

**Nombre del Alumno:**

**Grupo:**

**NIU:**

**Normas:**

Para la realización del examen **no** se permite la utilización de apuntes, libros ni ningún otro material de consulta. Se deberá presentar el carnet de la universidad o una identificación oficial (DNI, pasaporte...).

Se podrá utilizar calculadora pero **no podrá ser en ningún caso programable**. La utilización de una calculadora programada será motivo de expulsión del examen teniendo un cero en esta convocatoria.

Está prohibido cualquier otro tipo de dispositivo electrónico. La utilización de cualquier dispositivo o wereable será motivo de expulsión del examen teniendo un cero en esta convocatoria. Mochilas, abrigos y demás enseres deberán ser depositados en el lugar que indiquen los profesores.

El examen se puntúa sobre 10 puntos para los alumnos que se adhieran a la evaluación continua, aunque su valor en la nota final será del 50%. Siguiendo las normas de la universidad que se pueden consultar en Campus Global bajo el encabezado "Exámenes" dentro de Docencia e Investigación > Actividad Académica > Exámenes > Normativa relacionada:

[http://www.uc3m.es/portal/page/portal/organizacion/secret\\_general/normativa/estudiantes/estudios\\_grado/normativa-evaluacion-continua-31-05-11\\_FINALx.pdf](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/organizacion/secret_general/normativa/estudiantes/estudios_grado/normativa-evaluacion-continua-31-05-11_FINALx.pdf)

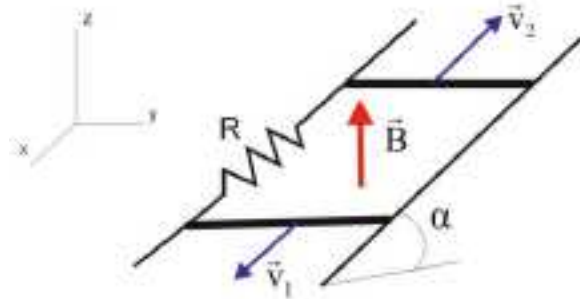
El examen a realizar por los alumnos que se adhieren a evaluación continua y valorado sobre 10 puntos es el siguiente: Cuestión 1 (2 puntos) + Cuestión 2 (0.5 puntos) + Cuestión 3 (0.5 puntos) Problema 1: (2 puntos) + Problema 2 (3 puntos)+ Problema 3 (2 puntos).

El examen tendrá una duración de dos y media. Los alumnos entregaran las hojas de examen, las hojas de sucio y el enunciado.

*(No pase de esta hoja hasta que se lo indiquen)*

**Cuestión teórica 1: (2 puntos)**


Sean las dos varillas paralelas metálicas de la figura, de igual longitud  $L$  y resistencia  $r$  cada una, que se alejan la una de la otra con sendos movimientos rectilíneos y uniformes con velocidades  $\vec{v}_1$  y  $\vec{v}_2$ . Las varillas se mueven sin fricción sobre dos cables conductores paralelos e indefinidos, contenidos en un plano que forma un ángulo  $\alpha$  con el plano XY. Uno de los cables tiene incorporada otra resistencia  $R$  tal y como se observa en la figura. Todo el conjunto está sometido a un campo magnético  $\vec{B}(t) = B_0 \cos(\omega t) \vec{u}_z$ , paralelo al eje Z. Las direcciones de los vectores  $\vec{v}_1$  y  $\vec{v}_2$  son paralelas a los cables conductores y en el instante inicial la separación de las varillas es  $d_0$ . Determinar en función de los parámetros anteriores y para el instante de tiempo  $t = \pi/\omega$ :



- La fuerza electromotriz inducida (1 punto)
- La intensidad de corriente que circula por la resistencia  $R$  determinando el sentido de dicha corriente. (0.5 puntos)
- La resistencia  $R$  para que la potencia disipada en ésta sea máxima. (0.5 puntos)

**Cuestión teórica 2: (0.5 puntos)**

Determine si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Cada acierto suma 1/8 de punto, cada error resta 1/8 de punto. La puntuación mínima para esta cuestión es 0.

- Se coloca una fuente sinusoidal VSIN en un circuito RLC serie. Se simula usando ACSweep para observar su respuesta en frecuencia. La simulación muestra la resonancia del circuito.
- Se coloca una fuente VDC y una fuente VAC en un circuito con resistencias, inductancias y condensadores. Dicho circuito se simula para analizar el comportamiento en función de la frecuencia. PSPice da error por usar una fuente de corriente continua en un análisis en frecuencia.
- Se sitúan varias resistencias y fuentes VDC en un circuito de corriente continua. Se usa BIAS POINT DETAIL (análisis por defecto en PSPice) para determinar la tensión en ciertos puntos del circuito. Para ello se simula y se usa el botón . PSPice muestra los voltajes en cada punto.

