



Universidad de Granada
Departamento de Electrónica y Tecnología
de Computadores

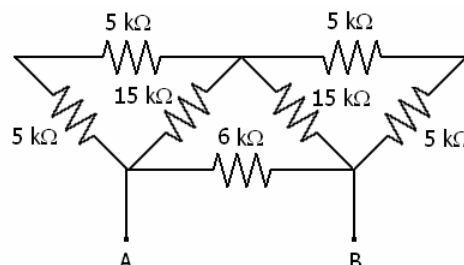
FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

Ingeniería Informática Examen Febrero 2007

Nombre _XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX_ D.N.I. _XXXXXX_ Grupo _XXXXX_

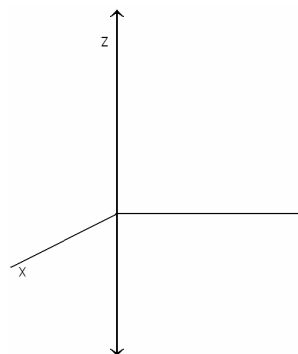
1. Calcula la resistencia equivalente de la asociación de resistencias mostrada en el dibujo entre los puntos A y B.

(0.5 puntos)



2. Para un hilo infinito alineado según el eje Z, tal y como el representado en el dibujo, calcula:

- a) El campo eléctrico que produciría en el punto (2,0,0) m en el caso de que el hilo se encontrase cargado con una densidad de carga de 10^{-6} C/m **(1 punto)**
- b) El campo magnético que produciría en el punto (2,0,0) m en el caso de que por el hilo circulase una corriente en sentido ascendente de intensidad 1 A **(1 punto)**



Nota importante: Ambos campos deben expresarse de forma vectorial con sus respectivas unidades.

Datos: $\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

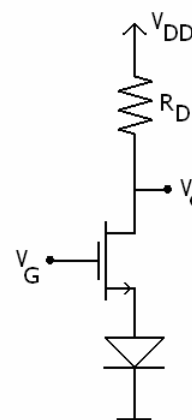
3. Calcula:

- a) El valor de V_o . **(1.25 puntos)**
- b) El valor de la potencia consumida por el MOSFET y por el diodo. **(0.75 puntos)**

Datos: $V_{DD}=5 \text{ V}$; $R_D=1 \text{ k}\Omega$; $V_T=1 \text{ V}$; $k=2 \text{ mA/V}^2$; $V_G=2.5 \text{ V}$; $V_\gamma=0.6 \text{ V}$

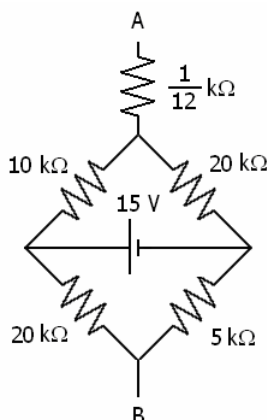
Corriente en la región de saturación: $I_D = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$

Corriente en la región lineal: $I_D = \frac{k}{2} [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$

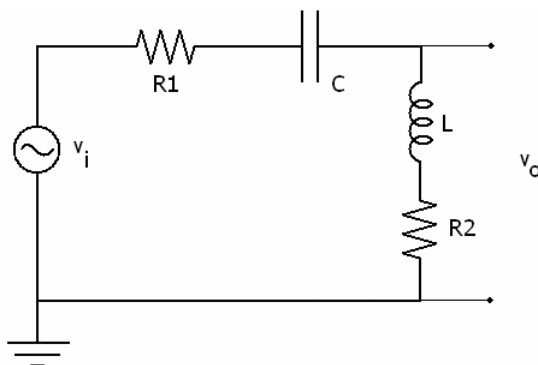


(continúa por detrás)

4. Calcula el equivalente de Thevenin del circuito mostrado en el dibujo visto desde los terminales A y B. **(1.5 puntos)**



5. Para el circuito de la figura siguiente ($R_1=80\ \Omega$; $R_2=125\ \Omega$; $L=1\ \text{mH}$, $C=1\ \mu\text{F}$):

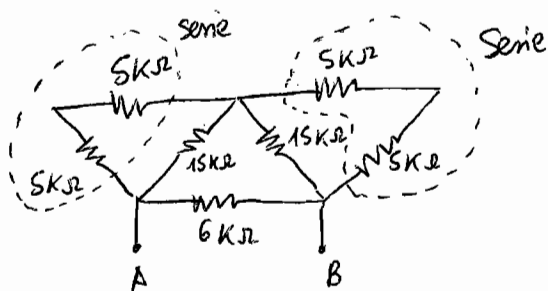


- a) Obtenga la función de transferencia $T(s)=V_o(s)/V_i(s)$. **(1 punto)**
- b) Represente el diagrama de Bode en amplitud y fase para dicha función de transferencia. **(1 punto)**
- c) Usando la función de transferencia obtenida, calcule $v_o(t)$ si $v_i(t)=[10\cos(20t)+10\cos(1.6\times 10^4 t)]\ \text{V}$. **(1 punto)**
- d) Calcula la potencia media cedida por la fuente al circuito si $v_i(t)=[1\cos(\sqrt{10}\times 10^4 t)]\ \text{V}$. **(1 punto)**

