

TP01 : Mesure de Puissance en Monophasé

I. Rappel théorique

I. 1. Définition

La figure ci-dessous présente le schéma de principe d'un circuit monophasé.

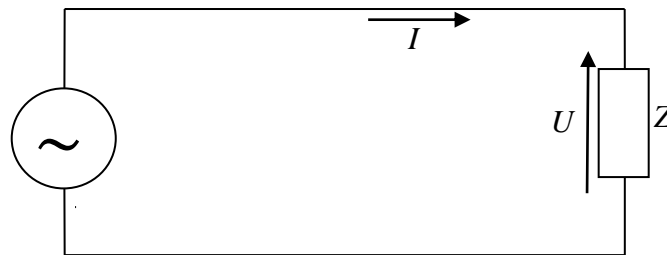


Figure. 1

Tout système électrique utilise le courant alternatif met en jeu deux formes de puissances : active et réactive.

I. 1. 1. La puissance active P

Elle se transforme intégralement en puissance utile de forme mécanique, thermique ou lumineuse. La puissance active moyenne est définie par la relation suivante :

$$P = U I \cos(\varphi) \quad (\text{W})$$

Avec φ est le déphasage entre le courant I et la tension U .

I. 1. 2. La puissance réactive Q

Elle sert à la magnétisation des circuits magnétiques des machines électriques (transformateurs et moteurs). La puissance réactive correspond une énergie réactive qui va périodiquement de la source vers le récepteur puis du récepteur vers la source, et ainsi de suite sans ne jamais être absorbée par le récepteur.

L'existence d'une puissance réactive conduit à une augmentation du courant dans le générateur et la ligne alimentant le récepteur. Cette augmentation engendre un surcroît de pertes et nécessite un surdimensionnement des moyens de transport. La puissance réactive moyenne est définie par la relation suivante :

$$Q = U I \sin(\varphi) \quad (\text{VAR})$$

I. 1. 3. La puissance apparente S

Elle est égale à la somme vectorielle des deux puissances actives et réactives (théorème de Boucherot) et elle permet de déterminer la valeur du courant absorbé par la charge. La puissance apparente est donnée par :

$$S = U I \quad (\text{VA})$$

A partir des expressions ci-dessus on peut écrire :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\cos(\varphi) = P/S \quad \text{C'est le facteur de puissance}$$

$$Q = P \cdot \operatorname{tg}(\varphi)$$

I. 1. 4. Dipôles linéaires passifs
a. Impédance et admittance

Pour un dipôle linéaire passif, la relation entre la grandeur complexe \bar{U} associé à la tension et la grandeur complexe \bar{I} associée au courant est linéaire. Si le courant et la tension sont orientés en convention récepteur, cette formule s'écrit :

$$\bar{U} = \bar{Z} \cdot \bar{I}$$

\bar{Z} est l'impédance du dipôle. Elle s'exprime en ohms (Ω). Son inverse \bar{Y} est appelé admittance du dipôle et s'exprime en siemens (S) :

$$\bar{Y} = \frac{1}{\bar{Z}}$$

La relation entre courant et tension peut ainsi se mettre sous la forme :

$$\bar{I} = \bar{Y} \bar{U}$$

L'impédance et l'admittance sont des nombres complexes qui peuvent être mis sous forme cartésienne ou sous forme trigonométrique :

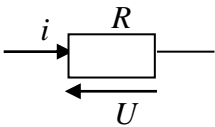
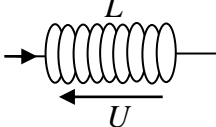
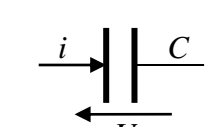
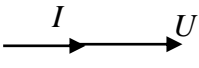
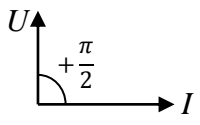
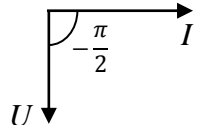
$$\bar{Z} = R + jX = |Z| e^{j\varphi}$$

$$\bar{Y} = G + jB = |Y| e^{-j\varphi}$$

R est la résistance, X la réactance, G la conductance et B la susceptance du dipôle. Les deux premières grandeurs s'expriment en ohms et les deux dernières en siemens.

