

TP N° 4

MESURE DES CARACTERISTIQUES DES SIGNAUX ALTERNATIFS

OBJECTIF

- Mesurer les grandeurs qui caractérisent les signaux alternatifs à savoir la fréquence et le déphasage entre deux signaux moyennant les différentes méthodes de mesure.

CRITERES D'EVALUATION

- Câblage correct.
- Méthode de travail de l'étudiant.
- Exactitude des résultats.

MATERIEL

- Résistances, condensateurs.
- Générateur de basses fréquences (GBF).
- Voltmètre et multimètre.
- Oscilloscope.

Rappel

1) Présentation d'un signal alternatif

Une grandeur alternative (tension ou courant), qui évolue entre deux extremums (V_{\max} et V_{\min}) est caractérisée par :

- son amplitude ;
- sa période (durée d'un cycle du signal) ou encore sa fréquence (l'inverse de la période).

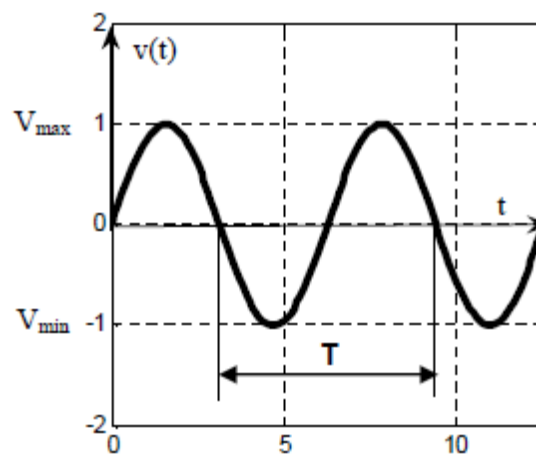


Figure 1 : Représentation d'un signal sinusoïdal

✎ **NB** : Une onde électrique alternative et périodique n'est pas forcément sinusoïdale ; ceci veut dire qu'un signal carré, triangulaire ou même de nature quelconque pourra être considéré comme périodique.

La mesure de la fréquence d'un signal revient en fait à la mesure de sa période. La mesure de la fréquence d'un signal alternatif périodique se ramène à compter le nombre de cycles que le signal effectue par seconde.

La fréquence et la période sont cependant inversement proportionnelles, soit :

$f = \frac{1}{T}$ où T exprimée en secondes (s) et f exprimée en Hertz (Hz).

2) Utilisation de l'oscilloscope

2.1) Utilisation en mode mono-courbe

Pour pouvoir mesurer les caractéristiques d'une tension alternative, on a eu recours à un oscilloscope (on utilise l'une des voies CH1 ou CH2 de l'oscilloscope). On rappelle que l'oscilloscope mesure la valeur maximale de l'amplitude et non pas la valeur efficace, ce qui permet de déduire la valeur efficace moyennant une relation de dépendance qui est, seulement en

sinusoïdal : $V_{\text{eff}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$.

2.2) Utilisation en mode bi-courbe

Si deux tensions sont à visualiser simultanément, il faut les appliquer chacune sur une voie différente (une sur la voie X (ou CH1) et l'autre sur la, voie Y (ou CH2)). On peut mesurer alors le déphasage entre ces deux signaux.

2.3) Utilisation en mode Lissajous (XY)

Une tension étant appliquée sur chaque voie, on supprime le balayage (base de temps). On observe alors une courbe qui montre la variation de l'une des tensions en fonction de l'autre.

On obtient alors une courbe de Lissajous. Par cette méthode, on peut mesurer :

- le rapport des fréquences des deux signaux;
- le déphasage entre les deux signaux de même fréquence.

3) Méthode de mesure de la fréquence

Le relevé de la fréquence d'un signal passe nécessairement par l'utilisation d'un appareil de mesure. Il existe deux méthodes qui permettent d'atteindre cet objectif.

3.1) Méthode directe

Elle consiste à utiliser un fréquencemètre dont le mode de fonctionnement est soit analogique (fréquencemètre à aiguille) ou numérique (circuits numériques et affichage digital).

3.2) Méthode indirecte

Elle consiste à utiliser un oscilloscope soit en mode mono-courbe, soit en mode Lissajous (la fréquence inconnue est comparée à une fréquence étalon).

4) Méthode de mesure du déphasage

Il existe deux méthodes de mesure:

4.1) Méthode directe

Elle consiste à utiliser un phasemètre dont le mode de fonctionnement est soit analogique (phasemètre à aiguille) ou numérique.

4.2) Méthode indirecte

Elle consiste à utiliser un oscilloscope soit en mode bi-courbe, soit en mode Lissajous.

Manipulation

A. Mesure de la fréquence

On considère le montage suivant :

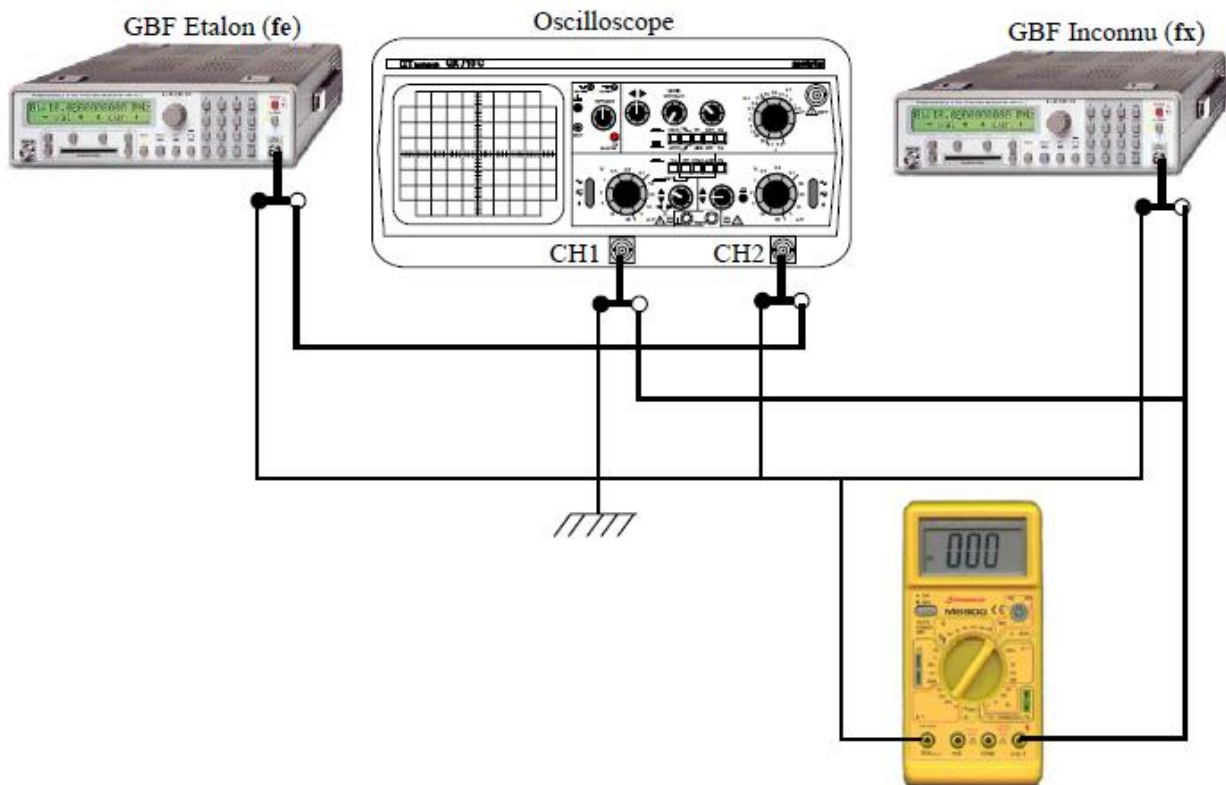


Figure 2 : Schéma du montage

Il s'agit d'utiliser trois méthodes de mesure :

1. Méthode directe (le multimètre joue le rôle d'un fréquencesmètre).
2. Méthode directe (lecture de la période sur l'oscilloscope permet de déterminer la fréquence).
3. Méthode de comparaison (en utilisant les courbes de Lissajous, l'oscilloscope est en mode bi-courbe). Prenez une fréquence étalon f_e , de 500 Hz.

Ces trois mesures doivent figurer dans un tableau tout en indiquant les incertitudes de mesure engendrées pour chaque méthode exception faite pour la méthode de Lissajous (la formule de calcul de l'incertitude du fréquencesmètre est : $\Delta f = \pm(0.1\% \text{ Lecture} + 3U)$).

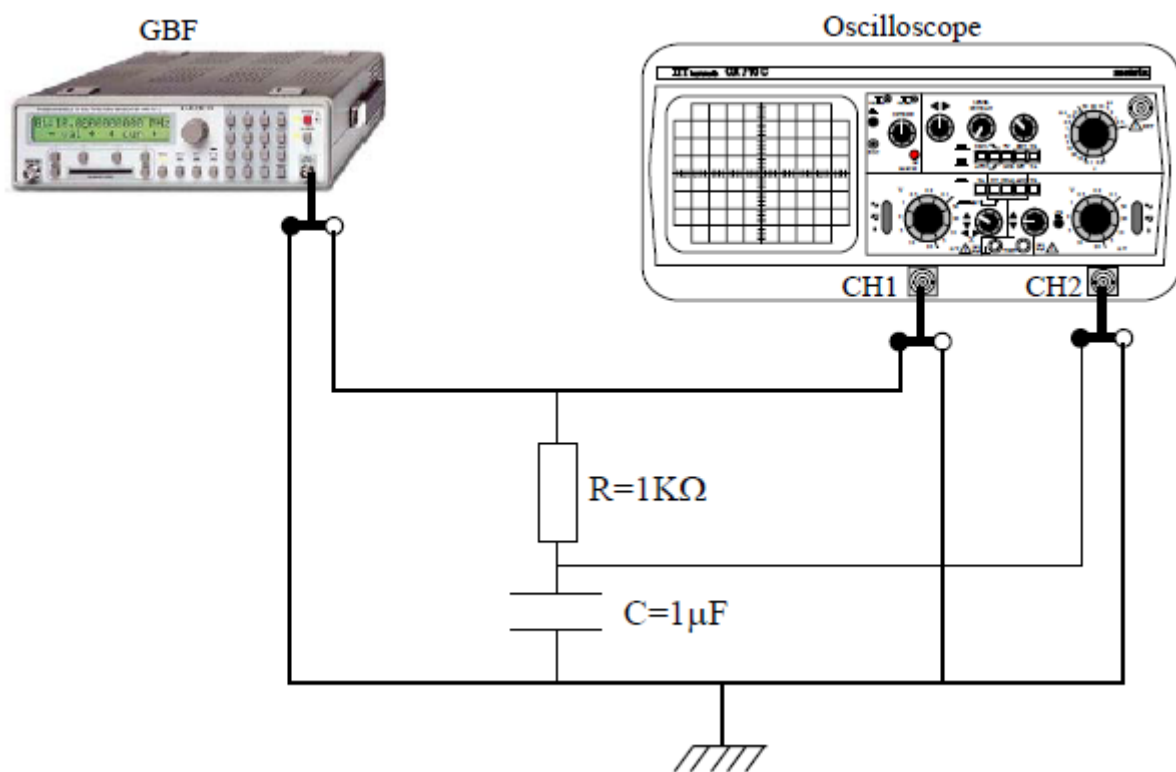
Tableau 1 : Evaluation des mesures de la fréquence

f_x (Hz)	100	250	500	750	1000	1250	1500	1750
T (s)								
f_{oscillo}								
$f_{\text{fréquencemètre}}$								
$\Delta f_{\text{fréquencemètre}}$								
$f_{\text{Lissajous}}$								

- La comparaison entre les trois méthodes se fera en analysant les variations des incertitudes en fonction de la fréquence inconnue f_x .

B. Mesure du déphasage

La mesure du déphasage passe par le biais d'un circuit déphaseur (R, C) :

**Figure 3** : Schéma du montage

Remplissez le tableau suivant en comparant chaque fois le déphasage mesuré (directement par l'oscilloscope φ_{oscillo} ou par Lissajous $\varphi_{\text{Lissajous}}$) avec sa valeur théorique (déphasage de la tension de sortie $v_s(t)$ par rapport à celle d'entrée $v_e(t)$) que l'on devra évaluer l'expression littérale en fonction de la

fréquence f et des éléments du circuit R et C . La tension d'entrée est sinusoïdale.

Tableau 2 : Evaluation des mesures du déphasage

f_x (Hz)	100	250	500	750	1000	1250	1500	1750
φ théorique								
φ oscillo								
φ Lissajous								
$\frac{V_s}{V_e}$								

- Pour la dernière variable, à savoir le rapport entre la tension de sortie $v_s(t)$ et celle d'entrée $v_e(t)$, il s'agit de voir l'évolution de ce rapport avec la fréquence d'entrée f et de l'interpréter.