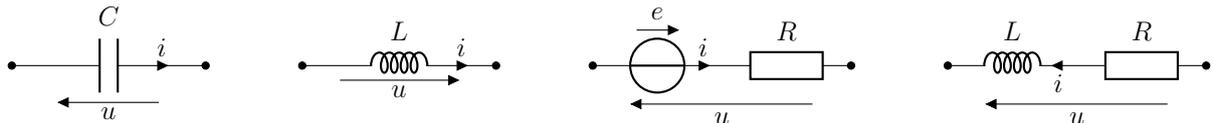


TD E1 – Circuits électriques

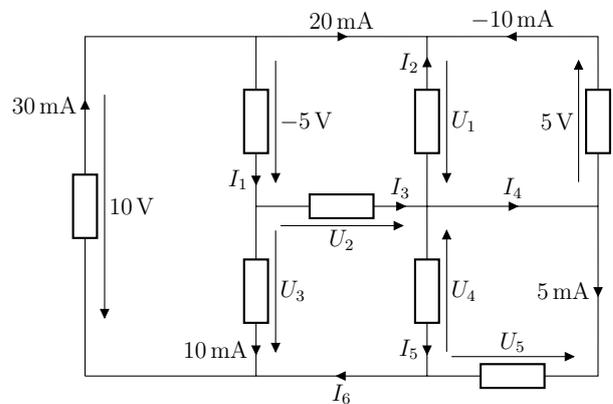
★★★ Exercice 1 – Conventions

Pour chacun des dipôles ci-dessous, préciser si l'intensité i du courant le traversant et la tension u à ses bornes sont orientées en convention générateur et récepteur, puis donner sa loi de comportement en fonction de u , i et des caractéristiques du dipôle.



★★★ Exercice 2 – Lois de Kirchhoff

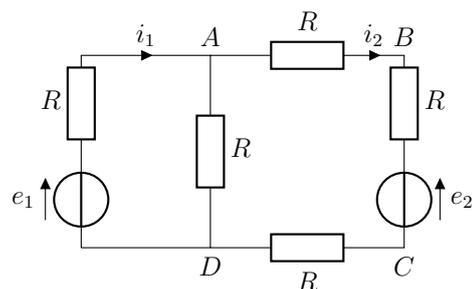
Déterminer les intensités des courants et les tensions inconnues dans le circuit représenté ci-contre. Les dipôles sont des dipôles quelconques dont il n'est pas nécessaire de connaître la nature.



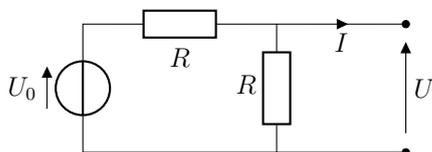
★★★ Exercice 3 – Circuit à deux mailles

On considère le réseau représenté ci-contre en régime continu.

1. Montrer que le choix de i_1 et i_2 permet d'exprimer toutes les grandeurs électriques de ce circuit.
2. Exprimer i_1 et i_2 en fonction de e_1 , e_2 et R .



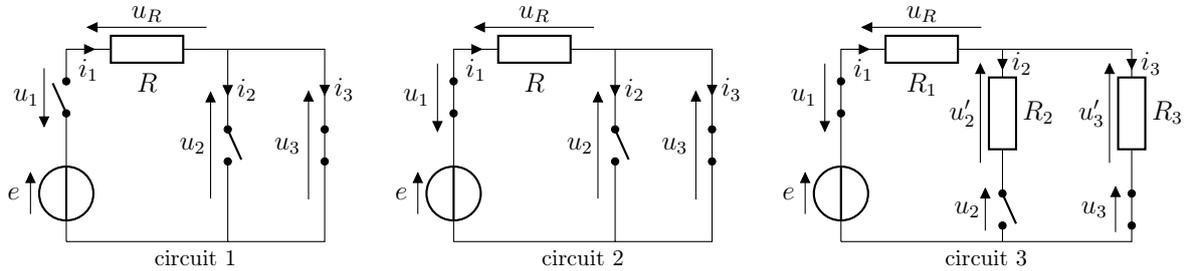
★★★ Exercice 4 – Générateur équivalent



1. Établir la relation entre U et I pour le dipôle représenté ci-contre.
2. En déduire qu'il est équivalent à un générateur de Thévenin de f.é.m E et de résistance interne r à déterminer.

