

TD n° 4 de Physique

Électricité - Dipôles électriques et réseaux

Applications directes du cours

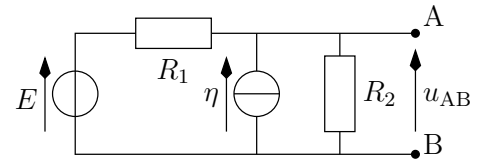
1 Associations de dipôles

Retrouver les valeurs des résistances équivalentes à une association série puis à une association parallèle de deux résistances R_1 et R_2 . Simplifier ces expressions dans le cas où les deux résistances sont égales, notées R . En déduire les résistances équivalentes des associations série et parallèle de n résistances, dans le cas où elles sont différentes (R_1, R_2, \dots, R_n) puis égales (R).

2 Générateur équivalent

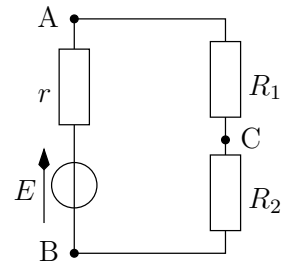
Un dipôle linéaire AB est constitué d'une association de dipôles, représentée ci-contre. Donner le générateur de Thévenin équivalent au circuit entre A et B.

Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !



3 Tensions en série

On considère un circuit contenant un générateur AB modélisé par sa tension à vide E et sa résistance interne r . Déterminer la tension U_{CB} aux bornes de la résistance R_2 , d'abord en fonction des résistances et de U_{AB} , puis en fonction des résistances et de E . Faire de même pour la tension U_{CA} .

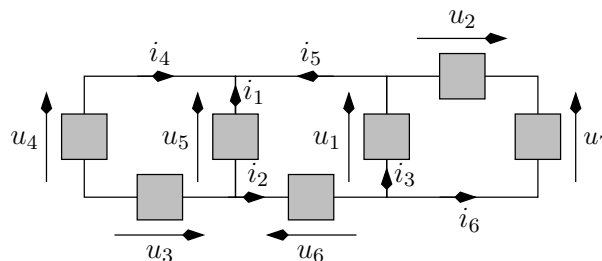


4 Lois de Kirchhoff

On considère le réseau ci-contre, dans lequel les dipôles sont indéterminés. On donne les valeurs des tensions $u_4 = 6 \text{ V}$, $u_5 = 3 \text{ V}$ et $u_6 = u_7 = 1 \text{ V}$, ainsi que des intensités $i_4 = i_5 = i_6 = 1 \text{ A}$.

Déterminer la valeur des tensions u_1, u_2 et u_3 ; puis celle des courants i_1, i_2 et i_3 .

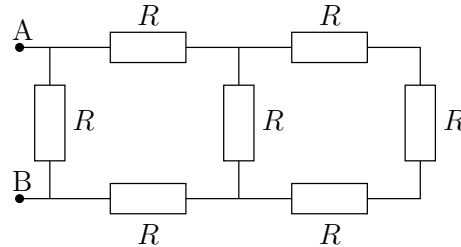
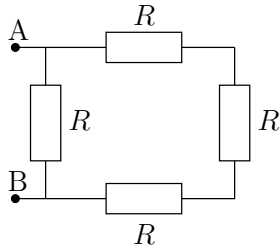
Rappel : Toujours faire le calcul littéral avant de passer à l'application numérique.



Exercices

1 Calcul de résistances équivalentes ★

Déterminer les résistances équivalentes R_{eq} et R'_{eq} entre les points A et B des groupements de résistances représentés sur les figures ci-dessous.

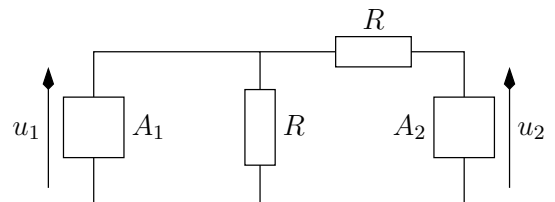


2 Puissance reçue par un dipôle ★★

On souhaite étudier le branchement de deux appareils capables d'accumuler de l'énergie, analogue à l'utilisation d'une batterie externe USB (« powerbank »). Ces deux appareils imposent une tension à leurs bornes et ne peuvent donc pas être connectés en parallèle l'un à l'autre. On dispose de deux résistances R et on réalise ainsi le montage ci-dessous.

Les dipôles A_1 et A_2 sont appelés « accumulateurs ». A_1 impose une tension u_1 positive entre ses bornes et A_2 impose une tension u_2 , ajustable en grandeur et en signe.

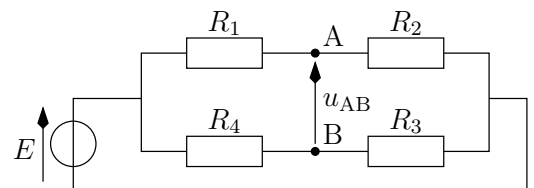
1. Établir l'expression de la puissance reçue par chaque résistance. Que dire du signe de cette puissance ?
2. Déterminer si les accumulateurs A_1 et A_2 ont un comportement générateur ou récepteur. On distinguera plusieurs cas de figure en fonction de la valeur de u_2 .



3 Pont de Wheatstone ★★

Un « pont de Wheatstone » est un circuit avec deux branches parallèles résistives, alimentées par un générateur idéal de tension E .

1. Déterminer la tension u_{AB} .
Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !
2. Le pont est dit équilibré lorsque $u_{AB} = 0$. En déduire une relation entre R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
3. À l'aide de deux résistances R_1 et R_4 précisément connues, ainsi que d'une résistance R_2 variable et dont on peut accéder à la valeur (composant appelé « potentiomètre »), établir un protocole permettant de mesurer la résistance d'un dipôle inconnu.



On choisit d'utiliser $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$. Ces valeurs sont connues à 5% près (la « graduation équivalente » vaut 5% de la valeur). On obtient, après manipulation, une valeur de $2,34 \text{ k}\Omega$ pour R_2 , avec une incertitude-type évaluée à $0,06 \text{ k}\Omega$.

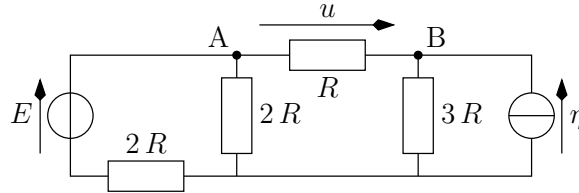
4. Quelle est la valeur de R_3 ?
5. Quelle est l'incertitude-type sur cette valeur ? On rappelle que lorsqu'une mesure s'écrit comme un produit $z = Ax^a y^b$, les incertitudes-types relatives s'ajoutent au carré :

$$\left(\frac{u_z}{z}\right)^2 = a^2 \left(\frac{u_x}{x}\right)^2 + b^2 \left(\frac{u_y}{y}\right)^2$$

4 Résolution d'un réseau par modèle équivalent ★★

On dispose d'un réseau constitué de deux sources et quatre résistances. On souhaite y déterminer la tension u .

- Déterminer le générateur de Thévenin équivalent aux bornes du dipôle AB, en laissant la résistance R à l'extérieur. Ramener ainsi le circuit ci-dessous à une seule maille : le générateur branché à la résistance R .

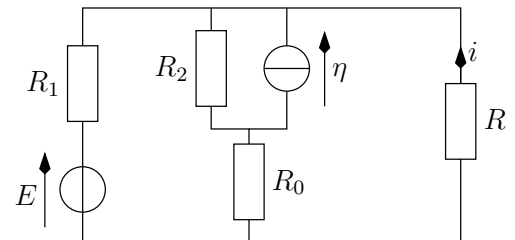


- En déduire l'expression littérale de la tension u aux bornes du dipôle AB.
- Faire l'application numérique. On donne pour cela $\eta = 0,2 \text{ A}$, $E = 3 \text{ V}$ et $R = 5 \Omega$.

5 Détermination d'un courant ★★

Déterminer dans le montage ci-contre l'intensité i du courant qui traverse le résistor de résistance R . Donner l'expression de i en fonction de R , R_0 , R_1 , R_2 , E et η .

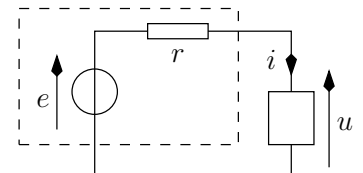
Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !



6 Point de fonctionnement ★★

On dispose d'un dipôle dont on réussi à mesurer la relation entre le courant i le traversant et la tension u à ses bornes, en convention récepteur. On a $u = 5,5i^2$.

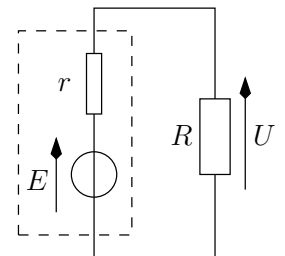
- Tracer la caractéristique statique du dipôle.
- Déterminer graphiquement et par le calcul le point de fonctionnement lorsque l'on branche le dipôle à un générateur de tension à vide $e = 10 \text{ V}$ et de résistance interne $R = 50 \Omega$.



7 Alimentation électrique d'un radiateur ★★★

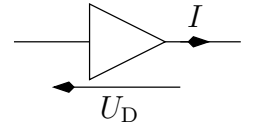
On considère un générateur de tension à vide E et de résistance interne r qui alimente un radiateur électrique, modélisable par un dipôle résistif de résistance R . L'effet du passage du courant est thermique : c'est l'effet Joule, qui convertit l'énergie électrique reçue par le radiateur en énergie thermique, servant à chauffer la pièce.

- Exprimer la puissance \mathcal{P}_R reçue par le radiateur en fonction de E , de r et de R .
- Quelle est la valeur de la puissance quand $R = 0$? Quelle est la valeur de la puissance quand la résistance est très grande? Que peut-on en déduire?
- Déterminer la valeur R_0 de R pour laquelle la puissance dissipée \mathcal{P}_R dans le radiateur est maximale? Représenter l'allure de la courbe donnant la puissance \mathcal{P}_R en fonction de R .
- Dans le cas où le radiateur a la résistance R_0 , exprimer la puissance thermique \mathcal{P}_{R_0} dissipée dans le radiateur et la puissance thermique \mathcal{P}_{r_0} dissipée dans le générateur en fonction de E et de R_0 ? Faire un bilan de puissance.
- Pour quelle valeur de r le rendement est-il maximal? En déduire le type de générateur qu'il faut utiliser pour alimenter un radiateur électrique.



8 Modélisation et utilisation d'une diode ***

On souhaite étudier le comportement d'un composant appelé « diode à jonction », représenté ci-contre. Il s'agit d'un dipôle passif. On note U_D et I la tension à ses bornes et le courant qui la traverse.



La diode a la particularité de posséder deux modes de fonctionnement disjoints :

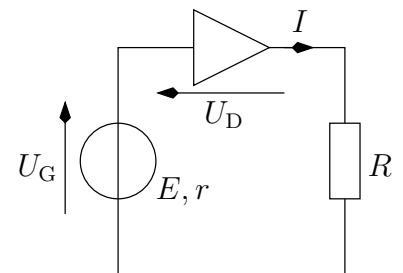
- $I = 0$ si $U_D < U_s$, on dit que la diode est « bloquante »
- $U_D = rI + U_s$ si $I > 0$, on dit que la diode est « passante »

De plus, le domaine d'utilisation de la diode est $U_D > U_{D\min}$ et $I < I_{\max}$.

Les valeurs numériques classiques sont $U_s = 0,6\text{ V}$, $r = 10\ \Omega$, $U_{D\min} = -3,0\text{ V}$ et $I_{\max} = 0,1\text{ A}$.

1. Montrer que, selon les valeurs de la tension U_D , la diode est équivalente à un interrupteur ouvert ou à un résistor en série avec un générateur idéal de tension.
2. Tracer la caractéristique statique de la diode.

La diode est insérée dans le circuit ci-contre, qui comprend un générateur réel, de résistance interne $r = 5\ \Omega$ et de tension à vide E ajustable, et un résistor de résistance $R = 15\ \Omega$. Quand on ajuste la tension à vide à la valeur $E = 10\text{ V}$, on constate qu'un courant traverse le circuit.



3. Calculer alors l'intensité I , la tension U_D et la tension U_G aux bornes du générateur.
4. Calculer la valeur E_{\min} en deçà de laquelle la diode est bloquante.
5. Exprimer la relation simple entre les tensions U_D et U_G quand la diode est bloquante.
6. Tracer la courbe $U_D = f(U_G)$.