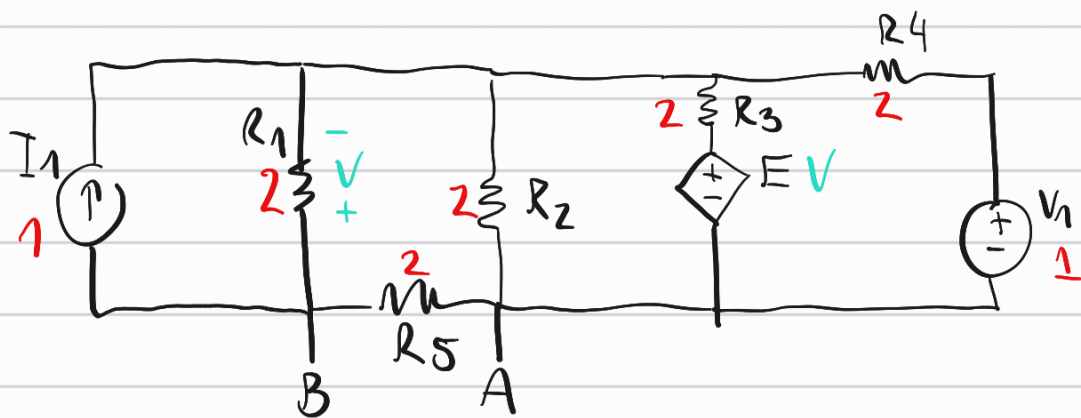
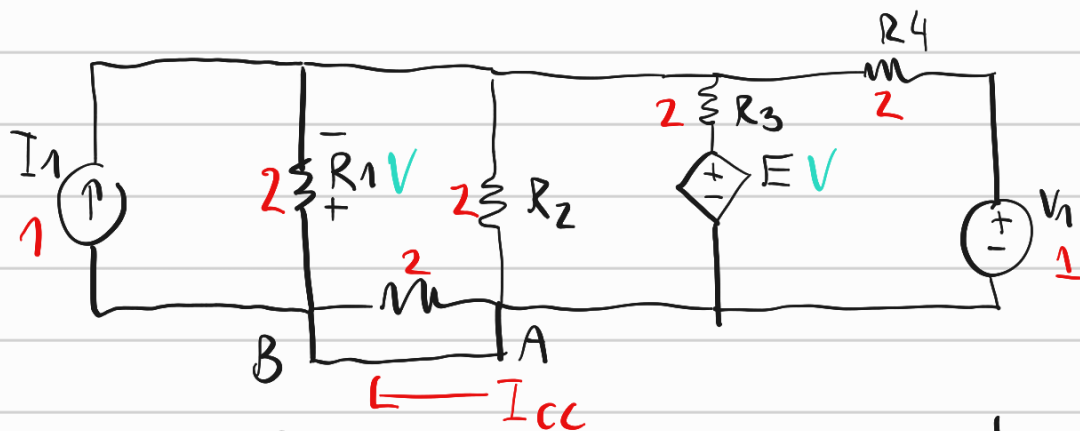
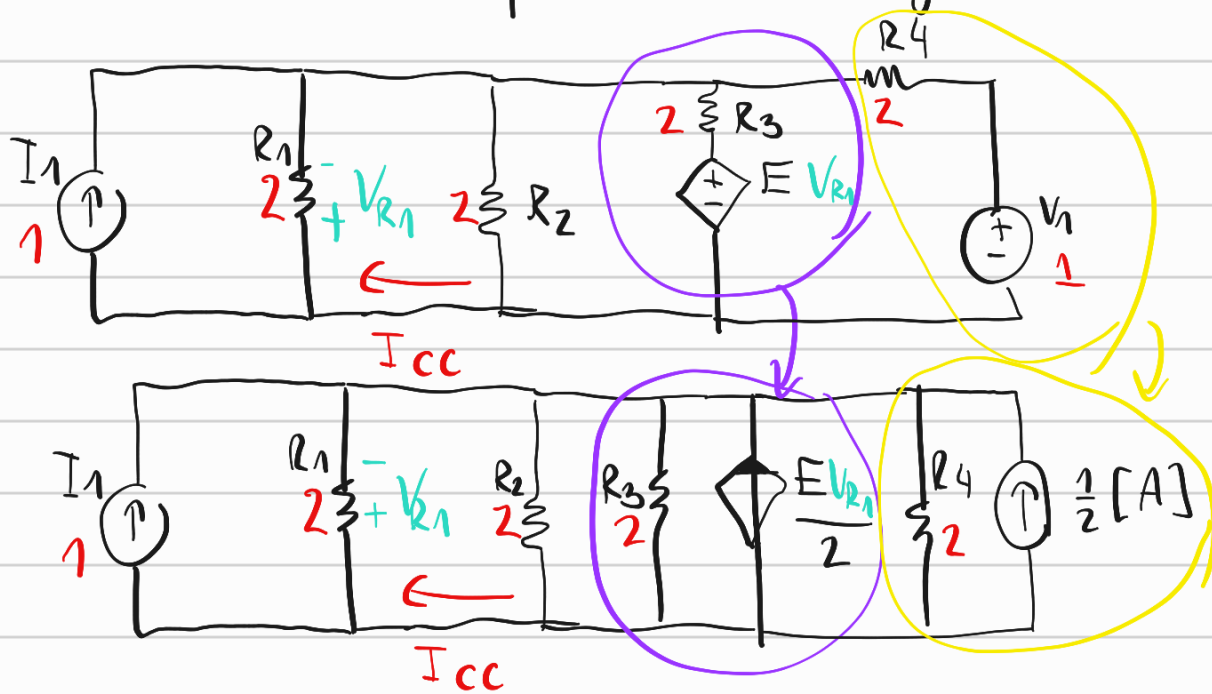




