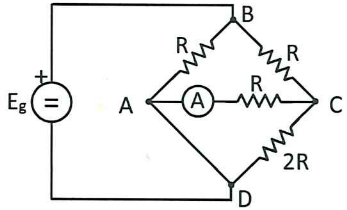
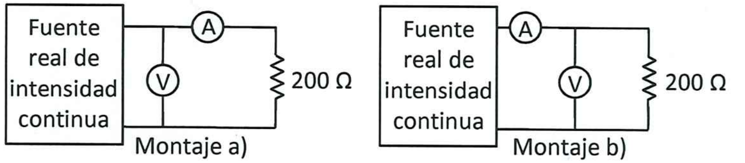
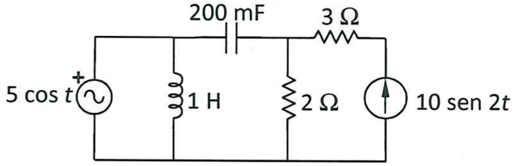
Cuestión 1: *(1 punto)* El amperímetro *ideal* de la figura marca 5 A. Calcular el valor de la intensidad que circula por la resistencia de valor 2R.



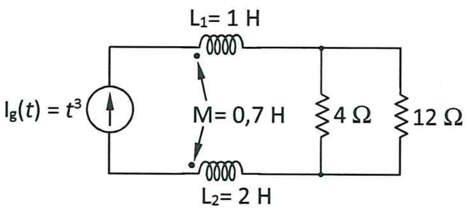
Cuestión 2: *(1 punto)* Una fuente de intensidad, un voltímetro y un amperímetro, que se comportan de forma *real*, se conectan de dos formas distintas a una resistencia de 200 Ω, tal como se indica en el esquema de montaje a) y b) de la figura inferior. Determinar el parámetro I_g de la fuente y las resistencias internas del voltímetro, del amperímetro y de la fuente sabiendo que en el caso a) V marca 5 V y A indica 15,9 mA, y que en el caso b) V indica 3,54 V y A marca 23,03 mA.



Cuestión 3: *(1 punto)* Calcular la energía almacenada en el condensador del circuito de la figura en el instante t = 1 s. El circuito se encuentra en régimen estacionario.

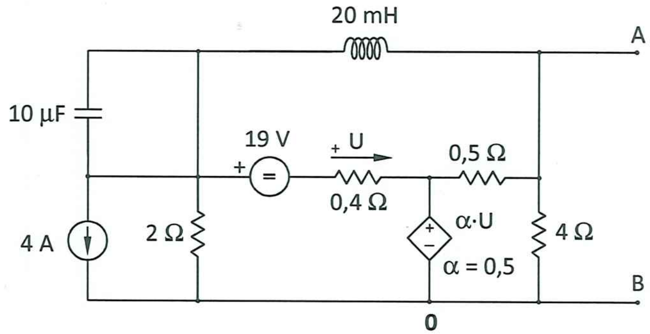


Cuestión 4: *(1 punto)* Dado el circuito de la figura, calcular la expresión de la potencia absorbida por la fuente de intensidad, $p_{abs}(t)$.

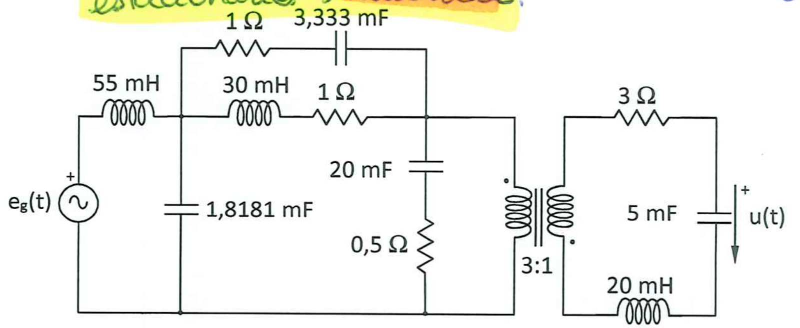


Problema 1: *(3 puntos)* Dado el dipolo de la figura que se encuentra en régimen estacionario:

a) Utilizando el ***método de análisis por nudos*** y tomando el **nudo 0** como **nudo de referencia**, determinar la tensión entre los terminales A y B cuando el dipolo está a circuito abierto.
b) Calcular su equivalente Thévenin visto desde los terminales A y B sin utilizar la intensidad de cortocircuito.
c) Dibujar el equivalente Thévenin y calcular la potencia que absorbe una resistencia R = 0,4 Ω cuando se conecta entre los terminales A y B del dipolo.

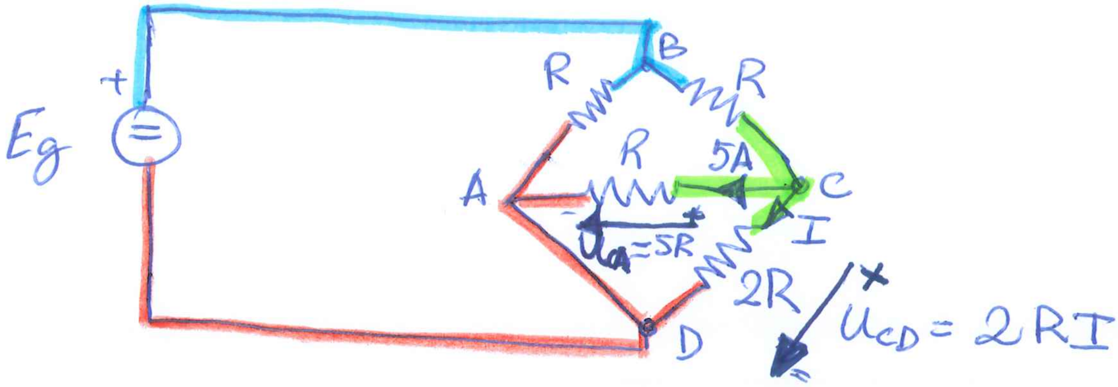


Problema 2: *(3 puntos)* Dado el circuito de la figura, si la tensión en el condensador de 5 mF es $u(t) = 6\sqrt{2}\cos(100\,t)$ V, determinar la expresión temporal de la tensión de la fuente $e_g(t)$. El circuito se encuentra en régimen estacionario sinusoidal.



