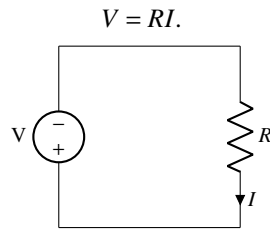


Électronique de base

1. Loi d'Ohm

Proposition 1 (Loi d'Ohm). La relation entre le voltage V , la résistance R et le courant I est



V = voltage en Volt (V), R = résistance en Ohm (Ω), I = courant en Ampères (A).

Question 1

Déterminer la quantité manquante dans le circuit précédent.

- a) Si $R = 10\text{k}\Omega$ et $I = 2\text{ A}$.
- b) Si $V = 20\text{ V}$ et $R = 10\Omega$.
- c) Si $V = 20\text{ V}$ et $I = 5\text{ A}$.

2. Puissance

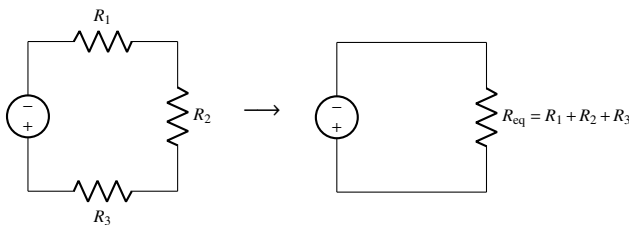
Définition. La **puissance** en Watt (W) est la vitesse de dépense énergétique. En électricité, elle peut être calculée avec une des formules suivantes :

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}.$$

3. Résistances équivalente

La résistance équivalente de résistances en série est la somme des résistances.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

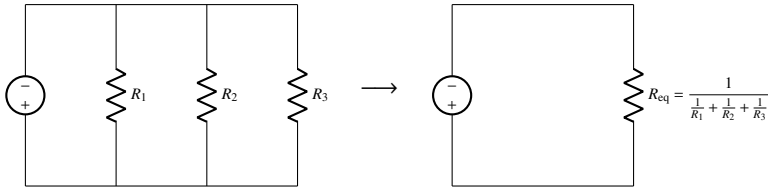


En parallèle, la résistance équivalente est

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

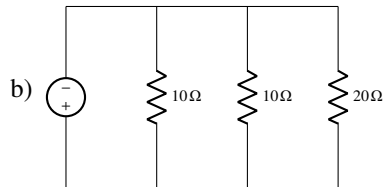
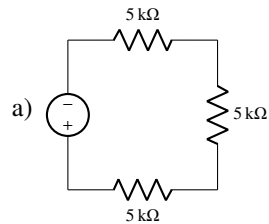
En isolant R_{eq} , on trouve

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$



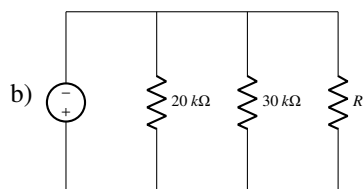
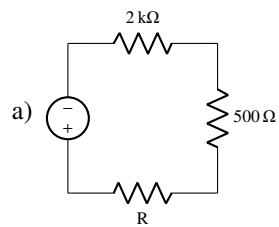
Question 2

Déterminer la résistance équivalente dans les circuits suivants.



Question 3

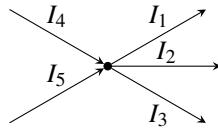
Déterminer la résistance manquante pour que la résistance équivalente aux circuits suivants soit de $10\text{ k}\Omega$.



4. Lois de Kirchhoff

4.1. Loi des nœuds

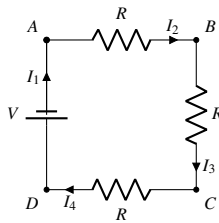
Proposition 2 (Loi des nœuds). La somme algébrique des intensités des courants qui entrent par un nœud est égale à la somme algébrique des intensités des courants qui en sortent.



$$I_4 + I_5 = I_1 + I_2 + I_3$$

Note. Cas particulier de la loi des nœuds : dans un circuit en série, le courant est le même partout.

Par exemple, dans le circuit



on doit avoir

$$\text{noeud } A : I_1 = I_2$$

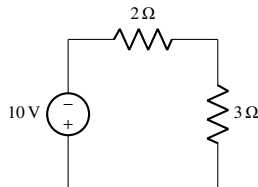
$$\text{noeud } B : I_2 = I_3$$

$$\text{noeud } C : I_3 = I_4$$

$$\text{noeud } D : I_4 = I_1$$

Les courants sont donc tous égaux.

Exemple 1. Dans le circuit suivant, quel est le voltage aux bornes de la résistance de 3Ω ?



On détermine le courant à la source de voltage avec la loi d'Ohm et en utilisant la résistance équivalente.

