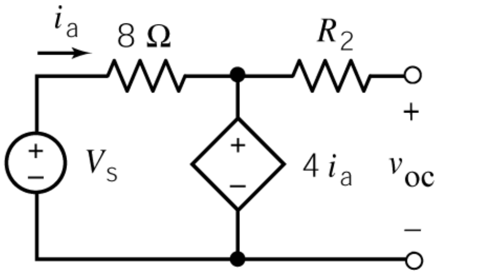
Devoir 3

Question 1

Le circuit ci-dessous consiste en deux parties séparées par deux terminaisons ayant une tension v entre elles (voir pointillés). Considérons la partie à gauche : sa tension de circuit ouvert est v_{OC} = 8 V et son courant de court-circuit est i_{SC} = 2 A.

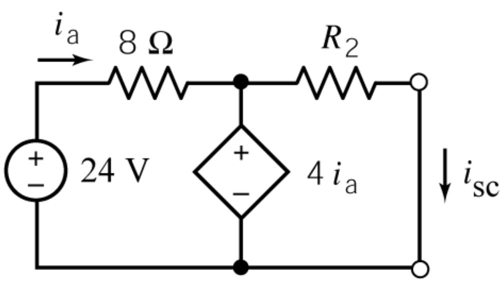
a) Déterminer la valeur de la source de tension v_S et de la résistance R_2.



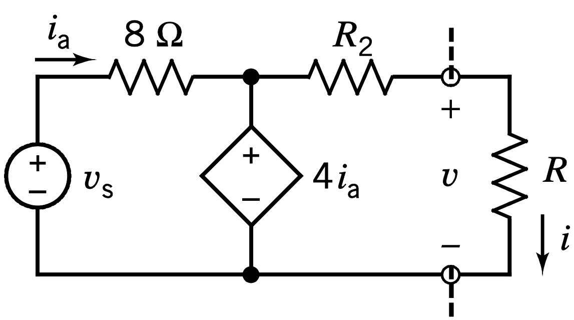
Avec la tension en circuit ouvert, le courant dans R_2 est nul :

$$v_{oc} = 4i_a$$

$$8i_a + 4i_a - V_s = 0 \quad \Rightarrow \quad V_s = 12i_a = 3(4i_a) = 3(v_{oc}) = 24 \text{ V}$$



Pour le circuit ci-contre, la LKT donne



$$8i_a + 4i_a - 24 = 0 \quad \Rightarrow \quad i_a = 2 \text{ A}$$

$$4i_a = R_2 i_{sc} \quad \Rightarrow \quad 4(2) = R_2(2) \quad \Rightarrow \quad R_2 = 4\ \Omega$$

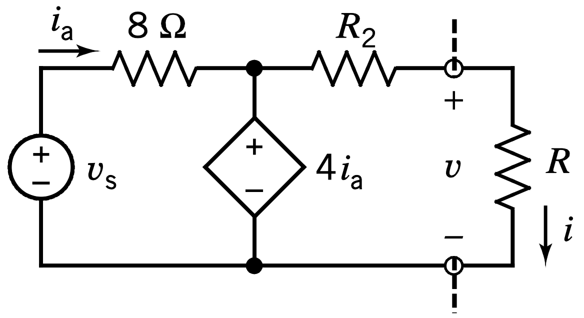
b) Déterminer la résistance *R* qui maximise la puissance qui lui est délivrée. Calculer cette puissance.

La puissance délivrée à la résistance est maximale si $R = R_t$:

$$R = R_{\mathrm{t}} = \frac{v_{\mathrm{oc}}}{i_{\mathrm{sc}}} = \frac{8}{2} = 4\ \Omega$$

ce qui donne

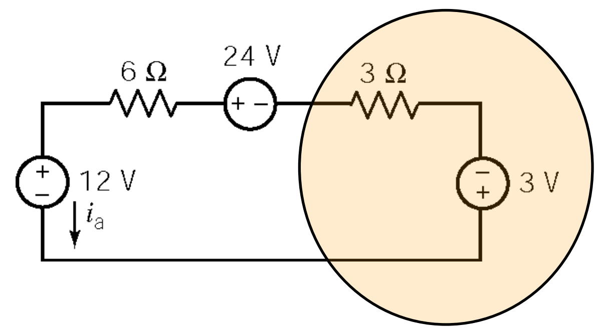
$$p_{\max} = \frac{v_{\mathrm{oc}}^{\,2}}{4R_{\mathrm{t}}} = \frac{8^2}{4(4)} = 4\ \mathrm{W}$$