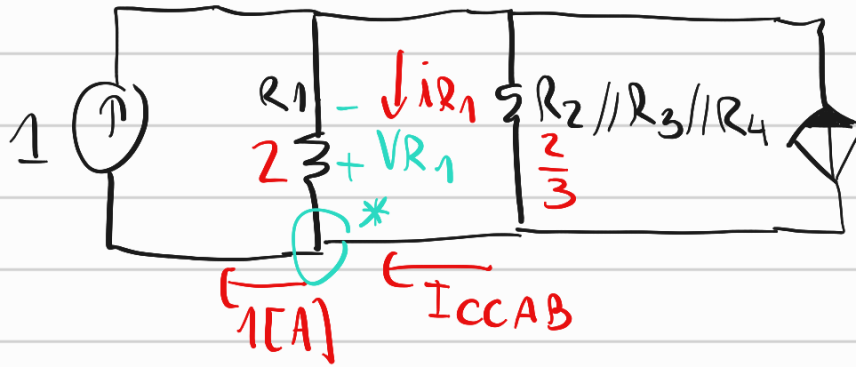
a) Queremos calcular los puntos importantes de la característica $V-I$ del equivalente de Thevenin de la red, esto es I_{cc} , V_{oc} y R_{Th} . Teniendo $V_{oc} = V_{AB} = +1 [V]$ basta calcular R_{Th} o I_{cc} desde las terminales A-B. Probemos calculando I_{cc} (corriente de cortocircuito):



Si hay corto entre A y B entonces no circula corriente en R_5 (corriente "escoge" camino de mínima resistencia). Por lo tanto el circuito queda de la sgte manera:



Sumando fuentes de corriente y equivalente paralelo entre R_2, R_3 y R_4 el circuito queda



$$R_2 // R_3 // R_4 = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)^{-1} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{E \cdot VR_1}{2} + \frac{1}{2}$$

$$VR_1 = \frac{1}{2} i_1$$

$$-i_1 R_1 = 2 i_1$$

Por divisor de corriente i_1 es:

$$i_1 = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{3}{2}} \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{E \cdot VR_1}{2} \right)$$

$$i_1 = \frac{1}{4} \left(\frac{3}{2} - \frac{2 E i_1}{2} \right)$$

$$4 i_1 = \frac{3}{2} - E i_1$$

$$i_1 = \frac{3}{2(4+E)}$$

Por LCK en nodo *

$$I_{CCAB} - 1 + i_1 = 0$$

$$\Rightarrow I_{CCAB} = 1 - i_1 = \frac{3}{8+E}$$

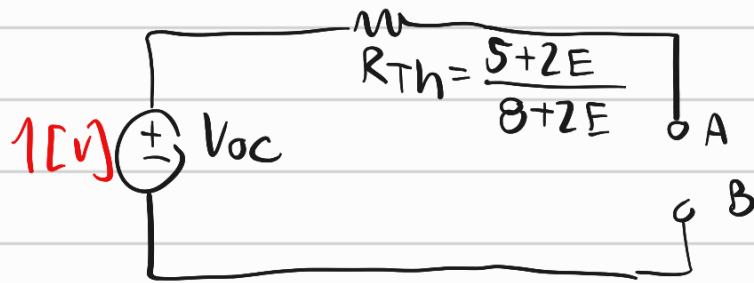
$$I_{CCAB} = 1 - \frac{3}{8+2E}$$

$$\Rightarrow I_{CCAB} = \frac{5+2E}{8+E}$$

Teniendo V_{oc} e I_{cc} R_{Th} se calcula con ley de Ohm:

$$R_{Th} = \frac{V_{oc}}{I_{cc}} = \frac{1}{\frac{5+2E}{8+2E}} = \frac{8+2E}{5+2E}$$

