

TD4 : Introduction aux signaux électriques - corrigé

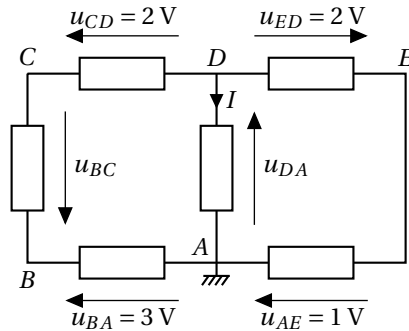
Application 1

La quantité de charge qui circule dans l'ampoule vaut $Q = I\Delta t = 4,32 \text{ kC}$.

Application 2

1. La masse est située en A : $V_A = 0$. On utilise les différentes tensions indiquées pour déterminer les autres potentiels.

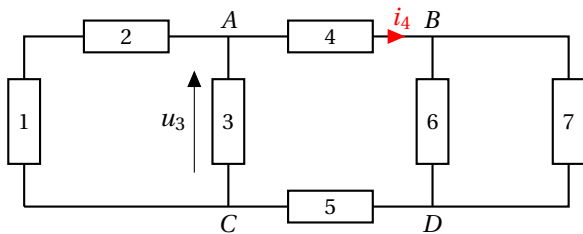
- $u_{BA} = V_B - V_A \Leftrightarrow V_B = u_{BA} = 3 \text{ V}$;
- $u_{AE} = V_A - V_E \Leftrightarrow V_E = -u_{AE} = -1 \text{ V}$;
- $u_{ED} = V_E - V_D \Leftrightarrow V_D = V_E - u_{ED} = -3 \text{ V}$;
- $u_{CD} = V_C - V_D \Leftrightarrow V_C = V_D + u_{CD} = -1 \text{ V}$.



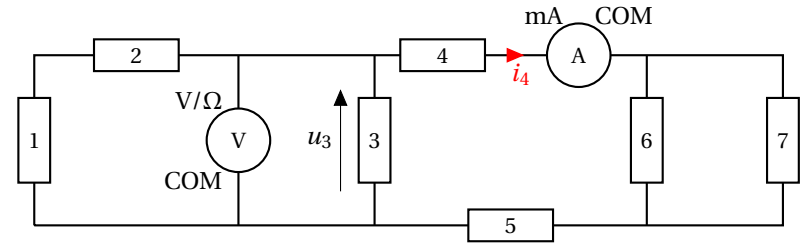
2. Les tensions u_{BC} et u_{DA} sont indiquées sur le schéma ci-dessus. On les calcule :

$$u_{BC} = V_B - V_C = 4 \text{ V} \quad \text{et} \quad u_{DA} = V_D - V_A = -3 \text{ V}$$

Application 3



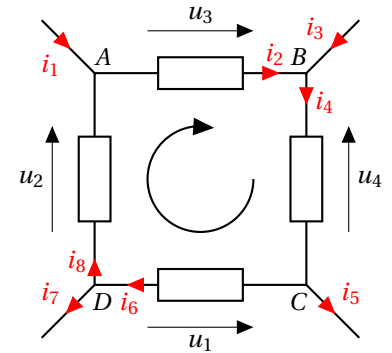
1. Le circuit possède **4 nœuds** (notés A, B, C, D ci-dessus) et **6 branches**.
2. Les dipôles 1 et 2 sont dans la même branche, ils sont branchés en série. Les dipôles 6 et 7 partagent les mêmes bornes (B et D), ils sont branchés en dérivation.
3. Pour mesurer u_3 il faut brancher un voltmètre en dérivation avec le dipôle 3, tandis que pour mesurer i_4 il faut brancher un ampèremètre en série avec le dipôle 4. On représente ci-dessus le schéma du montage avec les bornes des multimètres.



