

## TP 03 : Valeur efficace d'un signal périodique

### Capacités exigibles :

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

### Capacités expérimentales :

- Utiliser une carte d'acquisition en respectant les consignes de sécurité.
- Utiliser un générateur de signaux basses fréquences (G.B.F).
- Réaliser des mesures de tension et de durée à l'aide des réticules
- Utiliser Python afin de tracer des signaux et de calculer une valeur efficace

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 efficace d'un signal  $u(t)$  est notée  $U_{eff}$ .

### A faire chez soi :



Afin de répondre aux questions de l'appel 0, visionner la vidéo (rubrique Chapitres/ Chapitre 02) :  
« Comment déterminer la valeur efficace 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 et calculer la valeur efficace d'un signal périodique rectangulaire ?

##### A. Premier signal : mesure expérimentale au voltmètre

### Expérience :

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

Le GBF délivre une tension périodique, en mode impulsion, de hauteur  $E = 4,0 V$  (correspondant à sa valeur crête à crête), de fréquence  $f = 500 Hz$ , sans offset. Le niveau « haut » de l'impulsion, réglable grâce à « pulse w » dure  $1,5000 ms$ .

Le GBF sera relié sur la voie EA0 de la carte d'acquisition, ainsi qu'à sa masse.

On souhaite mesurer la valeur efficace de ce signal non alternatif, grâce au multimètre Métrix MX 5060. S'aider de la *fiche méthode expérimentale 03* afin de régler correctement cet appareil de mesure.

Ouvrir LATISPRO, sélectionner la voie EA0 puis mettre  $1000 points$ , avec une période d'échantillonnage  $T_e = 4\mu s$  pour une durée totale d'acquisition de  $4 ms$ . Dans Déclenchement, sélectionner la source EA0, dans le sens montant avec un seuil de  $100mV$ .

### **APPEL 1 : 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.

1. Relever la valeur efficace mesurée par le multimètre,  $U_{eff,exp}$ .
2. A l'aide du réticule, mesurer la valeur maximale du signal, sa valeur minimale, sa période, la durée du « palier haut » notée  $T_H$  et la durée du « palier bas » notée  $T_B$ .
3. À l'aide de l'annexe 01 et de l'exemple traité en annexe 02, déterminer la valeur efficace du signal  $U_{eff,th}$ . On veillera à rédiger chaque étape du raisonnement : on tracera notamment, sur la copie, le signal au carré pour un motif.
4. Comparer cette valeur théorique à la valeur expérimentale mesurée. Conclure.

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

#### **B. Premier signal : mesure expérimentale à l'aide de la carte d'acquisition et de Python**

Fermer LATISPRO. Dans cette partie du TP, nous allons utiliser le langage Python via le logiciel PYZO et la carte d'acquisition afin de transformer l'ordinateur en multimètre (capable de mesurer/calculer la valeur efficace d'un signal).

Ouvrir le fichier nommé « TP03\_valeur\_efficace\_acquisition.py » dans PYZO. Vérifier que la version de Python est bien la version 3.6.7. Puis, compléter la ligne 12.

Dans le code,  $u0$  est le nom du signal. Compléter l'expression de  $u2$  (ligne 49) sachant que  $u2$  est le signal  $u0$  élevé au carré.

Sur la ligne 50,  $u2\_mean$  calcule la valeur moyenne de  $u2$ . Vous n'avez rien à toucher !

*Aide pour Python* : La fonction racine carrée se rédige  $np.sqrt( )$ .

A l'aide du *paragraphe II.B du chapitre 02*, compléter la ligne 51 afin de calculer la valeur efficace du signal (notée  $ueff$  dans le code).

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

5. Lancer l'exécution du script puis noter sur votre copie la valeur efficace expérimentale  $U_{eff,exp}$  obtenue grâce au code Python. On gardera 4 chiffres significatifs.
6. Comparer cette valeur expérimentale à la valeur théorique. Conclure.

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

#### **C. Deuxième signal :**

Sur le GBF, ajouter un OFFSET de  $-1,0 V$  au signal précédent. Le niveau « haut » de l'impulsion, réglable grâce à « pulse w », dure  $500 \mu s$ .

