

Le sujet est constitué de 3 exercices indépendants.

On veillera

1-à la rédaction des explications qui doivent être précises mais concises.

2-à la bonne présentation de la copie et en particulier à l'orthographe.

3-à mettre en évidence les résultats: les expressions littérales (homogénéité dimensionnelle à respecter) seront encadrées, ainsi que les résultats numériques (accompagnés d'unités).

4-Les questions devront être numérotées clairement et séparées les unes des autres.

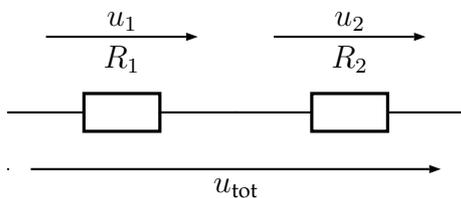
5-Les réponses devront être accompagnées d'un circuit clair sur la copie (à recopier), comportant toutes les données utiles à la résolution.

6-Le sujet n'est pas à rendre avec la copie et doit être conservé par les étudiants.

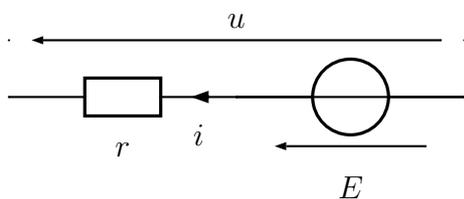
La non-observation de ces recommandations serait pénalisante (question non corrigée).

Exercice 1: Point de fonctionnement d'un circuit.

1-On considère le dipôle ci-dessous, formé de l'association série de deux résistors de résistances R_1 et R_2 . Établir l'expression du quotient $\frac{u_2}{u_{tot}}$ en fonction des résistances R_1 et R_2 .



2-On considère le générateur de tension réel ci dessous, de tension à vide $u_0 > 0$ et d'intensité de court circuit $i_{cc} > 0$.



a- Donner la signification de u_0 et i_{cc} et leurs expressions en fonction de E et r . Exprimer r en fonction de u_0 et i_{cc} .

b- Un voltmètre est assimilable à une résistance R_v qui affiche la tension à ses bornes. Un voltmètre idéal est tel que $R_v \rightarrow \infty$.

Un ampèremètre est assimilable à une résistance R_a qui affiche le courant la parcourant. Un ampèremètre idéal est tel que $R_a \rightarrow 0$.

A l'aide de quel instruments peut-on mesurer u_0 et i_{cc} (schéma du circuit à faire et calcul justifiant le résultat de la mesure)?

b- Tracer la caractéristique courant –tension $i=f(u)$ de ce générateur.

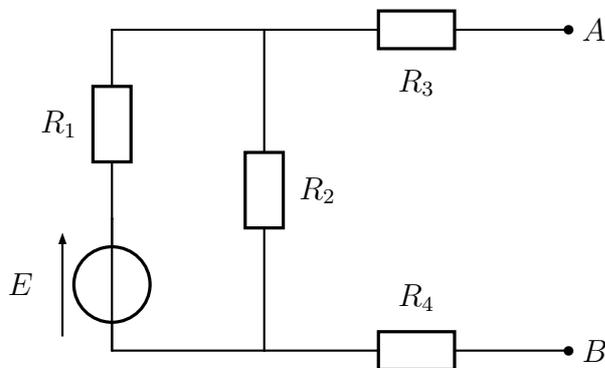
3- On branche ce générateur aux bornes des deux résistances de la question 1.

a- Faire le schéma du montage et déterminer graphiquement le point de fonctionnement.

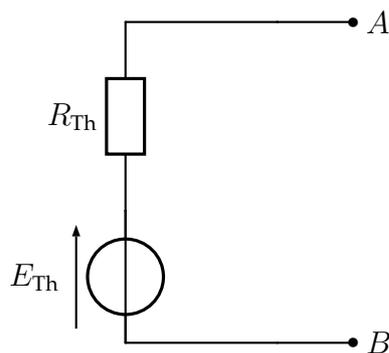
b- Etablir par le calcul les coordonnées du point de fonctionnement.

c- Etablir l'expression de la tension u_2 par le diviseur de tension. En déduire alors l'expression de courant i parcourant le circuit et comparer avec la question précédente.

