

Bilan énergétique des récepteurs électriques

Tous les dispositifs alimentés en énergie électrique sont des récepteurs électriques. Ils reçoivent un travail électrique et le convertissent en d'autres formes d'énergie; ils peuvent également le stocker sous forme d'énergie chimique. Ce sont des convertisseurs.

Puissance et énergie électriques reçues en courant continu:

Lorsqu'un courant électrique d'intensité I traverse un dipôle récepteur de A vers B, la tension $U = U_{AB}$ est positive. La puissance électrique reçue par le récepteur est: $P_E = U \cdot I$; P_E s'exprime en watt (W), U en volt (V) et I en ampère (A).

En courant continu, la puissance reçue par le récepteur ne varie pas au cours du temps.

La puissance nominale d'un récepteur est la puissance pour laquelle il fonctionne normalement sous la tension indiquée par le constructeur.

Pendant une durée Δt , l'énergie reçue par un récepteur électrique est donc égale à :

$$W_E = P_E \cdot \Delta t = U \cdot I \cdot \Delta t$$

W_E s'exprime en joule (J), Δt en seconde (s) et P_E en watt (W).

L'énergie électrique est couramment exprimée en kilowattheure (kW. h) : $1 \text{ kW.h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Application:

Le voyant lumineux d'un appareil électrique comporte une diode électroluminescente (D. E. L.). Lorsque la tension aux bornes de la D. E. L. est égale à 1,8 V, l'intensité du courant qui la traverse vaut 15 mA.

1) Calculer la puissance électrique consommée par la D.E.L.

2) Le kilowattheure coûtant 0,75 F, quel est le coût de fonctionnement de cette D. E. L. au cours d'une année, en supposant qu'elle brille en permanence ?

Réponse:

1) La puissance électrique consommée par la D.E.L. est donnée par $P_E = U \cdot I$, soit :

$$P_E = 1,8 \times 15 \cdot 10^{-3} = 27 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

2) L'énergie électrique consommée annuellement est donnée par $W_E = P_E \cdot \Delta t$, soit:

$$W_E = 27 \cdot 10^{-3} \times 365 \times 24 \times 3600 = 8,51 \cdot 10^5 \text{ J} \quad W_E = 8,51 \cdot 10^5 \text{ J} = 0,236 \text{ kW.h}$$

Le prix de revient annuel est donc: $0,236 \times 0,75 = 0,18 \text{ F}$.

Ce coût est très faible; cela justifie l'utilisation d'une D. E. L. comme voyant lumineux.

Bilan énergétique dans un conducteur ohmique:

Les conducteurs ohmiques sont caractérisés par:

une résistance R , exprimée en ohm (Ω);

une loi de fonctionnement, appelée loi d'Ohm: $U = R \cdot I$.

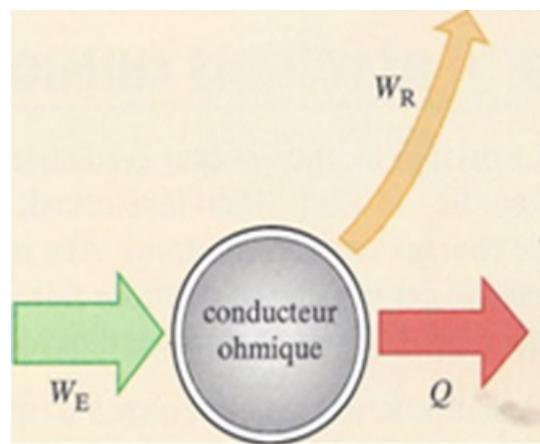
La puissance électrique reçue est égale à: $P_E = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$

L'énergie électrique W_E , reçue pendant la durée Δt , est donc:

$$W_E = R \cdot I^2 \cdot \Delta t.$$

Que devient cette énergie électrique reçue?

Tout conducteur parcouru par un courant s'échauffe; sa température augmente en régime transitoire puis se fixe à une valeur constante lorsque toute l'énergie électrique reçue est évacuée à l'extérieur sous forme de chaleur. La conversion, par un conducteur ohmique, du travail électrique en chaleur et en énergie rayonnante s'appelle *l'effet Joule*.



NB: Dans un conducteur ohmique, en fonctionnement normal, l'énergie rayonnante W_R est négligeable devant la chaleur Q . Donc: $W_E = Q$; or $W_E = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$ d'où $Q = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$.

Bilan énergétique dans un électrolyseur:

L'électrolyseur, traversé par un courant, reçoit du travail électrique; il est le siège de transformations chimiques: de l'énergie électrique est convertie en énergie chimique.

La puissance électrique reçue par l'électrolyseur est: $P_E = U \cdot I$,

En régime de fonctionnement linéaire : $U = E + r \cdot I$,

$$\text{donc: } P_E = E \cdot I + r \cdot I^2$$

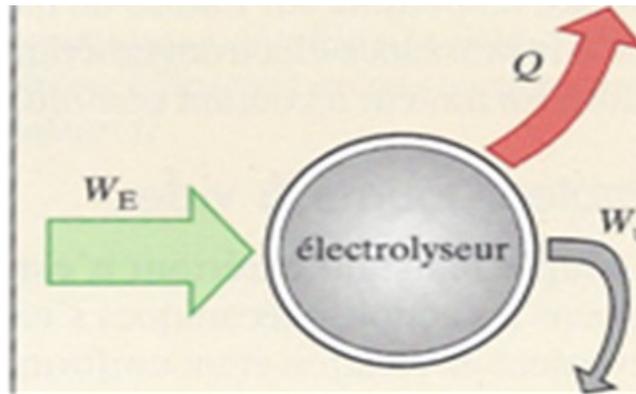
Pendant la durée Δt , le travail électrique reçu est:

$$W_E = E \cdot I \cdot \Delta t + r \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Cette relation fait apparaître deux termes :

le terme $E \cdot I \cdot \Delta t$: il correspond à la partie du travail électrique transformée aux électrodes en énergie chimique fournie à l'électrolyte (énergie microscopique) ; c'est l'énergie utile W_u ;

le terme $r \cdot I^2 \cdot \Delta t$: il correspond à la partie du travail électrique transférée à l'extérieur sous forme de chaleur (effet Joule).



En régime de fonctionnement linéaire, le rendement de l'électrolyseur s'écrit:

$$\eta = \frac{W_u}{W_E} = \frac{E \cdot I \cdot \Delta t}{U \cdot I \cdot \Delta t} = \frac{E}{U}$$