EJERCICIO 1

a) Cálculo del $\vec{E}$. (hasta 0'75)

Uso simetría; $\vec{E}$ tiene dirección radial $\Rightarrow$ Uso superficie de Gauss cilíndrica:

→ Región 1. Fuera de los 2 cilindros.

T^ma^ Gauss $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$ y como $\Sigma Q = 0$

xq en una superficie tengo Q y en otra −Q (es un condensador) $\Rightarrow \int \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0 \Rightarrow \vec{E} = 0$

→ Región 2. Dentro del cilindro menor.

T^ma^ Gauss $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$ y como $\Sigma Q = 0$ (No hay carga)

$\vec{E} = 0$

→ Región 3. Entre los dos cilindros:

T^ma^ Gauss $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$ y como $\Sigma Q = Q$ (la del cilindro interior)

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = E \cdot 2\pi r \cdot L = \frac{Q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0 r}$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0 r} \hat{r}}$$

b) capacidad (hasta 0'75)

$C = \dfrac{Q}{V_1 - V_2}$ → ~~De~~ Definición de capacidad

Necesito calcular el potencial, en realidad, la ddp entre las dos placas cilíndricas.

$\vec{E} = -\dfrac{dV}{dr}\hat{r}$ x q $\vec{E} = -\nabla V$ (sólo contribuye la derivada en la dirección $\hat{r}$)

$$\int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot d\vec{r} = -\int_{V(R_1)}^{V(R_2)} dV \quad \text{con } R_1 < R_2$$

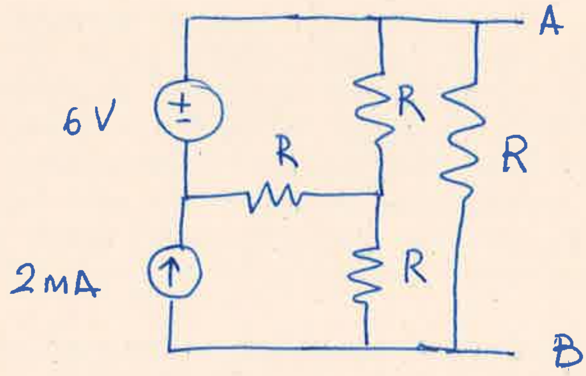
$$V(R_1) - V(R_2) = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0}\frac{dr}{r} = \frac{Q}{2\pi L\varepsilon_0} \ln r \Big]_{R_1}^{R_2}$$

$$\boxed{C = \frac{2\pi \varepsilon_0 L}{\ln R_2/R_1}}$$

Puntuación:

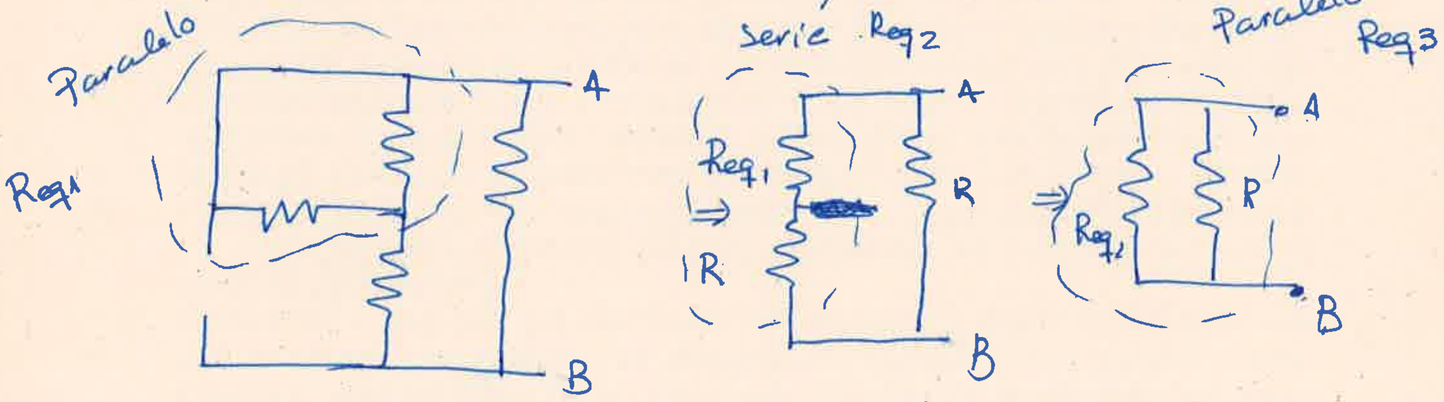
EJERCICIO 2

b) $R = 2k\Omega$



a) Equivalente Thevenin

→ Rth (anulo las fuentes independientes)



