

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, 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

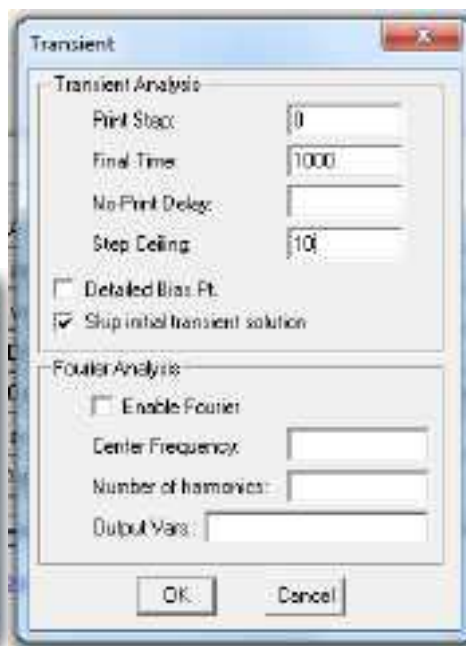
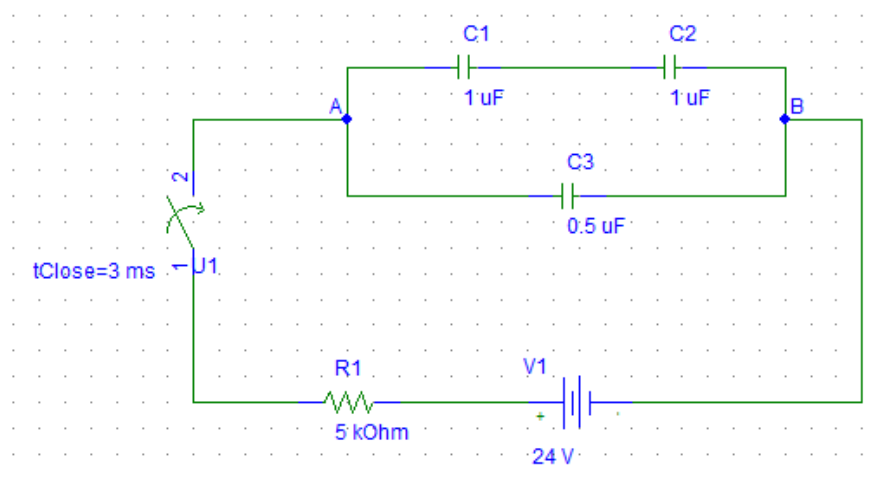
El examen está valorado sobre 10 punto: Cuestión 1 (2 puntos) + Cuestión 2 (1 punto) + Problema 1: (3 puntos) + Problema 2 (2 puntos)+ Problema 3 (2 puntos).

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)

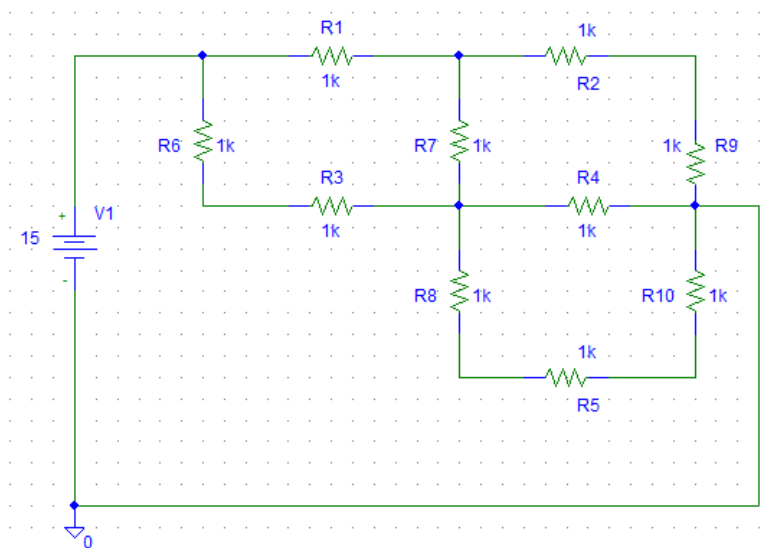
En el circuito de la figura, en el que el interruptor está inicialmente abierto y se cierra en el instante $t=3$ ms y los condensadores están inicialmente descargados, determine:



- a) La capacidad equivalente del circuito. (0.25 puntos)
- b) La constante de tiempo del circuito. (0.25 puntos)
- c) El voltaje entre los puntos A y B en el instante $t=5$ ms. (0.75 puntos)
- d) Dados el circuito de PSpice, la configuración del interruptor y la configuración del análisis Transient de las figuras, encontrar los errores o valores poco apropiados para simular el circuito y explicar por qué son erróneos. (0.75 puntos)

Cuestión teórica 2: (1 punto)

Dado el siguiente circuito, determinar:



a) ¿Cuál es la Intensidad que pasa por la fuente y por cada resistencia? (0,5 puntos)

