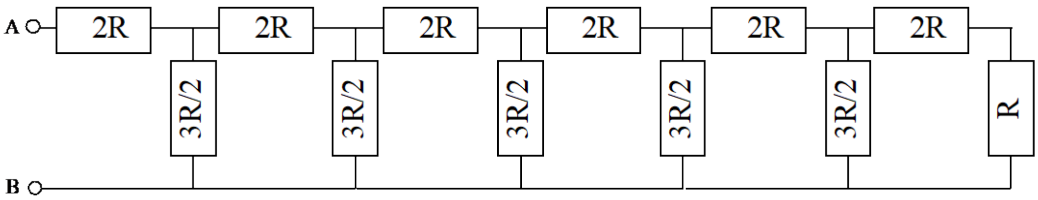
Exercice 1

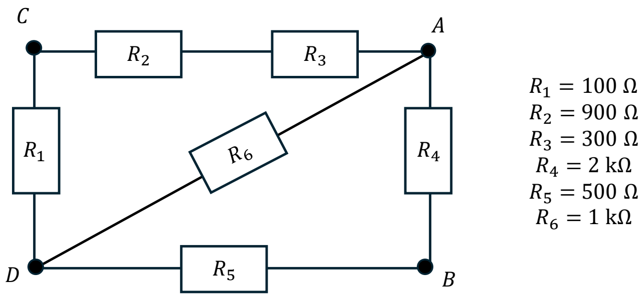
Exprimez la résistance équivalente au circuit résistif ci-dessous, vu des bornes A et B



$$\boldsymbol{R_{eq} = 3R}$$

Exercice 2

On considère le circuit suivant :



(a) Calculer la résistance équivalente R_{AB} vues des bornes A et B

On procède par des simplifications successives en gardant toujours les bornes A et B dans le circuit.

- R_1, R_2, R_3 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s1} = R_1 + R_2 + R_3 = 1.3\ \mathrm{k}\Omega$
- R_{s1}, R_6 sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p1} = \frac{R_{s1}R_6}{R_{s1}+R_6} \approx 565\ \Omega$
- R_{p1}, R_5 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s2} = R_{p1} + R_5 \approx 1.065\ \mathrm{k}\Omega$
- R_{s2}, R_4 sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p2} = \frac{R_{s2}R_4}{R_{s2}+R_4} \approx \mathbf{694\ \Omega}$

(b) Calculer la résistance équivalente R_{AC} vues des bornes A et C

Même méthode mais en gardant les bornes A et C

- R_4, R_5 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s1} = R_4 + R_5 = 2.5\ \mathrm{k}\Omega$
- R_{s1}, R_6 sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p1} = \frac{R_{s1}R_6}{R_{s1}+R_6} \approx 714\ \Omega$
- R_{p1}, R_1 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s2} = R_{p1} + R_1 \approx 814\ \mathrm{k}\Omega$
- R_2, R_3 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s3} = R_3 + R_2 = 1200\ \Omega$

- R_{s2}, R_{S3} sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p2} = \frac{R_{s2}R_{s3}}{R_{s2}+R_{s3}} \approx \mathbf{485\ \Omega}$

(c) Calculer la résistance équivalente R_{AD} vues des bornes A et D

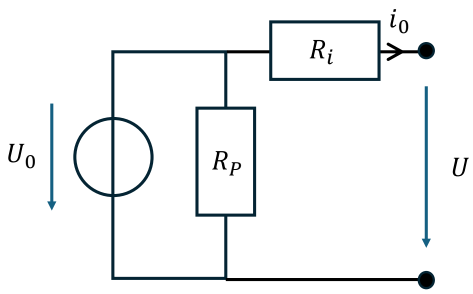
Même méthode mais en gardant les bornes A et D

- R_1, R_2, R_3 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s1} = R_1 + R_2 + R_3 = 1.3\ \text{k}\Omega$
- R_4, R_5 sont en série et équivalentes à une résistance $R_{s2} = R_4 + R_5 = 2.5\ \text{k}\Omega$
- R_{s1}, R_6 sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p1} = \frac{R_{s1}R_6}{R_{s1}+R_6} = 565\ \Omega$
- R_{p1}, R_{s2} sont en parallèle et équivalentes à une résistance $R_{p2} = \frac{R_{p1}R_{s2}}{R_{p1}+R_{s2}} \approx \mathbf{461\ \Omega}$

Exercice 3

Nous avons vu en classe qu'une source de tension réelle est modélisée par une source idéale U_0 en série avec une résistance interne R_i qui doit être la plus petite possible.