Nota: $\cos\alpha \cos\beta = \frac{1}{2}[\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)]$

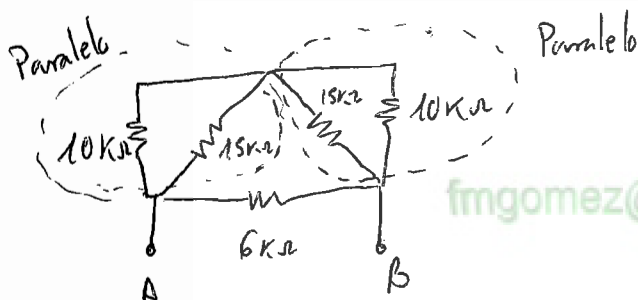
EXAMEN FEBRERO 2007

1.-



$$R_{equiv} = 5 + 5 = 10 \text{ k}\Omega$$

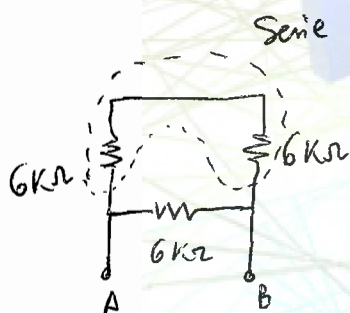
- Resistencias en serie: pasa la misma corriente a través de ellas



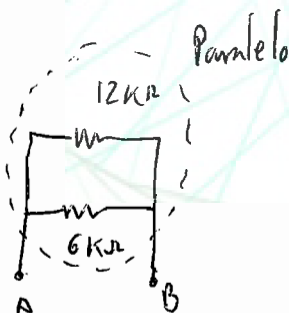
$$\frac{1}{R_{equiv}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{3 + 2}{30} = \frac{1}{6}$$

$$R_{equiv} = 6 \text{ k}\Omega$$

- Resistencias en paralelo: cae la misma tensión entre sus extremos



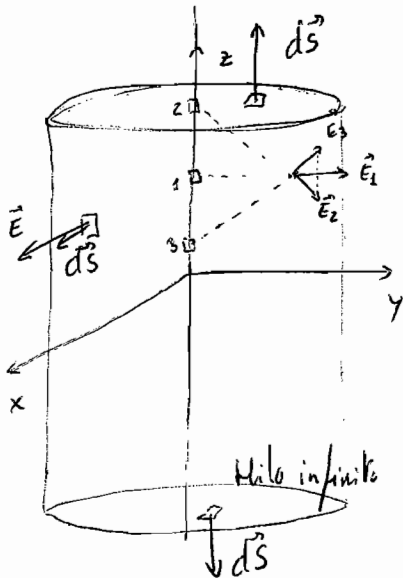
$$R_{equiv} = 6 + 6 = 12 \text{ k}\Omega$$



$$\frac{1}{R_{equiv}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2 + 1}{12} = \frac{1}{4}$$

$$R_{equiv} = 4 \text{ k}\Omega$$

2.-



$$a) \lambda = 10^{-6} \text{ C/m}$$

Como el hilo es infinito puede aplicarse el teorema de Gauss para calcular el campo eléctrico.

Por simetría puede concluirse que el campo tendrá dirección radial.

Tomamos como superficie de integración un cilindro de radio variable r y altura L

Teorema de Gauss:

fmgomez@ugr.es

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{encerrada}}}{\epsilon_0}$$

$$Q_{\text{encerrada}} = \lambda \cdot L$$

Es la carga contenida en el cilindro.

Como la longitud del cilindro es L , la carga es $\lambda \cdot L$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{\text{tapa superior}} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{\text{tapa inferior}} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \int_{\text{cara lateral}} \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

\parallel \parallel
 0 0

En la tapa superior e inferior el campo es perpendicular al diferencial de superficie.
 En la tapa lateral el campo es paralelo al diferencial de superficie: $\vec{E} \cdot d\vec{S} = E dS$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{\text{cara lateral}} E dS = E \int_{\text{cara lateral}} dS = E \cdot S_{\text{lateral}} = E \cdot 2\pi r \cdot L$$

El campo tiene el mismo módulo en cualquier punto de la cara lateral

$$E \cdot 2\pi r L = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \hat{r}$$

