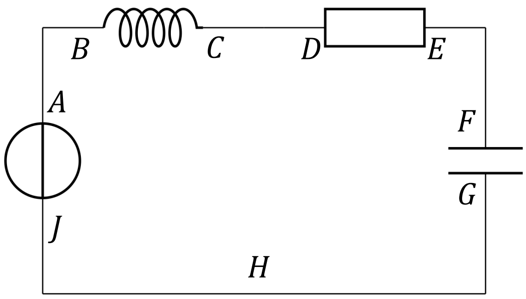
Chapitre 02 – Systèmes électriques en régime continu

Activités et applications

❖ Qu'est-ce qu'une tension électrique ?

1. Pour chaque système électrique ci-dessous, compléter les phrases ci-dessous :

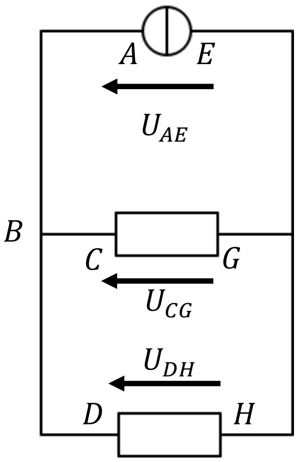


Le point A a le même potentiel électrique que le point B.

Le point C a le même potentiel électrique que le point D.

Le point E a le même potentiel électrique que le point F.

Le point G a le même potentiel électrique que les points H et J.



Le point A a le même potentiel électrique que les points B, C et D.

Le point E a le même potentiel électrique que les points F, G et H.

La différence de potentiel entre les points A et E est la même qu'entre les points C et G ou encore entre les points D et H.

La tension entre le point A et le point D est nulle.

2. Sur le dernier système électrique, on considère le point A comme une borne positive : flécher les tensions U_{AE}, U_{CG} et U_{DH}. Quelle relation existe-t-il entre ces 3 trois tensions ?

$$U_{AE} = U_{CG} = U_{DH}$$

❖ Qu'est-ce qu'une intensité électrique ?

3. La norme électrique d'un réseau domestique indique pour un fil de cuivre de section de 2,5 mm^2 (utilisé pour un lave-vaisselle par exemple), une intensité maximale de $20{,}0\ A$. Calculer le nombre N d'électrons traversant cette section de cuivre en une durée $\Delta t = 1{,}00\ s$:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta q = I \times \Delta t$$

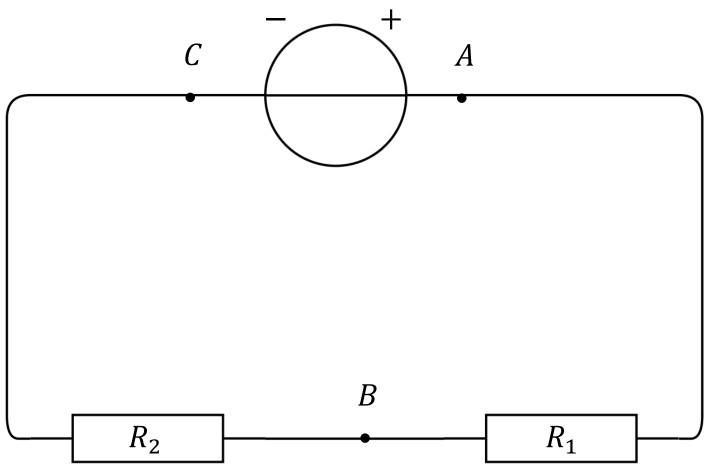
Chaque électron ayant une charge électrique $q_{electron} = -1{,}60 \times 10^{-19} C$, on obtient le nombre d'électrons N :

