



TD 4 – Lois générales de l'électrocinétique

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Relier l'intensité d'un courant électrique au débit de charges.
- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles. Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.
- Citer les ordres de grandeur d'intensités, de tensions et de puissances dans différents domaines d'application.
- Modéliser une source en utilisant la représentation de Thévenin.
- Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.
- Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.
- Exploiter des ponts diviseurs de tension ou de courant.

J'apprends mon cours : Questions de cours, QCM, exercices 1, 2, 3

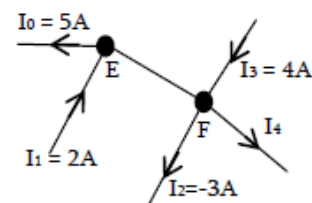
Questions de cours

- Q1.** Enoncer la loi des mailles.
Q2. Enoncer la loi des nœuds. La relier au caractère conservatif de la charge.
Q3. Etablir l'expression de la résistance équivalente de 2 résistances en série/en parallèle.
Q4. Etablir la relation du pont diviseur de tension.
Q5. Etablir la relation du pont diviseur de courant.
Q6. Représentation de Thévenin d'un dipôle actif.
Q7. Définir le cadre de l'ARQS.

QCM

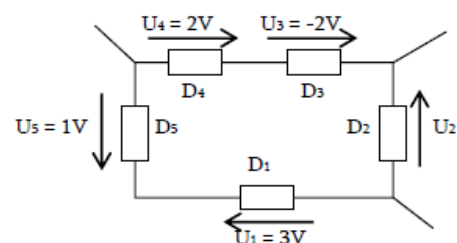
1) Que vaut l'intensité I_4 ?

- ☐ a. 7A
☐ b. 4A
☐ c. -4A



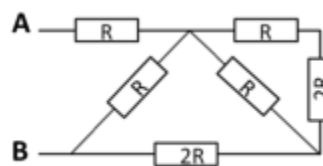
2) Quelle est la valeur de la tension U_2 ?

- ☐ a. 6V
☐ b. 8V
☐ c. 2V



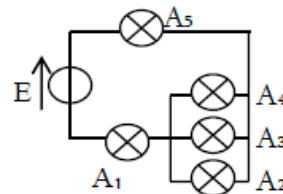
3) Quelle est la résistance équivalente entre A et B ?

- ☐ a. $8R$
☐ b. $26R/15$
☐ c. $11R/4$



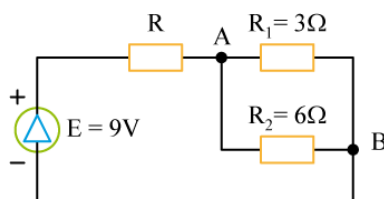
4) La luminosité d'une lampe est d'autant plus importante que l'intensité du courant qui la traverse est grande. Dans les montages suivants, composés de lampes identiques, on compare leur luminosité à l'intérieur de chacun des circuits :

- ☐ a. Les lampes A_2 , A_3 et A_4 brillent plus que A_5 et A_1 .
☐ b. Les lampes A_2 , A_3 et A_4 brillent moins que A_5 et A_1 .



5) Quelle doit être la valeur de la résistance R pour que la puissance dissipée dans la résistance R_1 soit égale à 12 W ?

- ☐ a. $1\ \Omega$
☐ b. $2\ \Omega$
☐ c. $3\ \Omega$



Exercices

Exercice 1 : Modélisation électrique du corps humain

★★★
Ref. 0030

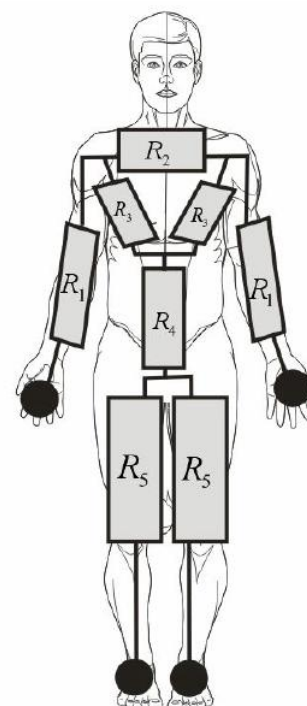
✓ Résistance équivalente

On peut modéliser le corps humain selon le schéma électrique ci-dessous. On considère qu'il y a risque de téτανisation des muscles au-delà d'une intensité de 30 mA .