7. Lancer l'exécution du script puis noter sur votre copie la valeur efficace expérimentale  $U_{eff,exp}$  obtenue grâce au code Python. On gardera 4 chiffres significatifs.
8. A l'aide des coordonnées du curseur indiquées par le graphe obtenu par Python, déterminer la valeur efficace du signal  $U_{eff,th}$ . On veillera à rédiger chaque étape du raisonnement : on tracera notamment, sur la copie, le signal au carré, pour un motif.
9. Comparer cette valeur théorique à la valeur expérimentale mesurée. Conclure.

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

## II. Comment mesurer et calculer la valeur efficace d'un signal périodique carré ?

### A. Signal périodique, carré et alternatif :

#### Expérience :

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

Le GBF délivre une tension périodique, en mode carré, d'amplitude  $U_m = 2,0 V$ , de fréquence  $f = 500 Hz$ , sans offset.

Sur LATISPRO, sélectionner la voie EA0 puis mettre 1000 points, avec une période d'échantillonnage  $T_e = 4\mu s$  pour une durée totale d'acquisition de 4 ms. Dans Déclenchement, sélectionner la source EA0, dans le sens montant avec un seuil de 100mV.

Le multimètre MX5060 permet de mesurer la valeur efficace du signal.

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

Lancer l'acquisition du signal puis double-cliquer sur le nom de l'ordonnée afin d'adapter l'échelle du graphe.

10. Relever la valeur efficace mesurée par le multimètre,  $U_{eff,exp}$ .

11. À l'aide de l'annexe 01 et des réticules de LATISPRO, déterminer la valeur efficace du signal  $U_{eff,th}$ .

12. Comparer cette valeur théorique à la valeur expérimentale mesurée. Conclure.

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

### B. Signal périodique, carré et non alternatif :

#### Expérience :

On ajoute au signal précédent, un offset de 1,0 V.

Lancer l'acquisition du signal puis double-cliquer sur le nom de l'ordonnée afin d'adapter l'échelle du graphe.

13. Relever la valeur efficace mesurée par le multimètre,  $U_{eff,exp}$ .

14. À l'aide de l'annexe 01 et des réticules de LATISPRO, déterminer la valeur efficace du signal  $U_{eff,th}$ .

15. Comparer cette valeur théorique à la valeur expérimentale mesurée. Conclure.

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

## III. Comment mesurer et calculer la valeur efficace d'une tension sinusoïdale périodique ?

### A. Signal variable, périodique, sinusoïdal, alternatif :

On souhaite vérifier le lien (la formule) liant la valeur efficace  $U_{eff}$  d'un signal sinusoïdal alternatif à l'amplitude de ce signal,  $U_m$ .

#### Expérience :

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

Le GBF délivre une tension périodique, de motif sinusoïdal, d'amplitude  $U_m = 1,0 V$ , de fréquence  $f = 500 Hz$ , sans offset. La valeur efficace de ce signal est mesurée grâce au multimètre Métrix MX 5060.

Sur LATISPRO, sélectionner la voie  $EA0$  puis mettre 1000 points, avec une période d'échantillonnage  $T_e = 4\mu s$  pour une durée totale d'acquisition de 4 ms. Dans Déclenchement, sélectionner la source  $EA0$ , dans le sens montant avec un seuil de 100mV.

**APPEL 9 PROFESSEUR : à réaliser une fois le circuit et les réglages effectués.**

On mesure l'amplitude du signal  $U_m$  grâce au réticule de LATISPRO.

16. Dans un tableau, sur votre copie, relever la valeur efficace mesurée par le multimètre,  $U_{eff,exp}$ , et la valeur mesurée de l'amplitude  $U_m$ , pour cinq valeurs différentes d'amplitude (sans jamais dépasser 10 V en amplitude).

Ouvrir le logiciel Regressi.

Sur Regressi, aller dans FICHIER/NOUVEAU/CLAVIER. Saisir deux variables expérimentales :  $U_m$  en volt (V) et  $U_{eff}$  en volt (V).