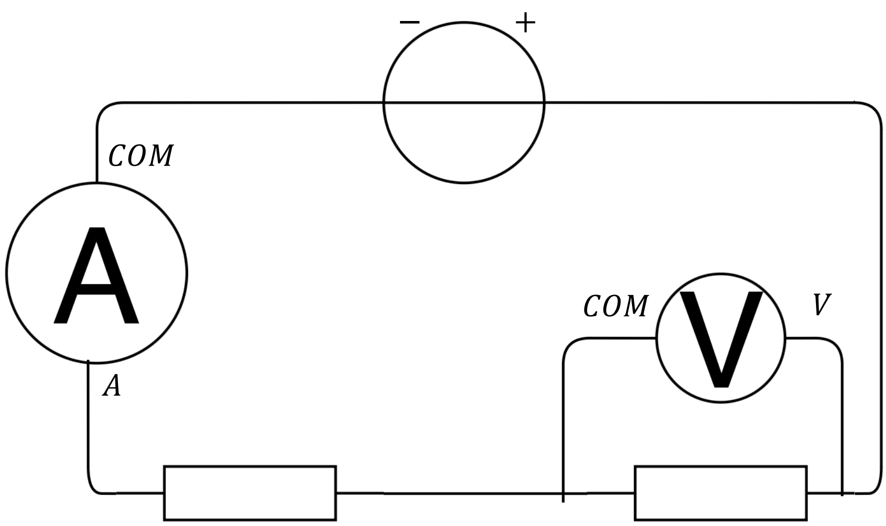
$$N = \frac{\Delta q}{|q_{electron}|} = \frac{I \times \Delta t}{|q_{electron}|} = \frac{20{,}0 \times 1{,}00}{1{,}60 \times 10^{-19}} = 1{,}25 \times 10^{20}\ électron$$

C'est énorme !

❖ Mesurage de tension et d'intensité :

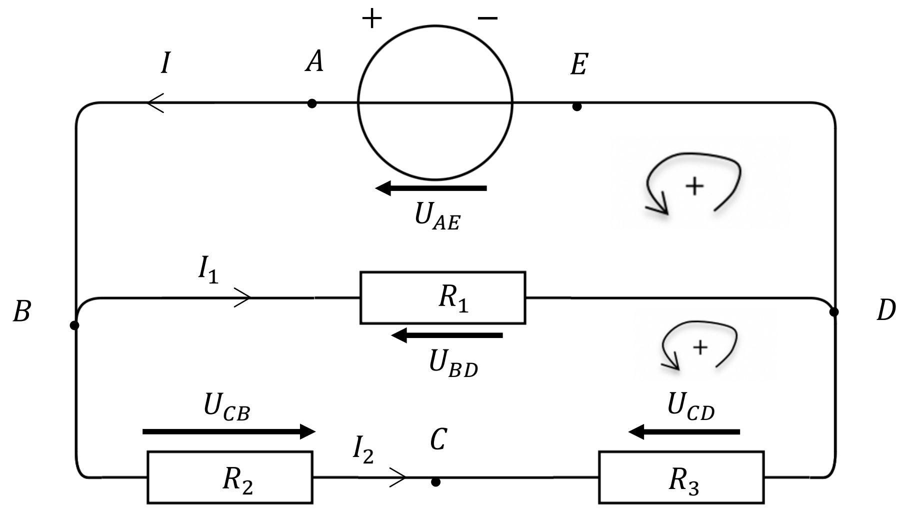
4. Placer sur le circuit suivant les appareils de mesures permettant d'obtenir les valeurs expérimentales de la tension U_{AB} et de l'intensité I. On précisera les bornes de chacun des appareils.