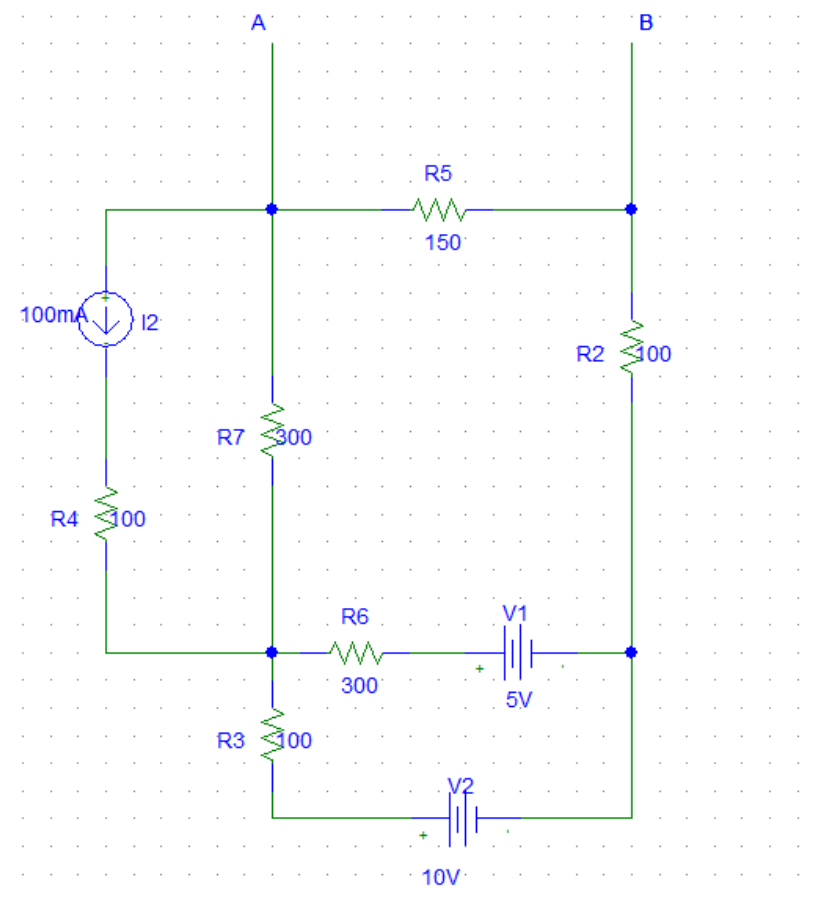
b) ¿Cuál es la resistencia equivalente? (0,5 puntos)

Problema 1: (3 puntos)

Sea el siguiente circuito:

a) Calcular el equivalente Thévenin visto desde los terminales A y B. (2.5 puntos)

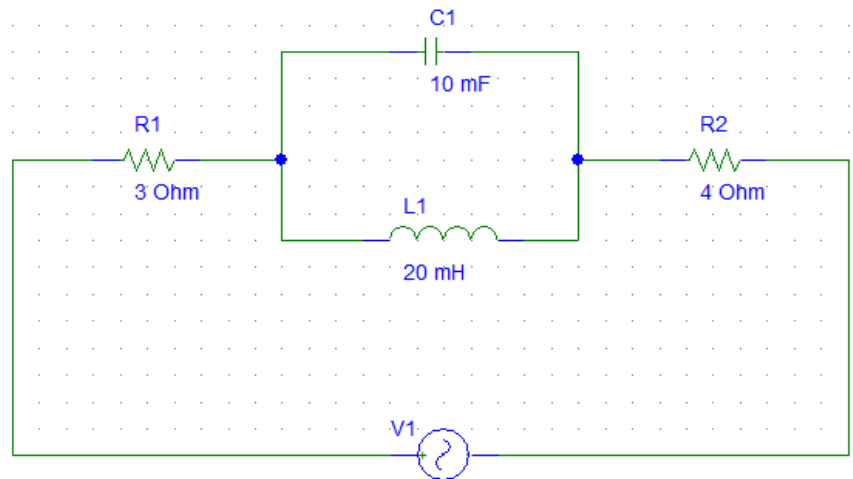
b) Calcular el equivalente Norton desde los mismos terminales. (0.5 puntos)



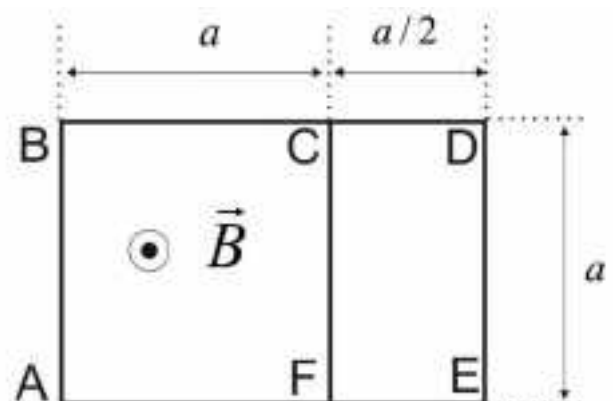
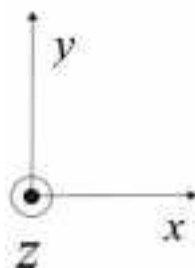
Problema 2: (2 puntos)

En el circuito de la figura, en el que la fuente de tensión proporciona voltaje según la expresión $V(t) = (15 \text{ V}) \cdot \sin(200t + 30^\circ)$, determinar:

- La impedancia equivalente del circuito. (0.5 puntos)
- La intensidad eficaz que circula por la fuente. (0.5 puntos)
- La potencia aparente compleja. (0.5 puntos)
- La intensidad eficaz que circula por el condensador. (0.5 puntos)

