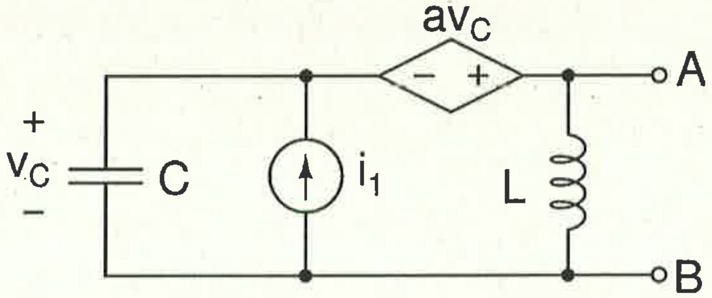
NO DESGRAPAR los cuadernillos. **ENTREGAR SOLO** los cuadernillos con los enunciados al finalizar.

ELECTRÓNICA **3º DE GRADO EN FÍSICA** **Conv. Ordinaria (23/5/2018)**

Apellidos...**Nombre**..................................**Grupo**...........

Problema 1. (2/12 puntos) Para el circuito de la figura, obtener la tensión de Thévenin y la corriente de Norton, ambas en función del tiempo, entre los terminales A y B.

Datos: $i_1(t) = 10\text{mA}\cos t$; $a = 4, L = 2\text{mH}, C = 3\mu\text{F}$.



$i_1 = 10\ \text{mA}$ (fasor)

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

v_{th} : $v_{th} = v_{AB}$

$-v_c - a v_c + v_{AB} = 0$; $v_{AB} = (a+1) v_c$

$i_1 - \dfrac{v_c}{Z_c} - \dfrac{v_{AB}}{Z_L} = 0$; $v_c = Z_c i_1 - \dfrac{Z_c}{Z_L} v_{AB}$

$\Rightarrow v_{AB} = (a+1) Z_c i_1 - (a+1)\dfrac{Z_c}{Z_L} v_{AB}$; $v_{AB}\left(1 + (a+1)\dfrac{Z_c}{Z_L}\right) = (a+1) Z_c i_1$

$$v_{th} = v_{AB} = \frac{(a+1) Z_c Z_L}{Z_L + (a+1) Z_c}\, i_1 = \frac{(a+1) L/C}{j\omega L + \frac{(a+1)}{j\omega C}}\, i_1 = \frac{(a+1) j\omega L}{a+1-\omega^2 LC}\, i_1$$

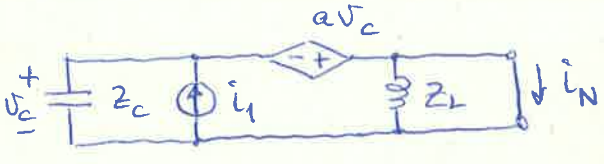
$$|v_{th}| = \frac{(a+1)\omega L}{|a+1-\omega^2 LC|} |i_1| \ ; \quad \varphi_{v_{th}} = \frac{\pi}{2} + \varphi_1 - \varphi(a+1-\omega^2 LC)$$

Sustituyendo valores, $|v_{th}| = \dfrac{10^{-2}}{5 - 6\times10^{-9}} 10^{-2}\ (\text{V}) \simeq \dfrac{10^{-4}}{5}\ (\text{V}) = 2\times10^{-5}\ (\text{V})$

$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

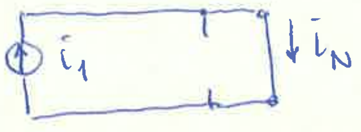
$\Rightarrow \boxed{v_{th}(t) = 2\times10^{-5}\ \text{V} \cdot \cos(t + \pi/2)}$

i_N :



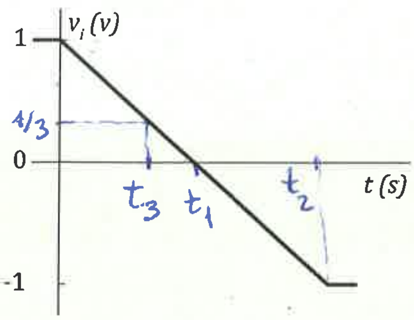
$-v_c - a v_c = 0$; $v_c(1+a) = 0 \Rightarrow v_c = 0$

