

R&T

Semestre 1

2023/2024

Elec 1-Telecom 1

Ressources : R104 (Sys élec.) et R105 (Supports) / Saé 13

TP n°2 : caractérisation de signaux

Durée du T.P. : 3h

Objectifs du T.P. :

- Prendre en main un oscilloscope et maîtriser les échelles, curseurs et relevés automatiques.
- Savoir caractériser un signal périodique, c'est à dire relever son amplitude, sa fréquence, sa valeur moyenne et sa valeur efficace à l'aide des appareils de mesure.

Matériel :

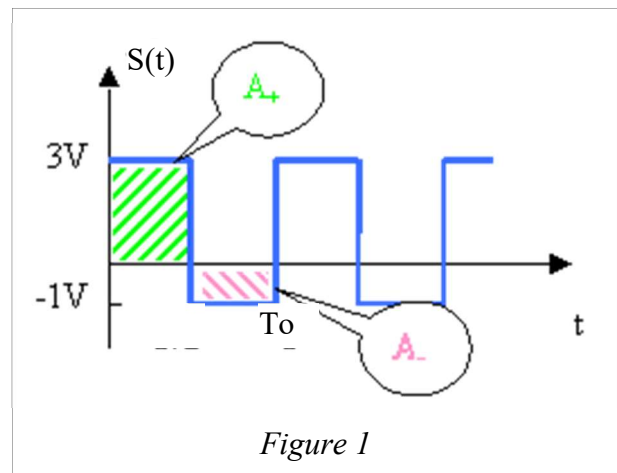
- Générateur de fonction (RIGOL DG4000)
- Multimètres (Fluke 175)
- Oscilloscope 2 voies (Keysight DSO série 2000)

I / Préparation**I.1 / Caractérisation d'un signal : rappel des définitions****I.1.a / La valeur moyenne**

Considérons un signal périodique, noté $S(t)$, de période T_0 .

La valeur moyenne de ce signal correspond à l'aire algébrique de sa représentation en fonction du temps.

Sur la Figure 1, il s'agit de calculer l'aire A_+ qui se situe au-dessus de l'axe des abscisses et de lui retrancher l'aire A_- qui est en dessous.



Dans les cas où l'aire n'est pas simple à calculer, il est alors possible de se référer à la formule permettant le calcul d'aire : l'intégrale.

La **valeur moyenne d'un signal $S(t)$** se calcule avec la relation suivante :

$$S_{moy} = \frac{1}{T_0} \times \int_0^{T_0} S(t) \times dt$$

I.1.b / La valeur efficace

La **valeur efficace d'un signal $S(t)$** se calcule avec la relation suivante :

$$S_{eff}^2 = \frac{1}{T_0} \times \int_0^{T_0} \{S(t)\}^2 \times dt$$

- Rappeler, littéralement, ce que représente la valeur efficace d'un signal périodique.

I.2 / Signal triangulaire

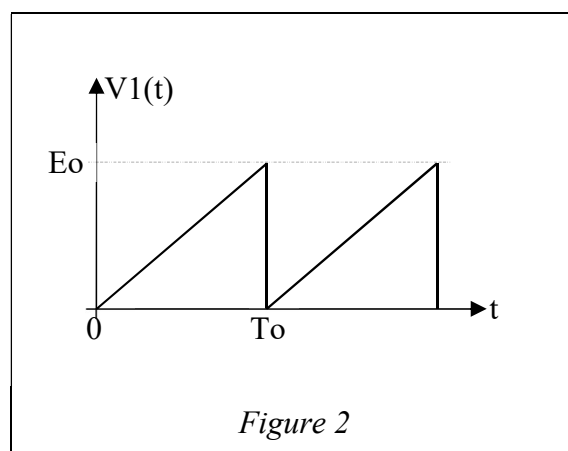
I.2.a / Définition du signal

Soit un signal périodique $V_1(t)$ défini à la Figure 2.

Pour $t \in [0 ; T_0]$, l'expression de ce signal est :

$$V_1(t) = \frac{E_0}{T_0} \times t$$

- Vérifier, avec l'expression donnée, que pour $t = T_0/2$ alors $V_1(t) = E_0/2$



I.2.b / Détermination de la valeur moyenne du signal

- Déterminer l'expression littérale (c'est à dire en fonction de E_0 et T_0) de V_{1moy} , la valeur moyenne de $V_1(t)$. Il faut donc réaliser le calcul à partir de la formule établie plus haut et le développer.

I.2.c / Détermination de la valeur efficace du signal

- Déterminer l'expression littérale (c'est à dire en fonction de E_0 et T_0) de V_{1eff} , la valeur efficace de $V_1(t)$. Il faut donc réaliser le calcul à partir de la formule établie plus haut et le développer.

I.2.d / Applications numériques

Application numérique n°1 : $E_0 = 5V$ et $T_0 = 1ms$.

- Donner la valeur numérique de V_{1moy} .
- Donner la valeur numérique de V_{1eff} .