b. Dipôles linéaires passifs élémentaires

Il existe trois passifs élémentaires : la résistance, la bobine et le condensateur. Nous en rappelons les principales caractéristiques dans le tableau suivant :

| | Résistance | Bobine | Condensateur |
|---|---|--|---|
| Symbole |  |  |  |
| Relation entre Tension et courant | $U = R i$ | $U = L \frac{d i}{d t}$ | $i = C \frac{d U}{d t}$ |
| Relation entre grandeurs complexes | $\bar{U} = R \bar{I}$ | $\bar{U} = jL\omega \bar{I}$ | $\bar{U} = \frac{\bar{I}}{jC\omega}$ |
| Impédance | $\bar{Z} = R$ | $\bar{Z} = jL\omega$ | $\bar{Z} = \frac{1}{jC\omega}$ |
| Relation entre valeurs efficaces | $U = R I$ | $U = L\omega I$ | $U = \frac{1}{C\omega} I$ |
| Déphasage du courant par rapport à la tension | $\varphi = 0$ | $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ | $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ |
| Représentation de Fresnel |  |  |  |

I. 2 Mesure de puissances en monophasé

La puissance active est mesurée directement par un wattmètre. Le wattmètre monophasé est un appareil de mesure de puissance en monophasé. Il est constitué de deux bobines : une bobine courant qui permet de mesurer le courant qui traverse la charge (équivalent à un ampèremètre), et une bobine tension mesurent la tension aux bornes de la charge (équivalent à un voltmètre).

L'indication du wattmètre est proportionnelle à la valeur moyenne de la puissance active en alternatif. La puissance apparente d'un système monophasé est mesurée à l'aide d'un voltmètre et un ampèremètre en calculant le produit (tension \times courant).

Concernant la puissance réactive et le facteur de puissance, ils peuvent être déduites en utilisant les relations décrites précédemment.

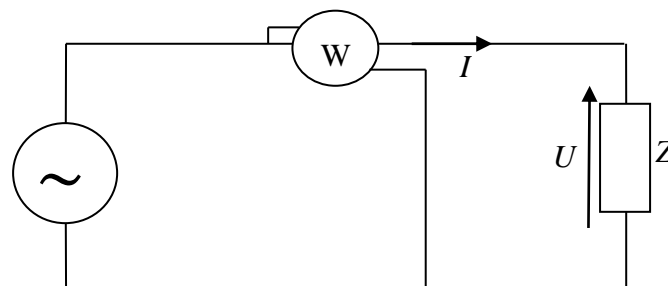


Figure. 2

II. Partie Pratique

I. 1 But de la manipulation

Apprendre la mesure de la puissance pour des circuits monophasés et déterminer les puissances réactives et apparentes ainsi que le facteur de puissance pour les charges étudiées.

II. 2 Mesure de puissance en monophasé

Réaliser le montage de la figure 3 :

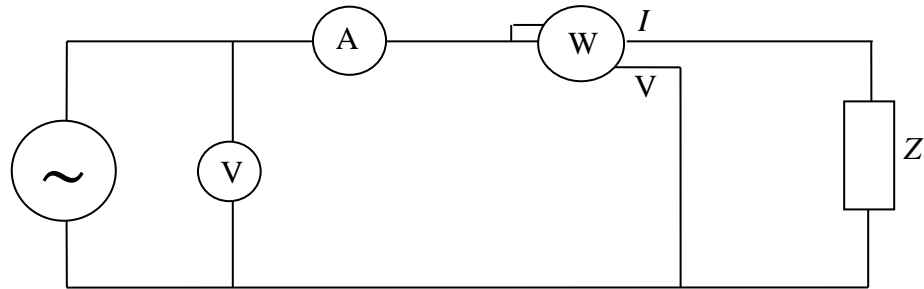


Figure. 3

La charge Z est constituée de la mise en série des éléments passifs dont les valeurs correspondantes sont les suivantes :

- Rhéostat de $R = 330 \Omega$; courant maximal admissible $1A$.
- Bobine à noyau de fer d'inductance $L = 1H$ et de résistance interne $r = 40 \Omega$.
- Condensateur de capacité $C = 8 \mu F$.

Pour chaque récepteur, compléter le tableau suivant :

| Charges | Mesure | | | | Calcul | | | |
|------------------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|-----------------|--------------------|
| | $U (V)$ | $I (A)$ | $P (W)$ | $Q (VAR)$ | $S (VA)$ | $Q (VA)$ | $\cos(\varphi)$ | $\varphi (^\circ)$ |
| R | | | | | | | | |
| L, r | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | |
| $R + (L, r)$ | | | | | | | | |
| $R + (L, r) + C$ | | | | | | | | |

III. Travail demandé

- 1- Interpréter les résultats obtenus.
- 2- Quels sont les symboles portés sur le cadran d'un wattmètre ?
- 3- Identifier les bornes de branchement d'un wattmètre et dire combien de calibres de courant et combien de calibres de tension possède t-il ?
- 4- Comment brancher un wattmètre dans un circuit électrique pour mesurer une puissance.