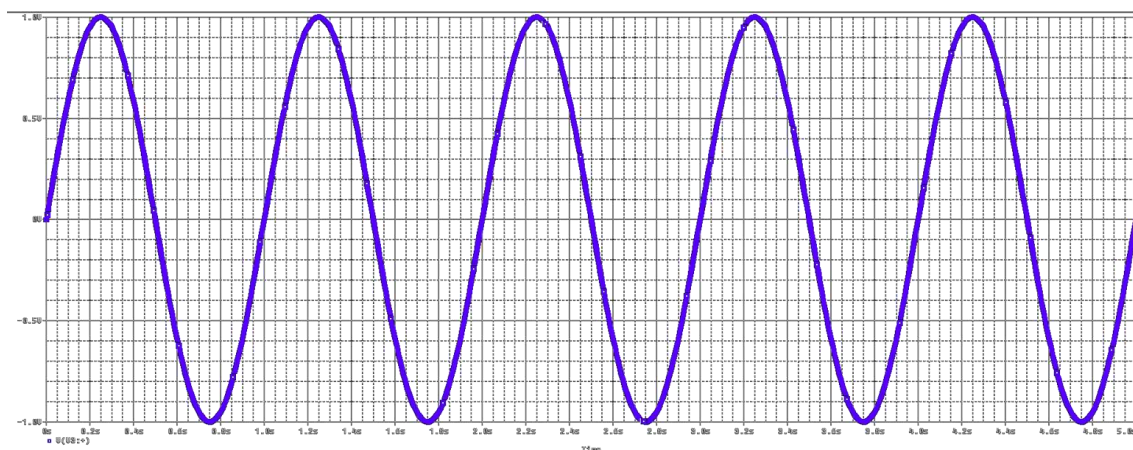
d) Se simula el circuito de la figura en BIAS POINT DETAIL. La simulación se completa sin problemas y muestra los valores de voltaje e intensidad.



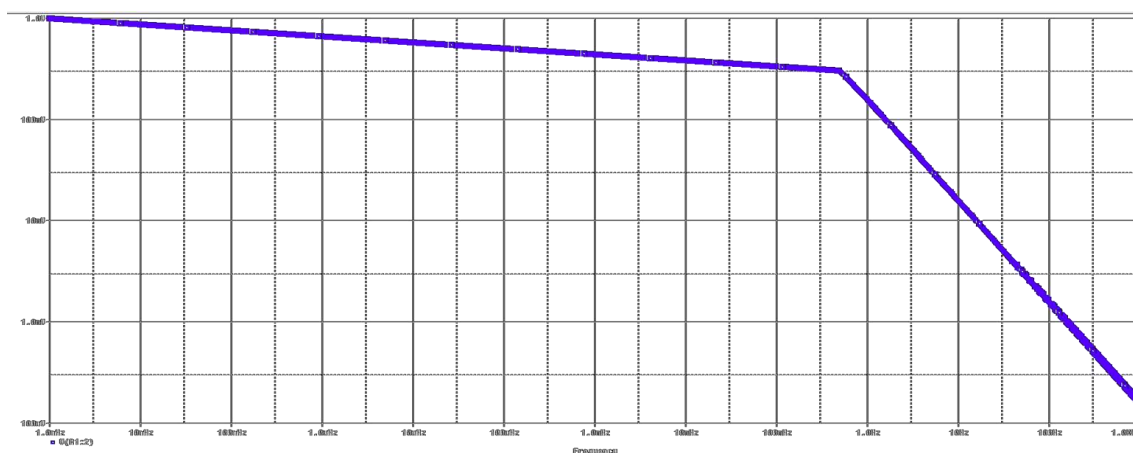
### Cuestión teórica 3: (0.5 puntos)

Un determinado circuito se analiza en PSpice de diversos modos resultando en las siguientes gráficas:

Voltaje frente a tiempo



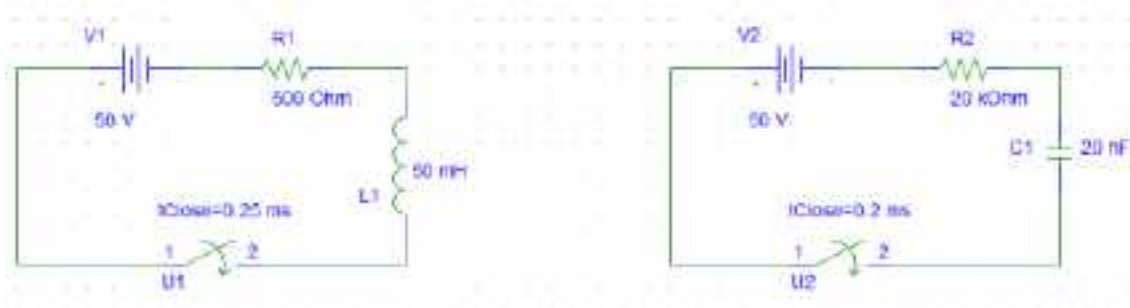
Voltaje frente a frecuencia



- a) ¿Qué tipo de análisis se ha hecho en cada caso? (1/8 puntos)
- b) ¿Se trata de un circuito de corriente continua o de corriente alterna? (1/8 puntos)
- c) ¿Qué puedes decir del circuito en base a la segunda gráfica? (1/4 puntos)

**Problema 1: (2 puntos)**

Dados los circuitos de la figura, donde el condensador está inicialmente descargado:

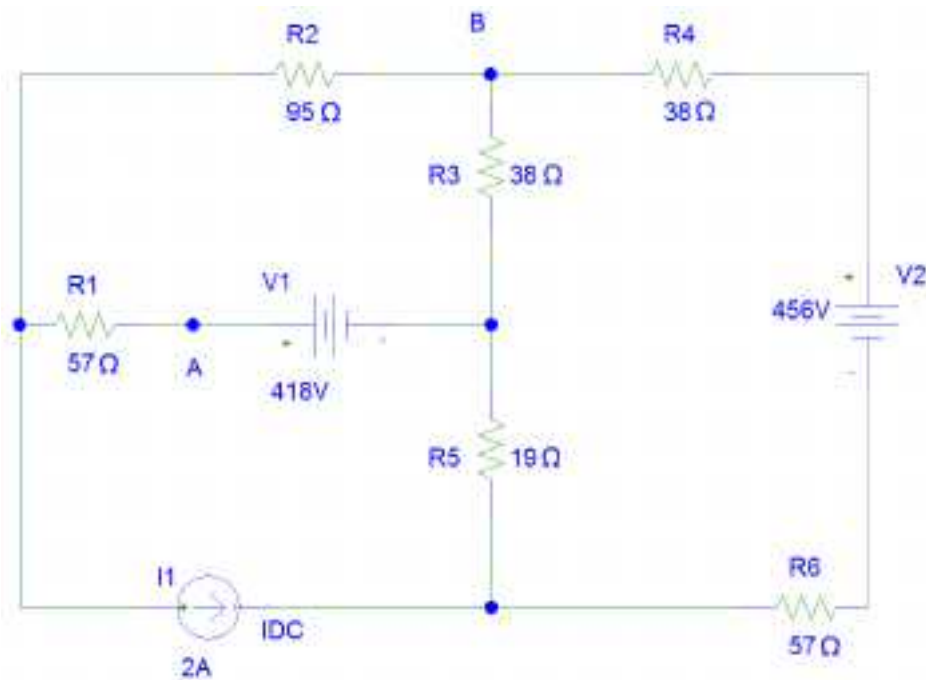


- Determine las constantes de tiempo de cada uno de los circuitos. (0.25 puntos)
- Deduzca la expresión de la intensidad que circula por el condensador en función del tiempo. (0.25 puntos)
- Indique el valor de la intensidad que circula por la bobina y el condensador en el instante de cierre de los interruptores. (0.25 puntos)
- Indique el valor de la intensidad que circula por la bobina y el condensador en un tiempo lo suficientemente largo para alcanzar el estado estacionario. (0.25 puntos)
- Calcule la intensidad que circula por la bobina y el condensador en el instante  $t = 0.3$  ms. (0.5 puntos)
- Si el interruptor del circuito de la bobina se abre en el instante  $t = 0.5$  ms, ¿en qué instante  $t$  serán iguales la intensidad que circula por la bobina y la intensidad que circula por el condensador? NOTA: Suponer que en ese instante la corriente que circula por la bobina es máxima. (0.5 puntos)

**Problema 2: (3 puntos)**

En el circuito de la figura:

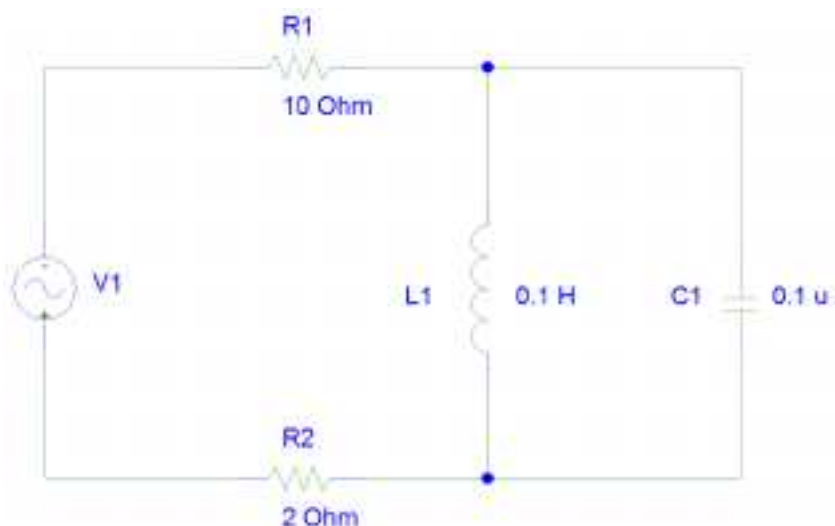
- Calcular el equivalente Thévenin entre los puntos A y B. (1.5 puntos)
- Calcular el equivalente Norton entre ambos puntos. (0.5 puntos)
- Calcular la caída de tensión entre los bornes de la fuente de intensidad I1. (1 punto)



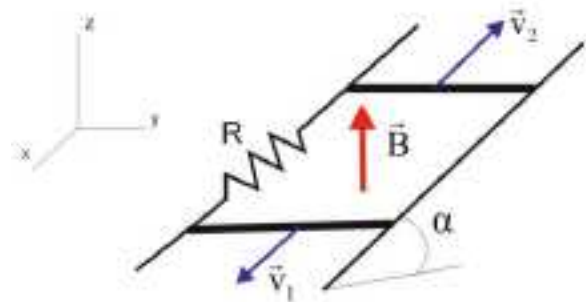
### Problema 3: (2 puntos)

En el circuito de la figura, la fuente de tensión proporciona una fuerza electromotriz cuya expresión es  $V(t)=120\cdot\sin(1000t+45^\circ)$  (V). Si las dos resistencias tienen valores de 10 y 2  $\Omega$ , respectivamente, el condensador tiene una capacidad de 0.1  $\mu\text{F}$  y la bobina una inductancia de 0.1 H, obtener:

- La impedancia equivalente del circuito. (0.5 puntos)
- La corriente máxima que circula por la fuente. (0.5 puntos)
- El factor de potencia y su significado. (0.25 puntos)
- Dibuja la potencia aparente compleja. (0.75 puntos)



Sean las dos varillas paralelas metálicas de la figura, de igual longitud  $L$  y resistencia  $r$  cada una, que se alejan la una de la otra con sendos movimientos rectilíneos y uniformes con velocidades  $v_1$  y  $v_2$ . Las varillas se mueven sin fricción sobre dos cables conductores paralelos e indefinidos, contenidos en un plano que forma un ángulo



$\alpha$  con el plano XY. Uno de los cables tiene incorporada otra resistencia  $R$  tal y como se observa en la figura. Todo el conjunto está sometido a un campo magnético  $B(t) = B_0 \cos(\omega t) \mathbf{u}_z$ , paralelo al eje Z. Las direcciones de los vectores  $v_1$  y  $v_2$  son paralelas a los cables conductores y en el instante inicial la separación de las varillas es  $d_0$ . Determinar en función de los parámetros anteriores y para el instante de tiempo  $t = \pi/\omega$ :

