

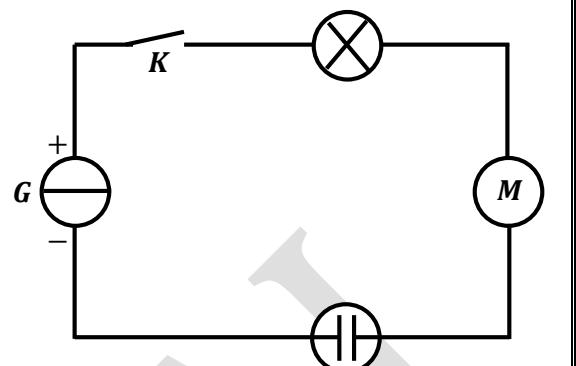
Transfert de l'énergie dans un circuit électrique - Puissance électrique

I. Transfert d'énergie au niveau d'un récepteur :

Mise en évidence de transfert d'énergie d'un récepteur :

Activité expérimentale :

Considérons un circuit électrique comportant un générateur de courant continu, une lampe, un moteur, un interrupteur et un électrolyseur qui contient une solution de soude ($Na^+ + HO^-$).



Observation :

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K on constate que :

- La lampe s'allume et s'échauffe.
- Le moteur tourne et s'échauffe.
- Au niveau de l'électrolyseur il y'a un dégagement de O_2 et de H_2 , due à la réaction entre l'eau et HO^- (réaction oxydo-réduction) et on constate l'élévation de la température.

Interprétation :

Dans cette expérience on a mis en évidence les différents types de transfert d'énergie électrique fournie par le générateur :

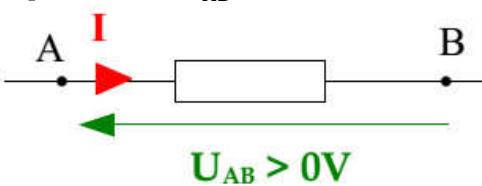
- Au niveau de la lampe il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie rayonnante et en énergie thermique.
- Au niveau de l'électrolyseur il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie chimique et en énergie thermique.
- Au niveau du moteur il y'a transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique et en énergie thermique.

Conclusion :

Le générateur est une source d'énergie électrique, c'est lui qui fournit l'énergie électrique aux autres composants du circuit, alors que la lampe, l'électrolyseur et le moteur sont des récepteurs qui reçoivent l'énergie électrique et la transforment en d'autres formes d'énergie (comme l'énergie mécanique, chimique, thermique, rayonnante ...).

Dipôle en convention récepteur :

Par convention, lorsqu'un récepteur (dipôle AB) est parcouru par un courant allant de A vers B , la tension U_{AB} est positive. La flèche représentant U_{AB} est alors dans le sens opposé à celui du courant.



Puissance électrique reçue par un récepteur :

En courant continu, la puissance électrique P_e reçue par un récepteur est égale au produit de la tension U_{AB} à ses bornes par l'intensité I du courant qui le traverse : $P_e = U_{AB} \times I$

P_e : s'exprime en watt (W) ; U_{AB} : en volt et I en ampère.

Énergie électrique reçue par un récepteur :

En mécanique que la puissance d'une force \vec{F} qui effectue un travail $W(\vec{F})$ pendant une durée Δt vaut

$$P = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} ;$$

Par analogie, la puissance électrique reçue par un récepteur pendant une durée Δt est : $P_e = \frac{E_e}{\Delta t}$.

Avec : E_e : l'énergie électrique reçue par un récepteur pendant la durée Δt ;

$$E_e = P_e \times \Delta t$$

$$E_e = U_{AB} \times I \times \Delta t$$

Comportement global d'un circuit

I. Distribution de l'énergie reçue par un générateur :

Caractéristique d'un générateur :

La caractéristique d'un générateur est la représentation graphique $U_{PN} = f(I)$, c'est une fonction linéaire décroissante.

L'expression de la tension aux bornes du générateur :

$$U_{PN} = E - r \cdot I$$

U_{PN} : La tension aux bornes du générateur en (V) ;

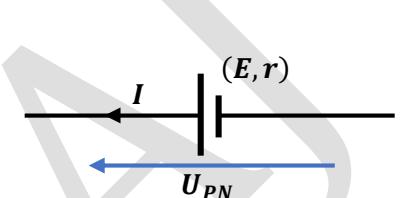
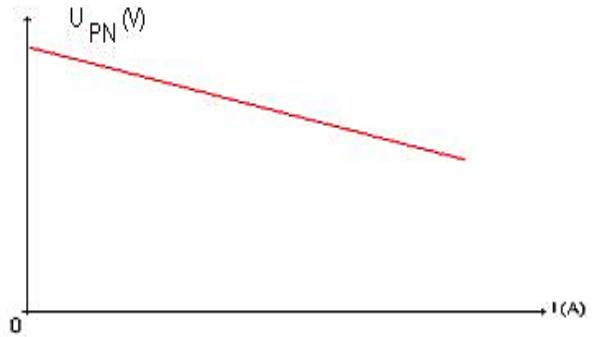
E : La force électromotrice du générateur en (V) ;

r : La résistance interne du générateur en (Ω) .

Le symbole d'un générateur dans un circuit électrique est :

En convention générateur U_{PN} et I sont de même sens.

La courbe qui représente la variation de la tension $U_{PN} = f(I)$ est une droite. Son coefficient directeur égal à : $-r = \frac{\Delta U_{PN}}{\Delta I}$



Bilan énergétique d'un générateur :

L'expression de la tension aux bornes du générateur : $U_{PN} = E - r \cdot I$

En multipliant les deux membres de cette égalité par $I \cdot \Delta t$

$$U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t = (E - r \cdot I) \cdot I \cdot \Delta t$$

$$U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t = E \cdot I \cdot \Delta t - r \cdot I \cdot I \cdot \Delta t$$

$$E \cdot I \cdot \Delta t = U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t + r \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

$E_T = E \cdot I \cdot \Delta t$: est l'énergie totale fournie par le générateur.

$E_u = U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t$: est l'énergie utile (fournit par le générateur au circuit)

$E_{Th} = E_j = r \cdot I^2 \cdot \Delta t$: est l'énergie thermique dissipée par effet joule dans le générateur.

Donc une partie de l'énergie totale fournie par le générateur est dissipée par effet Joule au niveau sa résistance interne r et l'autre partie est reçue par le circuit.

On a : $P = \frac{E}{\Delta t}$, en divisant les deux membres de la relation par Δt , elle devient :

$$E \cdot I = U_{PN} \cdot I + r \cdot I^2$$

$$P_T = P_u + P_{Th}$$

$P_T = E \cdot I$: est la puissance électrique totale fournie par le générateur.

$P_u = U_{PN} \cdot I$: est la puissance électrique utile, reçue par le circuit.

$P_{Th} = P_j = r \cdot I^2$: est la puissance thermique dissipée par effet joule dans le générateur.

Rendement d'un générateur :

Le rendement d'un générateur est le rapport de la puissance utile sur la puissance totale fournie par le générateur.

$$\rho = \frac{P_u}{P_T} = \frac{U_{PN} \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U_{PN}}{E} = \frac{E - r \cdot I}{E} = 1 - \frac{r \cdot I}{E}$$

$\rho < 1$: le rendement est une grandeur sans unité, elle est souvent donnée en pourcentage.

Exemple : pour un générateur de f.e.m. $E = 6V$ et de résistance interne $r = 1\Omega$, fournit au circuit un courant électrique continu d'intensité : $I = 0,36A$

Le rendement : $\rho = 1 - \frac{r \cdot I}{E} = 1 - \frac{1 \times 0,36}{6} = 0,94 = 94\%$