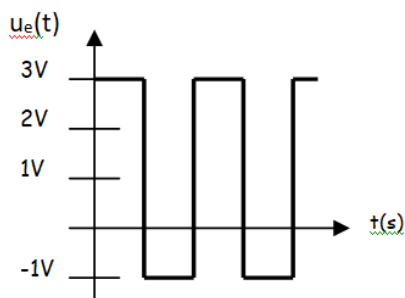


PCPI – 2 TS CIRA Vizille BTS CIRA Contrôle Industriel et Régulation Automatique	Chapitre 10 SIGNAUX ET ANALYSE SPECTRALE	ELECTRICITE
FICHE EXERCICES		

EXERCICE 1 : AI-JE BIEN COMPRIS ????

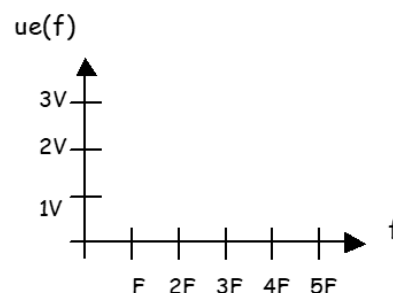
1) DECOMPOSITION D'UN SIGNAL

On applique ce signal $u_e(t)$ à l'entrée d'un filtre idéal :



La décomposition en série de Fourier de ce signal $u_e(t)$ est :

$$u_e(t) = 1 + 2,55 \sin(2\pi F t) + 0,85 \sin(2\pi 3F t) + 0,51 \sin(2\pi 5F t) + \dots$$

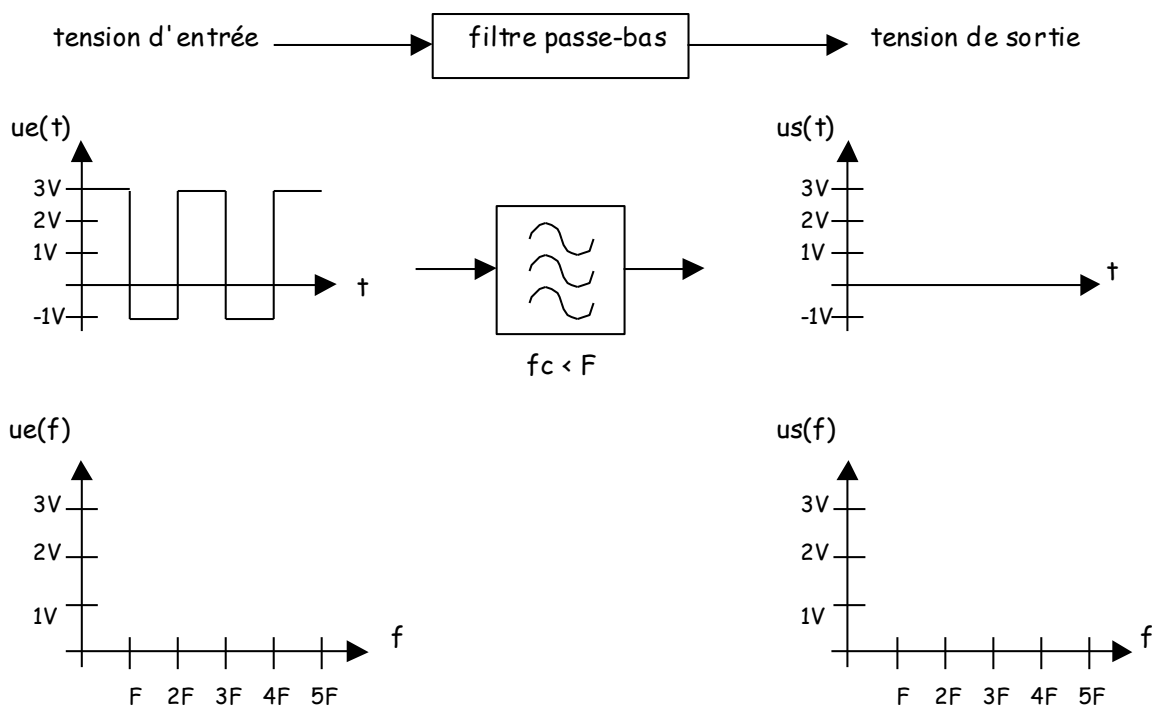


Donner la représentation fréquentielle de ce signal

2) FILTRE PASSE-BAS

Cette tension d'entrée attaque un filtre passe bas dont la fréquence de coupure est plus petite que F