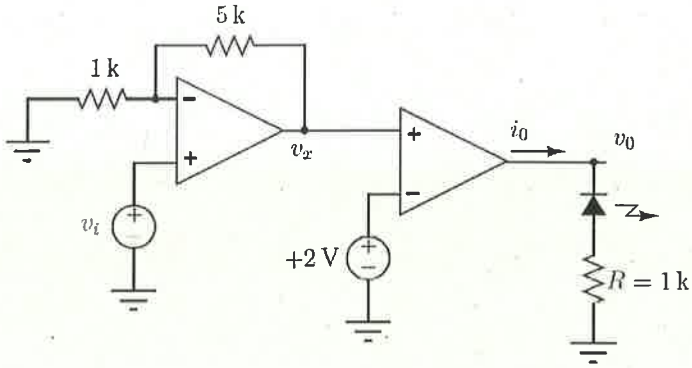
$\Rightarrow i_c = v_c / Z_L = 0$ (circuito abierto)



$i_N = i_1$; $\boxed{i_N(t) = 10\ \text{mA} \cdot \cos t}$

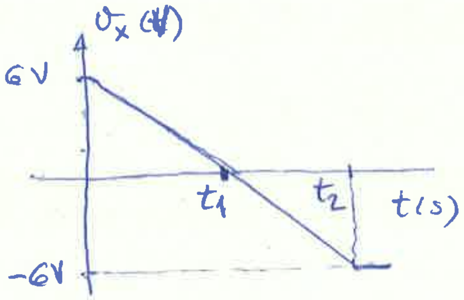
Problema 2. (2/12 puntos) El diodo LED del circuito de la figura tiene una tensión umbral de 2V con resistencia dinámica despreciable. Los amplificadores operacionales son ideales y están alimentados con $\pm 15V$. Teniendo en cuenta la curva de entrada para $v_i(t)$ representada en la gráfica adjunta, dibujar $v_x(t), v_o(t)$ e $i_o(t)$ definiendo con claridad todos los ejes y escalas en cada una de esas magnitudes.





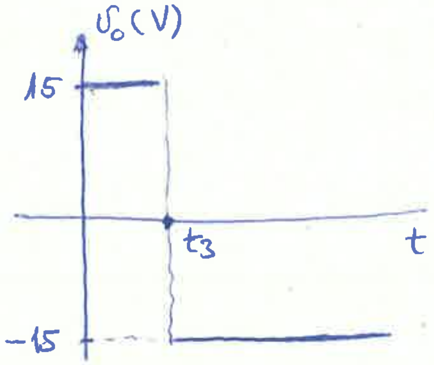
A.O.1 : realim. negativa $\Rightarrow v_+ = v_-$ (salvo que v_x alcance $\pm 15V$).

$v_- = v_+ = v_i$; $\dfrac{v_x - v_i}{5K\Omega} = \dfrac{v_i}{1K\Omega}$; $\boxed{v_x = 6 v_i}$ Como $-1V < v_i < 1V$, el A.O.1 trabaja en la región lineal en todo t.

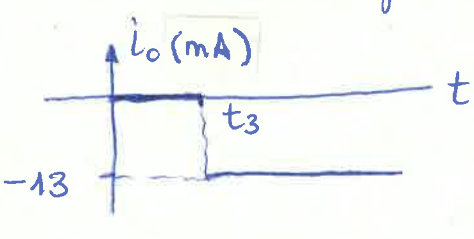


A.O.2 : en lazo abierto $\Rightarrow$

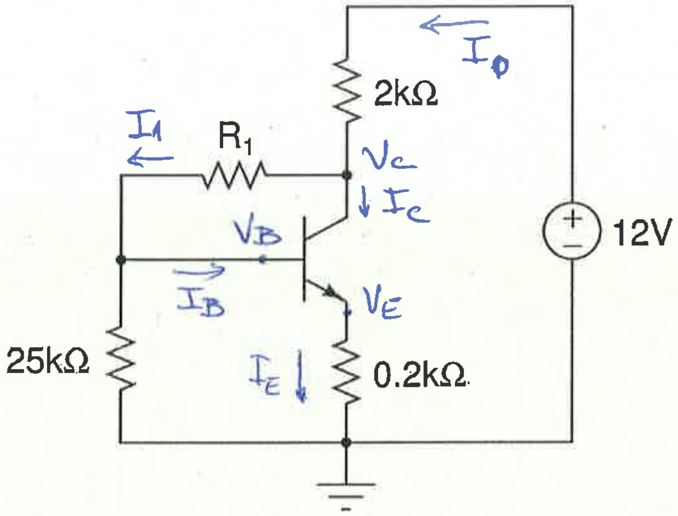
$$v_o = \begin{cases} +15V & \text{si } v_+ = v_x > v_- = 2V \Leftrightarrow v_i > \frac{1}{3}V \\ 0 & \text{si } v_+ = v_- \Leftrightarrow v_i = \frac{1}{3}V \\ -15V & \text{si } v_+ < v_- \Leftrightarrow v_i < \frac{1}{3}V \end{cases}$$



