

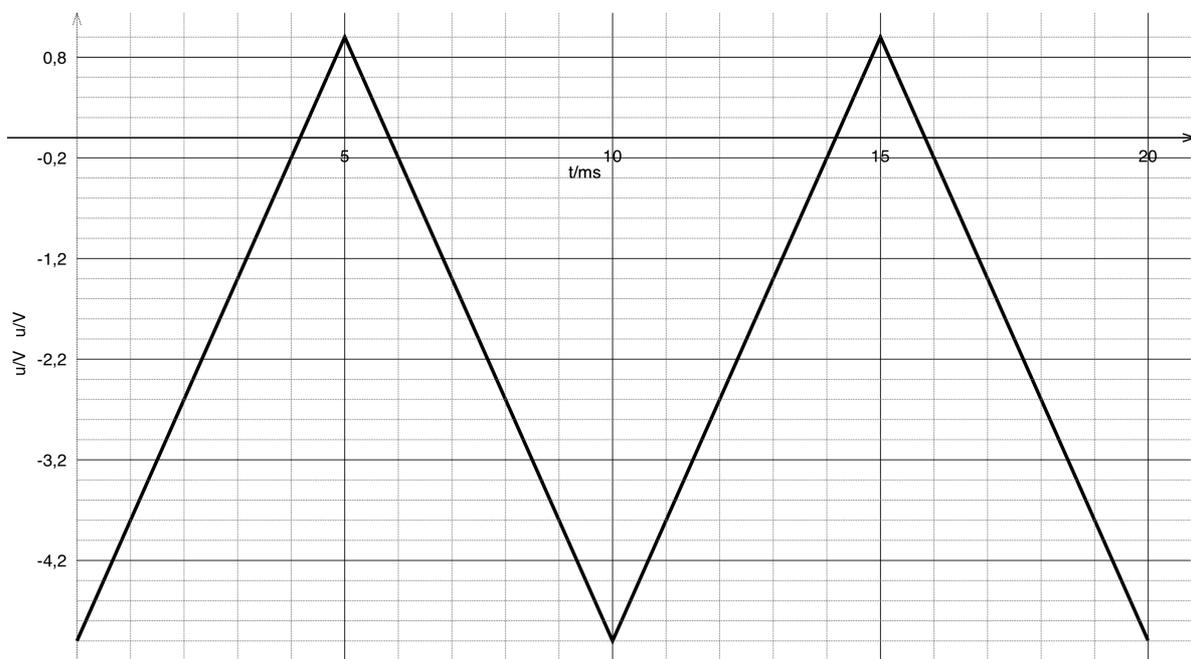
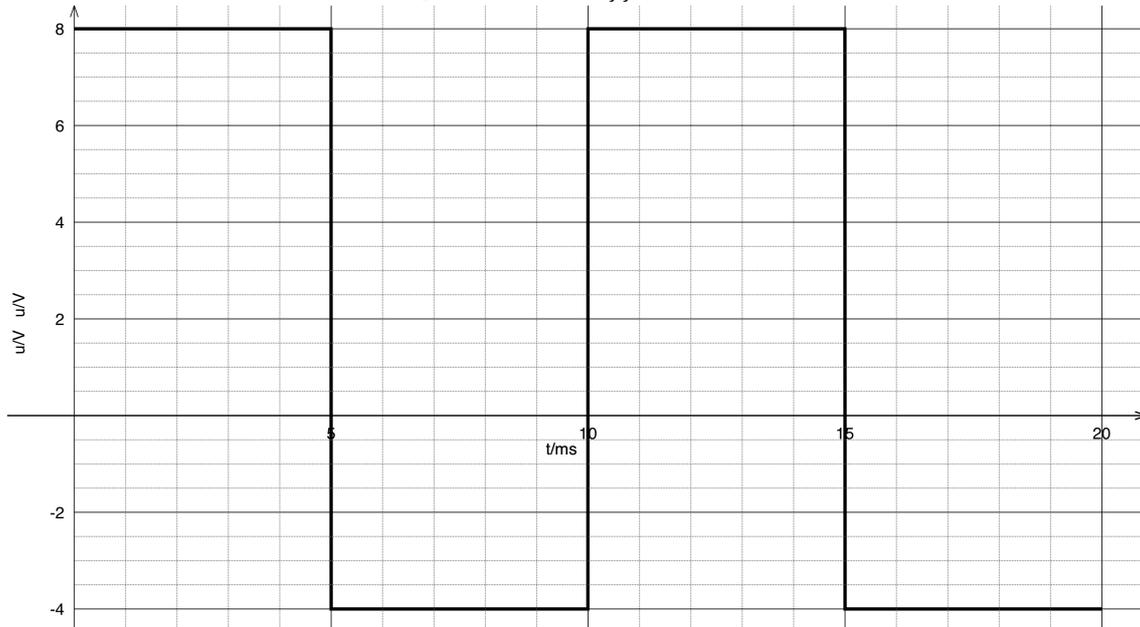
Chapitre 05 – Puissance d'un signal variable