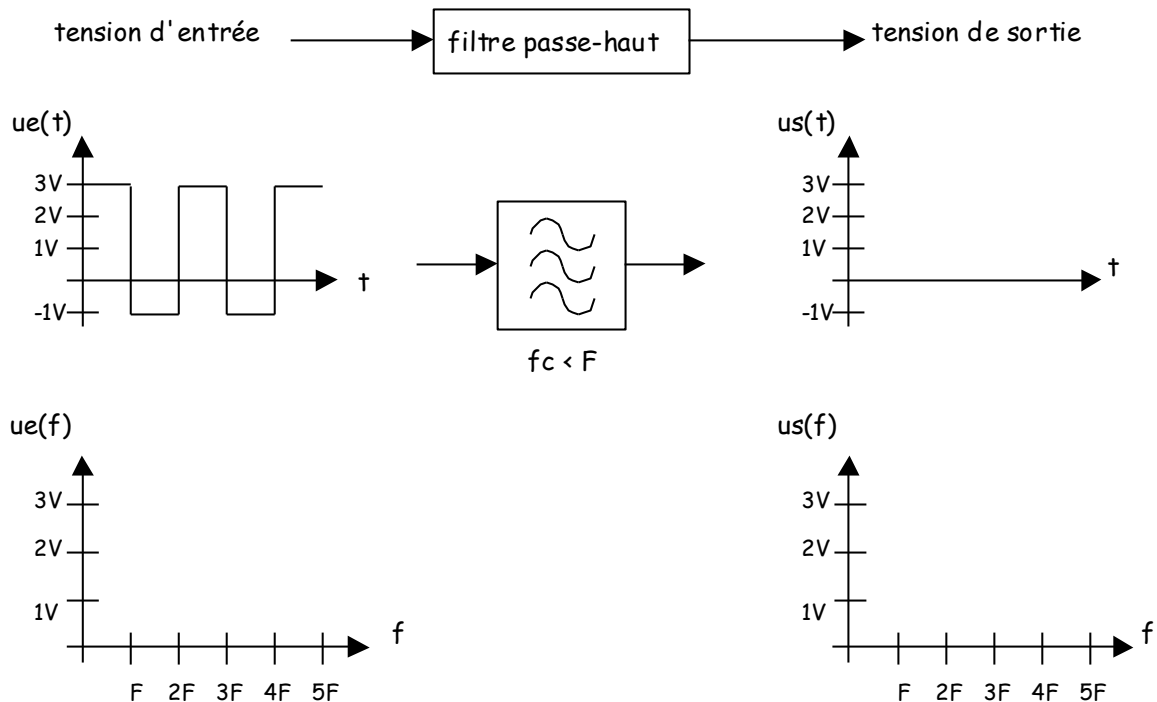
- Donner la représentation temporelle de la tension de sortie
- Donner la représentation fréquentielle du signal d'entrée et de sortie
- Compléter le symbole choisi pour un filtre passe bas



3) FILTRE PASSE-HAUT

Cette tension d'entrée attaque un filtre passe haut dont la fréquence de coupure est plus petite que F