Application numérique n°2 : $E_0 = 12V$ et $T_0 = 1\mu s$.

- Donner la valeur numérique de V_{1moy} .
- Donner la valeur numérique de V_{1eff} .

I.3 / Signal sinusoïdal

I.3.a / Définition du signal

Soit le signal $V_2(t)$ défini comme suit :

- Forme : sinusoïdale
- Fréquence : $f_0 = 2,5\text{kHz}$
- Amplitude crête : $A_0 = 4\text{V}$
- Valeur moyenne (offset) : 0V .

L'expression mathématique de ce signal sera donc : $V_2(t) = A_0 \times \sin(2 \times \pi \times f_0 \times t)$

Ceci peut également être noté : $V_2(t) = A_0 \times \sin(\omega_0 \times t)$, écriture plus synthétique.

- Rappeler la relation qui existe en la période T_0 d'un signal et sa fréquence f_0 .
- Tracer le signal ainsi défini en fonction du temps. Bien indiquer les échelles utilisées. Sur ce tracé devront apparaître A_0 et T_0 .

I.3.b / Détermination de la valeur moyenne du signal

- Déterminer l'expression littérale (donc en fonction de A_0 et f_0 ou ω_0) de la valeur moyenne de $V_2(t)$, $V_{2\text{moy}}$.
- Donner la valeur numérique de $V_{2\text{moy}}$.

I.3.c / Détermination de la valeur efficace du signal

- Déterminer l'expression littérale de la valeur efficace au carré, $(V_{2\text{eff}})^2$.
- En déduire l'expression littérale de $V_{2\text{eff}}$.
- Donner la valeur numérique de $V_{2\text{eff}}$.

*Le résultat **littéral**, démontré ici, pourra à partir de maintenant être utilisé (dans le cas d'un signal **sinusoïdal** ...)*

II / Utilisation d'un générateur de fonctions et d'un oscilloscope


II.1 / Génération d'un signal continu

II.1.a / Réglage et vérification au voltmètre

Dans un premier **temps**, on va délivrer un signal continu à l'aide d'un G.B.F. et le vérifier avec un appareil connu : le voltmètre.

- Régler le générateur de fonctions (G.B.F.) afin qu'il délivre un signal continu de 5V.
- A l'aide d'un câble adapté (BNC-bananes) relever cette tension avec un multimètre.

Remarque : S'il y a **un rapport 2** entre ce qui est affiché par le générateur et la grandeur mesurée par le multimètre, placer le générateur en haute impédance : Hi-Z. Pour cela, il faut rechercher la procédure sur la documentation et éventuellement demander l'aide de l'enseignant. Refaire alors la mesure de tension.

 Analyser l'expérience et conclure.

II.1.b / Observation d'une tension continue à l'oscilloscope

On va à présent observer le signal précédent avec l'oscilloscope.

Préparation de l'oscilloscope :

- Placer la référence 0V en bas de l'écran (puisque la tension est positive uniquement).
- Régler l'échelle de l'oscilloscope qui à priori, permettra de voir Eo le mieux possible. Justifier ce choix.
- Placer le couplage d'entrée en position D.C. ou C.C. (Direct Coupling ou Conductive Coupling). Rechercher où se trouve cette fonction et à quoi elle sert.
- Brancher l'oscilloscope aux bornes du générateur.
- Vérifier que l'échelle choisie auparavant était correcte. Au cas échéant, régler celle qui correspond mieux.
- Relever (manuellement sur votre feuille) le signal observé.

Remarque : pour être utilisable par son lecteur, un oscillogramme doit comporter, en plus de la représentation du signal, les paramètres de mesure : échelle des tensions, base de temps, position de la référence, couplage d'entrée et autre si nécessaire !

Caractérisation du signal :

- A l'aide des curseurs, relever la valeur de la tension observée.
- A l'aide des mesures automatiques, relever la tension efficace, la tension maximale et enfin la tension crête à crête du signal observé.
- Expliquer les différences entre ces notions. Quelle est d'après vous ici la plus adaptée ?

- Comparer les valeurs avec celle(s) obtenue(s) avec le voltmètre.
- ✎ Analyser l'expérience et conclure.

Couplage de l'oscilloscope :

- Placer le couplage d'entrée en position A.C. (Alternative Coupling).
- Consulter la documentation pour expliquer le phénomène observé.
- ✎ Analyser l'expérience et conclure.

Cette fonction A.C., peu employée en électronique, pourra être utilisée pour mesurer le bruit d'une tension continue.

II.2 / Génération d'un signal alternatif

II.2.a / Réglage d'une tension alternative

Cette partie se fera à l'aide de la documentation du générateur.

L'objectif est de générer le signal suivant :

- Forme : sinusoïdale
 - Fréquence : 2,5kHz
 - Amplitude crête : 4V (soit 8V crête-à-crête !!)
 - Valeur moyenne (offset) : 0V.
-
- Réaliser le réglage du générateur de fonctions afin qu'il délivre ce signal.
 - ✎ Noter la procédure qui permet de régler ces paramètres.


