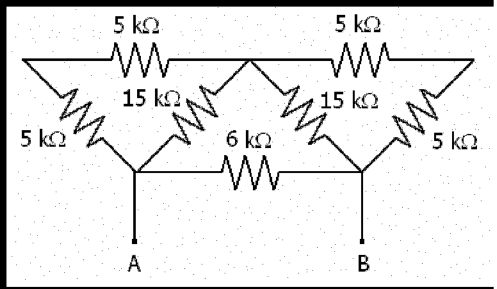
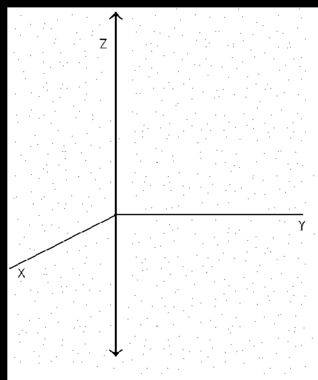
[redacted]

Universidad de Granada
Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores

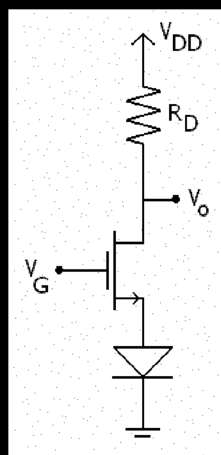
[redacted]



[redacted]

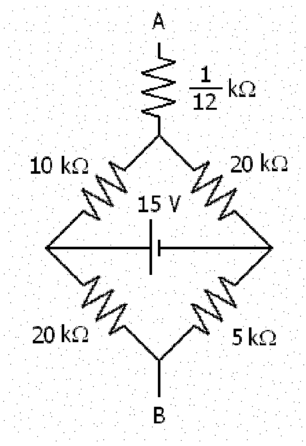


[redacted]

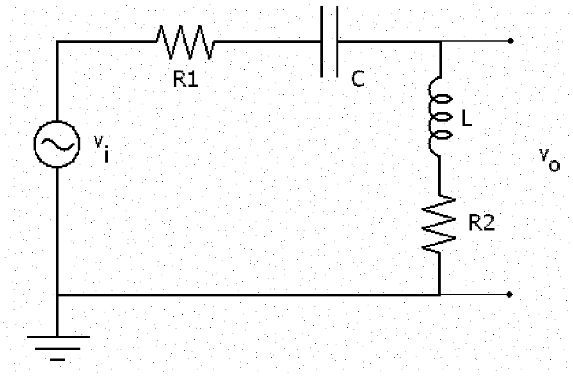


[redacted]

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 (R1=80 Ω; R2=125 Ω; L=1 mH, C=1 μF):



a) Obtenga la función de transferencia $T(s)=V_0(s)/V_i(s)$. **(1 punto)**

b) Represente el diagrama de Bode en amplitud y fase para dicha función de transferencia. **(1 punto)**

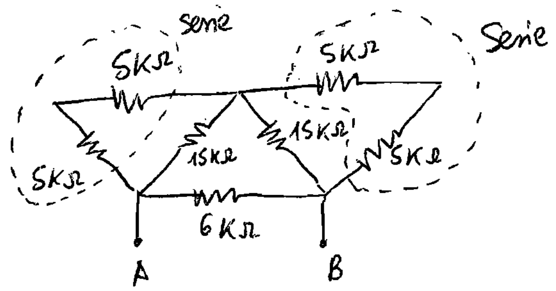
c) Usando la función de transferencia obtenida, calcule $v_0(t)$ si $v_i(t)=[10\cos(20t)+10\cos(1.6\times10^4 t)]$ V. **(1 punto)**

d) Calcula la <u>potencia media</u> cedida por la fuente al circuito si $v_i(t)=[1\cos(\sqrt{10}\times10^4 t)]$ V. **(1 punto)**