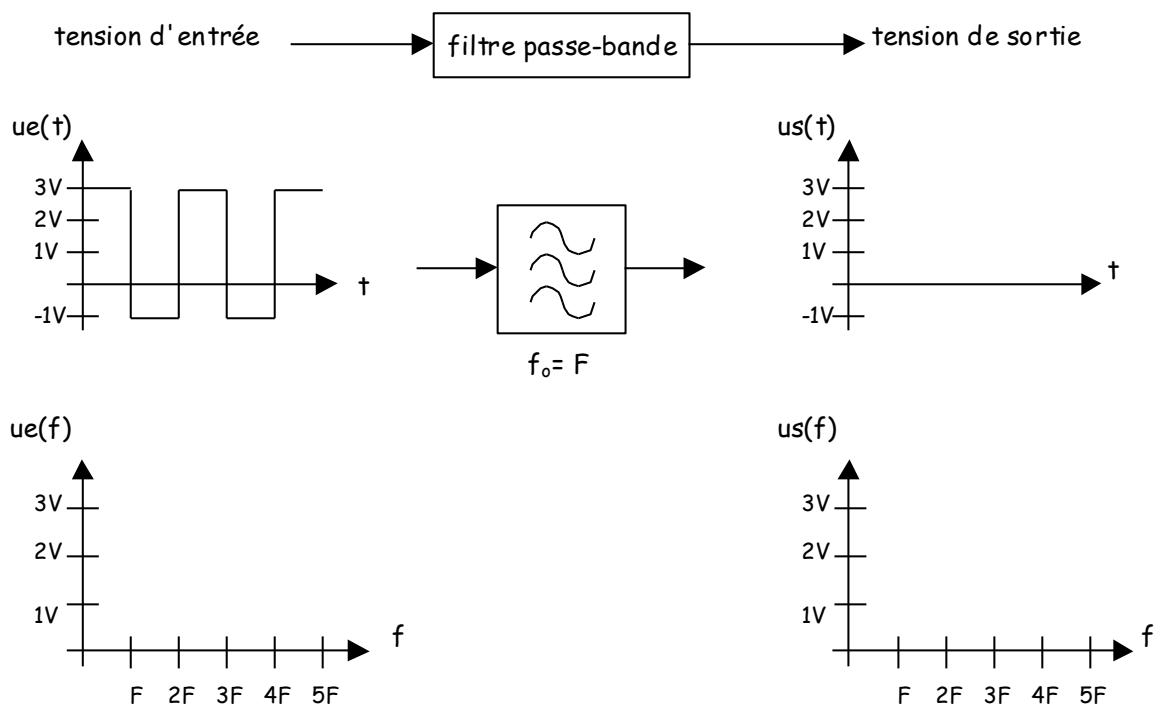
- Donner** la représentation temporelle de la tension de sortie
- Donner** la représentation fréquentielle du signal d'entrée et de sortie
- Compléter** le symbole choisi pour un filtre passe haut



4) FILTRE PASSE-BANDE (cas d'un filtre sélectif)

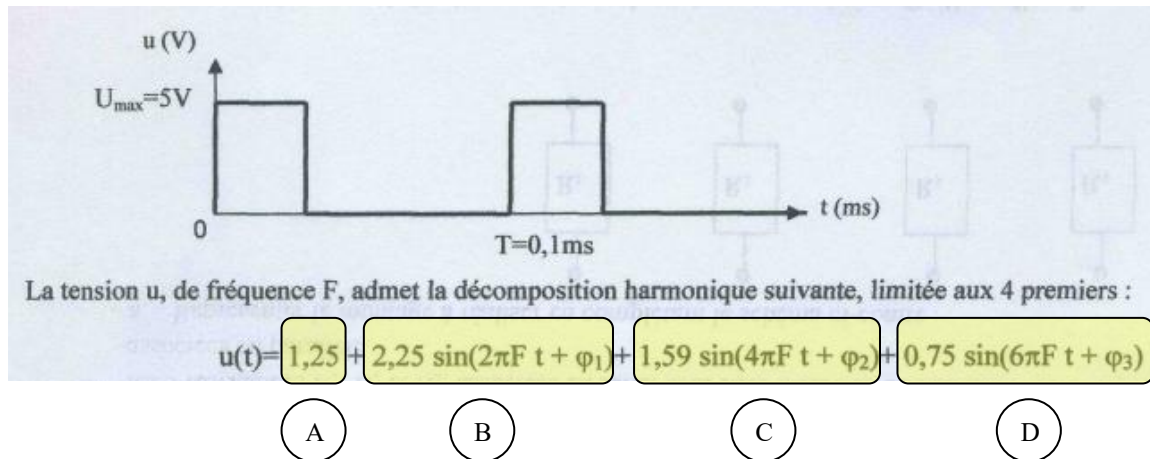
Cette tension d'entrée attaque un filtre passe bande qui permet de laisser passer que

- Donner** la représentation temporelle de la tension de sortie
- Donner** la représentation fréquentielle du signal d'entrée et de sortie
- Compléter** le symbole choisi pour un filtre passe bande



Exercice 2

La tension $u(t)$ de fréquence F admet la décomposition en série de Fourier suivante limitée aux 4 premiers rangs :



- 1) **Légender** chaque élément de la décomposition en série de Fourier de la tension $u(t)$.

A =
 B =
 C =
 D =

- 2) Si on souhaite mesurer la grandeur A de la décomposition avec un voltmètre numérique, **indiquer** le mode de réglage à effectuer (AC, AC+DC, DC) :

- 3) **Exprimer** et **calculer** la fréquence notée F de la tension $u(t)$

.....