Por lo tanto el equivalente de Thevenin es:



Y si entre A y B se conecta un resistencia de $4 [\Omega]$ entonces por div. de voltaje:

$$V_{AB} = \frac{4}{4 + R_{Th}} V_{oc}$$
$$= \frac{4}{4 + \frac{8+2E}{5+2E}} V_{oc}$$

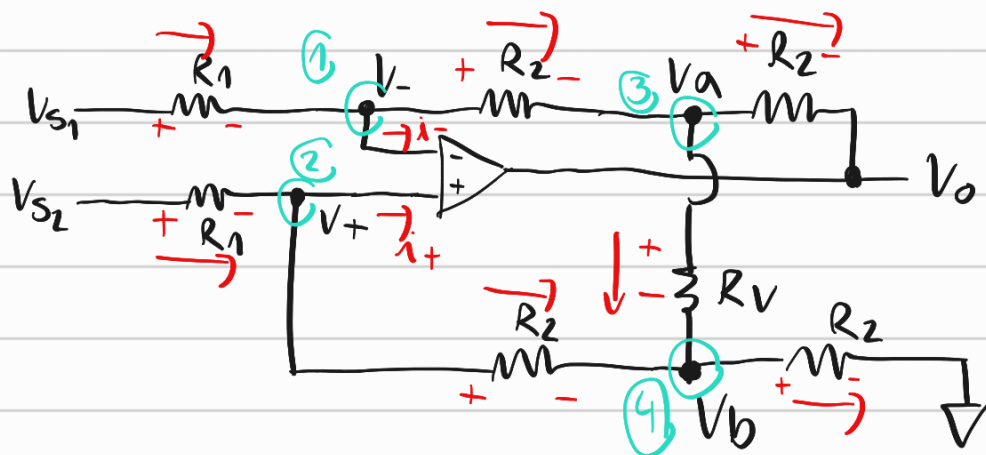
Imponiendo la condición $V_{AB} = 0.75 V_{oc}$

$$V_{AB} = \frac{4}{4 + \frac{8+2E}{5+2E}} \cancel{V_{oc}} = \frac{3}{4} \cancel{V_{oc}}$$
$$\Rightarrow \frac{4(5+2E)}{4(5+2E) + 8+2E} = \frac{3}{4}$$

$$80 + 32E = 60 + 24E + 24 + 6E$$
$$\Rightarrow 2E = 4$$

$$E = 2$$

P₂



Se quiere encontrar V_o en función de las resistencias y V_{s1}, V_{s2} . Para ello planteamos LCK en los nodos de interés, considerando el cortocircuito virtual del OPA MP ideal ($V_+ = V_-$ $\wedge$ $i_+ = i_- = 0$) y siguiendo las direcciones de corriente impuestas (uno las impone):

$$\text{LCK } \textcircled{1} \quad G_1(V_{s1} - V_+) = G_2(V_+ - V_a)$$

$$\text{LCK } \textcircled{2} \quad G_1(V_{s2} - V_+) = G_2(V_+ - V_b)$$

$$\text{LCK } \textcircled{3} \quad G_2(V_+ - V_a) = G_2(V_a - V_o) + G_v(V_a - V_b)$$

$$\text{LCK } \textcircled{4} \quad G_2(V_+ - V_b) + G_v(V_a - V_b) = G_2 V_b$$

b) Ahora para encontrar V_o manipulamos las ecs como sigue:

$$\textcircled{1} - \textcircled{2} \rightarrow G_1 V_{s1} - G_1 V_+ - G_1 V_{s2} + G_1 V_+ = G_2 V_+ - G_2 V_a - G_2 V_+ + G_2 V_b$$