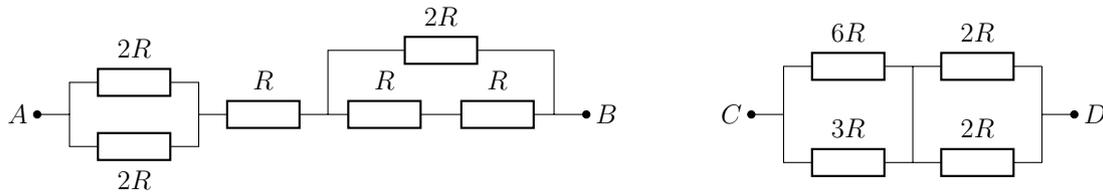
★★★ Exercice 5 – Interrupteurs

Exprimer toutes les intensités et tensions indiquées dans les circuits ci-dessous en fonction de la force électromotrice e du générateur et des résistances.



★★★ Exercice 6 – Résistance équivalente

Exprimer la résistance équivalente des dipôles AB et CD représentés ci-dessous.



★★★ Exercice 7 – Ampoule grillée

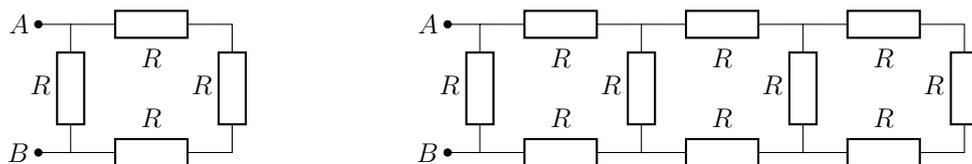
On considère l'association en parallèle de deux ampoules identiques connectées à un générateur de tension réel.

Déterminer précisément, lorsque l'une des deux ampoules grille, si l'ampoule restante brille plus fort, moins fort, ou de la même manière que lorsque les deux sont en fonctionnement. Qu'en est-il pour un générateur idéal ?

On pourra modéliser les ampoules par des résistances dont l'éclairement est proportionnel à l'intensité du courant les traversant.

★★★ Exercice 8 – Association infinie

On considère un circuit formé de n modules ajoutés les uns à la suite des autres. Le schéma ci-dessous présente les cas $n = 1$ et $n = 3$.



1. Déterminer la résistance R_1 équivalente à un module, puis R_3 équivalente à trois modules.
2. Trouver une relation de récurrence entre la résistance R_{n-1} équivalente à $n - 1$ modules, et celle R_n équivalente à n modules. En déduire la résistance R_∞ équivalente à une infinité de modules.

★★★ Exercice 9 – Adaptation d'impédance

On s'intéresse à une résistance variable R , alimentée par une source de tension réelle de f.é.m. E et de résistance interne r .

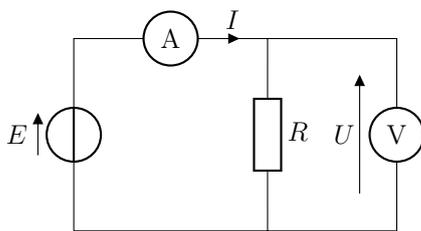
1. Exprimer la puissance \mathcal{P}_R reçue par la résistance R .
2. Exprimer la puissance totale \mathcal{P}_{tot} fournie par le générateur, incluant donc la puissance dissipée par r .
3. Justifier, sans calcul, qu'il existe une valeur R_0 de R pour laquelle la puissance \mathcal{P}_R est maximale.
4. Montrer qu'il existe une valeur R_0 de R pour laquelle la puissance \mathcal{P}_R est maximale. Exprimer R_0 en fonction de r .

Quand $R = R_0$, on dit que le générateur et la résistance sont adaptés : il y a adaptation d'impédance.

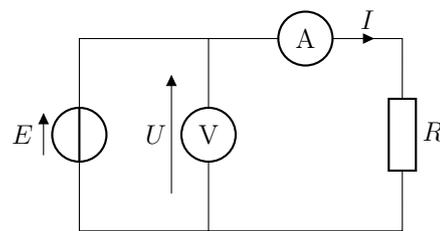
5. Exprimer le rendement défini par $\eta = \mathcal{P}_R/\mathcal{P}_{\text{tot}}$ quand $R = R_0$. Commenter.

★★★ Exercice 10 – Montages courte et longue dérivation

Pour mesurer une résistance, on dispose d'un ampèremètre dont la résistance interne $R_A = 1 \text{ m}\Omega$ est très faible et d'un voltmètre dont la résistance d'entrée est très élevée $R_V = 10 \text{ M}\Omega$. Deux montages sont proposés ci-dessous.