- La fuerza electromotriz inducida (1 punto)
- La intensidad de corriente que circula por la resistencia  $R$  determinando el sentido de dicha corriente. (0.5 puntos)
- La resistencia  $R$  para que la potencia disipada en ésta sea máxima. (0.5 puntos)

Resolución:

**a)**

El vector superficie del área acotada por las varillas formará un ángulo  $\alpha$  con el vector inducción magnética. Por otro lado, la separación de sendas varillas en un instante de tiempo  $t$  será

$$d = (v_1 t + v_2 t + d_0)$$

Así que el área del circuito en ese instante de tiempo se podrá expresar como

$$S = L \cdot d = (v_1 t + v_2 t + d_0) L$$

Luego el flujo magnético que atraviesa el rectángulo acotado por sendas varillas vendrá dado por

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha = B_0 (v_1 t + v_2 t + d_0) L \cos \alpha \cos(\omega t)$$

Así, la fuerza electromotriz inducida será

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -B_o L \cos \alpha \left[ (v_1 + v_2) \cos(\omega t) - \omega(d_o + v_1 t + v_2 t) \sin(\omega t) \right]$$

Para  $t = \pi/\omega$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = B_o L \cos \alpha (v_1 + v_2)$$

**b)** La intensidad de la corriente inducida será para  $t = \pi/\omega$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{B_o (v_1 + v_2) L \cos \alpha}{R + 2r}$$

El sentido de la corriente será antihorario

**c)** La potencia disipada en R para ese instante será

$$P = I^2 R = \left[ \frac{B_o (v_1 + v_2) L \cos \alpha}{R + 2r} \right]^2 R$$

La potencia disipada será máxima si

$$\frac{dP}{dR} = \left[ B_o (v_1 + v_2) L \cos \alpha \right]^2 \frac{\left[ (R + 2r)^2 - 2R(R + 2r) \right]}{(R + 2r)^4} = 0$$

Y esta expresión se anula cuando  $R = 2r$ .


### Cuestión teórica 2: (0.5 puntos)

Determine si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Cada acierto suma 1/8 de punto, cada error resta 1/8 de punto. La puntuación mínima para esta cuestión es 0.

a) Se coloca una fuente sinusoidal VSIN en un circuito en un circuito RLC serie. Se simula usando ACSweep para observar su respuesta en frecuencia. La simulación muestra la resonancia del circuito.

b) Se coloca una fuente VDC y una fuente VAC en un circuito con resistencias, inductancias y condensadores. Dicho circuito se simula para analizar el comportamiento en función de la frecuencia. PSPice da error por usar una fuente de corriente continua en un análisis en frecuencia.

c) Se sitúan varias resistencias y fuentes VDC en un circuito de corriente continua. Se usa BIAS POINT DETAIL (análisis por defecto en PSPice) para determinar la tensión en ciertos

puntos del circuito. Para ello se simula y se usa el botón . PSPice muestra los voltajes en cada punto.

d) Se simula el circuito de la figura en BIAS POINT DETAIL. La simulación se completa sin problemas y muestra los valores de voltaje e intensidad.



Resolución:

a) Falso. VSIN no funciona en ACSweep, sólo en TRANSIENT.

b) Falso. Las pilas de continua no suponen un problema en los análisis en frecuencia.

c) Verdadero.

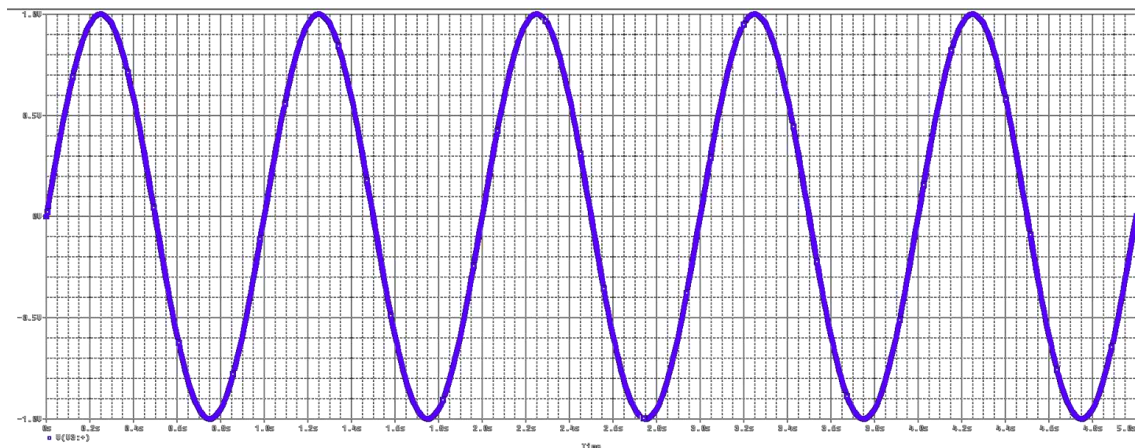
d) Falso. Falta la tierra para que la simulación funcione.