$$\rightarrow R_{eq1} = \frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{R^{\cancel{2}}}{2\cancel{R}} = \frac{2k\Omega}{2} = 1k\Omega$$

$$\rightarrow R_{eq2} = R + \overbrace{\frac{R}{2}}^{R_{eq1}} = \frac{3R}{2} = \frac{3 \cdot \cancel{2}k\Omega}{\cancel{2}} = 3k\Omega$$

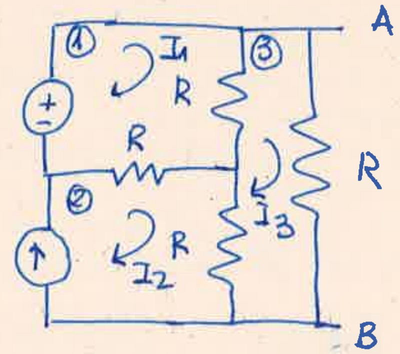
$$\rightarrow R_{eq3} = \frac{R_{eq2} \cdot R}{R_{eq2}+R} = \frac{3k\Omega \cdot 2k\cancel{\Omega}}{3k\cancel{\Omega} + 2k\cancel{\Omega}} = \frac{6k\Omega}{5} = 1'2k\Omega$$

$$\boxed{R_{th} = R_{eq3} = 1'2k\Omega}$$

2

→ V_{th} (tengo que resolver el circuito para calcular V_{ab})

Resuelvo por mallas:



•) Malla 1

$$6V = (I_1 - I_2)R + (I_1 - I_3)R \quad (1)$$

•) Malla 2 (Está resuelta)

$$I_2 = 2mA. \quad (2)$$

•) Malla 3

$$0 = I_3R + (I_3 - I_2)R + (I_3 - I_1)R \quad (3)$$

∄ fuentes

Sustituyo (2) en (1) y (3)

$$6 = (I_1 - 2)2 + (I_1 - I_3)2$$

$$3 = (I_1 - 2) + (I_1 - I_3)$$

$$3 = 2I_1 - 2 - I_3$$

$$\boxed{5 = 2I_1 - I_3}$$

las intensidades están en mA.

Sustituyo (2) en (3)

$$0 = I_3 + I_3 - 2 + I_3 - I_1 \Rightarrow \boxed{2 = 3I_3 - I_1}$$

Sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas

$$5 = 2I_1 - I_3 \rightarrow 5 = 2\cancel{I_1} - I_3$$
$$2 = 3I_3 - I_1 \xrightarrow{x2} 4 = 6I_3 - \cancel{2I_1}$$
$$9 = 5I_3 \Rightarrow \boxed{I_3 = 1'8\,mA}$$

signo(+) ⇒ he acertado con el sentido

$$2 = 3I_3 - I_1 \Rightarrow I_1 = 3I_3 - 2 = 3\cdot(1'8) - 2 =$$

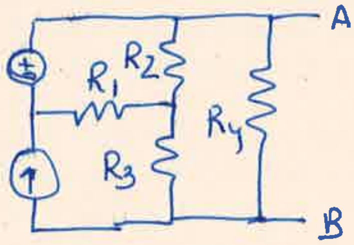
$$\boxed{I_1 = 3'4\,mA}$$

$$V_{ab} = R \cdot I_3 = 2k\Omega \cdot 1'8\,mA = \boxed{3'6\,V = V_{ab} = V_{th}}$$

b) Voy a ponerle nombre a las resistencias:

$P = I \cdot V$
$V = IR$ $\Rightarrow$ $P = I^2 R$

Para resistencias que siempre CONSUMEN.



