

Puissance en régime sinusoïdal

Prérequis

Avant d'aborder le sujet de la puissance en régime sinusoïdal, il est essentiel de maîtriser les concepts suivants acquis en classes précédentes :

- **Notions de base de l'électricité** : tension (U), courant (I), résistance (R), impédance (Z).
- **Signaux sinusoïdaux** : représentation graphique, période (T), fréquence (f), amplitude, phase initiale.
- **Lois de Kirchhoff** : lois des nœuds et des mailles.
- **Associations de dipôles** : associations en série et en parallèle de résistances.
- **Calculs de base** : manipulation des nombres complexes, trigonométrie.
- **Le cours est situé dans la progression des chapitres de l'année scolaire de terminale technologique, après l'étude des circuits électriques en régime permanent et avant l'étude des régimes transitoires.**

Chapitre 1 : Introduction à la puissance en régime sinusoïdal

1.1 Puissance instantanée

Dans un circuit électrique, la puissance est le taux de transfert d'énergie. En régime sinusoïdal, la tension et le courant varient dans le temps selon des fonctions sinusoïdales. La puissance instantanée, notée $p(t)$, est le produit de la tension instantanée $u(t)$ et du courant instantané $i(t)$:

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

Si la tension et le courant sont en phase, la puissance instantanée est toujours positive, ce qui signifie que l'énergie est constamment absorbée par le circuit. En revanche, si la tension et le courant sont déphasés, la puissance instantanée peut être positive ou négative, indiquant un échange d'énergie entre la source et le circuit.

1.2 Puissance active, réactive et apparente

Pour caractériser la puissance en régime sinusoïdal, on introduit trois types de puissance :

- **Puissance active (P)** : C'est la puissance réellement consommée par le circuit et transformée en une autre forme d'énergie (chaleur, lumière, travail mécanique). Elle est mesurée en watts (W).
- **Puissance réactive (Q)** : C'est la puissance échangée entre la source et les éléments réactifs du circuit (inductances et condensateurs). Elle ne contribue pas au travail utile et est mesurée en volt-ampères réactifs (VAR).

- **Puissance apparente (S)** : C'est le produit de la tension efficace et du courant efficace. Elle représente la puissance totale fournie par la source et est mesurée en volt-ampères (VA).

1.3 Facteur de puissance

Le facteur de puissance ($\cos \phi$) est le cosinus de l'angle de déphasage entre la tension et le courant. Il représente le rapport entre la puissance active et la puissance apparente :

$$\cos \phi = \frac{(P)}{(S)}$$

Un facteur de puissance proche de 1 indique que la puissance est utilisée efficacement, tandis qu'un facteur de puissance faible indique une utilisation inefficace de l'énergie.

Chapitre 2 : Puissance active dans les circuits résistifs

2.1 Calcul de la puissance active

Dans un circuit purement résistif, la tension et le courant sont en phase. La puissance active est donc simplement le produit de la tension efficace et du courant efficace :

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = \frac{(U^2)}{(R)} = I^2 \cdot R$$

Où :

- U_{eff} est la tension efficace en volts (V).
- I_{eff} est le courant efficace en ampères (A).
- R est la résistance en ohms (Ω).

2.2 Exemple d'application

Considérons une résistance de 100 Ω traversée par un courant efficace de 0,5 A. La puissance active dissipée dans la résistance est :

$$P = (0,5 \text{ A})^2 \cdot 100 \Omega = 25 \text{ W}$$

Chapitre 3 : Puissance dans les circuits inductifs et capacitifs

3.1 Circuit RL

Dans un circuit RL (résistance-inductance), la tension et le courant sont déphasés d'un angle ϕ tel que

:

$$\tan \phi = \frac{(X_L)}{(R)}$$

Où X_L est la réactance inductive. La puissance active est alors :

$$P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \phi$$

La puissance réactive est :

$$Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin \phi$$

3.2 Circuit RC

Dans un circuit RC (résistance-condensateur), la tension et le courant sont déphasés d'un angle ϕ tel que :

$$\tan \phi = \frac{(X_C)}{(R)}$$

Où X_C est la réactance capacitive. Les formules pour la puissance active et réactive sont les mêmes que pour le circuit RL.

