

TP 10 de Physique : Spectres, puissances et signaux périodiques

Capacités exigibles :

- Connaître et utiliser la relation entre la puissance en mW et le niveau de puissance en dBm , et sa réciproque
- Connaître les unités des signaux : dBm , savoir convertir une grandeur en W en dBm (et inversement)
- Savoir utiliser une échelle en dB (dBm) sur un spectre (mesure de l'amplitude de chaque raie) et avoir conscience de son utilité (visualiser les raies de faible amplitude)

Capacités expérimentales :

- Utiliser PYTHON afin de tracer des signaux et d'obtenir leur spectre en amplitude, ou puissance
- Utilisation de la fonction réticule de PYTHON

Dans l'ensemble du TP, on désigne par « puissance », la puissance reçue par un conducteur ohmique de résistance $R = 1,000 \Omega$.

I. Puissance moyenne $\langle P(t) \rangle$ d'un signal carré à partir de sa représentation temporelle :A. Représentations temporelles :

Sur Python, on souhaite tracer au cours du temps, un signal $u(t)$ périodique, carré, d'amplitude $U_m = 2,50 V$, de valeur moyenne $\langle u \rangle = 2,50 V$, de fréquence $f_1 = 20\,000 Hz$.

On souhaite aussi tracer au cours du temps, la puissance instantanée reçue par un conducteur ohmique de résistance $R = 1,000 \Omega$, au cours du temps.

Dans EduPython, ouvrir le fichier `TP10_representation_temporelle_signal_carre.py`

On souhaite tracer 4096 points pour chaque graphe, sur une durée correspondant à deux périodes. Dans le code, la variable t_{max} correspond à la durée de deux périodes.

Compléter l'ensemble des lignes « vides » du fichier, sachant que l'unité de t_{max} est la seconde. Lancer l'exécution du script.

B. Valeur moyenne de la puissance instantanée :

1. A partir de la représentation temporelle de $P(t)$, déterminer la valeur de la puissance moyenne reçue par le conducteur ohmique, notée $\langle P(t) \rangle_1$.
2. A l'aide du *paragraphe III.B du chapitre 05*, déterminer la valeur de la puissance moyenne reçue $\langle P(t) \rangle_2$ par le conducteur ohmique.
3. Les deux méthodes conduisent-elles à la même valeur pour la puissance moyenne reçue (aucun calcul d'écart normalisé ou de z-score n'est attendu) ?

APPEL 1 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

II. Puissance moyenne $\langle P(t) \rangle$ d'un signal carré à partir de son spectre en amplitude :

On souhaite maintenant obtenir le spectre (ou représentation fréquentielle) du signal $u(t)$, grâce à PYTHON.

Dans Edupython, ouvrir le fichier suivant :

`TP10_representation_frequentielle_signal_carre.py`

Compléter les lignes « vides » du fichier. Lancer l'exécution du script. Mettre le graphe obtenu en plein écran.

Utiliser la fonction Zoom afin de sélectionner la partie suivante du graphe : **la composante continue et les harmoniques jusqu'au rang $n = 7$ inclus.**

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

Dans les questions suivantes, pour les valeurs de amplitudes, on prendra 4 chiffres significatifs.

4. Déterminer la valeur (en Hertz) de l'encombrement spectral du signal carré, noté Δf .
5. A l'aide du *paragraphe V.A du chapitre 05*, de l'outil réticule et de la fonction zoom de Python, calculer P_0 (puissance reçue par le système grâce à la composante continue du signal), $\langle P_1(t) \rangle$, $\langle P_2(t) \rangle$, $\langle P_3(t) \rangle$, $\langle P_4(t) \rangle$, $\langle P_5(t) \rangle$, $\langle P_6(t) \rangle$ et $\langle P_7(t) \rangle$ (puissance moyenne reçue par le conducteur ohmique, grâce à l'harmonique de rang n)

Ce signal carré est placé à l'entrée d'un filtre « passe-bas » coupant les harmoniques dont la puissance est inférieure à 1% de la puissance active du signal. Le signal en sortie du filtre est nommé $s(t)$.

6. Déterminer la valeur (en Hertz) de l'encombrement spectral du signal $s(t)$, noté $\Delta f_{1\%}$.
7. En déduire le pourcentage de la puissance moyenne du signal $s(t)$ par rapport au signal $u(t)$.
8. Qu'engendre l'élimination des harmoniques de hautes fréquences (dont la puissance est faible) sur le signal ?

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

III. Spectre en puissance, d'un signal triangulaire alternatif :

On étudie un signal $u(t)$, triangulaire, d'amplitude $U_m = 5,00 V$, de fréquence $f_1 = 20\,000 Hz$, ayant pour valeur moyenne $\langle u \rangle = 0 V$.

A. Étude théorique du signal :

9. A l'aide du *paragraphe III.B du chapitre 05*, déterminer la valeur de la puissance moyenne reçue $\langle P(t) \rangle$ par le conducteur ohmique.

Dans Edupython, ouvrir le fichier suivant :

TP10_signal_triangulaire_spectre_puissance.py

On souhaite que PYTHON calcule les valeurs théoriques les amplitudes A_n , les fréquences f_n et les puissances moyennes des harmoniques jusqu'au rang $n = 7$ (inclus) du signal.

Python va calculer « automatiquement » ses grandeurs. La fonction range permet de lui indiquer quel rang d'harmonique calculer :

for n in range (a, b, c):

a : rang du premier harmonique à calculer

b : rang du dernier harmonique à calculer

c : pas d'incrément

Illustration : si vous souhaitez calculer les harmoniques de rang 1, 4, 7 et 10, il faut alors rédiger ainsi :

for n in range (1, 11, 3) :

On rappelle que la fonction puissance se rédige « `**` » sur Python.

A l'aide des *paragraphes II.A du chapitre 04 et V.A du chapitre 05*, compléter l'ensemble du code.
Lancer l'exécution du script.

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

Mettre le graphe en plein écran. Dans le shell, vous retrouverez les valeurs calculées par Python (pour la puissance moyenne théorique de chaque harmonique).

10. Quelle raie porte la plus grande partie de la puissance du signal ?
11. Déterminer la valeur (en *Hertz*) de l'encombrement spectral (à 1% de la puissance active du signal) du signal triangulaire $u(t)$ auquel on ajoute une valeur moyenne, noté $\Delta f_{1\%}$.
12. Quel signal (entre triangulaire et carré) possède un encombrement spectral plus grand, à 1% de la puissance active du signal ?

Dans EduPython, ouvrir le fichier suivant :

TP10_signal_triangulaire_spectre_dBm.py

La fonction log se rédige « `np.log10()` ».

A l'aide du *paragraphe IV.C du chapitre 05*, compléter l'ensemble du code.

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

13. Quel est l'avantage d'utiliser un spectre en niveau de puissance (en dBm, grandeur logarithmique) par rapport à un spectre en puissance (en Watt) ?

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