

TD φ 3 – Signaux électriques en régime stationnaire

Relier cours et exercices

Capacités et compétences du cours ...

- ▶ Utiliser la loi des noeuds et la loi des mailles.
- ▶ Modéliser une source de tension en utilisant la représentation de THÉVENIN.
- ▶ Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.
- ▶ Exploiter des ponts diviseurs de tension.
- ▶ Établir un bilan de puissance dans un circuit électrique.

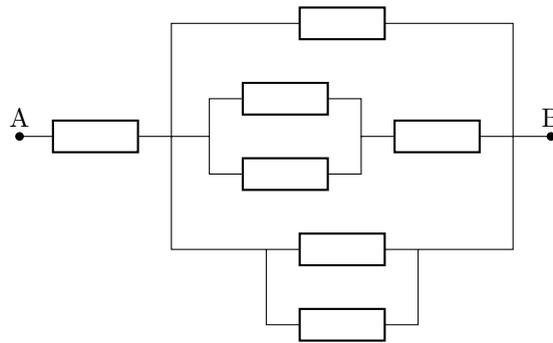
... à appliquer dans ...

- ▶ Exercices n° 4, 9 et 10
- ▶ Exercices n° 3 et 9
- ▶ Exercices n° 1 et 2
- ▶ Exercices n° 2 et 7
- ▶ Exercices n° 6 et 8

Savoir appliquer son cours

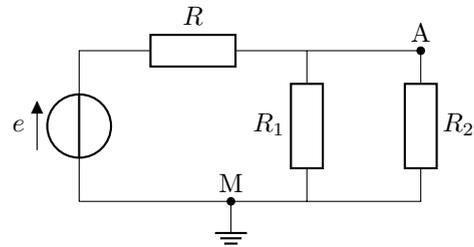
Exercice n° 1 : Résistance équivalente 🕒 ❤️

Calculer la résistance du conducteur ohmique équivalent à l'ensemble de ces conducteurs ohmiques de résistances identiques égales à R .



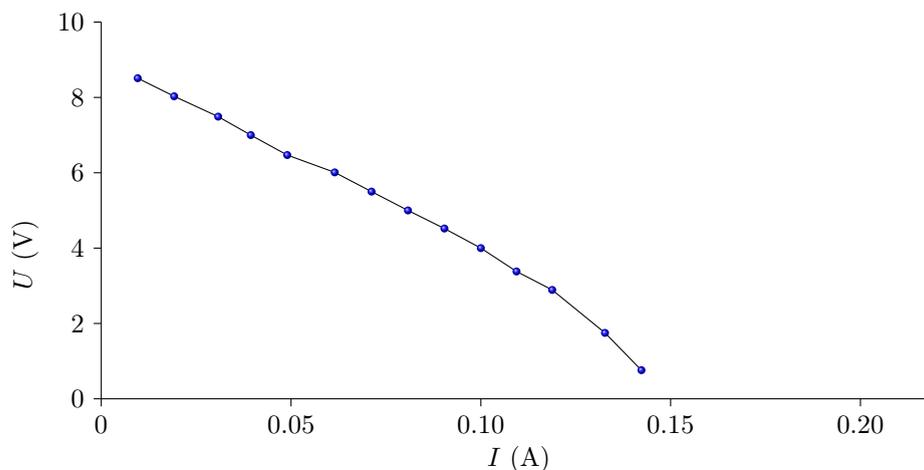
Exercice n° 2 : Calcul d'une différence de potentiel² 🕒 ★

On considère le réseau représenté ci-contre.
La masse M est par convention l'origine des potentiels.
Déterminer la différence de potentiel entre le point A et la masse M.



Exercice n° 3 : Modélisation d'un générateur réel³ 🕒 ❤️

On se place en régime continu. En faisant débiter le générateur dans des résistances réglables, on a obtenu le graphe de la figure suivante.