❖ Lois de Kirchhoff :

On étudie le système électrique suivant :



5. La valeur de l'intensité I est $125{,}6\ mA$ et la valeur de l'intensité I_2 est $25{,}0\ mA$. En déduire la valeur de l'intensité I_1 :

D'après la loi de nœuds en B :

$$I = I_1 + I_2 \ donc \ I_1 = I - I_2 = 125{,}6 - 25{,}0 = 100{,}6\ mA$$

6. Flécher les tensions U_{AE}, U_{BD}, $U_{CB}\ et\ U_{CD}$ puis donner les relations littérales liant ces tensions :

Loi des mailles dans la première maille :

$$U_{AE} - U_{BD} = 0 \ donc \ U_{AE} = U_{BD}$$

Loi des mailles dans la seconde maille :

$$U_{BD} + U_{CB} - U_{CD} = 0 \ donc \ U_{BD} = U_{CD} - U_{CB}$$

❖ **Loi d'Ohm :**

7. Déterminer la valeur de la tension U_{BD} sachant que la valeur de la résistance R_1 est $220\ \Omega$:

$$U_{BD} = R_1 \times I_1 = 220 \times 100{,}6 \times 10^{-3} = 22{,}1\ V$$

8. Sachant que $U_{CD} = 15{,}5\ V$, déterminer la valeur de la tension U_{CB} :

$$U_{BD} = U_{CD} - U_{CB} \ donc \ U_{CB} = U_{CD} - U_{BD} = 15{,}5 - 22{,}1 = -6{,}60\ V$$

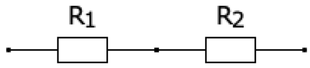
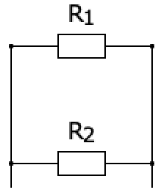
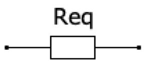
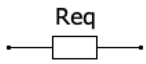
9. En déduire la valeur de la résistance R_2 :

$$U_{CB} = -R_2 \times I_2 \ donc \ R_2 = -\frac{U_{CB}}{I_2}$$

$$R_2 = -\frac{-6{,}60}{25{,}0 \times 10^{-3}} = 264\ \Omega$$

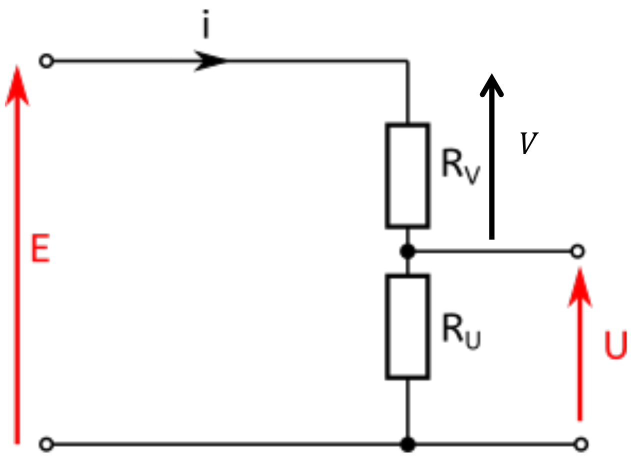
❖ Résistances équivalentes :

10. Déterminer la valeur de la résistance équivalente aux deux résistances $R_1 = 100\ \Omega$ et $R_2 = 220\ \Omega$

	Montage en série	Montage en dérivation
Schéma électrique		
Dipôle équivalent		
Valeur de la résistance équivalente	$R_{éq} = R_1 + R_2$ $R_{éq} = 100 + 220 = 320\ \Omega$	$R_{eq} = \dfrac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{100 \times 220}{100 + 220}$ $R_{eq} = 68{,}8\ \Omega$

❖ Système « pont diviseur de tension » :

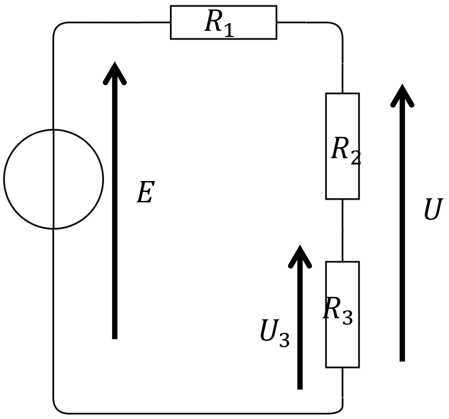
11. Repérer sur les circuits suivants les ponts diviseur de tension : on donnera l'expression littérale liant les tensions lorsque c'est possible.