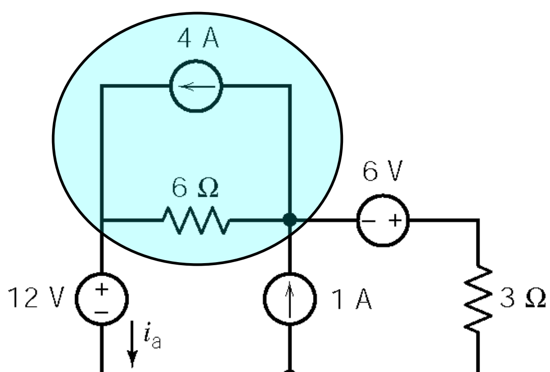


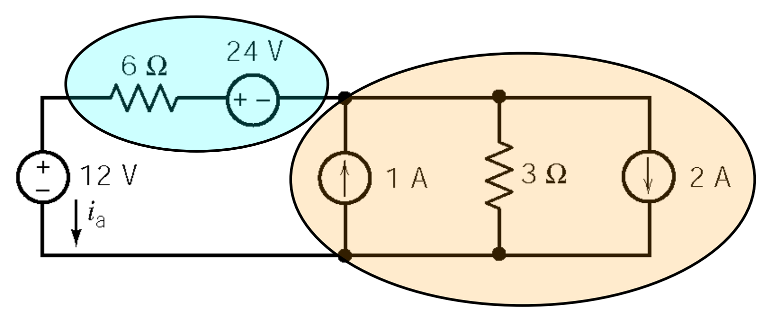
Question 2

Utiliser la transformation de source pour calculer le courant i_a dans le circuit ci-dessous.

$$-12 - 6\, i_a + 24 - 3\, i_a - 3 = 0 \Rightarrow i_a = 1 \text{ A}$$







Question 3

Déterminer le circuit équivalent de Thevenin du circuit ci-dessous.

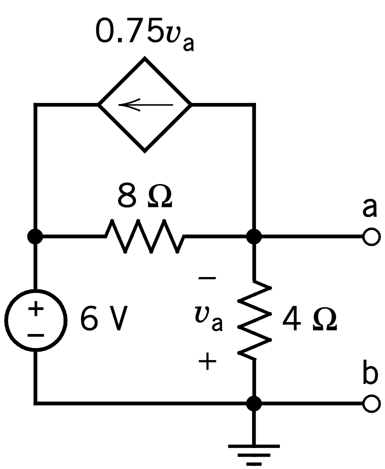
Déterminer v_{oc} :

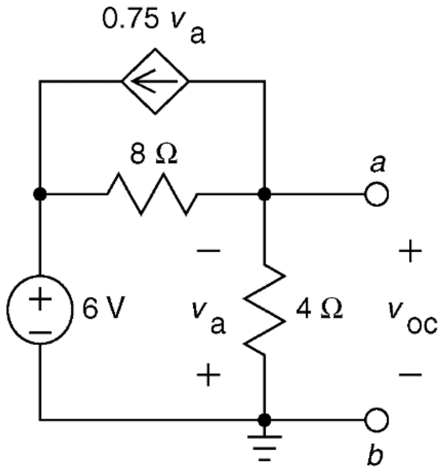
Remarquons que $v_a = -v_{oc}$

En appliquant la LKC au nœud (a), nous avons :

$$\left(\frac{-v_a - 6}{8}\right) - \frac{v_a}{4} + \left(\frac{3}{4}v_a\right) = 0 \qquad -\left(\frac{6 - v_{oc}}{8}\right) + \frac{v_{oc}}{4} + \left(-\frac{3}{4}v_{oc}\right) = 0$$

$$-6 + v_{oc} + 2\,v_{oc} - 6\,v_{oc} = 0 \quad \Rightarrow \quad v_{oc} = -2\text{ V}$$





Déterminer R_t :

Trouver i_{sc} pour avoir R_t.