Certains modèles incorporent également une résistance en parallèle R_P avec la source idéale comme indiqué sur le schéma suivant :



(a) Exprimez la tension de sortie de la source réelle U lorsque R_P est présente. Cette résistance influence-t-elle l'analyse ?

Nous appliquons la loi des mailles. La résistance R_P étant en parallèle avec la source de tension, elle a également une tension U_0 à ses bornes. Nous avons donc la même équation avec ou sans la résistance en parallèle, elle n'influence pas l'analyse:

$$U_0 = R_i i + U$$
$$U = U_0 - R_i i$$

(b) Considérez maintenant cette source non connectée. Quelle est la puissance dissipée par la source lorsque R_P n'est pas présente dans le modèle ? Quelle est la puissance dissipée par la source lorsque R_P est présente dans le modèle ?

Lorsque la résistance R_P n'est pas connectée, quand la source n'est pas non plus connectée nous avons un circuit ouvert. Il n'y a donc pas de courant débité par la source donc pas de puissance dissipée

Lorsque la résistance R_P est présente, un courant circule car la connexion source idéale et R_P forme un circuit fermé même si la source n'est pas connectée.
La puissance est alors dissipée dans la résistance R_P:

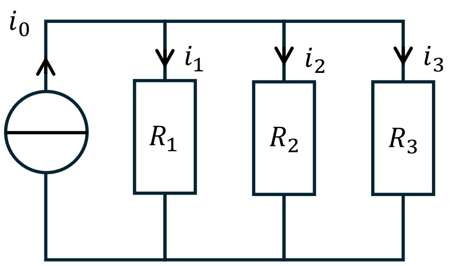
$$P = U_0 i$$
$$P = \frac{U_0^2}{R_P}$$

(c) Quelle est la fonction de R_P dans le modèle ? Cette résistance devrait-elle être très grande ou très petite ?

La fonction de la résistance est donc de modéliser les pertes internes des sources réelles, même quand celle-ci n'est pas connectée. Il faut que cette puissance dissipée soit le plus petit possible, donc que la résistance en parallèle soit **la plus grande possible**.

Exercice 4

A l'aide de la méthode de diviseur de courant, calculer les courants i_1, i_2 et i_3 du circuit ci-dessous. Vérifier que la somme des courants trouvés est bien égale à i_0.



$i_0 = 42$ mA
$R_1 = 6\ \Omega$
$R_2 = 24\ \Omega$
$R_3 = 24\ \Omega$

Calcul de i_1:

R_2, R_3 sont en parallèle et donc équivalentes à une résistance de $R_{23} = 12\ \Omega$.

On applique le diviseur de courant entre R_1 et R_{23} :

$$\boldsymbol{i_1 = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} i_0 = 28\ \mathrm{mA}}$$

Calcul de i_2:

R_1, R_3 sont en parallèle et donc équivalentes à une résistance de $R_{13} = 4.8\ \Omega$.

On applique le diviseur de courant entre R_2 et R_{13} :

$$\boldsymbol{i_2 = \frac{R_{13}}{R_2 + R_{13}} i_0 = 7\ \mathrm{mA}}$$

Calcul de i_3:

R_1, R_2 sont en parallèle et donc équivalentes à une résistance de $R_{12} = 4.8\ \Omega$.