CUESTIÓN 1, examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

El amperímetro es ideal, por lo que no tiene resistencia interna y no afecta al circuito donde está colocado.



Los puntos de conexión A y D estan unidos por un cortocircuito y forman parte del nudo rojo. Por tanto

$U_{CA} = U_{DC} \Rightarrow 5R = 2RI \Rightarrow \boxed{I = 2{,}5A}$

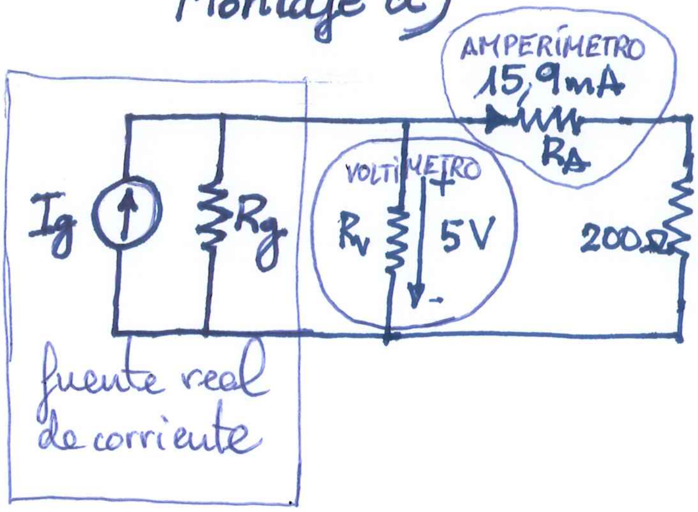
Por la resistencia de valor 2R circula $I=2{,}5A$

A este mismo resultado se llega aplicando nudos, mallas o cualquier otra técnica de análisis de circuitos.

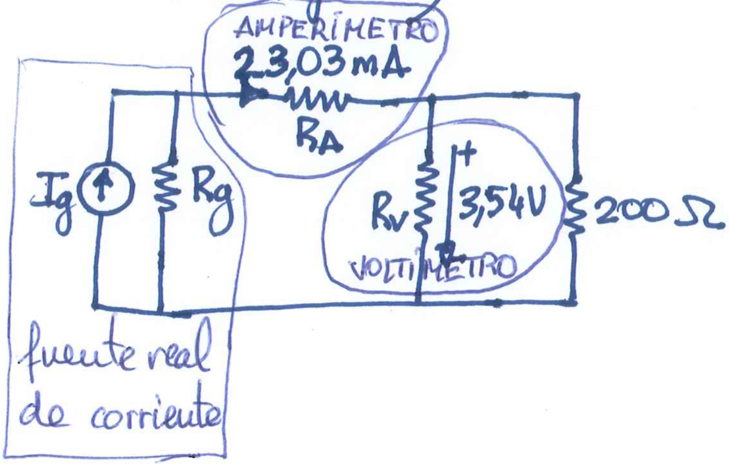
CUESTIÓN 2 examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

Los aparatos de medida son reales y por tanto equivalen a una resistencia en serie (amperímetro) o en paralelo (voltímetro) con una referencia cuyo valor es la lectura del aparato

Montaje a)



Montaje b)



LKT: (I) $5V = 0{,}0159\,A\,(R_A + 200\Omega)$

LKI: (II) $I_g = \dfrac{5V}{R_g} + \dfrac{5V}{R_V} + 0{,}0159A$

(III) $R_g(I_g - 0{,}02303A) = 0{,}02303\left(R_A + \left[\dfrac{1}{R_V} + \dfrac{1}{200\Omega}\right]^{-1}\right)$

(IV) $0{,}02303\,A = \dfrac{3{,}54V}{R_V} + \dfrac{3{,}54V}{200\Omega}$

Ecuación (I) $\Rightarrow$ $\boxed{R_A = \dfrac{5V}{0{,}0159A} - 200\Omega = 114{,}47\,\Omega}$

Ecuación (IV) $\Rightarrow$ $\dfrac{3{,}54V}{R_V} = 0{,}00533\,A \Rightarrow \boxed{R_V = \dfrac{3{,}54V}{0{,}00533A} = 664{,}17\Omega}$

sustituimos estos valores en el resto de ecuaciones

(II) $\Rightarrow I_g = \dfrac{5V}{R_g} + 0{,}023428\,A$

(III) $\Rightarrow R_g(I_g - 0{,}02303\,A) = 6{,}17614\,V \Rightarrow$ (III') $I_g = 0{,}02303 + \dfrac{6{,}176V}{R_g}$

(II) = (III') $\Rightarrow$ $\boxed{R_g = 2953\,\Omega}$ $\boxed{I_g = 25{,}12\ mA}$

CUESTIÓN 2 examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

Posible resolución del sistema de ecuaciones 2x2 con las ecuaciones (II) y (III') por igualación o sustituyendo I_g obtenida de (II)

$$(II) = I_g = (III') \Rightarrow \frac{5V}{R_g} + 0{,}023428A = \frac{6{,}17614V}{R_g} + 0{,}02303A$$

$$\frac{6{,}17614\ V - 5V}{R_g} = 0{,}023428A - 0{,}02303A$$

$$\Rightarrow \boxed{R_g = \frac{6{,}17614V - 5\ V}{0{,}023428 - 0{,}02303\ A} = 2953{,}28\,\Omega}$$

$$(II)\quad \boxed{I_g = \frac{5V}{2953{,}28\Omega} + 0{,}023428\ A = 0{,}02512A = 25{,}12mA}$$

El sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones (II) y (III') también se puede resolver numéricamente con la calculadora considerando las incógnitas $x = \frac{1}{R_g}$ $y = I_g$

$$(II)\quad I_g - \frac{5V}{R_g} = 0{,}023428A \Rightarrow y - 5x = 0{,}023428$$

$$(III')\quad I_g - \frac{5{,}5446}{R_g} = 0{,}02303\ A \Rightarrow y - 6{,}17614x = 0{,}02303$$

$$\Rightarrow \boxed{I_g = 0{,}02512\ A = 25{,}12\ mA}$$

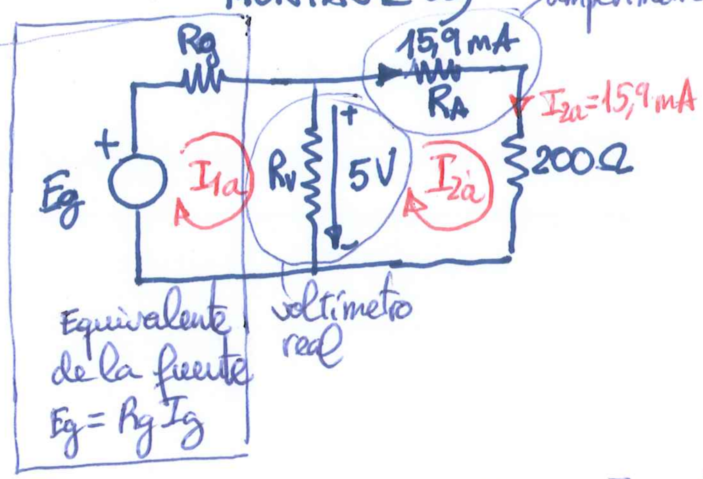
$$x = 3{,}384 \cdot 10^{-4} \qquad \Rightarrow \boxed{R_g = \frac{1}{x} = 2955\,\Omega}$$

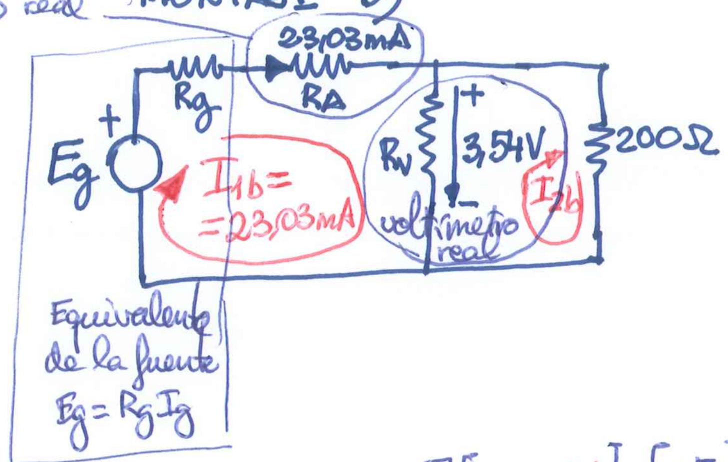
Cuestión 2 examen 2ª convocatoria 17 agosto 2022

La cuestión también se puede resolver aplicando nudos o mallas. En este caso, es conveniente transformar la fuente real de corriente en otra de tensión de valor $E_g = R_g I_g$

Resolución alternativa por mallas ($E_g = R_g I_g$)

MONTAJE a) amperímetro real MONTAJE b)





$$\begin{array}{c} \text{(I)} \\ \text{(II)} \end{array} \begin{bmatrix} R_g+R_V & -R_V \\ -R_V & R_V - R_A + 200\Omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{1a} \\ 0{,}0159\,A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +E_g \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c} \text{(IV)} \\ \text{(V)} \end{array} \begin{bmatrix} R_g+R_A+R_V & -R_V \\ -R_V & R_V+200\Omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0{,}02303\,A \\ I_{2b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +E_g \\ 0 \end{bmatrix}$$

(III) Ec. adicional: $5V = R_V(I_{1a} - 0{,}0159A)$

(III') o bien: $5V = 0{,}0159A\,(R_A + 200\Omega)$

(VI) Ec. Adic.: $3{,}54V = R_V(0{,}02303A - I_{2b})$

(VI') o bien: $3{,}54V = 200\Omega \cdot I_{2b}$

Son 6 ecuaciones con 6 incógnitas ($R_g, R_V, R_A, E_g, I_{1a}, I_{2b}$)

De la ecuación (III') ⇒ $\boxed{R_A = 114{,}47\Omega}$ De la ec (VI') ⇒ $\boxed{I_{2b} = \frac{3{,}54V}{200\Omega} = 0{,}0177\,A}$

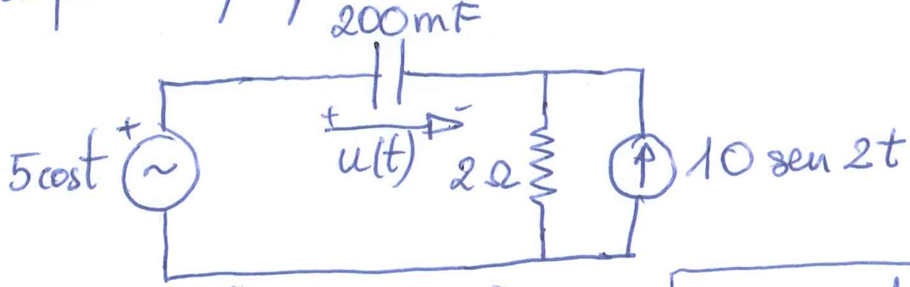
De la ec (V) ⇒ $\boxed{R_V = 664{,}17\Omega}$ ⇒ De la ec. (II) ⇒ $\boxed{I_{1a} = 0{,}02343A}$

De las ecs (I) y (II) ⇒ $\boxed{R_g = 2953\Omega}$ y $E_g = 74{,}18V$

$$\Rightarrow \boxed{I_g = \frac{E_g}{R_g} = 0{,}02512\,A = 25{,}12\,mA}$$

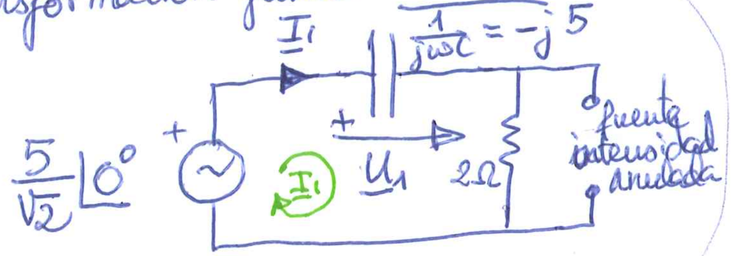
Cuestión **3** examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

La inductancia 1H y la resistencia 3Ω pueden ser eliminadas sin afectar al condensador pues están en paralelo y serie con fuentes ideales de tensión y corriente, respectivamente. Como las fuentes independientes tienen diferente pulsación, la tensión del condensador en t=1s se calculará por superposición.



