

## TP n°16 : Loi des mailles et déphasage en régime sinusoïdal

Objectifs du TP : - vérifier la loi des mailles en sinusoïdal ;  
- savoir mesurer le déphasage entre deux tensions sinusoïdales.

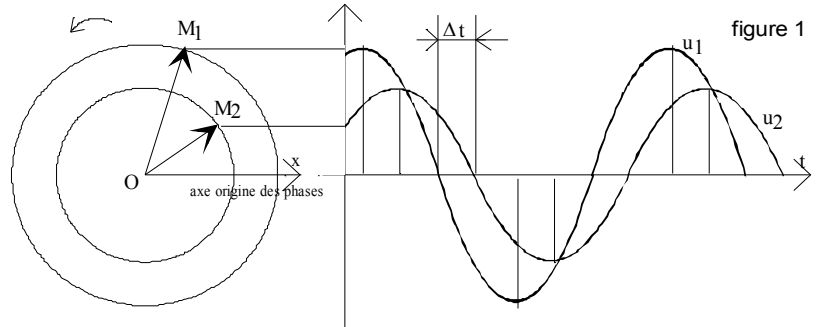
### I – Complément de cours : qu'appelle-t-on déphasage ?

Etant donné deux tensions sinusoïdales de même fréquence  $f$  donc de même pulsation  $\omega$  (figure 1):

$$u_1(t) = \hat{U}_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$$

$$u_2(t) = \hat{U}_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$$

$\varphi_1, \varphi_2$  : phases à l'origine de  $u_1$  et  $u_2$ .



A l'oscilloscope, on observe un **décalage horaire**  $\Delta t$  entre ces deux tensions.  $\Delta t = \dots\dots\dots$

A ce décalage horaire, on fait correspondre un **déphasage angulaire**  $\varphi$ , défini par  $\varphi = \omega * \Delta t$

$$= \omega * (t_2 - t_1)$$

Or,  $u_1(t_1) = 0 = \dots\dots\dots \Rightarrow \omega t_1 + \varphi_1 = \dots\dots\dots$

$u_2(t_2) = 0 = \dots\dots\dots \Rightarrow \omega t_2 + \varphi_2 = \dots\dots\dots$

et donc  $\dots\dots\dots$

On appelle **déphasage** (ou **retard**) de la tension  $u_2$  par rapport à la tension  $u_1$  l'angle  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$



Si  $\varphi = 0$ , les tensions  $u_1$  et  $u_2$  sont dites **en phase** ;

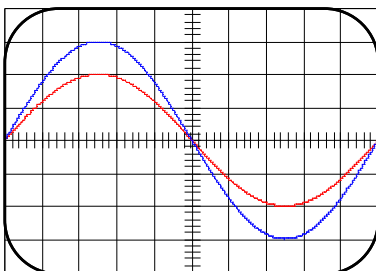
Si  $\varphi = \pi \text{ rad} = 180^\circ$ , les tensions  $u_1$  et  $u_2$  sont dites **en opposition de phase**.

Si  $\varphi > 0$ , la tension  $u_2$  est **en retard** sur la tension  $u_1$ .

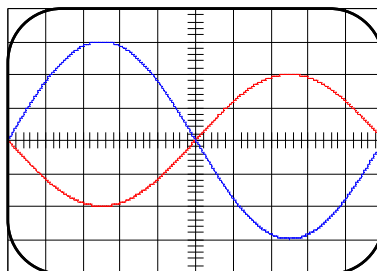
Cas particulier :  $\varphi = \pi / 2 \text{ rad}$  :  $u_2$  est dite **en quadrature arrière** sur  $u_1$

Si  $\varphi < 0$ , la tension  $u_2$  est **en avance** sur la tension  $u_1$ .

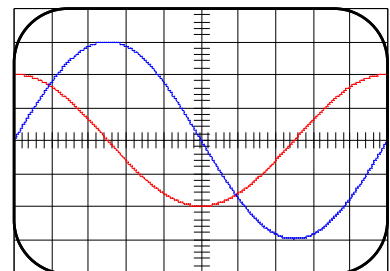
Cas particulier :  $\varphi = -\pi / 2 \text{ rad}$  :  $u_2$  est dite **en quadrature avance** sur  $u_1$



$u_1$  et  $u_2$  en phase  
( $\varphi = 0 \text{ rad} = 0^\circ$ )  
( $-90^\circ$ )



en opposition de phase  
( $\varphi = \pi \text{ rad} = 180^\circ$ )