On applique le diviseur de courant entre R_2 et R_{13} :

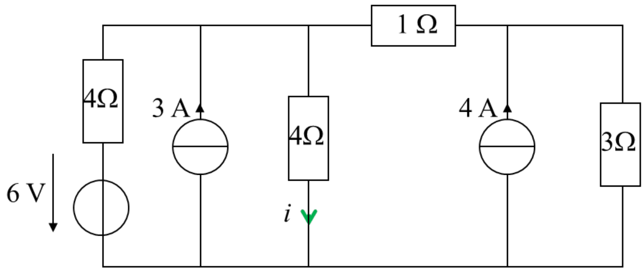
$$\boldsymbol{i_3 = \frac{R_{13}}{R_3 + R_{13}} i_0 = 7\ \mathrm{mA}}$$

En additionnant les 3 courants on a :

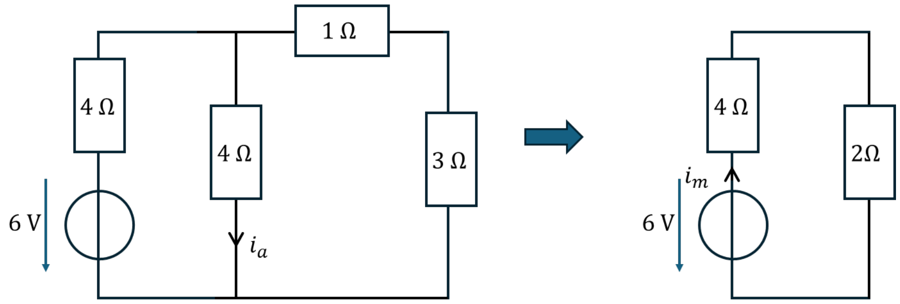
$$\boldsymbol{i_1 + i_2 + i_3 = 28 + 7 + 7 = 42\ \mathrm{mA} = i_0}$$

Exercice 5

En utilisant le principe de superposition, calculer le courant i du circuit ci-dessous.



Circuit a : on ne garde que la source de tension et on simplifie le circuit



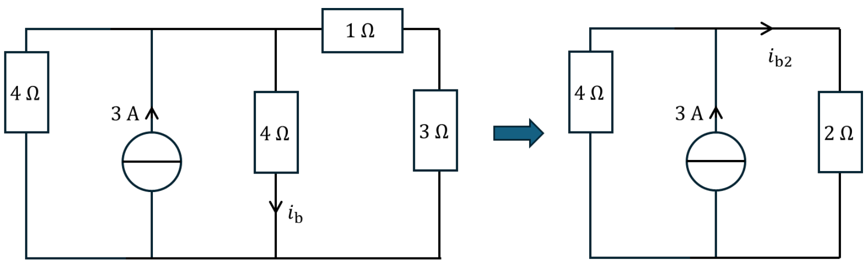
Le courant du circuit à une maille est donc :

$$i_m = \frac{6}{6} = 1\ \mathrm{A}$$

Par le diviseur de courant dans le circuit de gauche, on a :

$$\boldsymbol{i_a = \frac{i_m}{2} = 0.5\ \mathrm{A}}$$

Circuit b : on ne garde la source de 3 A et on simplifie le circuit



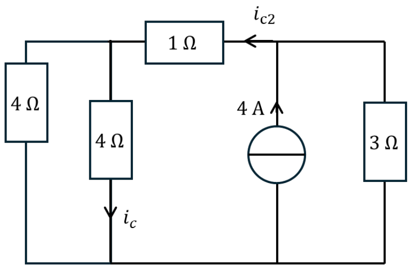
Par le diviseur de courant sur le circuit de droite on trouve i_{b2} :

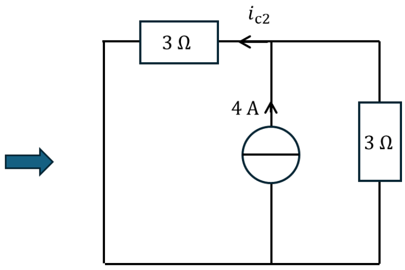
$$i_{b2} = \frac{4}{6}3 = 2\ \mathrm{A}$$