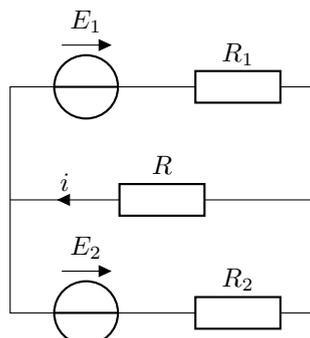
2. $V_A = \frac{e}{R} / \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

3. 1) Si $0 \leq I \leq 0,12$ A, alors la f.é.m. : $E = 9$ V, $r = 50 \Omega$, $I_{cc} = 0,18$ A. 3) $I = \frac{E}{R+r} \leq 0,12 \Rightarrow R \geq 25 \Omega$

1. En précisant son domaine de validité en intensité déduire de ces mesures un modèle linéaire du générateur : déterminer la tension à vide, la résistance interne et le courant de court-circuit.
2. Donner les caractéristiques du modèle de THÉVENIN équivalent de ce générateur et faire un schéma.
3. Ce générateur alimente un circuit de résistance R ; calculer la valeur minimale de R assurant de ne pas sortir du domaine linéaire.

Exercice n° 4 : Courant dans une branche ⁴ 🕒 ❤️

En utilisant les lois de KIRCHHOFF, déterminer l'intensité i du courant circulant dans la branche centrale orientée en fonction des grandeurs du circuit.



Exercice n° 5 : Électrolyse ⁵ 🕒 ★

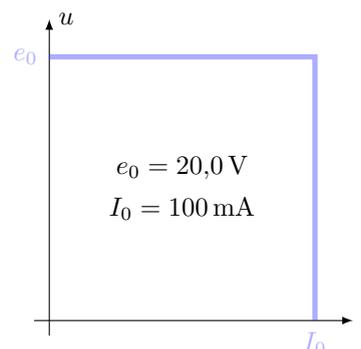
On électrolyse une solution de nitrate d'argent AgNO_3 , la cathode fixe des atomes d'argent qui résultent de la capture d'un électron par des ions Ag^+ de la solution. Dans les conditions de l'expérience, on recueille 108 g d'argent sur la cathode en faisant passer une charge $Q = 96\,500\text{ C}$ entre les électrodes.

Quelle durée τ permet de fixer 10 g d'argent à la cathode sous un courant d'intensité $I = 5\text{ A}$?

Exercice n° 6 : Alimentation stabilisée 🕒 ★

On utilise un générateur G dont la caractéristique est représentée sur la figure ci-contre.

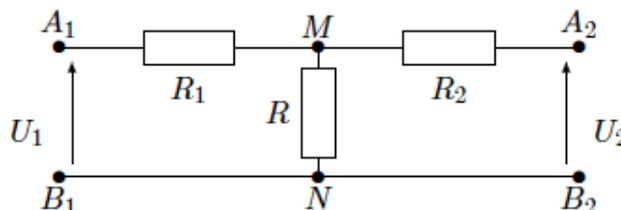
1. Une résistance R est branché directement entre les deux bornes de ce générateur.
Indiquer quel est le mode de fonctionnement du générateur G selon la valeur de la résistance.
2. Soit p la puissance instantanée fournie par le générateur G lorsque la résistance est directement branchée à ses bornes.
Tracer la courbe $p = f(R)$.



Exercice n° 7 : Portion de circuit 🕒 ★★

Dans le montage ci-dessous, les conducteurs ohmiques ont pour résistances respectives : $R_1 = R_2 = 10\ \Omega$ et $R = 100\ \Omega$. Les fils de jonction ont des résistances négligeables.

Lorsqu'on établit entre A_1 et B_1 une tension continue $U_1 = 100\text{ V}$, un courant d'intensité $I_1 = 5\text{ A}$ circule de A_1 vers M à travers la résistance R_1 .



1. Déterminer le sens et les intensités des courants dans les résistances R et R_2 et calculer la tension U_2 entre les points A_2 et B_2 .
2. On maintient toujours entre A_1 et B_1 la même tension $U_1 = 100\text{ V}$, mais on remplace désormais la résistance R par un gros fil de cuivre de résistance négligeable (comme tous les autres fils de jonction). Quels sont alors les sens et les intensités du courant dans R_1 , R_2 et le fil MN ? Que vaut désormais U_2 ?
3. On supprime la résistance R (il n'y a donc plus rien entre M et N). La tension U_1 reste inchangée, tandis que la tension U_2 prend la valeur 20 V. Calculer l'intensité du courant qui circule dans les résistances R_1 et R_2 .