Montage courte dérivation



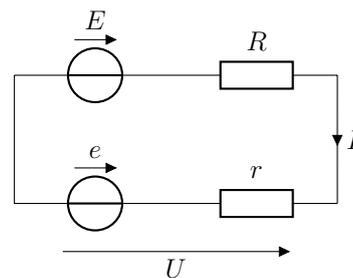
Montage longue dérivation

1. Expliquer qualitativement quel est l'inconvénient de chaque montage.
2. Discuter en fonction de la valeur de R , quel montage donne la valeur la plus précise.
3. Comment est modifié le résultat précédent si l'on prend en compte les résistances de contact ?

★★★ Exercice 11 – Charge d'une batterie

Une batterie de voiture est déchargée. Pour recharger cette batterie, modélisée par un générateur de Thévenin de f.é.m. $e = 12 \text{ V}$ en série avec une résistance $r = 0,20 \Omega$, on la branche sur un générateur de f.é.m. $E = 13 \text{ V}$ et de résistance interne $R = 0,30 \Omega$.

On lit sur la batterie qu'elle a une « capacité » de $70 \text{ A} \cdot \text{h}$ (ampères-heures).



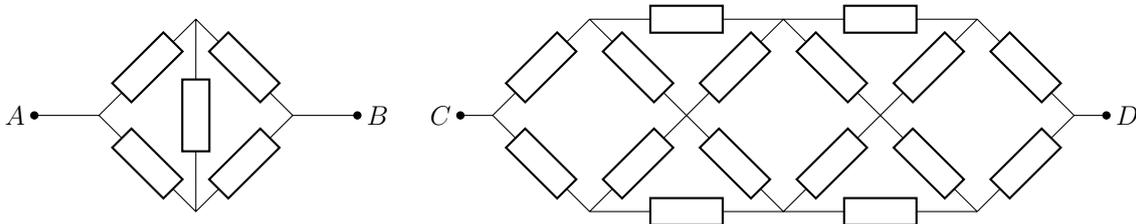
- Déterminer l'intensité I du courant traversant la batterie et la tension U à ses bornes lors de la charge. Indiquer la convention utilisée pour la batterie.
- Exprimer, puis calculer la puissance \mathcal{P}_g fournie par la source idéale E , la puissance \mathcal{P}_J dissipée par effet Joule et la puissance \mathcal{P}_b reçue par la batterie (stockée sous forme chimique). Déterminer le rendement.

On suppose qu'au cours de sa charge, tout comme lors de sa décharge, la tension $e = 12\text{ V}$ reste constante.

- À quelle grandeur physique la « capacité » de $70\text{ A}\cdot\text{h}$ est-elle homogène ? Calculer l'énergie électrique \mathcal{E}_{tot} stockée par la batterie lorsqu'elle est pleine.
- Initialement la batterie est déchargée à 10% de sa capacité maximale. Exprimer, puis calculer le temps Δt nécessaire pour la recharger entièrement.
- Exprimer, puis calculer l'énergie \mathcal{E}_J dissipée par effet Joule pendant la charge.

★★★ Exercice 12 – Résistance équivalente (bis)

- On considère le dipôle AB représenté ci-dessous, où chaque résistance vaut R . Trouver la résistance équivalente entre A et B . Que vaut l'intensité du courant dans la branche centrale ? Commenter.
- Déduire de ce qui précède la résistance équivalente du dipôle CD représenté ci-dessous, où chaque résistance vaut aussi R .



👍 Coups de pouce

Ex. 5 Un interrupteur ouvert empêche le courant de circuler dans la branche à laquelle il appartient. Cela permet de conclure immédiatement sur l'intensité du courant le traversant. En revanche, la tension à ses bornes n'est pas forcément nulle !

Un interrupteur fermé est équivalent à un fil.

Ex. 6 Procéder par étape en déterminant les résistances équivalentes à des associations connues, puis représenter le schéma équivalent. Réitérer jusqu'à pouvoir se ramener à une unique résistance.

Ex. 7 Faire des schémas !

Ex. 9 3. Quel est le signe de \mathcal{P}_R ? Que peut-on dire de \mathcal{P}_R si $R \rightarrow 0$? Et si $R \rightarrow \infty$?

Ex. 10 1. Dans chacun des montages, l'intensité et la tension mesurées sont elles celles aux bornes de la résistance ?

Ex. 12 Les équivalences série ou parallèle de résistances ne peuvent s'appliquer ici... On cherchera dans un premier temps à exprimer U_{AB} en fonction du courant entrant, en utilisant les lois de Kirchhoff.

✓ Éléments de correction

Ex. 1 1. $i = C \frac{du}{dt}$; 2. $u = -L \frac{di}{dt}$; 3. $u = Ri - e$; 4. $u = -Ri - L \frac{di}{dt}$.

