1 COURANT ALTERNATIF MONOPHASE — ALIMENTER

Résumé du cours

L'expression instantanée d'une tension alternative sinusoïdale s'écrit :

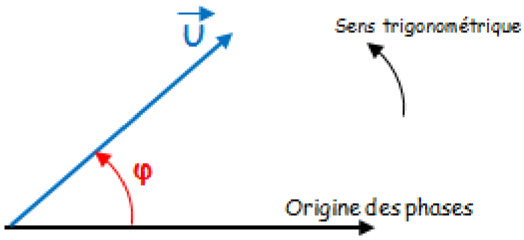
$$u(t) = \hat{U}.\sin(\omega t + \varphi) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$$ avec :

- $\hat{U} = U\sqrt{2}$ est la **valeur maximale** ou **amplitude** de u.
- U est la **valeur efficace** de u.
- ω est la **pulsation** **ou vitesse angulaire** en rad/s : $\omega = 2.\pi.f = 2.\pi/T$ avec $f = 1/T$.
- f est la **fréquence** en Hertz et **T** est la **période** en seconde (s).
- $\omega t + \varphi$ est **la phase** à l'instant t exprimée en radian.
- φ est **la phase à l'origine** **(t = 0).**

Représentation de Fresnel

Toute grandeur sinusoïdale (tension ou courant) sera représentée par un **vecteur de longueur sa valeur efficace** et d'**angle sa phase à l'origine**.

Grandeur sinusoïdale	Vecteur de Fresnel associé
$u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$	$\vec{U}$
Valeur efficace : **U**	Norme : $\lVert\vec{U}\rVert = U$
Phase à l'origine : φ	Angle φ



Représentation complexe

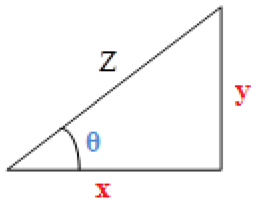
À toute grandeur sinusoïdale, on peut associer le nombre complexe noté $\underline{Z}$ (lettre majuscule soulignée) que l'on peut exprimer :

soit sous la forme algébrique (cartésienne ou rectangulaire) : $\underline{Z} = x + jy$

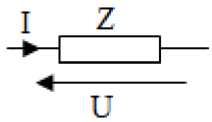
soit sous la forme trigonométrique (ou polaire) : $\underline{Z} = [Z\,;\,\theta]$

$Z = [Z, \theta] = Z\cos\varphi + j\,Z\sin\varphi$ et $Z = x + j\,y = [\sqrt{x^2 + y^2};\ \theta = tg^{-1}(y/x)]$

où : **Z** module, θ argument, **x** partie réelle, **y** partie imaginaire



Loi d'ohm



$u(t) = U\sqrt{2}\sin\omega t$

$i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi)$

$\varphi = (\vec{I}, \vec{U})$

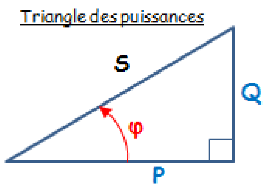
En valeur efficace : $U = Z\,.\,I$

Z est l'impédance du récepteur en Ω, elle dépend de la nature de ce dernier :

Les dipôles élémentaires	Impédance (Ω)	Tension efficace (V)	Déphasage φ
Résistance R	$Z = R$	$U = R.I$	0
Inductance L	$Z = L\omega$	$U = L\omega.I$	$\pi/2$
Condensateur C	$Z = 1/C\omega$	$U = I/C\omega.$	$-\pi/2$

Les puissances et le facteur de puissance :

- **Active :** $P = U.I.\cos\varphi$
- **Réactive :** $Q = U.I.\sin\varphi$
- **Apparente :** $S = \sqrt{(P^2+Q^2)} = U.I$



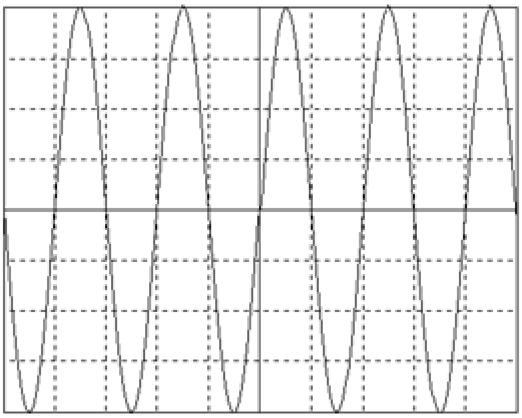
Un facteur de puissance **cos φ** faible entraine :

- une augmentation du courant en ligne donc des pertes,
- une consommation davantage de l'énergie réactive.

Pour relever ce facteur on insère un condensateur **C** en parallèle avec la charge : $C = P\,(\tan\varphi - \tan\varphi')\,/\,U^2\omega$

Activité 1 — Tensions alternatives instantanées

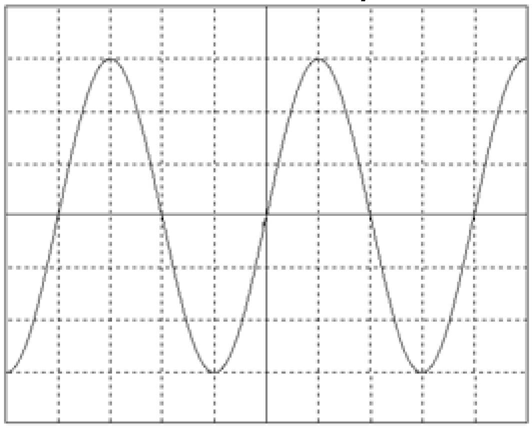
1 V/ div **0,5 ms/div**



U_{eff} = ……………… U_{max} = …………

T = ……………… f = …………

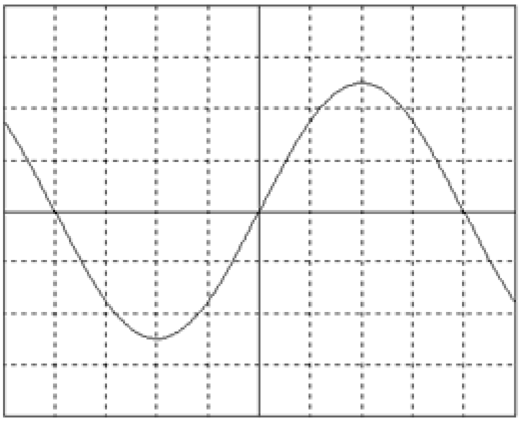
2 V/div **10 µs/div**



U = ……………… U_{max} =……………

T =……………… f =………………

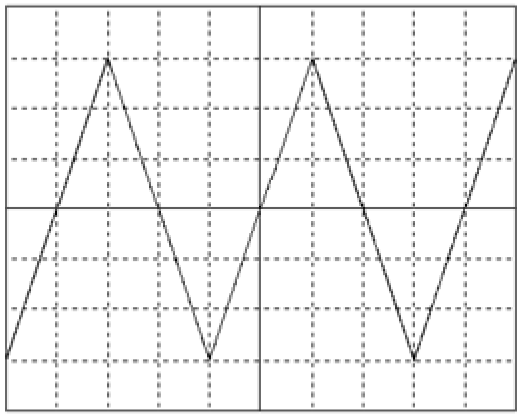
5 V/div **5 ms/div**



U =……………… U_{max} =………………

T =……………… f =………………

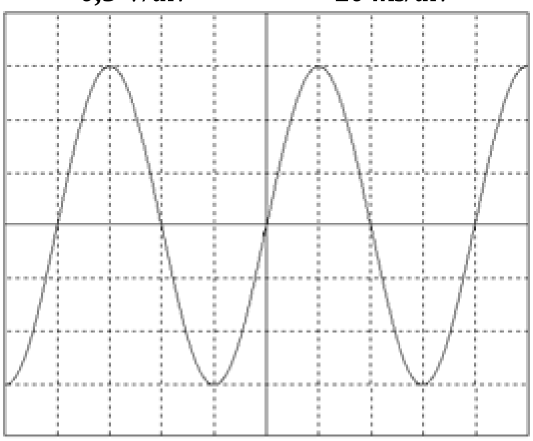
10 mV/div **1 ms/div**



Tension : ……………… U_{max} = …………

T = ……………… f = …………

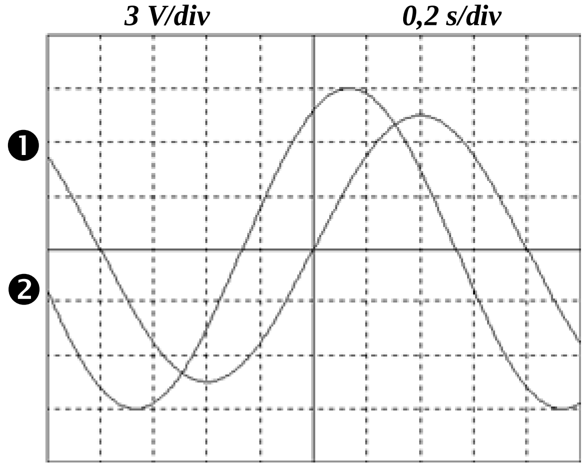
0,5 V/div **20 ms/div**



U_{max} =……………… U =………………

T =……………… f =………………

3 V/div **0,2 s/div**



❶ $\begin{cases} U_1 = \text{……………} \\ T_1 = \text{…………} \end{cases}$ U_{1max} =…………… f_1 =……………

❷ $\begin{cases} U_2 = \text{……………} \\ T_2 = \text{…………} \end{cases}$ U_{2max} =…………… f_2 =……………

Déphasage φ = ………………

Activité 2 — *Régime monophasé*

EXERCICE1 : *Un générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence* **50 Hz**. *Calculer sa période et sa pulsation.*

T *=………………………………………..* *ω* *=……………………………..*

EXERCICE 2 : *Un générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de période 4 ms. Calculer sa fréquence et sa pulsation.*

f *=……………………………* *ω* *=……………………………..*

EXERCICE 3

Pour les intensités sinusoïdales : $i_1(t) = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/2)$ *et* $i_2(t) = 3\sqrt{2}\sin(100\pi t - \pi/6)$

Représenter les vecteurs de Fresnel sur un même axe. *Echelle : (1 cm pour 0,5 A)*

Résultat :
I = ……..
φ = …..°

Origine des phases

Déduire l'expression de $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$ *=………………………………………………*

EXERCICE 4 : *Soient les deux tensions :* $u_1(t) = 12\sqrt{2}\sin(200\pi t)$ *et* $u_2(t) = 8\sqrt{2}\sin(200\pi t + \pi/3)$

En utilisant la représentation de Fresnel, déterminer l'expression de la tension $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$.

Echelle : (1 cm pour 2 V)

Résultat :
U = ………
φ = …..°

Origine des phases

$u(t) = u_1(t) + u_2(t)$ *=…………………………………………….*

EXERCICE 5 : *Soient les deux courants sinusoïdaux :*

$i_1(t) = 5\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ *et* $i_2(t) = 7\sqrt{2}\sin(100\pi t - \pi/6)$

Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel l'expression de $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$. *Echelle : (1cm pour 1A)*

- ► Origine des phases

Résultat :
I = ………
φ = …..°

$i(t) = i_1(t) + i_2(t)$ =……………………………………

EXERCICE 6 : *Une bobine est vendue avec les caractéristiques suivantes :* ***R = 6,8 Ω*** *;* ***L = 0,23 H****.*
Calculer son impédance **Z** si on l'utilise sous une tension alternative sinusoïdale de fréquence **50 Hz**.

Z = ……………………………………………………………………………………………….

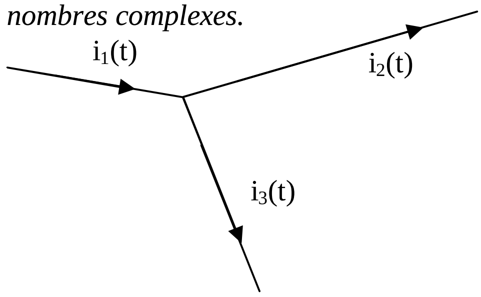
EXERCICE 7 : *Au bornes d'une bobine d'inductance* ***L = 0,12 H*** *et de résistance* ***R = 12 Ω****, on applique une tension de valeur instantanée* ***u(t) = 170 sin (100πt).***

1) Déterminer pour cette tension :
- *a) sa fréquence* ***f*** *= …………………………………….*
- *b) sa période* ***T*** *= ………………………………….*
- *c) sa valeur efficace à l'unité près.* ***U*** *= ……………………………………………….*

2) Déterminer (arrondir au centième) :
- *a) l'impédance de la bobine* ***Z*** *= ………………………………………………………………….*
- *b) la valeur efficace de l'intensité du courant traversant la bobine* ***I*** *= …………………………….*
- *c) le déphasage φ en radians entre la tension et l'intensité du courant.* ***φ*** *= …………………………….*

EXERCICE 8

$i_1(t) = 4\sqrt{2}\sin(\omega t - \pi/3)$
$i_2(t) = 2\sqrt{2}\sin(\omega t - 5\pi/6)$
1/ Déterminer ***$i_3(t)$*** *par la méthode des vecteurs de Fresnel et par la méthode des nombres complexes.*
2/ Calculer ***$\varphi i_1/i_2$, $\varphi i_2/i_3$*** *et* ***$\varphi i_1/i_3$****.*



La méthode des vecteurs de Fresnel*.* *<u>Echelle : (1cm pour 1A)</u>*

- ► Origine des phases

La méthode des nombres complexes*.*

$\underline{I_1}$ = ……………………………………………………………………….

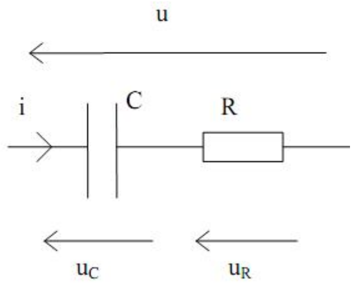
$\underline{I_2}$ = ……………………………………………………………………….

$\underline{I_3}$ = ……………………………………………………………………….

Soit $i_3(t)$ = ……………………………………

$\varphi\ i_1/i_2$ = …………….., $\varphi\ i_2/i_3$ = ……………………….   *et* $\varphi\ i_1/i_3$ = ……………………….

EXERCICE 9 : *On donne* $U = 5\ V$, $f = 10\ kHz$, $R = 1\ k\Omega$ *et* $C = 10\ nF$.



1/ Calculer Z, I, φ, U_R *et* U_C.

Z = ……………………………………………………………………………

I = ……………………………………………………………………………

φ = ……………………………………………………………………

U_R = ……………………………………………………………………………

U_C = ……………………………………………………………………………

2/ Comparer U *et* $U_R + U_C$. *Commentaires ?*

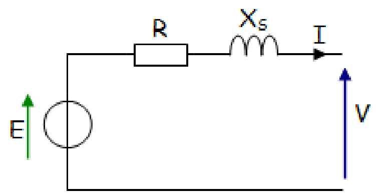
……

3/ Pour quelle fréquence a-t-on $U_C = U_R$ *?*

……

……

EXERCICE 10 :



Sachant que le modèle électrique d'un générateur est comme ci-après :
$R = 0.5\ \Omega$; $X_S = 8\ \Omega$; $I = 5\ A$; $V = 230\ V$; $f = 50\ Hz$ *et* $\varphi_{I/V} = 30°$.

1) *Ecrire la loi de maille en déduire* $\underline{E} = f(R, X_S, \underline{I}$ *et* $\underline{V})$

……

……

2) *Déterminer, en utilisant la construction de Fresnel la valeur efficace de la f.é.m.* **E** *(on négligera* **R***) :*
<u>*Echelle : (1cm pour 23V)*</u>

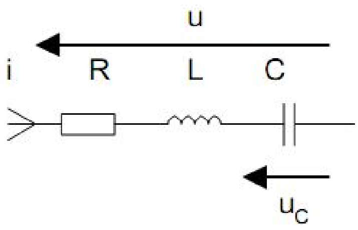
E = …………………

Origine des phases

EXERCICE 11 :

Sachant que : $R = 440\ \Omega$, $C = 1\ nF/63\ V$, $L = 100\ mH$ *et* $U = 5\ V$.

1/ Déterminer **Zeq**.



……………………………………………………………………………

2/ En déduire $\varphi_{i/u}$.

……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………

EXERCICE 12 :

Une installation monophasée **230 V, 50 Hz** *comporte:*

- **30** *lampes de type résistive de* **100W** *chacune ;*
- **2** *moteurs de* **2 kW**, *fonctionnant à pleine charge avec un facteur de puissance* $\cos \varphi_2 = 0{,}78$ *AR et un rendement* $\eta_2 = 0{,}80$.

Ces différents appareils fonctionnent simultanément.

1. *Calculer les puissances active et réactive consommées par chaque moteur :*

……

……

2. *Quelles sont les puissances active, réactive et apparente consommées par l'installation ?*

	Puissance active **P** *(W)*	*Puissance réactive* **Q** *(VAR)*	*Puissance apparente* **S** *(VA)*
30 lampes	P_1 = ………………………	Q_1 =…………………	S_1 =…………………
2 moteurs	P_2 =………………………	Q_2 =…………………	S_2 =…………………
Installation	P =……………………	Q =……………………	S =……………………

3. *Quel est son facteur de puissance ?*

……

4. *Quelle est l'intensité efficace* **I** *du courant dans un fil de ligne ?*

……

5. *Quelle est la capacité* **C** *du condensateur à placer en parallèle avec l'installation pour relever le facteur de puissance à 0,93 ?*

……

6. *Quelle est avec ce facteur de puissance, la nouvelle intensité* **I'** *de courant en ligne ?*

……

EXERCICE 13 :

Une installation, alimentée sous **U= 230 V** *efficace et de fréquence* **f = 50 Hz**, *comprend :*

- *Récepteur* **1** : $P_1 = 1{,}2\ KW$; $Q1 = 2\ KVAR$;
- *Récepteur* **2** : $P2 = 2{,}5\ KW$; $Q2 = 1{,}8\ KVAR$;
- *Récepteur* **3** : *Moteur triphasé asynchrone de puissance utile* $Pu = 1{,}2\ kW$; *de rendement* $\eta = 80\%$ *et de facteur de puissance* $\cos \varphi_3 = 0{,}84$;
- *Récepteur* **4** : *Radiateur triphasé de puissance* $P4 = 1{,}8\ KW$;

1- *Déterminer, lorsque tous les appareils sont sous tension la puissance active* **P**, *la puissance réactive* **Q**, *la puissance apparente* **S** *ainsi que le facteur de puissance* $\cos \varphi$ *de cette installation.*

……

……

………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………

*2- En déduire l'intensité **I**.*

………………………………………………………………………………………………………

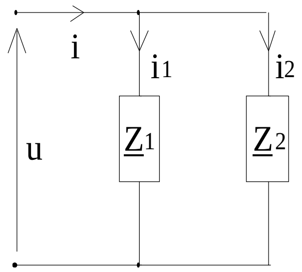
3- On désire relever le facteur de puissance à cos φ' = 1, déterminer la valeur de la puissance réactive qu'il faut installer.

4- En déduire dans ce cas la valeur de la capacité.

………………………………………………………………………………………………………

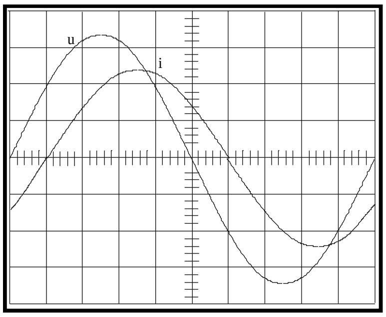
Activité 3 — Exercices Régime monophasé

EXERCICE 1 : *Le courant **i** à une valeur efficace de **I = 8A** et il est en avance de **30°** par rapport à u. Le courant i_1 à une valeur efficace de I_1**= 5A** et il est en retard de **45°** par rapport à u.*



*1/ Donner la relation entre les courants. Déterminer les vecteurs de Fresnel représentants **i** et i_1*
2/ Placer les vecteurs de Fresnel représentants i et i_1 (1A/cm) sur un diagramme vectoriel et en déduire I_2 et φ_2. (valeur efficace et phase d'i_2).

EXERCICE 2 : *On relève avec l'oscilloscope la tension aux bornes d'un dipôle (**10V/div**) et le courant qui le traverse (**0,5A/div**). Base de temps (**1ms/div**)*



*1/ Déterminer les valeurs maximales $\hat{U}$, $\hat{I}$ et en déduire les valeurs efficaces **U** et **I***
*2/ Déterminer le déphasage **φ** entre le courant et la tension .Préciser le sens.*
Que peut-on dire du circuit ?
3/ Déterminer l'impédance complexe du circuit
4/ Déterminer la période et la fréquence de u et i.
5/ Ecrire les valeurs instantanées de u et i.

EXERCICE 3 : *Un atelier comporte 2 récepteurs en parallèle. Il est alimenté par le réseau : **U = 230 V- 50 Hz**.*

- *Récepteur 1 : Moteur inductif de puissance utile Pu_1 **= 600 W**, de rendement η_1 **=0,75** et de facteur de puissance **cos** φ_1 **= 0,7**.*
- *Récepteur 2 : Des lampes absorbant P_2 **= 500 W**.*

1/ Calculer la puissance active, réactive, le courant total et le facteur de puissance de l'ensemble (On présentera les résultats dans un tableau).

*2/ Calculer la capacité **C** du condensateur nécessaire pour relever le facteur de puissance de l'ensemble à **cos φ'**= 1.*

EXERCICE 4 : *Un atelier comporte 3 récepteurs en parallèle. Il est alimenté par le réseau : **U=230V - 50Hz**.*

- *Récepteur 1 : Moteur inductif de puissance utile Pu_1 **= 600W**, de rendement η_1 **= 0,75** et de facteur de puissance **cos** φ_1 **= 0,8**.*
- *Récepteur 2 : Récepteur capacitif ($Q_2 < 0$) d'impédance Z_2 **= 110 Ω** et de facteur de puissance **cos** φ_2 **= 0,9**.*
- *Récepteur 3 : Un four électrique absorbant P_3 **= 0, 8 KW**.*

1/ Calculer les puissances active et réactive consommées par l'ensemble, le courant total et le facteur de puissance.
*2/ Calculer la capacité **C** du condensateur nécessaire pour relever le facteur de puissance de l'ensemble à **cos φ'**= 1.*

EXERCICE 5 : *Un moteur a une puissance utile de **2.2 KW** et un rendement de **0.92**. Son facteur de puissance est de **0.75**. Calculer :*

1 – ses puissances active, apparente et réactive,
*2 – l'intensité absorbée sous **230 V -50 Hz.***
*On branche en dérivation sur son alimentation un condensateur de **50 µF**. Calculer :*
3 – la puissance réactive du condensateur,
4 – la nouvelle puissance réactive de l'ensemble,
5 – la nouvelle intensité absorbée.