

# GRANDEURS PÉRIODIQUES

---

## I. GRANDEURS VARIABLES

---

### 1. NOTATIONS

Nous représentons par une lettre minuscule la valeur instantanée d'une grandeur électrique variable (intensité de courant  $i$ , tension  $u$ ). La valeur maximale de cette grandeur sera noté  $\hat{U}$  ( $U_{\max}$ ) et sa valeur minimale  $\check{U}$  ( $U_{\min}$ ).

### 2. REMARQUE

A instant  $t$  donné, un courant variable  $i$  a une valeur fixe, c'est comme si, à cet instant, le circuit électrique était traversé par un courant continu de valeur  $i$  constante. Nous en déduisons que: **toutes les lois du courant continu s'appliquent aux valeurs instantanées des courants variables.**

### 3. MESURES

Les valeurs instantanées d'une tension et d'une intensité (évolution de la tension ou du courant au cours du temps) peuvent être visualisées et mesurées sur l'écran d'un oscilloscope avec éventuellement des sondes différentielles et des sondes de courant.

---

## II. CARACTÉRISTIQUES DES GRANDEURS PÉRIODIQUES

---

### 1. PÉRIODE ET FRÉQUENCE

#### 1.1. Définition de la période

La période d'une grandeur périodique est la durée  $T$ , exprimée en secondes, qui sépare deux instants consécutifs, où la grandeur se reproduit identiquement à elle-même.

$$u(t+T) = u(t)$$

#### 1.2. Définition de la fréquence

La fréquence  $f$ , exprimée en Hertz (Hz) d'une grandeur périodique, est égale au nombre de périodes par seconde. La fréquence est égale à l'inverse de la période.

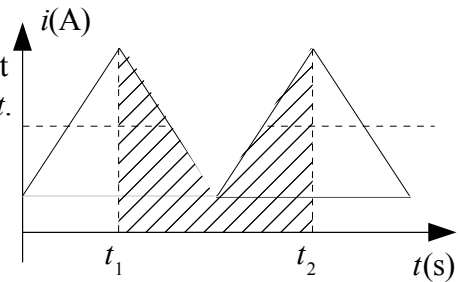
$$f \text{ (en Hz)} = \frac{1}{T \text{ (en secondes)}}$$

**2. VALEUR MOYENNE D'UNE GRANDEUR PÉRIODIQUE**

**2.1. Intensité moyenne d'un courant variable.**

**a) Définition**

Considérons un courant continu, d'intensité  $I$  constante. Pendant la durée  $\Delta t = t_2 - t_1$ , il transporte une charge électrique  $\Delta q = I \cdot \Delta t$ . Ce produit est matérialisé par l'aire du rectangle colorié sous la courbe.



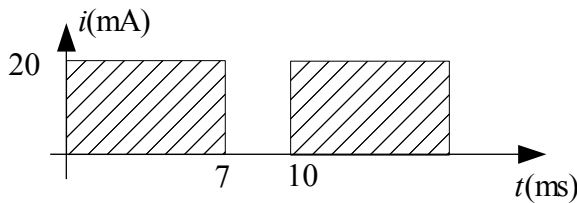
**Définition:** On appelle intensité moyenne entre  $t_1$  et  $t_2$ , d'un courant variable, l'intensité du courant continu qui transporterait la même charge  $\Delta q$ , pendant la même durée  $\Delta t = t_2 - t_1$ ; elle est notée  $\langle i \rangle$  ou  $\bar{i}$ .

**b) Principe de calcul**

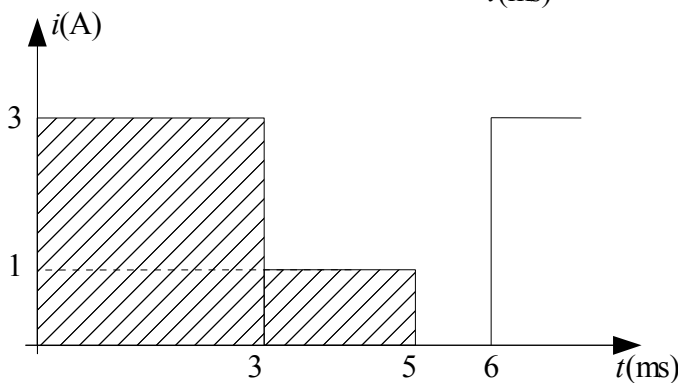
Pour des courants périodiques, on calculera l'intensité moyenne du courant sur une période. Comme dans le cas du courant continu, la quantité d'électricité ( $\Delta q$ ) transportée par le courant périodique sera matérialisé par l'aire de la surface limitée par la courbe de variations de  $i=f(t)$  et les verticales d'abscisses  $t$  et  $t+T$