Ensuite on trouve i_b par un 2eme diviseur de courant sur le circuit de gauche

$$\boldsymbol{i_b = \frac{i_{b2}}{2} = 1\ \mathrm{A}}$$

Circuit c : on ne garde la source de 4 A et on simplifie le circuit





Par le diviseur de courant dans le circuit de droite on trouve i_{c2} :

$$i_{c2} = \frac{3}{6} 4 = 2 \text{ A}$$

Ensuite on trouve i_c par un 2eme diviseur de courant sur le circuit de gauche

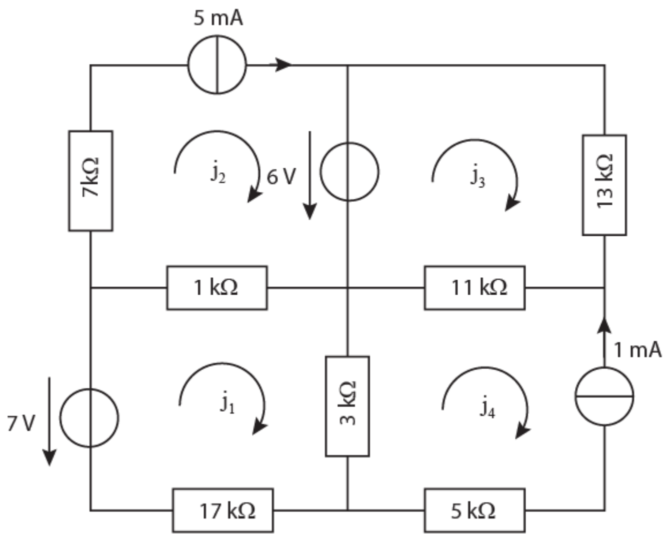
$$\boldsymbol{i_c = \frac{i_{c2}}{2} = 1 \text{ A}}$$

Par le principe de superposition

$$\boldsymbol{i = i_a + i_b + i_c = 2.5 \text{ A}}$$

Exercice 6

Nous avons le circuit ci-dessous comportant 4 mailles indépendantes. Nous avons déjà indiqué les courants des mailles indépendantes. Notez que, ce circuit comportant des sources de courant, nous ne pouvons pas utiliser la technique de mise en matrice par inspection visuelle.



(a) Quelle est la valeur du courant de maille j_2 ?

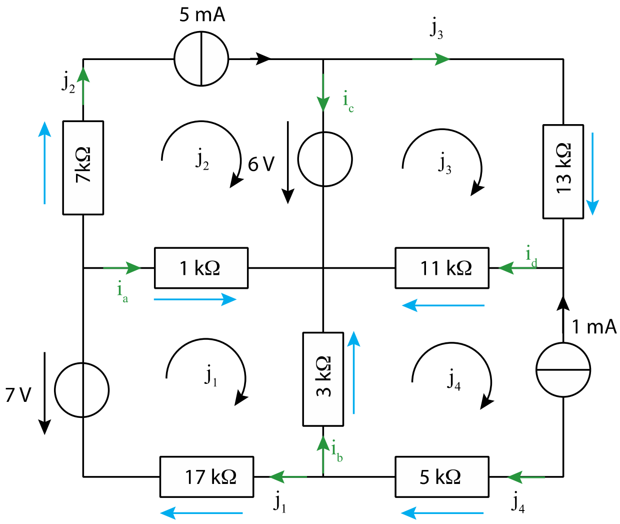
La valeur de j_2 est donnée par la source de courant dans la maille qui force $\boldsymbol{j_2}$ **= 5 mA**

(b) Quelle est la valeur du courant de maille j_4 ?