II.2.b / Observation et caractérisation d'une tension alternative à l'oscilloscope

Il faut s'assurer que les paramètres réglés sont les bons. Pour cela, il faut relever la valeur crête à crête, la valeur moyenne et la fréquence du signal...

Vérification du signal


- Définir les échelles horizontale et verticale de l'oscilloscope qui seront adaptées au signal à observer. Effectuer les réglages.
 - Observer le signal généré précédemment, à l'oscilloscope.
-
- A l'aide des curseurs, relever la valeur crête à crête du signal.
 - Refaire cette mesure à l'aide des mesures automatiques de l'oscilloscope.
 - ✎ Cette mesure est-elle possible avec le voltmètre ?
-
- A l'aide des curseurs, relever la période du signal et en déduire sa fréquence.

- Refaire cette mesure à l'aide des mesures automatiques de l'oscilloscope (qui donnera directement sa fréquence).


 Analyser l'expérience et conclure : si le signal est correct en faire un relevé.

Mesures sur le signal

- A l'aide des mesures automatiques de l'oscilloscope, relever la valeur moyenne de ce signal.
- A l'aide du voltmètre, relever également la valeur moyenne de ce signal.

 Comparer les deux résultats ainsi que le résultat théorique.

- A l'aide des mesures automatiques de l'oscilloscope, relever la valeur efficace de ce signal.
- A l'aide du voltmètre, relever également la valeur efficace de ce signal.

 Comparer les deux résultats ainsi que le résultat théorique.

II.3 / Le déclenchement de l'oscilloscope

La fonction « Trigger » est à découvrir. Pour cela il y a des documentation constructeur à disposition sur l'E.N.T.. Vous pouvez également faire des recherches personnelles.

- Rechercher comment sélectionner la voie sur laquelle on désire effectuer le déclenchement.
- Faire varier les paramètres de réglages du trigger : choix de la voie ; niveau de déclenchement


 Observer les effets et faire une analyse.

III / Limitations des appareils de mesure

III.1.a / La limitation en fréquence

Reprenons le signal sinusoïdal précédent mais avec une fréquence de 200kHz.

- Réaliser la mesure de la valeur efficace de ce signal avec le multimètre puis avec l'oscilloscope.
- Réaliser la mesure de la valeur de la fréquence de ce signal avec le multimètre puis avec l'oscilloscope.

 Analyser les résultats et rechercher dans les documentations les limites des appareils (si cela n'a pas déjà été vu).

III.1.b / Le relevé d'une tension efficace ...

Reprenons le signal sinusoïdal précédent mais avec une fréquence de 2,5kHz.

- Rappeler (ou refaire la mesure) les valeurs de la tension moyenne et efficace de ce signal obtenues à l'aide du voltmètre et de l'oscilloscope. Il sera peut-être utile de synthétiser les résultats dans un tableau.

On change à présent la forme du signal : on prendra une forme carrée.

- Observer le signal carré à l'oscilloscope.
- Réaliser la mesure de la valeur moyenne de ce signal avec le multimètre puis avec l'oscilloscope.
- Réaliser la mesure de la valeur efficace de ce signal avec le multimètre puis avec l'oscilloscope.
- ✎ Analyser l'ensemble de ces résultats. S'ils sont différents, il faut trouver la source d'erreur : rechercher le mode de calcul d'une valeur efficace du multimètre...l'erreur se trouve dans cette voie !

IV / Observation de 2 signaux

- Régler un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz et d'amplitude crête-à-crête de 1V sur la voie (CH) 1 du générateur de fonctions. L'appliquer sur la voie 1 de l'oscilloscope.
- Régler un signal sinusoïdal de fréquence 1kHz et d'amplitude crête-à-crête de 0,6V sur la voie (CH) 2 du générateur de fonctions. L'appliquer sur la voie 2 de l'oscilloscope.
- Observer ces deux signaux sur les deux voies de l'oscilloscope en même temps.
- ✎ Relever la période d'un de ces signaux à l'aide des curseurs.
- Sur la voie 2 du G.B.F., activer la fonction « Align Phase ».
- ✎ Observer et noter l'effet réalisé.
- Régler la phase du signal de la voie 2 du G.B.F. à 30°.
- ✎ Relever le retard (ou avance, préciser) T_r du signal de la voie 2 sur la voie 1.
- ✎ En déduire le déphasage qui existe entre ces 2 signaux (à l'aide de la « règle de 3 »).
- Faites une mesure automatique du retard à l'aide des fonctions de mesures de l'oscilloscope.
- Faire une mesure automatique du déphasage à l'aide des fonctions de mesures de l'oscilloscope.
- ✎ Analyser ces résultats.
- Refaire rapidement l'étude avec un déphasage de 200°.
- ✎ Analyser l'ensemble de ces résultats.