pi}{4})$, $i_2(t) = 2 \cdot \text{cos}(10^5t)$.

- 8.-
- a) En el circuito de la figura 7, halle Z_L en función de Z_S para que haya máxima transferencia de potencia a Z_S .
 - b) Repetir lo anterior con la restricción de que el factor de potencia de Z_L es constante (y dado).

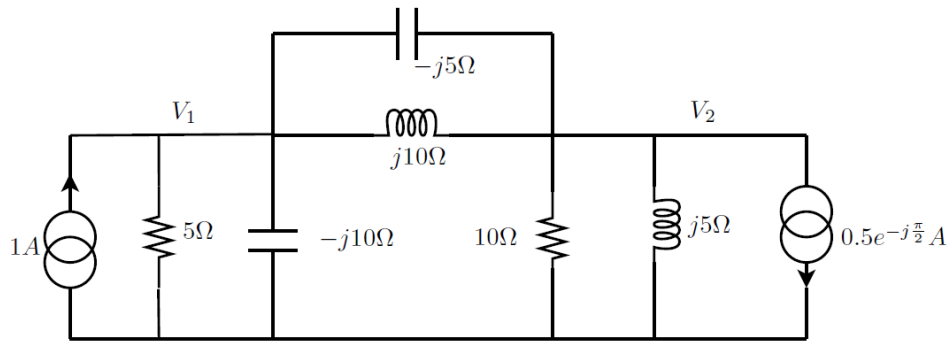


Figura 5: Circuito del Ejercicio 6

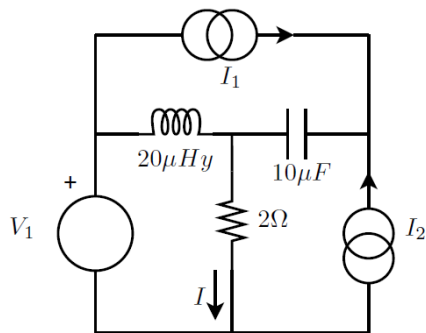


Figura 6: Circuito del Ejercicio 7

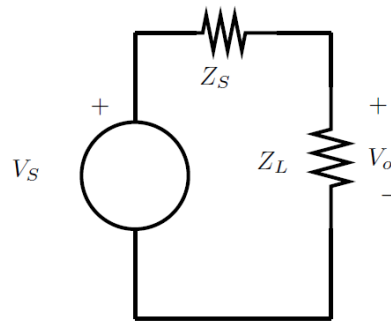


Figura 7: Circuito del Ejercicio 8

9.- (Segundo Parcial, Sistemas Lineales 1, 2003). En el circuito de la figura 8, funcionando en régimen sinusoidal:

- Hallar la corriente $i(t)$, escrita como función del tiempo.
- Calcular la potencia instantánea $p(t)$ en R_1 .
- Mostrar que dicha potencia consta de términos constantes y términos periódicos, cuya frecuencia se determinará.
- Deducir el valor medio de dicha potencia (potencia activa en R_1).

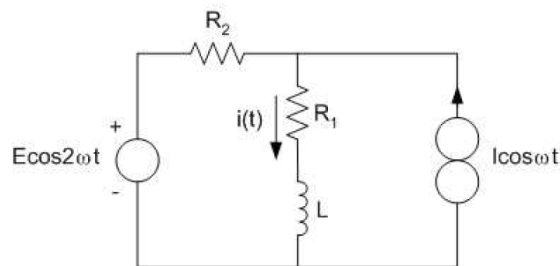


Figura 8: Circuito del Ejercicio 9

10.-A la izquierda de la figura 9 se muestra un modelo simplificado de un motor de inducción monofásico (sistema electromecánico) operando en régimen sinusoidal. La potencia disipada en R representa la potencia mecánica entregada a la carga más pérdidas rotacionales de vacío (fricción en rodamientos, histéresis, etc.) (figura 9 - derecha). El campo inducido por la inductancia L es el que magnetiza el circuito magnético del motor, y se mantiene constante. Se pide:

- a) Diagrama fasorial tensión-corriente. Incluir las tensiones y corrientes de todos los elementos del circuito.
- b) Potencias activa, reactiva y aparente entregadas por la fuente.
- c) Si se coloca un condensador C en bornes del motor, calcular analíticamente, ayudándose con el diagrama fasorial, el valor del condensador que anule la potencia reactiva consumida por el motor a la fuente.