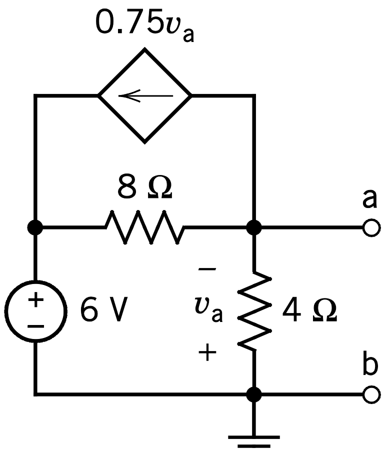
Ici, le court-circuit force $v_a = 0$

En appliquant la LKC au nœud (a), nous avons :

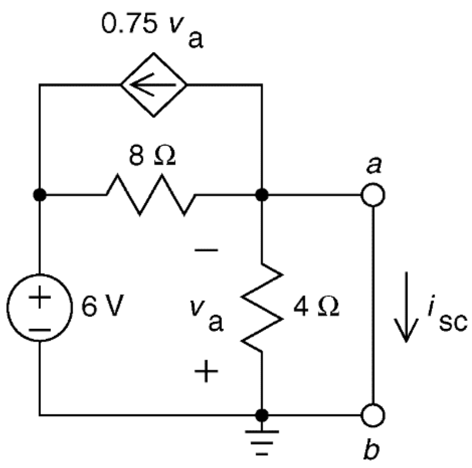
$$-\left(\frac{6-0}{8}\right)+\frac{0}{4}+\left(-\frac{3}{4}0\right)+i_{sc}=0$$

$$i_{sc}=\frac{6}{8}=\frac{3}{4}\ \text{A}$$

$$R_t=\frac{v_{oc}}{i_{sc}}=\frac{-2}{3/4}=-\frac{8}{3}\,\Omega$$



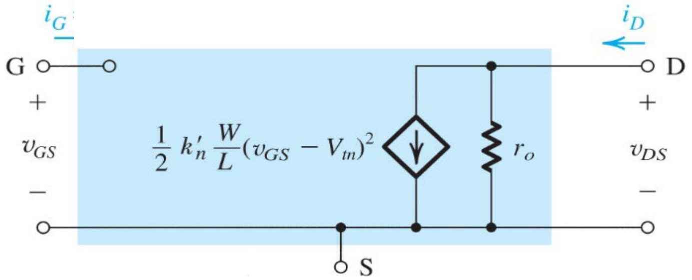
Résistance négative ?

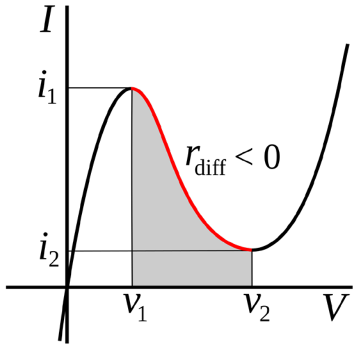


Les résistances équivalentes dans les circuits sont généralement positives. Néanmoins, il existe des circuits (oscillateurs) pour lesquels la résistance de Thévenin est négative !

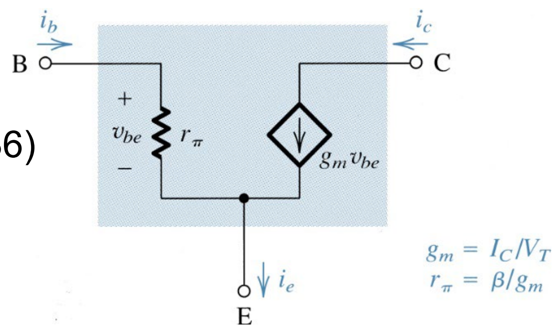
Ce sont des circuits avec sources dépendantes qui jouent le rôle de « générateurs internes ». Ils comportent des transistors !!

Transistor à effet de champ (ELG 2536)





Transistor bipolaire (ELG 2536)



Ces circuits se comportent comme une résistance linéaire active c'est-à-dire un générateur dont la f.e.m. serait proportionnelle au courant qui le traverse.

https://electronics.stackexchange.com/questions/435418/what-is-the-physical-meaning-of-negative-resistance

Question 4

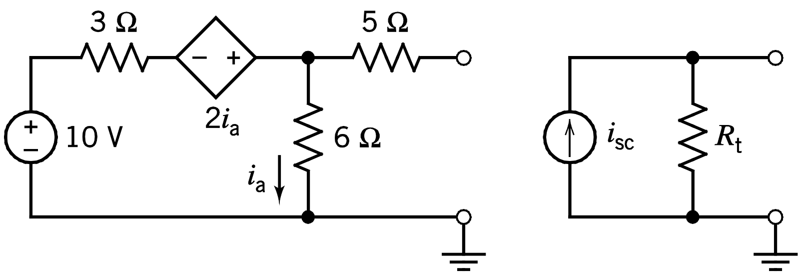
Le circuit (b) ci-dessous est le circuit équivalent de Norton du circuit (a). Déterminer le courant de court-circuit i_{sc} et la résistance de Thevenin R_t.