### Cuestión teórica 3: (0.5 puntos)

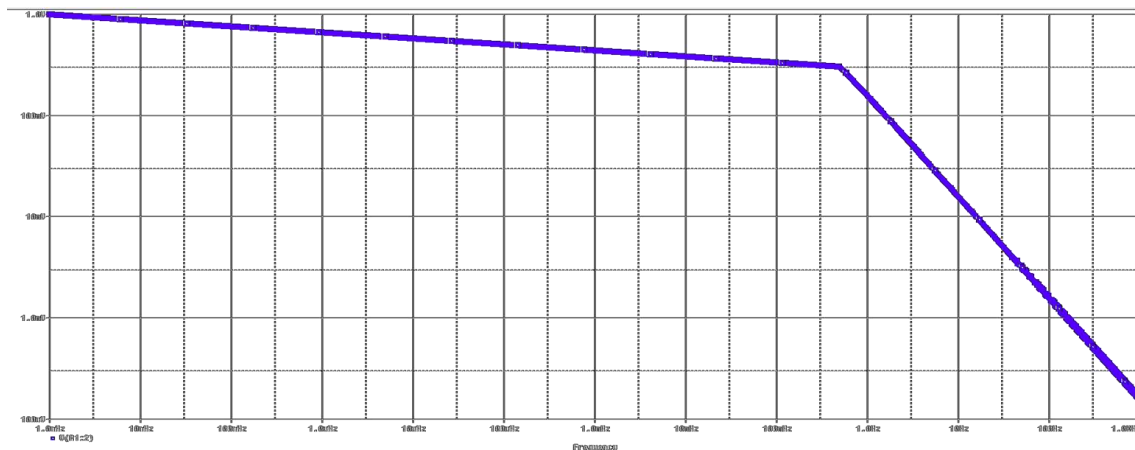
Un determinado circuito se analiza en PSPice de diversos modos resultando en las siguientes gráficas:

Voltaje frente a tiempo





Voltaje frente a frecuencia



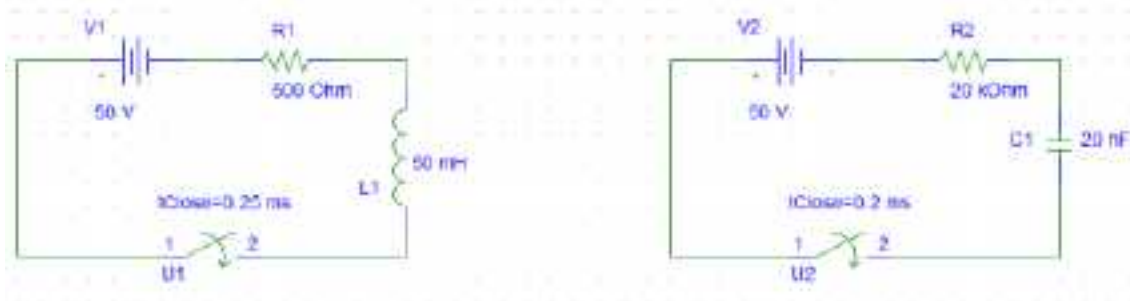
- a) ¿Qué tipo de análisis se ha hecho en cada caso? (1/8 puntos)
- b) ¿Se trata de un circuito de corriente continua o de corriente alterna? (1/8 puntos)
- c) ¿Qué puedes decir del circuito en base a la segunda gráfica? (1/4 puntos)

Resolución:

- a) Transient y AC Sweep respectivamente.
- b) Es un circuito de alterna porque tiene respuesta en frecuencia no constante.
- c) Es un filtro que deja pasar las frecuencias bajas.

### Problema 1: (2 puntos)

Dados los circuitos de la figura, donde el condensador está inicialmente descargado:



- Determine las constantes de tiempo de cada uno de los circuitos. (0.25 puntos)
- Deduzca la expresión de la intensidad que circula por el condensador en función del tiempo. (0.25 puntos)
- Indique el valor de la intensidad que circula por la bobina y el condensador en el instante de cierre de los interruptores. (0.25 puntos)
- Indique el valor de la intensidad que circula por la bobina y el condensador en un tiempo lo suficientemente largo para alcanzar el estado estacionario. (0.25 puntos)
- Calcule la intensidad que circula por la bobina y el condensador en el instante  $t = 0.3$  ms. (0.5 puntos)
- Si el interruptor del circuito de la bobina se abre en el instante  $t = 0.5$  ms, ¿en qué instante  $t$  serán iguales la intensidad que circula por la bobina y la intensidad que circula por el condensador? NOTA: Suponer que en ese instante la corriente que circula por la bobina es máxima. (0.5 puntos)

Resolución:

- a) Las constantes de tiempo son:

$$\tau_L = L/R = \frac{50 \text{ mH}}{500 \Omega} = 0.1 \text{ ms}$$

$$\tau_C = RC = 20 \text{ k}\Omega \cdot 20 \text{ nF} = 0.4 \text{ ms}$$

- b) La carga que circula por el condensador al cargarse es:

$$Q(t) = CV(1 - e^{-\frac{t-t_c}{RC}})$$

La intensidad será entonces:

$$I_C(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{CV}{RC} e^{-\frac{t-t_c}{RC}} = (2.5 \text{ mA}) e^{-\frac{t(\text{ms})-0.2}{0.4}}$$

c) La intensidad que circula por el condensador en el instante de cierre del interruptor será la intensidad máxima  $I=V/R=2.5 \text{ mA}$  que coincide con la intensidad máxima del apartado anterior. En el caso de la bobina, en el instante de cierre la intensidad es 0 A.

d) En tiempos largos o infinitos, la intensidad del condensador será nula, y en la bobina será igual a la corriente máxima  $I=V/R=0.1 \text{ A}$ .

e) Las intensidades serán:

$$I_C(t = 0.3 \text{ ms}) = (2.5 \text{ mA}) e^{-\frac{0.3-0.2}{0.4}} = 1.95 \text{ mA}$$

$$I_L(t = 0.3 \text{ ms}) = \frac{V}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t-t_L}{L/R}} \right) = 0.1 \text{ A} \left( 1 - e^{-\frac{0.3-0.25}{0.1}} \right) = 0.04 \text{ A}$$

f) Si el interruptor de la bobina se abre en  $t=0.5 \text{ ms}$ , la intensidad que circulará por ella será:

$$I'_L(t) = \frac{V}{R} \left( e^{-\frac{t-t'_L}{L/R}} \right) = 0.1 \text{ A} \left( e^{-\frac{t(\text{ms})-0.5}{0.1}} \right)$$