4. $i = \frac{e_2 R_1 + e_1 R_2}{R_1 R_2 + R(R_1 + R_2)}$
 5. $\tau \simeq 29\text{ min}$

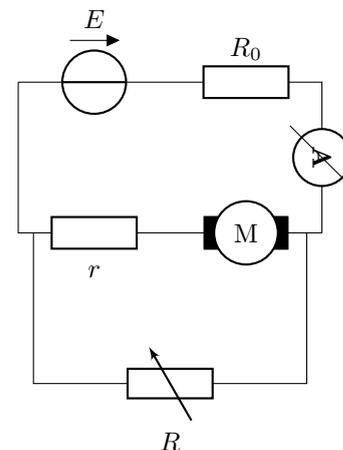
S'entraîner

Exercice n° 8 : Bilan d'énergie électrique ☹️★★

Soit le circuit électrique présenté sur la figure ci-contre.

Il comprend une pile de f.e.m. E et de résistance interne R_0 , un moteur électrique de force contre électromotrice e et de résistance interne r , un rhéostat de résistance R variable, un ampèremètre de résistance négligeable.

On donne les valeurs suivantes : $E = 12\text{ V}$; $r = 2\ \Omega$ et $R_0 = 2\ \Omega$.



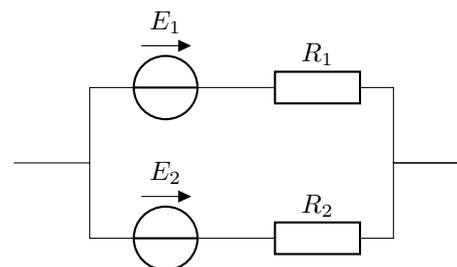
1. Détermination de la f.c.e.m. :
 Pour une valeur $R = 10\ \Omega$, l'ampèremètre indique un courant $I = 2,59\text{ A}$.
 Trouver la polarité du moteur ainsi que sa f.c.e.m.
2. Calcul des courants :
 La valeur de R est maintenant quelconque. Déterminer en fonction des paramètres du circuit, et en particulier R , l'intensité I . En déduire le courant i traversant l'électromoteur ainsi que le courant i' traversant la résistance R .
3. Bilan énergétique :
 - (a) Procéder au bilan énergétique du générateur. On précisera bien la nature des formes d'énergie perdue ou fournie.
 - (b) Effectuer de même le bilan énergétique du moteur. On précise qu'un moteur est un appareil électrique qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique.
 - (c) Conclure.
4. Choix de la valeur de e .
 On souhaite récupérer le maximum de puissance sous forme mécanique dans le moteur. Quelle valeur de e doit-on choisir ?

Exercice n° 9 : Générateurs en parallèle ☹️★★

Deux générateurs modélisés par leurs schémas de THÉVENIN, de tensions à vide E_1 et E_2 , de résistances internes R_1 et R_2 , sont branchés en parallèle.

Établir que l'ensemble est équivalent à un unique générateur, de tension à vide $E = \frac{\alpha \cdot E_1 + \beta \cdot E_2}{R_1 + R_2}$ et de résistance interne

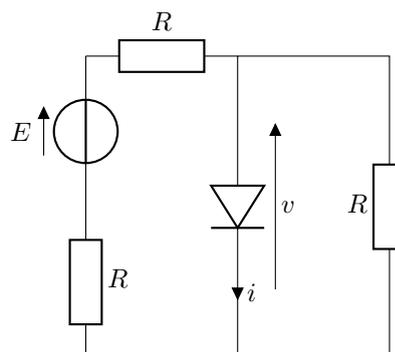
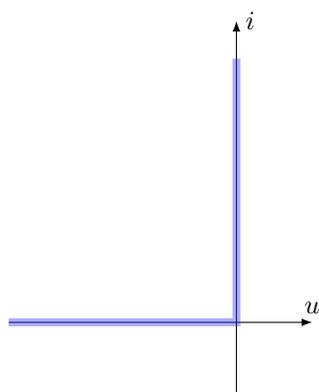
$$R = \frac{\alpha \cdot \beta}{R_1 + R_2}, \text{ où } \alpha \text{ et } \beta \text{ dépendent de } R_1 \text{ et de } R_2.$$



Exercice n° 10 : Diode¹⁰ ☹️★★★

Soit le circuit représenté ci-après. La source de tension est idéale et sa force électromotrice vaut $E > 0$.