El LED sólo puede conducir cuando $v_o < -2V$, y por tanto cuando el A.O.2 satura negativamente. $-i_o(t) = +i_{LED}(t) = \dfrac{0-(-15V+2V)}{1K\Omega} = 13$ mA



Problema 3. (2/12 puntos) En el circuito de la figura, si $\beta = 50, V_{BE,\gamma} = 0.7V, V_{CE,sat} = 0.2V$, calcular el valor de la resistencia R_1 para que la corriente de emisor sea $2mA$.



$V_E = R_E I_E = 0{,}4V$; $V_B = V_E + V_{BE\gamma} = 1{,}1V \Rightarrow I_{25K} = \frac{V_B}{25k\Omega} = 40\mu A$

Al ser $V_B = V_C - I_1 R_1 < V_C$ la unión BC está en inversa $\Rightarrow$ conducción en región activa. (En caso de no tenerse en cuenta, se deberían plantear hipótesis sobre el estado del transistor, activa/saturac.)

$I_B = \frac{I_E}{\beta+1} = 39{,}2\mu A$; $I_C = \beta I_B = 1{,}96 mA$

$I_1 = I_B + I_{25K} = 79{,}2\mu A$

$I_0 = I_1 + I_C = 2{,}04 mA$

$V_C = 12V - I_0 \cdot 2K\Omega = 12V - 4{,}08V = 7{,}92V$

$V_{CB} = R_1 I_1 \Rightarrow R_1 = \frac{6{,}82V}{79{,}2\mu A} = \underline{\underline{86{,}1 k\Omega}}$

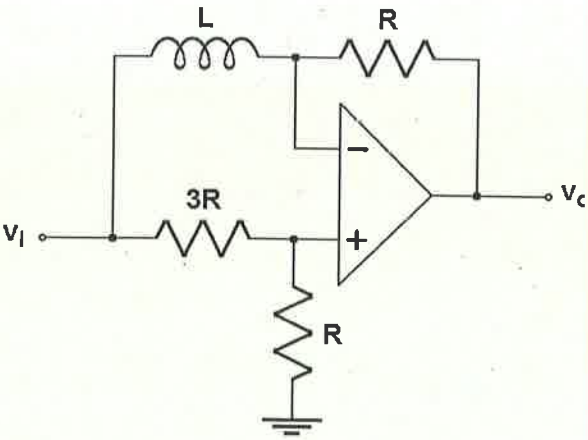
NO DESGRAPAR los cuadernillos. ENTREGAR SOLO los cuadernillos con los enunciados al finalizar.

ELECTRÓNICA | **3º DE GRADO EN FÍSICA** | **Conv. Ordinaria (23/5/2018)**

Apellidos...**Nombre**..................................**Grupo**...........

Problema 4. (2/12 puntos)

Sabiendo que v_i es una fuente de tensión sinusoidal de frecuencia variable, y considerando A.O. ideal:



a) Obtener una expresión simplificada de la función de transferencia de la ganancia de tensión, $A_v = v_o/v_i$, su módulo, su módulo en dB y su fase, en función de R, L y de la frecuencia.

b) Representar el comportamiento aproximado del diagrama de Bode del módulo mediante suma de contribuciones lineales, dados los siguientes valores de los componentes: R= 33 Ohm, L= 10 mH.

a) Realim. negativa $\Rightarrow v_- = v_+$; $v_+ = \frac{v_i}{4R} R = \frac{v_i}{4}$

$\frac{v_o - v_-}{R} = \frac{v_- - v_i}{Z_L}$; $v_o = v_-\left(\frac{R}{Z_L}+1\right) - v_i\frac{R}{Z_L} = \frac{v_i}{4}\frac{R+Z_L}{Z_L} - v_i\frac{R}{Z_L} = v_i\frac{-3R+Z_L}{4Z_L}$

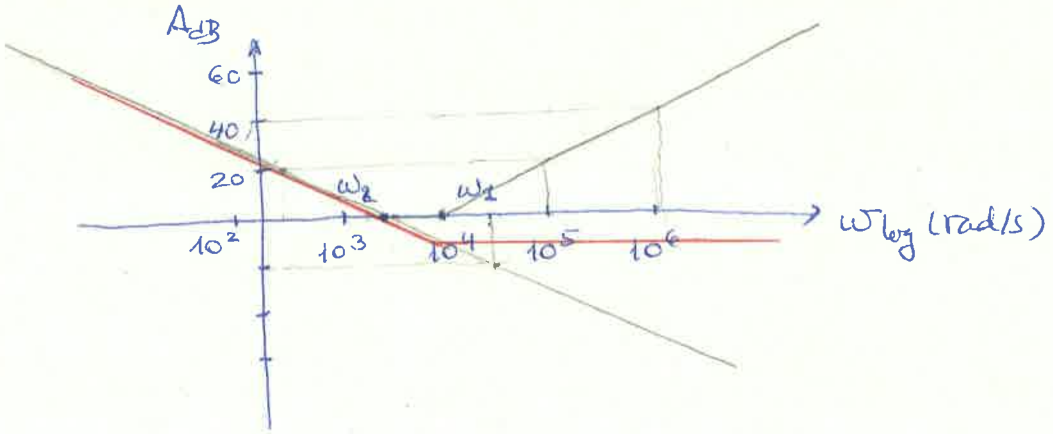
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-3R+Z_L}{4Z_L} = \frac{-3R+j\omega L}{j4\omega L} = -\frac{1-j\omega L/3R}{j\omega 4L/3R}$$

o bien, $\boxed{A_v(j\omega) = -\frac{1-j\omega/\omega_1}{j\omega/\omega_2}}$; $\omega_1 \equiv \frac{3R}{L}$, $\omega_2 \equiv \frac{3R}{4L}$

$|A_v| = \frac{\sqrt{1+(\omega/\omega_1)^2}}{\omega/\omega_2}$; $A_{dB} = 20\log\sqrt{1+(\omega/\omega_1)^2} - 20\log\left(\frac{\omega}{\omega_2}\right)$

$\varphi = \pi - \mathrm{arctg}\left(\frac{\omega}{\omega_1}\right) - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} - \mathrm{arctg}\left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)$ (o también $\varphi = \mathrm{arctg}\left(\frac{\omega_1}{\omega}\right)$)

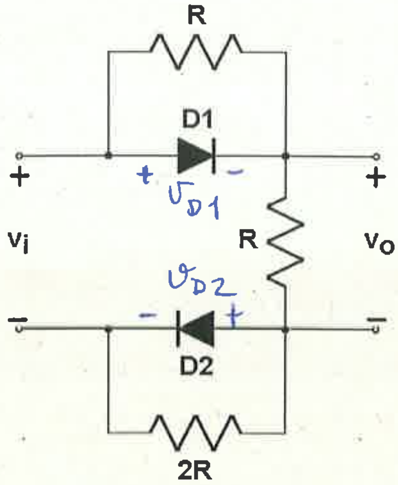
b) $\omega_1 = \frac{3R}{L} = 9{,}9$ Krad/s $= 9{,}9\times10^3$ rad/s $\simeq 10^4$ rad/s ; $\omega_2 = \frac{3R}{4L} = 2{,}5\times10^3$ rad/s



Problema 5. (2/12 puntos) Los diodos rectificadores del circuito tienen la misma tensión umbral V_γ y resistencia dinámica despreciable. Si la fuente de tensión es una fuente de valor variable:

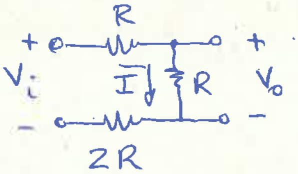
a) Obtener las expresiones de la tensión de salida v_o en los casos siguientes: i) ambos diodos en corte; ii) sólo conduce D_2; iii) ambos diodos conducen.

b) Determinar los rangos de la tensión de entrada en los que se da cada una de las situaciones del apartado anterior.



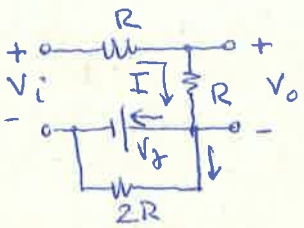
a)

i) D1 y D2 corte:



$$\boxed{V_o = R \cdot I = R\,\frac{V_i}{4R} = \frac{V_i}{4}}$$

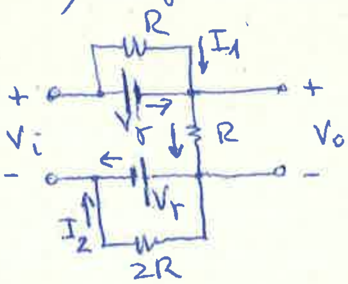
ii) D2 conduce:



$$\boxed{V_o = R \cdot I = R \cdot \frac{V_i - V_\gamma}{2R} = \frac{V_i - V_\gamma}{2}}$$

$$V_\gamma - V_i + 2RI = 0$$

iii) D1 y D2 conducen:



$$V_o + V_\gamma - V_i + V_\gamma = 0; \quad \boxed{V_o = V_i - 2V_\gamma}$$

b) i) $v_{D1}, v_{D2} < V_\gamma$; $\quad v_{D1} = IR = \frac{v_i}{4} < V_\gamma \Rightarrow v_i < 4V_\gamma$

$$v_{D2} = I \cdot 2R = \frac{v_i}{2} < V_\gamma \Rightarrow \boxed{v_i < 2V_\gamma} \text{ (más restrictiva)}$$

ii) $v_{D1} < V_\gamma$, $i_{D2} > 0$; $\quad v_{D1} = R \cdot I = \frac{V_i - V_\gamma}{2} < V_\gamma \Rightarrow \boxed{v_i < 3V_\gamma} \rightarrow \boxed{2V_\gamma < v_i < 3V_\gamma}$

$$i_{D2} = I - I_{2R} = \frac{V_i - V_\gamma}{2R} - \frac{V_\gamma}{2R} = \frac{V_i - 2V_\gamma}{2R} > 0 \Rightarrow \boxed{v_i > 2V_\gamma}$$

iii) $i_{D1}, i_{D2} > 0$; $\quad i_{D1} = \frac{V_o}{R} - I_1 = \frac{V_i - 2V_\gamma}{R} - \frac{V_\gamma}{R} = \frac{V_i - 3V_\gamma}{R} > 0 \Rightarrow V_i > 3V_\gamma$

$$i_{D2} = \frac{V_o}{R} - I_2 = \frac{V_i - 2V_\gamma}{R} - \frac{V_\gamma}{2R} = \frac{2V_i - 5V_\gamma}{2R} > 0 \Rightarrow V_i > 2{,}5V_\gamma$$

luego $\boxed{v_i > 3V_\gamma}$ (más restrictiva)

Problema 6. (2/12 puntos)

a) Dados dos números binarios de dos bits, A_1A_0 y B_1B_0, escribir la tabla de verdad de las funciones C_i y R_i correspondientes al cociente (C) y al resto (R) que resultan de la división del número A entre el número B. Considerar que no es posible que se dé la división por cero.

b) Obtener mediante las tablas de Karnaugh la máxima simplificación de las funciones de las funciones C_i "por unos" y de las funciones R_i "por ceros".

c) Implementar el circuito que proporcione la función C_0 usando únicamente inversores y puertas NAND, transformando previamente la expresión obtenida de esta función en el apartado anterior.

a)

A_1	A_0	B_1	B_0	C_1	C_0	R_1	R_0
0	0	0	0	X	X	X	X
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	X	X	X	X
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	0	X	X	X	X
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	X	X	X	X
1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1	0	0

b)

C_1

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	0	0	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$C_1 = A_1\overline{B_1}$

C_0

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	0	1	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	1

$C_0 = A_0\overline{B_1} + A_1\overline{B_0} + A_1A_0$

R_0

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	0	0	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	1	0

$R_0 = A_0B_1(\overline{A_1} + \overline{B_0})$

R_1

B_1B_0 \ A_1A_0	00	01	11	10
00	X	X	X	X
01	0	0	0	0
11	0	0	0	1
10	0	0	0	0

$R_1 = A_1\overline{A_0}B_1B_0$

c) $C_0 = A_0\overline{B}_1 + A_1\overline{B}_0 + A_1A_0 = \overline{\overline{A_0\overline{B}_1} \cdot \overline{A_1\overline{B}_0} \cdot \overline{A_1A_0}}$