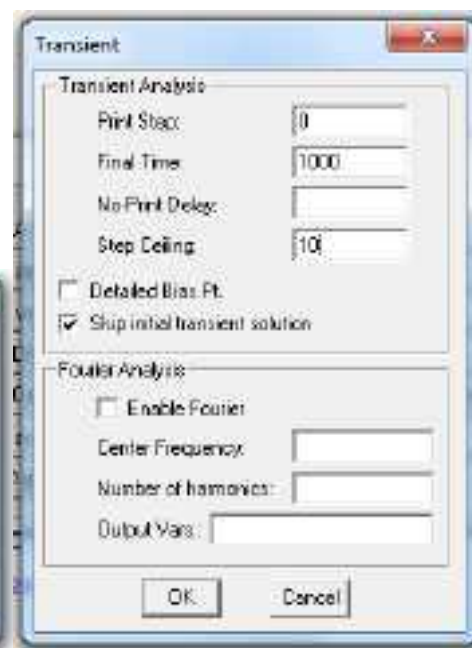
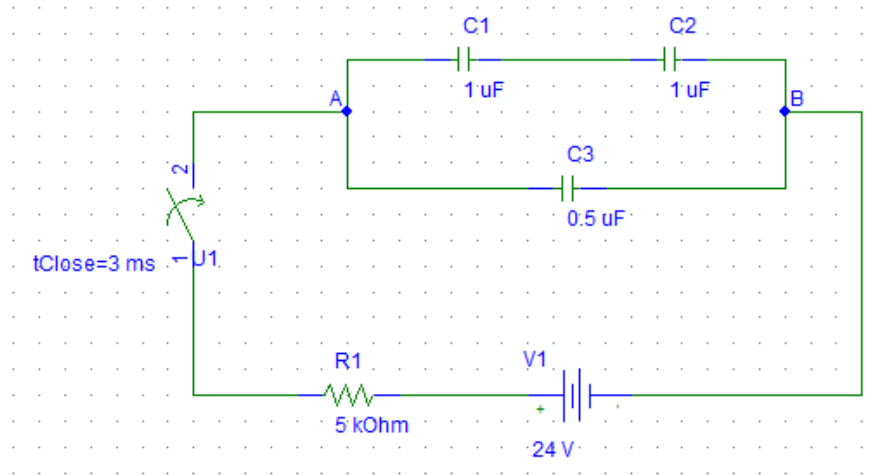
**Problema 3: (2 puntos)**

Sean dos espiras (una cuadrada de lado a y otra rectangular de lados a y $a/2$) que comparten uno de sus lados como se muestra en la figura. La **resistencia por unidad de longitud** de los conductores que forman las espiras es λ . Si en este circuito se establece un campo magnético uniforme perpendicular al plano de las espiras y que varía con el tiempo de acuerdo con la ecuación $\vec{B} = at\vec{k}$, determinar:



- El valor absoluto de la fuerza electromotriz inducida en la espira ABCFA. (0.5 puntos)
- El valor absoluto de la fuerza electromotriz inducida en la espira CDEFC. (0.5 puntos)
- Determinar la intensidad de corriente que circula por cada uno de los conductores indicando su sentido. (1 punto)

En el circuito de la figura, en el que el interruptor está inicialmente abierto y se cierra en el instante $t=3\text{ }\mu\text{s}$ y los condensadores están inicialmente descargados, determine:



- La capacidad equivalente del circuito. (0.25 puntos)
- La constante de tiempo del circuito. (0.25 puntos)
- El voltaje entre los puntos A y B en el instante $t=5\text{ }\mu\text{s}$. (0.75 puntos)
- Dado el circuito de PSpice, la configuración del interruptor y la configuración del análisis Transient de las figuras, encontrar los errores o valores poco apropiados para simular el circuito y explicar por qué son erróneos. (0.75 puntos)

Solución:

a) Los condensadores C1 y C2 están en serie, por lo que su capacidad equivalente es:

$$C_{eq12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1}{2} \mu F$$

A su vez, este equivalente está en paralelo con el condensador C3, por lo que la capacidad equivalente total es: $C_{eq123} = C_{eq12} + C_3 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \mu F = 1 \mu F$

b) La constante de tiempo de un circuito RC serie como este es:

$$\tau = RC = 5 \text{ k}\Omega \cdot 1 \mu F = 5 \text{ ms}$$

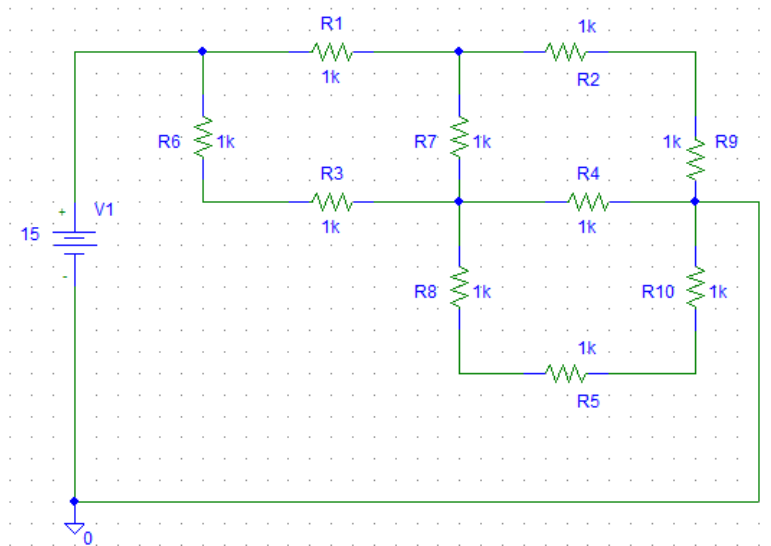
c) Para calcular el voltaje entre los puntos A y B, es decir entre los extremos del sistema de condensadores, sólo es necesario conocer la carga en ese instante y utilizar la capacidad de dicha asociación de condensadores.

$$\begin{aligned} Q(t = 5\text{ms}) &= Q_{MAX}(1 - e^{-\frac{t-t_{ref}}{\tau}}) = C_{eq123} V_1 (1 - e^{-\frac{5\text{ms}-3\text{ms}}{5\text{ms}}}) \\ &= 1 \mu F \cdot 24 \text{ V} (1 - e^{-\frac{5\text{ms}-3\text{ms}}{5\text{ms}}}) = 7.9 \mu C \end{aligned}$$

$$V_{123}(t = 5\text{ms}) = \frac{Q(t = 5\text{ms})}{C_{eq123}} = \frac{7.9 \mu C}{1 \mu F} = 7.9 \text{ V}$$

d) El circuito no tiene tierra, por lo que PSpice no podría simularlo. La resistencia de circuito abierto del interruptor es demasiado pequeña comparada con las resistencias del circuito. El rango de simulación, de 0 a 1000 segundos, no permitiría ver el proceso de carga de los condensadores que es del orden de los milisegundos.