Application 4

On annote le schéma puis on applique la loi des nœuds :

- en C : $i_4 = i_5 + i_6 \Leftrightarrow i_6 = i_4 - i_5 = 1,5 \text{ A}$;
- en D : $i_6 = i_7 + i_8 \Leftrightarrow i_8 = i_6 - i_7 = 1 \text{ A}$;
- en A : $i_8 + i_1 = i_2 \Leftrightarrow i_2 = 2 \text{ A}$;
- en B : $i_2 + i_3 = i_4 \Leftrightarrow i_3 = i_4 - i_2 = -2,5 \text{ A}$.

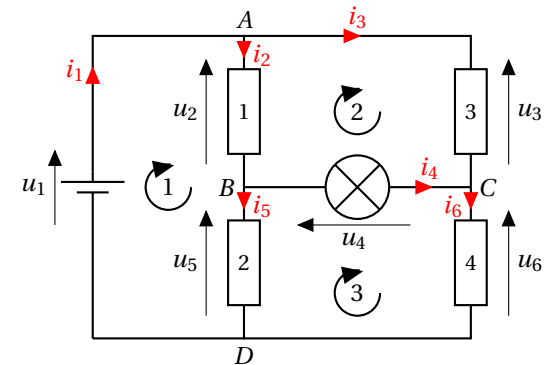


On applique la loi des mailles :

$$u_2 + u_3 = u_1 + u_4 \Leftrightarrow u_4 = u_2 + u_3 - u_1 = 5 \text{ V}$$

Application 5

1. On annote le schéma :



On applique la loi des nœuds :

- en A : $i_2 = i_1 - i_3 = 200 \text{ mA}$;
- en B : $i_5 = i_2 - i_4 = 170 \text{ mA}$;
- en C : $i_6 = i_3 + i_4 = 130 \text{ mA}$;

On applique la loi des mailles :

- dans la maille 1 : $u_5 = u_1 - u_2 = 3 \text{ V}$;
- dans la maille 3 : $u_4 = u_5 - u_6 = 2 \text{ V}$;
- dans la maille 2 : $u_3 = u_2 + u_4 = 5 \text{ V}$;

TD4 : Introduction aux signaux électriques - corrigé

On calcule la puissance fournie par la pile : $\mathcal{P}_{pile}^f = u_1 i_1 = 1,8W$. Elle est positive donc la pile se comporte en générateur.

On calcule les puissances reçues par les autres dipôles :

$$\mathcal{P}_1^r = u_2 i_2 = 0,6W \quad ; \quad \mathcal{P}_2^r = u_3 i_3 = 0,5W \quad ; \quad \mathcal{P}_{lampe}^r = u_4 i_4 = 0,06W$$

$$\mathcal{P}_3^r = u_5 i_5 = 0,51W \quad ; \quad \mathcal{P}_4^r = u_6 i_6 = 0,13W$$

Elles sont toutes positives donc ces dipôles se comportent en récepteurs.

2. La puissance reçue par le seul générateur vaut $\mathcal{P}_{gén} = 1,8W$. La puissance reçue par l'ensemble des récepteurs vaut :

$$\mathcal{P}_{rec} = 0,6 + 0,5 + 0,06 + 0,51 + 0,13 = 1,8W$$

Comme attendu la puissance fournie par le générateur est égale à la puissance reçue par l'ensemble des récepteurs.

3. On rappelle le facteur de conversion entre joule et kilowatt-heure : $1kWh = 3,6 \cdot 10^6 J$ (énergie correspondant à une puissance de 1kW sur une durée d'une heure). Le travail électrique fourni par la pile en une année (on arrondit à 365 jours) vaut : $W_{pile} = u_1 i_1 \Delta t = 15,8kWh$.

Le travail électrique consommé par la lampe vaut : $W_{lampe} = u_4 i_4 \Delta t = 0,5kWh$.

★ Exercice 1 : Charge d'une batterie

1. D'après la loi d'additivité des tensions il faut placer les cellules **en série** pour que les tensions s'additionnent. La tension délivrée par une seule cellule vaut $u = 10,8/6 = 1,8V$. Si l'on place les cellules en dérivation ce sont les intensités qui s'additionnent (loi des nœuds). En revanche la tension d'alimentation n'est que de 1,8V. Cela pourrait être utile dans le cas où l'on aurait besoin d'un courant d'alimentation élevé.