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

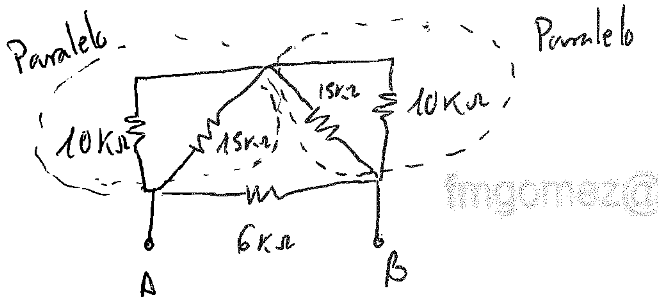
EXAMEN FEBRERO 2007

1.-



$$\boxed{R_{equiv} = 5 + 5 = 10\ K\Omega}$$

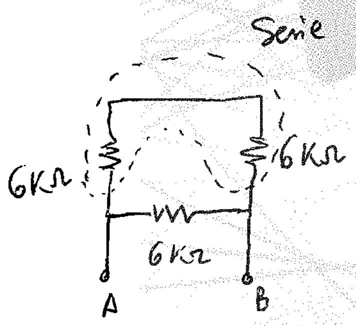
- Resistencias en serie: pasa la misma corriente a través de ellas



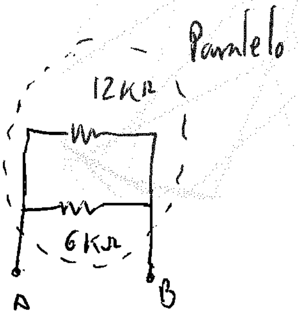
$$\frac{1}{R_{equiv}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{3+2}{30} = \frac{1}{6}$$

$$\boxed{R_{equiv} = 6\ K\Omega}$$

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



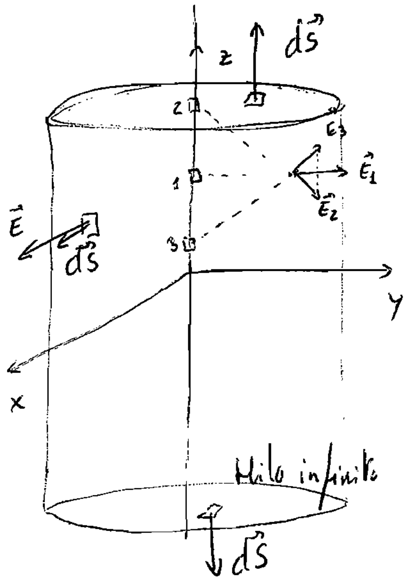
$$R_{equiv} = 6 + 6 = 12\ K\Omega$$



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

$$\boxed{R_{equiv} = 4\ K\Omega}$$

2.-



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

Como el hilo es infinito puedo aplicar el teorema de Gauss para calcular el campo eléctrico.

Por simetría puedo concluir que el campo tendrá dirección radial.

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

Teorema de Gauss:

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{S} = \frac{Q_{encerrada}}{\varepsilon_0}$$

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

es la carga contenida en el cilindro. Como la longitud del cilindro es L, la carga es $\lambda \cdot L$

$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{S} = \underbrace{\int_{tapa\ superior} \vec{E}\cdot d\vec{S}}_{=0} + \underbrace{\int_{tapa\ inferior} \vec{E}\cdot d\vec{S}}_{=0} + \int_{cara\ lateral} \vec{E}\cdot d\vec{S}$$

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: $\vec{E}\cdot d\vec{S} = E\, dS$

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

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

$$E \cdot 2\pi r L = \frac{\lambda L}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0} \qquad \boxed{\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}\hat{r}}$$

Datos:

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

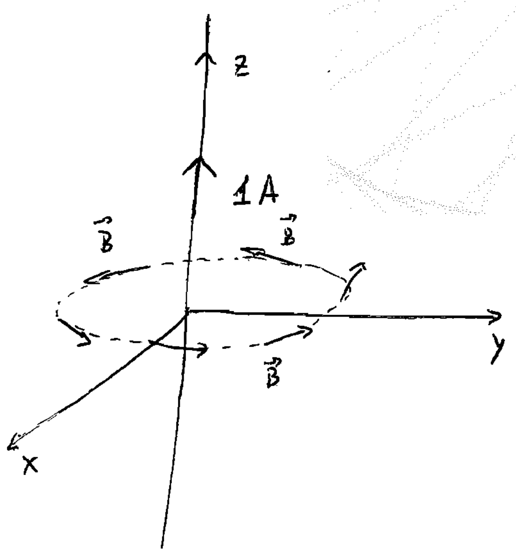
$r = 2m$ ← valor de r para el punto $(2,0,0)\, m$