Dado el siguiente circuito, determinar:



a) ¿Cuál es la Intensidad que pasa por la fuente y por cada resistencia? (0,5 puntos)

b) ¿Cuál es la resistencia equivalente? (0,5 puntos)

a) Definiendo las corrientes en sentido horario, siendo I_1 la malla de la fuente; I_2 las de las resistencias R_1 , R_3 , R_6 y R_7 ; I_3 la malla de las resistencias R_2 , R_4 , R_7 y R_9 ; y la corriente I_4 la de la malla con las resistencias R_4 , R_5 , R_8 y R_{10} , se obtiene el sistema de ecuaciones:

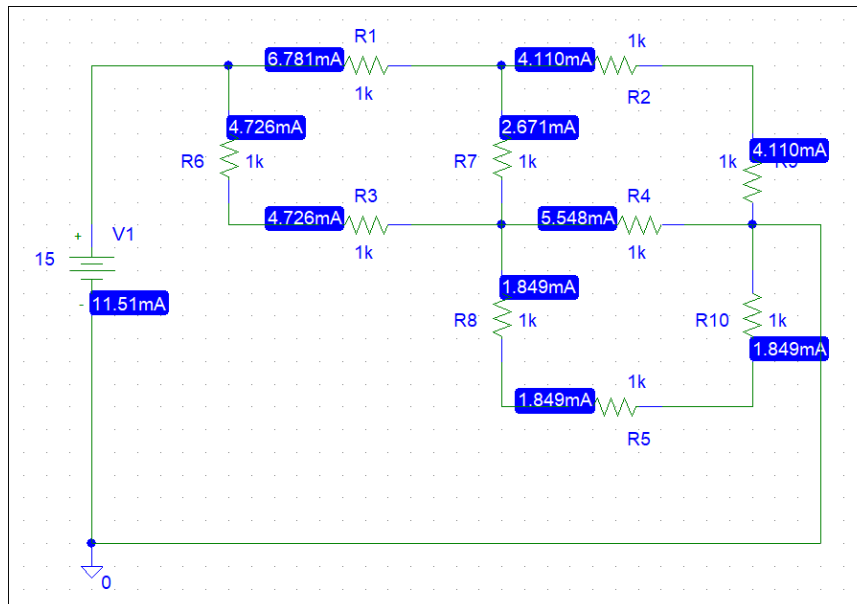
$$15 = I_1 \cdot 5 - I_2 \cdot 2 - I_4 \cdot 3$$

$$0 = -2 \cdot I_1 + I_2 \cdot 4 - I_3$$

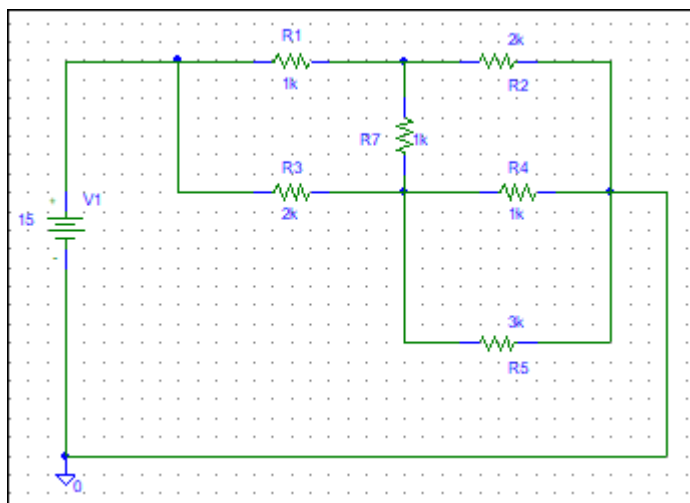
$$0 = -1 \cdot I_2 + I_3 \cdot 4 - I_4 \cdot 1$$

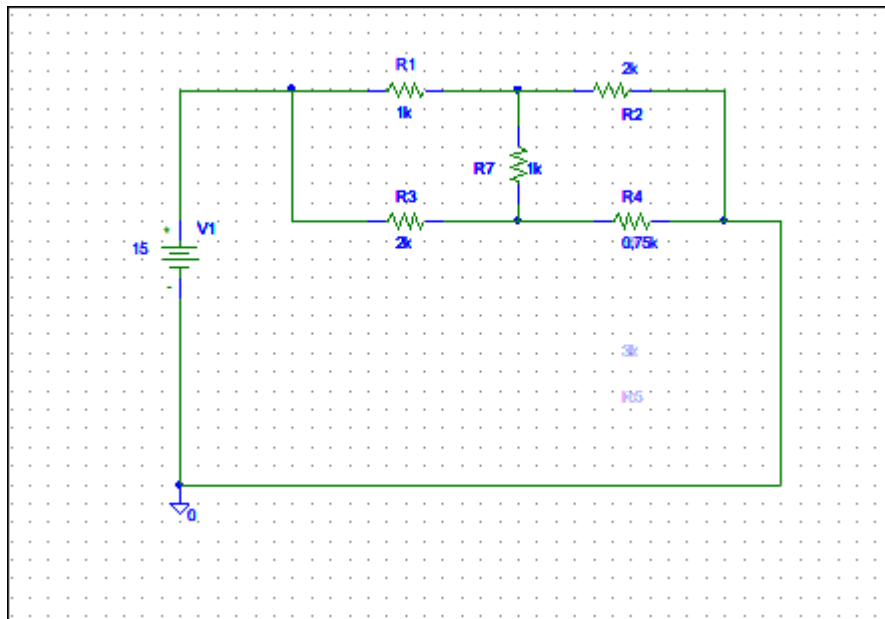
$$0 = -3 \cdot I_1 - I_3 \cdot 1 + I_4 \cdot 4$$