La intensidad del condensador era:

$$I_C(t) = (2.5 \text{ mA}) e^{-\frac{t(\text{ms})-0.2}{0.4}}$$

Si se igualan se obtiene:

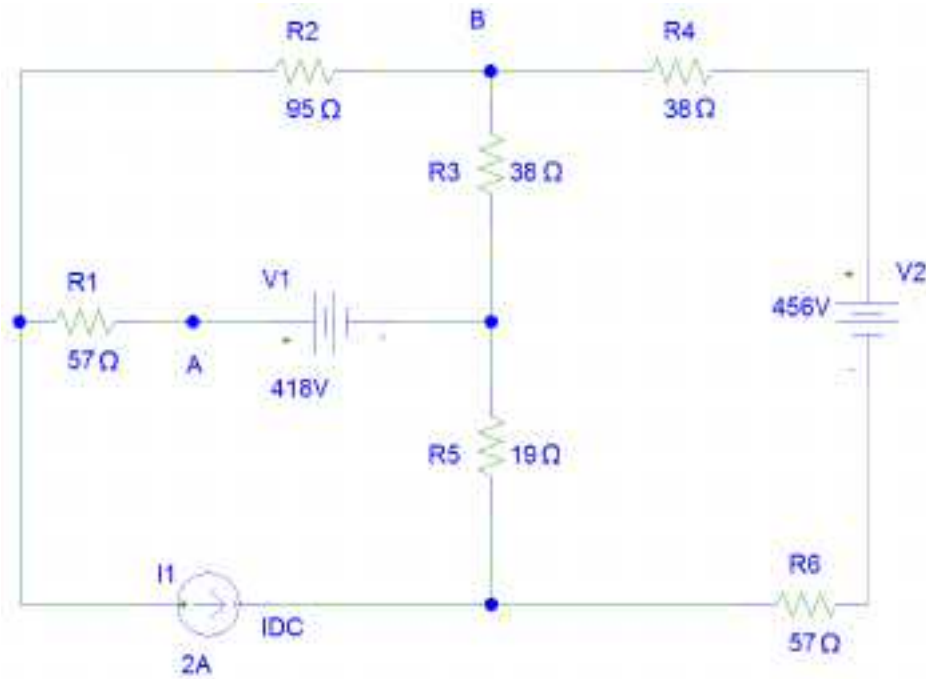
$$0.1 \text{ A} \left( e^{-\frac{t(\text{ms})-0.5}{0.1}} \right) = (2.5 \text{ mA}) e^{-\frac{t(\text{ms})-0.2}{0.4}}$$

Despejando (teniendo en cuenta las unidades de las corrientes) se obtiene  $t=1.09 \text{ ms}$ .

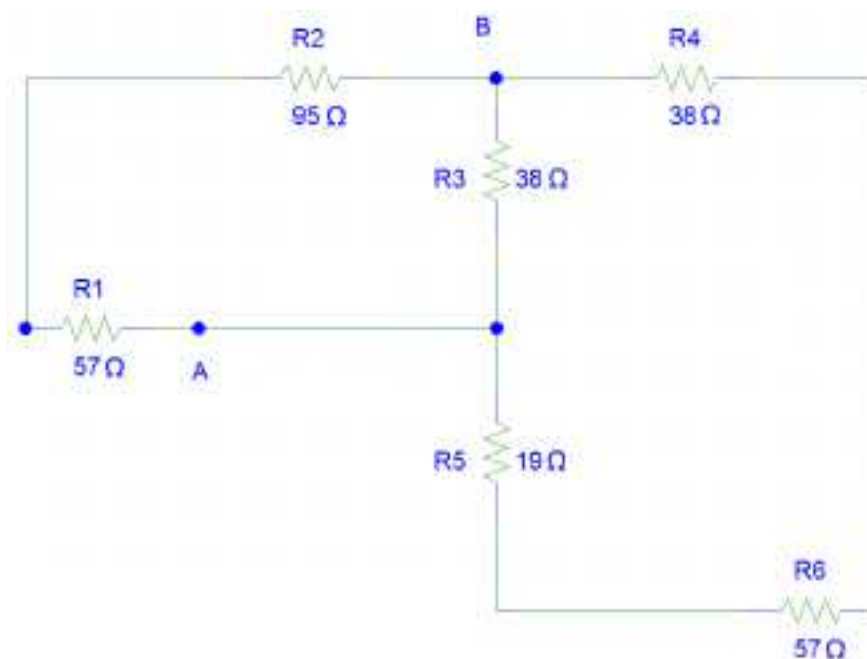
**Problema 2: (3 puntos)**

En el circuito de la figura:

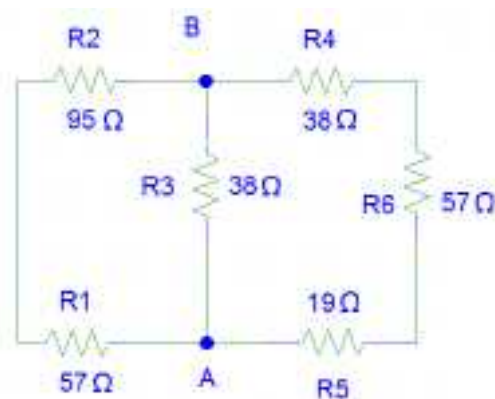
- Calcular el equivalente Thévenin entre los puntos A y B. (1.5 puntos)
- Calcular el equivalente Norton entre ambos puntos. (0.5 puntos)
- Calcular la caída de tensión entre los bornes de la fuente de intensidad  $I_1$ . (1 punto)



