

## TP 02 : 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.

Tout au long de la séance, vous devrez appeler le professeur pour qu'il valide et note votre travail. Si un appel est oublié, les points sont perdus. Chaque élève du binôme ou trinôme rédige au propre le travail du groupe.

La présentation est notée : votre copie doit contenir le plan du TP et aucune faute d'orthographe.

Toutes les vidéos utiles à ce TP sont consultables sur le site :



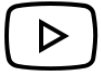
[www.physique-sn.fr](http://www.physique-sn.fr)

Dans l'ensemble du TP, on désigne la tension électrique étudiée par le mot « tension » ou « signal ».

### ❖ **Convention en Physique :**

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

### A faire chez soi :



**Afin de préparer l'appel 0, visionner la vidéo (rubrique Chapitres/ Chapitre 02) :  
« 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.**

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

#### Expérience :

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

Le GBF délivre une tension, sinusoïdale, d'amplitude  $U_m = 4,0 V$ , de fréquence  $f = 1000 Hz$ , ayant pour valeur moyenne  $\langle u \rangle = 3,0 V$ .

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.

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

1. Relever la valeur moyenne mesurée par le multimètre,  $\langle u \rangle_{multimetre}$ , avec le plus grand nombre de chiffres significatifs possible.
2. Comparer, à l'aide d'un écart relatif, cette mesure à la valeur de référence et conclure.
3. Recopier et compléter la phrase suivante : (*à connaître par cœur*)

« Un voltmètre en mode DC mesure ..... d'un signal variable périodique »

4. Pour un signal au **motif simple** délivré par un GBF, **sans offset**, que vaut la valeur moyenne  $\langle u \rangle$  ? Comment qualifie-t-on ce type de signal ?

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

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 » du GBF, éteinte.**

Le GBF délivre une tension, en mode impulsion, 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 LED OFFSET du GBF doit-être allumée).

La durée du niveau « haut » de l'impulsion, réglable grâce à « *pulse w* » dure  $1,4 ms$ .

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.**

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 » en noir.

5. Relever la valeur moyenne mesurée par le multimètre,  $\langle u \rangle_{multimetre}$ .

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-il à la valeur mesurée,  $\langle u \rangle_{multimètre}$ , 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 théorique  $\langle u \rangle_{theo}$  de ce signal  $u(t)$ , à l'aide de mesures effectuées avec l'outil Réticule de LATISPRO. On rédigera chaque étape du raisonnement à l'image de l'annexe 02. On légendera  $A_1$  et  $A_2$  sur son impression.

10. Comparer à l'aide d'un écart relatif, la valeur moyenne mesurée par le multimètre,  $\langle u \rangle_{multimetre}$  à la valeur moyenne théorique  $\langle u \rangle_{theo}$ . 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 théorique  $\langle u \rangle$  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.

A l'aide du *paragraphe IV du chapitre 01*, répondre aux questions suivantes :

12. Tracer en bleu, sur le deuxième graphe de l'annexe 03, la droite représentant la composante continue du signal, notée  $\langle u \rangle$ .
13. Tracer en rouge, sur le deuxième graphe de l'annexe 03, la courbe représentant la composante alternative du signal notée  $u_{alt}$ .
14. A l'aide du *paragraphe I.C du chapitre 01*, 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 « TP02\_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. A l'aide du *paragraphe IV du chapitre 01*, 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.

Ouvrir le fichier nommé « TP02\_valeur\_moyenne\_acquisition.py » dans PYZO et compléter la ligne 12 du code. A l'aide du *paragraphe IV du chapitre 01*, 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.

15. Comparer la valeur expérimentale de la valeur moyenne du signal à sa valeur théorique et conclure.

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

IV. Décomposition d'un signal variable périodique dont la valeur moyenne est négative :

A. Étude théorique / simulation :

À la main :

L'annexe 04 donne une représentation temporelle théorique du signal  $u(t)$  étudié dans ce paragraphe.

16. Calculer la valeur moyenne théorique  $\langle u \rangle$  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 04.

A l'aide du *paragraphe VI du chapitre 01*, répondre aux questions suivantes :

17. Tracer en bleu, sur le deuxième graphe de l'annexe 04, la droite représentant la composante continue du signal, notée  $\langle u \rangle$ .

18. Tracer en rouge, sur le deuxième graphe de l'annexe 04, la courbe représentant la composante alternative du signal notée  $u_{alt}$ .

19. A l'aide du *paragraphe I.C du chapitre 01*, 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 « TP02\_decomposition\_signal\_moyenne\_negative.py » dans PYZO.

Puis, saisir les valeurs des grandeurs sur les lignes 13 à 14. A l'aide du *paragraphe IV du chapitre 01*, 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 16 et 17 sont justes.

**APPEL 9 : 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 04. Le GBF sera relié sur la voie EA0 et à la masse de la carte d'acquisition.

Ouvrir le fichier nommé « TP02\_valeur\_moyenne\_acquisition.py » dans PYZO et compléter la ligne 12 du code. A l'aide du *paragraphe IV du chapitre 01*, 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 10 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

Lancer l'exécution du script.

On constate alors que l'échelle du graphe n'est pas adaptée. Il faut modifier les paramètres de la ligne 63.

20. A l'aide d'une recherche internet sur la fonction « axis » de la bibliothèque Matplotlib, modifier le code afin que l'échelle du graphe soit adaptée au signal étudié ici.

Lancer l'exécution du script. Si l'échelle est adaptée, réaliser l'appel suivant.

**APPEL 11 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**

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

21. Comparer la valeur expérimentale de la valeur moyenne du signal à sa valeur théorique et conclure.

**APPEL 12 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.**