Las soluciones son: $I_1 = 840/73$ mA, $I_2 = 495/73$ mA, $I_3 = 300/73$ mA y $I_4 = 705/73$ mA. I_1 es la corriente que circula por la fuente, y combinando las demás se obtienen las de las resistencias, $I(R_1) = 495/73$ mA, $I(R_2) = 300/73$ mA, $I(R_3) = 345/73$ mA, $I(R_4) = -405/73$ mA, $I(R_5) = 135/73$ mA, $I(R_6) = 345/73$, $I(R_7) = 195/73$ mA, $I(R_8) = 135/73$ mA, $I(R_9) = 300/73$ mA, $I(R_{10}) = 135/73$ mA.



También se puede simplificar poniendo que la resultante de $R8+R5+R10$ está en paralelo con $R4$ y se simplifican las ecuaciones:





Las ecuaciones serian en este caso solo tres en las cuales I_1 pasaría por la fuente I_2 sería la intensidad que pasa por R_1 e I_3 la que pasa por R_2

Tomamos las dos mallas pequeñas y la malla exterior y quedaría el siguiente sistema de ecuaciones:

$$15 - I_2 - I_3 = 0 \rightarrow I_2 = 15 - I_3$$

$$-I_2 - I_3 + 2 \cdot I_2 + 2 \cdot I_1 = 0 \rightarrow \text{sustituyendo } I_2; -4 \cdot (15 - I_3) + I_3 + 2 \cdot I_1 = 0 \rightarrow -3 \cdot I_3 + 2 \cdot I_1 = 60$$

$$-I_3 - 0,75 \cdot I_3 + 0,75 \cdot I_1 - I_3 + I_2 = 0 \rightarrow \text{sustituyendo } I_2; -2,75 \cdot I_3 + 0,75 \cdot I_1 - 15 - I_3 = 0 \rightarrow -3,75 \cdot I_3 + 0,75 \cdot I_1 = 15$$