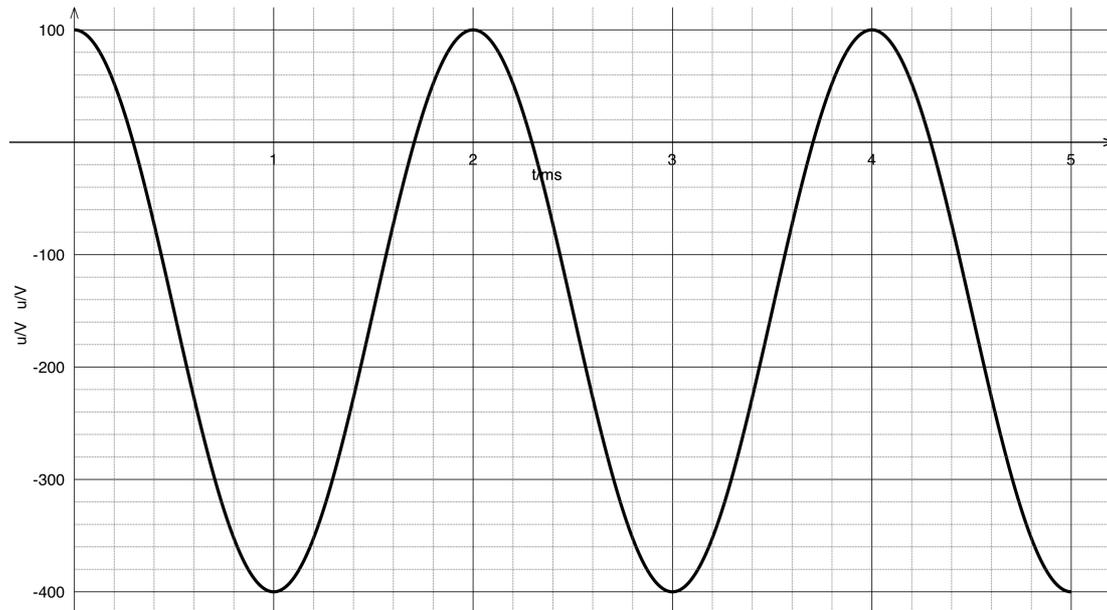
Travaux dirigés

Exercice 01 : (autocorrection)

Pour chaque signal, répondre aux questions suivantes :

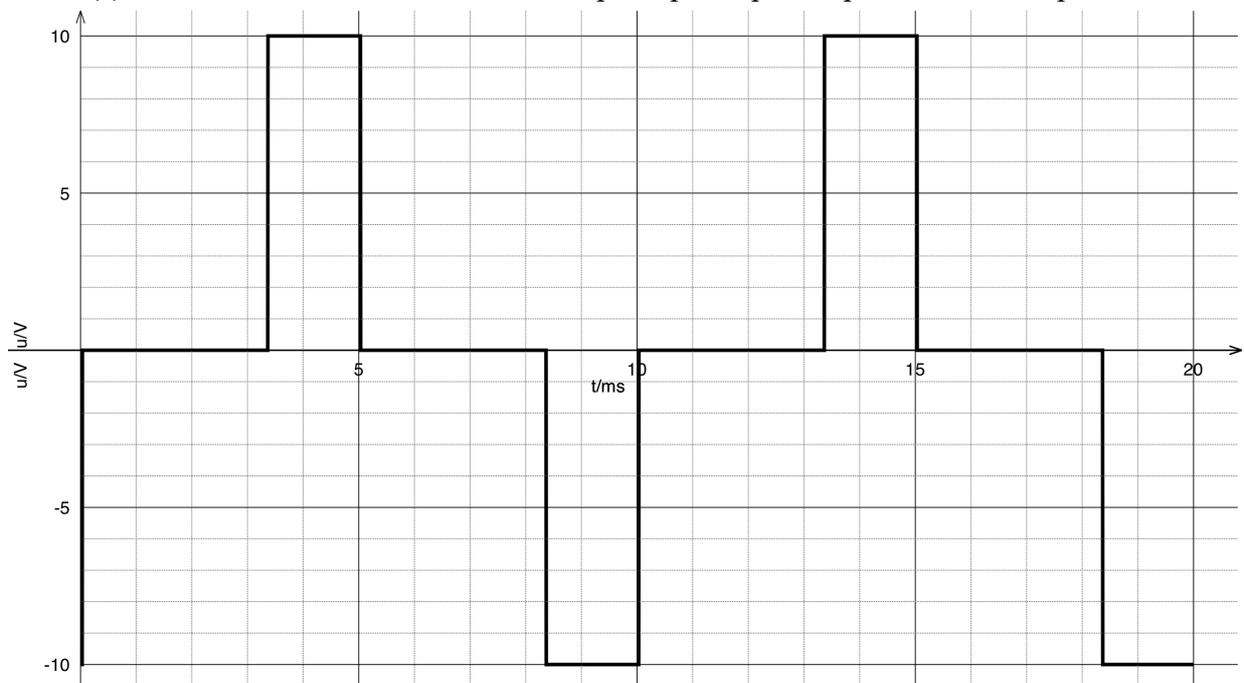
1. Déterminer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ du signal.
2. Déterminer la valeur efficace de la composante alternative de ce signal, notée $U_{alt,eff}$.
3. Déterminer la valeur efficace du signal, notée U_{eff} .





