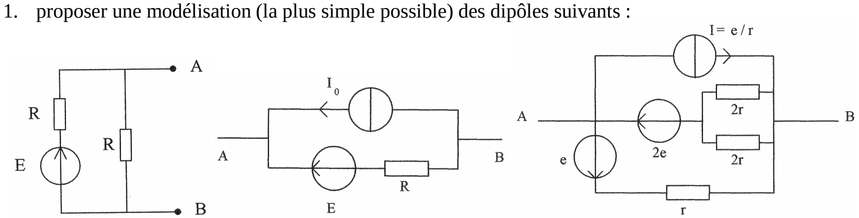
TD Ec2 : DIPOLES ELECTROCINETIQUES.

Exercices

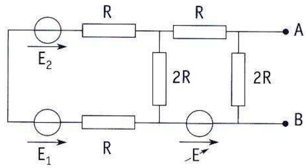
1 : *Modèles de Thévenin et de Norton.(*)*
En utilisant les équivalences entre les modèles de Thévenin et de Norton,

1. proposer une modélisation (la plus simple possible) des dipôles suivants :



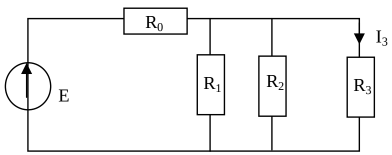
2. On connecte les deux premiers dipôles. Déterminer le point de fonctionnement du circuit ainsi réalisé (*méthode graphique et analytique*).

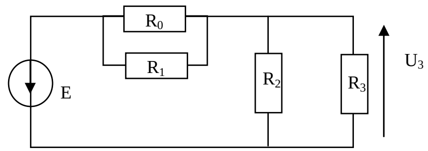
2 : *Circuit actif réductible à une résistance.(*)*
On considère le circuit représenté ci-contre.
Données : $R=5\Omega$; $E_1=2V$; $E_2=8V$.



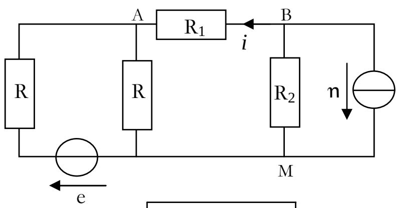
1. Déterminer le générateur de Thévenin équivalent entre les bornes A et B .
2. En déduire la valeur de E pour laquelle le circuit est équivalent (entre A et B) à une résistance pure R_{eq} dont on précisera la valeur.

3 : *Diviseurs de tension et de courant. (*)*
Calculer **en un minimum d'étapes** l'intensité I_3 dans le circuit de gauche et la tension U_3 dans le circuit de droite.

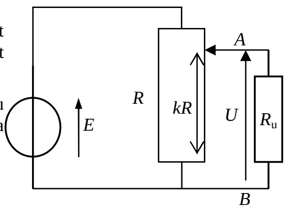




4 : *Etude d'un réseau linéaire. (**)*
Soit le réseau linéaire ci-contre. Déterminer i à travers la résistance R_1 en utilisant les équivalences Thévenin-Norton.



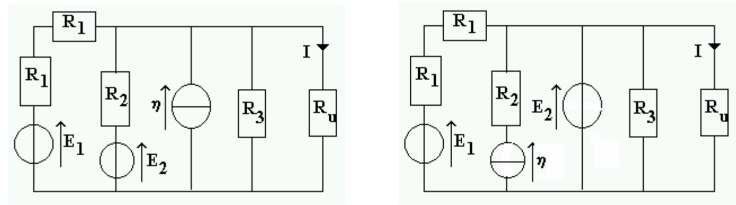
5 : *Rhéostat. (*)*
Un rhéostat est utilisé conformément au schéma ci-contre (montage dit potentiométrique). Sa résistance est R . La résistance entre le point B et le curseur est égale à kR $(0<k<1)$.



1. Déterminer les éléments du générateur de Thévenin équivalent au réseau vu des points A et B et comportant tous les éléments situés à gauche de la verticale AB .
   A.N.: $E=30V$, $R=1000\Omega$, $k=0{,}3$
2. Déterminer l'expression de U en fonction de E , k , R et R_u .

6 : *Equivalences Thévenin/Norton. (*)*

1. Déterminer l'intensité I dans les deux circuits suivants.



2. Déterminer l'intensité circulant à travers la résistance R_3 (*figure 1*).
3. Déterminer le générateur de Thévenin équivalent au dipôle vu des bornes A et B (*figure 2*).

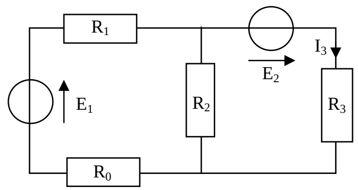


figure 1

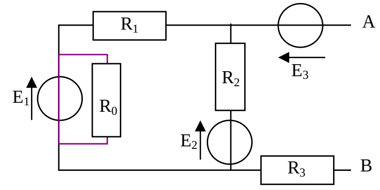
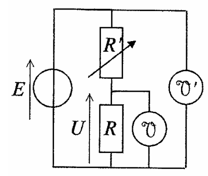


figure 2

7 : *Etude pratique des résistances.(**)*
En TP, on utilise des résistances avec un code couleur. Bien que très robustes, elles sont cependant limitées à une puissance maximale de 0,25W.
On considère deux résistances R_1 et R_2 dont les anneaux ont respectivement pour couleur : rouge, violet, noir, or, et gris, rouge, noir, or.
La couleur or correspond à une tolérance ou écart relatif de 5%.
Les couleurs rouge, violette et grises correspondent aux chiffres 2, 7 et 8.
La couleur noire correspond au multiplicateur 1.

1. Quelles sont les valeurs nominales des deux résistances ?
2. Entre quelles valeurs sont comprises les valeurs réelles ?
3. On place ces deux résistors en série et on alimente le circuit à l'aide d'une alimentation stabilisée continue. Déterminer la tension maximale aux bornes de l'alimentation qui ne risque pas de détériorer les deux résistors.
4. Même question dans le cas où les résistors sont branchés en parallèle.

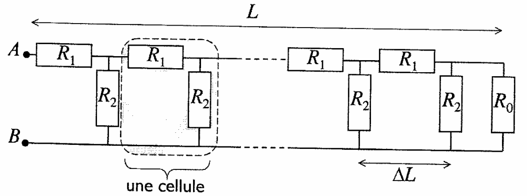
8 : *Mesure de résistances : méthode de la demi-tension. (**)*
On souhaite mesurer la valeur d'une résistance inconnue R à l'aide de deux voltmètres identiques dont la résistance interne vaut $R_V=1M\Omega$ et d'une résistance variable R' dont on peut ajuster la valeur. On utilise une source de tension idéale de force électromotrice $E=10V$.



1. Quelle valeur indique le voltmètre V' ?
2. On considère ici que le voltmètre V a une résistance interne infiniment grande.
   A quelle condition sur R' le voltmètre V affiche-t-il la valeur $\frac{E}{2}$? En déduire une méthode de mesure de R.
3. En prenant en compte la résistance de V, quels sont les ordres de grandeurs des résistances mesurables par cette méthode ?
4. La résistance R' ne peut varier que par saut de 1Ω . Le voltmètre V indique 6V lorsque R' vaut 1Ω .
   a. Quelle est la valeur de R ?
   b. Quelle valeur afficherait le voltmètre V pour $R'=2\Omega$? Commenter.

9 : *Ligne électrique à pertes résistives.(**)*

On modélise un fil électrique de longueur L = 10m par une suite de résistors. Les résistances R_1 rendent compte de la diminution du potentiel le long du fil lors du passage d'un courant électrique. Les résistances R_2 représentent la perte d'une partie du courant vers la masse à travers l'isolant entourant le fil. L'ensemble de ces deux résistances forme une cellule élémentaire et modélise une longueur ΔL de fil.



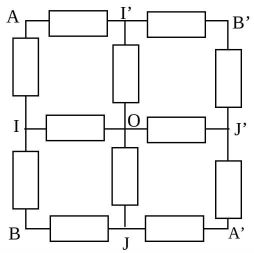
On note N le nombre de cellules élémentaires. On donne ΔL = 10cm, $R_1 = 10^{-2}\Omega$ et $R_2 = 160\text{k}\Omega$.

Une résistance R_0 est branchée entre l'extrémité du fil et la masse.

On passe de la résistance r_n à la résistance r_{n+1} en branchant une cellule supplémentaire à gauche d'une ligne en comptant déjà *n*.

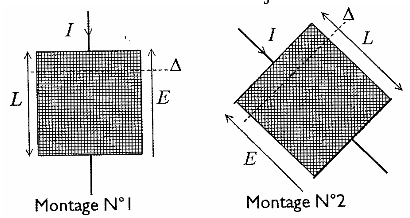
1. Trouver une condition sur R_0 (relation entre R_0, R_1 et R_2) pour que la résistance de la ligne entre A et B soit indépendante de sa longueur *L*.
2. Que devient cette condition compte tenu des valeurs comparées de R_1 et R_2 ?
3. On branche entre A et B une source de tension idéale de force électromotrice $E = 10\text{V}$.
   Exprimer la différence de potentiel aux bornes de la résistance R_0 en fonction de N. La calculer.

10 : *Associations de résistances.(**)*



1. Douze résistances de même valeur *R* sont associées pour former le réseau ci-contre. En utilisant les symétries (respectivement les antisymétries) du réseau, déterminer la résistance équivalente du dipôle AA' puis celle du dipôle AB.
2. Pour chauffer par le sol un local, on insère un grillage conducteur dans le plancher. Il est composé d'un motif de base carré identique au précédent, de côté *a* = 4cm avec $R = 1{,}7\Omega$. Le grillage est formé par un grand nombre de ces motifs. On découpe dans ce grillage un grand carré de côté $L \gg a$ parallèle soit aux côté des carrés (montage 1), soit à leurs diagonales (montage 2).

On applique aux deux côtés opposés du grand carré la tension $E = 24\text{V}$ et on admet, dans les deux montages envisagés, que tous les points du grillage situés sur une même droite Δ sont au même potentiel.



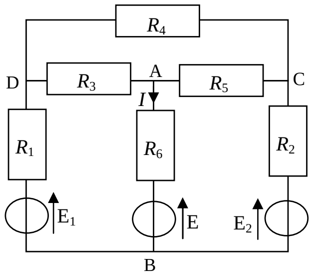
On pose $N = \dfrac{2L}{a}$ et $N' = \dfrac{2L\sqrt{2}}{a}$.

a. Calculer l'intensité I du courant circulant dans le grillage pour chaque cas.
b. Comparer les puissances de chauffe des deux montages.
c. Déterminer les dimensions minimales d'un grillage susceptible de fournir une puissance de l'ordre du kilowatt, sachant que le courant dans un fil du grillage est limité à $I_0 = 0{,}5\text{A}$.

11 : *Théorème de Kennely. (***)*

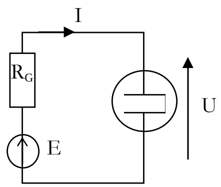
Déterminer le courant I circulant dans la branche AB.

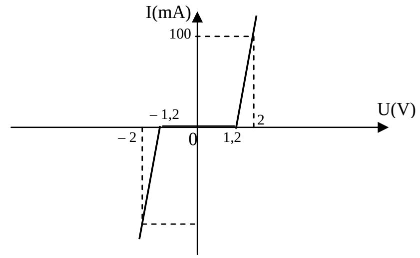
<u>*A.N.:*</u> $R_1 = R_3 = R_4 = 5\Omega$, $R_2 = R_5 = 10\Omega$; $R_6 = 1\Omega$ et $E_1 = 12\text{V}$; $E_2 = 16\text{V}$; $E = 8\text{V}$.



12 : *Point de fonctionnement d'un électrolyseur.(*)*

Un circuit est réalisé par l'association en série d'un électrolyseur dont la caractéristique statique est donnée ci-dessous et d'un générateur $(E = 4V, R_G = 20\Omega)$.





1. Déterminer l'équation de la caractéristique courant-tension, $I = f(U)$, de l'électrolyseur pour $U > 1{,}2V$.
2. Déterminer l'équation de la caractéristique courant-tension, $I = g(U)$, du générateur.
3. En déduire analytiquement le point de fonctionnement $F(U_F, I_F)$ de l'électrolyseur.
4. Retrouver ce résultat graphiquement.

<u>Réponses et éléments de réponses :</u>

1 : $\left\{\dfrac{E}{2}, \dfrac{R}{2}\right\}$; $\{E + RI_0, R\}$; $\dfrac{\text{r}}{2}$.

2 : 1. $\left\{\dfrac{2E - (E_2 - E_1)}{4}, R\right\}$. 2. $E = \dfrac{(E_2 - E_1)}{2}$.

3 : $I_3 = \dfrac{R_2R_1E}{R_2R_3(R_1 + R_0) + R_0R_1(R_2 + R_3)}$; $U_3 = \dfrac{-R_2R_3(R_1 + R_0)E}{R_2R_3(R_1 + R_0) + R_0R_1(R_2 + R_3)}$.

4 : $i = -\dfrac{e + 2R_2\eta}{2(R_1 + R_2) + R}$.

5 : $e_{AB} = kE$: $e_{AB} = 9V$; $r_{AB} = k(1-k)R$: $r_{AB} = 210\Omega$.

6 : 1. $I = \dfrac{R_2R_3E_1 + 2R_1R_3E_2 + 2R_1R_3R_2\eta}{2R_1R_2(R_3 + R_u) + R_uR_3(R_2 + 2R_1)}$; $I = \dfrac{E}{R_u}$. 2. $I_{R_3} = \dfrac{R_2E_1 + (R_0 + R_1 + R_2)E_2}{(R_0 + R_1)(R_2 + R_3) + R_2R_3}$.

3. $e_{AB} = \dfrac{R_2(E_1 - E_3) + R_1(E_2 - E_3)}{(R_1 + R_2)}$ et $r_{AB} = \dfrac{R_2R_1}{(R_1 + R_2)} + R_3$.

7 : 1-2. $R_1 = (27{,}0 \pm 1{,}4)\Omega$, $R_2 = (82{,}0 \pm 4{,}1)\Omega$. 3-4. $U_m = \sqrt{P_{tot}R_{éq}}$; En série $U_m = 7{,}4V$ et en parallèle $U_m = 3{,}2V$.

8 : 1. *E* = 10V. 2. *R'* = *R*. 3. $R_V \geq 100R$. 4.a. $R = 1{,}5\Omega$. 4.b. $U = 4{,}3\text{V}$.

9 : 1. $R_0 = \dfrac{R_1}{2} + \dfrac{1}{2}\sqrt{R_1^2 + 4R_2R_1}$. 2. $R_0 \approx \sqrt{R_2R_1}$: $R_0 \approx 40\Omega$. 3. $U_0 = \dfrac{E}{\left(1 + \sqrt{\dfrac{R_1}{R_2}}\right)^N}$: $U_0 = 9{,}75\text{V}$.

10 : 1. $R_{AA'} = \dfrac{3R}{2}$; $R_{AB} = \dfrac{5R}{4}$. 2.ab. $I = \dfrac{E}{R}$ et $P_J = 339\text{W}$ dans les deux cas. 2.c. $L \geq \dfrac{aE}{2\sqrt{2}RI_0}$ en diagonale : $L \geq 40\text{cm}$.

11 : $I = \dfrac{(R_2 + R_C)(E_1 - E) + (R_1 + R_D)(E_2 - E)}{(R_1 + R_D)(R_2 + R_C) + (R_2 + R_C)(R_6 + R_A) + (R_6 + R_A)(R_1 + R_D)}$ avec $R_A = \dfrac{R_5R_3}{R_3 + R_4 + R_5}$, $R_C = \dfrac{R_4R_5}{R_3 + R_4 + R_5}$,

$R_D = \dfrac{R_3R_4}{R_3 + R_4 + R_5}$.

12 : $I_F = 0{,}1A$; $U_F = 2V$.