Courant alternatif monophasé

La production et la distribution de l'énergie électrique dans les sociétés modernes (SENELEC) se font par l'intermédiaire de système à courant alternatif.

Les sources du courant alternatif sont des générateurs électromécaniques appelés alternateurs et entrainés par des moteurs primaires quelconques (Turbine à vapeur, Turbine hydraulique, Turbine à gaz, moteur diesel…).

I. Définition fondamentale

On appelle courant alternatif un courant sinusoïdal qui varie périodiquement en valeur et en sens. Sa représentation graphique en fonction du temps est une sinusoïde.

Le courant alternatif représente un mouvement périodiquement variable de charge électrique (électrons, ions). Le réseau électrique étant de 3 fils de phases et un fil de neutre, le courant monophasé sera composé d'un fil de phases et d'un fil de neutre.

II. Les caractéristiques d'un courant alternatif sinusoïdal

a) Phénomène périodique et période

Un phénomène est périodique s'il se reproduit identiquement pendant des intervalles de temps égaux appelés périodes.

La période est donc une durée. Le symbole de la période est T.

On appelle période du courant alternatif sinusoïdal, l'intervalle de temps nécessaire pour accomplir un cycle entier de variation.
La durée d'une période T se mesure en seconde(s).

b) Notion de fréquence

La fréquence d'un phénomène périodique est égale au nombre de périodes par seconde. Le nombre de période par seconde est appelée fréquence du courant alternatif sinusoïdal

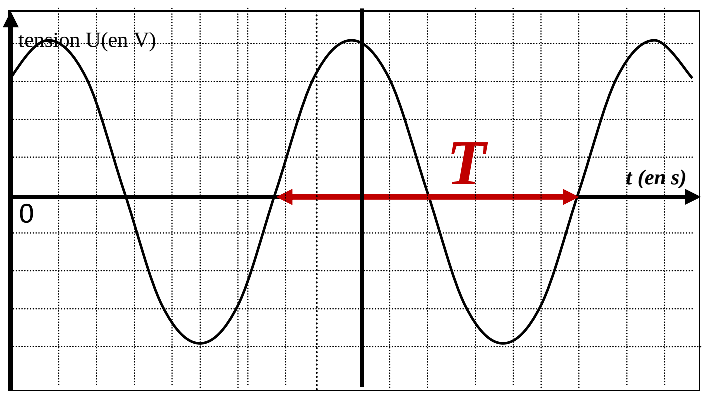
$$f = \frac{1}{T} \qquad f \text{ s'exprime en Hertz } (Hz)$$

Si T = 1, f = 1 pour un courant alternatif sinusoïdal.
Dans la production et la distribution de l'énergie électrique la fréquence standard est 50 Hz.

III. Tension et courant alternatifs sinusoïdaux

1. Représentation d'une tension alternative sinusoïdale

Sensibilité verticale: 2V par carreau.
U_{max} = ...
U_{min} = ...
Balayage 5ms par carreau.
T = ...
f = ...



Les valeurs prises au cours du temps par la tension alternative étudiée sont comprises entre deux valeurs +Um et –Um.
Um est la valeur maximale de la tension alternative, c'est la plus grande valeur que peut prendre la tension.
NB : Lorsqu'une grandeur est une fonction sinusoïdale du temps, la valeur maximale de cette grandeur est appelé amplitude.

2. Valeurs instantanées

a) L'intensité instantanée

Du point de vue mathématique la valeur instantanée d'un courant alternatif sinusoïdal s'exprime comme suit :

$$i(t) = I_m sin\,(\omega.t + \varphi) \qquad \begin{cases} (\omega.t + \varphi) : \text{phase à l'instant t} \\ \varphi : \text{appelé phase à l'origine des temps } t = 0 \\ \mathbf{t} : \text{le temps parcourue par la tension} \\ \mathbf{Im} : \text{amplitude} \end{cases}$$

La valeur instantanée *i(t)* est la valeur prise par l'intensité à l'instant *t.*

