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 cindro 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)

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

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

2

b) capacidad (hasta 0'75)

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$$ → Definición de capacidad

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

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

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

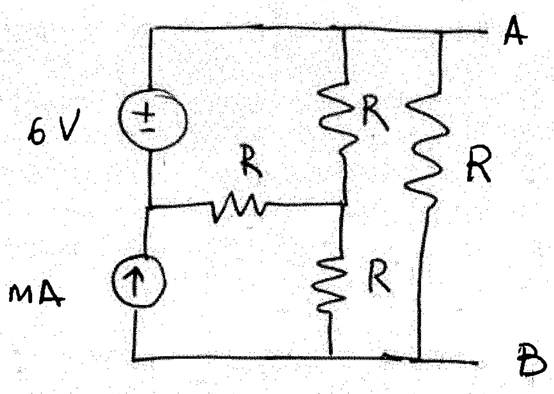
$$V(R_1) - V(R_2) = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0}\frac{dr}{r} = \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0} \ln r \Big]_{R_1}^{R_2}$$

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

Puntuación:

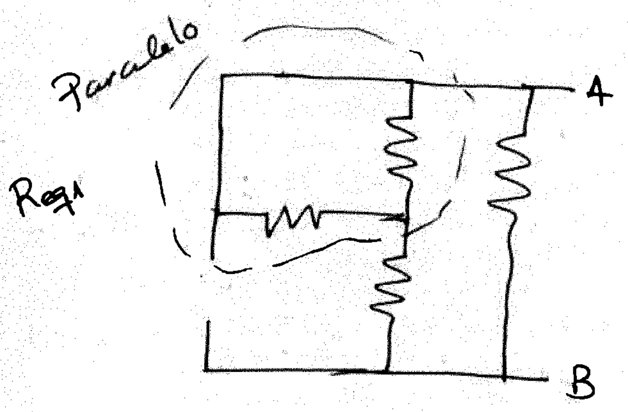
EJERCICIO 2

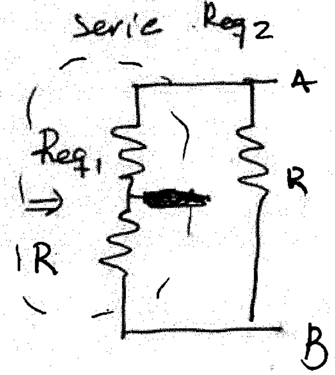
a) $R = 2k\Omega$

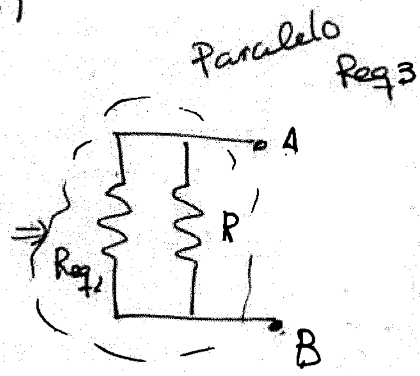


a) Equivalente Thevenin

→ Rth (anulo las fuentes independientes)







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

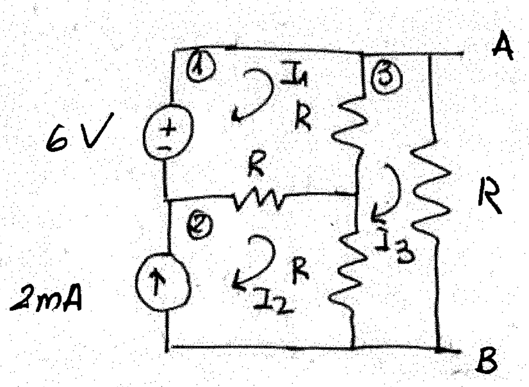
$$\rightarrow R_{eq2} = R + \underbrace{\frac{R}{2}}_{R_{eq1}} = \frac{3R}{2} = \frac{3 \cdot \cancel{2}k\Omega}{\cancel{2}} = 3k\Omega$$

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

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

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

Resuelvo por mallas:



•) Malla 1

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

•) Malla 2 (Está resuelta)

