

## TP 05 de Physique : Représentation temporelle et valeur moyenne d'un signal périodique

### Capacités exigibles :

- Caractériser un signal sinusoïdal par son amplitude, sa période.
- Définir la valeur moyenne.
- Calculer la valeur moyenne dans le cas de signaux de formes simples.
- Mesurer une valeur moyenne.

### Capacités expérimentales :

- Utiliser une carte d'acquisition en respectant les consignes.
- Utiliser un générateur de signaux basses fréquences (G.B.F).
- Réaliser des mesures de tension et de durée à l'aide de l'outil réticule du logiciel LATISPRO.

### A faire chez soi :



Visualiser la vidéo du chapitre 03 ci-dessous :  
« Comment déterminer la valeur moyenne d'un signal périodique ? »



Compléter ensuite l'annexe 01 de ce TP.

**APPEL PROFESSEUR 0 : appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

### ❖ **Convention en Physique :**

La valeur moyenne d'un signal  $u(t)$  est notée  $\langle u \rangle$ .

#### I. Comment mesurer, la valeur moyenne d'un signal périodique ayant un motif simple ?

##### A. Mise en place des appareils de mesures :

### Expérience :

**Attention à réaliser le circuit avec la LED « OUTPUT ON » et la LED « OFFSET » du GBF, éteintes.**  
Le GBF délivre un signal, sinusoïdal, d'amplitude  $U_m = 4,0 V$ , de fréquence  $f = 1,0000 kHz$ , avec un offset (ou « décalage du signal ») de  $3,0 V$ .  
On souhaite mesurer la valeur moyenne de ce signal grâce au multimètre Métrix MX 5060. S'aider de la *fiche méthode expérimentale 03* afin de régler correctement cet appareil de mesure.

Allumer l'oscilloscope puis 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  $500 \mu s/div$ .

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

En présence de l'enseignant, appuyer sur les boutons OUTPUT ON et OFFSET ON du GBF.

### B. Mesurages de la valeur moyenne :

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

Simultanément, appuyer sur le bouton « HOLD » du multimètre et sur le bouton « RUN/STOP » de l'oscilloscope.

1. A l'aide de la fiche technique du multimètre MX5060, rédiger le résultat du mesurage de la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{multimetre}$ .
2. A l'aide de la fiche technique de l'oscilloscope SIGILENT, de la valeur « DC Gain Accuracy » indiquée par le constructeur et du document ci-dessous, rédiger le résultat du mesurage de la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{oscillo}$ .

Document : comment déterminer la demi-étendue lors d'un mesurage de tension à l'oscilloscope ?

Si par exemple, votre oscilloscope possède 10 divisions à la verticale, que le constructeur indique un « DC Gain Accuracy » de 4,0% et que la sensibilité verticale est de  $1,0V/div$  alors la demi-étendue  $a$  se détermine ainsi :

$$a = \frac{4,0}{100} \times 10 \times 1,0 = 0,40 V$$

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

#### C. Fidélité et compatibilité des mesurages :

3. Lequel des deux mesurages est-il le plus fidèle ? Justifier votre réponse à l'aide de calculs.
4. Le mesurage de la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{multimetre}$  est-il compatible avec le mesurage de la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{oscillo}$  ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

### II. Comment déterminer la valeur moyenne d'un signal périodique ayant un motif complexe ?

#### A. Mesure au voltmètre :

#### Expérience :

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

Le GBF délivre une tension, en mode impulsion (ou rectangle), de hauteur  $E = 5,0 V$  (qui correspond à sa valeur crête à crête), de fréquence  $f = 500 Hz$ , avec un offset de  $-1,0 V$ .

La durée du niveau « haut » de l'impulsion (motif rectangulaire), réglable grâce à « pulse w » est de  $1,4 ms$ .

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. A l'aide de la *fiche méthode expérimentale 07*, sélectionner la voie *EA0* puis cocher Périodique et mettre trois périodes. Ne mettre aucun déclenchement.

Le GBF sera aussi relié au multimètre afin de mesurer la valeur moyenne de ce signal.

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

Simultanément, acquérir le signal avec la touche *F10* et appuyer sur le bouton « HOLD » du multimètre. 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 » en noir.

5. Rédiger le résultat du mesurage pour la valeur moyenne (mesurée par le multimètre),  $\langle u \rangle_{multimetre}$ . La valeur expérimentale correspond-elle « approximativement » à la valeur de l'offset du GBF (comme dans le paragraphe I) ?

