

La puissance en courant alternatif.

Nous avons vus, en étudiant les circuits à courant alternatif, que dans un circuit contenant de l'inductance ou de la capacité, que le courant et la tension ne sont pas en phase, et que la puissance dissipée dans le circuit n'est pas égale au produit du courant par la tension, comme en continu ($P = U \cdot I$), sauf dans le cas d'un récepteur purement résistif, mais au produit : $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$, où φ représente le déphasage entre la tension et l'intensité provoqué par l'élément réactif se trouvant dans le circuit (inductance ou capacité), et $\cos \varphi$ le cosinus de l'angle que fait le vecteur courant avec le vecteur tension, ou en d'autres termes, l'angle de déphasage du courant sur la tension (voir aide mémoire du site de ON6BS).

Nous allons, dans ce qui suit, généraliser la notion de puissance en courant alternatif.

D'une manière générale, un moteur, le circuit d'une lampe lumineuse (lampe à décharge en général), un transformateur à vide, sont des éléments qui possèdent de l'inductance (ou capacitance dans certains circuits de lampes à décharge) et donc, le courant est déphasé par rapport à la tension, et sont les consommateurs courants

De ce fait, le courant d'alimentation peut généralement être décomposé en une grandeur dite « active » (ou « wattée »), I_{act} (ou I_w) et une composante « réactive » (ou « déwattée ») I_r (ou I_{dw}), et déphasée de 90° ($\pi/2$) sur la tension d'alimentation U .

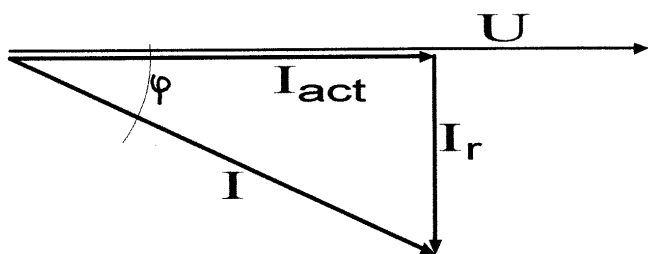


Fig. 1

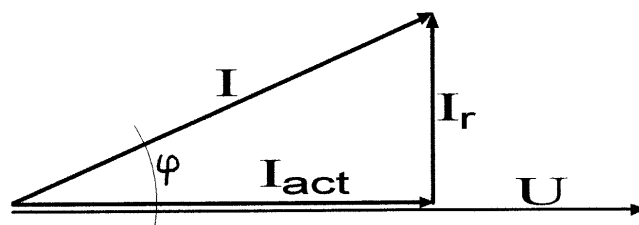


Fig. 2

Dans le cas d'un circuit « inductif », cas général, le courant réactif (déwatté) est déphasé de 90° en retard sur la tension d'alimentation U (fig. 1).

Dans le cas d'un circuit capacitif (cas de certains circuits d'éclairage lumineux), le courant réactif (déwatté) est déphasé de 90° ($\pi/2$) en avant sur la tension d'alimentation U (fig. 2).

La somme vectorielle des courants actifs et réactifs est égale à l'intensité I circulant dans le circuit (fig. 1 et 2).

Nous avons :

$$I = \sqrt{I_{act}^2 + I_r^2}$$

$$I_a = I \cos \varphi$$

$$I_r = I \sin \varphi$$

$\cos \varphi$ = cosinus de l'angle φ , variant de 1 à 0

$\sin \varphi$ = sinus de l'angle φ , variant de 0 à 1

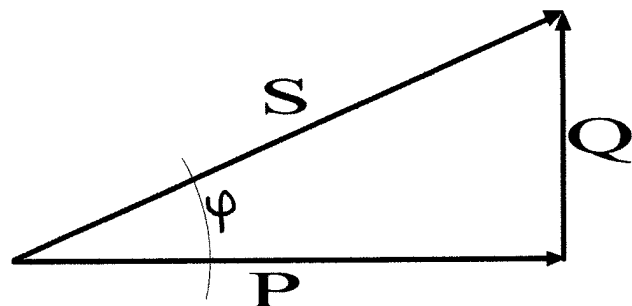


Fig. 3

Si, dans ce triangle des courants, on multiplie les courants par la tension appliquée aux bornes du circuit, on obtient le triangle des puissances (fig. 3).