Dans l'onglet TABLEAU, saisir les différentes mesures réalisées.

Tracer ensuite  $U_{eff}$  en fonction de  $U_m$ . On fera apparaître des points (croix), reliés, en noir.

17. A l'aide de l'annexe 03, répondre à la question suivante :  $U_{eff}$  et  $U_m$  sont-elles des grandeurs proportionnelles ?

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

Nous souhaitons déterminer le coefficient directeur de la droite obtenue, à l'aide du logiciel Regressi.

Pour cela, dans GRAPHE, sélectionner MODELE puis MODELES. Choisir alors le modèle correspondant à l'aide de l'annexe 03. Valider et cliquer sur « Ajuster ».

18. Relever sur votre copie, la valeur expérimentale et l'unité du coefficient directeur de la droite.

19. En déduire la formule liant  $U_{eff}$  et  $U_m$ .

Imprimer au format paysage, le graphe obtenu.

20. À l'aide de l'annexe 01, déterminer la valeur théorique du coefficient directeur de la droite représentant  $U_{eff}$  en fonction de  $U_m$  pour un signal sinusoïdal et alternatif.

21. Comparer cette valeur théorique à la valeur obtenue précédemment et conclure.

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

B. Signal variable, périodique, sinusoïdal, non alternatif :

Le GBF délivre une tension périodique, de motif sinusoïdal, d'amplitude  $U_m = 2,0 V$ , de fréquence  $f = 500 Hz$ , mais maintenant avec un offset (correspondant à la valeur moyenne) de 4,0 V.

22. Mesurer la valeur efficace mesurée par le multimètre,  $U_{eff,exp}$ .

23. À l'aide de l'annexe 01, déterminer la valeur théorique de la valeur efficace  $U_{eff,th}$ .

24. Comparer ces deux valeurs et conclure.

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

#### IV. Utilisation de Regressi :

##### A. Obtention de la représentation temporelle d'un signal périodique triangulaire :

Sur Regressi, aller dans FICHER-NOUVEAU-SIMULATION.

**Attention : Penser à enregistrer votre travail dans votre espace disque au fur et à mesure.**

Par défaut, la variable s'appelle «  $t$  » et son unité est notée « s ».

Mettre le MAX sur « 0.40 » et mettre le nombre de points sur « 4000 ».

Avec ses réglages, Regressi va tracer 4000 points sur notre graphe, entre l'instant  $t = 0s$  et l'instant  $t = 0,40s$ .

Dans le champ libre à fond blanc, taper le code suivant :

$$u = -5 * Triangle(t, 5, 0.5)_V$$

Si des erreurs de syntaxe sont faites, ne pas hésiter à cliquer sur « MISE A JOUR » afin de forcer Regressi à relancer son calcul pour les 4000 points.

Aller dans GRAPHE puis COORD. Mettre «  $t$  » en abscisse et «  $u$  » en ordonnée. Choisir la couleur noire, décocher POINT et cocher LIGNE puis sélectionner SEGMENT et PLEIN. Cliquer sur OK.

#### **APPEL 14 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.**

Imprimer au format paysage le graphe obtenu.

##### B. Première méthode pour déterminer la valeur efficace du signal :

25. À l'aide de l'annexe 01, calculer la valeur efficace du signal  $U_{eff}$ .

##### C. Deuxième méthode pour déterminer la valeur efficace du signal :

Le logiciel Regressi permet de calculer rapidement la valeur efficace d'un signal, grâce à la fonction « Root Mean Square » (RMS).

Dans le champ libre à fond blanc, créer la grandeur « ueff » qui doit être égale à la valeur efficace du signal  $u$ , tracé précédemment :

$$U_{eff} = \text{RMS}(u)$$

Cliquer ensuite sur Mise à jour puis aller dans l'onglet « Paramètres ».

26. Noter la valeur efficace  $U_{eff}$  déterminée par Regressi.

27. La comparer à la valeur déterminée dans la question 25. Conclure.

#### **APPEL 15 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.**