Exercice 02 : Un pas après l'autre (autocorrection)

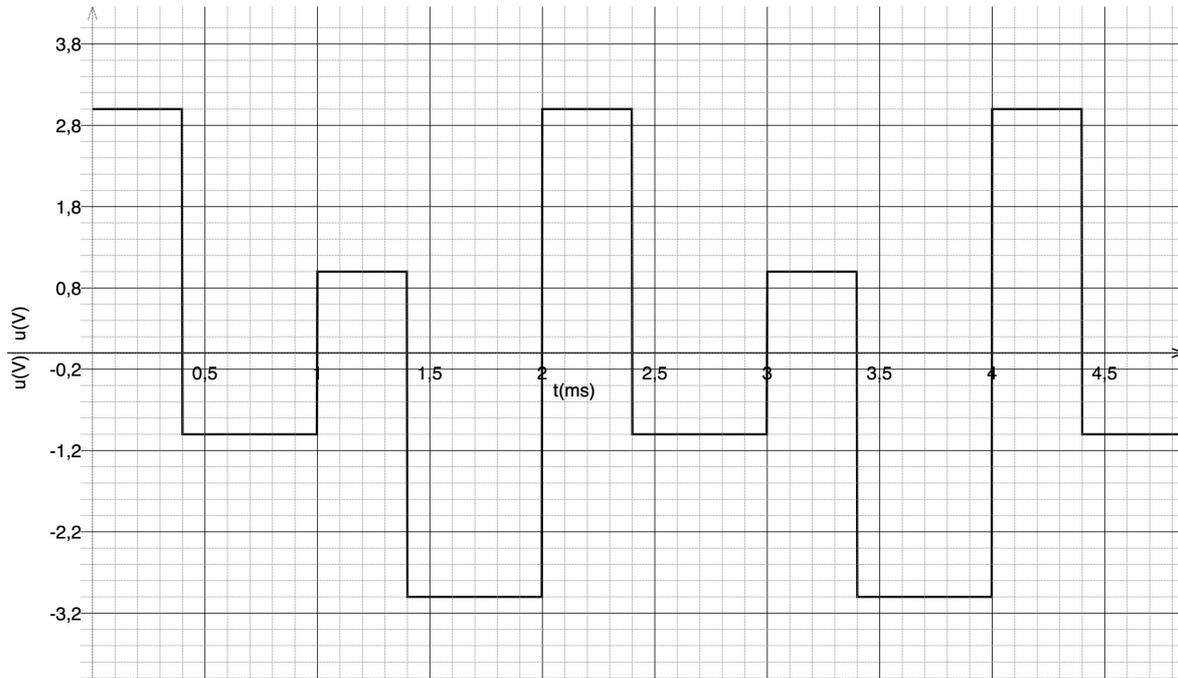
La tension $u(t)$ aux bornes d'une bobine de moteur pas à pas, a pour représentation temporelle :



1. Déterminer la valeur moyenne $\langle u \rangle$ de ce signal.
2. Déterminer la valeur efficace de ce signal. On veillera à rédiger chaque étape du raisonnement.
3. Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode DC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?
4. Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode AC+DC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?
5. Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode AC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?

Exercice 03 : (autocorrection)

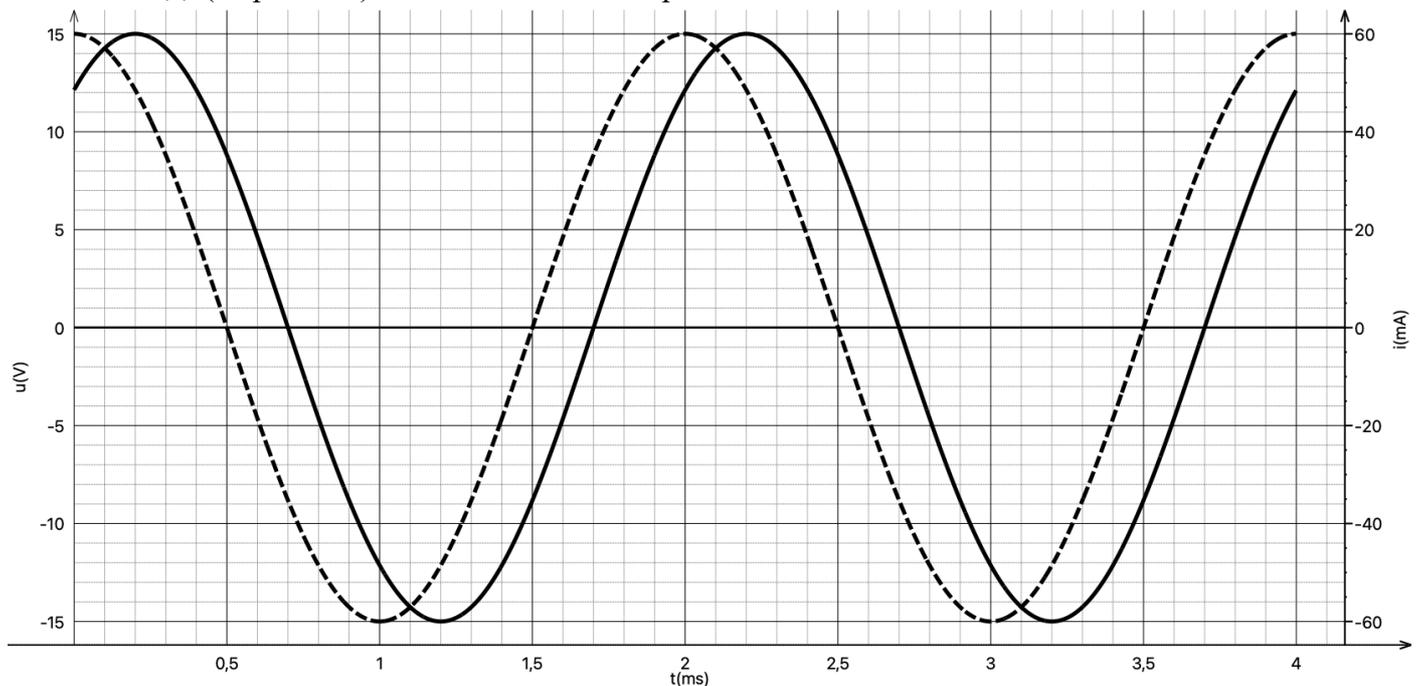
On étudie le signal $u(t)$ qui a pour représentation temporelle :



