ESCUELA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA
IEE 2123 Circuitos Eléctricos
Seccion 1
Segundo Semestre 2025

Interrogación 1
Fecha: 3 Septiembre 2025
Tiempo: 80 minutos
Puntaje Total: 80 puntos

CÓDIGO DE HONOR UC
(Punto Base)

Como miembro de la comunidad de la Pontificia Universidad Católica de Chile, me comprometo a respetar los principios y normativas que la rigen. Asimismo, me comprometo a actuar con rectitud y honestidad en las relaciones con los demás integrantes de la comunidad y en la realización de todo trabajo, particularmente en aquellas actividades vinculadas a la docencia, al aprendizaje y la creación, difusión y transferencia del conocimiento. Además, me comprometo a velar por la dignidad e integridad de las personas, evitando incurrir en, y rechazando, toda conducta abusiva de carácter físico, verbal, psicológico y de violencia sexual. Del mismo modo, asumo el compromiso de cuidar los bienes de la Universidad.

Declaro que respeté el Código de Honor de la UC durante el desarrollo de la evaluación presencial del curso IEE2123 del día de hoy, 3 de Septiembre. Durante la interrogación no recibí ningún tipo de información relativa a esta, utilicé solamente los materiales autorizados para rendir la interrogación, trabajé de manera individual y respeté el tiempo asignado para resolver la prueba.

HORA DE INICIO:

HORA DE TÉRMINO:

NOMBRE COMPLETO:

NUMERO DE ALUMNO:

FIRMA:

Nombre y Número de Alumno UC: _____

Problema 1 (20 pts)

a) Determine la corriente total que entrega la fuente de voltaje del circuito en base a parámetros conocidos (7 pts).

b) Obtenga una expresión para la corriente i_x en base a parámetros conocidos (9 pts).

c) Analice cualitativamente qué sucedería con la caída de voltaje de las resistencias R_8 y R_9 si el valor de R_2 tiende a cero (4 pts).

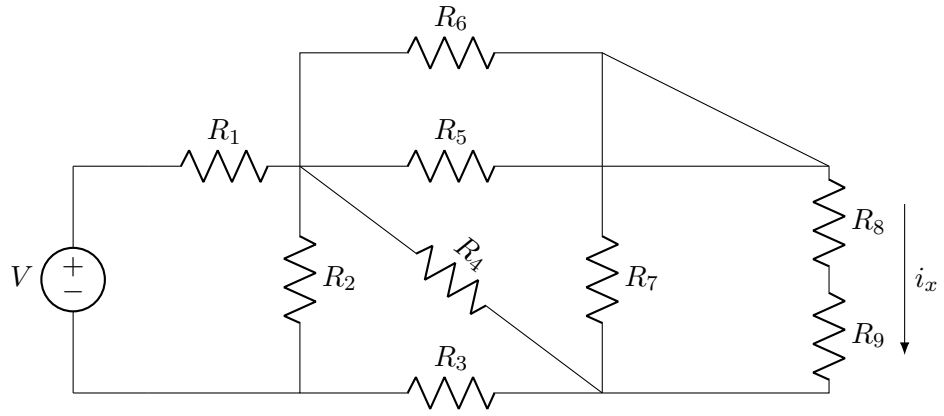


Figura 1: Circuito Problema 1

a) Corriente entregada por la fuente

Para calcular la corriente que entrega la fuente de voltaje, debemos determinar cuál es la resistencia que ve esa fuente:

$$R_{\text{eq}} = \Big(\big([((R_8 + R_9) \parallel R_7) + (R_6 \parallel R_5)] \ \parallel \ R_4 \big) + R_3 \Big) \ \parallel \ R_2 \ + \ R_1$$

$$I_t = \frac{V}{R_{\text{eq}}}$$

Para facilitar los divisores posteriores, definimos los bloques intermedios:

$$A \equiv ((R_8 + R_9) \parallel R_7) + (R_6 \parallel R_5), \quad B \equiv A \parallel R_4, \quad C \equiv B + R_3, \quad D \equiv C \parallel R_2$$