La puissance calculée par la produit $U \cdot I$, où U est la tension d'alimentation et I le courant d'alimentation du circuit, s'appelle la « puissance apparente » S , exprimée en : VA (volts-ampères)

$$S = U \cdot I \quad ; \quad \text{en VA (volts-ampères)}$$

Cette puissance est donc celle qui serait calculée à partir des mesures faites à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre, et est toujours plus grande que la puissance active P .

La puissance associée au courant actif (watté) s'appelle : « puissance active » P et vaut :

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi ; \text{ en W (watts)}$$

C'est la puissance qui sera enregistrée par votre compteur électrique, c'est la puissance réellement consommée, d'où son appellation de puissance active.

La puissance associée au courant réactif (dévatté) s'appelle : « **puissance réactive** » **Q** exprimée en **VAR** (volts-ampères réactifs) et vaut :

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = S \cdot \sin \varphi ; \text{ en VAR (volts-ampères réactifs)}$$

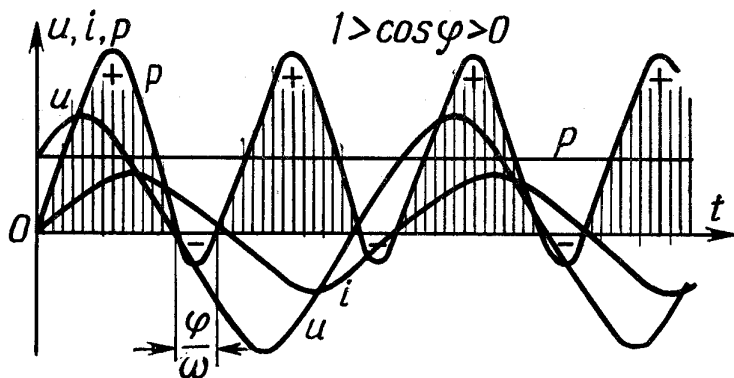


Fig 4

restituée au générateur et qui provient de l'énergie emmagasinée dans les inductances et les capacités.

L'énergie reçue par le moteur est égal à la différence entre les surface hachurées (p+) situées au dessus de l'axe du temps t et les surface situées sous l'axe des temps t (p-) et représente l'énergie transformée sous forme mécanique

La puissance moyenne est représentée par la ligne horizontale **p** et est la puissance active dépensée dans le circuit.

cos phi (cosinus phi) est aussi appelé le **facteur de puissance** et varie de 1 à 0.

Les trois puissances sont reliées par la relation : $S^2 = P^2 + Q^2$

d'où : $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

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

Un mauvais **cos phi** (cos phi beaucoup plus petit que 1, (inférieur à 0,8) et donc, un angle de déphasage phi important) provoque des pertes supplémentaires dans les lignes d'alimentations, car il à pour effet d'augmenter le courant , plus grand que **I_{act}**, et provoquer ainsi une puissance dissipée dans la ligne, égale à **R · I²** , de loin supérieure à la valeur **R · I_{act}²** .

De plus, les générateurs, les transformateurs et les lignes d'alimentations doivent délivrer ou être traversé(e)s par un courant **I** trop important, ce qui limite leur puissance active et diminue leur rendement puisque le courant **I**, plus important, crée des pertes joules (par échauffement) plus importantes dans les conducteurs.

Cette puissance n'est pas comptabilisée par le compteur.

La Fig.4 représente les courbe du courant, de la tension et de la puissance pour un récepteur inductif (moteur par exemple). Le courant est donc en retard sur la tension d'un angle phi.

Le produit de la tension instantanée par le courant instantané, **u · i** , est représenté par la courbe hachurée **p** et représente la puissance instantanée dans le circuit.

On s'aperçoit qu'il y a une partie de la courbe de la puissance qui se trouve en dessous de la ligne du temps t ; c'est de la puissance qui est