Pour déterminer le courant de court-circuit, i_{sc}, nous connectons un court-circuit entre les deux terminaisons et calculons le courant qui le parcoure.

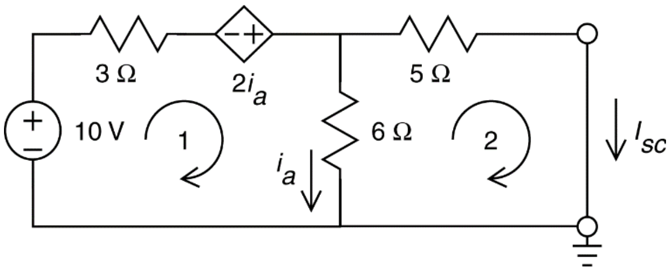
Puis on utilise la méthode des courants de maille :

Ici, le courant i_2 est égal au courant de court-circuit :

$$i_a = i_1 - i_2 = i_1 - i_{sc}$$



(a) (b)



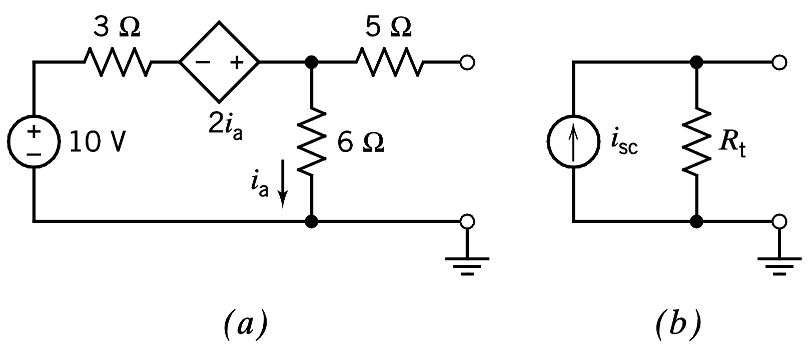
En appliquant la LKT, on obtient pour les deux mailles :

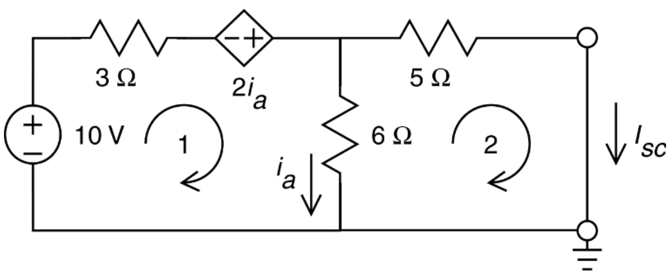
$$3\,i_1 - 2\left(i_1 - i_2\right) + 6\left(i_1 - i_2\right) - 10 = 0 \quad \Rightarrow \quad 7\,i_1 - 4\,i_2 = 10$$

$$5\,i_2 - 6\left(i_1 - i_2\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad -6\,i_1 + 11\,i_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad i_1 = \frac{11}{6}\,i_2$$

Delà,

$$7\left(\frac{11}{6}\,i_2\right) - 4\,i_2 = 10 \quad \Rightarrow \quad i_2 = 1.13\ \text{A} \quad \Rightarrow \quad i_{sc} = 1.13\ \text{A}$$





Pour déterminer la valeur de la résistance de Thevenin, R_t, on élimine les sources indépendantes. Puis à cause de la source dépendante, on injecte une source de tension aux bornes du circuit.

$$i_a = i_1 - i_2 = i_1 + i_T$$

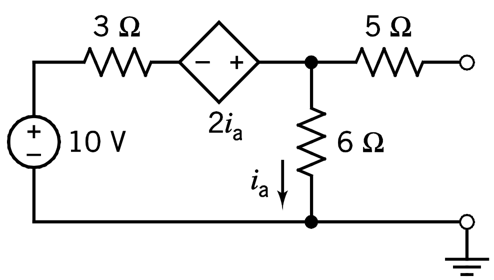
En appliquant la LKT, nous obtenons pour les mailles :

$$3\,i_1 - 2\left(i_1 - i_2\right) + 6\left(i_1 - i_2\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad 7\,i_1 - 4\,i_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad i_1 = \frac{4}{7}\,i_2$$