1. Déterminer la valeur efficace de ce signal. On veillera à rédiger chaque étape du raisonnement.
2. Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode DC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?
3. Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode AC+DC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?
4. *Question bonus* : Un étudiant a utilisé un voltmètre en mode AC pour mesurer le signal $u(t)$. Quelle grandeur mesure-t-il alors ? Quelle est sa valeur ?

Exercice 04 :

On donne ci-dessous les chronogrammes de la tension $u(t)$ aux bornes d'un dipôle (en trait plein) et de l'intensité $i(t)$ (en pointillé) traversant ce même dipôle.



1. Déterminer la puissance active reçue par ce dipôle.
2. Calculer la variation d'énergie reçue durant $\Delta t = 10,0 \text{ min}$ par le dipôle.

Exercice 05 : (autocorrection)

On étudie la puissance du signal suivant :

$$u(t) = 5,0 + 10,0 \cos(2000\pi t)$$

Il est placé aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1,00 \Omega$.

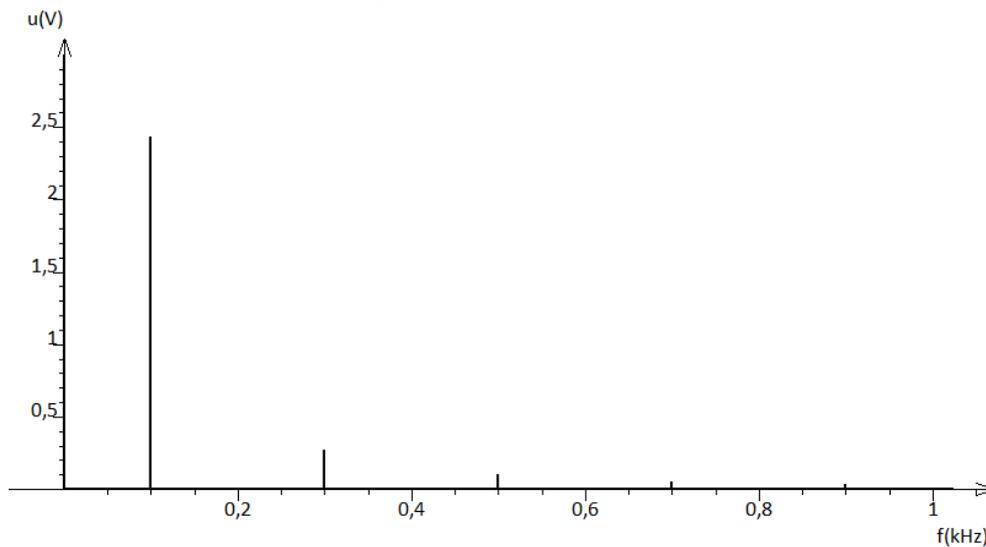
3. A l'aide de l'expression numérique du signal, caractériser le signal avec les adjectifs usuels.
4. Déterminer la valeur efficace, notée U_{eff} , de ce signal.
5. En déduire la puissance active reçue par le conducteur ohmique.
6. Calculer la variation d'énergie reçue durant $\Delta t = 10,0 \text{ min}$ par le dipôle.
7. Quelle transformation énergétique a lieu ici ?

Exercice 06 : (autocorrection)

On étudie un signal $u(t)$ triangulaire, d'amplitude $U_m = 3,10V$ et de valeur moyenne $\langle u \rangle = 3,00V$, placé aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1,00 \Omega$.

1. Déterminer la valeur efficace, notée U_{eff} , de ce signal.
2. En déduire la puissance active reçue par le conducteur ohmique.

Le spectre en amplitude du signal $u(t)$ est le suivant :



Les coordonnées des sommets sont les suivantes :