Datos:

$$\lambda = 10^{-6} \text{ C/m}$$

$r = 2 \text{ m}$ → valor de r para el punto $(2, 0, 0) \text{ m}$

$\epsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ → constante universal

fmgomez@ugr.es

$$\vec{E} = \frac{10^{-6}}{2\pi \cdot 2 \cdot 8.84 \cdot 10^{-12}} \hat{r} \text{ N/C} = 9001.98 \hat{r} \text{ N/C}$$

Nota: Dado que en el punto $(2, 0, 0)$ el vector \hat{r} de coordenadas cilíndricas coincide con el vector \hat{i} de coordenadas cartesianas, podría haberse dado como solución $\vec{E} = 9001.98 \hat{i} \text{ N/C}$

b)

Ley de Ampere:

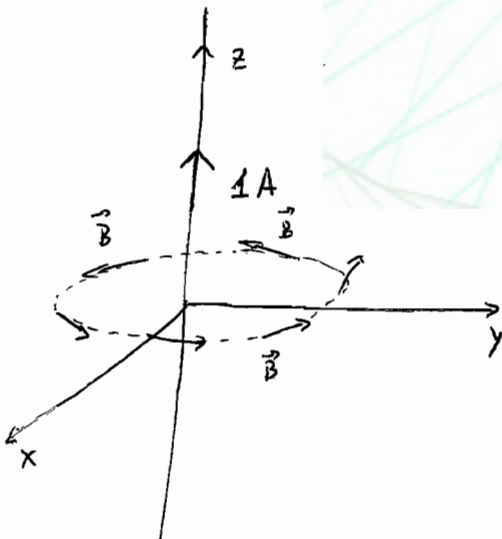
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{circulada}}$$

Por la regla de la mano derecha sabemos que el campo magnético tiene la orientación indicada. Para realizar la integral tomamos una circunferencia de radio r centrada en el hilo.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint B dl = B \oint dl = B \cdot l = B \cdot 2\pi r$$

En cada trozo \vec{B} es paralelo al trozo del recorrido, $d\vec{l}$

\vec{B} tiene módulo constante en cualquier punto de la circunferencia



La intensidad cortada por la superficie limitada por la circunferencia en la que se ha integrado es de 1 A

Por tanto

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{\phi}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$r = 2 \text{ m}$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1}{2\pi \cdot 2} \hat{\phi} \text{ T} = 10^{-7} \hat{\phi} \text{ T}}$$

fmgomez@ugr.es

Nota: En el punto (2,0,0) el vector $\hat{\phi}$ de coordenadas cilíndricas coincide con el \hat{j} de coordenadas cartesianas. Por este motivo se podría haber indicado también $\vec{B} = 10^{-7} \hat{j} \text{ T}$

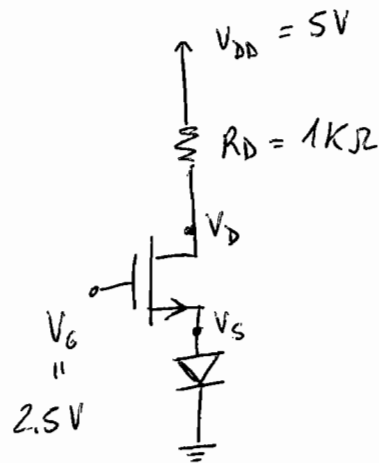
3.-

a)

$$V_T = 1V$$

$$K = 2 \text{ mA/V}^2$$

$$V_F = 0.6V$$



Para comprender mejor cómo llegar al resultado, supondremos los tres regímenes de funcionamiento y veremos los motivos por los que hay que descartar dos de ellas.

→ Corte: Si el MOSFET está en corte, $V_{GS} < V_T$

$$V_{GS} = V_G - V_S = 2.5 - V_S$$

$$V_{GS} < V_T \Rightarrow 2.5 - V_S < 1 \Rightarrow \boxed{V_S > 1.5V}$$

Este resultado es absurdo: En el diodo no pueden caer más de V_F voltios. Por ello, V_S no puede ser mayor que $0.6V$.

→ Lineal: En la región lineal $I_D = \frac{K}{2} [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$.

Hay una corriente, por tanto el diodo conduce $\rightarrow V_S = 0.6V$

$$V_{GS} = V_G - V_S = 2.5 - 0.6 = 1.9V$$

La corriente I_D es la que circula por el MOSFET, pero también es la que pasa por el diodo y por la resistencia.