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

•) Malla 3

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

↑ ∄ 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

$$5 = 2I_1 - I_3 \rightarrow 5 = 2\cancel{I_1} - I_3$$
$$2 = 3I_3 - I_1 \xrightarrow{x2} 4 = 6I_3 - 2\cancel{I_1}$$

$$9 = 5I_3 \Rightarrow \boxed{I_3 = 1'8\,mA}$$

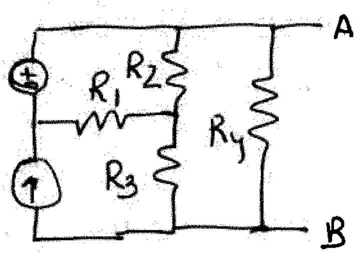
signo(+) ⇒ he acertado con el sentido

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

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

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

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 $\xleftarrow{I_1}$ $\xrightarrow{I_2}$ $I_{R_1} = (3'4 - 2)\,mA = 1'4\,mA$ ← 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 $I_2 > I_3$

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

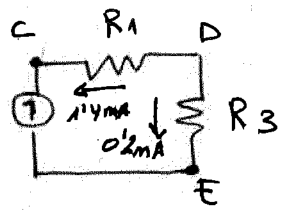
•) Por R_4 pasa I_3 $\Rightarrow$

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

•) 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:



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

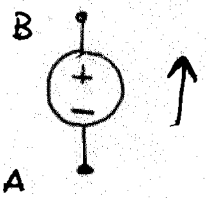
$V_D - V_E = 2k\Omega \cdot 0'2\,mA = 0'4\,V$

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

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

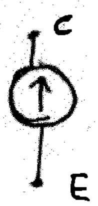
¿Cómo sé si la potencia es consumida o suministrada en las fuentes?

→ 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:

•) Compruebo que todo tiene sentido:

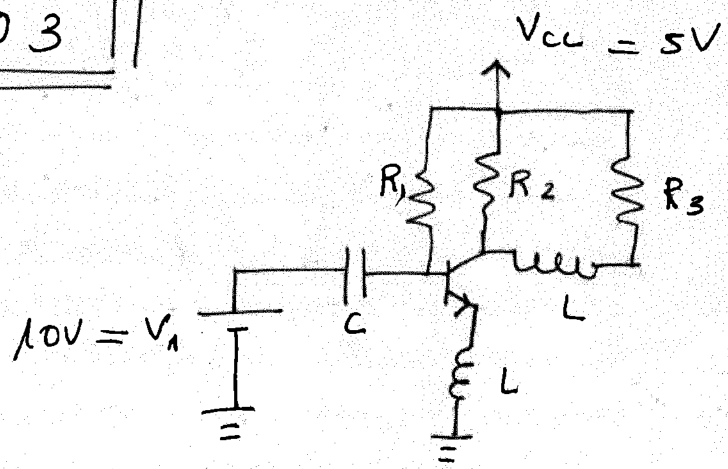
$\sum P_{CONSUMIDA} = (9'2 + 5'12 + 0'08 + 6'48 + 4'8) \, 10^{-3} W =$

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

IGUALES

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

EJERCICIO 3



①

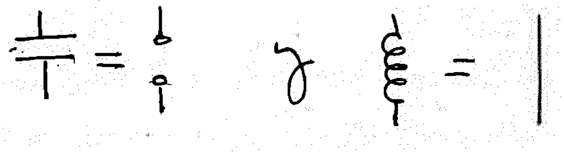
$\beta = 100$

$R_1 = 100k\Omega$

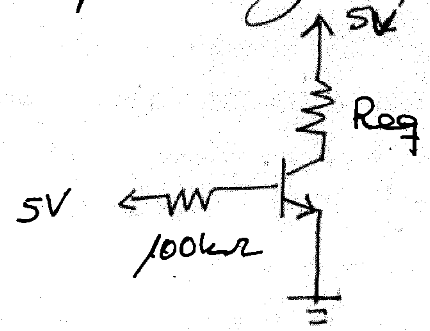
$R_2 = 5k\Omega$

$R_3 = 5k\Omega$

Trabajo en cc ⇒



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



donde $R_{eq} = \frac{5k\Omega \cdot 5k\Omega}{5k\Omega + 5k\Omega} = \frac{25\ k\Omega}{10} = \boxed{2'5k\Omega = R_{eq}}$ → paralelo de las dos resistencias de $5k\Omega$