Il y a également une source de courant dans cette maille forçant aussi la valeur du courant de maille. Attention au sens : $\boldsymbol{j_4}$ **= -1 mA**

(c) Calculez la valeur du courant de maille j_1 ? (Aide pour partie c et d: Exprimer les courants à travers des résistances et appliquer la loi des mailles)

Commençons par poser toutes tensions et courants du circuit (les courants sont posés à priori puis les tensions sont posées en suivant la convention des sens. Vous pourriez donc avoir une schéma un peu différent dépendant du sens des courants choisi)



On considère la maille du courant j_1 et on pose la loi des mailles (j'ai directement incorporé la loi d'Ohm) :

$$(1.10^3)i_a - (3.10^3)i_b + (17.10^3)j_1 - 7 = 0$$

De plus par la loi des nœuds :

$j_1 = i_a + j_2$ donc $i_a = j_1 - 5.10^{-3}$ en utilisant la réponse de la partie (a)

$j_4 = j_1 + i_b$ donc $i_b = -1.10^{-3} - j_1$ en utilisant la réponse de la partie (b)

On combine les 3 équations :

$(1.10^3)(j_1 - 5.10^{-3}) - (3.10^3)(-1.10^{-3} - j_1) + (17.10^3)j_1 = 7$

On obtient

$$\boldsymbol{j_1 = \frac{3}{7}\ mA}$$

(d) Calculez est la valeur du courant de maille j_3 ?

Nous procédons de la même manière pour la maille de j_3. Loi des mailles et d'Ohm:

$(13.10^3)j_3 + (11.10^3)i_d - 6 = 0$

Loi des nœuds :

$j_3 = j_4 + i_d$ donc $i_d = j_3 + 1.10^{-3}$

Donc :

$(13.10^3)j_3 + (11.10^3)(j_3 + 1.10^{-3}) = 6$

On obtient

$$\boldsymbol{j_3 = -\frac{5}{24}\ mA}$$

(de nouveau il y a plusieurs façon de résoudre, ceci en est une)

(e) La source de 6 V absorbe-t-elle ou délivre-t-elle de la puissance ? Quelle est la valeur ?

$$P_{V6} = 6i_c$$

Par la loi des nœuds : $j_3 + i_c = j_2$ donc $i_c = \frac{125}{24}10^{-3} \approx 5.2\ mA$

Donc $\boldsymbol{P_{V6} = 6i_c \approx 32.25\ mW}$. **Elle absorbe**

(f) Quelle est la tension aux bornes de la source de 5 mA ? Indiquez le sens sur le schéma.

Soit la tension aux bornes de la source de courant de 5mA U_{5ma}, orientée vers la gauche (de façon arbitraire). Par la loi des mailles nous avons :

$$-U_{5mA} + 6 - (1k)i_a + (7k)(5mA) = 0$$

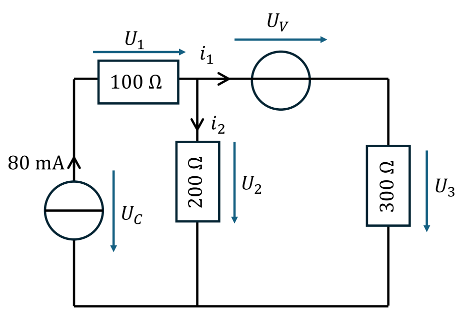
En utilisant $i_a = j_1 - 5.10^{-3} = -4.571.10^{-3}$, on obtient :

$U_{5mA} = 45.57\ V$

La puissance est donc $P = -\boldsymbol{U_{5mA}(5mA) = -227.85\ mW}$ **. Elle fournit.**

Exercice 7

On considère le circuit suivant :



(a) Pour une tension U_V de 1 V, calculer la tension aux bornes de la source de courant

On pose courant et tension. On applique la loi des mailles sur les 2 mailles indépendante et la loi des noeuds:

$$U_C = U_1 + U_2 = (100)(80 \cdot 10^{-3}) + 200i_2$$

$$U_V = U_2 - U_3 = 200i_2 - 300i_1$$

$$80 \cdot 10^{-3} = i_1 + i_2$$

On obtient :

$$i_2 = \frac{U_V + 300(80 \cdot 10^{-3})}{300 + 200}$$

Pour $U_V = 1$ V, on a $i_2 = 50 \cdot 10^{-3}$ A.