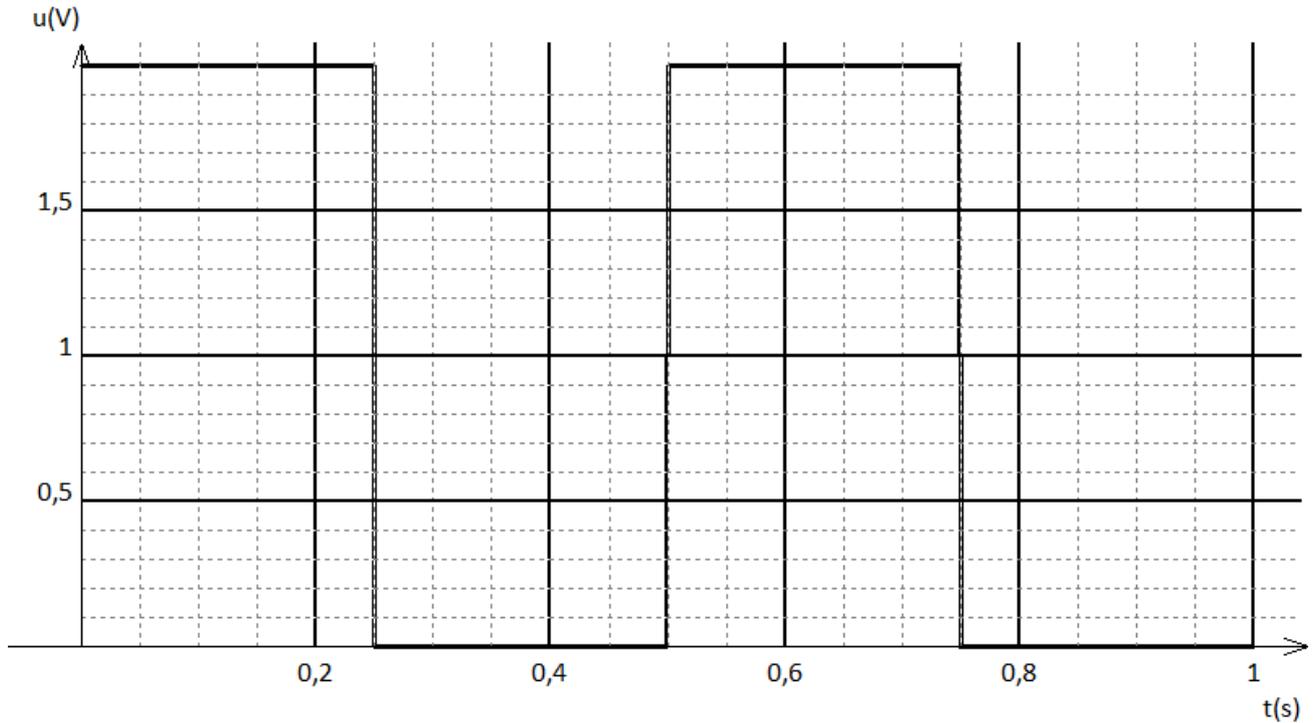
Abscisse	Ordonnée
0,100	2,432
0,300	0,2702
0,500	0,09727
0,700	0,04963
0,900	0,03002

3. Calculer la puissance moyenne reçue par le système grâce à la composante continue du signal, notée P_0 .
4. Calculer la puissance moyenne reçue par le système pour chaque harmonique de rang $n = 1$ à $n = 5$.
5. En déduire le pourcentage de la puissance moyenne du signal $u(t)$, transporté par l'ensemble de la composante continue et des harmoniques de rang $n = 1$ à $n = 5$.

Exercice 07 : Puissance et signal carré (autocorrection)

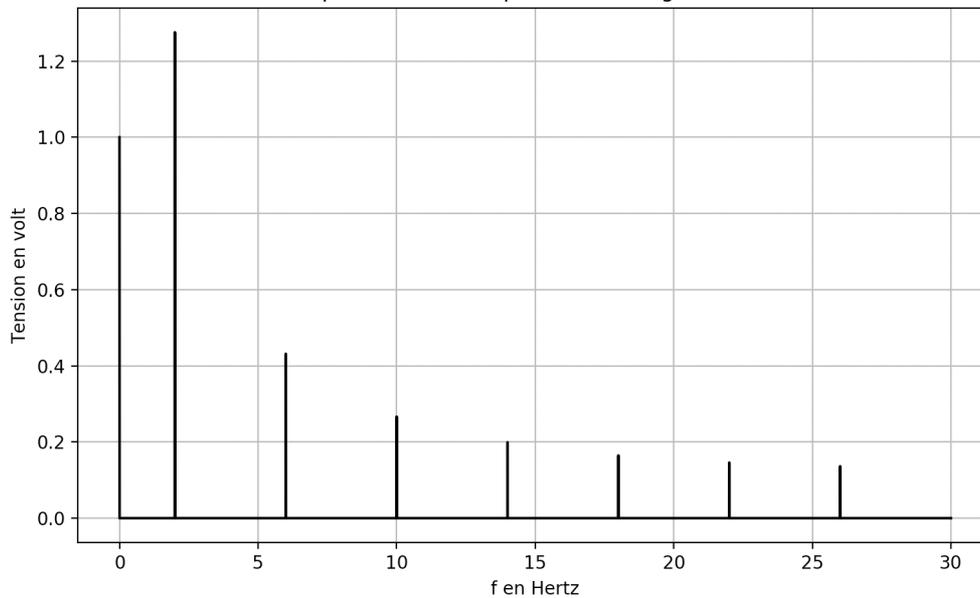
La correction commentée de cet exercice est disponible en vidéo.

Aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1,00 \Omega$, en convention récepteur, on applique une tension carrée $u(t)$ dont la représentation temporelle et le spectre en amplitude sont les suivants :



Graphe 1

Représentation fréquentielle du signal carré



Graphe 2

Les coordonnées des sommets sont les suivantes :

$f_n(\text{Hz})$	$A_n(\text{V})$
2,000	1,273
6,000	0,4244
10,00	0,2546

1. A l'aide d'une lecture du graphe 1, calculer la puissance instantanée reçue par le dipôle aux instants $t_1 = 0,20 \text{ s}$ et $t_2 = 0,40 \text{ s}$

Pour l'ensemble du signal, on souhaite calculer la puissance moyenne reçue par le dipôle ou puissance active $\langle P(t) \rangle$ par deux méthodes :

2. *Méthode 1* : à l'aide du graphe 1, tracer la représentation temporelle de $P(t)$ puis déterminer en watt, $\langle P(t) \rangle$.
3. *Méthode 2* : en utilisant la valeur efficace de $u(t)$, déterminer en Watt, $\langle P(t) \rangle$. Comparer les deux résultats.

On souhaite maintenant connaître la répartition de la puissance dans le spectre du signal.

4. Exprimer et calculer la puissance moyenne reçue, grâce à la composante continue du signal.
5. Exprimer et calculer la puissance moyenne reçue, grâce à la fondamentale du signal.
6. Exprimer et calculer la puissance moyenne reçue, grâce à l'harmonique de rang 3.
7. Exprimer et calculer la puissance moyenne reçue, grâce à l'harmonique de rang 5.
8. En déduire le pourcentage de la puissance du signal $u(t)$, transporté par les composantes du signal jusqu'à l'harmonique de rang 5 (inclus).

Exercice 08 : expression numérique et valeur efficace

On étudie le signal suivant :

$$u(t) = 1,00 + 10,0 \cos(500\pi t) + 5,00 \cos(1000\pi t) + 1,00 \cos(1500\pi t)$$

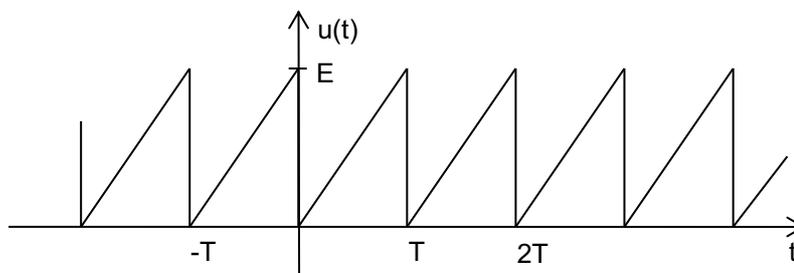
6. Le signal $u(t)$ est-il alternatif ? Justifier.
7. Déterminer la fréquence, notée f_1 , de la tension $u(t)$.
8. Calculer la valeur efficace U_{eff} de la tension $u(t)$.
9. Quel mode d'un voltmètre permet de mesurer cette grandeur ?
10. Calculer la valeur efficace $U_{alt,eff}$ de la composante alternative de la tension $u(t)$.
11. Quel mode d'un voltmètre permet de mesurer cette grandeur ?

Exercice 09 : valeurs efficaces (autocorrection)



La correction commentée de cet exercice est disponible en vidéo.

On étudie le signal $u(t)$ dont la représentation temporelle est la suivante :



On donne $E = 10,0V$. La fréquence du signal est $f = 500,0 Hz$

1. Calculer la valeur efficace $U_{alt,eff}$ de la composante alternative du signal $u(t)$.
2. Calculer la valeur efficace U_{eff} du signal $u(t)$.

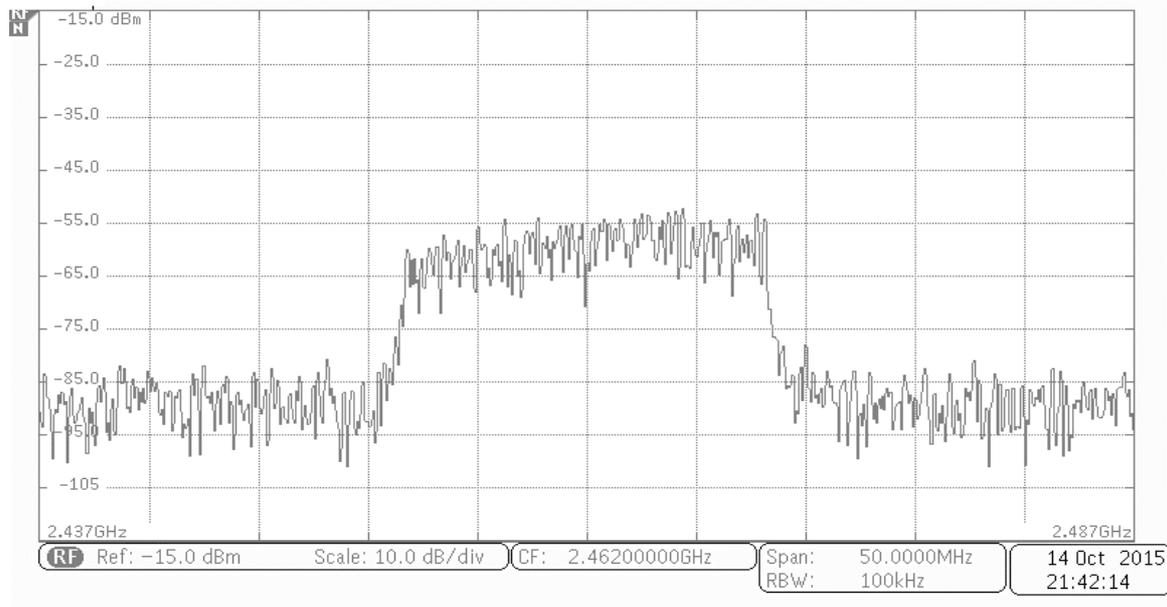
La décomposition en série de Fourier de ce signal donne les informations suivantes :