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

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

$= 0'043\ 10^{-3}A = I_B$

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

(2) $5V = R_{eq} \cdot I_C + V_{CE} \Rightarrow 5V = 2'5 \cdot 10^3 \cdot 4'3\ 10^{-3}\ V + V_{CE}$

$V_{CE} = -5'75V < V_T \Rightarrow$ 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:

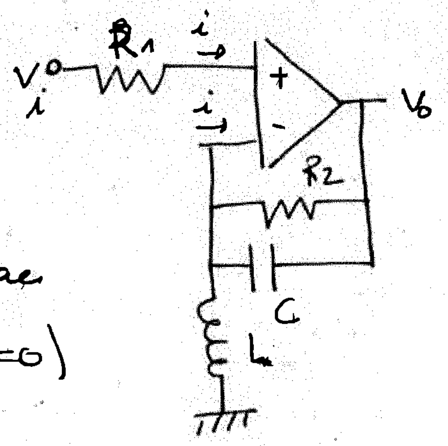
(1) $5V = 100k\Omega \cdot I_B + 0'7V \Rightarrow I_B = \dfrac{4'3V}{100\,10^3\Omega} = 0'043\,10^{-3}A = I_B$

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

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

Cumple la condición de saturación.

EJERCICIO 4



- A.O. ideal $\Rightarrow i=0$.
- Realimentación negativa

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

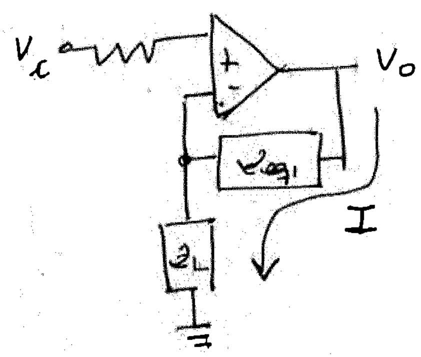
Función de transferencia:

- 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:

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

- $(V_i - 0) = I\, Z_L$

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

$I = \dfrac{V_i}{Z_L}$ → 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: $\cancel{R_2 + 1}$ $R_2 + j\omega L + (j\omega)^2 C R_2 L =$

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

$$= 10^3 + j\omega 10^{-3} + (j\omega)^2 10^{-9}$$ → 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 $\left(j\frac{w}{w_0}\right)^2 + cte \left(j\frac{w}{w_0}\right) + 1$ en el numerador. Para ello saco factor común R_2

$$\underbrace{R_2 \left(1 + \frac{jwL}{R_2} + (jw)^2 CL\right)}_{\parallel}$$

$$1 + cte \, \frac{jw}{w_{01}} + \left(\frac{jw}{w_{01}}\right)^2 \longrightarrow$$

•) identificando términos.

$$w_{01} = \frac{1}{\sqrt{CL}} = \frac{1}{(10^{-9} 10^{-3})^{1/2}} = \frac{1}{10^{-6}} = 10^6$$

•) $\frac{cte}{w_{01}} = \frac{L}{R_2} \Rightarrow cte = \frac{L}{R_2} w_{01} =$

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

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

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

•) Denominador: tengo 2 términos que ya están ~~lo~~ escritos de forma sencilla: $(jw\, 10^{-3})(1 + jwCR_2)$

Voy a ponerlo todo junto:

$$T(\omega) = \frac{R_2\left(1+\frac{j\omega}{\omega_{01}}+\left(\frac{j\omega}{\omega_{01}}\right)^2\right)}{(j\omega 10^{-3})(1+j\omega 10^{-9}10^{3})}$$

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

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

donde:

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

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

$$T_1(\omega) = 1+\left(\frac{j\omega}{\omega_{01}}\right)+\left(\frac{j\omega}{\omega_{01}}\right)^2$$

$$T_2(\omega) = \frac{1}{j\,\omega/\omega_{02}}$$

$$T_3(\omega) = \frac{1}{1+j\omega/\omega_{03}}$$

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.

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

→ En el circuito (b), los BJT's hacen primero la función NAND y el último BJT invierte la salida de los dos en serie.

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