$$I_1 = I(V) = 11,05 \text{ mA};$$

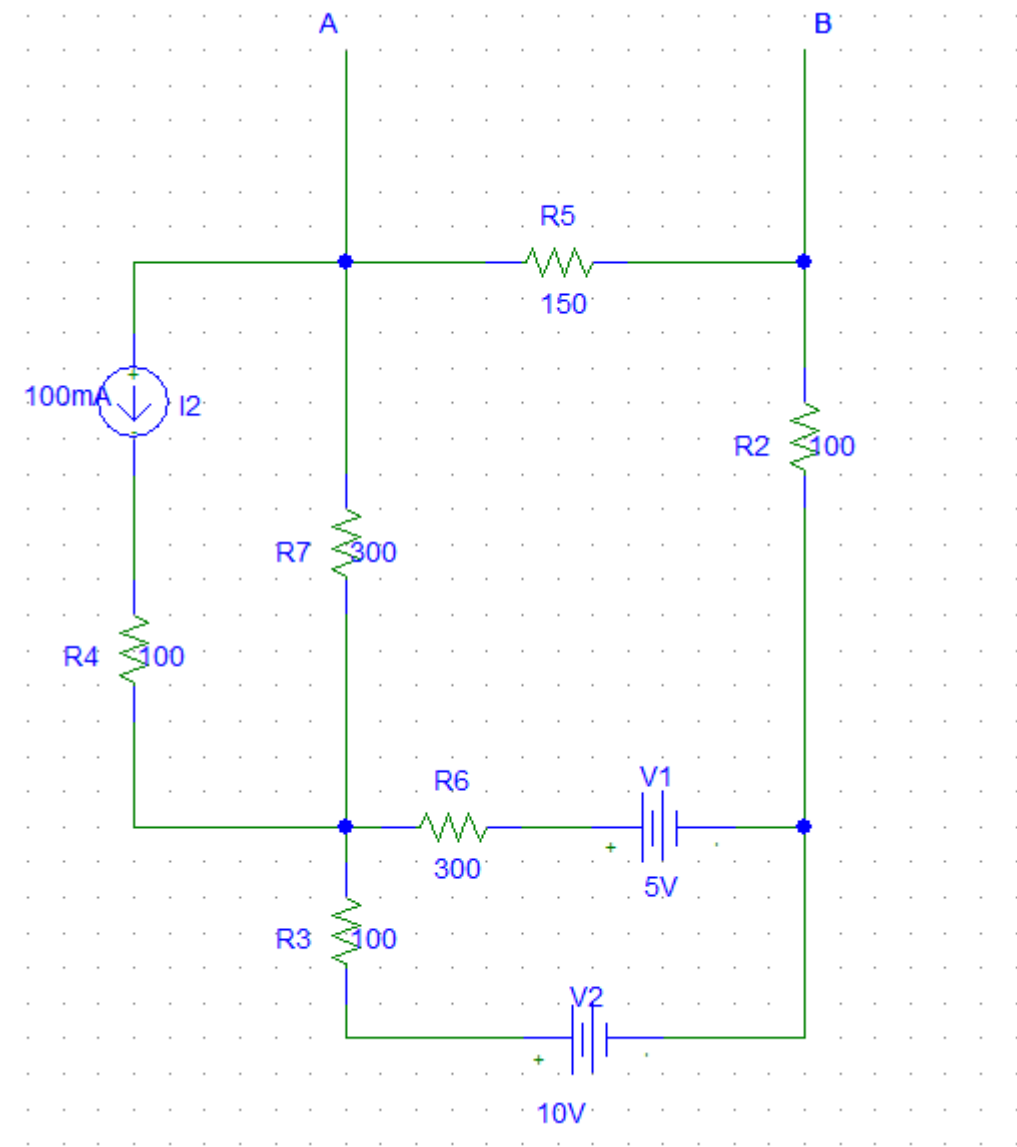
$$I_2 = I(R_1) = 4,11 \text{ mA}$$

$$I_3 = I(R_2) = 6,87 \text{ mA}$$

b) Conocida la corriente por la fuente $840/73 \text{ mA}$ y la tensión de la misma, 15 V , se puede obtener la resistencia equivalente del conjunto de resistencias por medio de la Ley de Ohm, $R(\text{eq}) = V/I_1 = 15 \text{ V} / (840/73 \text{ mA}) = 73/56 \text{ k}\Omega = 1,3 \text{ k}\Omega$

Los determinantes del sistema de ecuaciones al resolver por Cramer son: Denominador 73, Numerador I_1 840, Numerador I_2 495, numerador I_3 300, numerador I_4 705

Sea al siguiente circuito:



- Calcular el equivalente Thévenin visto desde los terminales A y B. (2.5 puntos)
- Calcular el equivalente Norton desde los mismos terminales. (0.5 puntos)

SOLUCIÓN:

a) Calculamos la resistencia de Thévenin:

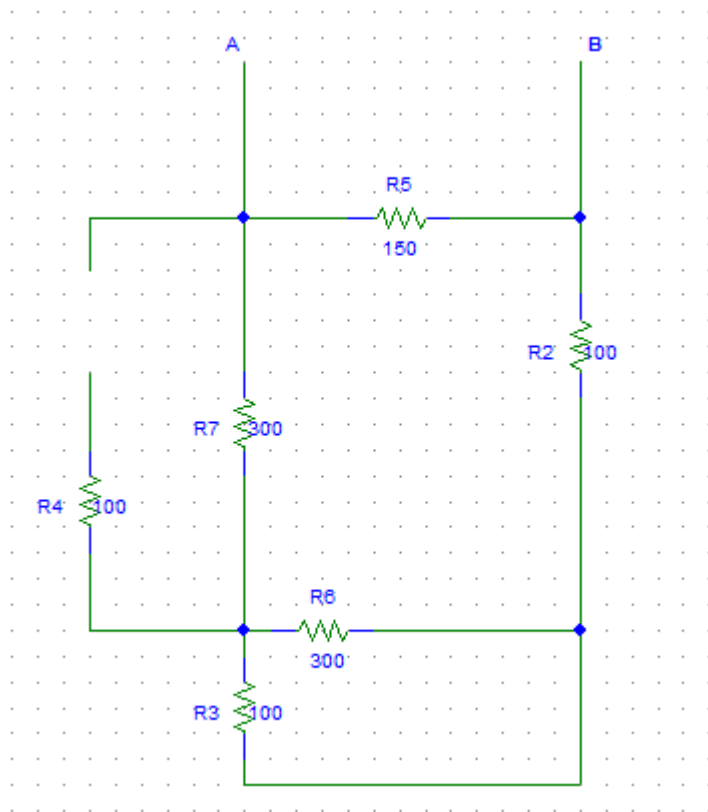
R6 y R3 son paralelas. $R_{63} = R_6 \cdot R_3 / (R_6 + R_3) = 75 \Omega$

R63 está en serie con R7 y R2, $R_{6372} = 475 \Omega$

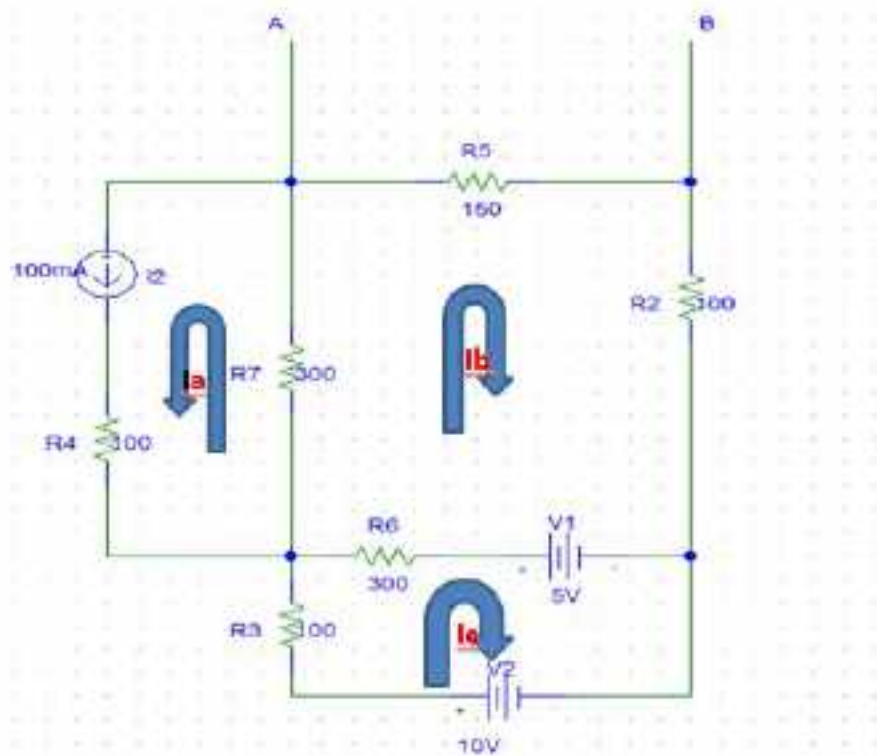
R6372 está en paralelo con R5.

