

Mesure d'un déphasage

Objectifs

- ✓ Savoir relever une tension et l'image d'un courant à l'oscilloscope.
- ✓ Savoir déterminer un déphasage.
- ✓ Valider le respect du cahier des charges assigné par des relevés appropriés.

Compétences travaillées

- ✓ Extraire et exploiter l'information.
- ✓ Proposer et mettre en œuvre différentes démarches expérimentales.
- ✓ Communiquer :
 - à l'oral, en argumentant les choix opérés.
 - à l'écrit, via un compte-rendu incluant des relevés expérimentaux pertinents et interprétés.

Ressources

- ✓ Annexe, cours, TP précédents.

Mise en situation

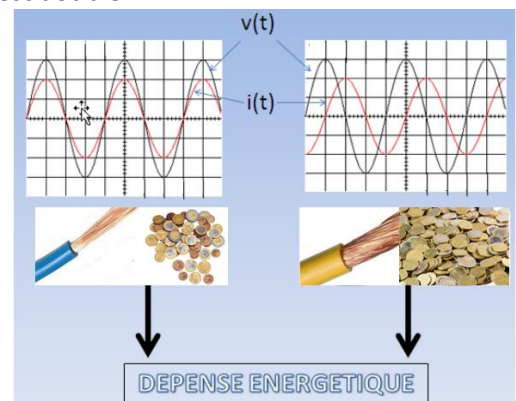
Les installations industrielles sont de type inductif : de ce fait, le déphasage du courant par rapport à la tension est positif.

Le principal effet de ce déphasage est une augmentation de l'intensité du courant en ligne pour un apport d'énergie identique. Le surcoût financier supporté par l'entreprise est double :

- ➔ Il faut sur-dimensionner l'installation (câbles de section plus importante,...)
- ➔ Les pertes d'énergie en ligne sont plus importantes.

En conséquence, le fournisseur d'énergie impose une taxe aux clients dont les installations admettent un trop grand déphasage.

Une des préoccupations économiques de l'entreprise est alors de rendre ce déphasage le plus petit possible. Il n'est pas toujours possible d'obtenir $\varphi = 0^\circ$, mais le déphasage devra être inférieur à une valeur limite φ_{\max} .



Des considérations énergétiques, que nous verrons ultérieurement font qu'en pratique la norme impose non pas une valeur maximale de déphasage φ_{\max} , mais une valeur minimale de $\cos(\varphi)_{\min} = 0,928$.

Responsable d'une unité de production, vous devez contrôler le déphasage introduit par un four électrique pour vérifier qu'il corresponde bien au critère imposé par les fournisseurs d'énergie.

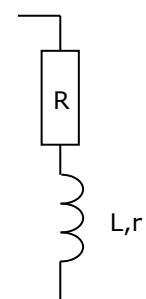
On adopte le modèle électrique équivalent simplifié suivant pour le four électrique :

$R = 100 \, \Omega$ (montage rhéostatique)

$R = 12 \, \Omega$ et $L = 1,0 \, \text{H}$ (bobine à noyau de fer, le noyau étant rentré)

Il est alimenté par une source de tension sinusoïdale monophasée :

de valeur efficace $E_g = 100 \, \text{V}$ et de fréquence $f = 50 \, \text{Hz}$



▪ **Activité 1 : Analyse des besoins**

- À l'aide de l'annexe fournie, déterminer un protocole expérimental permettant de mesurer la valeur du déphasage du courant $i(t)$ appelé par le circuit par rapport à la tension $v(t)$ appliquée à ses bornes.
Ce protocole consiste en :
 - un schéma de câblage correctement documenté en faisant figurer les appareils de mesure,
 - une méthode de réalisation des réglages et des mesures à effectuer.
- Faire valider votre choix par le professeur.

▪ **Activité 2 : Détermination du déphasage**

- Choisir l'alimentation appropriée. Réaliser le câblage. Configurer les appareils de mesure (calibres et les modes).
- Appeler le professeur pour lui exposer oralement comment vous comptez procéder.
- Mettre sous tension en présence de l'enseignant.
- Effectuer les mesures nécessaires pour déterminer le déphasage φ . Exprimer φ en degré ($^\circ$).

▪ **Activité 3 : Validation du déphasage**

- Déterminer le déphasage φ_{\max} correspondant au critère industriel imposé par la norme.
- Le déphasage de ce four électrique correspond-il au critère demandé ?
- Proposer un moyen permettant d'améliorer le $\cos(\varphi)$ de l'installation.

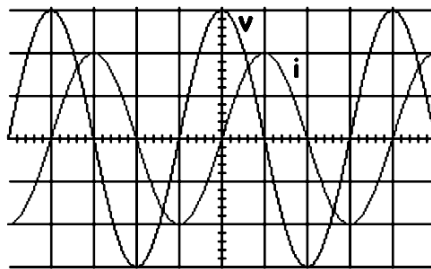
ANNEXE

1. Qu'est-ce que le déphasage ?

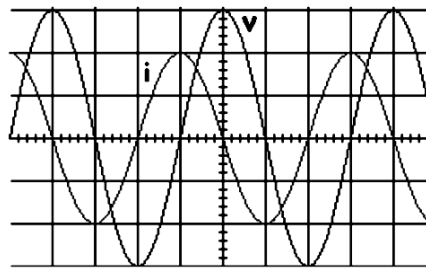
Le courant $i(t)$ est déphasé par rapport à la tension $v(t)$ lorsque sa courbe temporelle ne passe pas par son maximal au même instant que la courbe $v(t)$ passe par son maximal, par son minimal au même instant que $v(t)$ passe par son minimal, par 0 en « montant » quand $v(t)$ passe par 0 en « montant »

En électrotechnique, lorsqu'on parle du déphasage φ sans autre précision, cela correspond au déphasage du courant $i(t)$ par rapport à la tension $v(t)$.

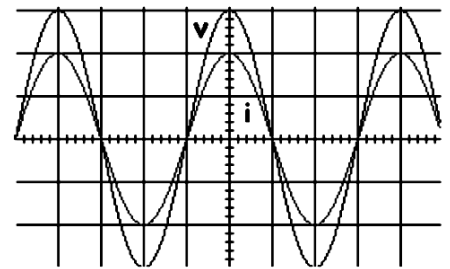
Conséquence de cette définition :



$\varphi > 0$ (inductif)
 i est en retard sur v



$\varphi < 0$ (capacitif)
 i est en avance sur v



$\varphi = 0$ (purement résistif)
 i et v sont en phase

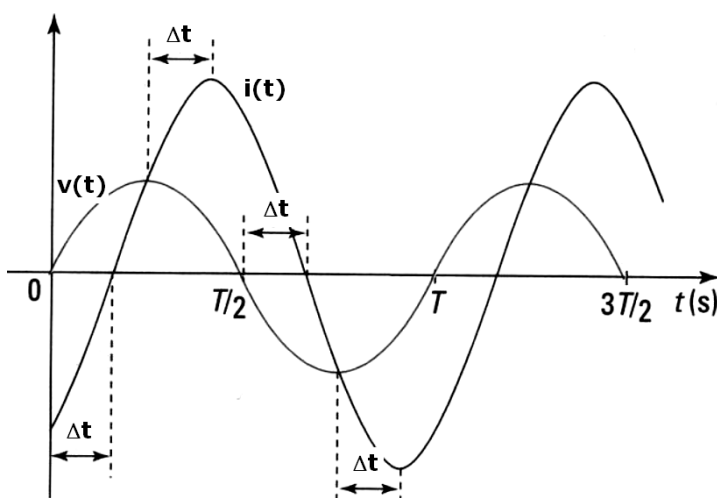
- $\varphi = 0^\circ$ correspond au cas idéal : il correspond à un minimum de courant en ligne pour une valeur donnée de puissance reçue par un système. C'est le cas d'un chauffage résistif.
- $\varphi > 0^\circ$ lorsque le courant $i(t)$ est en retard par rapport à la tension $v(t)$. Le système est alors globalement inductif. Si $\varphi = 90^\circ$, le système se comporte comme une inductance pure.
- $\varphi < 0^\circ$ lorsque le courant $i(t)$ est en avance par rapport à la tension $v(t)$. Le système est alors globalement capacitif. Si $\varphi = -90^\circ$, le système se comporte comme un condensateur pur.

2. Comment mesure-t-on un déphasage ?

On détermine séparément le signe de φ et sa valeur absolue $|\varphi|$.

→ **Détermination de $|\varphi|$** à l'aide d'une représentation temporelle : **mesure du décalage temporel Δt**

Pour déterminer $|\varphi|$, on mesure le décalage temporel, c'est-à-dire la durée Δt entre les 2 courbes temporelles (entre 2 valeurs maximales, entre 2 passages par zéro de même nature,... voir ci-dessous). Ce décalage temporel s'exprime en seconde (s).



$|\varphi|$: On en déduit la valeur absolue du déphasage par une règle de 3 (produit en croix) :

En radians :
 $2\pi \Rightarrow T$ (période)
 $|\varphi| \Rightarrow \Delta t$

$$|\varphi| = \frac{2\pi \times \Delta t}{T}$$

En degrés :
 $360^\circ \Rightarrow T$ (période)
 $|\varphi| \Rightarrow \Delta t$

$$|\varphi| = \frac{360 \times \Delta t}{T}$$

→ **Signe de φ** :

φ est **positif** si $i(t)$ est en **retard** par rapport à $v(t)$ (cas de la figure ci-contre).

φ est **négatif** si $i(t)$ est en **avance** par rapport à $v(t)$.

φ est **nul** quand $i(t)$ et $v(t)$ sont en **phase**.