Aplicando la ley de Ohm a la misma tenemos:

$$V_{DD} - V_D = I_D \cdot R_D$$

$$5 - V_D = 1 \cdot [2[1.9] \cdot (V_D - 0.6) - (V_D - 0.6)^2] \cdot 1$$

Es una ecuación de 2º grado de V_D . Sus soluciones son:

$$V_D \approx 1.834 \text{ V} ; \quad V_D \approx 4.166 \text{ V}$$

Ya que hemos supuesto que se encuentra en la región lineal, se ha de cumplir que $V_{GS} - V_T > V_{DS}$

$$V_{GS} - V_T = (V_G - V_S) - V_T = 2.5 - 0.6 - 1 = 0.9 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = \begin{array}{l} \rightarrow 1.834 - 0.6 \approx 1.233 \text{ V} \\ \rightarrow 4.166 - 0.6 \approx 3.566 \text{ V} \end{array}$$

En ambos casos $V_{DS} > V_{GS} - V_T$. Por tanto las soluciones no se corresponden con un funcionamiento en la región lineal.

→ Saturación: En saturación $I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_T)^2$

$$V_{GS} - V_T = 0.9 \text{ V}$$

$$\boxed{I_D = 0.81 \text{ mA}}$$

Aplicando la ley de Ohm a la resistencia tenemos

$$V_{DD} - V_D = I_D \cdot R_D$$

$$5 - V_D = 0.81 \cdot 1$$

$$V_D = 5 - 0.81 = 4.19 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 4.19 - 0.6 = 3.59 \text{ V} \quad \left/ \quad \boxed{V_{DS} > V_{GS} - V_T} \quad \text{SATURACIÓN} \right.$$

$$V_{GS} - V_T = 0.9 \text{ V}$$

b) La potencia consumida por un elemento es $P = V \cdot I$

• En el MOSFET la única corriente existente es entre drenador y fuente. Por ello $P = V_{DS} \cdot I_D$

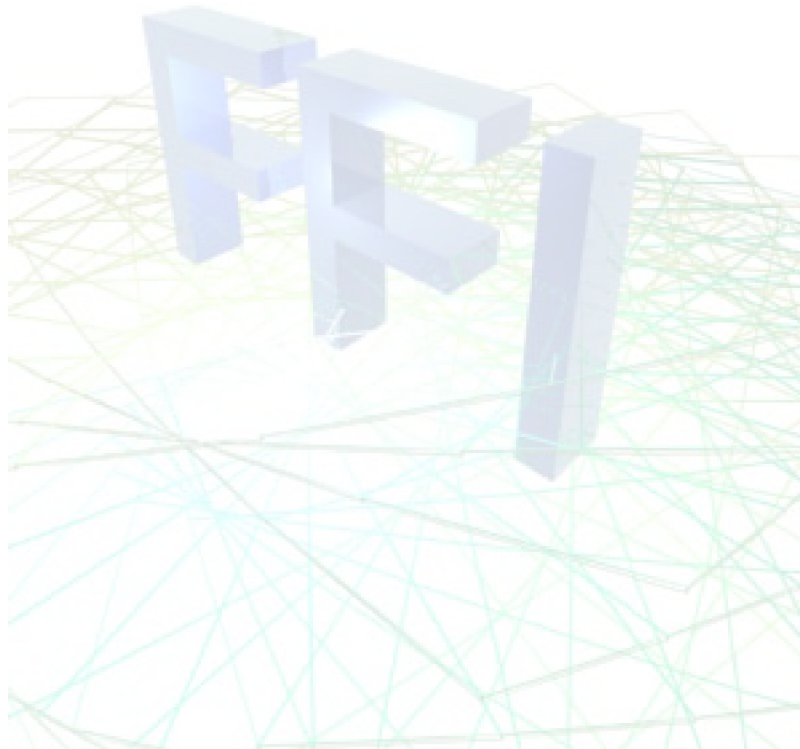
$$V_{DS} = V_D - V_S = 4.19 - 0.6 = 3.59 \text{ V}$$

$$I_D = 0.81 \text{ mA}$$

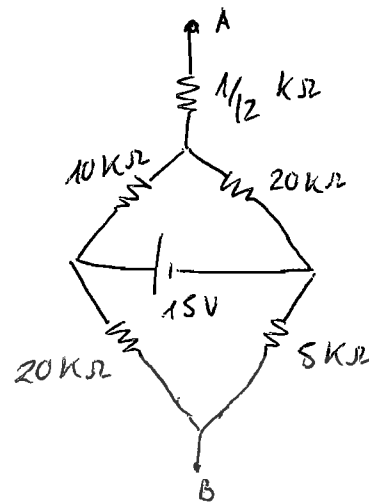
$$\boxed{P = 3.59 \cdot 0.81 = 2.9079 \text{ mW}}$$

fmgomez@ugr.es

• En el diodo $P = V_f \cdot I_D \rightarrow \boxed{P = 0.6 \cdot 0.81 = 0.486 \text{ mW}}$