Données : $R_1 = 460\ \Omega$, $R_2 = 80\ \Omega$, $R_3 = 125\ \Omega$, $R_4 = 15\ \Omega$, $R_5 = 840\ \Omega$.

Déterminer l'intensité du courant traversant le corps humain lorsque :

- 1) Les deux mains tiennent les deux pôles d'une prise 230 V et les chaussures sont isolantes.
- 2) Une main tient une phase 230 V et les pieds nus par terre.
- 3) Commenter les résultats obtenus.



Exercice 2 : Utilisation des lois de Kirchhoff

★★★

Ref. 0031

✓ Lois de Kirchhoff

- 1) Déterminer l'expression de la tension U dans le circuit 1.
- 2) Déterminer l'intensité I du circuit 2.
- 3) Déterminer l'intensité I dans le circuit 3.

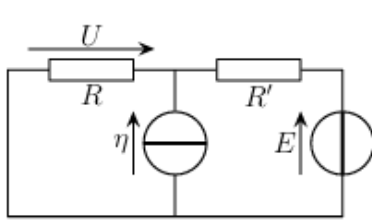


figure 1

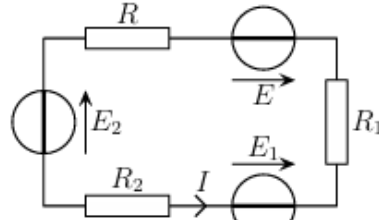


figure 2

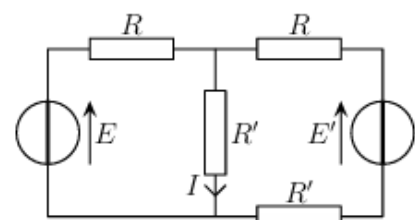


figure 3

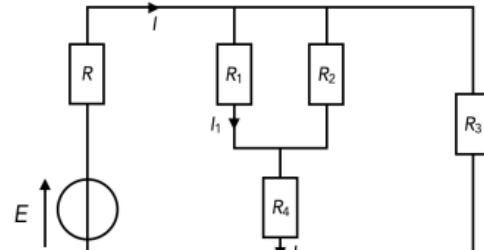
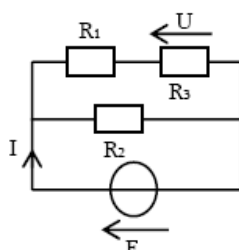
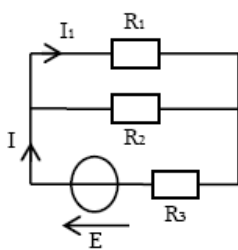
Exercice 3 : Ponts diviseurs ♥

★★★

Ref. 0032

- ✓ Résistance équivalente
- ✓ Ponts diviseurs
- ✓ Lois de Kirchhoff

Déterminer les grandeurs électriques orientées en fonction de E et des résistances.



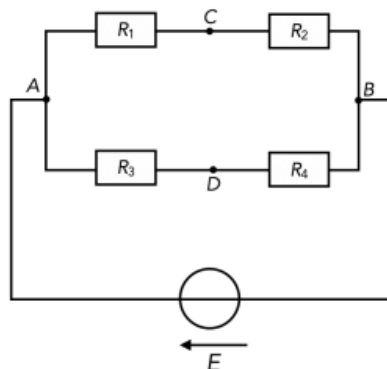
Exercice 4 : Pont de Wheatstone ♥

★★★

Ref. 0033

✓ Pont diviseurs

Un pont de Wheatstone est un montage électrique permettant de déterminer une résistance inconnue. On cherche à déterminer R_1 . Les résistances R_3 et R_4 sont des résistances fixes connues. La résistance R_2 est une résistance variable dont on connaît la valeur.



Le pont est équilibré quand la tension U_{CD} mesurée entre D et C est nulle.

- 1) Déterminer U_{CD} en fonction de E et des résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 .
- 2) A quelle condition le pont est-il équilibré ? Exprimer alors R_1 .
- 3) Application numérique : $R_3 = 100,0 \, \Omega$; $R_4 = 5,000 \, k\Omega$; $R_2 = 1827 \, \Omega$.

Exercice 5 : Adaptation d'impédance ♥



Ref. 0034

- ✓ Lois de Kirchhoff
- ✓ Puissance électrique

Un générateur modélisé par son modèle de Thévenin (E, r) est branché sur une résistance variable R .

- 1) Déterminer le courant circulant dans la résistance R .
- 2) Déterminer la puissance P dissipée par effet Joule dans la résistance R . Tracer la courbe $P(R)$ pour $E = 100 \, V$ et $r = 10 \, \Omega$.
- 3) Montrer que cette courbe passe par un maximum P_{max} pour une valeur R_0 de la résistance R que l'on déterminera. Exprimer P_{max} .

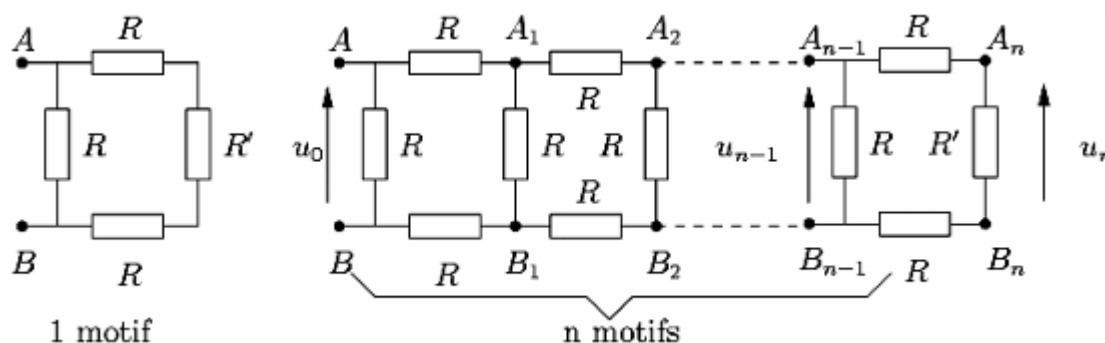
Exercice 6 : Résistance itérative ♥



Ref. 0035

- ✓ Résistance équivalente
- ✓ Ponts diviseurs

- 1) Déterminer la valeur du résistor R' pour que la résistance équivalente du réseau de gauche entre A et B soit R' .



- 2) En déduire la valeur de la différence de potentiel u_n dans le réseau à n motifs si R' est donnée par le résultat de 1) et si u_0 est appliquée entre A et B .
- 3) Quelle est la résistance R_{AB} du réseau entre les bornes A et B du réseau de droite.

Exercice 7 : Alimentation d'une locomotive



Ref. 0036

- ✓ Lois de Kirchhoff
- ✓ Résistance équivalente

Une locomotive électrique est alimentée en courant continu via un ensemble de sous-stations notées S_i , séparées d'une distance D , modélisées par des générateurs idéaux de tension qui délivrent une f.e.m. $E = 450 \, V$. Ces sous-stations relient les rails aux fils aériens (les caténaires). La locomotive, notée M est « branchée » entre les rails et la caténaire et on supposera que son fonctionnement est celui d'un générateur de courant idéal $I = 800 \, A$.

Les caténaires sont des fils de résistance linéique $\rho = 5 \cdot 10^{-5} \, \Omega \cdot m^{-1}$. On négligera la résistance de tout autre composant du circuit (rails, et fils reliant les rails aux caténaires).

On note x la position de la locomotive sur l'axe Ox .

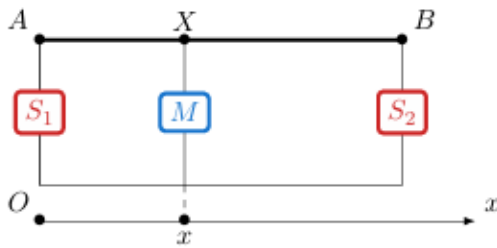


Fig. 10.1 – Schéma de fonctionnement

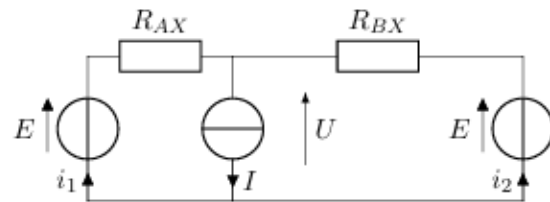
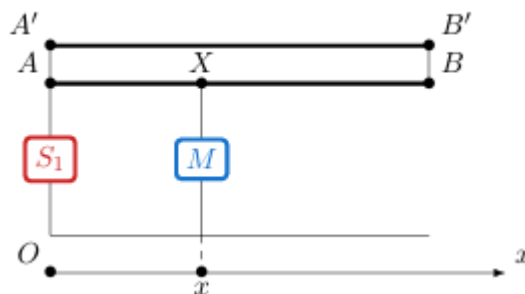


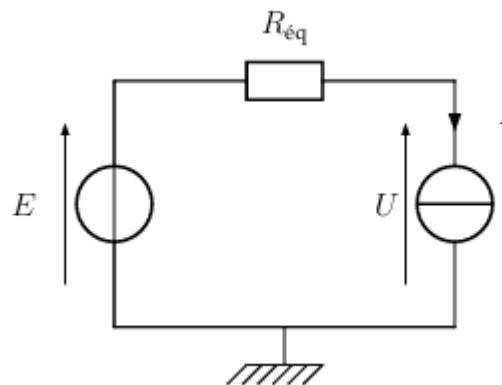
Fig. 10.2 – Circuit électrique équivalent

- 1) La résistance électrique d'une portion de fil de longueur ℓ s'écrit $R = \rho\ell$. En déduire l'expression de la résistance R_{AX} (resp. R_{XB}) des caténaires placées avant (resp. après) la locomotive en fonction de ρ , D et x .
- 2) Écrire les diverses lois des mailles ainsi que la loi des nœuds du circuit électrique représenté.
- 3) En déduire la chute de tension $\Delta U = E - U$ en fonction de ρ , D , x et I .
- 4) Montrer que la chute de tension est maximale en $x = \frac{D}{2}$. Exprimer alors la chute de tension maximale ΔU_{max} en fonction de I , ρ et D .
- 5) Calculer D_{max} la valeur maximale de D pour maintenir une valeur de ΔU inférieure à la valeur maximale admissible ΔU_M pour que le moteur de la motrice fonctionne correctement. Faire l'application numérique pour $\Delta U_M = 45$ V.

On propose une alternative de même longueur totale D . On remplace la deuxième sous-station par un fil de cuivre dédoublé AB et $B'A'$. La locomotive reste en contact avec un seul des deux fils et les hypothèses préalables sur les diverses résistances restent valables.



- 6) Déterminer l'équivalent électrique de ce nouveau système (de façon similaire à la figure 10.2).
- 7) Montrer que le circuit est équivalent au schéma ci-dessous avec R_{eq} à exprimer en fonction de x , D et ρ .



- 8) En déduire la chute de tension $\Delta U = E - U$ en fonction de ρ , D , x et I .
- 9) Pour quelle valeur de x a-t-on ΔU maximale ?
- 10) Calculer à nouveau D_{max} la valeur maximale de D pour maintenir une valeur de ΔU inférieure à ΔU_M . Faire l'application numérique avec les valeurs précédentes.