$\varepsilon_0 = 8.84 \cdot 10^{-12}\; C^2/Nm^2$ ← constante universal

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

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

b)



Ley de Ampere:

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

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

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

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

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

$I = 1\ A$

$r = 2\ m$

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

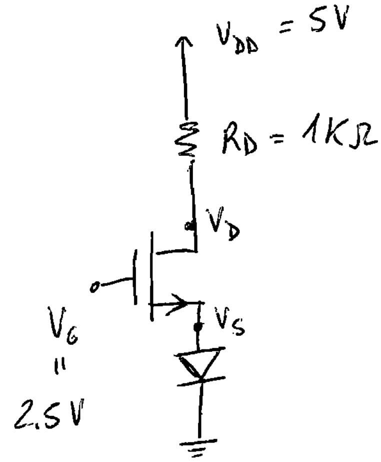
Nota: En el punto $(2,0,0)$ el vector $\hat{\phi}$ de coordenadas cilíndricas coincide con el $\hat{j}$ de coordenadas cartesianas. Por este motivo se podría haber indicado también $\underline{\vec{B} = 10^{-7}\,\hat{j}\ T}$

3.-

a) $V_T = 1V$

$K = 2mA/V^2$

$V_\gamma = 0.6V$



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

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

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

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

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

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

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

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

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:

$$V_D \approx 1.834\ V \quad ; \quad V_D \approx 4.166\ V$$

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

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

$$V_{DS} = V_D - V_S = \begin{cases} 1.834 - 0.6 \approx 1.233\ V \\ 4.166 - 0.6 \approx 3.566\ V \end{cases}$$

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 $I_D = \frac{K}{2}(V_{GS} - V_T)^2$

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

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

Aplicando la ley de Ohm a la resistencia tenemos

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

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

$$V_D = 5 - 0.81 = 4.19\ V$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 4.19 - 0.6 = 3.59V$$
$$V_{GS} - V_T = 0.9\ V$$

$\boxed{V_{DS} > V_{GS} - V_T}$ SATURACIÓN

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 $P = V_{DS} \cdot I_D$

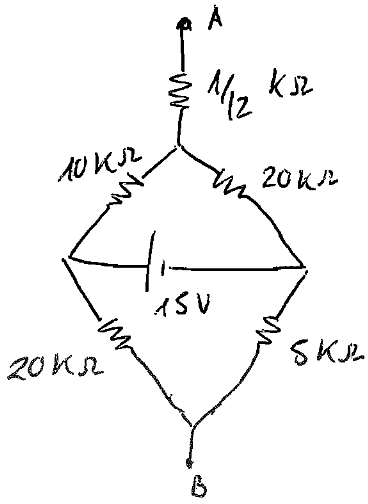
$$V_{DS} = V_D - V_S = 4.19 - 0.6 = 3.59 \text{ V}$$

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

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

- En el diodo $P = V_\gamma \cdot I_D \rightarrow \boxed{P} = 0.6 \cdot 0.81 = \boxed{0.486 \text{ mW}}$

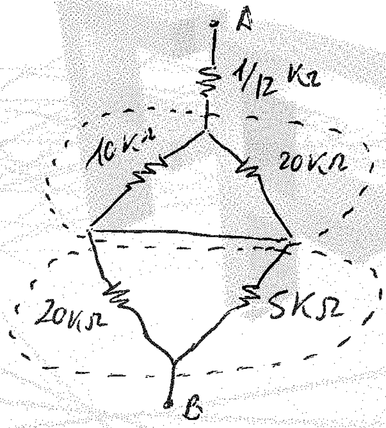
4.-



Equivalente Thevenin

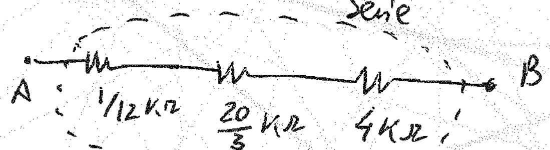
- Resistencia Thevenin:

Anulamos la fuente de tensión



Paralelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{3}{20}$

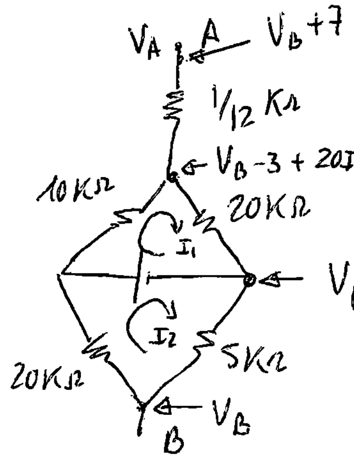
Paralelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$



$$R_{Th} = 4 + \frac{20}{3} + \frac{1}{12} = \frac{48+80+1}{12}$$

$$\boxed{R_{Th} = 10.75 K\Omega}$$

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



$V_B - 3 + 10 = V_B + 7$

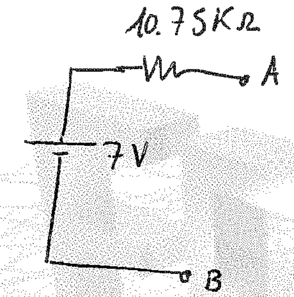
$V_B + I_2 \cdot 5 = V_B + 3$

Malla 1: $15 = I_1 \cdot 10 + I_1 \cdot 20 \rightarrow \boxed{I_1 = \frac{1}{2}\ mA}$

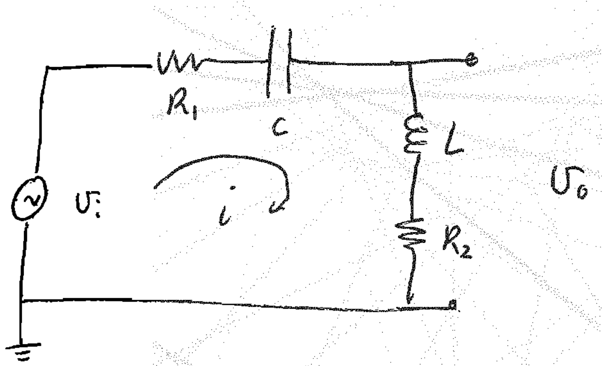
Malla 2: $-15 = I_2 \cdot 5 + I_2 \cdot 20 \rightarrow \boxed{I_2 = -\frac{3}{5}\ mA}$

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

Equivalente Thevenin:



5.-



a) Es un circuito de una malla

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

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

$$v_o = sLi + R_2 i = (sL + R_2) \cdot \frac{v_i}{\ldots}$$

Multiplico por sC el numerador y denominador

$$V_o = \frac{s^2LC + sR_2C}{s^2LC + sC(R_1+R_2) + 1} V_i$$

$$T(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} \Rightarrow T(s) = \frac{s^2LC + sR_2C}{s^2LC + sC[R_1+R_2] + 1}$$

· sustituyendo los valores del problema

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

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

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

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

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:

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

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

$$T(s) = \frac{\cancel{10^{-4}}\,[s-0][s-(-1.25\cdot10^5)]}{\cancel{10^{-4}}\,[s-(-5\cdot10^3)][s-(-2\cdot10^5)]} = \frac{s\,[s+1.25\cdot10^5]}{[s+5\cdot10^3][s+2\cdot10^5]}$$

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

$$T(s) = \frac{s\cdot\left[\frac{s}{1.25\cdot10^5}+1\right]1.25\cdot10^5}{\left[\frac{s}{5\cdot10^3}+1\right]5\cdot10^3\left[\frac{s}{2\cdot10^5}+1\right]2\cdot10^5} = \frac{s\left[\frac{s}{1.25\cdot10^5}+1\right]}{\left[\frac{s}{5\cdot10^3}+1\right]\left[\frac{s}{2\cdot10^5}+1\right]}\cdot1.25\cdot10^{-4}$$

Cambiamos s por $j\omega$

$$T(\omega) = \frac{1.25\cdot10^{-4}\,j\omega\left[\frac{j\omega}{1.25\cdot10^5}+1\right]}{\left[\frac{j\omega}{5\cdot10^3}+1\right]\left[\frac{j\omega}{2\cdot10^5}+1\right]}$$