Si $\varphi = \varphi_0 = 0$ à l'instant t= 0 donc : $i(t) = I_m sin\,\omega.t$

b) La tension instantanée

De même que l'intensité, la tension est une fonction sinusoïdale du temps c'est-à-dire elle change en fonction du temps:

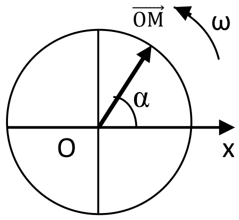
u(t) est appelée valeur instantanée de la tension. $u(t) = U_m \sin\,(\omega.t + \varphi)$

Si $\varphi = \varphi_0 = 0$ à l'instant t= 0 on a $u(t) = U_m \sin\,\omega.t$

- **Pulsation**

Soit α l'angle balayé pendant le temps t ; la vitesse angulaire ω du vecteur tournant $\overrightarrow{OM}$ est exprimée par la relation suivante.

$$\alpha = \omega.t \Rightarrow \omega = \frac{\alpha}{t} \quad \text{ainsi} \quad \begin{cases} \alpha \text{ en radians (rad)} \\ t \text{ en secondes (s)} \\ \omega \text{ en rad/s} \end{cases}$$



ω est appelé pulsation

2π est l'angle balayé pendant le temps d'une période T, donc : $\omega = \frac{2\pi}{T}$

D'autre part, f = 1/T. La relation peut donc s'écrire : $\omega = 2\pi f$

3. Valeurs efficaces

a) L'intensité efficace.

La valeur principale qu'on utilise pour la mesure d'un courant alternatif sinusoïdal est sa valeur efficace notée I.

La valeur efficace d'une grandeur d'un courant alternatif sinusoïdal est égale au rapport de sa valeur maximal sur $\sqrt{2}$.

Donc : $\mathbf{I} = \frac{Im}{\sqrt{2}}$ Unité : l'ampère (A).

En alternatif, l'intensité se mesure avec un ampèremètre branché en série.

b) La tension efficace.

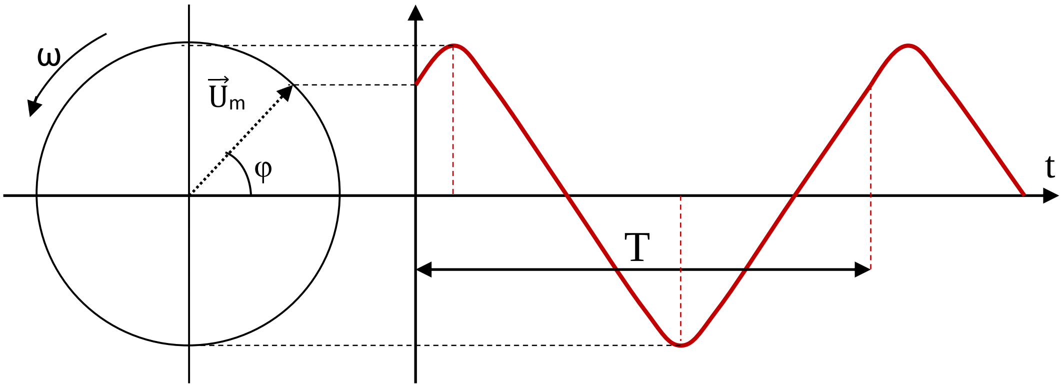
La relation entre la valeur efficace U et la valeur maximale U_m d'une tension alternative s'écrit :

$U = \frac{Um}{\sqrt{2}}$ Unité : le volt (V).

En alternatif, la tension se mesure avec un voltmètre branché en dérivation (ou en parallèle).

4. Le vecteur de Fresnel

La sinusoïde représentant la tension alternative u(t), est engendrée par le vecteur $\vec{U}_m$ appelé vecteur de Fresnel, représenté à l'instant t = 0.



L'angle φ est appelé phase à l'origine des temps t = 0 de la tension u(t).

Le vecteur de Fresnel nous permet de voir le comportement de la tension à l'origine des temps t = 0

NB : T est la période de la tension ; elle correspond au temps mis par le vecteur $\vec{U}$ pour accomplir un tour complet.

- **Représentation de Fresnel**

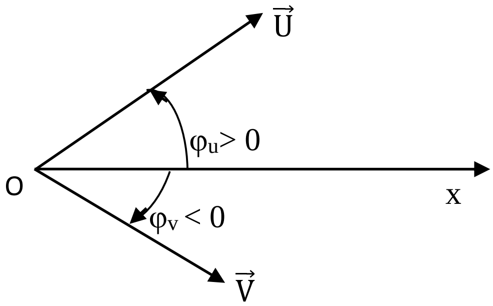
Soient les tensions u(t) et v(t) d'expressions :

$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$

$v(t) = V_m \sin(\omega t + \varphi_v)$ avec ($\varphi_v < 0$)

l'axe(Ox) est de référence

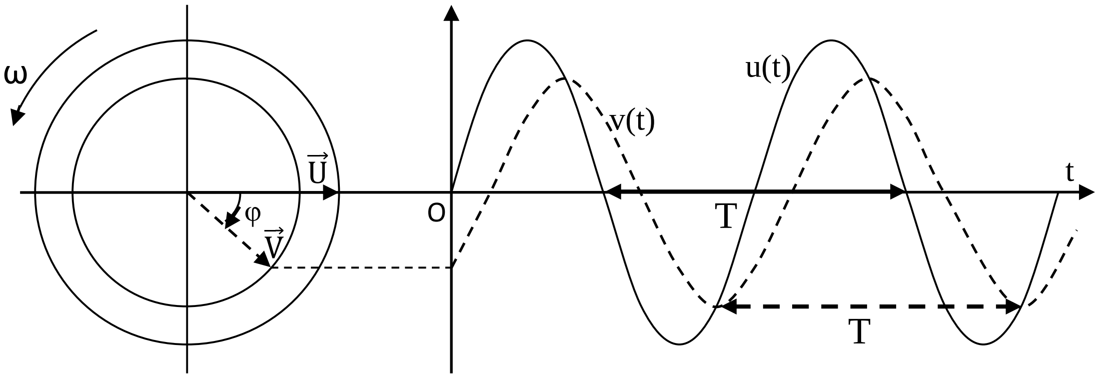
Le vecteur $\vec{U}$ traverse l'axe (Ox) avant le vecteur $\vec{V}$



5. Notion de déphasage
a) Définition

Les vecteurs $\vec{U}$ et $\vec{V}$ représentent respectivement les tensions u(t) et v(t).
On appelle déphasage entre u(t) et v(t) l'angle $\varphi = (\vec{U},\vec{V})$.

Le déphasage est égal à la différence des phases à l'instant origine t = 0 $\varphi = \varphi_u - \varphi_v$



Application : Etablir les expressions instantanées des tensions ***u(t)*** et ***v(t)*** sachant que $U_m = 4V$, $V_m = 3V$, $T = 20ms$ et $\varphi = -45°$

Résolution : Nous savons que $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$ et $v(t) = V_m \sin(\omega t + \varphi_v)$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0{,}02} = 100\pi \text{ rad/s}$$

$u(t) = 4\sin(100\pi t)$	$v(t) = 3\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})$

Conclusion

La tension v(t) est en retard de phase sur la tension u(t) de φ.
Autrement dit la tension u(t) est en avance de phase sur la tension v(t).

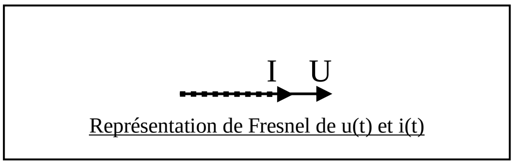
b) Déphasages remarquables

Etudions le déphasage entre l'intensité ***i*** et la tension ***u*** d'un Alternateur.

Construire le diagramme de Fresnel et tracer les courbes de tension s et d'intensité.

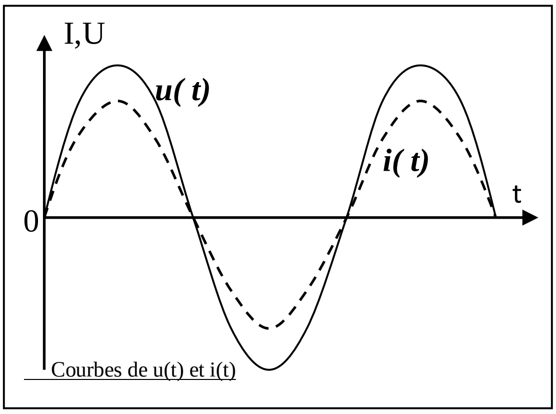
b) 1. Egalité de phase.

$u(t) = U_m \sin(\omega.t)$ $i(t) = I_m \sin(\omega.t)$



Représentation de Fresnel de u(t) et i(t)

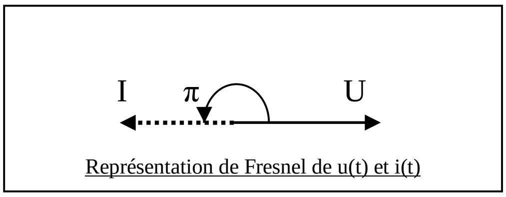
Lorsque le déphasage entre les deux grandeurs (tensions, intensités, …) est nul, elles sont en phase.



Courbes de u(t) et i(t)

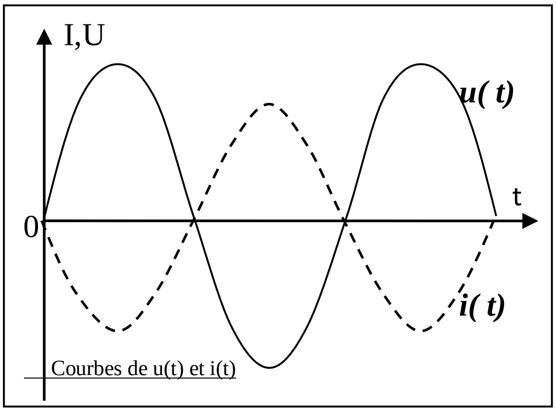
b) 2. Opposition de phase

$u(t) = U_m \sin(\omega.t)$ $i(t) = I_m \sin(\omega t + \pi)$



Représentation de Fresnel de u(t) et i(t)

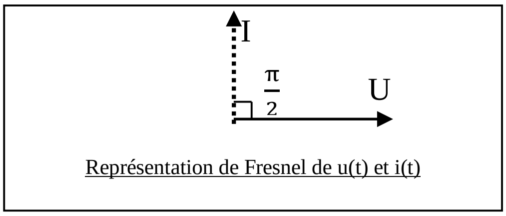
Deux grandeurs sont en opposition de phase lorsque leur déphasage est égal à 180° ou π radians.



Courbes de u(t) et i(t)

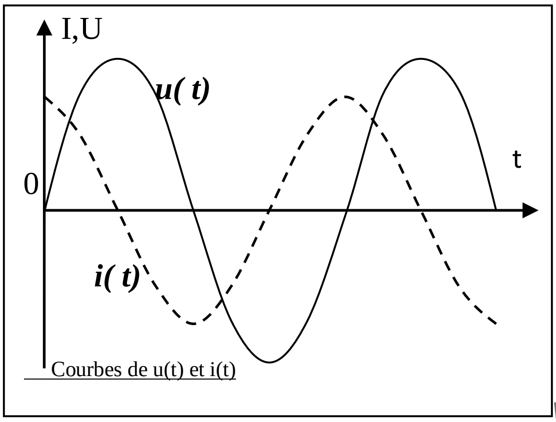
b) 3. Quadrature de phase.

$u(t) = U_m \sin(\omega.t)$ $i(t) = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$



Représentation de Fresnel de u(t) et i(t)

Lorsque le déphasage de deux grandeurs est égal à 90° ou $\frac{\pi}{2}$ radians, on dit qu'elles sont en quadrature de phase.



Courbes de u(t) et i(t)