- 4) En **déduire** la fréquence du fondamental

.....

- 5) **Représenter** sur le document ci-dessous l'allure du spectre en amplitude de $u(t)$ pour des fréquences comprises entre 0 et 30 kHz et **compléter** toutes les valeurs et grandeurs manquantes :

On sait que :

A =

- Amplitude : V
- Fréquence : Hz

B =

- Amplitude : V
- Fréquence : Hz

C =

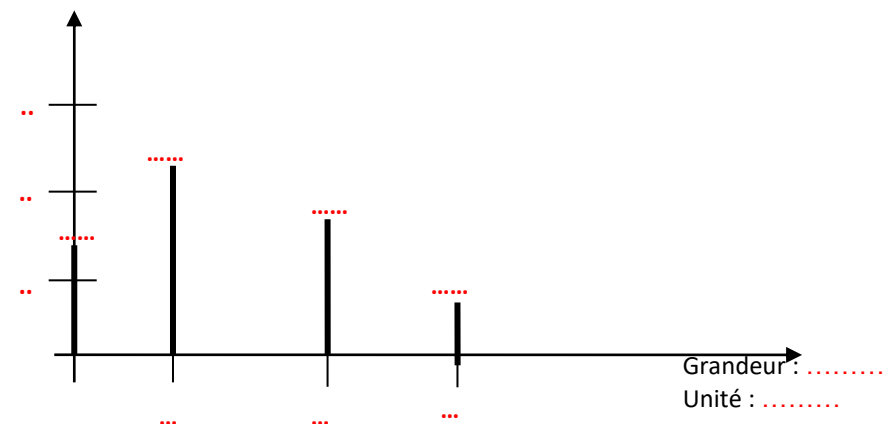
- Amplitude : V
- Fréquence : Hz

D =

- Amplitude : V
- Fréquence : Hz

Grandeur :

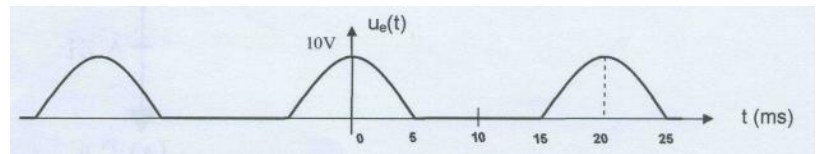
Unité :



Exercice 3

On étudie le signal redressé simple alternance ci-dessous :

On donne la décomposition en série de Fourier de ce signal jusqu'à l'harmonique de rang 6 :



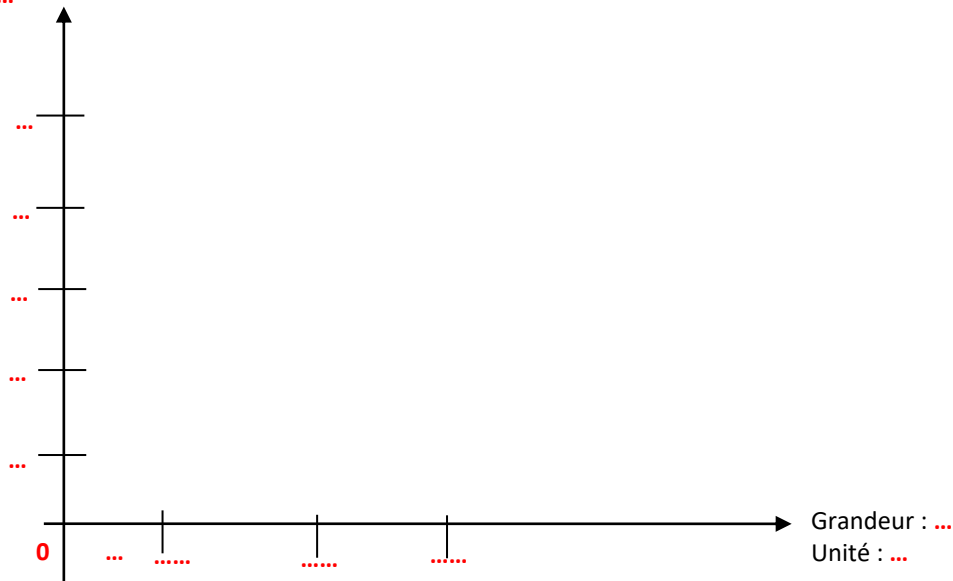
$$u_e(t) = 3,18 + 5,0 \cdot \cos(\omega t) + 2,12 \cdot \cos(2\omega t) - 0,42 \cdot \cos(4\omega t) + 0,18 \cdot \cos(6\omega t)$$

- 1) **Calculer** la fréquence f du fondamental de la tension $u_e(t)$. **Justifier** la réponse.