Donc

$$\boldsymbol{U_C = (100)(80 \cdot 10^{-3}) + 200 i_2 = 18\ \mathrm{V}}$$

(b) Calculer la puissance des deux sources et déterminer si elles fournissent ou absorbent de la puissance.

Puissance de la source de courant :

$$\boldsymbol{P_C = -U_C(80 \cdot 10^{-3}) = -1.44\ \mathrm{W}}$$

Elle fournit de la puissance

Puissance de la source de tension :

$$P_V = U_V i_1$$

En utilisant la question précédente $i_1 = 80 \cdot 10^{-3} - i_2 = 30 \cdot 10^{-3}$

Donc :

$$\boldsymbol{P_V = 30\ \mathrm{mW}}$$

Elle absorbe de la puissance.

(c) Quelle devrait être la valeur de U_V pour que la source de courant fournisse exactement 4 W de puissance ?

Avec les équations de la partie (a), on trouve que :

$$U_C = (100)(80 \cdot 10^{-3}) + 200 \frac{U_V + 300(80 \cdot 10^{-3})}{300 + 200}$$

$$U_C = \frac{2}{5}(U_V + 24) + 8$$

$$U_V = \frac{5}{2}(U_C - 8) - 24$$

La puissance de la source de courant est :

$$P_C = -U_C(80 \cdot 10^{-3})$$

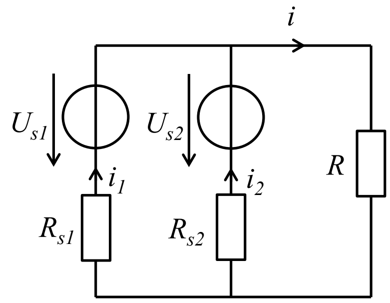
On cherche

$$P_C = -4 \Longrightarrow U_C = \frac{4}{(80 \cdot 10^{-3})} = 50\ \mathrm{V}$$

Donc on en déduit que

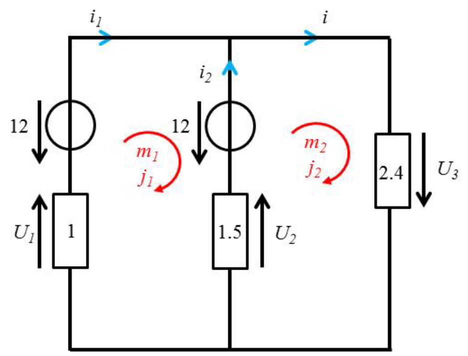
$$\boldsymbol{U_V = \frac{5}{2}(U_C - 8) - 24} = 81\ \mathrm{V}$$

Exercice 8



Les deux sources de tension réelles ci-dessus sont mises en parallèle et connectées à la résistance de charge $R = 2.4\,\Omega$. On connait les tensions $U_{S1} = U_{S2} = 12$ V ainsi que les résistances internes $R_{S1} = 1\,\Omega$ et $R_{S2} = 1.5\,\Omega$

Mettre le circuit en équations pour obtenir les courants i_1, i_2 et i.



Les courants :

$$i_1 = j_1$$
$$i = j_2$$
$$i_1 + i_2 = i \quad \Longrightarrow \quad i_2 = j_2 - j_1$$

Maille m₁ :

$$12 - U_2 + U_1 - 12 = 0$$
$$-1.5(j_2 - j_1) + j_1 1$$
$$2.5j_1 - 1.5j_2 = 0$$

Maille m₂ :

$$U_3 + U_2 - 12 = 0$$
$$2.4j_2 + 1.5(j_2 - j_1) = 12$$
$$-1.5j_1 + 3.9j_2 = 12$$

En utilisant les deux équations on obtient les 2 courants de mailles :

$$j_1 = 2.4 \text{ A}, \; j_2 = 4 \text{ A}$$

Puis pour finir les courants de branches :

$$\boldsymbol{i_1 = 2.4 \text{ A}, i_2 = 1.6 \text{ A}, i = 4 \text{ A}}$$