4.-

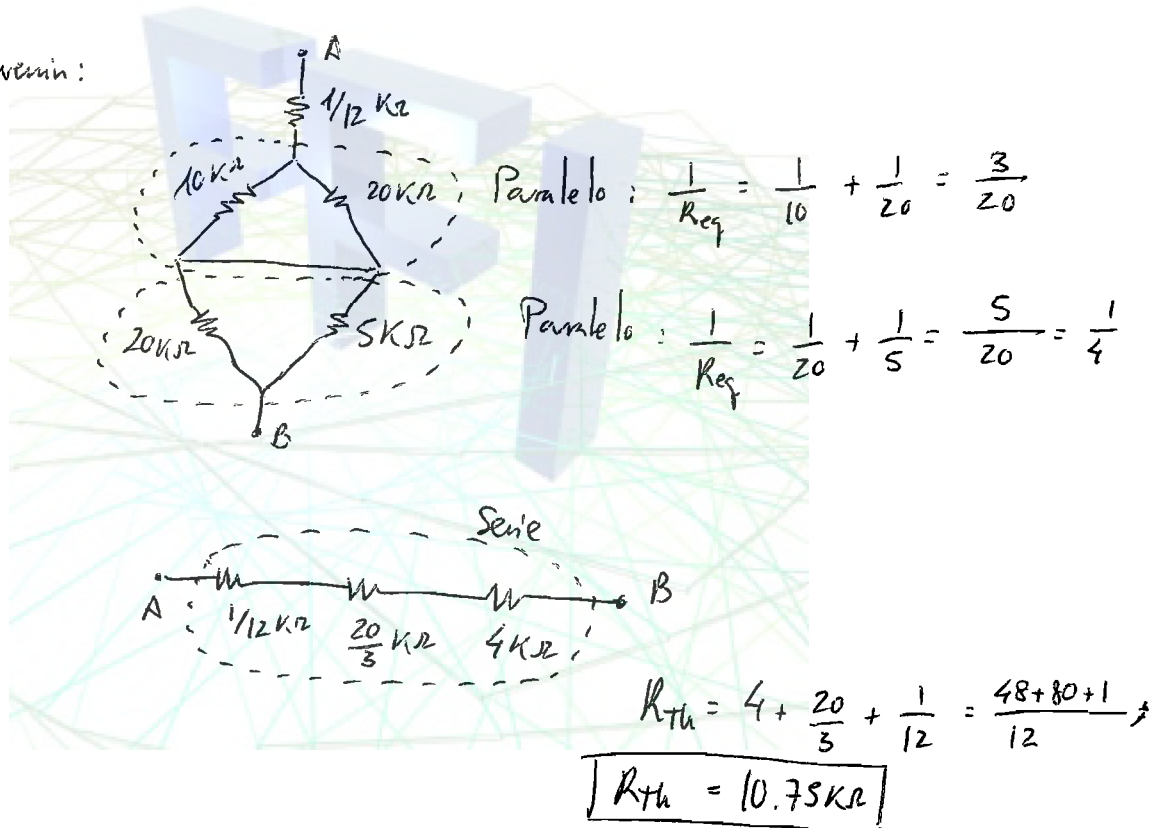


fmgomez@ugr.es

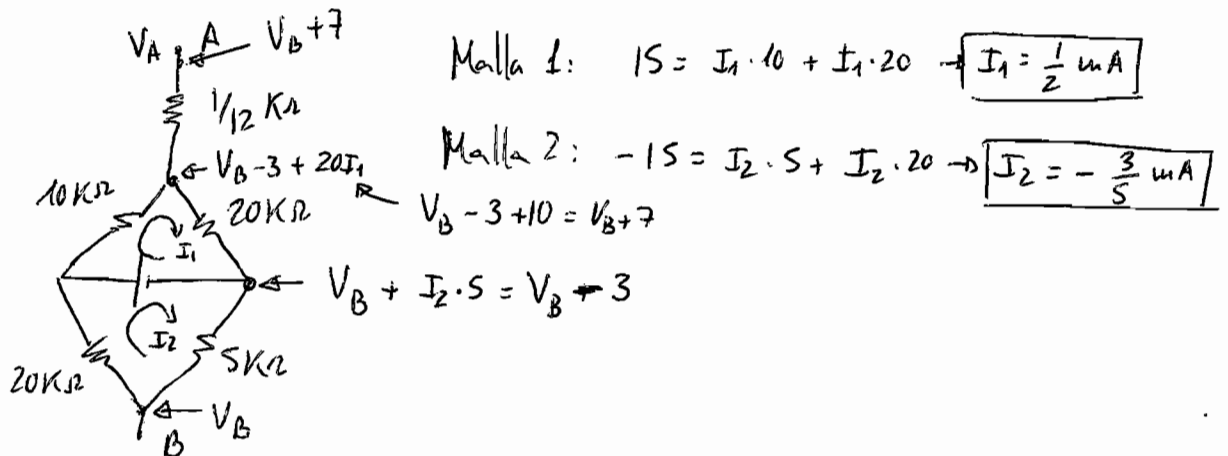
Equivalente Thevenin

- Resistencia Thevenin:

Anulamos la fuente de tensión

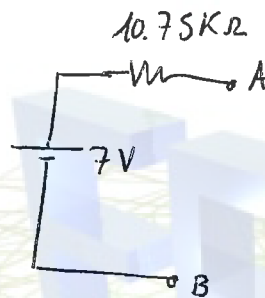


- Tensión Thevenin: Resolvemos el circuito y V_{Th} es la diferencia de tensión entre A y B

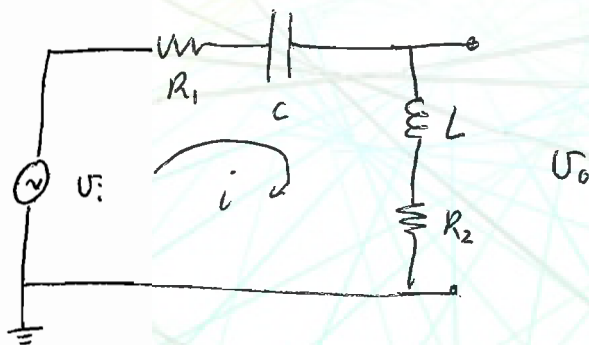


$$V_A = V_B + 7 \rightarrow V_{Th} = V_A - V_B = 7 \text{ V}$$

Equivalente Thevenin:



5.-



a) Es un circuito de una malla

$$U_1 = R_1 i + \frac{1}{sC} i + sL i + R_2 i \rightarrow i = \frac{U_1}{R_1 + \frac{1}{sC} + sL + R_2}$$

U_0 es la caída de tensión en la bobina más la caída en R_2

$$U_0 = sL i + R_2 i = (sL + R_2) \cdot \frac{U_1}{R_1 + \frac{1}{sC} + sL + R_2}$$

Multiplica por sC el numerador y el denominador

$$V_o = \frac{s^2 LC + s R_2 C}{s^2 LC + sC(R_1 + R_2) + 1} \quad V_i$$

$$T(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} \Rightarrow T(s) = \frac{s^2 LC + s R_2 C}{s^2 LC + sC(R_1 + R_2) + 1}$$

Sustituyendo los valores del problema

$$L \cdot C = 10^{-3} \cdot 10^{-6} = 10^{-9}$$

$$R_2 \cdot C = 125 \cdot 10^{-6} = 1.25 \cdot 10^{-4}$$

$$[R_1 + R_2]C = [125 + 80] \cdot 10^{-6} = 205 \cdot 10^{-6} = 2.05 \cdot 10^{-4}$$

fmgomez@ugr.es

$$T(s) = \frac{10^{-9}s^2 + 1.25 \cdot 10^{-4}s}{10^{-9}s^2 + 2.05 \cdot 10^{-4}s + 1}$$

b) Diagrama de Bode

Lo primero es encontrar las raíces del numerador (ceros) y denominador (polos)

Ceros:

$$10^{-9}s^2 + 1.25 \cdot 10^{-4}s = 0 \rightarrow \boxed{s=0}$$

$$10^{-9}s + 1.25 \cdot 10^{-4} = 0 \rightarrow \boxed{s = -\frac{1.25 \cdot 10^{-4}}{10^{-9}} = -1.25 \cdot 10^5}$$

Polos:

$$10^{-9}s^2 + 2.05 \cdot 10^{-4}s + 1 = 0$$

$$s = \frac{-2.05 \cdot 10^{-4} \pm \sqrt{(2.05 \cdot 10^{-4})^2 - 4 \cdot 10^{-9}}}{2 \cdot 10^{-9}} = \begin{cases} \boxed{s = -5 \cdot 10^3} \\ \boxed{s = -2 \cdot 10^5} \end{cases}$$

$$T(s) = \frac{10^{-4} [s-0][s-(-1.25 \cdot 10^5)]}{10^{-4} [s-(-5 \cdot 10^3)][s-(-2 \cdot 10^5)]} = \frac{s [s + 1.25 \cdot 10^5]}{(s + 5 \cdot 10^3)(s + 2 \cdot 10^5)}$$