- 2) **Tracer** le spectre en amplitude (en valeur absolue) du signal $u_e(t)$.

Grandeur : ...

Unité : ...

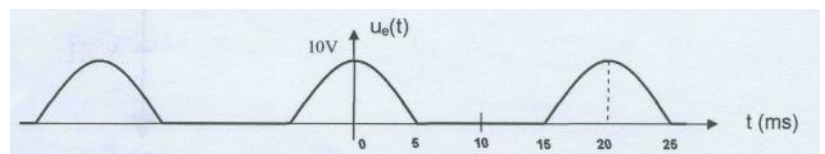


- 3) On admet que le module de la fonction de transfert du filtre est égal à 1 dans la bande passante, cela signifie que l'amplitude de la tension de sortie $u_s(t)$ est égale à l'amplitude de la tension d'entrée $u_e(t)$.

Cas 1 : On applique $u_e(t)$ à l'entrée d'un filtre de bande passante $[0 ; 30 \text{ Hz}]$.

- a) Quelles est (sont) la (les) composante(s) de la tension $u_e(t)$ qui ne sont pas filtrées ?

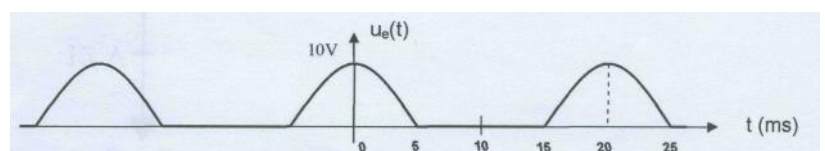
- b) **Représenter** la tension $u_s(t)$ obtenue en sortie du filtre.



Cas 2 : On applique $u_e(t)$ à l'entrée d'un filtre de bande passante $[30 \text{ Hz} ; +\infty]$.

- c) Quelles est (sont) la (les) composante(s) de la tension $u_e(t)$ qui ne sont pas filtrées ?

- d) **Représenter** la tension $u_s(t)$ obtenue en sortie du filtre.



Exercice 4

La décomposition en série de Fourier d'une tension issue d'un onduleur est la suivante :

$$V_{AN}(t) = \frac{2U_C}{\pi} \left[\sin(\omega t) + \frac{1}{5} \sin(5\omega t) + \frac{1}{7} \sin(7\omega t) + \frac{1}{11} \sin(11\omega t) + \dots \right] \quad \text{avec } U_C = 750V \text{ et } f = 88 \text{ Hz}$$

- 1) **Donner** la valeur moyenne $\langle V_{AN}(t) \rangle$ de la tension $V_{AN}(t)$. **Justifier.**

- 2) **Donner** l'expression du fondamental $v_{1(t)}$ de la tension $V_{AN}(t)$.

- 3) Quelle est l'amplitude de l'harmonique de rang 11

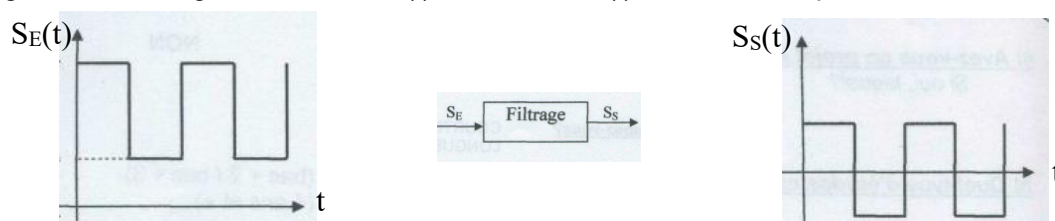
- 4) Quelle est la valeur efficace de l'harmonique de rang 5 ?

- 5) Quelle est la valeur moyenne de l'harmonique de rang 7. **Justifier.**

Exercice 5

Un filtre électronique permet de s'affranchir de certaines fréquences entre le signal d'entrée noté $S_E(t)$ et celui de sortie noté $S_S(t)$.