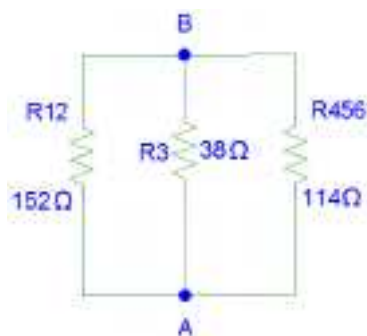
- Calculamos en primer lugar la resistencia equivalente de Thevenin, para ello, apagamos las fuentes y calculamos la resistencia equivalente entre los puntos A y B:  
Apagando las fuentes tenemos el circuito:



Reorganizando el diagrama:



Se trata de un paralelo de tres ramas, la serie R1 R2, la resistencia R3 y la serie R4 R5 R6:  
La resistencia equivalente de una serie se calcula sumando las resistencias, con lo que nos quedaría un circuito equivalente así:

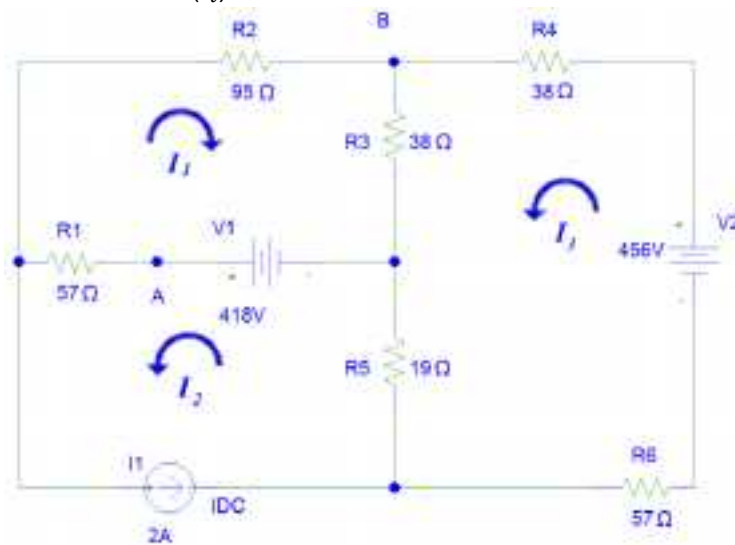


En este circuito tenemos tres ramas en paralelo, su equivalente será la resistencia del equivalente:

$$\frac{1}{R_{Th}} = \frac{1}{152} + \frac{1}{38} + \frac{1}{114} = \frac{1}{24}$$

$$R_{Th} = 24 \Omega$$

Para calcular la tensión equivalente de Thevenin, utilizamos el método de Maxwell para calcular las tensiones de Malla ( $I_i$ ):



Malla 1:

$$\begin{aligned}(95 + 38 + 57) \cdot I_1 + 57 \cdot I_2 + 38 \cdot I_3 &= 418 \\ 190 \cdot I_1 + 57 \cdot I_2 + 38 \cdot I_3 &= 418 \\ 10 \cdot I_1 + 3 \cdot I_2 + 2 \cdot I_3 &= 22\end{aligned}$$

Malla 2:

La intensidad de malla debe ser igual a la suministrada por la fuente I1

$$I_2 = 2A$$

Malla 3:

$$\begin{aligned}(38 + 38 + 19 + 57) \cdot I_3 + 38 \cdot I_1 - 19 \cdot I_2 &= 456 \\ 152 \cdot I_3 + 38 \cdot I_1 - 19 \cdot I_2 &= 456 \\ 8 \cdot I_3 + 2 \cdot I_1 - I_2 &= 24\end{aligned}$$

Sustituyendo el valor de  $I_2$  en las ecuaciones de las mallas 1 y 3 tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas:

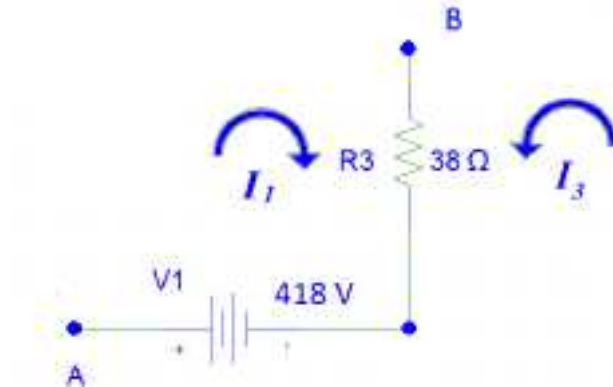
$$\begin{aligned}10 \cdot I_1 + 6 + 2 \cdot I_3 &= 22 \\ 10 \cdot I_1 + 2 \cdot I_3 &= 16 \\ 5 \cdot I_1 + I_3 &= 8\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}8 \cdot I_3 + 2 \cdot I_1 - 2 &= 24 \\ 8 \cdot I_3 + 2 \cdot I_1 &= 26 \\ 4 \cdot I_3 + I_1 &= 13\end{aligned}$$

Resolviendo el sistema obtenemos los valores de las intensidades de malla:

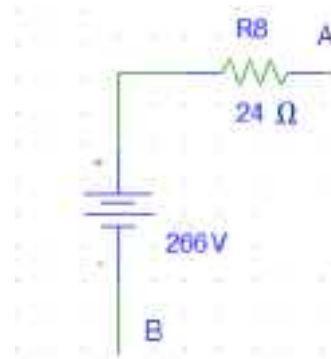
$$I_1 = 1A \quad I_2 = 2A \quad I_{23} = 3A$$