6. À l'aide de l'outil réticule de LATISPRO, mesurer la valeur maximale  $U_{max}$  du signal et la valeur minimale  $U_{min}$  du signal. On veillera à écrire ces mesures avec le plus de chiffres significatifs possibles.

7. Calculer alors la grandeur  $X$  suivante :

$$X = \frac{U_{max} + U_{min}}{2}$$

8. La valeur de  $X$  correspond-elle « approximativement » à la valeur expérimentale,  $\langle u \rangle_{multimetre}$ , dans la question 5 ? Donner un argument expliquant votre réponse.

Imprimer la représentation temporelle du signal obtenue grâce à LATISPRO, au format paysage.

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

#### B. Détermination graphique de la valeur moyenne par un calcul :

A l'aide de la vidéo de l'appel 0, de votre travail préparatoire (annexe 01) et de l'annexe 02, répondre à la question suivante :

9. Calculer la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{calcul}$  de ce signal  $u(t)$ , à l'aide de mesures effectuées avec l'outil Réticule de LATISPRO. On rédigera chaque étape du raisonnement : un exemple de rédaction est donné en annexe 02. On légendera  $A_1$  et  $A_2$  sur son impression.

La valeur moyenne  $\langle u \rangle_{calcul}$  est prise comme valeur de référence dans la suite de notre raisonnement.

10. A l'aide d'un calcul, comparer la valeur moyenne mesurée par le multimètre,  $\langle u \rangle_{multimetre}$  à la valeur moyenne  $\langle u \rangle_{calcul}$ . Conclure.

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

### III. Décomposition d'un signal variable périodique dont la valeur moyenne est positive :

#### A. Étude théorique / simulation :

##### À la main :

L'annexe 03 donne la représentation temporelle théorique du signal  $u(t)$  étudié dans ce paragraphe.

11. Calculer la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  de ce signal  $u(t)$ . On rédigera chaque étape du raisonnement à l'image de l'annexe 02. On légendera  $A_1$  et  $A_2$  sur le premier graphe de l'annexe 03.
12. Tracer en bleu, sur l'annexe 03, la droite représentant la composante continue du signal, notée  $\langle u \rangle$ .
13. Tracer en rouge, sur l'annexe 03, la courbe représentant la composante alternative du signal notée  $u_{alt}$ .
14. A l'aide du *paragraphe II. B du chapitre 03*, déterminer la valeur du rapport cyclique  $r$  du signal étudié.

##### Vérification grâce à Python :

Afin de vérifier vos tracés précédents, nous allons utiliser le langage Python via le logiciel PYZO. Ouvrir le fichier nommé « TP05\_decomposition\_signal\_moyenne\_positive.py » dans PYZO.

Puis, saisir les valeurs des grandeurs caractéristiques du signal de l'annexe 03, sur les lignes 13 à 14. Compléter l'expression de  $u_{alt}$  (ligne 28) sachant que  $u(t)$  est noté  $u$  et  $\langle u \rangle$  est noté  $u\_mean$  dans le code.

Lancer l'exécution du script et vérifier que vos tracés des questions 11 et 12 sont justes.

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

#### B. Étude expérimentale :

On souhaite « automatiser » le calcul de la valeur moyenne et le tracé des composantes du signal grâce à la carte d'acquisition et un code au format PYTHON pour le signal étudié dans le paragraphe précédent et cette fois-ci, délivré par le GBF.

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

Régler le GBF afin qu'il délivre un signal identique à celui de l'annexe 03. Le GBF sera relié sur la voie EA0 et à la masse de la carte d'acquisition. Il sera relié aussi au multimètre MX5060 afin de mesurer la valeur moyenne.

Ouvrir le fichier nommé « TP05\_valeur\_moyenne\_acquisition.py » dans PYZO et compléter la ligne 12 du code. Compléter l'expression de  $u_{alt}$  (ligne 51) sachant que  $u(t)$  est noté  $u0$  et  $\langle u \rangle$  est noté  $u\_mean$  dans le code.

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

Lancer l'exécution du script. Agrandir la fenêtre du graphe au maximum. Enregistrer au format PDF le graphique puis ouvrir le PDF et l'imprimer au format paysage.

La valeur de la valeur moyenne indiquée par Python est considérée comme la valeur de référence.

15. Comparer la valeur moyenne du signal obtenue via le multimètre, à la valeur moyenne du signal obtenue via la carte d'acquisition (et Python). Conclure.

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