On a que

$$R_{\text{eq}} = 2\Omega + 3\Omega = 5\Omega.$$

Comme $V = R_{\text{eq}}I$ par la loi d'Ohm, le courant à la source de voltage est déterminé en isolant I :

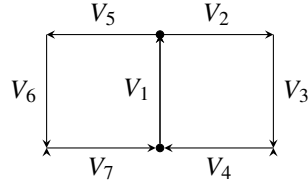
$$I = \frac{V}{R_{\text{eq}}} = \frac{10}{5} = 2\text{ A}.$$

Par la loi des nœuds, ce courant est le même dans tout le circuit. On peut utiliser la loi d'Ohm pour déterminer le voltage aux bornes de la résistance de 3Ω .

$$V = RI = (3\Omega)(2\text{ A}) = 6\text{ V}.$$

4.2. Loi des boucles

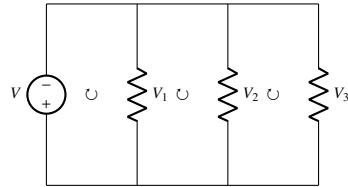
Proposition 3 (Loi des boucles). Dans une boucle d'un circuit électrique, la somme des tensions le long de cette boucle est toujours nulle.



$$V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0$$

$$V_1 + V_5 + V_6 + V_7 = 0$$

Note. Cas particulier : dans un circuit en parallèle, la tension est la même dans chaque branche.



Si V_1 , V_2 et V_3 sont les voltages aux bornes de chacune des résistances, on doit avoir que

$$\text{Boucle 1 : } V + V_1 = 0$$

$$\text{Boucle 2 : } -V_1 + V_2 = 0$$

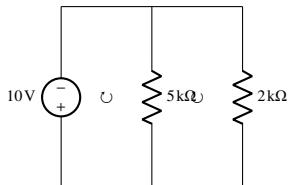
$$\text{Boucle 3 : } -V_2 + V_3 = 0$$

Ainsi

$$V = -V_1 = -V_2 = -V_3,$$

Les volages sont donc égaux aux bornes de chacune des résistances.

Exemple 2. Déterminer le courant dans chacune des résistance du circuit suivant.



Le voltage au bornes de chacune des résistances est le même ce celui de la source. Il est de 10 V.

Comme $V = RI$ selon la loi d'Ohm, le courant est $I = \frac{V}{R}$.

Le courant dans la première résistance est donc

$$I = \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ k}\Omega} = \frac{10}{5} \frac{10^1}{10^3} = 2 \times 10^{-2} = 20 \text{ mA}.$$

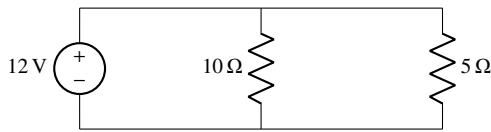
Le courant dans la seconde résistance est

$$I = \frac{10 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = \frac{10}{2} \frac{10^1}{10^3} = 5 \times 10^{-2} = 5 \text{ mA}.$$

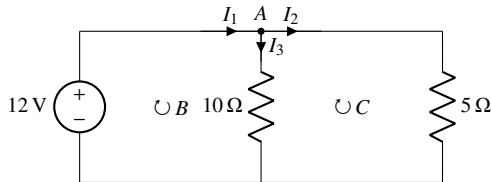
4.3. Combinaison des Lois de Kirchhoff

Dans un circuit complexe, on utilise les deux lois de Kirchhoff pour analyser le circuit. Cela donne un système d'équation à plusieurs variables.

Exemple 3. On veut déterminer le courant aux bornes de chacune des résistances et de la source de voltage dans le circuit suivant.



Identifions un nœud et deux boucles du circuit. Au nœud A, on choisit un sens pour le courant.



En appliquant la loi des nœuds au point A, on a que

$$I_1 = I_2 + I_3.$$

Par la loi d'Ohm, le voltage à la résistance de 10Ω est $V = RI_3 = 10I_3$. Le voltage à la résistance de 5Ω est $V = RI_2 = 10I_2$.

On peut appliquer la loi des boucles à chacune des deux boucles $\cup B$ et $\cup C$. En additionnant les voltages dans chacune des boucles, on obtient les deux équations

$$12 + 10I_3 = 0$$

$$-10I_3 + 5I_2 = 0$$

Il faut noter que le signe de $10I_3$ est inversé dans la boucle C, car le courant I_3 est contraire au sens de la boucle.