1. Commenter la courbe caractéristique de la diode idéale ci-dessous à gauche. Donner le(s) dipôle(s) équivalent(s) à la diode suivant les valeurs de u .
2. Déterminer i et v en fonction de E et R .
3. On remplace le générateur de tension continue par un générateur de tension $e(t)$ sinusoïdale (pulsation ω).
 Que valent alors i et v sur une période du signal. Tracer $e(t)$, $i(t)$ et $v(t)$ sur le même graphe.
4. Faire un montage permettant de visualiser la caractéristique de cette diode à l'oscilloscope.



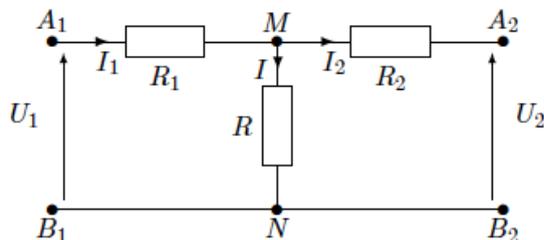
9. $\alpha = R_2$, $\beta = R_1$

10. 2) $v = 0$ et $i = E/2R$ 3) Étudier les cas où la diode est passante et où la diode est bloquée. 4) cf TP

Corrections

😊 | Correction de l'exercice n° 7 « Portion de circuit » :

On choisit un sens arbitraire pour les courants I et I_2 :



1. En appliquant la loi des mailles, on obtient :

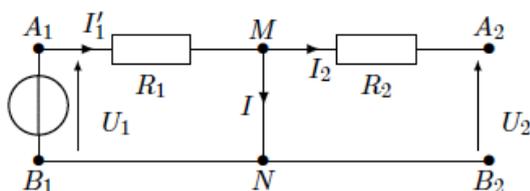
$$\text{Maille } A_1MNB_1 : -R_1I_1 - RI + U_1 = 0 \Rightarrow I = \frac{U_1 - R_1I_1}{R} = 0,5 \text{ A}$$

donc I circule bien de M vers N.

$$\text{Maille } MA_2B_2N : \begin{cases} -R_2I_2 - U_2 + RI = 0 \\ I_2 = I_1 - I = 4,5 \text{ A (de M vers A2)} \end{cases} \Rightarrow U_2 = RI - R_2I_2 = 5 \text{ V}$$

2. Si on impose U_1 , on peut considérer que cela correspond à une source de tension.

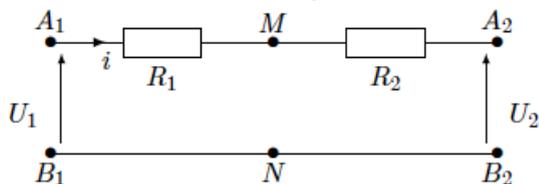
On peut donc envisager le circuit suivant :



En remplaçant R par un fil, on réalise un court-circuit donc I'_1 qui traverse R_1 circule également de M vers N.

$$\Rightarrow \begin{cases} I'_1 = \frac{U_1}{R_1} = 10 \text{ A} \\ I'_2 = 0 \text{ A} \Rightarrow U_2 = 0 \text{ V} \end{cases}$$

3. On a maintenant le montage suivant :



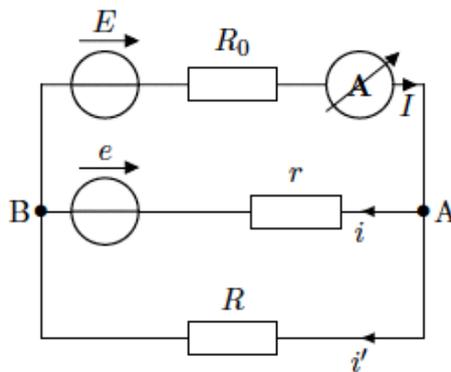
D'après la loi des mailles, on doit avoir :

$$U_1 = R_1i - R_2i - U_2 = 0 \Rightarrow i = \frac{U_1 - U_2}{R_1 + R_2} = 4 \text{ A}$$

donc i circule bien de A1 vers A2.

😊 | Correction de l'exercice n° 8 « Bilan d'énergie électrique » :

On peut redessiner le circuit sous cette forme :



1. On suppose que le pôle \oplus du moteur est confondu avec le point A, ce qui résulte du sens du courant (un moteur est branché en opposition : c'est un récepteur et non pas un générateur). On a alors :

$$u_{AB} = e + ri = Ri' = R(I - i) \Rightarrow i = \frac{RI - e}{R + r}$$

$$e = \frac{r + R}{R}E - \left[\frac{R_0}{R}(r + R) = r \right] I = 3 \text{ V}$$

On trouve donc une valeur positive pour e ce qui valide le sens de branchement choisi.