No son del tipo $\frac{s}{c} + 1$. Dividimos por el término correspondiente

$$T(s) = \frac{s \cdot \left[\frac{s}{1.25 \cdot 10^5} + 1 \right] \cdot 1.25 \cdot 10^5}{\left[\frac{s}{5 \cdot 10^3} + 1 \right] \cdot 5 \cdot 10^3 \left[\frac{s}{2 \cdot 10^5} + 1 \right] \cdot 2 \cdot 10^5} = \frac{s \left[\frac{s}{1.25 \cdot 10^5} + 1 \right]}{\left[\frac{s}{5 \cdot 10^3} + 1 \right] \left[\frac{s}{2 \cdot 10^5} + 1 \right]} \cdot 1.25 \cdot 10^{-4}$$

Cambiamos s por $j\omega$ fmgomez@ugr.es

$$T(\omega) = \frac{1.25 \cdot 10^{-4} j\omega \left[\frac{j\omega}{1.25 \cdot 10^5} + 1 \right]}{\left[\frac{j\omega}{5 \cdot 10^3} + 1 \right] \left[\frac{j\omega}{2 \cdot 10^5} + 1 \right]}$$

Y de aquí salen los dos diagramas de Bode

Amplitud: Módulo de cada factor

$$|T(\omega)| = \frac{1.25 \cdot 10^{-4} \omega \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5} \right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3} \right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5} \right)^2}}$$

Fase: Fase de cada factor \rightarrow Numerador: positiva
Denominador: negativa

$$\arg T(\omega) = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)$$

Para realizar el diagrama de Bode de amplitud calculamos $20 \log |T|$

$$20 \log |T(\omega)| = \overset{(1)}{20 \log 1.25 \cdot 10^{-4}} + \overset{(2)}{20 \log \omega} + \overset{(3)}{20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right)^2}} - \overset{(4)}{20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right)^2}} - \overset{(5)}{20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)^2}}$$

fmgomez@ugr.es

(1) $\rightarrow 20 \log 1.25 \cdot 10^{-4} \approx -78 \text{ dB}$ (valor constante)

(2) $\rightarrow 20 \log \omega \rightarrow$ recta de pendiente 20 dB/dec
 si $\omega = 1 \text{ rad/s} \rightarrow 20 \log(\omega=1) = 0 \text{ dB}$

(3) $\rightarrow 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right)^2}$; si $\omega \rightarrow 0 \approx 20 \log 1 = 0$
 si $\omega \rightarrow \infty \approx 20 \log \frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5} = 20 \log \omega - 20 \log (1.25 \cdot 10^5)$

(4) $\rightarrow -20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right)^2}$; si $\omega \rightarrow 0 \approx -20 \log 1 = 0$
 si $\omega \rightarrow \infty \approx -20 \log \frac{\omega}{5 \cdot 10^3} = -20 \log \omega + 20 \log (5 \cdot 10^3)$

(5) $\rightarrow -20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)^2}$; si $\omega \rightarrow 0 \approx -20 \log 1 = 0$
 si $\omega \rightarrow \infty \approx -20 \log \left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right) = -20 \log \omega + 20 \log (2 \cdot 10^5)$

Para realizar el diagrama de Bode de fase estacionaria cada término

$$\arg T(\omega) = \overset{(1)}{\frac{\pi}{2}} + \overset{(2)}{\arctan\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right)} - \overset{(3)}{\arctan\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right)} - \overset{(4)}{\arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)}$$

① $\rightarrow \frac{\pi}{2}$ constante

② $\arctan\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right)$; si $\omega \rightarrow 0$ $\arctan\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right) \approx 0$

si $\omega \rightarrow \infty$ $\arctan\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right) \approx \pi/2$

si $\omega = 1.25 \cdot 10^5$ $\arctan\left(\frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5}\right) = \arctan 1 = \frac{\pi}{4}$

③ $-\arctan\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right)$; si $\omega \rightarrow 0$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right) \approx 0$

si $\omega \rightarrow \infty$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right) \approx -\pi/2$

si $\omega \rightarrow 5 \cdot 10^3$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^3}\right) \approx -\pi/4$

④ $-\arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right)$; si $\omega \rightarrow 0$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right) \approx 0$

si $\omega \rightarrow \infty$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right) \approx -\pi/2$

si $\omega \rightarrow 2 \cdot 10^5$ $-\arctan\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right) \approx -\pi/4$

c)

$$v_i(t) = 10 \cos(20t) + 10 \cos(1.6 \cdot 10^4 t)$$

Analizamos cada uno de los sumandos, pasándolos a fasores y teniendo en cuenta que:

$$\frac{|V_o|}{|V_i|} = |T| ; \quad \arg V_o - \arg V_i = \arg T$$

fmgomez@ugr.es

* $10 \cos(20t)$: $\omega = 20 \text{ rad/s}$

$$10 e^{j0}$$

$$|V_i| = 10$$

$$\arg V_i = 0$$

$$|T|_{\omega=20} = \frac{1.25 \cdot 10^{-4} \cdot 20 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{20}{1.5 \cdot 10^5}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{20}{5 \cdot 10^3}\right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{20}{2 \cdot 10^5}\right)^2}} \approx 0.0025$$