Les courants I_1 , I_2 et I_3 doivent satisfaire les trois équations

$$\begin{cases} 10I_3 = -12 \\ 5I_2 - 10I_3 = 0 \\ I_1 - I_2 - I_3 = 0 \end{cases}$$

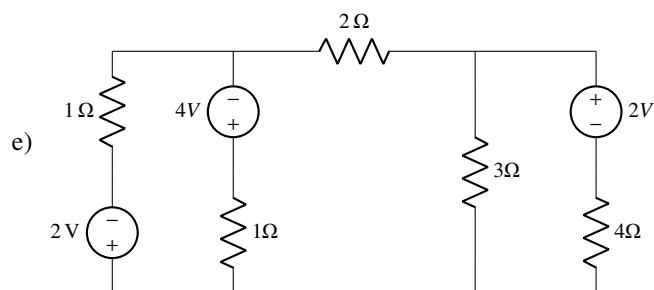
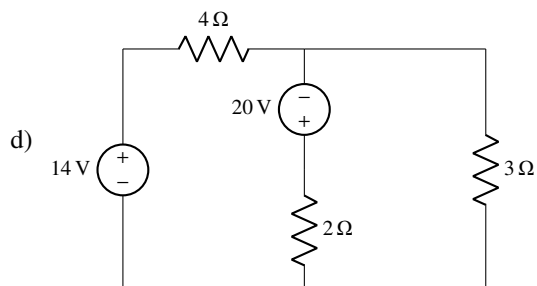
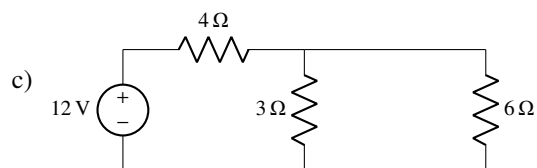
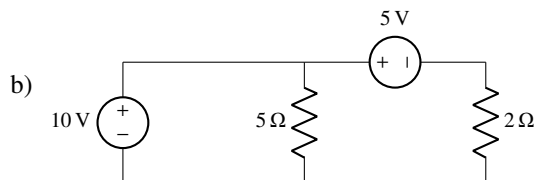
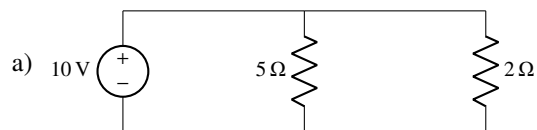
On résolvant ce système d'équation, on trouve que $I_1 = -\frac{18}{5}$, $I_2 = -\frac{12}{5}$ et $I_3 = -\frac{6}{5}$.

Le fait que les valeurs de courant soient négatives indique que le courant circule dans le sens inverse des flèches choisies au nœud A.

Exercices supplémentaires

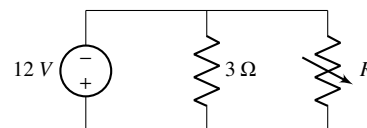
Question 4

Calculer le courant dans les branches des circuits suivants via les lois de Kirchhoff.



Question 5

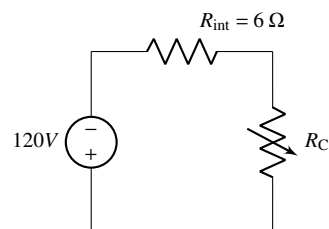
Une résistance de 3Ω est montée en parallèle avec une résistance variable R et ce montage est relié à une source de tension de 12 V . Sachant que la résistance totale du circuit est $\frac{3R}{R+3}$.



- Quelle est la règle de correspondance décrivant le courant généré par la source en fonction de la résistance variable ?
- Quel est le courant lorsque la résistance variable vaut 1Ω ?
- Quel est le courant lorsque la résistance variable vaut 2Ω ?
- Quelle devra être la valeur de la résistance variable pour que le courant soit de 6 A ?
- Identifier les asymptotes verticales et horizontales de la fonction décrivant le courant, le zéro et l'ordonnée à l'origine et esquisser la fonction décrivant le courant.
- Quelle est l'interprétation physique de ces asymptotes ?

Question 6

Une source de tension de 120 V , ayant une résistance interne de 6Ω est reliée à un circuit comportant une résistance variable R_C .



- Décrire le courant I en fonction de la résistance R_C .
- Quel est le courant lorsque la résistance variable vaut 4Ω ?
- Quel est le courant lorsque la résistance variable vaut 8Ω ?
- Quelle devra être la valeur de la résistance variable pour que le courant soit de 6 A ?
- Identifier les asymptotes verticales et horizontales de la fonction décrivant le courant, le zéro et l'ordonnée à l'origine et esquisser la fonction décrivant le courant.
- Exprimer la puissance fournie au circuit externe en fonction du courant I .
- Trouver pour quelle valeur de I la puissance fournie sera maximale.

Solutions

Question 1

- a) Comme $V = RI$, on a que $V = RI = 10\text{ k}\Omega \cdot 2\text{ A} = 20\,000\text{ V}$
- b) Comme $V = RI$, on a que $I = \frac{V}{R} = \frac{20\text{ V}}{10\text{ }\Omega} = 2\text{ A}$
- c) Comme $V = RI$, on a que $R = \frac{V}{I} = \frac{20\text{ V}}{5\text{ A}} = 4\text{ }\Omega$

Question 2

- a) $R_{\text{eq}} = 5\text{ k}\Omega + 5\text{ k}\Omega + 5\text{ k}\Omega = 15\text{ k}\Omega$

$$\begin{aligned} \text{b) } R_{\text{eq}} &= \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}} \\ &= \frac{1}{\frac{2}{20} + \frac{2}{20} + \frac{1}{20}} \\ &= \frac{1}{\left(\frac{5}{20}\right)} \\ &= \frac{20}{5} \\ &= 4\text{ }\Omega \end{aligned}$$

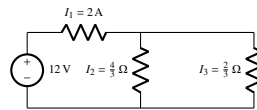
Question 3

- a) $10\text{ k}\Omega = 2\text{ k}\Omega + 500\text{ }\Omega + R$
 $10\text{ k}\Omega = 2\text{ k}\Omega + 0.5\text{ k}\Omega + R$
 $R = 10\text{ k}\Omega - 2\text{ k}\Omega - 0.5\text{ k}\Omega$
 $R = 7.5\text{ k}\Omega$

$$\begin{aligned} \text{b) } \frac{1}{10\text{ k}\Omega} &= \frac{1}{20\text{ k}\Omega} + \frac{1}{30\text{ k}\Omega} + \frac{1}{R} \\ \frac{1}{10\text{ k}\Omega} &= \frac{3}{60\text{ k}\Omega} + \frac{2}{60\text{ k}\Omega} + \frac{1}{R} \\ \frac{1}{10\text{ k}\Omega} &= \frac{5}{60\text{ k}\Omega} + \frac{1}{R} \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{10\text{ k}\Omega} - \frac{5}{60\text{ k}\Omega} \\ \frac{1}{R} &= \frac{6}{60\text{ k}\Omega} - \frac{5}{60\text{ k}\Omega} \\ \frac{1}{R} &= \frac{1}{60\text{ k}\Omega} \\ R &= 60\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

Question 4

- a) $\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ -5I_2 + 2I_3 = 0 \end{cases}$
 $I_1 = -3, I_2 = 2 \text{ et } I_3 = -5$
- b) $\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ -5I_2 - 5 + 2I_3 = 0 \end{cases}$
 $I_1 = -\frac{9}{2}, I_2 = -2 \text{ et } I_3 = -\frac{5}{2}$
- c) $\begin{cases} 4I_1 + 3I_2 = 12 \\ -3I_2 + 6I_3 = 0 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases}$

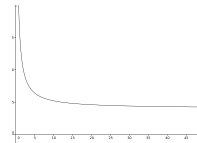


$$\begin{aligned} \text{d) } \begin{cases} 14 + 4I_1 - 20 + 2I_2 = 0 \\ -2I_2 + 20 + 3I_3 = 0 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases} \\ \text{Solution : } I_1 = -\frac{5}{13}, I_2 = \frac{49}{13}, \\ I_3 = -\frac{54}{13}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } \begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ I_2 = I_4 + I_5 \\ 2 + I_1 - 4 + I_3 = 0 \\ -I_3 + 4 + 2I_2 + 3I_5 = 0 \\ -3I_5 - 2 + 4I_4 = 0 \end{cases} \\ I_1 = \frac{44}{59}, I_2 = -\frac{30}{59}, I_3 = \frac{74}{59}, \\ I_4 = \frac{4}{59}, I_5 = -\frac{34}{59}. \end{aligned}$$

Question 5

- a) $I(R) = \frac{4R+12}{R}$
- b) 16 A
- c) 10 A
- d) +++++6 W

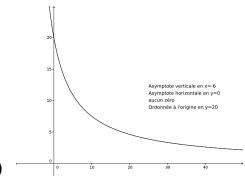


- e)
- f) L'asymptote horizontale signifie que lorsque la résistance variable augmente, le courant diminue et se stabilise

à 4 A. L'asymptote verticale montre que lorsque la résistance de charge devient négligeable, on a un court-circuit.

Question 6

- a) $I(R_C) = \frac{120}{R_C+6}$
- b) 12 A
- c) 8,57 A
- d) 14 Ω



- e)
- f) $P(I) = 120I - 6I^2$
- g) La puissance est maximale lorsque le courant est de 10 A. La puissance est alors de 600 W et la résistance de charge de 6 Ω.