$R_{Th} = R_5 \cdot R_{6372} / (R_5 + R_{6372}) = 114 \Omega$

Rth = 114 Ω



Resolvemos el circuito por Maxwell:



$$I_a = 100\text{mA}$$

$$-150 I_b - 100 I_b + 5 - 300 I_b + 300 I_c - 300 I_b - 300 \cdot 0,1 = 0$$

$$-300 I_c + 300 I_b - 5 + 10 - 100 I_c = 0$$

Resolviendo el Sistema:

$$-850 I_b + 300 I_c = 25$$

$$300 I_b - 400 I_c = -5$$

$$I_b = -0,034 \text{ A}$$

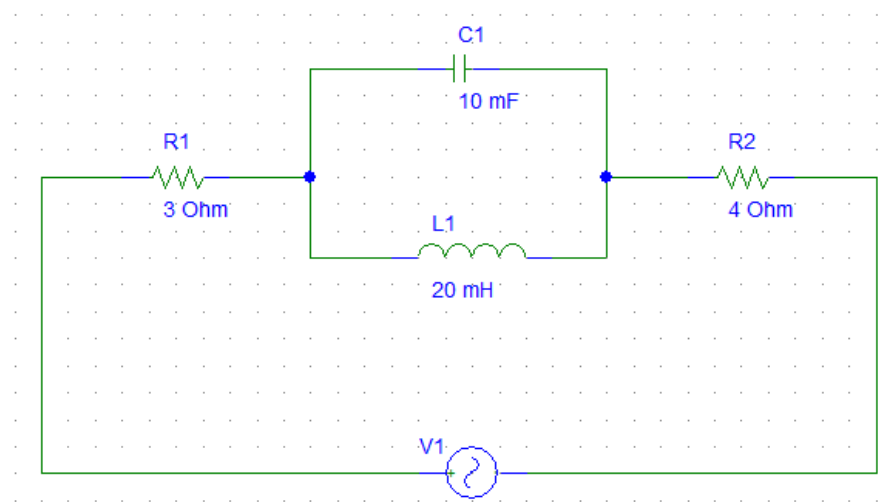
$$V_{th} = 150 \cdot 0,034 \text{ A} = -5.1\text{V}$$

$$V_{th} = -5.1\text{V}$$

a) Calculamos equivalente de Norton:

$$I_n = V_{th}/R_{th} = 45 \text{ mA}$$

En el circuito de la figura, en el que la fuente de tensión proporciona voltaje según la expresión $V(t) = (15 \text{ V}) \cdot \sin(200t + 30^\circ)$, determinar:



- a) La impedancia equivalente del circuito. (0.25 puntos)
- b) La intensidad eficaz que circula por la fuente. (0.5 puntos)
- c) La potencia aparente compleja. (0.5 puntos)
- d) La intensidad eficaz que circula por el condensador. (0.25 puntos)

Solución:

a) De la expresión de la tensión de la fuente se extrae que la frecuencia angular de la corriente es 200 rad/s . Con esta frecuencia se puede obtener la impedancia de cada elemento.

$$\underline{Z}_{R1} = 3 \Omega$$

$$\underline{Z}_{R2} = 4 \Omega$$

$$\underline{Z}_{C1} = -\frac{j}{\omega C} = -\frac{j}{200 \cdot 10 \cdot 10^{-3}} \Omega = -j0.5 \Omega$$

$$\underline{Z}_{L1} = j\omega L = j200 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \Omega = j4 \Omega$$

El condensador y la bobina están en paralelo y esta asociación está en serie con las dos resistencias, por tanto:

$$\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_{R1} + \underline{Z}_{R2} + \frac{\underline{Z}_{C1}\underline{Z}_{L1}}{\underline{Z}_{C1} + \underline{Z}_{L1}} = 7 + \frac{(-j0.5) \cdot (j4)}{-j0.5 + j4} = 7 + \frac{2}{3.5j} = 7 - j\frac{4}{7} \Omega = 7.02$$

$$< -4.7^\circ \Omega$$

b) Para obtener la corriente eficaz que circula por la fuente sólo es necesario utilizar la Ley de Ohm y la impedancia que se acaba de obtener. Además hay que obtener de la expresión de la fuente el tensión la forma fasorial de la misma teniendo en cuenta que la amplitud de la oscilación es el valor máximo del voltaje.

$$\underline{\varepsilon}_{eff} = \frac{15}{\sqrt{2}} < 30^\circ V$$

$$\underline{i}_{eff} = \frac{\underline{\varepsilon}_{eff}}{\underline{Z}_{eq}} = \frac{\frac{15}{\sqrt{2}} < 30^\circ V}{7.02 < -4.7^\circ \Omega} = 1.5 < 34.7^\circ A$$

c) La potencia aparente es:

$$\underline{S} = P + jQ = \varepsilon_{eff} i_{eff} (\cos \cos (\varphi_i - \varphi_\varepsilon) + j \sin \sin (\varphi_i - \varphi_\varepsilon)) =$$

$$= 16(\cos \cos (34.7^\circ - 30^\circ) + j \sin \sin (34.7^\circ - 30^\circ)) = 16(0.99 + j(0.08)) =$$

$$= 15.84 + j1.28 VA = 16 < 4.7^\circ VA$$

d) Para calcular la corriente que circula por el condensador, sólo es necesario calcular la caída de tensión en el paralelo de condensador y bobina y posteriormente utilizar dicho valor para calcular la corriente requerida.