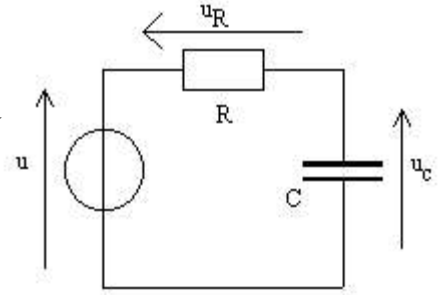
$u_2$  et en quadrature avance sur  $u_1$   
( $\varphi = - \text{ rad} =$

## II Expérimentation

### 2.1 Montage

On considère le schéma ci-contre :

$u(t)$  est une tension sinusoïdale, de fréquence 1 kHz, et d'amplitude 6 V  
 $R = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $C = 22 \text{ nF}$  environ.



- Réglez** le GBF de manière à obtenir la tension  $u$ .
- Faites** le montage.

### 2.2 Vérification de la loi des mailles

- Avec un voltmètre en position AC, **mesurez** successivement les valeurs efficaces  $U$ ,  $U_R$  et  $U_C$ .  
**Comparez**  $U$  à  $U_R + U_C$  : la loi des mailles est-elle vérifiée avec les valeurs efficaces ?
- A l'oscilloscope, **visualisez** en concordance de temps et sur une période, la tension  $u_C$  sur la voie 1 et la tension  $u$  sur la voie 2. Vous synchroniserez le déclenchement de l'oscilloscope sur le passage à zéro par valeurs croissantes de la tension  $u_C$ . **Relevez** les oscillogrammes de  $u$  et  $u_C$ .
- A l'oscilloscope, **visualisez** en concordance de temps et sur une période, la tension  $u_C$  sur la voie 1 et la tension  $u_R$  sur la voie 2. Vous utiliserez deux sondes différentielles, même si la tension  $u_C$  n'en a pas besoin apparement.

**Relevez** l'oscillogramme de  $u_R$  en concordance de temps avec les précédents.

**Relevez** l'oscillogramme de la somme  $u_C + u_R$  en vous référant à la fiche méthode en annexe

« oscilloscope : fonctions addition et soustraction ».

- Comparez** les oscillogrammes de  $u$  et de  $u_C + u_R$  : la loi des mailles est-elle vérifiée avec les valeurs instantanées ?

### 2.3 Mesures de déphasage

- Lisez** la fiche méthode en annexe « mesure à l'oscilloscope du déphasage entre deux tensions sinusoïdales de même fréquence ».
- Visualisez** de nouveau (sans relever les oscillogrammes) les tensions  $u_C$  et  $u$  simultanément à l'oscilloscope :
  - La tension  $u_C$  est-elle en avance ou en retard sur la tension  $u$  ?
  - En déduire** le signe du déphasage, noté  $\varphi$ , de  $u_C$  par rapport à  $u$ .
  - Déterminez**, par la méthode des 9 carreaux, le déphasage  $\varphi$  de  $u_C$  par rapport à  $u$ .
- Visualisez** simultanément  $u$  et  $u_R$  (sans relever les oscillogrammes) :
  - La tension  $u_R$  est-elle en avance ou en retard sur la tension  $u$  ?
  - En déduire** le signe du déphasage, noté  $\varphi'$ , de  $u_R$  par rapport à  $u$ .
  - Déterminez**, par la méthode des 9 carreaux, le déphasage  $\varphi'$  de  $u_R$  par rapport à  $u$ .

### 2.4 Expressions des tensions

Les expressions générales des tensions sont de la forme :

$$u(t) = \hat{U} \sin(\omega t + \varphi_u) ; u_C(t) = \hat{U}_C \sin(\omega t + \varphi_{u_C}) ; u_R(t) = \hat{U}_R \sin(\omega t + \varphi_{u_R})$$

- Exprimez**  $\varphi$  et  $\varphi'$  en fonction de  $\varphi_u$ ,  $\varphi_{u_C}$  et  $\varphi_{u_R}$ .
- En considérant  $\varphi_u = 0$ , **en déduire** les valeurs de  $\varphi_{u_C}$  et  $\varphi_{u_R}$  en radians.
- Calculez**  $\omega$ ,  $\hat{U}$ ,  $\hat{U}_C$  et  $\hat{U}_R$ .
- En déduire** les expressions numériques de  $u(t)$ ,  $u_C(t)$  et  $u_R(t)$ .
- Tracez** sur votre calculatrice ces 3 tensions sur une période.