$$\langle i \rangle = \frac{[Aire]}{T} = \frac{\Delta q}{T} \quad \text{ou} \quad \langle i \rangle = \frac{1}{T} \int i(t) dt$$

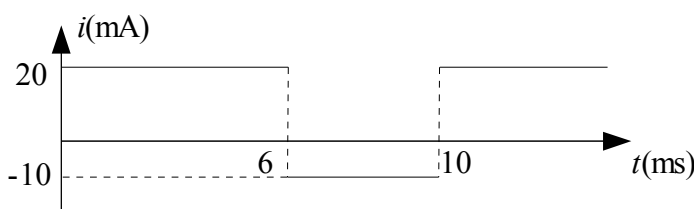
**c) Exercices d'application**



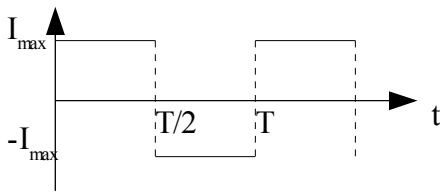
$$\langle i \rangle = \frac{\Delta Q}{T} = 14 mA$$



$$\langle i \rangle = 1,8 A$$



$$\langle i \rangle = 8 mA$$



Un courant périodique de valeur moyenne nulle est appelé un courant alternatif, symétrique.

**d) Mesures de l'intensité moyenne**

Les ampèremètres magnétoélectriques (symbole ) mesure directement l'intensité moyenne d'un courant variable. La déviation de l'aiguille étant proportionnelle à la valeur moyenne du courant, ce type d'ampèremètre est utilisable quelle que soit la fréquence.

Les ampèremètres numériques, avec le selecteur en position DC indiquent également l'intensité moyenne.

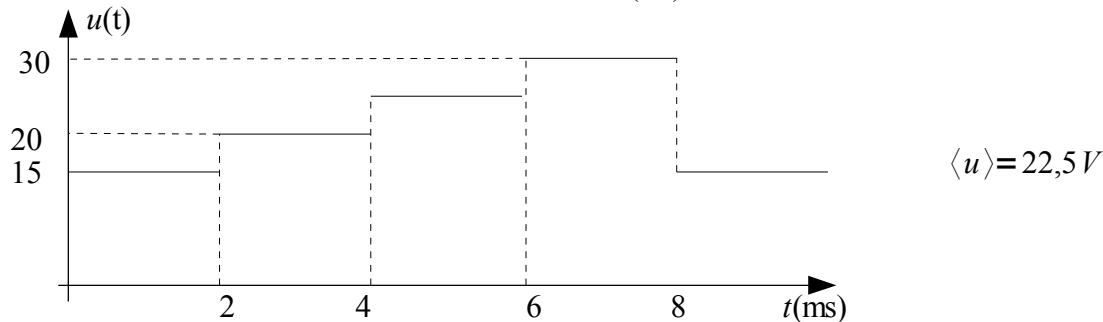
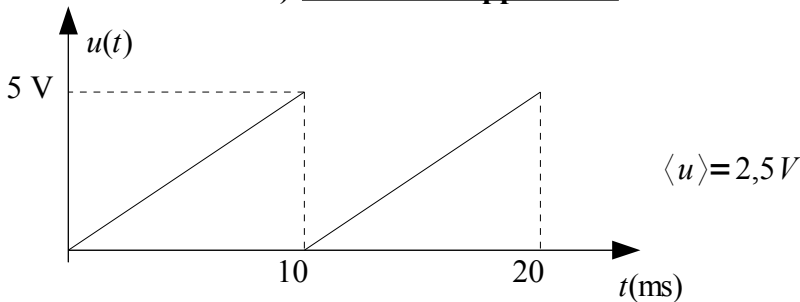
**2.2. Valeur moyenne d'une tension variable.**

**a) Principe**

La méthode des aires, utilisée pour déterminer l'intensité moyenne, s'applique de la même façon pour calculer la valeur moyenne d'une tension variable.