Chapitre 4 : Mesure de la puissance en régime sinusoïdal

4.1 Instruments de mesure

La puissance en régime sinusoïdal peut être mesurée à l'aide de différents instruments :

- **Wattmètre** : Mesure directement la puissance active.
- **Voltmètre et ampèremètre** : Permettent de mesurer la tension et le courant efficaces, puis de calculer la puissance active.
- **Analyseur de réseaux** : Mesure la tension et le courant, ainsi que le facteur de puissance, et calcule la puissance active, réactive et apparente.

4.2 Principe de fonctionnement du wattmètre

Le wattmètre est un instrument qui utilise une bobine mobile et une bobine fixe pour mesurer la puissance active. La bobine mobile est connectée en série avec le circuit, tandis que la bobine fixe est connectée en parallèle avec le circuit. Le couple exercé sur la bobine mobile est proportionnel à la puissance active.

Chapitre 5 : Applications et approfondissements

5.1 Chauffage par induction

Le chauffage par induction est une technique qui utilise les courants de Foucault induits dans un matériau conducteur pour le chauffer. Ce procédé est largement utilisé dans l'industrie pour le traitement thermique des métaux, la fusion et le soudage. La puissance nécessaire pour le chauffage par induction est calculée à partir de la puissance réactive du circuit.

5.2 Amélioration du facteur de puissance

Un facteur de puissance faible peut entraîner des pertes d'énergie et une surcharge des installations électriques. Pour améliorer le facteur de puissance, on utilise des condensateurs pour compenser la puissance réactive inductive.

5.3 Exercice d'application

Un circuit série est constitué d'une résistance de 50Ω et d'une inductance de $0,2 \text{ H}$, alimenté par une tension sinusoïdale de 230 V et une fréquence de 50 Hz . Calculer la puissance active, la puissance réactive et la puissance apparente.

Corrigé :

1. Calcul de la réactance inductive : $X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,2 \text{ H} \approx 62,83 \Omega$

2. Calcul de l'impédance : $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{50^2 + 62,83^2} \approx 80 \Omega$

3. Calcul du courant efficace : $I_{\text{eff}} = \frac{(U_{\text{eff}})}{(Z)} = \frac{(230 \text{ V})}{(80 \Omega)} \approx 2,875 \text{ A}$

4. Calcul de la puissance active : $P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos \phi = 230 \text{ V} \cdot 2,875 \text{ A} \cdot \frac{(50)}{(80)} \approx 82,66 \text{ W}$

5. Calcul de la puissance réactive : $Q = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \sin \phi = 230 \text{ V} \cdot 2,875 \text{ A} \cdot \frac{(62,83)}{(80)} \approx 125 \text{ VAR}$

6. Calcul de la puissance apparente : $S = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 230 \text{ V} \cdot 2,875 \text{ A} \approx 661,25 \text{ VA}$

Résumé

- **Puissance instantanée** : $p(t) = u(t) \cdot i(t)$
- **Puissance active (P)** : La puissance réellement consommée, mesurée en watts (W).
- **Puissance réactive (Q)** : La puissance échangée avec les éléments réactifs, mesurée en volt-ampères réactifs (VAR).
- **Puissance apparente (S)** : La puissance totale fournie, mesurée en volt-ampères (VA).
- **Facteur de puissance (cos φ)** : $\cos \phi = \frac{(P)}{(S)}$

• **Circuit résistif :** $P = U_{eff} \cdot I_{eff} = \frac{(U^2)}{(R)} = I^2 \cdot R$

• **Circuit RL :** $\tan \phi = \frac{(X_L)}{(R)}$, $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \phi$, $Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin \phi$

• **Circuit RC :** $\tan \phi = \frac{(X_C)}{(R)}$, $P = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos \phi$, $Q = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \sin \phi$

• **Chauffage par induction :** Utilisation de la puissance réactive pour chauffer des matériaux conducteurs.

• **Amélioration du facteur de puissance :** Utilisation de condensateurs pour compenser la puissance réactive inductive.

From:
<https://www.wikiprof.fr/> - wikiprof.fr

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:sti2d:terminale_tecnologique:physique_chimie:puissance_en_regime_sinusoïdal&rev=1778273747

Last update: 2026/05/08 22:55