La tensión equivalente de Thevenin que buscamos será la caída de tensión entre los puntos A y B. La calculamos por cualquier trayecto, por ejemplo el mostrado en la figura:



$$V_{Th} = V_A - V_B = 418 - (I_1 + I_3) \cdot 38 = 418 - 4 \cdot 38 = 266 V$$

Así pues, el equivalente Thevenin pedido es el siguiente:

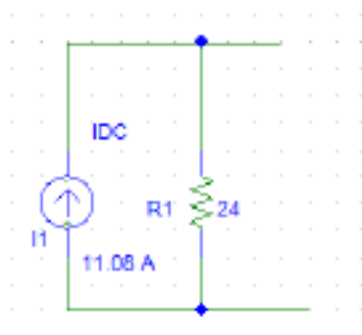


2. En el equivalente Norton, la resistencia equivalente será la misma que en el Thevenin y la intensidad Norton se puede calcular aplicando la ley de Ohm:

de

$$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}} = \frac{266}{24} = 11,08 A$$

El equivalente Norton será pues:



3. La caída de tensión en la fuente I1 se puede calcular haciendo el balance de caídas de tensión en la malla 2 (primera regla de Kirchoff):

Tomando como positivo el sentido horario de caídas de tensión dentro de la malla:

$$-(I_1 + I_2) * 57 + 418 + (I_3 - I_2) * 19 - V_{I1} = 0$$

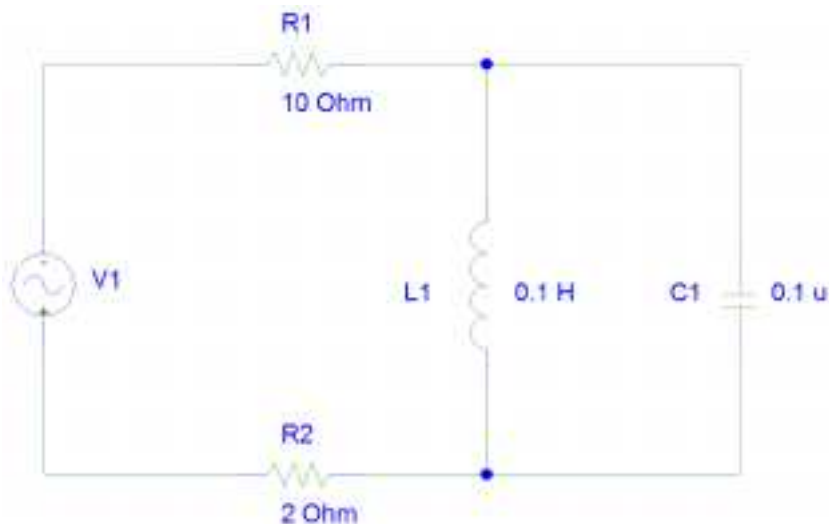
$$-3 * 57 + 418 + 1 * 19 - V_{I1} = 0$$

$$V_{I1} = 266 \text{ V}$$

### Problema 3: (2 puntos)

En el circuito de la figura, la fuente de tensión proporciona una fuerza electromotriz cuya expresión es  $V(t) = 120 \cdot \sin(1000t + 45^\circ)$  (V). Si las dos resistencias tienen valores de 10 y 2  $\Omega$ , respectivamente, el condensador tiene una capacidad de 0.1  $\mu\text{F}$  y la bobina una inductancia de 0.1 H, obtener:

- a) La impedancia equivalente del circuito. (0.5 puntos)
- b) La corriente máxima que circula por la fuente. (0.5 puntos)
- c) El factor de potencia y su significado. (0.25 puntos)
- d) Dibuja la potencia aparente compleja. (0.75 puntos)





Resolución:

a) La impedancia total será:

$$Z = 10 + 2 + \frac{j \cdot 0.1 \cdot 1000 \frac{-j}{1000 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}}}{j \cdot 0.1 \cdot 1000 + \frac{-j}{1000 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}}} = 12 + \frac{10^6}{100j - 10000j}$$

$$= (12 + j101.01)\Omega = 101.7 \angle 83.22^\circ \Omega$$

b) La corriente máxima que circula por el circuito es:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120 \angle 45^\circ}{101.7 \angle 83.22^\circ} = 1.18 \angle -38.22^\circ \text{ A}$$

c) El factor de potencia es:

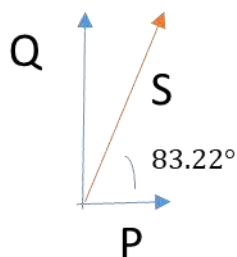
$$\cos(\varphi_I - \varphi_V) = \cos(-\varphi_Z) = 0.12$$

d) La potencia aparente tiene como módulo:

$$S = V_{eff} I_{eff} = \frac{V_{MAX} I_{MAX}}{\sqrt{2}\sqrt{2}} = \frac{120 \cdot 1.18}{2} = 70.8 \text{ VA}$$

$$P = V_{eff} I_{eff} \cos(\varphi) = \frac{V_{MAX} I_{MAX}}{\sqrt{2}\sqrt{2}} \cos(\varphi) = \frac{120 \cdot 1.18}{2} 0.12 = 8.46 \text{ W}$$

$$Q = V_{eff} I_{eff} \sin(\varphi) = \frac{V_{MAX} I_{MAX}}{\sqrt{2}\sqrt{2}} \sin(\varphi) = \frac{120 \cdot 1.18}{2} 0.98 = 69.38 \text{ VAR}$$



La presentación será un fasor de ese módulo que forma  $83.22^\circ$  con el eje x.