Harmonique de rang n	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$
Fréquence f_n (Hz)	500,0	1000	1500	2000	2500
Amplitude A_n (V)	3,18	1,59	1,06	0,796	0,637

3. Calculer la valeur efficace $U_{alt,eff}$ de la composante alternative du signal $u(t)$ en prenant en compte les harmoniques jusqu'au rang $n = 5$ inclus.
4. Calculer la valeur efficace U_{eff} de la tension $u(t)$ en prenant en compte les harmoniques jusqu'au rang $n = 5$ inclus.
5. Quel mode d'un voltmètre permet de mesurer cette grandeur ?
6. Comparer (en calculant un pourcentage) les deux valeurs obtenues pour la composante alternative du signal $u(t)$ et conclure.

Exercice 10 : caractérisation d'une liaison wifi (d'après SNIR 2017)

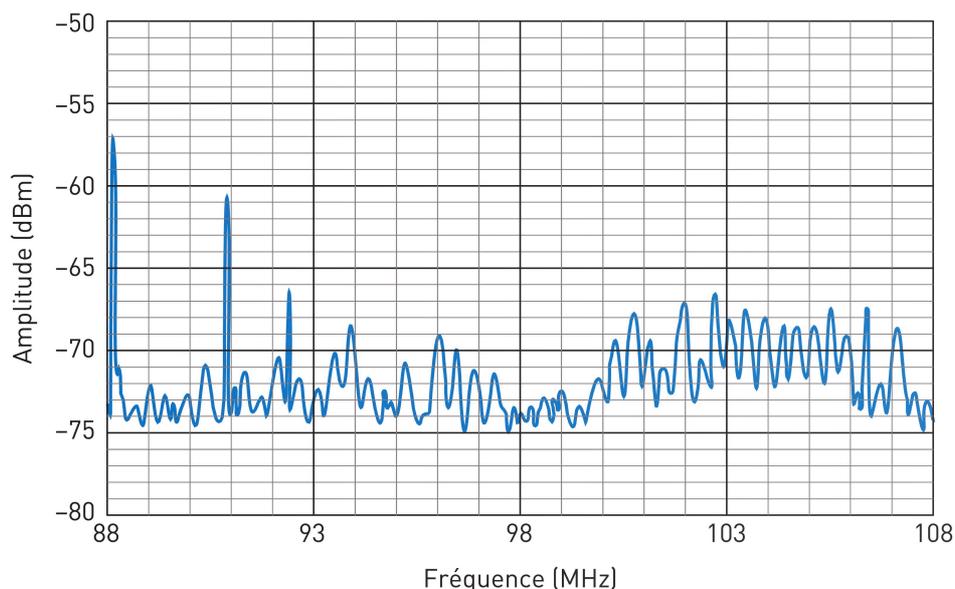
Le relevé de la puissance du signal reçu d'une transmission Wi-Fi est donné ci-dessous :



1. Relever approximativement l'encombrement spectral Δf du signal reçu.
2. Relever la fréquence centrale f_p du signal reçu.
3. Donner une approximation de la valeur de la puissance (en dBm) de chacune des composantes du signal reçu dans la bande passante. Conclure, sachant que la puissance minimale pour établir la transmission vaut -70 dBm .
4. En déduire la puissance active du signal, notée $\langle P \rangle$, en W .

Exercice 11 : spectre de la bande FM

L'analyse en sortie d'une antenne de 50Ω a donné le spectre suivant pour la radio FM :



1. Quelle est la fréquence de la raie du spectre radio FM la plus puissante détectée par l'analyseur de spectre ?
2. Quel est le niveau de puissance en dBm correspondant à cette fréquence ?
3. En déduire la puissance active du signal, notée $\langle P \rangle$, en W .

Exercice 12 (autocorrection) :

On considère un signal sinusoïdal alternatif de tension crête à crête de $U_{CC} = 1,0 V$, affecté d'un bruit de valeur efficace $U_{eff,bruit} = 1,0 mV$.

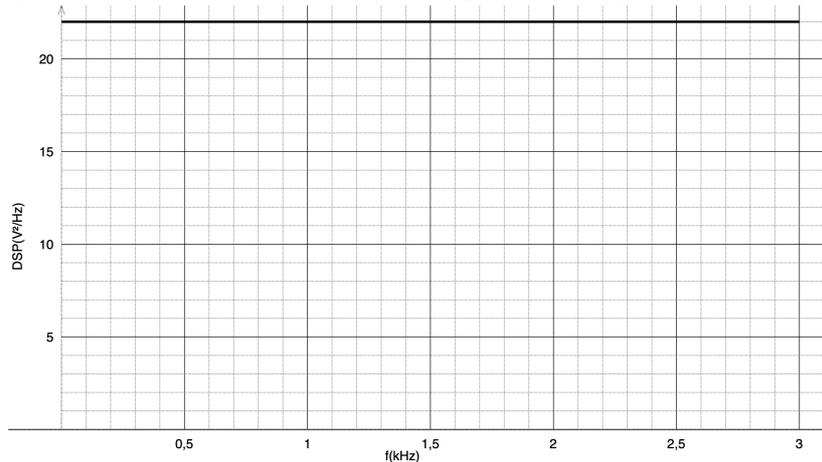
1. Calculer le rapport signal sur bruit en décibel.