$$\frac{|V_o|}{|V_i|} = |T| ; \quad \frac{|V_o|}{10} = 0.0025, \quad \boxed{|V_o| = 0.025}$$

$$\arg T(\omega=20) = \frac{\pi}{2} + \arctan\left(\frac{20}{1.25 \cdot 10^5}\right) - \arctan\left(\frac{20}{5 \cdot 10^3}\right) - \arctan\left(\frac{20}{2 \cdot 10^5}\right) \approx \frac{\pi}{2}$$

$$\arg V_o - \arg V_i = \arg T ; \quad \arg V_o - 0 = \pi/2 ; \quad \boxed{\arg V_o = \pi/2}$$

Si la entrada es $10 \cos(20t)$ el circuito proporciona una salida $0.025 \cos(20t + \frac{\pi}{2})$

$$* 10 \cos(1.6 \cdot 10^4 t)$$

$$\omega = 1.6 \cdot 10^4 \text{ rad/s}$$

$$|v_i| = 10$$

$$10 e^{j0}$$

$$\arg v_i = 0$$

$$|T|_{\omega=1.6 \cdot 10^4} = \frac{1.25 \cdot 10^{-4} \cdot 1.6 \cdot 10^4 \sqrt{1 + \left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{1.25 \cdot 10^5}\right)^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^3}\right)^2} \sqrt{1 + \left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^5}\right)^2}} \approx 0.6$$

fmgomez@ugr.es

$$\arg T(\omega=1.6 \cdot 10^4) = \frac{\pi}{2} + \arctg\left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{1.25 \cdot 10^5}\right) - \arctg\left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{5 \cdot 10^3}\right) - \arctg\left(\frac{1.6 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^5}\right) =$$

$$\approx 0.303 \text{ rad}$$

Si la entrada es $10 \cos(1.6 \cdot 10^4 t)$ el circuito proporcionará una salida de $6 \cos(1.6 \cdot 10^4 t + 0.303)$

d) Potencia media cedida por la fuente al circuito

La potencia es igual al producto de la diferencia de tensión entre los extremos del elemento por la corriente que lo atraviesa.

$$P(t) = v(t) i(t)$$

Para la fuente, $v_i(t) = 1 \cdot \cos(1.6 \cdot 10^4 t)$ ← Dato del problema

Para calcular $i(t)$ hemos de recordar que $i = \frac{v_i}{R_1 + \frac{1}{sC} + sL + R_2}$, demostrado

al comienzo del problema. (página 9)

Dicha relación es para i y v_i escritos en función de s . En forma fasorial

$$i = \frac{v_i}{R_1 + R_2 + \frac{1}{j\omega C} + j\omega L} = \frac{j\omega C v_i}{j\omega C [R_1 + R_2] + 1 - \omega^2 LC}$$

Pasamos $v_i(t)$ a fasor:

$$v_i(t) = 1 \cos(\sqrt{10} \cdot 10^4 t) \rightarrow v_i = 1 \cdot e^{j0}$$

$$\omega = \sqrt{10} \cdot 10^4$$

fmgomez@ugr.es

$$i = \frac{j \sqrt{10} \cdot 10^4 \cdot 10^{-6} \cdot 1 e^{j0}}{j \cdot \sqrt{10} \cdot 10^4 \cdot 10^{-6} [205] + 1 - (\sqrt{10} \cdot 10^4)^2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{j \sqrt{10} \cdot 10^{-2} \cdot 1 e^{j0}}{j \cdot \sqrt{10} \cdot 10^{-2} \cdot 205 + 1 - 1} = \frac{e^{j0}}{205}$$

En función del tiempo: $i(t) = \frac{1}{205} \cos(\sqrt{10} \cdot 10^4 t)$

Por tanto $P(t) = 1 \cdot \cos(\sqrt{10} \cdot 10^4 t) \cdot \frac{1}{205} \cos(\sqrt{10} \cdot 10^4 t)$

Usando la relación $\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} [\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)]$ tenemos

$$P(t) = \frac{1}{205} \cdot \frac{1}{2} [\cos(2\sqrt{10} \cdot 10^4 t) + \cos 0] =$$

$$= \frac{1}{410} [\underbrace{\cos(2\sqrt{10} \cdot 10^4 t)}_{\text{Termino variable en el tiempo}} + 1] \quad \text{valor constante}$$

Potencia media: $\frac{1}{410} \cdot 1W = \frac{1}{410} W \approx \boxed{2.44 \text{ mW}}$

La potencia media es la parte independiente del tiempo