$\boxed{\omega = 1\ rad/s}$

Transformación función coseno



$$(2-j5)\,\underline{I}_1 = +\frac{5}{\sqrt{2}}\angle 0^\circ \quad \text{(mallas)}$$

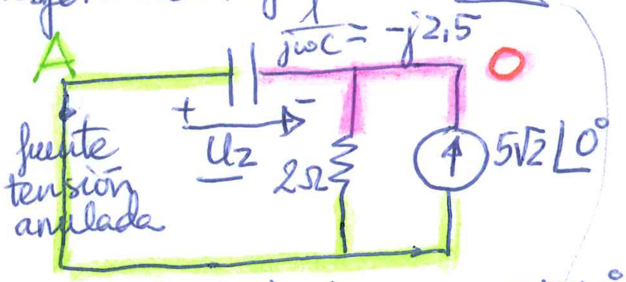
$$\Rightarrow \underline{I}_1 = 0{,}6565\,A\angle 68{,}2^\circ$$

$$\Rightarrow \underline{U}_1 = -j5\,\underline{I}_1 = 3{,}2827\,V\angle -21{,}8^\circ$$

$$\Rightarrow u_1(t) = 3{,}2827\sqrt{2}\cos\left(t - \frac{21{,}8\pi}{180^\circ}\right)$$

$\boxed{\omega = 2\ rad/s}$

Transformación función seno



$$\text{Nudos: } \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{-j2{,}5}\right)\underline{U}_2 = -5\sqrt{2}\angle 0^\circ$$

$$\Rightarrow \underline{U}_2 = 11{,}04\angle 141{,}34^\circ$$

$$\Rightarrow u_2(t) = 11{,}04\sqrt{2}\,\text{sen}\left(2t + \frac{141{,}34^\circ\pi}{180}\right)$$

Aplicando superposición, la tensión total en el condensador es:

$$u(t) = u_1(t) + u_2(t) = 3{,}2827\sqrt{2}\cos\left(t - \frac{21{,}8^\circ\pi}{180^\circ}\right) + 11{,}04\sqrt{2}\,\text{sen}\left(2t + \frac{141\pi}{180}\right)$$

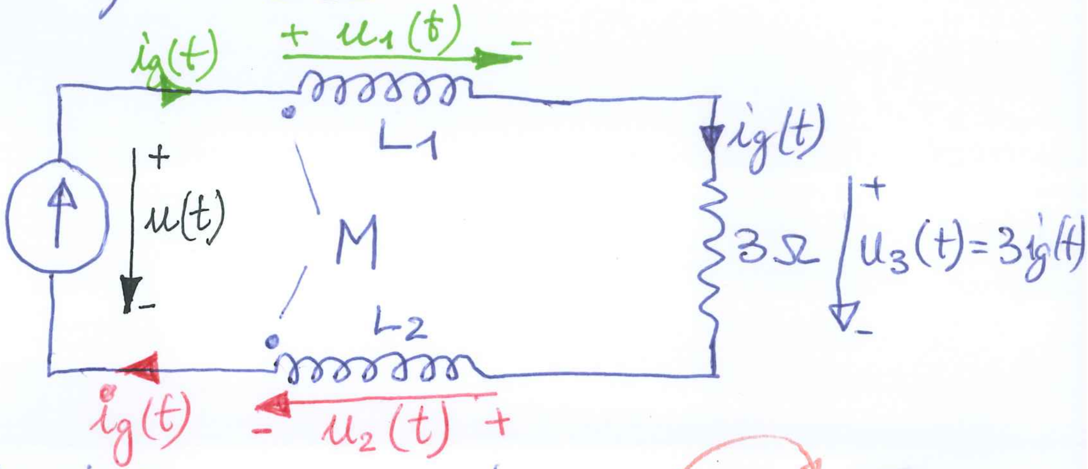
$$u(t=1) = 13{,}526\ V \Rightarrow W_C = \frac{1}{2}C\,u^2(t=1) = 18{,}294\ J$$

$$\boxed{W_C = 18{,}29\ J}$$

Cuestión 4 examen 2ª convocatoria 17 agosto 2022

La resistencia de $4\,\Omega$ en paralelo con otra de $12\,\Omega$ equivale a $R_{eq} = (4^{-1} + 12^{-1})^{-1} = 3\,\Omega$

$$i_g(t) = t^3$$



la potencia absorbida por la fuente es $p_{abs}(t) = -\, i_g(t) \cdot u(t)$

signo negativo porque $i_g(t)$ e $u(t)$ tienen sentidos opuestos en la fuente

LKT: $u(t) = u_1(t) + u_2(t) + u_3(t)$

$$u_1(t) = +L_1 D i_g(t) - M D i_g(t) = 0{,}9\,t^2 \quad [V]$$

$$u_2(t) = +L_2 D i_g(t) - M D i_g(t) = 3{,}9\,t^2 \quad [V]$$

$$u_3(t) = 3\, i_g(t) = 3t^3 \quad [V]$$

$$u(t) = (L_1 + L_2 - 2M) \underset{\frac{d}{dt}}{\underset{\shortparallel}{D}} i_g(t) + 3\, i_g$$

Aplico el operador $D = \frac{d}{dt}$ y sustituyo valores numéricos L_1, L_2, M:

$$u(t) = (1 + 2 - 2 \cdot 0{,}7) \underbrace{\frac{d}{dt} t^3}_{3t^2} + 3t^3 = 4{,}8\,t^2 + t^3 \quad [V]$$

$$\boxed{p_{abs}(t) = -\, i_g(t) \cdot u(t) = -t^3 (4{,}8t^2 + 3t^3) = -4{,}8t^5 - 3t^6} \quad [W]$$

En la fuente, $i_g(t)$ e $u(t)$ tienen sentidos opuestos
Para calcular la potencia de la fuente con criterio absorbida (potencia que la fuente absorbe del resto del circuito), hay que incluir el signo $-$ en el producto de $i_g(t)$ por $u(t)$.

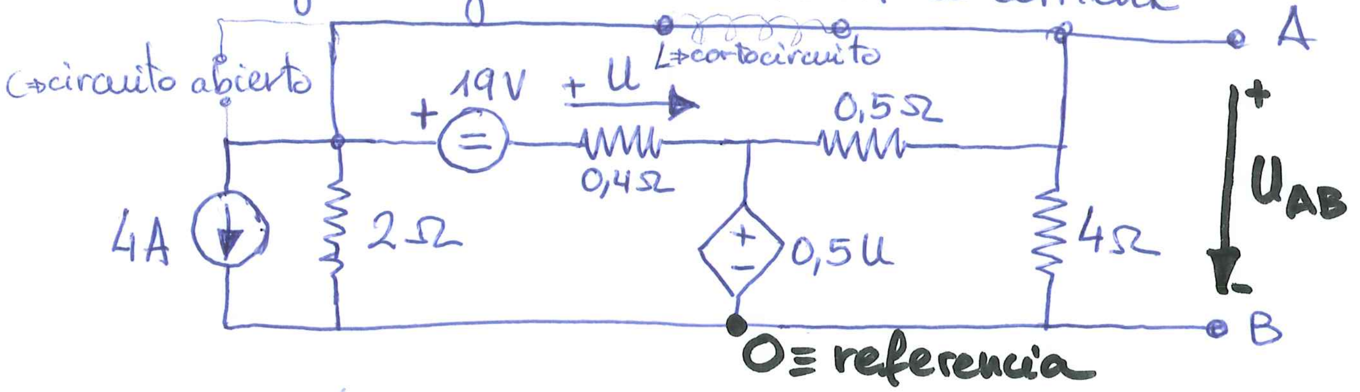
Problema 1, examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

Las fuentes independientes del circuito son de corriente continua (tensión o corriente constante en el tiempo) +
+ circuito en <u>régimen estacionario</u> ⇒ todas las tensiones y corrientes del circuito son constantes en el tiempo ⇒
⇒ se dice que el circuito es de CORRIENTE CONTINUA

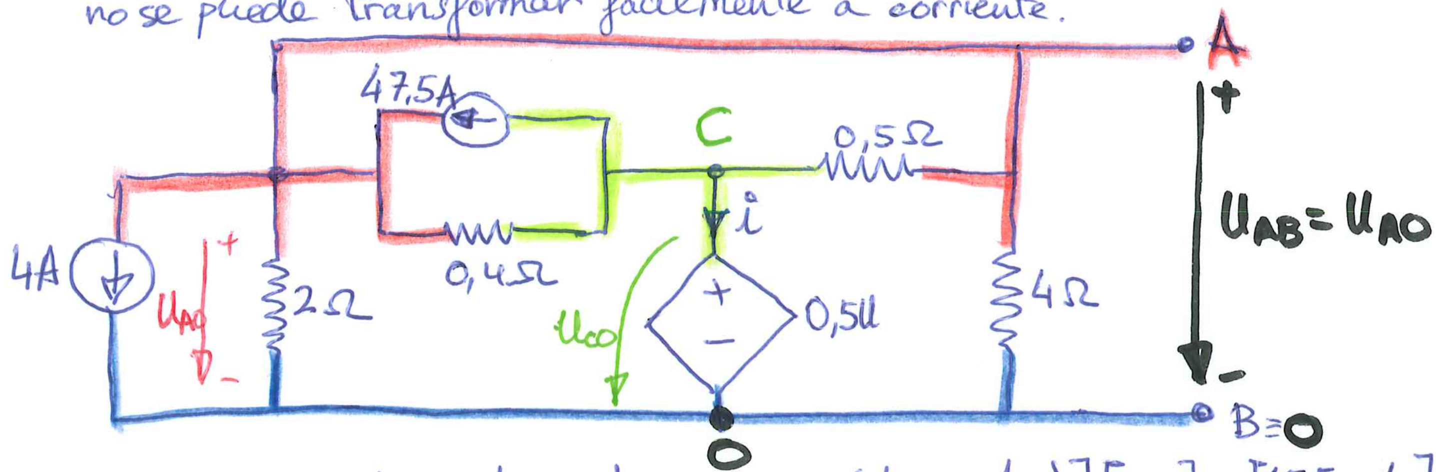
se comporta como circuito abierto

se comporta como cortocircuito

a) Calcular u_{AB} aplicando <u>NUDOS</u> ⇒ interesa transformar fuentes de tensión a corriente



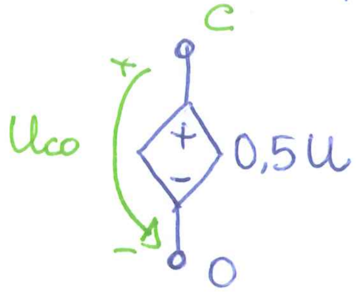
La fuente de 19V se transforma a corriente pero la de 0,5u no se puede transformar fácilmente a corriente.



Escritura directa ecuaciones nudos

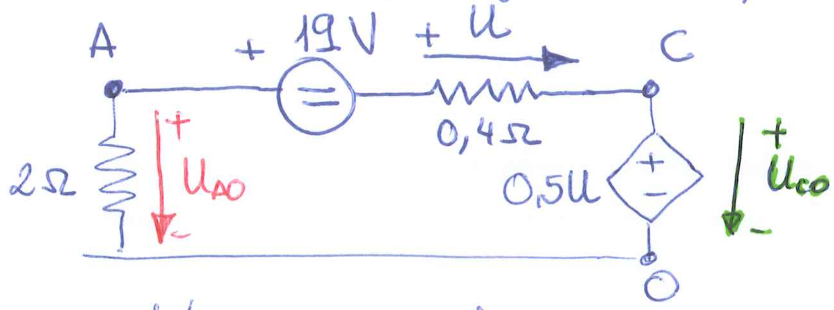
$$\begin{bmatrix} \frac{1}{2}+\frac{1}{0,4}+\frac{1}{0,5}+\frac{1}{4} & -\left(\frac{1}{0,5}+\frac{1}{0,4}\right) \\ -\left(\frac{1}{0,5}+\frac{1}{0,4}\right) & \frac{1}{0,4}+\frac{1}{0,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{AO} \\ u_{CO} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 47,5-4 \\ -47,5-i \end{bmatrix}$$

Ec. adicional por fuente de tensión en nudos



$$\boxed{0{,}5U = +U_{CO}}$$ (III)

Ec. adicional por fuente dependiente



$U_{AC} = 19 + U$

$$\Rightarrow \boxed{U_{AO} - U_{CO} = 19 + U}$$ (IV)

Se obtiene un sistema de 4 ecuaciones con 4 incógnitas

(I) $5{,}25\,U_{AO} - 4{,}5\,U_{CO} = 43{,}5$

(II) $-4{,}5\,U_{AO} + 4{,}5\,U_{CO} = -47{,}5 - i$

(III') $U = +2\,U_{CO}$

(IV') $U = U_{AO} - U_{CO} - 19$

$\Rightarrow$ eliminando U: $U_{AO} = 3\,U_{CO} + 19$ (V)

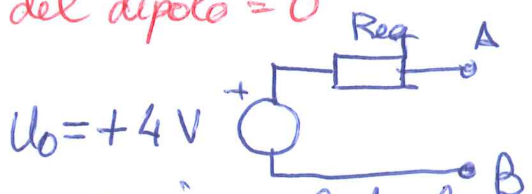
Sustituyendo U_{AO} (ecuación (V)) en la ecuación (I) obtenemos el resultado

(V) → (I) $11{,}25\,U_{CO} = -56{,}25 \Rightarrow \boxed{U_{CO} = \frac{-56{,}25}{11{,}25} = -5\text{ V}}$

U_{CO} → (V) $\boxed{U_{AO} = 3\cdot(-5) + 19 = 4\text{ V}}$

$$\boxed{U_{AB} = U_{AO} = 4\text{ V}}$$ = tensión a circuito abierto del dipolo = 0

b) El equivalente Thevenin es



Para calcular Req es necesario hacer PASIVO al dipolo anulando las fuentes INDEPENDIENTES (las fuentes dependientes permanecen sin cambios en el dipolo).

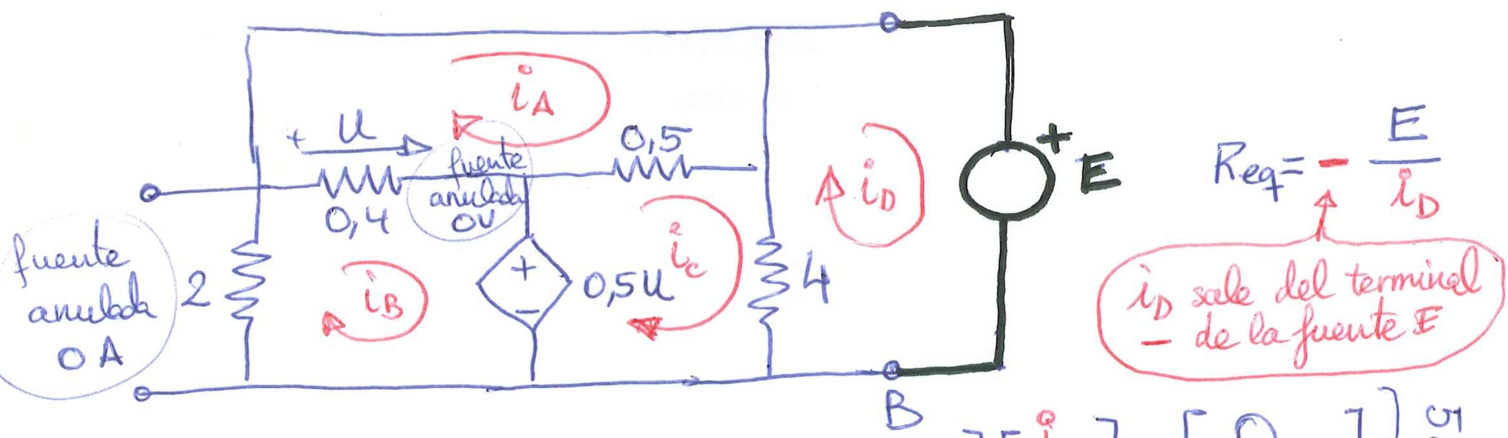
Como el dipolo pasivo contiene una fuente independiente, es necesario colocar una fuente auxiliar en los terminales A y B del dipolo pasivo y calcular

$$R_{eq} = \pm \frac{E \text{ fuente auxiliar entre A y B}}{I \text{ fuente auxiliar entre A y B}}$$

signo + cuando I sale del terminal + de la fuente auxiliar E

La fuente auxiliar puede ser de tensión o de corriente, según convenga por el método de análisis aplicado.

Para hallar Req por mallas coloco una fuente de tensión E (E puede tener cualquier valor no nulo)



$$R_{eq} = -\frac{E}{i_D}$$

i_D sale del terminal − de la fuente E

$$\begin{array}{c} \text{I} \\ \text{II} \\ \text{III} \\ \text{IV} \end{array} \begin{bmatrix} 0{,}5+0{,}4 & -0{,}4 & -0{,}5 & 0 \\ -0{,}4 & 0{,}4+2 & 0 & 0 \\ -0{,}5 & 0 & 0{,}5+4 & -4 \\ 0 & 0 & -4 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \\ i_D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -0{,}5u \\ +0{,}5u \\ -E \end{bmatrix}$$

Ec. adicional por fuente dependiente: $\boxed{u = 0{,}4(i_B - i_A)}$ V

5 ecs, 5 incógnitas + 1 parámetro (E)

Sustituyendo u (ecuación V), el sistema resultante es

I) $0{,}9\, i_A - 0{,}4\, i_B - 0{,}5\, i_C + \emptyset\, i_D = 0$

II') $-0{,}6\, i_A + 2{,}6\, i_B + \emptyset\, i_C + \emptyset\, i_D = 0$

III' $\quad -0{,}3\,i_A - 0{,}2\,i_B + 4{,}5\,i_C - 4\,i_D = 0$

IV $\quad 0\,i_A + 0\,i_B - 4\,i_C + 4\,i_D = E$

Procedemos a resolver el sistema 4×4 una vez eliminada u.

II' $\rightarrow$ $\boxed{i_A = \frac{2{,}6}{0{,}6}\,i_B = 4{,}\overset{\frown}{3}\,i_B}$

Elimino i_A del resto de ecuaciones.

$i_A \rightarrow$ I $\quad 0{,}9\,(4{,}\overset{\frown}{3}\,i_B) - 0{,}4\,i_B - 0{,}5\,i_C = 0$

$\Rightarrow 3{,}5\,i_B = 0{,}5\,i_C \Rightarrow \boxed{i_C = 7\,i_B}$

$i_A, i_C \rightarrow$ III' $\quad -0{,}3\,(4{,}\overset{\frown}{3}\,i_B) - 0{,}2\,i_B + 4{,}5\,(7\,i_B) - 4\,i_D = 0$

$\Rightarrow 30\,i_B = 4\,i_D \Rightarrow \boxed{i_B = \frac{4}{30}\,i_D}$

$i_B \rightarrow i_C \quad \boxed{i_C = 7\left(\frac{4}{30}\,i_D\right) = \frac{28}{30}\,i_D}$

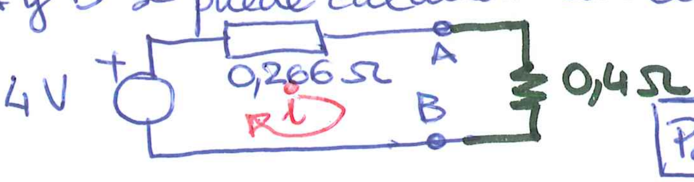
$i_C \rightarrow$ IV $\quad -4\left(\frac{28}{30}\,i_D\right) + 4\,i_D = -E$

$$0{,}2\overset{\frown}{6}\,i_D = -E$$

He ido eliminando incógnitas (excepto i_D y el parámetro E) hasta obtener una ecuación que me relaciona la tensión E y la corriente i_D de la fuente auxiliar. La resistencia equivalente del dipolo pasivo es:

$$\boxed{R_{eq} = -\frac{E}{i_D} = \frac{4}{5}\,\Omega = 0{,}2\overset{\frown}{66}\,\Omega}$$

c) Como se conoce el equivalente Thevenin del dipolo, la potencia absorbida por la resistencia conectada entre A y B se puede calcular con el equivalente.



$i = \frac{4\,V}{0{,}2\overset{\frown}{6} + 0{,}4\,\Omega} = 6\,A$

$\boxed{P_{abs} = (6A)^2 \cdot (0{,}4\,\Omega) = 14{,}4\,W}$

Problema 2, examen 2ª convocatoria 17-agosto-2022

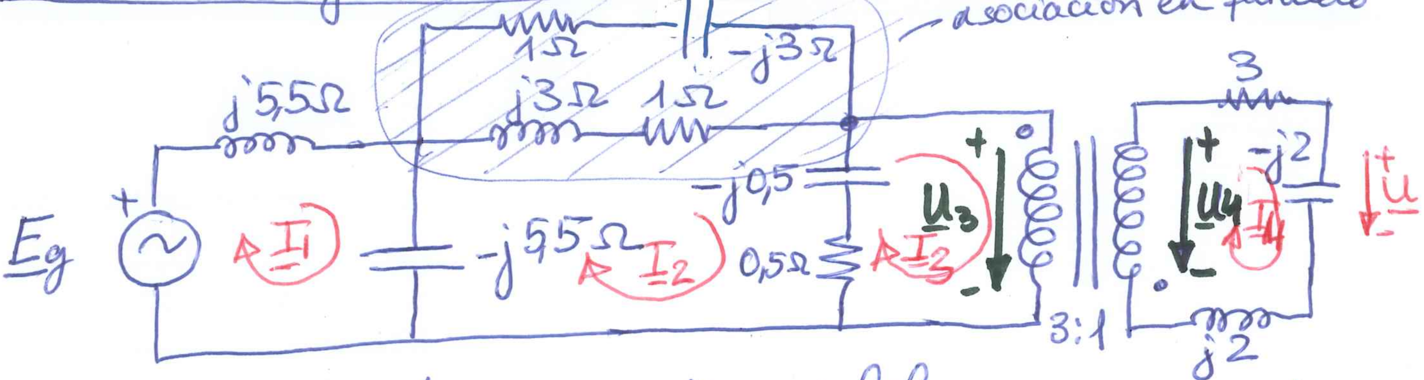
El circuito se encuentra en régimen estacionario sinusoidal y solo hay una fuente independiente ⇒ el circuito pulsa a $\omega = 100$ rad/s porque $u(t) = 6\sqrt{2}\cos(100t)$

Representaremos las tensiones y corrientes por fasores eficaces utilizando la función COSENO

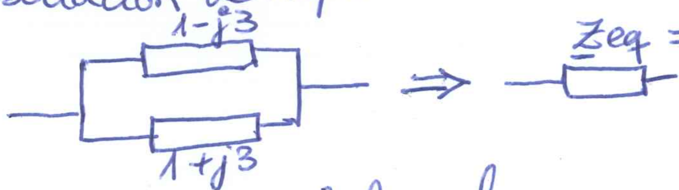
$u(t) = 6\sqrt{2}\cos(100t) \longrightarrow \underline{U} = 6\angle 0°$

Cálculo de las impedancias complejas: $\underline{Z}_L = j\omega L$ $\quad \underline{Z}_C = \frac{-j}{\omega C}$

* Circuito transformado al CAMPO COMPLEJO

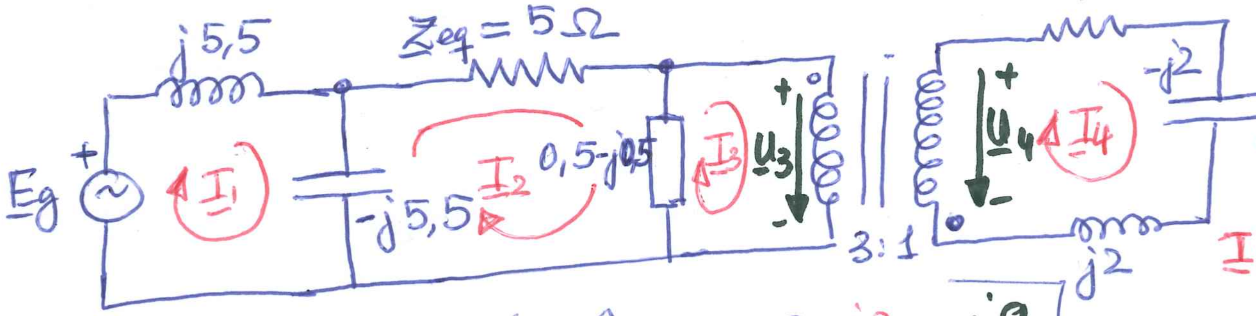


Asociación de impedancias serie-paralelo



$$\underline{Z}_{eq} = \left[(1-j3)^{-1} + (1+j3)^{-1}\right]^{-1} = 5\Omega$$

* Circuito simplificado



DATO PROBLEMA

$\underline{U} = 6\angle 0°$ ⇓ $\underline{I}_4 = \frac{6\angle 0°}{-j2} = j3$

LKT ⇒ $\boxed{\underline{U}_4 = (3 - \cancel{j2} + \cancel{j2})\,\underline{I}_4 = 3\,j3 = j9}$

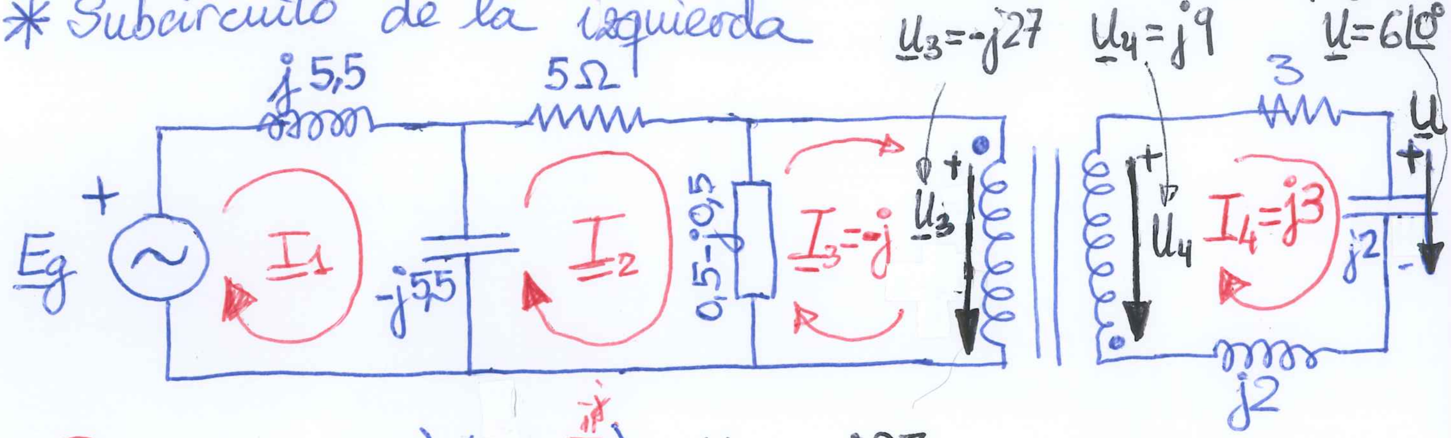
$\underline{U}_3$ sale de • y $\underline{U}_4$ llega a •, justo lo contrario ⇒ signo contrario (−)

Ecs. transformador: $\frac{\underline{U}_4}{\underline{U}_3} = -\frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{\underline{U}_3 = -3\,\underline{U}_4 = -j27}$

$3\,\underline{I}_3 + 1\,\underline{I}_4 = 0 \Rightarrow \boxed{\underline{I}_3 = -\frac{1}{3}\underline{I}_4 = -j}$

$\underline{I}_4$ $\underline{I}_3$ entran por •, justo lo mismo respecto • ⇒ signo + "coincidir es positivo"

* Subcircuito de la izquierda



LKT I_3 $\quad (0,5-j0,5)(\underline{I}_2 - \underline{I}_3) = \underline{U}_3 = -j27$

$$\underset{I_3=-j}{\Rightarrow} \quad \underline{I}_2 = \underline{I}_3 - \frac{j27}{0,5-j0,5} \underset{I_3=-j}{\Rightarrow} \boxed{\underline{I}_2 = 27 - j28}$$

Malla I_2 $\quad 5\,\underline{I}_2 + (0,5-j0,5)(\underline{I}_2 - \underline{I}_3) - j5,5(\underline{I}_2 - \underline{I}_1) = 0$

$$\Rightarrow \boxed{\underline{I}_1 = \frac{631}{11} - \frac{38}{11}j = 57,\widehat{36} - j\,3,\widehat{45}}$$

Malla I_1 $\quad j5,5\,\cancel{\underline{I}_1} - j5,5(\cancel{\underline{I}_1} - \underline{I}_2) = \underline{E}_g$

$$\Rightarrow \boxed{\underline{E}_g = 154 + j148,5 = 213,94 \angle 43,96°}$$

Para dar el resultado final, que se pide en el dominio del tiempo, transformo el fasor $\underline{E}_g$ a expresión temporal $e_g(t)$ utilizando la misma función (coseno) que en el paso inverso al inicio de este problema

$$\boxed{\begin{array}{l} e_g(t) = 213,94\sqrt{2}\,\cos\left(100t - 43,96°\,\dfrac{\pi\,\text{rad}}{180°}\right) \\ \\ e_g(t) = 302,55\,\cos(100t - 0,7672\,\text{rad}) \end{array}}$$