2. On a donc :

$$u_{AB} = e + ri = E - R_0 I = e + r \frac{RI - e}{R + r} \Rightarrow I = \frac{E(r + R) - eR}{R_0(r + R) + rR} \Rightarrow \begin{cases} i = \frac{ER - e(R_0 + R)}{R_0(r + R) + rR} \\ i' = I - i = \frac{Er + eR_0}{R_0(r + R) + rR} \end{cases}$$

3. (a) Puissance cédée par le générateur :

$$\mathcal{P}_g = EI = \frac{E^2(r + R) - eER}{R_0(r + R) + rR} = 31,09 \text{ W}$$

(b) Puissance reçue par le moteur :

$$\mathcal{P}_m = ei = \frac{eER - e^2(R_0 + R)}{R_0(r + R) + rR} = 5,73 \text{ W}$$

(c) Puissance reçue par les résistors :

$$\mathcal{P}_R = R_0 I^2 + r i^2 + R i'^2 = R_0 \left[\frac{E(r + R) - eR}{R_0(r + R) + rR} \right]^2 + r \left[\frac{ER - e(R_0 + R)}{R_0(r + R) + rR} \right]^2 + R \left[\frac{Er + eR_0}{R_0(r + R) + rR} \right]^2$$

$$\mathcal{P}_R = 25,36 \text{ W}$$

On vérifie que $\mathcal{P}_g = \mathcal{P}_m + \mathcal{P}_R$: la puissance cédée par le générateur s'est entièrement répartie entre les résistors et le moteur.

4. Choix de e

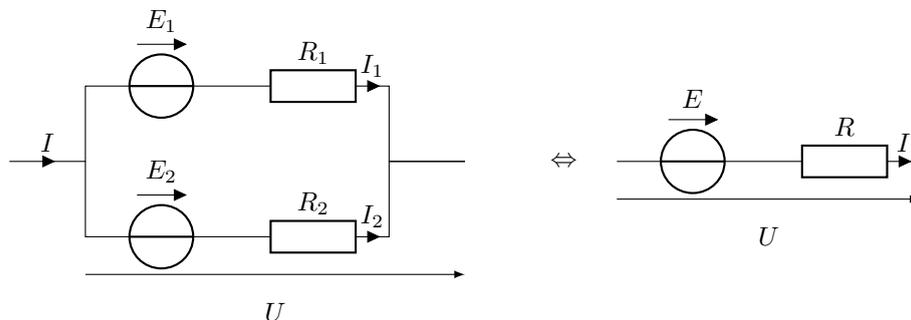
On veut \mathcal{P}_m maximale, on va donc choisir e telle que

$$\frac{d\mathcal{P}_m}{de} = \frac{ER - 2e(R_0 + R)}{R_0(r + R) + rR} = 0 \Rightarrow e = \frac{ER}{2(R_0 + R)}$$



Correction de l'exercice n° 9 « Générateurs en parallèle » :

Il faut mettre le dipôle sous forme de droite. On se propose ici d'établir les valeurs de I_1 et I_2 en fonction de I pour l'injecter dans la loi des mailles :



La loi des nœuds impose :

$$I = I_1 + I_2$$

Comme les dipôles sont en dérivation, et en notant U la tension au borne d'une branche, nous pouvons aussi écrire :

$$U = E_1 - R_1 I_1 = E_2 - R_2 I_2 = E_2 - R_2 (I - I_1)$$

Ainsi, en isolant I_1 , on trouve :

$$I_1 = \frac{E_1 - E_2 + R_2 I}{R_1 + R_2}$$

On remplace alors I_1 par son expression :

$$U = E_1 - R_1 I_1 = E_1 - R_1 \frac{E_1 - E_2 + R_2 I}{R_1 + R_2}$$

En réarrangeant, on obtient :

$$U = \frac{R_2 E_1 + R_1 E_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

Par identification, on en déduit :

$$\begin{cases} E = \frac{R_2 E_1 + R_1 E_2}{R_1 + R_2} \\ R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \end{cases}$$