$$\Rightarrow G_1(V_{s1} - V_{s2}) = G_2(V_b - V_a)$$

$$(V_a - V_b) = \frac{G_1}{G_2} (V_{s2} - V_{s1}) \quad (*)$$

$$\textcircled{3} - \textcircled{4} \rightarrow G_2(V_+ - V_a) - G_2(V_+ - V_b) - G_v(V_a - V_b) = G_2(V_a - V_o) + G_v(V_a - V_b) - G_2 V_b$$

$$G_2(V_b - V_a) - G_V(V_a - V_b) = G_2(V_a - V_b) - G_2 V_0 + G_V(V_a - V_b)$$

$$\Rightarrow G_2 V_0 = (V_a - V_b) 2(G_a + G_V)$$

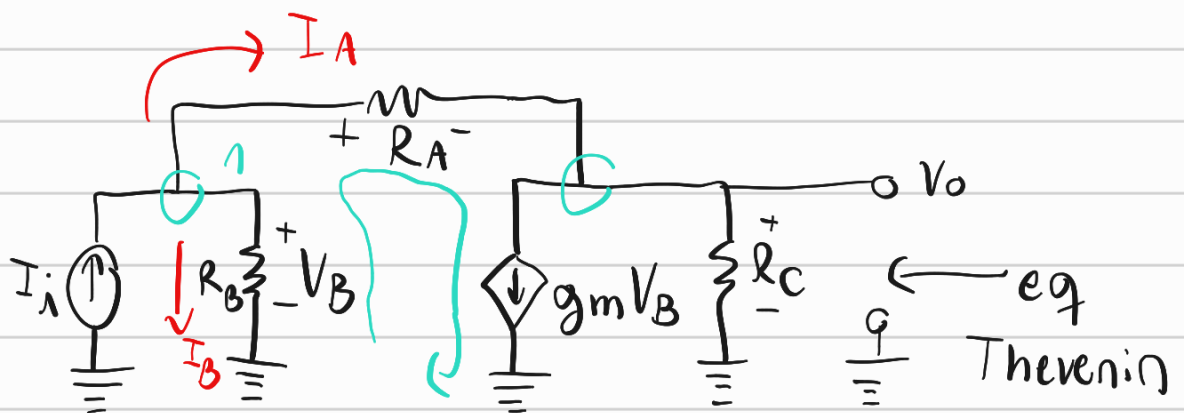
$$V_o = \frac{(V_a - V_b)}{G_2} \cdot (G_2 + G_v)$$

Reemplazando con $(*)$:

$$V_o = \frac{2}{G_2} \frac{G_1}{G_2} (V_{S2} - V_{S1}) (G_2 + G_V)$$

$$= \frac{2G_1}{G_2} \left(1 + \frac{G_V}{G_2} \right) (V_{S2} - V_{S1})$$

$$V_0 = \frac{2R_2}{R_1} \left(1 + \frac{R_2}{R_3} \right) (V_{S2} - V_{S1})$$



a) Calculamos V_o :

Por LVK en malla central + $\mathcal{Q}$:

$$\begin{aligned} -V_B + V_A + V_0 &= 0 \\ \Rightarrow V_A &= V_B - V_0 \end{aligned}$$

Por Lck en nodo 1 "in":

$$I_i - I_A - I_B = 0$$

$$I_i - \frac{V_A}{R_A} - \frac{V_B}{R_B} = 0$$

$$I_i - \frac{V_B - V_0}{R_A} - \frac{V_B}{R_B} = 0$$

$$I_i + \frac{V_0}{R_A} = \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \right) V_B$$

$$\Rightarrow V_B = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \left(I_i + \frac{V_0}{R_A} \right) \quad (*)$$

Por LCK en nodo ② + "in"

$$I_A - g_m V_B - I_C = 0$$

$$\frac{V_B - V_0}{R_A} - g_m V_B - \frac{V_0}{R_C} = 0$$

$$V_B \left(\frac{1}{R_A} - g_m \right) = \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_C} \right) V_0$$

$$\Rightarrow V_B = \frac{R_A + R_C}{R_A R_C} \cdot \frac{R_A}{1 - g_m R_A} V_0 \quad (j)$$