Un système amplificateur possède en sortie un rapport signal sur bruit de $SNR_{dB} = 92 dB$. Il délivre en sortie un signal de valeur efficace $U_{eff,signal} = 25 V$.

2. Que vaut la valeur efficace du bruit en sortie de l'amplificateur ?

Exercice 13 : étude d'un système bruyant (autocorrection)

Le signal en entrée d'un système, est sinusoïdal, d'amplitude $U_m = 10 V$ et de valeur moyenne $\langle u \rangle = 5,0 V$. Dans ce système, un dipôle crée un bruit, dont la densité spectrale de puissance a pour représentation :



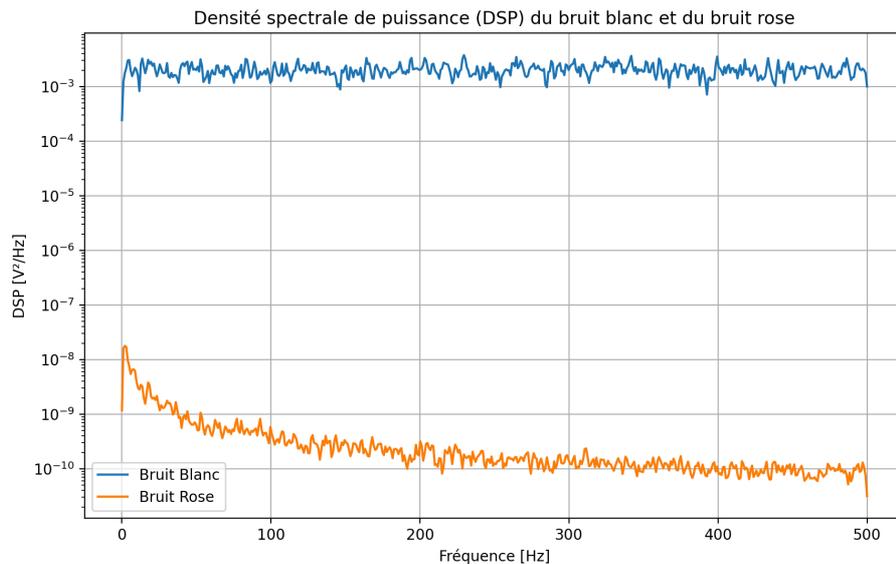
La bande passante du système électrique est la suivante : $[1,0 kHz ; 2,0 kHz]$.

1. Quel type de bruit est créé dans la bande passante $[1,0 kHz ; 2,0 kHz]$?
2. Déterminer la valeur de la puissance moyenne normalisée du signal en entrée du système, notée P_{signal} .
3. Déterminer la valeur de la puissance moyenne normalisée du bruit, notée P_{bruit} .
4. En déduire la valeur du rapport signal sur bruit en décibel, noté SNR_{dB} .
5. La bande passante du système est maintenant de $[1,0 kHz ; 1,2 kHz]$. : calculer la nouvelle valeur du rapport signal sur bruit en décibel.
6. Comment évolue le rapport signal sur bruit lorsque la largeur de la bande passante diminue ?

Exercice 14 :

Le signal en entrée d'un système, est triangulaire alternatif, d'amplitude $U_m = 10 V$.

Dans ce système, un dipôle crée un bruit blanc, dont la densité spectrale de puissance a pour représentation :



La bande passante du système électrique est la suivante : $[100 \text{ Hz} ; 400 \text{ Hz}]$.

1. Déterminer la valeur de la puissance moyenne normalisée du signal en entrée du système, notée P_{signal} .
2. Déterminer la valeur de la puissance moyenne normalisée du bruit, notée P_{bruit} .
3. En déduire la valeur du rapport signal sur bruit en décibel, noté SNR_{dB} .

Le système utilisé doit valider le cahier des charges suivant : « le rapport signal sur bruit doit être supérieur à $20,4 \text{ dB}$ ».

4. Le système étudié ici valide-t-il le cahier des charges ? Si non, proposez une solution afin que cela soit le cas.

Exercice 15 : étude d'un amplificateur linéaire intégré (modèle TL084)

Le constructeur d'un amplificateur linéaire intégré (ALI), modèle TL 084, indique ce composant génère un bruit blanc dont la DSP vaut $289 \times 10^{-18} \text{ V}^2/\text{Hz}$. Il est utilisé dans un système filtrant dont la bande passante est $[1,0 \text{ kHz} ; 10 \text{ kHz}]$.

1. Calculer la puissance moyenne normalisée du bruit P_{bruit} créé par ce système, pour la bande passante donnée.
2. Le signal ayant une puissance moyenne normalisée $P_{\text{signal}} = 10,0 \text{ V}^2$, en déduire la valeur du rapport signal sur bruit, en décibel.

Le système filtrant utilisé doit valider le cahier des charges suivant : « le rapport signal sur bruit doit être supérieur à 120 dB ».

3. Le système étudié ici valide-t-il le cahier des charges ?