4- On considère le réseau ci dessous entre les points A et B:



a- Etablir la relation $U=g(I)$ et montrer que le réseau (a) est équivalent au réseau (b) ci-dessous et établir l'expression de E_{th} et R_{th} .



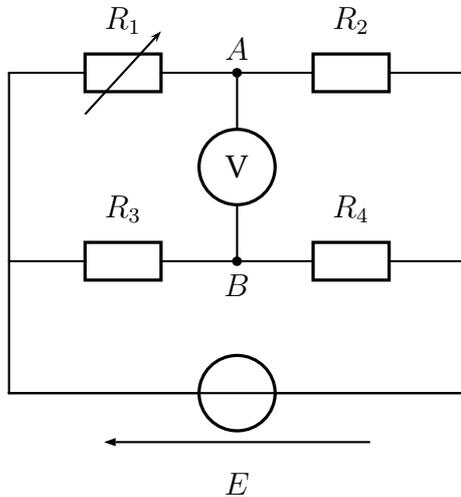
b- On connecte une résistance R entre A et B. Calculer alors l'expression de I traversant le circuit en considérant le réseau (b) en fonction de E et des résistances R_1, R_2, R_3, R_4 et R .

c- Retrouver l'expression de I en considérant le réseau (a) et en appliquant le diviseur de courant.

d- Etablir à nouveau l'expression de I en appliquant la loi des noeuds en terme de potentiels dans le réseau (a).

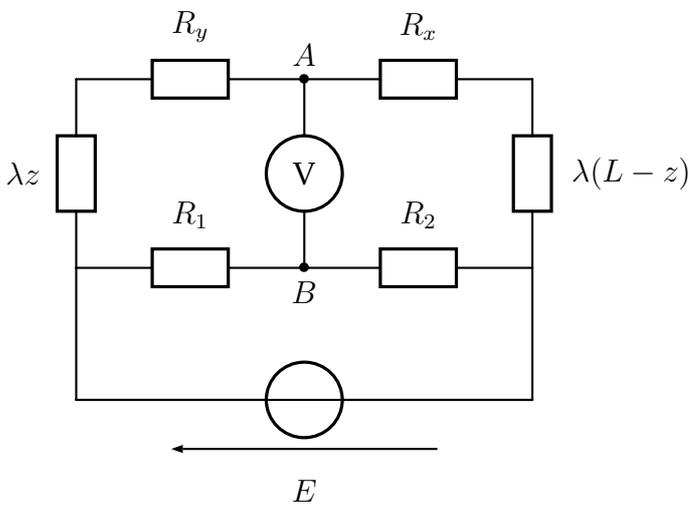
Exercice 2: Pont de Wheatstone.

On considère le circuit de la figure ci-dessous formé d'un générateur idéal de tension, de quatre résistors et d'un voltmètre. On considère que le voltmètre est idéal (Voir question I2b).
Données: $R_2 = R_3 = R_4 = 25 \Omega$; $E = 6,0V$.



1-Déterminer l'expression de la tension U_{AB} en fonction de E et des résistances. En déduire que si $U_{AB} = 0$, les valeurs des résistances vérifient $R_1 R_4 = R_2 R_3$.

2-On étudie une variation du pont de Wheatstone adaptée à la mesure de faibles différences entre deux résistances. Le montage est représenté ci-dessous :



Il utilise un potentiomètre dont la position z du curseur entre $z = 0$ et $z = L$ définit les résistances λz et $\lambda(L - z)$, avec λ la résistance par unité de longueur. On cherche cette fois à mesurer la différence $R_x - R_y$.