Ex. 2 $U_1 = -5\text{ V}$, $U_2 = 0\text{ V}$, $U_3 = 15\text{ V}$, $U_4 = -15\text{ V}$ et $U_5 = -15\text{ V}$; $I_1 = 10\text{ mA}$, $I_2 = -10\text{ mA}$, $I_3 = 0\text{ mA}$, $I_4 = -5\text{ mA}$, $I_5 = 15\text{ mA}$ et

$I_6 = 20\text{ mA}$.

Ex. 3 2. $i_1 = \frac{4e_1 - e_2}{7R}$, $i_2 = \frac{e_1 - 2e_2}{7R}$.

Ex. 4 1. $U = \frac{U_0}{2} - \frac{R}{2}I$; 2. $E = \frac{U_0}{2}$ et $r = \frac{R}{2}$.

Ex. 5 1. $u_1 = e$ et $u_2 = u_3 = u_R = 0$; $i_1 = i_2 = i_3 = 0$; 2.

$u_1 = u_2 = u_3 = 0$ et $u_R = e$; $i_1 = i_3 = \frac{e}{R}$ et $i_2 = 0$; 3. $u_1 = u'_2 = u_3 = 0$, $u_2 = u'_3 = e \frac{R_3}{R_1 + R_3}$ et $u_R = e \frac{R_1}{R_1 + R_3}$; $i_1 = i_3 = \frac{e}{R_1 + R_3}$ et $i_2 = 0$.

Ex. 6 1. $R_{\text{éq}} = 3R$; 2. $R_{\text{éq}} = 3R$.

Ex. 7 $I_1 = \frac{E}{R+2r}$, $I_2 = \frac{E}{R+r}$.

Ex. 8 1. $R_1 = \frac{3R}{4}$, $R_3 = \frac{41}{56}R$; 2. $R_n = \frac{R(2R+R_{n-1})}{3R+R_{n-1}}$, $R_\infty = (\sqrt{3} - 1)R$.

Ex. 9 1. $\mathcal{P}_R = R \left(\frac{E}{R+r} \right)^2$; 2. $\mathcal{P}_{\text{tot}} = \frac{E^2}{R+r}$; 4. $R_0 = r$; 5. $\eta = 0,5$.

Ex. 10 R faible : courte dérivation; R élevée : longue dérivation.

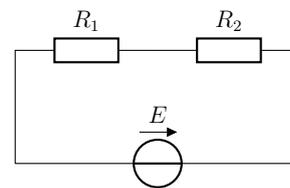
Ex. 11 1. $I = \frac{E-e}{R+r} = 2 \text{ A}$; 2. $\mathcal{P}_g =$

$EI = 26 \text{ W}$, $\mathcal{P}_J = (R+r)I^2 = 2 \text{ W}$, $\mathcal{P}_b = eI = 24 \text{ W}$ d'où $\eta = \frac{\mathcal{P}_b}{\mathcal{P}_g} = 0,92$; 3. $\mathcal{E}_{\text{tot}} = 3,0 \text{ MJ}$; 4. $\Delta t = \frac{0,9\mathcal{E}_{\text{tot}}}{\mathcal{P}_b} = 31,5 \text{ h}$; 5. $\mathcal{E}_J = \mathcal{P}_b \Delta t = 0,23 \text{ MJ}$.

Ex. 12 1. $R_{\text{éq}} = R$; 2. $R_{\text{éq}} = 5R/3$.

Exercice 13 – 2 + 3 = 6 – Résolution de problème

Le circuit ci-contre contient un générateur supposé idéal et deux résistances R_1 et R_2 . On utilise un voltmètre pour mesurer successivement les tensions aux bornes de R_1 , puis de R_2 et enfin du générateur. Les valeurs obtenues sont respectivement 2,0 V, puis 3,0 V et enfin 6,0 V.



1. Quelles sont les tensions « réelles » aux bornes des résistances ?

Exercice 14 – Ligne électrique d'un trolley – Oral



La ligne électrique d'un trolley (un bus électrique) est alimentée par une source de tension $E = 750 \text{ V}$. Le trolley est connecté à la ligne par deux perches de résistance $r = 0,1 \Omega$ chacune.

La puissance électrique reçue par le seul trolley est de $\mathcal{P} = 200 \text{ kW}$.

1. Modéliser le circuit électrique équivalent.
2. Calculer l'intensité du courant I dans la ligne (on choisira la plus petite valeur compatible).
3. Calculer la tension aux bornes d'une des perches. Calculer la puissance perdue par effet Joule dans les perches. Conclure.