•) Por R_1 pasa $\overset{I_1}{\longleftarrow}$ $\underset{I_2}{\longrightarrow}$ $I_{R_1} = (3'4 - 2)\,mA = 1'4\,mA$ $\longleftarrow$

xq $I_1 > I_2$

$$P_{R_1} = 2\,10^3\,\Omega \cdot (1'4\ 10^{-3})^2 A^2 = 3'92\ 10^{-3} W$$

•) Por R_2 pasan $\downarrow I_1$ $\uparrow I_3$ $I_{R_2} = (3'4 - 1'8)\,mA = 1'6\,mA$
hacia abajo xq $I_1 > I_3$

$$P_{R_2} = 2\,10^3\,\Omega\,(1'6\ 10^{-3})^2 A^2 = 5'12\ 10^{-3} W$$

•) Por R_3 pasan $\downarrow I_2$ $\uparrow I_3$ $I_{R_3} = (2 - 1'8)\,mA = 0'2\,mA$
hacia abajo xq $I_2 > I_3$

$$P_{R_3} = 2\,10^3\,\Omega\,(0'2\ 10^{-3})^2 A^2 = 0'08\ 10^{-3} W$$

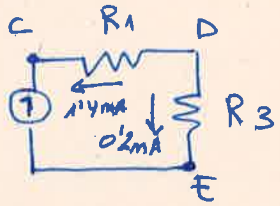
•) Por R_4 pasa I_3 $\Rightarrow$

$$P_{R_4} = 2\,10^3\,\Omega\,(1'8\ 10^{-3})^2 A^2 = 6'48\ 10^{-3} W$$

•) Por la fuente de tensión pasa I_1

$$P_{V_6} = 6V \cdot 3'4\,mA = 20'4\ 10^{-3} W$$

•) Por la fuente de corriente pasa I_2 pero necesito saber la ddp entre sus extremos:



$$V_D - V_C = 2k\Omega \cdot 1'4\,mA = 2'8\,V$$

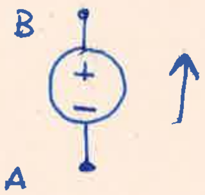
$$V_D - V_E = 2k\Omega \cdot 0'2\,mA = 0'4\,V$$

$$V_C - V_E = -2'4\,V$$

$$P_{I_2} = 2'4\,V \cdot 2\,mA = 4'8\,10^{-3}\,W$$

¿Cómo sé si la potencia es consumida o suministrada en las fuentes?

→ F. de tensión



las cargas positivas que entran por A, aumentan su potencial al salir por B ⇒ La fuente está SUMINISTRANDO POTENCIA.

→ F. de corriente

$V_C < V_D$. Las cargas positivas que entran por E, disminuyen su potencial al salir por C ⇒ La fuente está CONSUMIENDO POTENCIA.

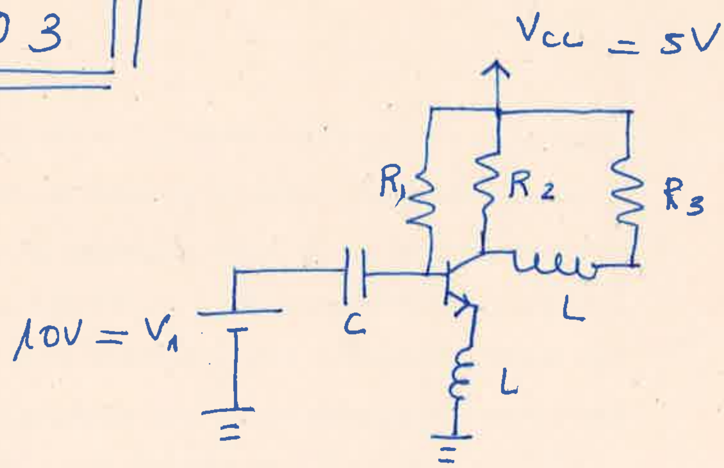
• Compruebo que todo tiene sentido:

$$\sum P_{CONSUMIDA} = (9'2 + 5'12 + 0'08 + 6'48 + 4'8)\,10^{-3}\,W = 20'4\,10^{-3}\,W$$

$$\sum P_{SUMINISTRADA} = 20'4\,10^{-3}\,W$$

IGUALES

EJERCICIO 3



①

$\beta = 100$

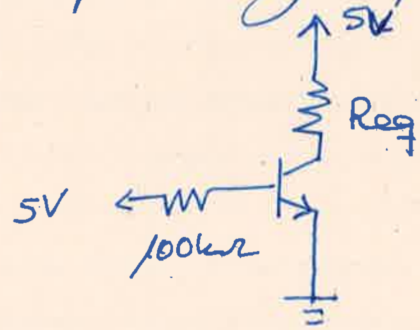
$R_1 = 100k\Omega$

$R_2 = 5k\Omega$

$R_3 = 5k\Omega$

Trabajo en cc $\Rightarrow$ 

Por tanto, el circuito con el que tengo que trabajar es:



donde $Req = \dfrac{5k\Omega \cdot 5k\Omega}{5k\Omega + 5k\Omega} = \dfrac{25\ k\Omega}{10} = \boxed{2'5k\Omega = Req}$ $\rightarrow$ paralelo de las dos resistencias de $5k\Omega$

Supongo activa $\Rightarrow V_{BE} = 0'7V$, $I_c = I_B\beta$

Ecs generales: (1) $5V = 100k\Omega \cdot I_B + 0'7V \Rightarrow I_B = \dfrac{4'3V}{100\,10^3\Omega} = 0'043\,10^{-3}A = I_B$

$I_c = 100\, I_B = 4'3\,10^{-3}A$

(2) $5V = Req \cdot I_c + V_{CE} \Rightarrow 5V = 2'5 \cdot 10^3 \cdot 4'3\,10^{-3}\ V + V_{CE}$

$V_{CE} = -5'75V < V_T \Rightarrow$ NO ESTÁ EN ACTIVA

Supongo Saturación $\Rightarrow$ $V_{BE} = 0'7V$ y $V_{CE} = 0'2$

pero $I_C \neq \beta I_B$ sino que $I_C < \beta I_B$

Ecs generales:

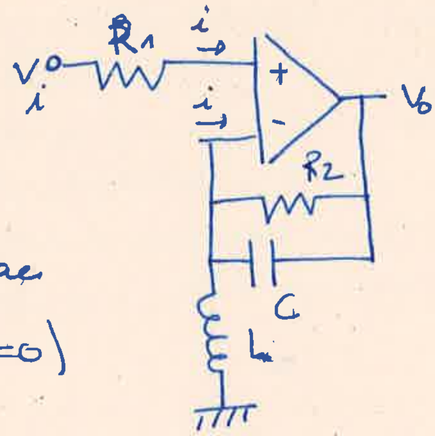
(1) $5V = 100k\Omega \cdot I_B + 0'7V \Rightarrow I_B = \frac{4'3V}{100\,10^3\Omega} = 0'043\,10^{-3}A = I_B$

(2) $5V = R_{eq}\,I_C + 0'2V \Rightarrow I_C = \frac{4'8V}{2'5\,10^3\Omega} = 1'92\,10^{-3}A = I_C$

$\beta I_B = 100 \cdot 0'043\,10^{-3}A = 4'3\,10^{-3}A > 1'92\,10^{-3}A = I_C$

Cumple la condición de saturación.

EJERCICIO 4



•) A.O. ideal ⇒ $i=0$.

•) Realimentación negativa

$V^+ = V^- = V_i$ (xq en R_1 no cae el potencial ya que $i=0$)

Función de transferencia:

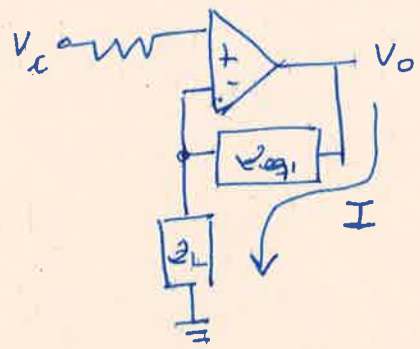
•) R_2 y C están en paralelo: $Z_{eq_1} = \dfrac{Z_{R_2} \cdot Z_C}{Z_{R_2} + Z_C} =$

$$= \frac{R_2 \frac{1}{j\omega C}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R_2 / \cancel{j\omega C}}{\frac{1 + j\omega C R_2}{\cancel{j\omega C}}} = \frac{R_2}{1 + j\omega C R_2}$$

•) Z_{eq_1} está en serie con L: $Z_{eq_2} = Z_{eq_1} + Z_L =$

$$= \frac{R_2}{1 + j\omega C R_2} + j\omega L = \frac{R_2 + j\omega L + (j\omega)^2 C R_2 L}{1 + j\omega C R_2}$$

Ecuaciones generales:



- $(V_o - 0) = I(Z_{eq_1} + Z_L) = I Z_{eq_2}$

- $(V_i - 0) = I Z_L$

$I = \frac{V_0}{Z_{eq_2}}$ → de la 1ª ecuación

$I = \frac{V_i}{Z_L}$ → de la 2ª ecuación

igualo las intensidades

$$\frac{V_0}{Z_{eq_2}} = \frac{V_i}{Z_L} \Rightarrow \boxed{\frac{V_0}{V_i} = \frac{Z_{eq_2}}{Z_L} = T(\omega)}$$

$$\boxed{T(\omega) = \frac{R_2 + j\omega L + (j\omega)^2 C R_2 L}{(1 + j\omega C R_2)\, j\omega L}}$$

→ Diagrama de Bode:

Primero voy a separar en funciones sencillas que me resulten fáciles de pintar

•) Numerador: ~~$R_2 + 1$~~ $R_2 + j\omega L + (j\omega)^2 C R_2 L =$

$$= 10^3 + j\omega\, 10^{-3} + (j\omega)^2\, 10^{-9} \cancel{10^{-3}} \cancel{10^3} =$$

$$= 10^3 + j\omega 10^{-3} + (j\omega)^2\, 10^{-9}$$ → Ec. de 2º grado. Busco raíces:

$$\frac{-10^{-3} \pm \sqrt{10^{-6} - 4 \cdot 10^{-9} 10^3}}{2\, 10^{-9}}$$ → Raíces complejas.

Busco la forma $\left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2 + cte\left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right) + 1$ en el numerador. Para ello saco factor común R_2

$$R_2\underbrace{\left(1 + \frac{j\omega L}{R_2} + (j\omega)^2 CL\right)}_{\displaystyle 1 + cte\,\frac{j\omega}{\omega_{o1}} + \left(\frac{j\omega}{\omega_{o1}}\right)^2}$$

$\longrightarrow$ •) identificando términos.

$$\omega_{o1} = \frac{1}{\sqrt{CL}} = \frac{1}{(10^{-9}10^{-3})^{1/2}} = \frac{1}{10^{-6}} = 10^6$$

•) $\frac{cte}{\omega_{o1}} = \frac{L}{R_2} \Rightarrow cte = \frac{L}{R_2}\omega_{o1} =$

$$= \frac{L}{R_2}\frac{1}{\sqrt{CL}} = \frac{1}{R_2}\sqrt{\frac{L}{C}} =$$

$$= \frac{1}{10^3}\left(\frac{10^{-3}}{10^{-9}}\right)^{1/2} = 1$$

$\Rightarrow$ Numerador: $10^3\left(1 + \frac{j\omega}{10^6\frac{rad}{s}} + \left(\frac{j\omega}{10^6\frac{rad}{s}}\right)^2\right)$

•) Denominador: tengo 2 términos que ya están escritos de forma sencilla: $(j\omega 10^{-3})(1+j\omega CR_2)$

Voy a ponerlo todo junto:

$$T(w) = \frac{R_2\left(1 + \frac{jw}{w_{01}} + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right)^2\right)}{(jw\, 10^{-3})(1 + jw\, 10^{-9} 10^{3})}$$

$$= \frac{1 + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right) + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right)^2}{\left(jw \frac{10^{-3}}{R_2}\right)\left(1 + j\, w/10^{6}\right)} =$$

$$= \frac{1 + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right) + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right)^2}{\left(j\, w/w_{02}\right)\left(1 + j\, w/w_{03}\right)}$$

donde:

$$\left\{ \begin{array}{l} w_{01} = 10^6 \text{ rad/s} \\ w_{02} = 1 \text{ rad/s} \\ w_{03} = 10^6 \text{ rad/s} \end{array} \right.$$

$$T(w) = T_1(w)\, T_2(w)\, T_3(w)$$ donde:

$$T_1(w) = 1 + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right) + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right)^2$$

$$T_2(w) = \frac{1}{j\, w/w_{02}}$$

$$T_3(w) = \frac{1}{1 + jw/w_{03}}$$

Y ya puedo empezar a pintar:

EJERCICIO 5

(a)

·) Salida de la parte con NMOS : $\overline{(A+B)\cdot C}$

llamo a esa salida $E = \overline{(A+B)\cdot C}$. Esa salida

es la entrada a la parte de los BJT's.

→ En el circuito (a), los BJT's hacen la función de una

puerta NAND.

$$V_0 = \overline{D \cdot E} = \overline{D \cdot \overline{(A+B)\cdot C}}$$

→ En el circuito (b), los BJT's hacen primero la función

NAND y el último BJT invierte la salida de los

dos en serie.

$$V_0 = D \cdot \overline{(A+B)\cdot C}$$