Los datos del modelo son: $v(t) = 311 \sin(\omega t)$, $R = 33\Omega$, $L = 0.4H$ y $f = 50Hz$.

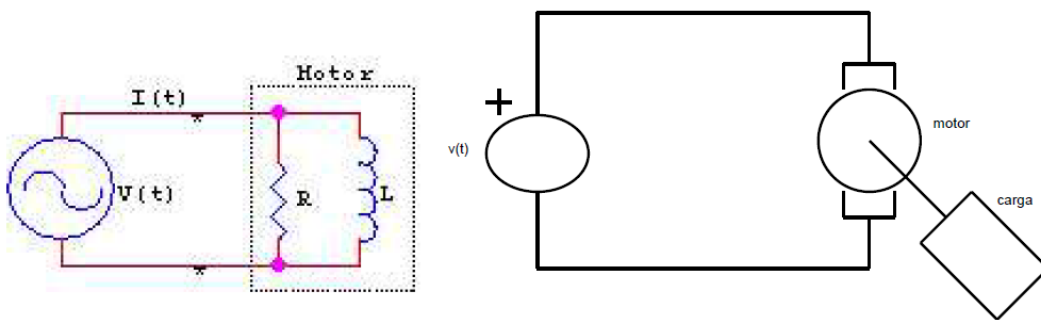


Figura 9: Modelo eléctrico del motor de inducción del Ejercicio 10.

11.-Se tiene un motor de inducción monofásico cuyos datos de chapa son los siguientes:

MOTOR INDUCCIÓN		TYPE	ET
MOD	100L43	f_n	50Hz
P_n	$\frac{1}{3}$ HP	V_n	220V
$\cos(\varphi_n)$	0.7	η	83%

La potencia refiere a la potencia mecánica nominal que entrega el motor, en tanto que el rendimiento expresa el porcentaje de potencia eléctrica que es convertida a potencia mecánica. Basándose en el ejercicio anterior, diseñar un condensador C que compense la potencia reactiva entregada por la fuente con el motor a plena carga.

(Respuesta: $C = 20\mu F$).

12.-**Compensación serie de una carga capacitiva:** en el circuito de la figura 10, se desea compensar el factor de potencia mediante un elemento Z insertado en serie con la carga. Determine el elemento Z (inductor, capacitor o resistor) y su impedancia, en función de C y R . Realice los diagramas fasoriales de antes y después de compensar.

13.-La figura 11 representa el modelo de un amplificador transistorizado trabajando a altas frecuencias, con una fuente de tensión $v_i(t)$ (la señal) y una resistencia de carga R . Halle la transferencia $H(j\omega) = \frac{V_i(j\omega)}{V_i(j\omega)}$. Halle la tensión entregada a la carga. Se sabe que $v_i(t) = 10 \cos(\omega t)$, $\omega = 108rad/s$.

14.-En el circuito de la figura 12, halle el fasor V_C en bornes del condensador (el transformador es ideal).