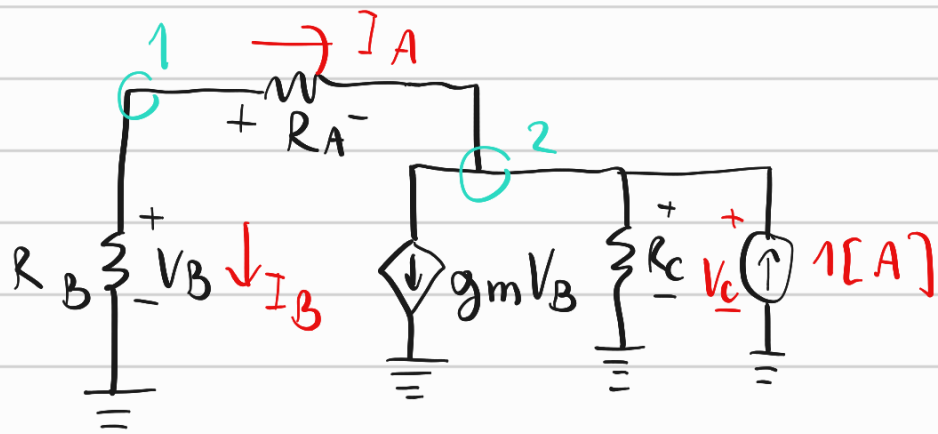
Igualando (*) y (j):

$$\frac{R_A + R_C}{(1 - g_m R_A) R_C} V_0 = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \left(I_i + \frac{V_0}{R_A} \right)$$

$$V_0 \left(\frac{R_A + R_C}{(1 - g_m R_A) R_C} - \frac{1}{R_A} \right) = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} I_i$$

$$V_0 = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} \frac{(1 - g_m R_A) R_A R_C}{R_A + R_C - R_A R_C (1 - g_m R_A)} I_i$$

b) Determinamos R_{Th} relajando las fuentes indep. y energizando con una fuente de 1[A] en los terminales de interés:



Por LK en malla central:

$$-V_B + V_A + V_C = 0$$

$$\underline{V_A = V_B - V_C}$$

LK en nodo 1 + "in"

$$-I_A - I_B = 0 \Rightarrow -\frac{V_B}{R_B} = \frac{V_B - V_C}{R_A}$$

$$\Rightarrow V_B \left(\frac{1}{R_B} - \frac{1}{R_A} \right) = \frac{V_C}{R_A}$$

$$\underline{V_B = \frac{R_B}{R_A - R_B} V_C} \quad (\star')$$

Por LK en nodo 2 + "in"

$$\boxed{I_A} + 1 - g_m V_B - \boxed{I_C} = 0$$

$$\frac{V_B - V_C}{R_A}$$

$$\frac{V_C}{R_C}$$

$$\frac{R_C + R_A - R_C R_A}{R_C R_A}$$

$$V_B \left(\frac{1}{R_A} - g_m \right) = V_C \left(\frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_A} \right) - 1 [A]$$

$$\underline{V_B = \frac{\cancel{R_A}}{1 - g_m R_A} \frac{R_C + R_A - \cancel{R_A} R_C}{\cancel{R_A} R_C} - \frac{R_A 1[A]}{1 - g_m R_A}} \quad (\ddot{u}')$$

Igualando $(\star')$ y $(\ddot{u}')$:

$$\frac{R_C + R_A}{(1 - g_m R_A) R_C} V_C - \frac{R_A \cdot 1[A]}{1 - g_m R_A} = \frac{R_B}{R_A - R_B} V_C$$

$$\left(\frac{R_c + R_A}{R_c(1 - g_m R_A)} - \frac{R_B}{R_A - R_B} \right) V_c = \frac{R_A \cdot 1[A]}{1 - g_m R_A}$$

$$V_c \frac{(R_c + R_A)(R_A - R_B) - R_B R_c(1 - g_m R_A)}{R_c(1 - g_m R_A)(R_A - R_B)} = \frac{R_A \cdot 1[A]}{1 - g_m R_A}$$

$$\Rightarrow V_c = \frac{R_A R_c (R_A - R_B) \cdot 1[A]}{(R_c + R_A)(R_A - R_B) - R_B R_c(1 - g_m R_A)} = \frac{R_A R_c (R_A - R_B) \cdot 1[A]}{(R_c + R_A)(R_A - R_B) - R_B R_c(1 - g_m R_A)}$$

Teniendo V_c , R_{Th} se calcula con ley de Ohm

$$R_{Th} = \frac{V_c}{1[A]} = \frac{R_A R_c (R_A - R_B) \cdot 1[A]}{(R_A - R_B)(R_c + R_A) - R_B R_c(1 - g_m R_A)} \cdot \frac{1}{1[A]}$$

$$\Rightarrow R_{Th} = \frac{R_A R_c (R_A - R_B)}{(R_A - R_B)(R_c + R_A) - R_B R_c(1 - g_m R_A)}$$

Quedando el sgte eq. de Thevenin:

