

## TP 04 de Physique

## Signaux sinusoïdaux : mesurages de grandeurs caractéristiques

Capacités exigibles :

- Caractériser un signal sinusoïdal par son amplitude, sa période, sa fréquence et sa phase à l'origine.
- Mesurer et calculer une valeur moyenne pour un signal sinusoïdal.
- Mesurer et calculer la phase à l'origine pour un signal sinusoïdal.

Capacités expérimentales :

- Savoir régler un générateur pour produire un signal périodique dont les caractéristiques sont données
- Déterminer le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux à partir de leurs chronogrammes
- Réaliser des mesures de tension et de durée à l'aide de l'outil réticule du logiciel LATISPRO et des curseurs de l'oscilloscope.
- Utiliser un script PYTHON sous Pyzo, afin de tracer des signaux sinusoïdaux.

A faire chez soi : travail noté sur 20 points

Compléter les annexes 01 et 02 du TP.

**APPEL 0 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**I. Compatibilité de mesurages de la période d'un signal sinusoïdal :A. Obtention des chronogrammes :❖ **Préparation du GBF :**

A l'aide de la *fiche méthode expérimentale 02* et de la vidéo visualisée à la maison, régler le GBF HAMEG selon les consignes suivantes.

**Attention à réaliser le circuit avec la LED « OUTPUT ON » et la LED « OFFSET ON » du GBF, éteinte.**

On souhaite obtenir une tension sinusoïdale, d'amplitude  $U_m = 4,0 V$ , de fréquence  $f = 2,0000 kHz$ , sans offset.

❖ **Préparation de la carte d'acquisition SYSAM-SP5 :**

Le GBF sera relié sur la voie EA0 et à la masse de la carte d'acquisition. Dans le répertoire Physique, ouvrir le logiciel nommé LATISPRO. Sélectionner la voie EA0 puis cocher Périodique et mettre deux périodes. Dans Déclenchement, choisir EA0 comme source avec le sens montant pour un seuil de 0V.

❖ **Préparation de l'oscilloscope SIGLENT SDS1104X-E :**

Allumer l'oscilloscope et appuyer sur le bouton « Default ». Vérifier que la voie 01 soit enclenchée (bouton « 1 » éclairé). Le GBF sera relié à l'oscilloscope sur cette voie.

L'oscilloscope doit avoir pour sensibilité verticale  $2,0V/div$  et pour sensibilité horizontale  $50 \mu s/div$ .

**APPEL 1 : à réaliser une fois le circuit et les réglages effectués.**

En présence de l'enseignant, appuyer sur le bouton « Output ON ».

Sur Latispro, acquérir le signal avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe. Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits avec croix » en noir.

B. Mesurages de la période :

❖ **Exploitation du chronogramme obtenu via la carte SYSAM-SP5 :**

Document 01 : Comment utiliser le réticule de LATISPRO ?

*N'hésitez pas à demander de l'aide à l'enseignant si vous bloquez lors d'une étape.*

Effectuer un clic droit sur le graphe et choisir RETICULE, puis lier le réticule à la courbe EA0. Se placer sur le premier point du graphe permettant d'effectuer la mesure souhaitée. Effectuer un clic droit sur ce point et choisir nouvelle origine. Déplacer alors le curseur sur le deuxième point du graphe permettant d'effectuer la mesure demandée.

Sur l'écran, il s'affiche alors dans des encadrés rouges, la différence des abscisses des deux points et la différence des ordonnées des deux points.

1. À l'aide de l'outil réticule et du document 01 ci-dessus, mesurer la valeur de la période, notée  $T^{SYSAM}$  du signal, en microseconde avec **6 chiffres significatifs**.

*Aide : si la mesure s'affichant ne possède qu'un seul chiffre significatif (par exemple  $T = 500 \mu s$ ), c'est une erreur d'affichage du logiciel. La mesure est en réalité  $T = 500,000 \mu s$ . Le logiciel ne devrait pas éliminer les chiffres 0 (comme en Mathématiques) : en effet, le nombre affiché est une mesure.*

2. Quel type d'incertitude-type devez-vous utiliser pour ce mesurage ? Justifier votre réponse.

3. Évaluer la demi-étendue, notée  $a$  pour ce mesurage (en microseconde) : pour l'évaluer, déplacer le réticule autour du point choisi (pour être le dernier point du motif), de façon raisonnable.

4. A l'aide de la formule ci-après, rédiger le résultat du mesurage de la période du signal, de deux façons :

- en microseconde,
- en notation scientifique et en seconde.

$$u(T) = \sqrt{2 \times \left(\frac{a}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

**APPEL 2 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

❖ **Exploitation du chronogramme obtenu via l'oscilloscope :**

Appuyer sur le bouton « CURSORS ». Dans le menu s'affichant sur l'écran, sélectionner le mode « Track ». (ainsi, les deux curseurs 1 et 2 suivront automatiquement le signal de la voie 1). Sélectionner le curseur X1 à l'aide du bouton « Adjust ».

A l'aide de ce même bouton, placer le curseur X1 au début du motif, puis valider en appuyant dessus.

A l'aide de ce même bouton, placer le curseur X2 à la fin du motif.

La valeur de  $\Delta X$  correspond alors à la durée du motif.

5. Inscrire sur votre copie, la valeur de la période, notée  $T^{OSCILLO}$  du signal, en microseconde.
6. A l'aide de la même méthode que précédemment, évaluer la demi-étendue notée  $a$  pour ce mesurage (en microseconde).
7. A l'aide de la même formule que précédemment, rédiger le résultat du mesurage de la période du signal, de deux façons :
  - a. en microseconde,
  - b. en notation scientifique et en seconde.

**APPEL 3 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

C. Fidélité et compatibilité des mesurages :

8. Le mesurage de la période  $T^{SYSAM}$  obtenue en utilisant la carte SYSAM-SP5 est-il compatible avec le mesurage de la période  $T^{OSCILLO}$  obtenue en utilisant l'oscilloscope ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.
9. Lequel des deux mesurages est-il le plus fidèle ? Justifier votre réponse à l'aide de calculs.

**APPEL 4 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

D. Retour sur le mesurage de la période à l'aide de l'oscilloscope :

Sur l'oscilloscope, passer la sensibilité horizontale à  $500 \mu s/div$ .

Appuyer sur le bouton « Measure » (et éteindre le bouton « Cursors »). Vérifier que le menu indique la voie 1 et dans type, sélectionner « Period ». Sur l'écran, s'affiche alors la mesure « automatique » de la période du signal.

10. Quel type d'incertitude-type pourriez-vous utiliser pour ce mesurage ? Justifier votre réponse.

**APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

II. Modélisation d'un signal sinusoïdal :

A. Obtention du chronogramme :

Éteindre puis déconnecter l'oscilloscope du GBF.

On souhaite acquérir, à l'aide la carte d'acquisition uniquement, un nouveau signal (délivrée par le GBF HAMEG), sinusoïdal, d'amplitude  $U_m = 3,0 V$ , de fréquence  $f = 500 Hz$ , ayant pour valeur moyenne  $\langle u \rangle = -1,0 V$  (c'est-à-dire avec un OFFSET de  $-1,0 V$ , en pensant à mettre l'OFFSET sur ON).

Sur LATISPRO, cocher Périodique et mettre deux périodes. Dans Déclenchement, choisir EA0 comme source avec le sens montant pour un seuil de  $-1 V$ .

Acquérir le signal avec la touche F10. Double cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe.

### **APPEL 6 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

Sur Latispro, acquérir le signal avec la touche F10. Double-cliquer sur le nom de l'axe des ordonnées EA0 afin d'adapter l'échelle du graphe. Effectuer un clic droit sur le nom de l'axe des ordonnées EA0, puis Propriétés et choisir comme style « traits avec croix » en noir.

Imprimer votre graphe (Fichier/Imprimer puis choisir l'imprimante A110-EPSON au format paysage).

### **B. Détermination des valeurs des grandeurs caractéristiques :**

A l'aide des réticules sur Latispro, répondre aux questions (sans déterminer aucune incertitude-type) :

11. Déterminer la valeur expérimentale de la fréquence du signal, notée  $f_{exp}$ , en Hertz.
12. Déterminer la valeur expérimentale de l'amplitude du signal, notée  $U_{m,exp}$ , en volt.
13. Déterminer la valeur expérimentale de la valeur moyenne du signal, notée  $\langle u \rangle_{exp}$ , en volt.
14. À l'aide de la méthode graphique explicitée dans la vidéo « Comment déterminer la phase à l'origine d'un signal sinusoïdal ? », de la fonction zoom, des réticules, déterminer graphiquement la valeur de la phase à l'origine  $\varphi$ . On rédigera son raisonnement.  
Sur votre impression, tracer la double flèche représentant le décalage temporel  $\Delta t$  du signal étudié par rapport au signal de référence.

On souhaite exprimer la phase à l'origine en fonction du nombre  $\pi$ .

15. Parmi les valeurs proposées ci-dessous, laquelle se rapproche de la valeur expérimentale de  $\varphi$  ?

$$-\pi ; -\frac{3\pi}{4} ; -\frac{\pi}{2} ; -\frac{\pi}{4} ; 0 ; \pi ; \frac{3\pi}{4} ; \frac{\pi}{2} ; \frac{\pi}{4}$$

16. Conclure en rédigeant l'expression numérique de ce signal.

### **Vérification de votre travail :**

A l'aide de la *fiche méthode expérimentale 07*, sur LATISPRO, aller dans Traitements/Modélisation. Aller dans Listes des courbes (icone courbe verte), puis faire glisser le nom EA0 dans le cadre « Courbe à modéliser ». Choisir un modèle en cosinus. Puis cliquer sur « Calculer le modèle » et la double flèche.

Enfin, écrire sur votre impression, l'expression numérique du signal avec la valeur de  $\varphi$  déterminée à la question précédente.

### **APPEL 7 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

### III. Représentation temporelle de signaux sinusoïdaux alternatifs sous Python :

#### A. Comment déterminer graphiquement et rapidement la valeur de $\varphi$ ?

Nous allons tracer les représentations temporelles de trois signaux, à l'aide du logiciel PYZO, permettant de lancer des lignes de code au format Python.

A l'aide de la *fiche méthode expérimentale 05*, ouvrir le logiciel PYZO (avec la **version 3.6 de Python**) se trouvant dans le menu Physique, puis ouvrir le fichier nommé « TP04\_signaux\_sinusoidaux.py ».

Ce script est incomplet : compléter le code afin de tracer les signaux suivants.

$$\begin{aligned}u_{ref}(t) &= 5 \times \cos(2 \times \pi \times 20 \times t) \\u_1(t) &= 5 \times \cos\left(2 \times \pi \times 20 \times t + \frac{\pi}{2}\right) \\u_2(t) &= 5 \times \cos(2 \times \pi \times 20 \times t + \pi)\end{aligned}$$

On fait ainsi varier la phase à l'origine  $\varphi$  de 0 à  $\pi$ , par tranche de  $\frac{\pi}{2}$ .

Lancer l'exécution du script : une fois le graphe obtenu, réaliser l'appel suivant.

#### **APPEL 8 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

Mettre le graphe en plein écran, puis enregistrer-le au format PDF sur votre espace disque. Ouvrir le PDF et imprimer-le au format paysage.

A l'aide du graphe obtenu, répondre aux questions suivantes :

17. Le signal étudié  $u_1$  est-il en avance ou retard par rapport au signal de référence  $u_{ref}$  ? En déduire le signe du décalage temporel  $\Delta t$  et la phase à l'origine  $\varphi$ .

18. Le signal étudié  $u_2$  est-il en avance ou retard par rapport au signal de référence  $u_{ref}$  ?

On cherche une méthode graphique « rapide » pour déterminer la valeur de  $\varphi$  pour des valeurs particulières :

$$0, \frac{\pi}{2} \text{ et } \pi$$

19. Quelle « particularité » graphique possède le signal  $u_{ref}$  (ayant une phase à l'origine nulle) ?

20. Quelle « particularité » graphique possède le signal  $u_1$  (ayant une phase de  $\frac{\pi}{2}$ ) par rapport au signal  $u_{ref}$  ?

*Aide : on observera la place d'un extremum de  $u_1$  par rapport à ceux de  $u_{ref}$ .*

21. Quelle « particularité » graphique possède le signal  $u_2$  (ayant une phase de  $\pi$ ) par rapport au signal  $u_{ref}$  ?

*Aide : on observera la place d'un extremum de  $u_1$  par rapport à un extremum de  $u_{ref}$ .*

22. Imprimer et compléter l'annexe 03 du TP, à l'aide du vocabulaire suivant : « en phase », « en quadrature de phase » et « en opposition de phase ».

#### **APPEL 9 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

#### IV. Représentation temporelle de signaux sinusoïdaux sous Python :

Dans le fichier nommé « TP04\_signaux\_sinusoidaux.py », rédiger le code permettant de tracer les signaux suivants :

$$u_1(t) = 5 \times \cos(2 \times \pi \times 20 \times t)$$
$$u_2(t) = 2 + 5 \times \cos(2 \times \pi \times 20 \times t)$$

Lancer l'exécution du script : une fois le graphe obtenu, répondre aux questions suivantes :

23. Quelle est la différence « graphique » entre ces deux signaux ?
24. Quelle grandeur caractéristique représente la valeur 2 pour le signal  $u_2$  ?
25. En déduire l'expression littérale d'un signal sinusoïdal.

**APPEL 10 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**