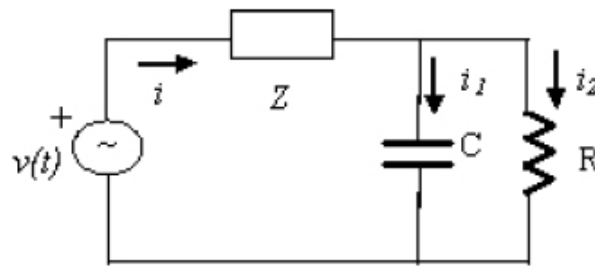


Figura 10: Circuito del Ejercicio 12

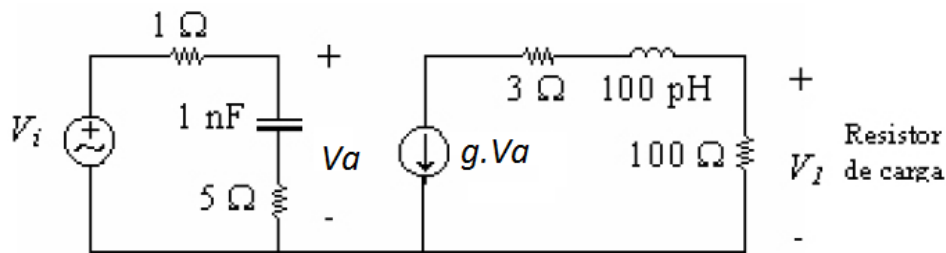


Figura 11: Circuito del Ejercicio 13: g tiene unidades de Ω^{-1} .

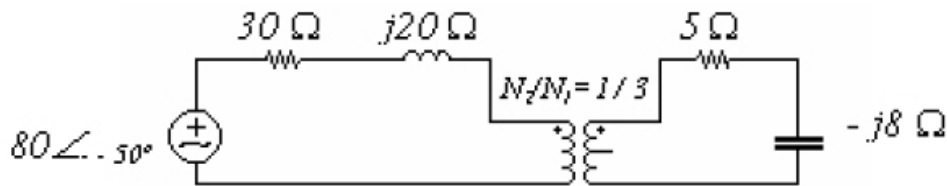


Figura 12: Circuito del Ejercicio 14

15.-Ensayo de un transformador de potencia: A continuación se describen tres ensayos típicos que se realizan sobre los transformadores de potencia.

- I. relación de vueltas.
- II. resistencia del bobinado primario y del secundario.
- III. Ensayo en vacío. Con secundario abierto se aplica una tensión V_o en el primario; se miden la corriente I_o y la potencia activa.
- IV. Ensayo en cortocircuito. Se cortocircuita el secundario y se alimenta con una tensión V_{CC} en el primario. Se mide la corriente I_{CC} y potencia activa. Al cortocircuitar el secundario, se trabaja con corrientes grandes. Para no quemar el equipo, se utiliza una tensión menor a la nominal.

Los siguientes son los resultados de estos ensayos para un transformador de 1 MVA y tensión nominal 30kV.

Nota: Generalmente estos transformadores son trifásicos. Los datos fueron alterados en forma acorde

Ensayo	Resultados
1	400:30000
2	$R_1 = 1m\Omega$ $R_2 = 8\Omega$
3	$V_o = 230volts$ $I_o = 12A$ $P = 876W$
4	$V_{CC} = 98volts$ $I_{CC} = 10.3A$ $P = 650W$

A partir de los ensayos anteriores, determine los parámetros del modelo del transformador mostrado en la figura 13.
Sugerencia: desprecie el efecto de R_1 y L_f en el ensayo en vacío; desprecie el efecto de R_3 y L_1 en el ensayo en cortocircuito; al final verifique que las aproximaciones son razonables.

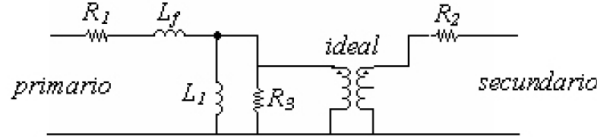


Figura 13: Circuito del Ejercicio 15

16.-(Examen de Sistemas Lineales 1, diciembre de 2003) En numerosas situaciones, es deseable que en cierta etapa de transformación se cambien los niveles de tensión en una pequeña cantidad. En estas circunstancias, es demasiado costoso elaborar un transformador con devanados independientes dimensionados para casi el mismo voltaje. Por lo tanto, para este fin suele usarse un transformador conectado de manera particular, obteniéndose un *autotransformador*, como el que se muestra a la izquierda de la figura 14. **Las bobinas de la figura funcionan como un transformador ideal.**