R_U et R_V sont montées en série.
E est la tension aux bornes de $R_U\ et\ R_V$
U est la tension aux bornes de R_U.
V est la tension aux bornes de R_V.

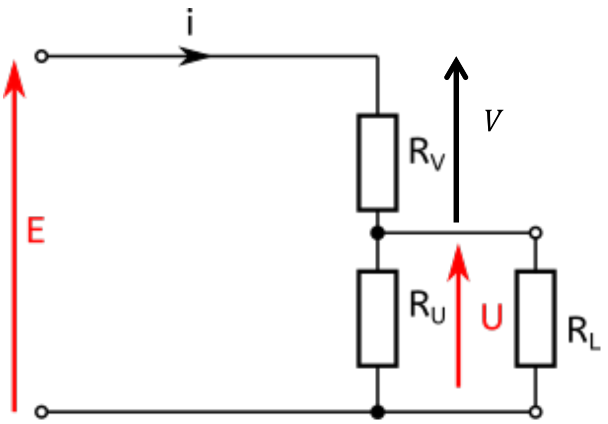
$$U = E \times \frac{R_U}{R_U + R_V}$$

$$V = E \times \frac{R_V}{R_U + R_V}$$



$$U_3 = E \times \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$U = E \times \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

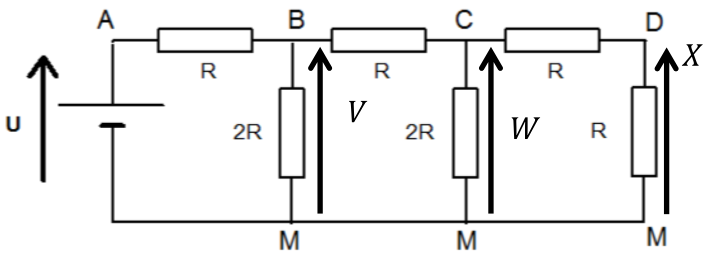


R_U et R_V ne sont pas montées en série.
R_U et R_L sont montées en dérivation.
R_V et R_L ne sont pas montées en série.

Il faut déterminer la résistance équivalente à R_U et R_L puis appliquer la formule du pont diviseur de tension :

$$R_{eq} = \frac{R_U \times R_L}{R_U + R_L}$$

$$U = E \times \frac{R_{éq}}{R_{éq} + R_V}$$



R (entre C et D) et R (entre D et M) sont montées en série.
W est la tension aux bornes des deux R citées.
X est la tension aux bornes de R.

$$X = W \times \frac{R}{R + R} = \frac{W}{2}$$

❖ **Conventions et comportement d'un conducteur ohmique :**

12. Calculer la valeur de la puissance reçue par un conducteur ohmique de résistance $R = 10\ k\Omega$ soumis à une tension électrique de 5,0 V :

$$P = U \times I$$

$$U = R \times I\ (convention\ récepteur\ d'après\ l'énoncé) \iff I = \frac{U}{R}$$

Donc :

$$P = U \times I = U \times \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P = \frac{5{,}0^2}{10 \times 10^3} = \mathbf{2,50 \times 10^{-3}\ W}$$

13. Calculer la valeur de la puissance fournie par un conducteur ohmique de résistance $R = 10\ k\Omega$ soumis à une tension électrique de $5{,}0\ V$:

$$P = U \times I$$

$$U = -R \times I\ (convention\ générateur\ d'après\ l'énoncé) \iff I = -\frac{U}{R}$$

Donc :

$$P = -\frac{U^2}{R}$$

$$P = -\frac{5{,}0^2}{10 \times 10^3} = \mathbf{-2,50 \times 10^{-3}\ W}$$

14. Quel est le comportement du conducteur ohmique en convention récepteur ? en convention générateur ?

Quelle que soit la convention adoptée, le conducteur ohmique a un **comportement** récepteur : un conducteur ohmique est un dipôle permettant de convertir intégralement l'énergie électrique reçue par un signal électrique en énergie thermique. C'est l'effet Joule.
La convention récepteur semble donc la plus appropriée (on évite ainsi les signes « - » tout au long de notre étude).