2. Le temps de décharge est égal à $\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{5,2}{0,65} = 8h$.

3. La capacité de la batterie vérifie $Q = I\Delta t$ tandis que le travail électrique maximal fourni est tel que $W = UI\Delta t$, où I est l'intensité moyenne débitée. À partir de ces deux relations on conclut que :

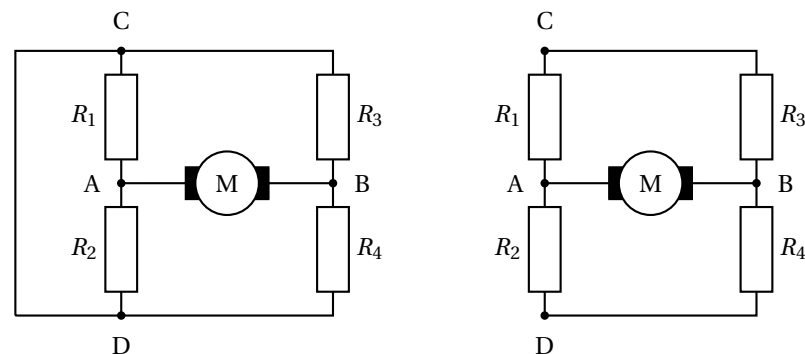
$$W = QU$$

À partir des données on trouve $W = 5,2 \times 10,8 = 56Wh$. **Les valeurs sont bien cohérentes entre elles.**

★ Exercice 2 : Dipôles en série, en dérivation

1. Dans ce circuit tous les dipôles sont dans des branches différentes, il n'y a pas d'association en série. Aucun des dipôles ne partagent les mêmes bornes donc il n'y a pas non plus d'association en dérivation.

2. On représente le circuit, suivant que le générateur est remplacé par un court-circuit ou bien un interrupteur ouvert.



Dans le cas où le générateur est remplacé par un interrupteur ouvert il y a une première branche dans laquelle R_1 et R_3 sont en série, et une autre dans laquelle R_2 et R_4 sont en série.

3. Dans le cas où l'on remplace le générateur par un court-circuit les nœuds C et D sont au même potentiel. Les résistors R_1 et R_2 sont alors branchés en dérivation (entre A et C/D). Les résistors R_3 et R_4 sont également en dérivation (entre B et C/D).

Exercice 3 : Vitesse des porteurs

La vitesse moyenne des porteurs de charge est reliée à l'intensité du courant par la relation (admise) :

$$I = neSv \iff v = \frac{I}{neS} = 0,63 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$$

★ Exercice 4 : Réseau électrique (1)

1. Par définition : $U_3 = V_{masse} - V_C \iff V_C = V_{masse} - U_3 = 2V$.

De même : $U_2 = V_A - V_C \iff V_A = U_2 + V_C = 5V$.

Enfin : $U_1 = V_A - V_B \iff V_B = V_A - U_1 = 1V$.

La tension U_{BC} vaut : $U_{BC} = V_B - V_C = -1V$.

2. La puissance fournie par le générateur vaut $\mathcal{P}_g = EI_1$. Le générateur fournit une puissance positive, or $E > 0$ donc $I_1 > 0$.

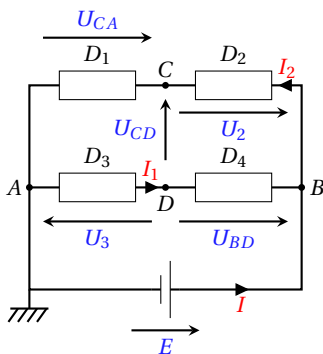
3. La puissance reçue par le resistor branché entre A et B vaut $\mathcal{P}_r = -U_1 I_2$. Elle est positive car un resistor est un récepteur électrique. Puisque $U_1 > 0$, on en déduit que $I_2 < 0$.

De même, la puissance reçue par le resistor branché entre A et C vaut $\mathcal{P}_r = -U_2 I_3$. Elle est positive et $U_2 > 0$ donc $I_3 < 0$.