Y de aquí salen los dos diagramas de Bode

<u>Amplitud</u>: Módulo de cada factor

$$|T(\omega)| = \frac{1.25\cdot10^{-4}\,\omega\cdot\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{1.25\cdot10^5}\right)^2}}{\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{5\cdot10^3}\right)^2}\,\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{2\cdot10^5}\right)^2}}$$

<u>Fase</u>: Fase de cada factor $\rightarrow$ Numerador: positiva
Denominador: negativa

$$\arg T(\omega) = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{1.25\cdot10^5}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5\cdot10^3}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2\cdot10^5}\right)$$

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

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

$$- \underbrace{20 \log \sqrt{1+\left(\frac{\omega}{5 \cdot 10^{3}}\right)^2}}_{4} - \underbrace{20 \log \sqrt{1+\left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^{5}}\right)^2}}_{5}$$

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

2 $\rightarrow$ $20 \underbrace{\log \omega}_{x}$ $\rightarrow$ recta de pendiente 20 dB/dec

si $\omega = 1$ rad/s $\rightarrow$ $20 \log(\omega = 1) = 0$ dB

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

si $\omega \to \infty$ $\approx 20 \log \frac{\omega}{1.25 \cdot 10^5} = 20 \underbrace{\log \omega}_{x} - 20 \log (1.25 \cdot 10^5)$

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

si $\omega \to \infty$ $\approx -20 \log \frac{\omega}{5 \cdot 10^3} = -20 \underbrace{\log \omega}_{x} + 20 \log (5 \cdot 10^3)$

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

si $\omega \to \infty$ $\approx -20 \log \left(\frac{\omega}{2 \cdot 10^5}\right) = -20 \underbrace{\log \omega}_{x} + 20 \log (2 \cdot 10^5)$

$\rightsquigarrow$ Para realizar el diagrama de Bode de fase estudiamos cada término

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

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

② $\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{1.25\cdot 10^5}\right)$; si $\omega \to 0$ $\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{1.25\cdot 10^5}\right) \simeq 0$

si $\omega \to \infty$ $\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{1.25\cdot 10^5}\right) \simeq \pi/2$

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

③ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5\cdot 10^3}\right)$; si $\omega \to 0$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5\cdot 10^3}\right) \simeq 0$

si $\omega \to \infty$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5\cdot 10^3}\right) \simeq -\pi/2$

si $\omega \to 5\cdot 10^3$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{5\cdot 10^3}\right) \simeq -\pi/4$

④ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2\cdot 10^5}\right)$; si $\omega \to 0$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2\cdot 10^5}\right) \simeq 0$

si $\omega \to \infty$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2\cdot 10^5}\right) \simeq -\pi/2$

si $\omega \to 2\cdot 10^5$ $-\operatorname{arctg}\left(\frac{\omega}{2\cdot 10^5}\right) \simeq -\frac{\pi}{4}$

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:

$$\frac{|v_o|}{|v_i|} = |T| \quad ; \quad \arg v_o - \arg v_i = \arg T$$

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

$$10\,e^{j0}$$

$$|v_i| = 10$$

$$\arg v_i = 0$$

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

$$\frac{|v_o|}{|v_i|} = |T| \; ; \quad \frac{|v_o|}{10} = 0.0025 \; ; \quad \boxed{|v_o| = 0.025}$$

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

$$\arg v_o - \arg v_i = \arg T \; ; \quad \arg v_o - 0 = \pi/2 \; ; \quad \boxed{\arg v_o = \pi/2}$$

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

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

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

$|v_i| = 10 \qquad 10e^{j0}$

$\arg v_i = 0$

$$|T|_{\omega=1.6\cdot10^4} = \frac{1.25\cdot10^{-4}\cdot 1.6\cdot10^4 \sqrt{1+\left(\frac{1.6\cdot10^4}{1.25\cdot10^5}\right)^2}}{\sqrt{1+\left(\frac{1.6\cdot10^4}{5\cdot10^3}\right)^2}\sqrt{1+\left(\frac{1.6\cdot10^4}{2\cdot10^5}\right)^2}} \simeq 0.6$$

$$\arg T(\omega=1.6\cdot10^4) = \frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}\left(\frac{1.6\cdot10^4}{1.25\cdot10^5}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{1.6\cdot10^4}{5\cdot10^3}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{1.6\cdot10^4}{2\cdot10^5}\right) =$$

$$\simeq 0.303 \text{ rad}$$

Si la entrada es $10\cos(1.6\cdot10^4 t)$ el circuito proporciona una salida de $6\cos(1.6\cdot10^4 t + 0.303)$