❖ **Modélisation d'une batterie et autonomie d'un système :**

Une photo de la batterie LIPo (Lithium Ion Polymère) présente dans un trackeur GPS est donnée ci-contre.

15. Quelle « donnée constructeur » correspond à une énergie, notée ΔE_{LIpo} ?

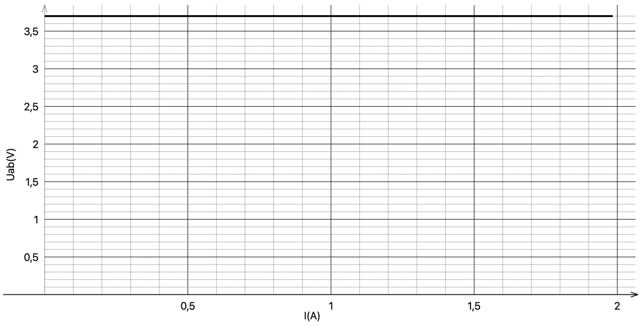
$$\Delta E_{LIpo} = 7{,}4\ Wh$$

16. Convertir cette énergie en Joule :

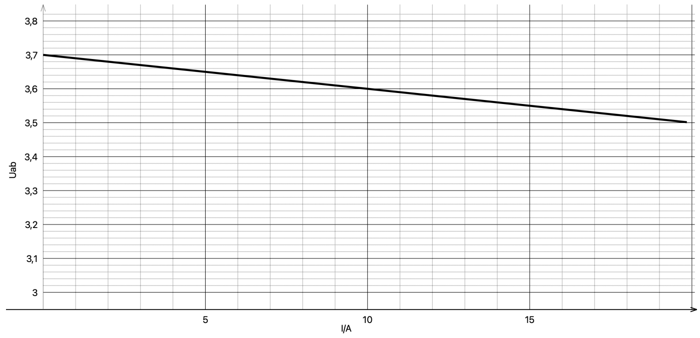
$$\Delta E_{LIpo} = 7{,}4 \times 3600 = 26{,}64\ kJ$$

17. A quoi correspond cette énergie ?
Il s'agit de l'énergie (chimique) maximale que peut stocker cette batterie, mais aussi de l'énergie (électrique) maximale qu'elle est capable de fournir au système électrique (trackeur GPS).

18. Indiquer parmi les deux graphes suivants, lequel correspond à un générateur de tension idéal et lequel correspond à un générateur réel de tension (batterie LIPo) :



générateur idéal



générateur réel

19. A l'aide d'une étude graphique, déterminer la résistance interne de la batterie LIPo :

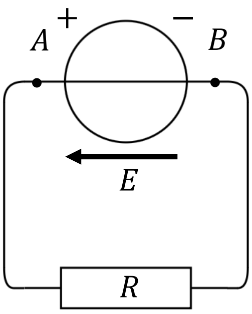
La résistance interne correspond à la valeur absolue du coefficient directeur de la droite :

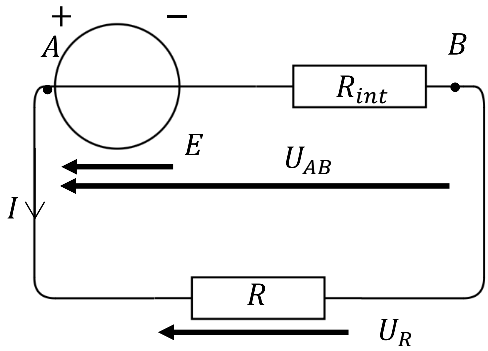
$$R_{th} = \left|\frac{3{,}7 - 3{,}6}{0 - 10}\right| = 0{,}0100\ \Omega = 10{,}0\ m\Omega$$

Pour indication : une batterie Lipo entre $0\ et\ 5{,}0\ m\Omega$ est neuve. Au-dessus de $10{,}0\ m\Omega$, elle commence à vieillir

La batterie est reliée au système GPS trackeur, qui est modélisé par une résistance $R = 8{,}50\ \Omega$.