La mesure s'effectue à l'aide d'un voltmètre magnétoélectrique ou numérique en position DC.

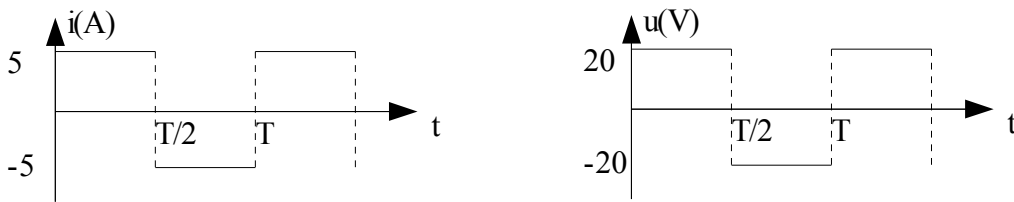
**b) Exercices d'application**



**2.3. Valeur moyenne d'une puissance**

Soit un dipôle récepteur parcouru par un courant  $i$  variable sous une tension  $u$  (variable). La puissance s'exprime par la relation  $p = u.i$ . La puissance moyenne  $P = \langle p \rangle = \bar{p}$  est donnée par la relation  $P = \langle u.i \rangle$ .

Elle se calcule par la méthode des aires. Le wattmètre mesure directement la valeur moyenne de la puissance.



Entre 0 et  $\frac{T}{2}$ ,  $u = 20 \text{ V}$  et  $i = 5 \text{ A} \Rightarrow P = u.i = 100 \text{ W}$

entre  $\frac{T}{2}$  et  $T$ ,  $u = -20 \text{ V}$  et  $i = -5 \text{ A} \Rightarrow P = u.i = 100 \text{ W}$

On en déduit  $\langle p \rangle = 100 \text{ W}$  alors que  $\langle u \rangle = 0 \text{ V}$  et  $\langle i \rangle = 0 \text{ A}$ .  $\triangle ! \langle p \rangle = \langle u.i \rangle \neq \langle u \rangle . \langle i \rangle$

### 3. VALEUR EFFICACE D'UNE GRANDEUR PÉRIODIQUE

#### 3.1. Intensité efficace d'un courant variable

##### a) Définition

On appelle intensité efficace notée  $I$  du courant variable  $i$ , l'intensité du courant continu qui dissiperait par effet Joule, la même énergie dans la même résistance, pendant la même durée.

##### b) Cas d'un courant périodique

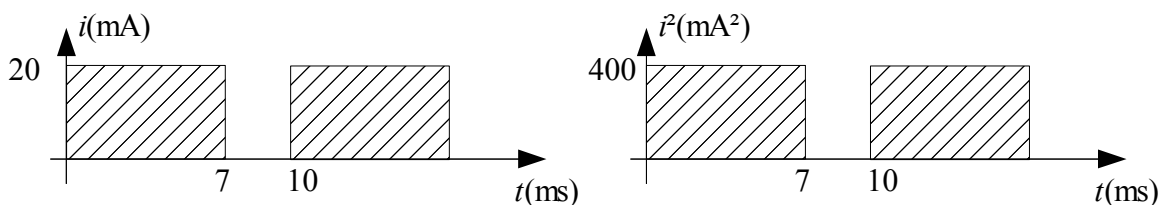
Le courant périodique  $i$  produit, aux bornes de la résistance, puissance instantanée  $p = Ri^2$ . Durant chaque période  $T$ , l'énergie créée étant la même, le courant continu fournirait une puissance constante

$$P = \frac{W}{T} = RI^2 \quad \text{qui est la valeur moyenne de } p : P = \langle p \rangle \quad \text{implique: } R.I^2 = \langle R.i^2 \rangle = R.\langle i^2 \rangle \Rightarrow I^2 = \langle i^2 \rangle$$

$$I = \sqrt{\langle i^2 \rangle}$$

##### c) Principe de calcul

1. On trace les variations de  $i^2$  en fonction du temps;
2. On calcule la valeur moyenne de  $i^2$  par la méthode des aires.
3. On prend la racine carrée de celle-ci et on obtient ainsi la valeur efficace  $I$  du courant  $i$ , quelle que soit la forme de celui-ci.



