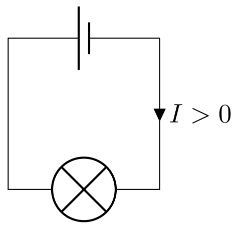
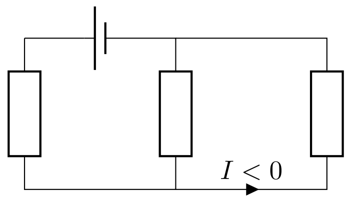
TD 5
Circuits électriques en régime permanent (CORRIGÉ)

Ex. 3 Courants et tensions ✎

1. Dans le circuit de gauche, l'**intensité du courant** est positive, ce qui implique que le courant (charges positives) circule **dans le sens de la flèche orientant le conducteur**. Les électrons (charges négatives) circulent dans le sens opposé. Dans le circuit de droite, l'**intensité du courant** est négative, le courant circule alors dans le sens opposé de la flèche, et les électrons dans le sens de la flèche.

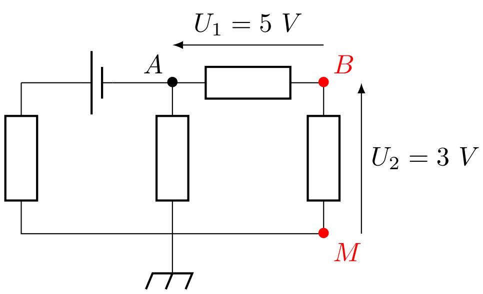


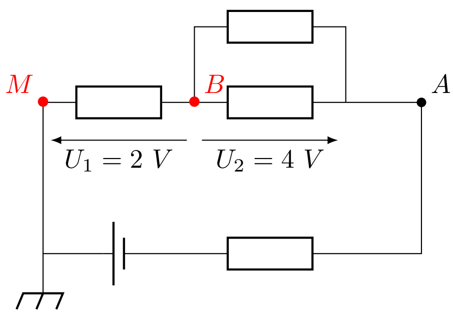


2. On utilise la propriété d'**additivité des tensions.**

Dans le circuit de gauche on exprime $U_{AM} = V_A - V_M$ en fonction de U_1 et U_2. On trouve $U_{AM} = U_1 + U_2 = 8\,\mathrm{V}$ et puisque le point M est relié à la masse par un fil: $V_M = 0$, soit $\boxed{V_A = 8\,\mathrm{V}}$.

De même, dans le circuit de droite on a $U_{AM} = V_A - V_M = U_2 - U_1 = 2\,\mathrm{V}$, soit $\boxed{V_A = 2\,\mathrm{V}}$. On peut se convaincre du signe en détaillant un peu plus le calcul: $U_{AM} = V_A - V_M = (V_A - V_B) + (V_B - V_M)$ et $U_2 = V_A - V_B$ et $U_1 = V_M - V_B$ (selon l'orientation des flèches de tension).





Ex. 4 Lois des nœuds en terme de potentiel ✎

1. La loi des nœuds au nœud D s'écrit : $i_1 + i_2 + i_3 = 0$.

2. D'après la loi d'Ohm, on a $V_A - V_D = R_1 i_1 \quad \Rightarrow \quad i_1 = G_1(V_A - V_D)$.

3. De même : $i_2 = G_2(V_B - V_D) \quad$ et $\quad i_3 = G_3(V_C - V_D)$.

4. On déduit de la loi des nœuds au nœud D et des trois expressions précédentes que

$$G_1(V_A - V_D) + G_2(V_B - V_D) + i_3 = G_3(V_C - V_D) = 0 \quad \text{soit} \quad (G_1 + G_2 + G_3)V_D = G_1 V_A + G_2 V_B + G_3 V_C, \tag{1}$$

$$\text{puis} \quad V_D = \frac{G_1 V_A + G_2 V_B + G_3 V_C}{G_1 + G_2 + G_3} \quad \text{ou encore} \quad V_D = \frac{\frac{1}{R_1}V_A + \frac{1}{R_2}V_B + \frac{1}{R_3}V_C}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}. \tag{2}$$