5 puntos por la resistencia equivalente
2 puntos por la expresión de la corriente

b) Expresión para la corriente i_x

1) Paralelo entre C y R_2:

$$\boxed{I_1 \;=\; I_t \,\frac{R_2}{C + R_2}}$$

2) Dentro de C: paralelo entre A y R_4 (luego serie con R_3):

$$\boxed{I_2 \;=\; I_1 \,\frac{R_4}{A + R_4}}$$

3) Dentro de A: subparalelo entre $(R_8 + R_9)$ y R_7 (en serie con $R_6 \parallel R_5$):

$$\boxed{i_x \;=\; I_2 \,\frac{R_7}{R_7 + R_8 + R_9}}$$

3 puntos por cada divisor de corriente

c) Caso límite (paralelos muy desiguales)

Si una rama es mucho menor que su complemento en un paralelo, entonces

$$R_{\text{chico}} \parallel R_{\text{grande}} \;\approx\; R_{\text{chico}},$$

por lo que la mayor parte de la corriente circulará por la rama de menor impedancia. En particular, si $R_2 \ll C$, entonces $D \approx R_2$ y $I_1 \approx 0$, mientras que I_{R_2} domina. Por lo tanto, por Ley de Ohm las caídas de potencial en R_8 y R_9 serán ínfimas.
2 puntos por el análisis
2 puntos por concluir bien

Nombre y Número de Alumno UC: _____

Problema 2 (20 pts)

Considere el circuito descrito en la Figura 2, para el cual se busca determinar las corrientes $i_1, i_2, \ldots, i_6$. Para esto, se le pide que:

a) Identifique los nodos y mallas del circuito (5 pts)

b) Utilizando los nodos/mallas anteriores y Leyes de Kirchoff, indique el conjunto de ecuaciones necesarias (no redundantes) para determinar las incógnitas $i_1, i_2, \ldots, i_6$ (15 pts).

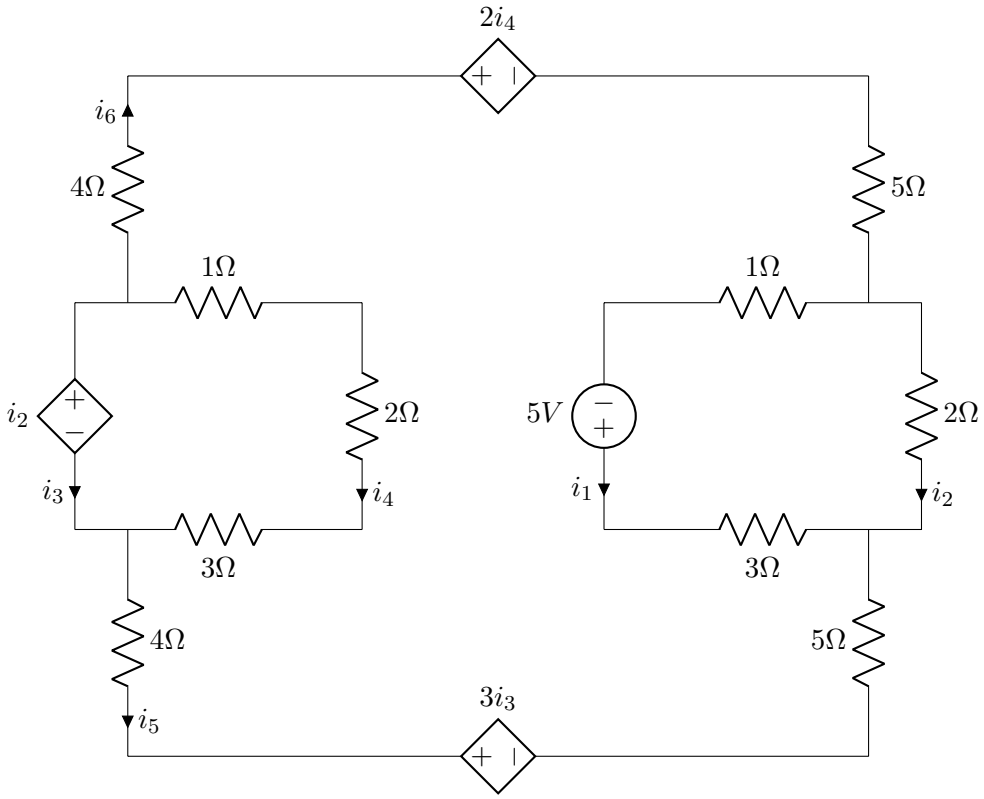
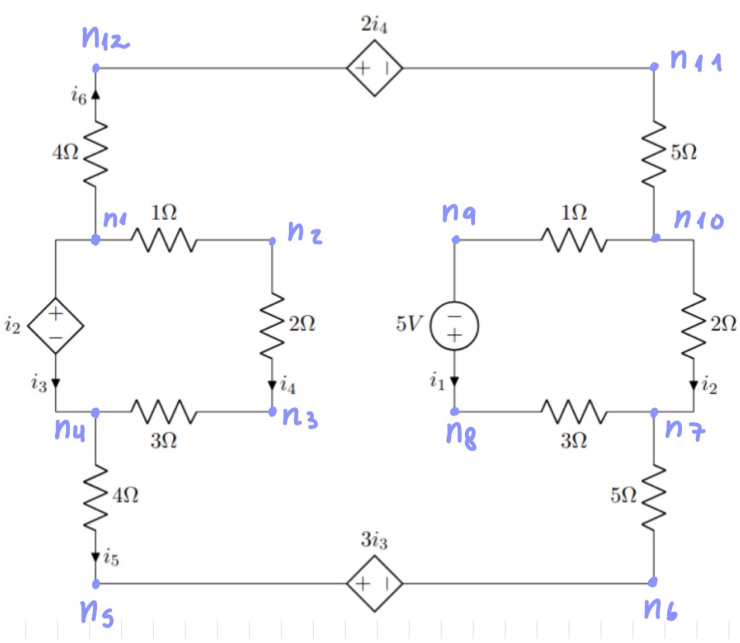