TD4 : Introduction aux signaux électriques - corrigé

★ Exercice 5 : Réseau électrique (2)

1. On représente les différentes tensions sur le schéma :



On applique la loi des mailles à la maille «du bas» : $E + U_3 = U_{BD} \Leftrightarrow U_{BD} = 5V$

puis à la «grande maille» : $E = U_{CA} + U_2 \Leftrightarrow U_{CA} = 9V$

D'après le principe d'additivité des tensions : $U_{CD} = U_3 + U_{CA} \Leftrightarrow U_{CD} = -1V$

2. Pour déterminer la puissance fournie par la pile, il faut d'abord déterminer l'intensité du courant qui circule dans sa branche. On définit l'intensité I choisie arbitrairement en convention générateur (voir schéma). D'après la loi des nœuds : $I + I_1 = I_2 \Leftrightarrow I = 100 \text{ mA}$

La puissance fournie par la pile vaut : $\mathcal{P}_f^{\text{pile}} = EI = 15 \times 0,1 = 1,5 \text{ W}$

3. On détermine la puissance reçue par chacun des dipôles :

$\mathcal{P}_r^1 = U_{CA}I_2 = 1,35 \text{ W}$, $\mathcal{P}_r^2 = U_2I_2 = 0,9 \text{ W}$, $\mathcal{P}_r^3 = U_3I_1 = -0,5 \text{ W}$, $\mathcal{P}_r^4 = -U_{BD}I_1 = -0,25 \text{ W}$

Les dipôles D_1 et D_2 sont **récepteurs** et les dipôles D_3 et D_4 sont **générateurs**.

★ Exercice 6 : Loi des noeuds - puissance

1. Loi des nœuds en A : $i_1 = i_2 + i_5 \Leftrightarrow i_5 = i_1 - i_2 = 1 \text{ A}$

Loi des nœuds en B : $i_3 = i_8 + i_2 \Leftrightarrow i_8 = i_3 - i_2 = -0,5 \text{ A}$

Loi des nœuds en C : $i_5 = i_8 + i_6 \Leftrightarrow i_6 = i_5 - i_8 = 1,5 \text{ A}$

Loi des nœuds en D : $i_3 = i_4 + i_9 \Leftrightarrow i_9 = i_3 - i_4 = -1 \text{ A}$

Loi des nœuds en E : $i_7 = i_6 + i_9 \Leftrightarrow i_7 = 0,5 \text{ A}$

2. $\mathcal{P}_2 = i_2(V_A - V_B) = 4 \text{ W}$, $\mathcal{P}_3 = i_3(V_B - V_D) = 1 \text{ W}$, $\mathcal{P}_4 = i_4(V_D - V_F) = 4,5 \text{ W}$.

$\mathcal{P}_5 = i_5(V_A - V_C) = 2 \text{ W}$, $\mathcal{P}_6 = i_6(V_C - V_E) = 7,5 \text{ W}$, $\mathcal{P}_7 = i_7(V_E - V_F) = 1 \text{ W}$.

$\mathcal{P}_8 = i_8(V_C - V_B) = -1 \text{ W}$, $\mathcal{P}_9 = i_9(V_D - V_E) = -1 \text{ W}$.

Les dipôles \mathcal{P}_1 à \mathcal{P}_7 sont **récepteurs**. Les dipôles \mathcal{P}_8 et \mathcal{P}_9 sont **générateurs**.

3. La puissance totale consommée par tous les dipôles vaut $\mathcal{P}_{\text{tot}} = \sum_{i=2}^9 \mathcal{P}_i = 18 \text{ W}$.

On peut vérifier ce résultat par une autre méthode. On peut assimiler l'ensemble des dipôles à un dipôle unique, situé entre les bornes A et F, et parcouru par le courant d'intensité i_1 . Alors, la puissance totale consommée peut s'exprimer sous la forme $\mathcal{P}_{\text{tot}} = i_1(V_A - V_F) = 18 \text{ W}$. Les deux résultats sont cohérents entre eux.