Ex. 5 Loi des mailles ✎

(a) $U = U_1 + U_2 - U_3$

(b) $U = -U_1 + U_2 + U_3$

(c) La présence de l'interrupteur ne change rien : $U = -U_1 + U_2 + U_3$

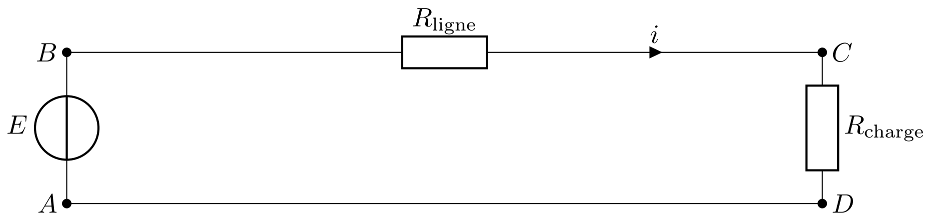
Ex. 6 Questions qualitatives ✎

1. Un oiseau posé les deux pattes sur le même fil électrique dénudé n'est pas électrocuté. On peut modéliser la situation par deux résistances en parallèle (une résistance pour la portion de fil entre les deux pattes, une pour le corps de l'oiseau) formant un diviseur de courant. La résistance de l'oiseau étant beaucoup plus grande que celle du fil, l'intensité du courant traversant l'oiseau doit être très faible.

Notons cependant que ces fils dénudés sont moins répandus, car ils sont remplacés progressivement par des câbles gainés.

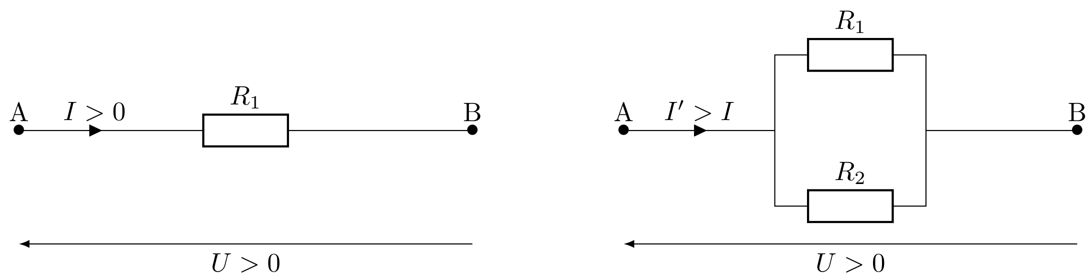
2. On représente schématiquement une ligne à haute tension : 2 câbles BC et AD soumis à une tension de E (sortie du transformateur dans la centrale électrique) alimente un circuit représenté par une résistance R_{charge} .

La puissance fournie par la centrale est $P = E \times I$. La puissance dissipée dans la ligne est $P_R = RI^2$. On diminue les pertes dans la ligne en diminuant I. Afin de maintenir la même puissance P en entrée il faut augmenter E.



3. Montrer que la résistance équivalente à une association de résistances en parallèle est toujours plus faible que la plus faible des résistances.

Raisonnons avec les conductances. Pour une association de N résistances en parallèle on a $G_{\text{eq}} = \sum_{k=1}^{N} G_k$. Sans perte de généralité on peut supposer que G_1 est la plus grande des conductances. Dans ce cas, $G_{\text{eq}} > G_1$, c'est-à-dire $R_{\text{eq}} < R_1$ avec R_1 la plus faible des résistances. En associant plusieurs conducteurs ohmiques en parallèle on augmente le nombre de chemins possibles et l'intensité du courant pouvant circuler pour une tension donnée.



Que peut-on dire d'une association en série ? Dans ce cas on a $R_{\text{eq}} = \sum_{k=1}^{N} R_k$. En nommant R_1 la plus grande des résistances, on en déduit que $R_{\text{eq}} > R_1$: pour une association en série, la résistance équivalente est plus grande que la plus grande des résistances.