$$\langle i^2 \rangle = 280 \text{ mA}^2 \quad I = 16,7 \text{ mA}$$

Remarque: la valeur moyenne de ce courant est de 14 mA, donc l'intensité efficace est supérieure à

l'intensité moyenne.

### 3.2. Valeur efficace d'une tension variable

La valeur efficace  $U$  d'une tension variable  $u$  est telle que :  $U = \sqrt{u^2}$

On calcule  $U$ , comme auparavant, en utilisant la méthode des aires.

### 3.3. Mesure d'une valeur efficace

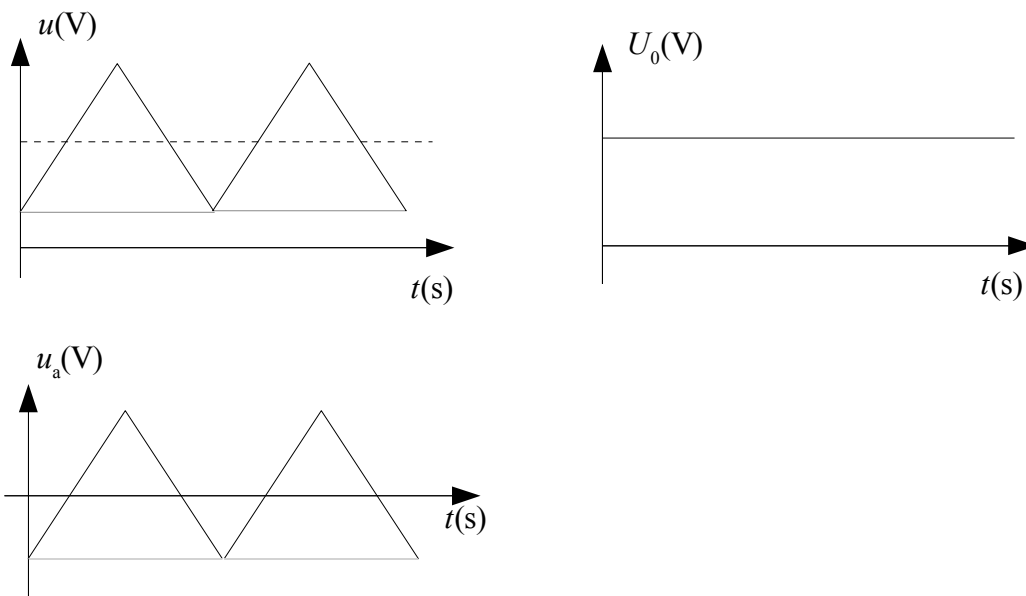
- les appareils à thermocouple ( ) sont directement basés sur la chaleur dégagée par effet Joule et mesurent donc les valeurs efficaces des courants et des tensions, quelle que soit leur forme.
- Les appareils ferromagnétiques ( ) remplissent la même fonction. Ces appareils sont limités en fréquence. Peu sensibles, et perturbateurs, ils ne sont plus très utilisés.
- Les appareils numériques dits « RMS » (root mean square) avec le sélecteur en position AC + DC mesurent aussi les valeurs efficaces.

## III. DÉCOMPOSITION D'UNE GRANDEUR PÉRIODIQUE

Toute grandeur périodique se décompose comme la somme d'une grandeur continue  $U_0$  et d'une grandeur alternative  $u_a$ .

$$u(t) = U_0 + u_a(t)$$

- la grandeur continue  $U_0$  est la valeur moyenne de  $u$
- la grandeur  $u_a$  est l'ondulation de  $u$  autour de sa valeur moyenne.



On mesure  $U_a$  (valeur efficace de  $u_a(t)$ ) avec un appareil TRMS en position AC.

$$U^2 = \langle u \rangle^2 + U_a^2$$