

Chapitre 13

Énergie électrique

1. Intensité d'un courant continu

L'intensité I d'un courant électrique continu peut s'interpréter microscopiquement comme le débit de charges électriques traversant une section S d'un fil électrique.

Dans un fil électrique, les électrons sont les porteurs de charge électrique

$$I = \frac{N \times e}{\Delta t}$$

Unités du Système international :

I en ampère (A) ;

N le nombre d'électrons traversant la section S pendant la durée considérée ;

e en coulomb (C) : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$;

Δt , la durée considérée, en seconde (s).

Exemple

Un courant électrique continu d'intensité $I = 1,0 \text{ A}$ circule pendant une durée $\Delta t = 1,0 \text{ s}$, le nombre N de porteurs de charge ayant circulé à travers une section de fil est :

$$N = \frac{I \times \Delta t}{e} = \frac{1,0 \text{ A} \times 1,0 \text{ s}}{1,6 \times 10^{-19} \text{C}} = 6,3 \times 10^{18} \text{ électrons.}$$

Soit un ordre de grandeur de 10^{19} électrons par seconde pour une intensité de 1 A.

À l'échelle macroscopique, le sens conventionnel de circulation du courant électrique correspond au sens contraire de déplacement des électrons (de charge électrique $-e$) à l'échelle microscopique.

Dans une solution ionique (électrolyte), les porteurs de charge électrique sont les ions de la solution.

2. Modèles d'une source de tension continue

Un générateur de tension continue constitue une source idéale de tension si la tension U_{PN} à ses bornes reste constante quelle que soit la valeur de l'intensité I du courant électrique débitée par ce générateur : $U_{PN} = E$ pour tout I .

E est la force électromotrice (f.é.m.) du générateur en volt (V)

Une source réelle de tension continue peut être modélisée comme l'association en série d'une source idéale de tension continue de force électromotrice E et d'une résistance interne r .

Conséquences pratiques :

- La tension délivrée par une source réelle de tension diminue lorsque l'intensité du courant électrique débitée dans le circuit augmente.
- La présence d'une résistance interne peut provoquer l'échauffement de la source de tension continue pendant son fonctionnement. Il est également nécessaire de tenir compte de la diminution de la tension aux bornes du générateur pour des courants de grande intensité, en choisissant parfois une source de tension de force électromotrice plus grande.

3. Puissance et énergie électriques

3.1 - Bilans de puissance et d'énergie électriques dans un circuit

La puissance électrique délivrée par une source idéale de tension continue est égale à $E \times I$. Son énergie est égale à $E \times I \times \Delta t$.

La puissance électrique dissipée par un dipôle ohmique (une résistance) est égale à $R \times I^2$. Son énergie est égale à $R \times I^2 \times \Delta t$.

Voici quelques ordres de grandeur de puissances électriques fournies ou consommés :

Calculatrice : 10^{-3} W (1 mW) ;

Lampe de poche : 1 W ;

Électroménager : 10^3 W (1 kW) ;

Moteur TGV : 10^6 W (1 MW) ;

Centrale électrique : 10^9 W (1 GW).

Dans un circuit électrique ou dans une installation électrique, la puissance (ou l'énergie) fournie par la source de tension continue au circuit est égale à la somme des puissances reçues (ou des énergies reçues) par les différents récepteurs.

3.2 - Rendement d'un convertisseur

Le rendement η d'un convertisseur est le rapport de la puissance (ou de l'énergie) utile par la puissance (ou l'énergie) reçue :

$$\eta = \frac{\mathcal{P}_{\text{utile}}}{\mathcal{P}_{\text{reçue}}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}}$$

Unités du Système international :

$\mathcal{P}_{\text{utile}}$ et $\mathcal{P}_{\text{reçue}}$ en watt (W) ;

$\mathcal{E}_{\text{utile}}$ et $\mathcal{E}_{\text{reçue}}$ en joule (J).

Remarque

Le rendement η est toujours inférieur à 1. Le rendement peut également être exprimé sous forme de pourcentage.

L'énergie se conserve : $\mathcal{E}_{\text{ou}} \mathcal{P}_{\text{reçue}} = \mathcal{E}_{\text{ou}} \mathcal{P}_{\text{utile}} + \mathcal{E}_{\text{ou}} \mathcal{P}_{\text{dissipée}}$

Dans une chaîne énergétique, les réservoirs d'énergie sont représentés par des rectangles et un convertisseur d'énergie par un ovale.

Vocabulaire

- Une pile est un convertisseur d'énergie chimique en énergie électrique.
- Un accumulateur est communément appelé « pile rechargeable », c'est un convertisseur qui permet de réaliser une conversion d'énergie chimique en énergie électrique et réciproquement.
- Une batterie est le plus souvent constituée de plusieurs accumulateurs.