

Ce TP a pour objectif, après avoir choisi le matériel adéquat, d'étudier les différents paramètres influençant l'énergie fournie par un générateur. Nous démontrerons également les lois des circuits à l'aide du principe de conservation de l'énergie dans les circuits électriques.

I) Quelles résistances choisir ?

1-1) Un conducteur ohmique dissipe de l'énergie électrique sous forme de chaleur par effet Joule.

1-2) Expression de la puissance électrique P_e reçue par un conducteur ohmique de résistance R :

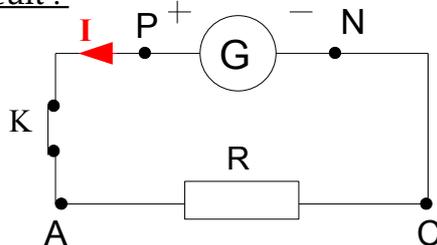
Par définition : $P_e = U_R \times I$

On sait que d'après la loi d'ohm : $U = R \times I$

On en déduit que $P_e = R \times I \times I$

Soit $P_e = R \times I^2$

2-1) Schéma du circuit :



3) Choix des résistances :

Il nous faut calculer l'intensité maximale I_{\max} que peuvent supporter les résistances proposées et comparer cette valeur avec la prévision de l'intensité du courant circulant dans la résistance selon la loi d'ohm.

Remarque : pour la boîte à décades, l'intensité maximale que peut supporter chaque décade est indiquée sur l'appareil.

- Prenons la résistance $R = 100\Omega$; $P = 0,25W$:

On a $P = R \times I_{\max}^2$ soit $I_{\max} = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{0,25}{100}} = 5,0 \times 10^{-2} A = 50 \text{ mA}$

Cette résistance ne pourra pas supporter un courant dont l'intensité sera supérieure à 50 mA.

Quelle sera la valeur de l'intensité du courant si on branche ce conducteur ohmique aux bornes du générateur de 6V ?

Selon la loi d'Ohm : $U = R \times I$ Soit $I = \frac{U}{R} = \frac{6}{100} = 6 \times 10^{-2} A = 60 \text{ mA}$.

On constate donc que $I > I_{\max}$, donc on ne peut pas utiliser cette résistance, elle n'est pas adaptée au montage.

- Pour la résistance $R = 220\Omega$; $P = 2W$:

On a de la même manière $I_{\max} = \sqrt{\frac{2}{220}} = 0,095 A = 95 \text{ mA}$

Et d'après la loi d'Ohm $I = \frac{6}{220} = 0,027 A = 27 \text{ mA}$

On constate que $I < I_{\max}$, cette résistance est donc parfaitement adaptée au montage.

Remarque : Pour les résistances de la boîte à décade, il suffit simplement de prévoir l'intensité du courant qui traversera la résistance choisie en utilisant la loi d'ohm et de vérifier que la valeur prévue est bien inférieure à l'intensité maximale que peut supporter la résistance choisie (valeur qui est indiquée sur l'appareil).

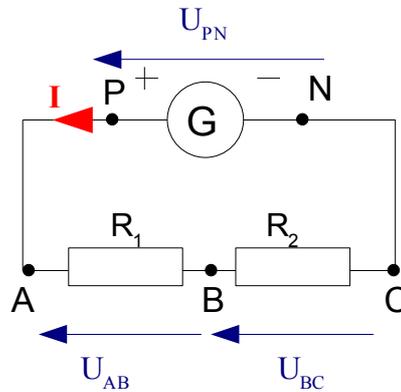
II) Quelle est l'influence de l'agencement des dipôles sur la puissance fournie par un générateur ?

II-1) Association en série de résistances :

II-1-1) Montage et mesures :

$$R_1 = 220 \, \Omega$$

$$R_2 = 100 \, \Omega$$



Mesures		
générateur	Tension	$U_{PN} = 6,33 \text{ V}$
	Intensité	$I = 20 \text{ mA}$
Résistance R_1	Tension	$U_{AB} = 4,36 \text{ V}$
	Intensité	$I = 20 \text{ mA}$
Résistance R_2	Tension	$U_{BC} = 1,97 \text{ V}$
	Intensité	$I = 20 \text{ mA}$

On constate que l'intensité du courant est identique en tout point du circuit série.

II-1-2) Loi des tensions dans un circuit série :

a) Conservation de la puissance électrique :

Calculons la puissance fournie par le générateur P_G , et les puissances reçues par les résistances (P_{R1} et P_{R2})

$$\text{On a } P_G = U_{PN} \times I = 6,33 \times 20 \times 10^{-3} = 1,3 \times 10^{-1} \text{ W}$$

$$\text{et } P_{R1} = 4,36 \times 20 \times 10^{-3} = 8,7 \times 10^{-2} \text{ W} \quad \text{et} \quad P_{R2} = 1,97 \times 20 \times 10^{-3} = 3,9 \times 10^{-2} \text{ W}$$

On vérifie que la somme des puissances reçues par les récepteurs est bien égale à la puissance fournie par le générateur :

$$P_{R1} + P_{R2} = 8,7 \times 10^{-2} + 3,9 \times 10^{-2} = 1,3 \times 10^{-1} \text{ W} = P_G$$

On a donc bien conservation de la puissance électrique dans le circuit. La puissance fournie par le générateur au circuit est bien égale à la somme des puissances reçues par les récepteurs.

b) Démonstration de la loi d'additivité des tensions :

D'après la conservation de la puissance dans le circuit on a : $P_G = P_{R1} + P_{R2}$

Or sachant que $P = U \times I$, on en déduit alors que $U_{PN} \times I = U_{AB} \times I + U_{BC} \times I$

Soit en simplifiant tout par I , on obtient la loi d'additivité des tensions dans un circuit série :

$$U_{PN} = U_{AB} + U_{BC}$$

Dans un circuit en série, la tension aux bornes du générateur est égale à la somme des tensions aux bornes des autres dipôles branchés en série.

II-1-3) Résistance équivalente du circuit :

a) Expression de R_{eq} :

D'après la loi d'additivité des tensions on a : $U_{PN} = U_{AB} + U_{BC}$

Or d'après la loi d'ohm on a $U = R \times I$ et sachant que l'intensité du courant circulant dans le circuit série est la même en tout point du circuit alors on obtient :

$$U_G = U_{req} = R_{eq} \times I$$

$$U_{AB} = R_1 \times I \quad \text{et} \quad U_{R2} = R_2 \times I$$

On obtient donc : $R_{eq} \times I = R_1 \times I + R_2 \times I$

Soit en simplifiant tout par I :

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

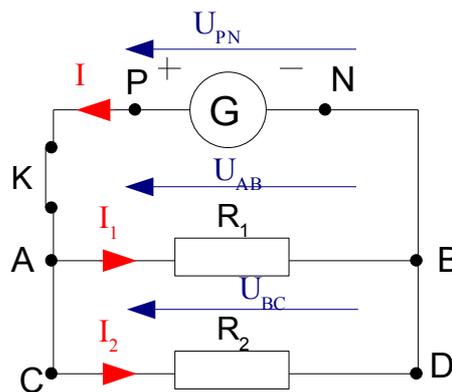
b) On vérifie a l'ohmmètre :

$$R_1 = 219,4 \, \Omega ; R_2 = 99,6 \, \Omega ; R_{eq} = 318 \, \Omega$$

On retrouve bien $R_{eq} = R_1 + R_2$

II-2) Association de résistances en dérivation :

II-2-1) Montage et mesures :



Mesures		
générateur	Tension	$U_{PN} = 6,33 \text{ V}$
	Intensité	$I = 98 \text{ mA}$
Résistance R_1	Tension	$U_{AB} = 6,27 \text{ V}$
	Intensité	$I_1 = 29 \text{ mA}$
Résistance R_2	Tension	$U_{BC} = 6,25 \text{ V}$
	Intensité	$I_2 = 70 \text{ mA}$

On constate que la tension aux bornes de chacun des dipôles est constante et identique à la tension aux bornes du générateur.

II-2-2) Loi des nœuds dans un circuit en dérivation :

a) Conservation de la puissance électrique dans le circuit :

$$\text{On a } P_G = 6,33 \times 98 \times 10^{-3} = 6,2 \times 10^{-1} \text{ W}$$

$$P_{R1} = 6,27 \times 29 \times 10^{-3} = 1,8 \times 10^{-1} \text{ W}$$

$$P_{R2} = 6,25 \times 70 \times 10^{-3} = 4,4 \times 10^{-1} \text{ W}$$

On constate que $P_{R2} + P_{R1} = 4,4 \times 10^{-1} + 1,8 \times 10^{-1} = 6,2 \times 10^{-1} \text{ W} = P_G$

Il y a donc bien conservation de la puissance dans le circuit.

b) Loi des nœuds :

On a d'après la conservation de la puissance électrique dans le circuit $P_{R2} + P_{R1} = P_G$

$$\text{Soit } U_{AB} \times I_1 + U_{BC} \times I_2 = U_{PN} \times I$$

Sachant que $U_{AB} = U_{BC} = U_{PN}$ on en déduit la loi d'additivité des l'intensité dans un circuit en dérivation :

$$\mathbf{I = I_1 + I_2}$$

II-2-3) Résistance équivalente :

a) Expression de la résistance équivalente :

D'après la loi d'additivité des intensités dans un circuit en dérivation on a $I = I_1 + I_2$

$$\text{Or d'après la loi d'ohm : } U = R \times I \quad \text{Soit } I = \frac{U}{R}$$

$$\text{On obtient donc : } \frac{U_{PN}}{R_{eq}} = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{BC}}{R_2}$$

Sachant que $U_{PN} = U_{AB} = U_{BC}$ on obtient donc

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

b) Vérification à l'ohmmètre :

$$\text{On a : } R_{eq} = 64 \, \Omega \quad \text{soit } \frac{1}{64} = 1,6 \times 10^{-2}$$

$$R_1 = 219 \, \Omega \quad \text{soit } \frac{1}{219} = 4,6 \times 10^{-3}$$

$$R_2 = 90 \, \Omega \quad \text{soit } \frac{1}{90} = 1,1 \times 10^{-2}$$

On retrouve bien expérimentalement la relation $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

II-3) Conclusion :

a) La valeur de la résistance équivalente d'une association de conducteurs ohmiques en série est supérieure à la plus grande des résistances associées en série. (ici $R_{eq} > R_1$)

b) La résistance équivalente d'une association de conducteurs ohmiques en dérivation est plus petite que la plus petite des résistances associées en dérivation. (ici $R_{eq} < R_2$).

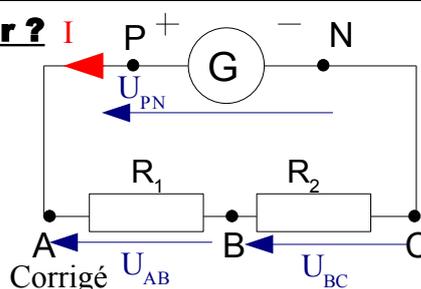
c) Sachant que la résistance équivalente d'un circuit en dérivation est plus faible que la plus petite des résistances du circuit, alors qu'elle est supérieure à la plus élevée dans un circuit en série, on en déduit que pour une tension identique, le générateur débitera un courant de plus forte intensité dans un circuit en dérivation (car la résistance équivalente y est plus faible) que dans un circuit en série constitué des mêmes dipôles (ou la résistance équivalente est plus élevée). Sachant que la puissance est égale au produit de U et I, on en déduit qu'à U identique, la puissance fournie par la générateur a un circuit en dérivation sera plus importante que si ces mêmes dipôles sont branchés en série.

III) Qu'elle est l'influence de la valeur de la force électromotrice sur la puissance fournie par un générateur ?

On reprend le circuit suivant :

$$R_1 = 220 \, \Omega$$

$$R_2 = 100 \, \Omega$$



1) Mesures :

- Pour $E = 6V$: on mesure $I = 21 \text{ mA}$
- Pour $E = 12V$: on mesure $I = 40 \text{ mA}$.

2) On multiplie les valeurs de I mesurées par la résistance équivalente du circuit :

- $I \times (R_1 + R_2) = 21 \times 10^{-3} \times (220+100) = 6,72 \text{ V}$
- $I \times (R_1 + R_2) = 40 \times 10^{-3} \times (220+100) = 12,8 \text{ V}$

On retrouve les valeurs des f.e.m du générateur.

3) Expression de I en fonction de E :

On en déduit donc que l'intensité du courant délivré par le générateur est égale à :

$$I = \frac{E}{R_{eq}}$$