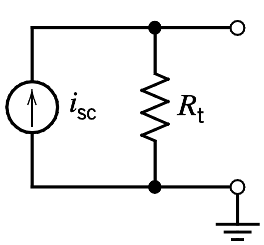
$$-6\left(\frac{4}{7}\,i_2\right) + 11\,i_2 = -v_T \quad \Rightarrow \quad 7.57\,i_2 = -v_T$$

ce qui donne (substitution): $$5\,i_2 + v_T - 6\left(i_1 - i_2\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad -6\,i_1 + 11\,i_2 = -v_T$$

$$R_t = \frac{v_T}{i_T} = \frac{-v_T}{-i_T} = \frac{-v_T}{i_2} = 7.57\ \Omega$$

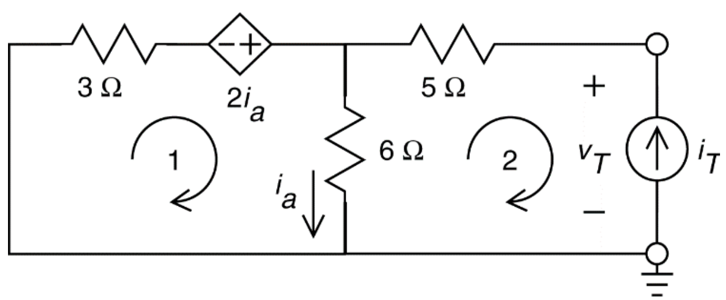


(a)



(b)

$$R_t = \frac{v_T}{i_T}$$



Si nous voulions calculer la tension en circuit ouvert, v_{oc}

Les courants de maille donnent : $i_2 = 0 \text{ A}$ $\quad i_a = i_1 - i_2 = i_1 - 0 = i_1$

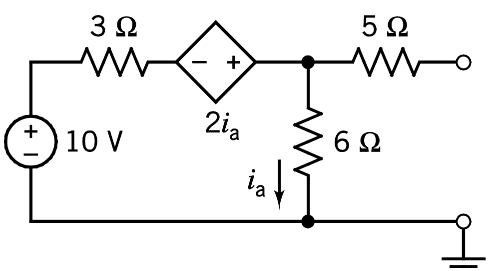
En appliquant la LKT,

$$3\,i_1 - 2\left(i_1 - i_2\right) + 6\left(i_1 - i_2\right) - 10 = 0 \;\Rightarrow\; 3\,i_1 - 2\left(i_1 - 0\right) + 6\left(i_1 - 0\right) - 10 = 0$$

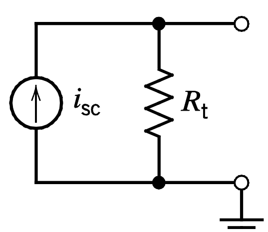
$$\Rightarrow\; i_1 = \frac{10}{7} = 1.43 \text{ A}$$

$$5\,i_2 + v_{oc} - 6\left(i_1 - i_2\right) = 0 \;\Rightarrow\; v_{oc} = 6\left(i_1\right) = 6\left(1.43\right) = 8.58 \text{ V}$$

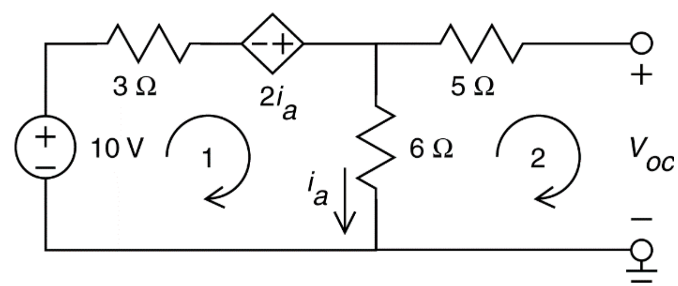
VÉRIFICATION : $R_t\, i_{sc} = \left(7.57\right)\left(1.13\right) = 8.55 \approx v_{oc}$



(a)



(b)



Merci de votre attention

Fin de la correction du devoir 3