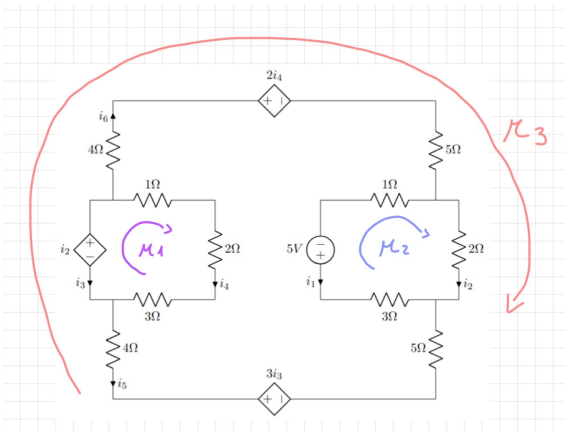
Figura 2: Leyes de Kirchhoff.

Pauta problema 2:

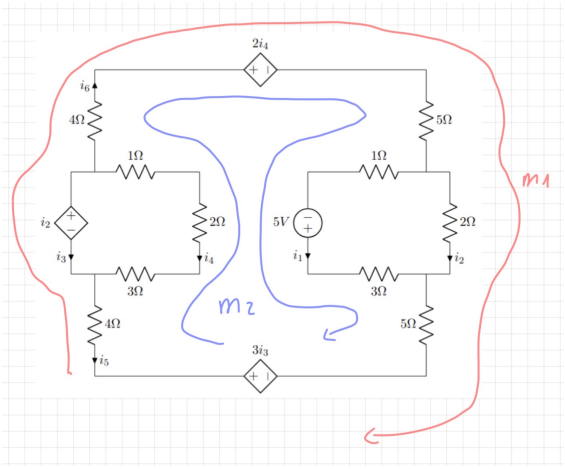
a)
El circuito contaba con 12 nodos.



Para las mallas, estas son 2 opciones posibles:



(a) Primera forma



(b) Segunda forma

Figura 3: Dos formas de interpretar los nodos

2 puntos por identificar nodos
3 puntos por identificar mallas

b)
Para los nodos, podemos definir ecuaciones *útiles* en los nodos 1, 4, 7 y 10 definidos en la imagen anterior. Estas quedarían de la siguiente manera:
N1:

$$i_3 + i_4 + i_6 = 0$$

N4:

$$i_4 + i_3 = i_5$$

N7:

$$i_2 + i_1 + i_5 = 0$$

N10:

$$i_6 = i_1 + i_2$$

Sin embargo, notemos que si reemplazamos las igualdades de las ecuaciones de los nodos 4 y 10 en la ecuación del nodo 1, obtenemos la ecuación del nodo 7, por lo que estas 4 ecuaciones son L.D. Solo necesitamos 3 de estas 4 ecuaciones, por lo que si se colocan las 4 sin indicar que son redundantes, se aplicará el descuento por reduncancia.

3 puntos por cada ecuación no redundante.
-1 punto por cada ecuación redundante extra.

Ecuaciones de mallas forma 1:

M1:

$$-i_2 + i_4 + 2i_4 + 3i_4 = 0$$

M2:

$$5 - i_1 + 2i_2 - 3i_1 = 0$$

M3:

$$-4i_5 - i_2 + 4i_6 + 2i_4 + 5i_6 + 2i_2 - 5i_5 - 3i_3 = 0$$

2 puntos por ecuación.
-0.5 puntos por cada mal signo. (max 2)

Ecuaciones de mallas forma 2:

M1:

$$-4i_5 - i_2 + 4i_6 + 2i_4 + 5i_6 + 2i_2 - 5i_5 - 3i_3 = 0$$

M2:

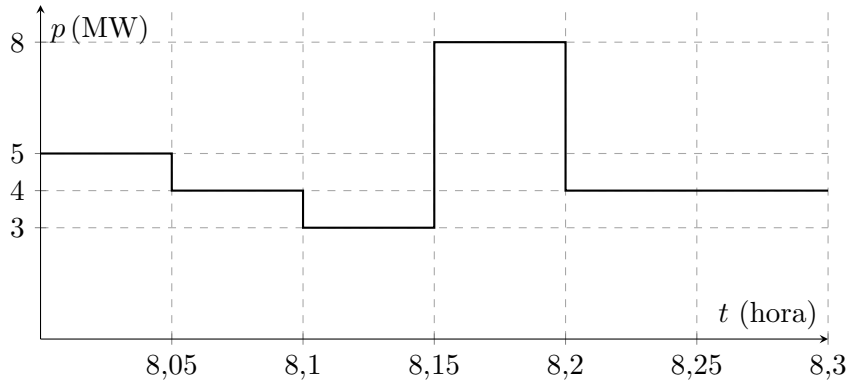
$$-4i_5 - 3i_4 - 2i_4 - i4 + 4i_6 + 2i_4 + 5i_6 + i_1 - 5 + 3i_1 - 5i_5 - 3i_3 = 0$$

3 puntos por ecuación.
-0.5 puntos por cada mal signo. (max 2)

Nombre y Número de Alumno UC: _____

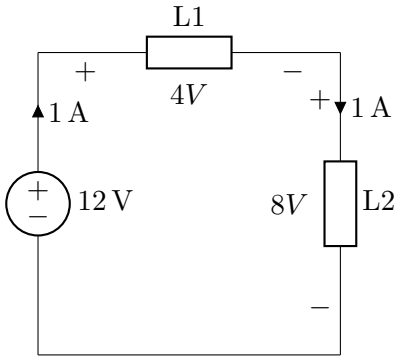
Problema 3 (10 pts)

a) La siguiente figura representa la potencia tomada por una planta industrial entre las 8:00 y las 8:30 de la mañana. Calcule la energía total en Joules (J) consumida por la planta (4 pts).



b) Una batería de voltaje nominal $48V$ tiene almacenada una energía de $E = 5 \times 10^6$ J. Determine la corriente máxima constante que puede suministrar la batería si esta se descarga completamente en $t = 40$ h (4 pts).

c) Determine la potencia absorbida (en Watts) por los elementos L1 y L2 del siguiente circuito (2 pts).



Solución

1. La energía total en MWh está dada por el área bajo la curva (Expresando las unidades de tiempo en horas):

$$E = 5 \cdot \frac{1}{12} + 4 \cdot \frac{1}{12} + 3 \cdot \frac{1}{12} + 8 \cdot \frac{1}{12} + 4 \cdot \frac{1}{12} + 4 \cdot \frac{1}{12} = 2{,}33 MWh$$

2. *a*) Calculando la potencia:

$$P = \frac{5 \cdot 10^6}{40 \cdot 3600} = 34{,}7W$$

A partir de esto, la corriente está dada por:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{34{,}7}{48} = 0{,}72A$$

3.

$$P_1 = 4W$$

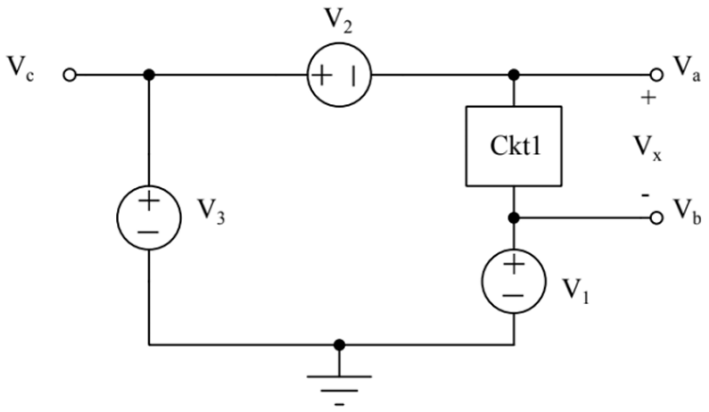
$$P_2 = 8W$$

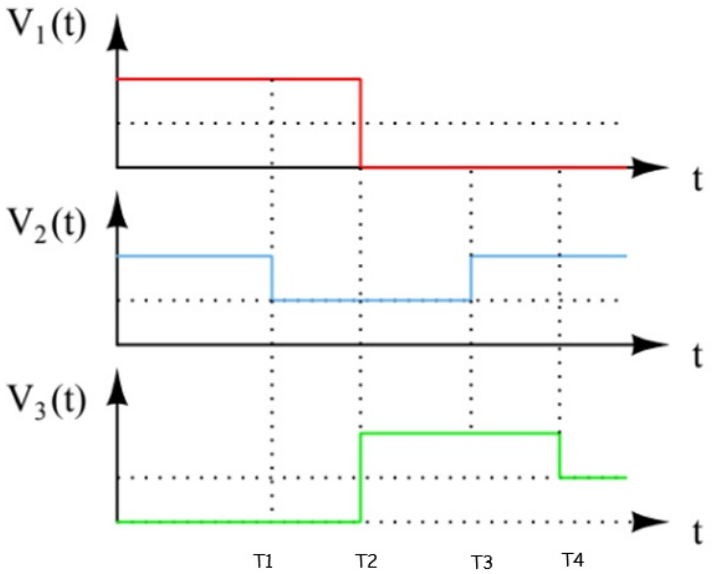
Nombre y Número de Alumno UC: _____

Problema 4 (10 pts)

a) Grafique V_a, V_b, V_c, V_x en función del tiempo usando el nodo de referencia indicado en la figura (6 pts).

b) Vuelva a graficar V_a, V_b, V_c, V_x en función del tiempo, pero ahora usando V_a como referencia (4 pts).



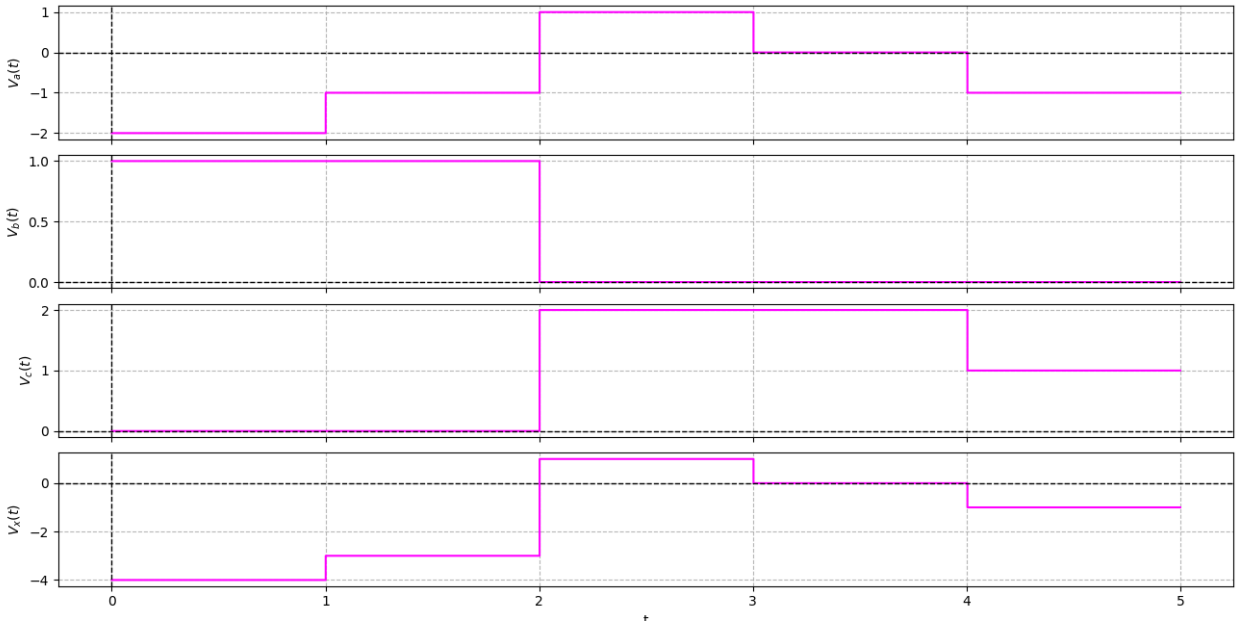


Solución

1. Podemos notar que los voltajes que nos solicitan pueden ser representados por las siguientes relaciones:

$$V_a = -V_2 + V_3, \quad V_b = V_1, \quad V_c = V_3, \quad V_x = V_a - V_b = -V_2 + V_3 - V_1$$

Los resultados son:



- **0.5 puntos** por una expresión para V_b en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por una expresión para V_c en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_b.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_c.

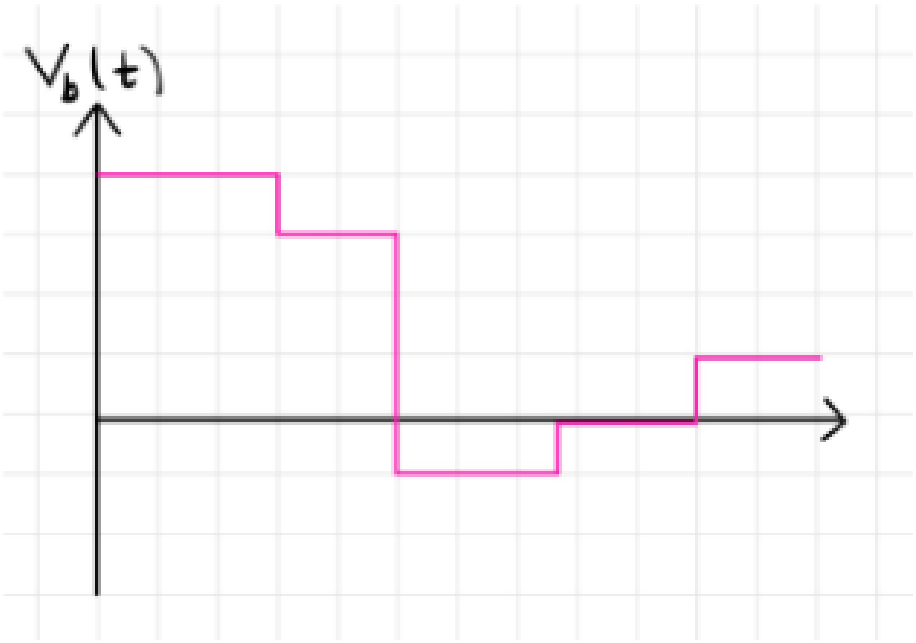
- **1 punto** por una expresión para V_a en función de V_1, V_2 y V_3.
- **1 punto** por una expresión para V_x en función de V_1, V_2 y V_3.
- **1 punto** por un gráfico para V_a.
- **1 punto** por un gráfico para V_x.

Cualquier diferencia con el gráfico de las imágenes se descontará 0.5 pt en el puntaje asociado.

2. Si V_a es la referencia, tenemos las siguientes relaciones:

$$V_a = 0\,\text{V}, \quad V_b = V_2 - V_3 + V_1, \quad V_c = V_2, \quad V_x = -V_b$$

La única gráfica que no conocemos es $V_b = V_2 - V_3 + V_1$, así que esa graficaremos.



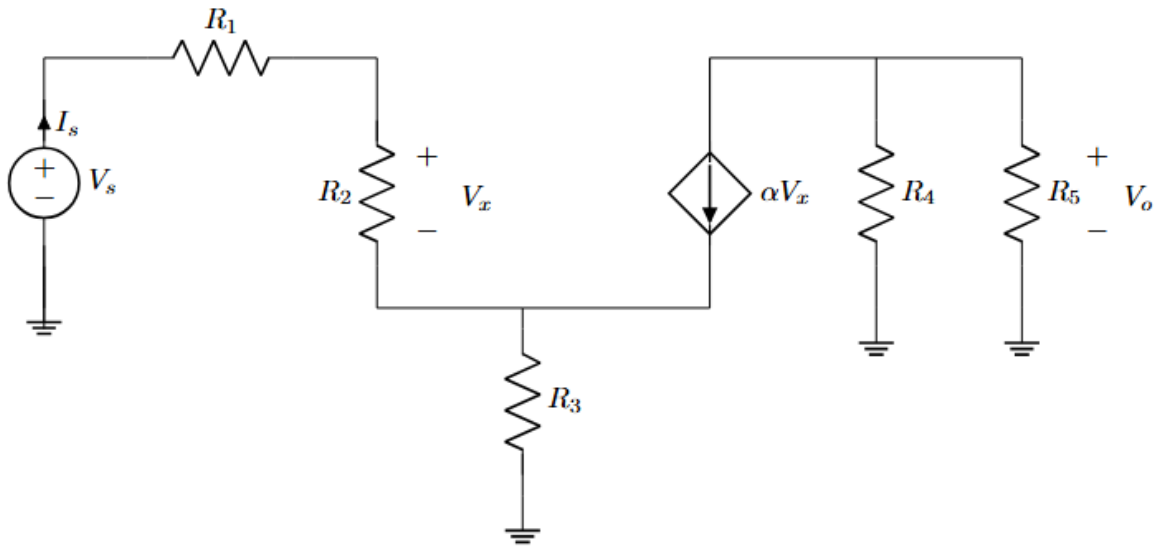
- **0.5 puntos** por una expresión para V_a en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por una expresión para V_b en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por una expresión para V_c en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por una expresión para V_x en función de V_1, V_2 y V_3.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_a.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_b.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_c.
- **0.5 puntos** por un gráfico para V_x.

Si se realizan los gráficos correctamente pero no se señalan expresiones, asignar de todas formas el puntaje asociado.
Si no se grafica V_a pero se explicita que vale 0V asignar el puntaje asociado en su totalidad.
Cualquier diferencia con el gráfico de las imágenes se descontará 0.25 pt en el puntaje asociado.

Nombre y Número de Alumno UC: _____

Problema 5 (20 pts)

Considere el siguiente circuito amplificador:



A continuación, responda:

a) Determine la ganancia de voltaje $\frac{V_o}{V_s}$ (10 pts).

b) Estudie qué sucede con la ganancia de voltaje cuando $\alpha \to \infty$ (3 pts).

c) Determine la ganancia de transresistencia $\frac{V_o}{I_s}$ (5 pts).

d) Estudie el efecto de R_1 en la ganancia de transresistencia (2 pts).

Solución (10 pts)

a) En primer lugar, por ley de Ohm se tiene la relación:

$$V_x = R_2 I_s \tag{1}$$

Se asume que por la resistencia R_3 circula una corriente I_{R_3} en sentido hacia tierra. Por lo tanto, empleando leyes de Kirchhoff en la malla izquierda y en el nodo de R_3, se obtiene lo siguiente:

$$V_s = R_1 I_s + R_2 I_s + R_3 I_{R_3} \tag{2}$$
$$I_{R_3} = \alpha V_x + I_s = \alpha R_2 I_s + I_s \tag{3}$$

Se reemplaza la ecuación (3) en (2), obteniendo:

$$V_s = R_1 I_s + R_2 I_s + R_3(\alpha R_2 I_s + I_s) \tag{4}$$
$$V_s = (R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3) I_s \tag{5}$$

$$I_s = \frac{V_s}{R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3} \tag{6}$$

Para obtener el valor de V_x, se reemplaza la ecuación (6) en (1):

$$V_x = V_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3} \tag{7}$$

Por otra parte, el voltaje V_o está dado por:

$$V_o = -\alpha V_x \cdot (R_4 // R_5) \tag{8}$$

Finalemente, reemplazando la ecuación (7) en (8):

$$V_o = -\alpha V_s \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3} \cdot (R_4 // R_5) \tag{9}$$

$$\boxed{\frac{V_o}{V_s} = -\frac{\alpha R_2 (R_4 // R_5)}{R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3}} \tag{10}$$

- 1 pto por ecuación (1)
- 2 ptos por ecuación (2)
- 2 ptos por ecuación (3)
- 2 ptos por ecuación (6)
- 2 ptos por ecuación (8)
- 1 pto por resultado final correcto

b) Se estudia el límite de la ganancia de voltaje cuando $\alpha \to \infty$:

$$\lim_{\alpha\to\infty} \frac{V_o}{V_s} = \lim_{\alpha\to\infty} -\frac{\alpha R_2(R_4//R_5)}{R_1 + R_2 + R_3 + \alpha R_2 R_3} \tag{11}$$

$$\lim_{\alpha\to\infty} \frac{V_o}{V_s} = -\frac{R_2(R_4//R_5)}{R_2 R_3} \tag{12}$$

$$\boxed{\lim_{\alpha\to\infty} \frac{V_o}{V_s} = -\frac{(R_4//R_5)}{R_3}} \tag{13}$$

Se observa que la ganancia de voltaje tiende a un valor específico dependiente de R_3, R_4 y R_5. Al aumentar el valor de α, aumenta la resistencia equivalente vista por la fuente V_s, lo que genera una disminución en el valor de V_x. Por esta razón la ganancia no tiende a infinito y converge a un valor particular.

- 1 ptos por obtener convergencia de la ganancia (no tiende a infinito)
- 2 ptos por obtener resultado final correcto

c) Se recuerdan las ecuaciones (1) y (8):

$$V_x = R_2 I_s \tag{14}$$

$$V_o = -\alpha V_x \cdot (R_4//R_5) \tag{15}$$

Reemplazando V_x se obtiene:

$$\boxed{\frac{V_o}{I_s} = -\alpha R_2(R_4//R_5)} \tag{16}$$

- 1 pto por ecuación (1) y (8)
- 4 ptos por resultado final correcto

d) En la expresión obtenida anteriormente se observa que R_1 no tiene ningún efecto en la ganancia de transresistencia.

- 1 pto por concluir que R_1 no tiene efecto en la ganancia de transresistencia.
- 1 pto por argumentar el resultado obtenido.