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, $v_i(t) = 1\cdot\cos(\sqrt{10}\cdot10^4 t)$ ← Dato del problema

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

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

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

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

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

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

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

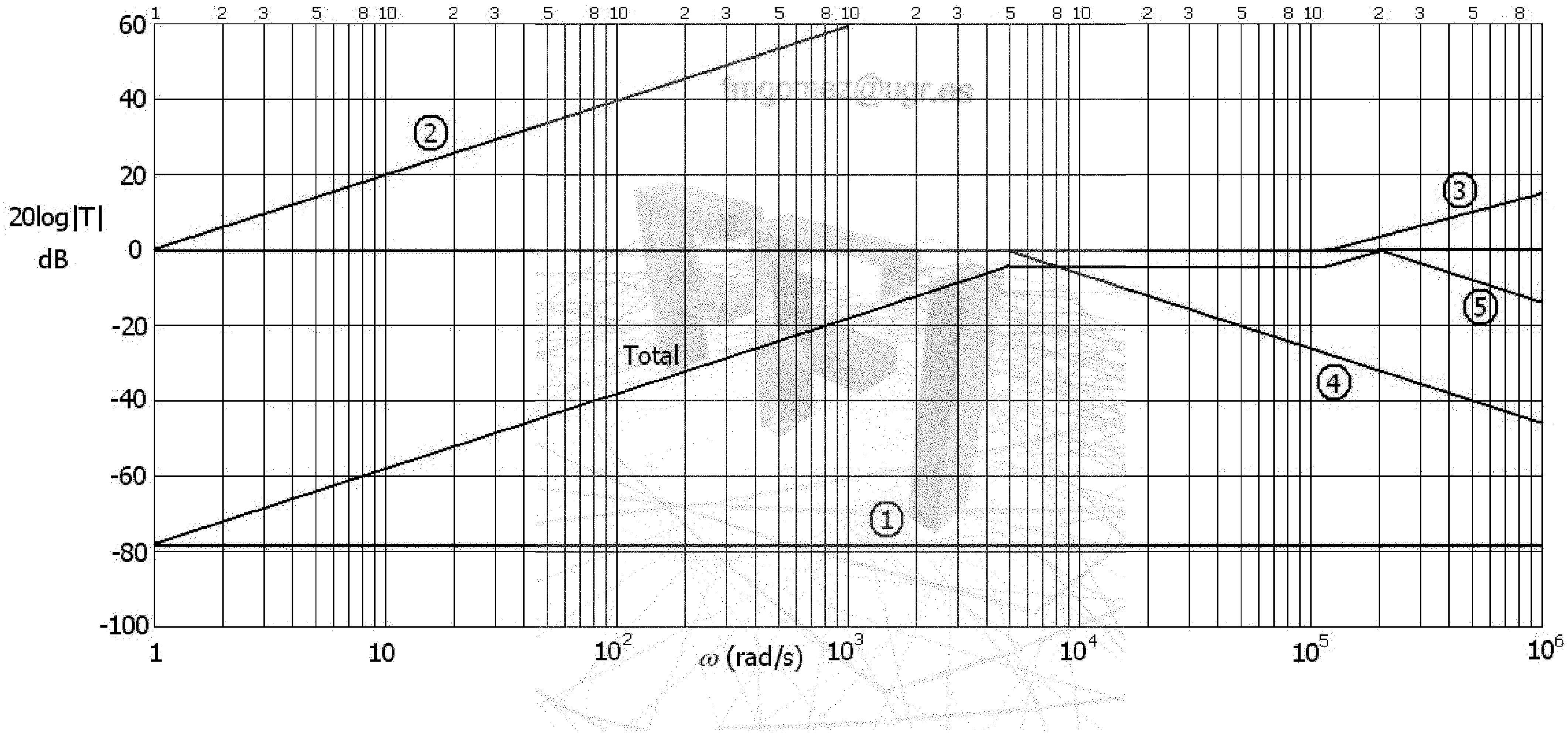
Usando la relación $\cos\alpha\cos\beta = \frac{1}{2}\left[\cos(\alpha+\beta)+\cos(\alpha-\beta)\right]$ tenemos