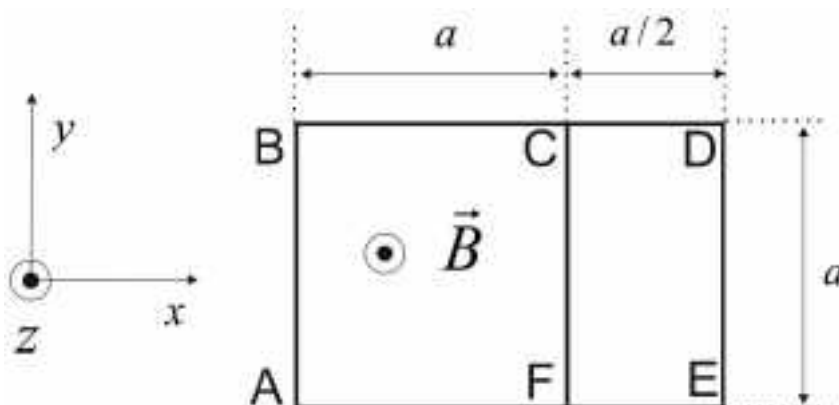
$$\underline{Z}_{C1L1} = \frac{\underline{Z}_{C1}\underline{Z}_{L1}}{\underline{Z}_{C1} + \underline{Z}_{L1}} = \frac{(-j0.5) \cdot (j4)}{-j0.5 + j4} = -j\frac{4}{7} \Omega = \frac{4}{7} < -90^\circ \Omega$$

$$\underline{\varepsilon}_{eff C1L1} = \underline{i}_{eff} \cdot \underline{Z}_{C1L1} = 1.5 < 34.7^\circ A \cdot \frac{4}{7} < -90^\circ \Omega = \frac{6}{7} < -55.3^\circ V$$

$$\underline{i_{eff\ C1L1}} = \frac{\underline{\varepsilon_{eff\ C1L1}}}{\underline{Z_{C1}}} = \frac{\frac{6}{7} \angle -55.3^\circ V}{-j0.5\Omega} = \frac{\frac{6}{7} \angle -55.3^\circ V}{0.5 \angle -90^\circ \Omega} = \frac{12}{7} \angle 34.7^\circ A$$

Sean dos espiras (una cuadrada de lado a y otra rectangular de lados a y $a/2$) que comparten uno de sus lados como se muestra en la figura. La **resistencia por unidad de longitud** de los conductores que forman las espiras es R . Si este circuito se coloca en un campo magnético uniforme perpendicular a su plano y que varía con el tiempo de acuerdo con la ecuación $\vec{B} = \alpha t \vec{k}$ determinar:

- El valor absoluto de la fuerza electromotriz inducida en la espira ABCFA
- El valor absoluto de la fuerza electromotriz inducida en la espira CDEFC
- Determinar la intensidad de corriente que circula por cada uno de los conductores indicando su sentido.



Solución:

a)

La fem inducida en la espira ABCFA será

$$\varepsilon_1 = -\frac{d\phi_1}{dt} = -\frac{d(BS_1)}{dt} = -S_1 \frac{dB}{dt} = -a^2 \alpha \Rightarrow |\varepsilon_1| = a^2 \alpha$$

b)

Por otro lado, la fem inducida en la espira CDEFC vendrá dada por

$$\varepsilon_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -\frac{d(BS_2)}{dt} = -S_2 \frac{dB}{dt} = -\frac{a^2 \alpha}{2} \Rightarrow |\varepsilon_2| = \frac{a^2 \alpha}{2}$$

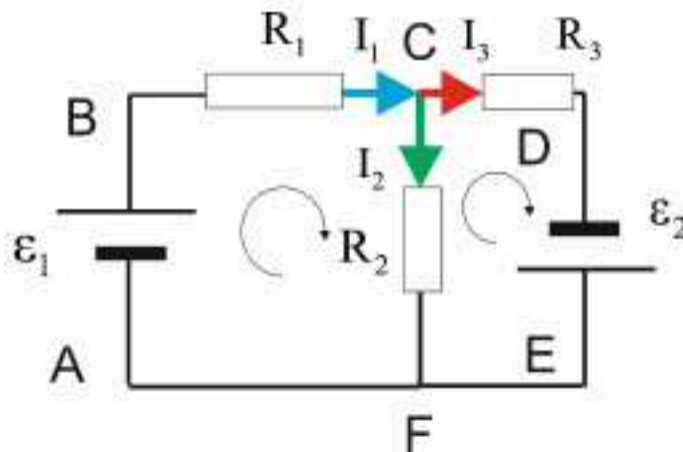
c)

La rama CBAF tiene una resistencia que denominaremos R_1 y que será igual a $R_1 = 3a\lambda$

Asimismo, el conductor CF tendrá una resistencia $R_2 = \lambda a$

Y por último, la rama CDEF tendrá una resistencia $R_3 = 2a\lambda$

Por otro lado, el circuito equivalente al conjunto de las dos espiras podría dibujarse como



El cual puede ser resuelto aplicando las leyes de Kirchhoff. Así, teniendo en cuenta los sentidos arbitrarios de las corrientes en las ramas y el sentido también arbitrario de recorrido de las mallas

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_2 + I_3 \\ |\varepsilon_1| &= I_1 R_1 + I_2 R_2 \\ |\varepsilon_2| &= I_3 R_3 - I_2 R_2 \end{aligned} \right\}$$

Sustituyendo en el mismo los valores anteriores de $R_1 = 3a\lambda$, $R_2 = a$, $R_3 = 2a\lambda$, $|\varepsilon_1| = a^2\alpha$ y $|\varepsilon_2| = a^2\alpha/2$ y resolviéndose para las intensidades de corriente, obtenemos

$$I_1 = \frac{7\alpha a}{22\lambda}, I_2 = \frac{\alpha a}{22\lambda}, I_3 = \frac{3\alpha a}{11\lambda}$$