20. Entourer le schéma électrique modélisant la batterie Lipo branchée au trackeur :





21. Sur le schéma électrique correct, flécher les tensions et intensités manquantes afin que la résistance R soit en convention récepteur.
22. Donner la formule littérale exprimant la tension aux bornes de la résistance R en fonction de la tension aux bornes du générateur idéal, de la résistance R_{th} et de la résistance R

On reconnait un pont diviseur de tension :

$$U_R = \frac{R}{R_{int} + R} \times E$$

23. A l'aide du graphique, en déduire la valeur de la tension aux bornes de la résistance R :

$$E = 3{,}7\ V\ , cela\ correspond\ à\ l'ordonnée\ à\ l'origine$$

$$U_R = \frac{8{,}50}{10{,}0 \times 10^{-3} + 8{,}50} \times 3{,}7 = 3{,}70\ V$$

24. Déterminer la valeur de l'intensité circulant dans le système :

$$U_R = R \times I \iff I = \frac{U_R}{R} = \frac{3{,}70}{8{,}50} = 0{,}435\ A$$

25. A l'aide de la fiche technique diffusée par le professeur et sachant que pour effectuer un envoi, le système trackeur doit-être alimenté durant $15{,}0\ s$, calculer l'énergie reçue par le trackeur durant une journée :

$$\Delta E = P \times \Delta t = U_R \times I\ \times \Delta t = 3{,}70 \times 0{,}435\ \times 720 \times 15{,}0 = 17{,}38\ kJ\ pour\ une\ journée$$

26. En déduire l'autonomie de ce système trackeur (en jour), lorsqu'il est alimenté par cette batterie Lipo et conclure.

$$1\ jour\ \leftrightarrow 17{,}38\ kJ$$
$$\Delta t_{système}\ \leftrightarrow 26{,}64\ kJ$$

$$\Delta t_{système} = \frac{26{,}64}{17{,}38} = 1{,}533\ jour$$

L'autonomie indiquée par le constructeur ($36h\ soit\ 1{,}5\ jour$) est proche de celle déterminée ici.

❖ **Capacité de la batterie Lipo (deuxième méthode) :**

27. A l'aide de la photo de la batterie Lipo, relever la valeur de sa capacité C en indiquant son unité, puis la convertir en $A.s$:

$$C = 2000mA.h = 2{,}000A.h = 7200\ A.s$$

28. Déterminer la valeur de l'autonomie de cette batterie, Δt_{Lipo} en seconde, lorsqu'elle délivre une intensité $I = 0{,}435\ A$:

$$C = I \times \Delta t \iff \Delta t_{Lipo} = \frac{C}{I} = \frac{7200}{0{,}435} = 16{,}55 \times 10^3\ s$$

29. On rappelle que le système trackeur est alimenté (par cette batterie) 720 fois par jour durant $15{,}0s$. En déduire la valeur de l'autotomie de ce système, en heure, puis conclure :

$$24h\ \leftrightarrow 720 \times 15{,}0\ s$$
$$\Delta t_{système} \leftrightarrow 16{,}55 \times 10^3\ s$$

Donc :

$$\Delta t_{système} = \frac{16{,}55 \times 10^3 \times 24}{720 \times 15{,}0} = 36{,}78\ h$$

L'autonomie indiquée par le constructeur ($36h$) est proche de celle déterminée ici.