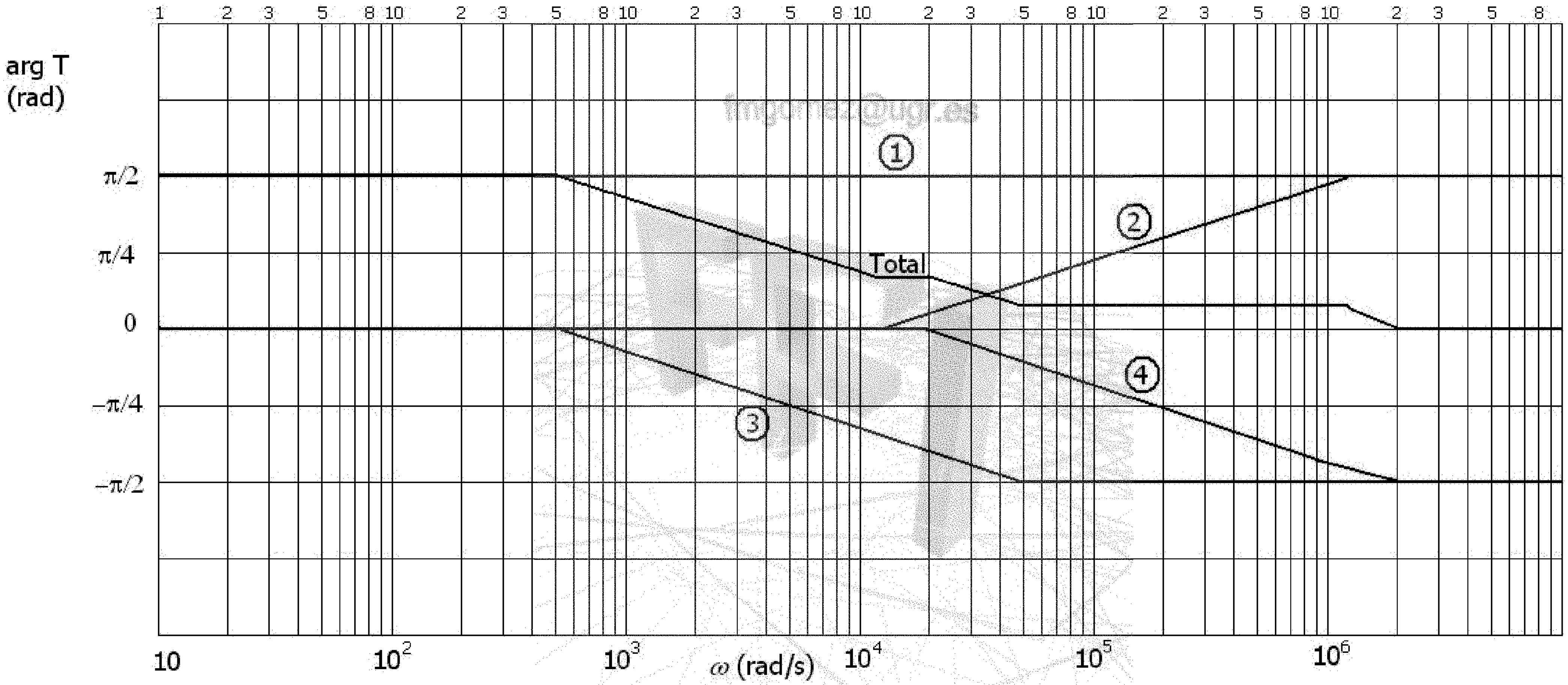
$$P(t) = \frac{1}{205}\cdot\frac{1}{2}\left[\cos\left(2\sqrt{10}\cdot 10^4 t\right)+\cos 0\right] =$$

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

La potencia media es la parte independiente del tiempo

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


20log|T|
dB
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
1
10
10^2
10^3
10^4
10^5
10^6
ω (rad/s)
1
2
3
4
5
Total
fmgomez@ugr.es



arg T (rad)
π/2
π/4
0
−π/4
−π/2
Total
1
2
3
4
10
10^2
10^3
10^4
10^5
10^6
ω (rad/s)
fmgomez@ugr.es