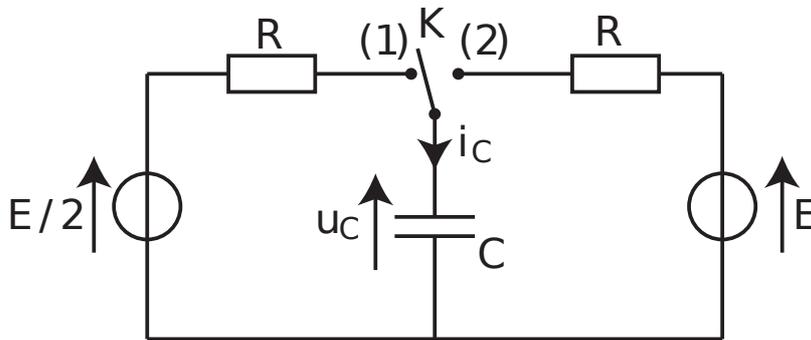
a-Déterminer l'expression de z en fonction des résistances pour laquelle la tension U_{AB} est nulle. On la note z_1 .

b- On intervertit ensuite les résistors R_x et R_y . On note z_2 la nouvelle expression de z pour laquelle la tension U_{AB} est nulle. En déduire que la mesure de $z_1 - z_2$ donne accès à $R_x - R_y$. Quelle est la plus grande valeur de $R_x - R_y$ mesurable ?

Exercice 3: Charge d'un condensateur.

Un condensateur peut servir de batterie, c'est le cas par exemple des "supercondensateurs" qui équipent certains bateaux ou bus. Il se pose alors la question de la recharge du condensateur. L'énergie est prélevée sur le réseau électrique, et dans l'idéal on souhaite que 100% de cette énergie soit transférée au condensateur. Le rendement serait alors égal à 1

On raisonne sur le circuit ci-dessous pour envisager deux méthodes de charge et comparer leur rendement.



Premier procédé de charge

L'interrupteur K est d'abord dans la position intermédiaire où il n'établit aucun contact. Le condensateur étant initialement déchargé, on bascule l'interrupteur K dans la position (2) à $t=0$.

1 - Établir l'équation différentielle portant sur u_C . La mettre sous forme canonique et donner l'expression et la signification de la constante de temps τ . Quelle doit être la dimension de τ d'après l'équation différentielle canonique? Le vérifier sur l'expression établie.

2 - Déterminer sans utiliser l'équation différentielle la valeur de $u_C(0^+)$ (juste après le basculement de l'interrupteur).

3 - Résoudre l'équation différentielle obtenue ci-dessus.

4- Tracer l'allure de la solution.

5- Donner en fonction de C et de E l'expression de l'énergie stockée $E_{\text{stockée}}$ par le condensateur à la fin de sa charge.

6 – Etablir l'expression du courant $i_C(t)$ et représenter $i_C(t)$.

7 – Etablir l'expression de l'énergie électrique fournie E_{fournie} par le générateur à la fin de la charge. L'exprimer en fonction de C et de E.

8 - On appelle rendement (noté ω) de la charge du condensateur le rapport entre l'énergie stockée par le condensateur à l'issue de la charge et de l'énergie fournie par le générateur au cours de cette charge.

Quelle est la valeur du rendement de la charge avec la méthode envisagée ?

Second procédé de charge

On souhaite utiliser une méthode qui permet d'améliorer le rendement de la charge. On réalise une charge en deux temps. Le condensateur est initialement déchargé. L'interrupteur K est d'abord dans la position intermédiaire où il n'établit aucun contact. Puis il est fermé en position (1) à $t=0$. Lorsque le régime transitoire qui s'ensuit est achevé, l'interrupteur est basculé en position (2).

9-Déterminer l'expression de $u_C(t)$ pendant la première phase de la charge.

10-Déterminer en fonction de τ l'expression de l'instant t_1 pour lequel la tension u_C aux bornes du condensateur atteint 99% de sa valeur finale au cours de cette première étape.

Dans la suite, on considérera que la charge est totalement achevée à cet instant t_1 , et qu'on passe en phase 2 (basculement de l'interrupteur en position (2)).

11-Etablir l'expression de $u_C(t_1^+)$ et exprimer la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur au cours de la deuxième phase de charge, qui commence à t_1 , en résolvant l'équation différentielle.

12- Tracer l'allure de $u_C(t)$ en fonction du temps au cours de l'ensemble des deux phases de charge.

13-Exprimer l'intensité i_C qui traverse le condensateur pendant les deux phases de charge. On distinguera les cas en fonction de t .

14- Exprimer l'énergie électrique fournie par les deux générateurs pendant la charge en fonction de E et C . En déduire le nouveau rendement.