- a)
 - I. Hallar la relación entre las tensiones en el primario (V_1) y el secundario (V_2), en función de N_s y N_p . De manera similar, hallar la relación entre las corrientes en el primario (I_1) y el secundario (I_2).
 - II. Si $N_p = 120$, hallar N_s para que la relación de elevación de tensiones sea $\frac{V_2}{V_1} = 1,1$. **Estos valores se mantendrán para el resto del problema.**
- b) Se conecta una carga en bornes del secundario como se muestra a la derecha de la figura 14. Los datos son:

$$\omega = 100\pi, R = 100\Omega, C = 50\mu F, 100mHy$$

- I. Calcular la impedancia vista desde el primario $Z_v(j\omega)$.
 - II. ¿Es inductiva o capacitiva? Si se conecta $Z_v(j\omega)$ a una fuente sinusoidal, ¿esperaría que el fasor de la corriente a través Z_v adelante al fasor de la tensión de la fuente? **Justifique cualitativamente, mediante un diagrama fasorial.**
- c) Se alimenta a $Z_v(j\omega)$ con una fuente sinusoidal $v(t) = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$.
 - I. Hallar el fasor de corriente I por la impedancia Z_v .
 - II. Calcular las potencias activa, reactiva y aparente consumidas a la fuente.
 - III. Compensar el factor de potencia mediante la adición de una componente en paralelo con la fuente. Indicar qué componente colocaría y calcular su valor.

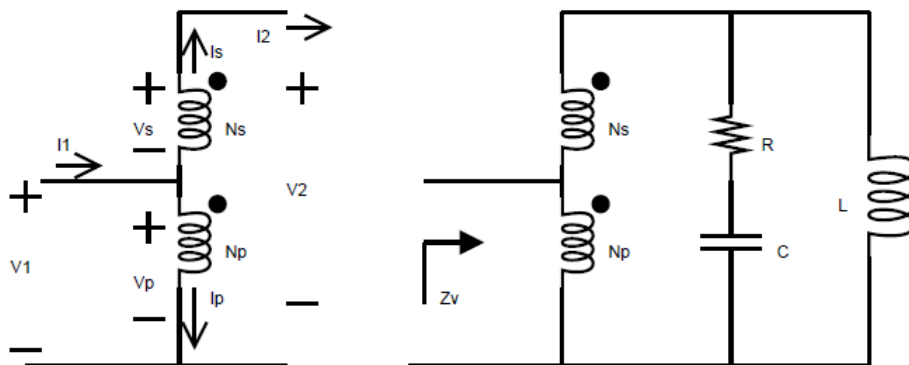
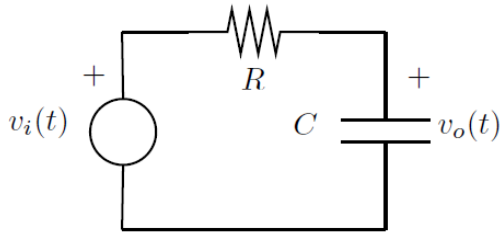


Figura 14: Circuito del Ejercicio 16

17.- (Solución en régimen vs solución completa)



- a)
- En el circuito de la figura, halle una distribución $T \in \mathcal{D}'$ tal que $v_i = T * v_o$.
 - Halle la respuesta al impulso del circuito, considerando como entrada la tensión $v_i(t)$ y como salida la tensión $v_o(t)$.
 - Halle la respuesta del circuito a la entrada $v_i(t) = Y(t) \cdot \sin\left(\frac{1}{RC}t\right)$.
 - Compare la solución de la parte anterior con la respectiva respuesta en régimen calculada por fasores.

- b) Considere la parte *d) – ii)* del Ejercicio 10 del práctico 4. Observe que el sistema no admite respuesta en régimen. Compare la respuesta total hallada con la respectiva respuesta en régimen calculada por fasores.