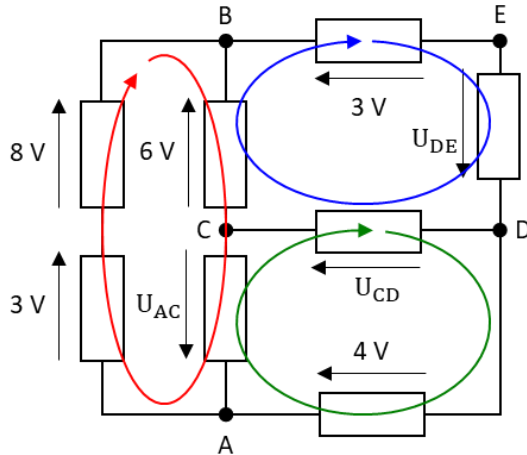


Électrocinétique | Chapitre 1 | Correction TD (E1)

Exercice n°1 - Loi des mailles



On applique la loi des mailles dans les 3 mailles ci-dessous.



Maille rouge :

$$-6 + U_{AC} + 3 + 8 = 0 \Rightarrow U_{AC} = -5 \text{ V}$$

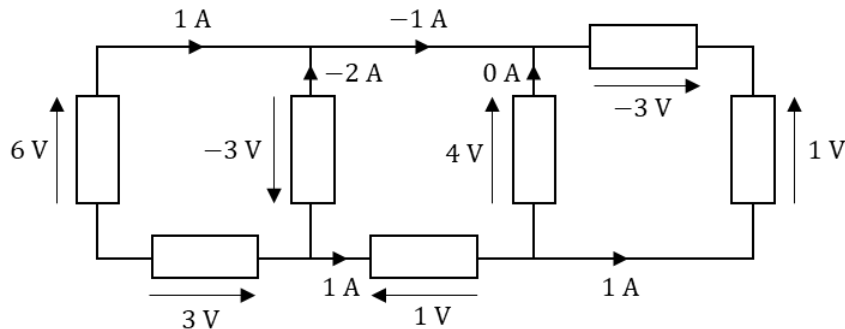
Maille verte :

$$-U_{CD} + 4 - U_{AC} = 0 \Rightarrow U_{CD} = 9 \text{ V}$$

Maille bleue :

$$-3 + U_{DE} + U_{CD} + 6 = 0 \Rightarrow U_{DE} = -12 \text{ V}$$

Exercice n°2 - Lois de Kirchhoff



Exercice n°3 - Topologie des circuits



- 1) Les points B, E, G = F et H sont des nœuds. Les points A, C, D ne sont pas connectés à 3 dipôles. Les points G et F sont reliés par un fil, il s'agit donc du même nœud.
- 2) Les branches sont : HAB, BCDE, HG, BG, GE, EF, FH (rappel : G = F).
- 3) Résistances en série : $R_1 - R_2, R_4 - R_5$.
- 4) Résistances en dérivation : $R_7 \parallel R_8$.

Exercice n°4 - Courant, tension, puissance



- 1) On applique la loi des nœuds :

$$i = i_1 + i_2 = 7,0 \text{ A}$$

$$i_1 = i_3 + i_5 \Rightarrow i_3 = i_1 - i_5 = 2,0 \text{ A}$$

$$i = i_3 + i_4 \Rightarrow i_4 = i - i_3 = 5,0 \text{ A}$$

- 2) On applique la loi des mailles :

$$E = u_1 + u_3 \Rightarrow u_1 = E - u_3 = 15,0 \text{ V}$$

$$E = u_2 + u_4 \Rightarrow u_2 = E - u_4 = 8,0 \text{ V}$$

$$u_3 = u_4 + u_5 \Rightarrow u_5 = u_3 - u_4 = -7,0 \text{ V}$$

- 3) La puissance fournie par le générateur est :

$$\mathcal{P}_g = E i = 140,0 \text{ W}$$

- 4) Sur ce schéma, la dipôle D_5 est en convention récepteur. Dans cette convention : $\mathcal{P}_5 = u_5 i_5 = -7,0 \text{ W} < 0$. C'est donc un générateur.

Exercice n°5 - Résistance équivalente

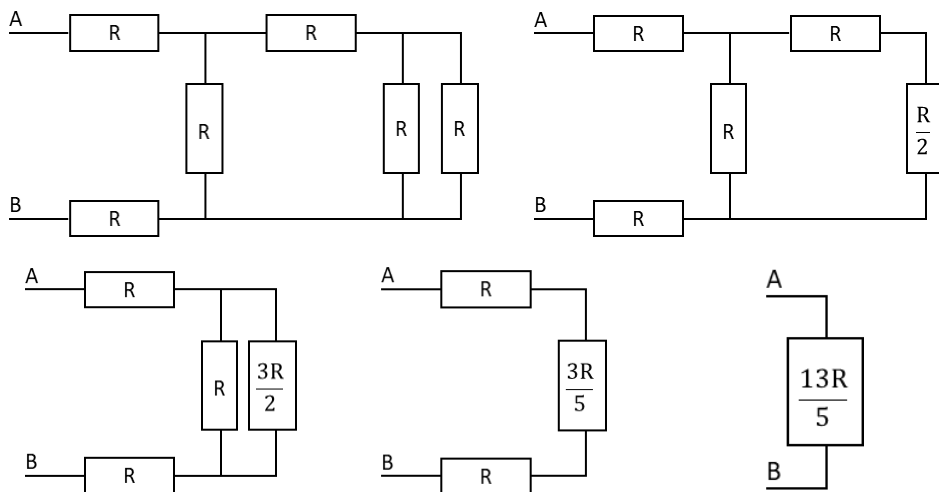


La notation \parallel signifie « en parallèle de ».

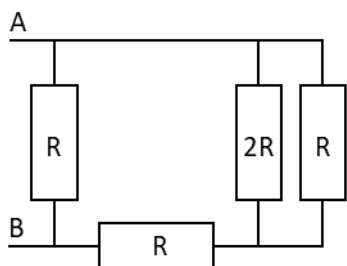
- 1) On a une résistance R en dérivation avec 3 résistances R en série. Ainsi :

$$R_{eq} = R \parallel 3R = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{3R} \right)^{-1} = \frac{3R}{4}$$

- 2) On peut réaliser la suite de transformations suivante :

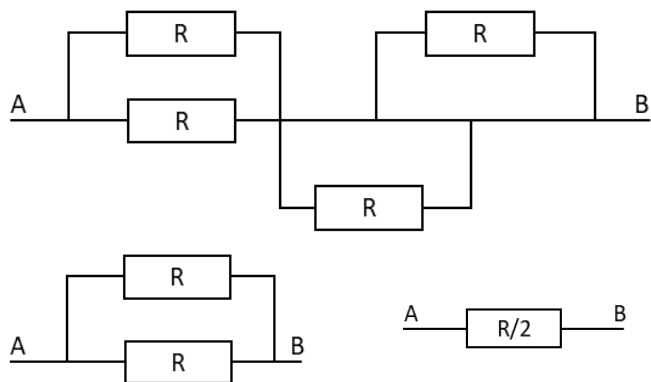


3) On peut réécrire le circuit de la manière suivante. On en déduit la résistance équivalente :



$$\begin{aligned}
 R_{\text{eq}} &= R \parallel (R + (2R \parallel R)) \\
 &= R \parallel \left(R + \frac{2R}{3} \right) \\
 &= R \parallel \frac{5R}{3} \\
 &= \boxed{\frac{5R}{8}}
 \end{aligned}$$

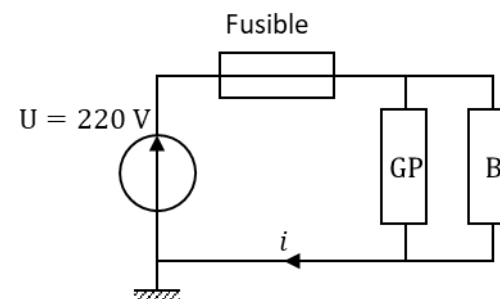
4) On remarque le fil court-circuite les deux résistances de droite.



Exercice n°6 - Utilisation d'une multiprise



1) Schéma du montage :



2) Le grille-pain (GP) et la bouilloire (B) se comportent tous les deux comme des conducteurs ohmiques. La puissance consommée vaut :

$$\mathcal{P} = UI$$

On en déduit l'intensité dans chaque branche :

$$i_{\text{GP}} = \frac{1000}{220} = 4,55 \text{ A} \quad i_{\text{B}} = 5,91 \text{ A}$$

L'intensité du courant passant à travers le fusible vaut donc :

$$i = i_{\text{GP}} + i_{\text{B}} = 10,45 \text{ A} > 10,0 \text{ A}$$

Non, l'étudiant ne peut pas utiliser de manière simultanée sa bouilloire et son grille-pain.

3) On rappelle le lien entre puissance et énergie :

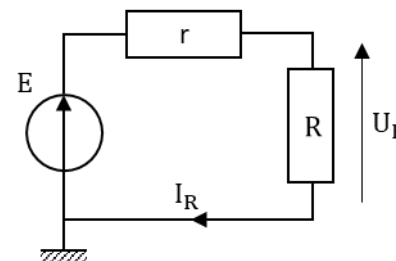
$$\mathcal{E} = \int \mathcal{P} dt$$

La bouilloire consomme donc $\mathcal{E} = 780 \text{ kJ}$ en 10 minutes.

Exercice n°7 - Radiateur



1) Schéma du montage expérimental :



On a :

$$I_R = \frac{E}{r + R}$$

$$\mathcal{P}_R = I_R U_R = R I_R^2 = R \left(\frac{E}{r + R} \right)^2$$

2) On cherche la valeur de R qui maximise \mathcal{P}_R .

$$\begin{aligned} \frac{d\mathcal{P}_R}{dR} = 0 &= \frac{(r + R')^2 - 2R'(r + R')}{(r + R')^2} E^2 \\ \Rightarrow 0 &= (r + R') - 2R' \\ \Rightarrow \boxed{R' = r} \end{aligned}$$

Pour prouver qu'il s'agit bien d'un maximum (et non d'un minimum), on peut comparer par rapport à une autre valeur de R (c'est plus simple que de calculer la dérivée seconde) :

$$\mathcal{P}_R(r) = \frac{E^2}{4r} > \mathcal{P}_R(0) = 0$$

Exercice n°8 - Méthode de la tension moitié



1) Formule du pont diviseur de tension :

$$U = E \frac{R_V}{r + R_V}$$

2) On contient une résistance infinie en débranchant la résistance (circuit ouvert). Dans ce cas,

$$U = \lim_{R_V \rightarrow +\infty} E \frac{R_V}{r + R_V} = E$$

3) On obtient $U = E/2$ lorsque $\boxed{R_V = r}$.

Exercice n°9 - Pont de Wheatstone



1) Voir schéma ci-après.

La loi des mailles donne les deux relations suivantes :

$$U = U_3 - U_1 = R(T)I_2 - R_V I_1$$

$$U = U_2 - U_4 = R_0 I_1 - R_0 I_2$$

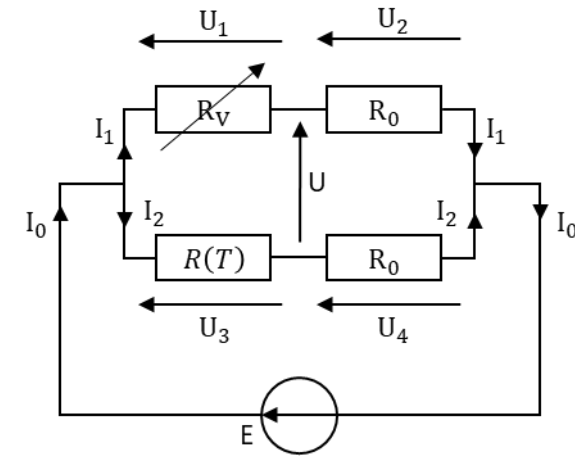
Ainsi, si $U = 0$, on obtient :

$$R(T)I_2 = R_V I_1 \quad \text{et} \quad R_0 I_1 = R_0 I_2$$

Finalement,

$$\boxed{R(T) = R_V}$$

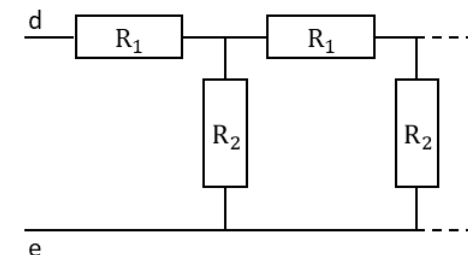
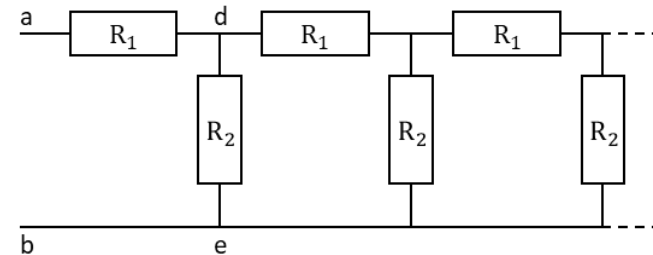
2) Mesurer une résistance à l'ohmmètre nécessite de la retirer du circuit. Cette méthode permet donc de mesurer une résistance sans démonter le circuit.



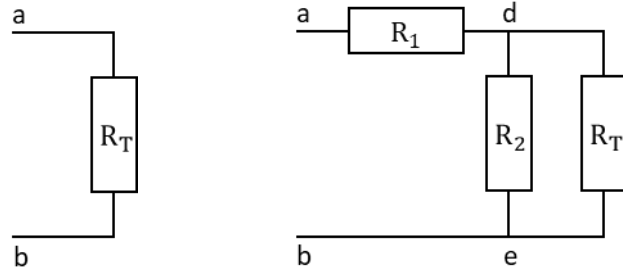
Exercice n°10 - Modélisation d'une fibre nerveuse



1) La chaîne étant infinie, les deux circuits ci-dessous sont équivalents.



Ils possèdent donc la même résistance équivalente notée R_T . On peut donc réécrire le montage de deux manière différentes (équivalentes) :



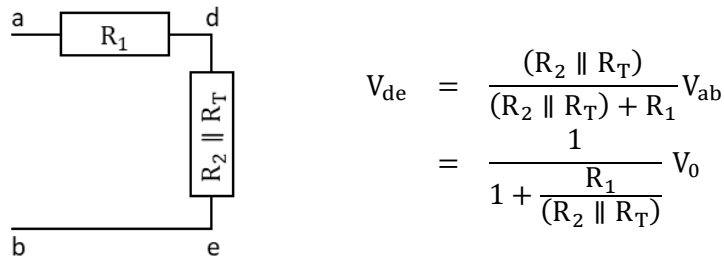
La résistance équivalente entre a et b des deux montages est donc la même. Ainsi,

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + (R_2 \parallel R_T) \\ \Rightarrow R_T &= R_1 + \frac{R_2 R_T}{R_2 + R_T} \\ \Rightarrow R_T^2 - R_T R_1 - R_1 R_2 &= 0 \end{aligned}$$

Parmi les deux solutions de cette équation, seule la suivante est positive (et peut donc correspondre à la valeur d'une résistance) :

$$R_T = \frac{R_1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{R_2}{R_1}} \right)$$

2) On applique la formule du pont diviseur de tension dans le schéma équivalent ci-dessous :



On en déduit :

$$\beta = \frac{R_1}{(R_2 \parallel R_T)} = R_1 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_T} \right)$$

3) On a :

$$V_1 = \frac{V_0}{1 + \beta}$$

Par symétrie de translation le long de la chaîne, on a :

$$V_{n+1} = \frac{V_n}{1 + \beta}$$

Il s'agit donc d'une suite géométrique de raison $1/(1 + \beta)$. On en déduit :

$$V_n = \frac{V_0}{(1 + \beta)^n}$$

4) Sur une distance de 2,0 mm, il y a :

$$N = \frac{2,0 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-6}} = 200 \text{ cellules.}$$

Ainsi, le potentiel est atténué d'un facteur :

$$\frac{V_0}{V_N} = (1 + \beta)^N = 35$$

Exercice n°11 - Diode



1) Lorsque la diode est bloquante, aucun courant ne passe peu importe la tension appliquée. Il s'agit donc d'un circuit ouvert.

Lorsque la diode est passante, la tension à ses bornes vaut v_s (en convention récepteur), peu importe l'intensité la traversant. Il s'agit donc d'un générateur idéal de fem v_s (à placer dans le bon sens, sens récepteur !).

2)