Les chronogrammes des signaux d'entrée $S_E(t)$ et de sortie $S_S(t)$ du filtre sont représentés ci-dessous.

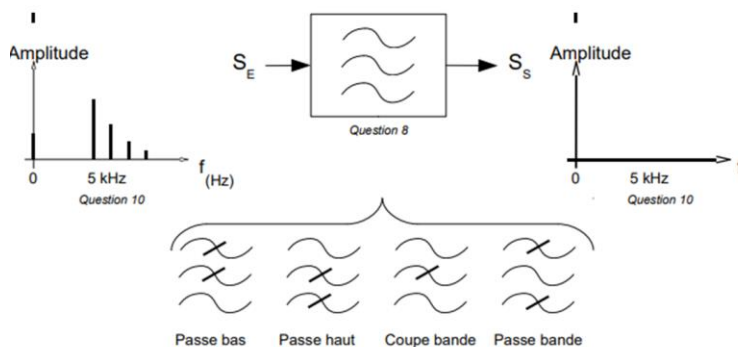


Le signal d'entrée $S_E(t)$ a une fréquence de $f = 5 \text{ kHz}$.

- 1) **Schématiser** le montage du circuit à réaliser (choix du filtre passe haut ou passe bas à justifier)

- 2) **Déterminer** la valeur de la résistance R du montage à réaliser sachant que $C = 100 \text{ nF}$ et permettant d'avoir une fréquence de coupure $f_c = 1000 \text{ Hz}$.

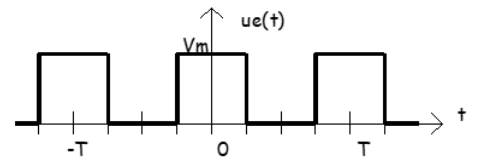
- 3) Sur le document ci-contre
- placer** la fréquence f_c sur le spectre du signal d'entrée
 - représenter** l'allure du spectre du signal de sortie
 - compléter** dans le bloc le schéma correspondant au bon filtre.



Exercice 6

Soit la tension $u_e(t)$ représentée ci-contre :

L'expression de $u_e(t)$ jusqu'à l'harmonique de rang 7 est la suivante :



$$u_e(t) = 0,5 V_m + 0,637 V_m \sin(\omega t) - 0,212 V_m \sin(3\omega t) + 0,127 V_m \sin(5\omega t) - 0,091 V_m \sin(7\omega t)$$

- 1) Quelle est la valeur moyenne de la tension $u_e(t)$?
- 2) Quelle est l'amplitude du fondamental de la tension $u_e(t)$?

Dans la suite du problème, on considère que le signal $u_e(t)$ a une fréquence de $f = 1 \text{ kHz}$ et que $V_m = 1 \text{ V}$.

- 3) Filtre idéal ($T = 1$ dans la bande passante, cela signifie que $u_e = u_s$)
- a) On applique ce signal à l'entrée d'un filtre **passé-bande** idéal de bande-passante **[500 Hz ; 1800 Hz]**. **Représenter** le signal de sortie en donnant toutes les explications utiles au travers du tableau ci-dessous **à compléter**.

	Décomposition en série de Fourier	Nom	Fréquence (Hz)	Passe / passe pas
$u_e(t) =$	$0,5V_m$			
	$+ 0,637 V_m \sin(\omega t)$			
	$- 0,212 V_m \sin(3\omega t)$			
	$+ 0,127 V_m \sin(5\omega t)$			
	$- 0,091 V_m \sin(7\omega t)$			

- b) On applique ce signal à l'entrée d'un filtre **passé-haut** idéal de fréquence de coupure **$f_c = 500 \text{ Hz}$** . **Représenter** le signal de sortie en donnant toutes les explications utiles au travers du tableau ci-dessous **à compléter**.

	Décomposition en série de Fourier	Nom	Fréquence (Hz)	Passe / passe pas
$u_e(t) =$	$0,5V_m$	Valeur moyenne Composante continue	0	
	$+ 0,637 V_m \sin(\omega t)$	Fondamental	1000	
	$- 0,212 V_m \sin(3\omega t)$	Harmonique rang 3	3000	
	$+ 0,127 V_m \sin(5\omega t)$	Harmonique rang 5	5000	
	$- 0,091 V_m \sin(7\omega t)$	Harmonique rang 7	7000	

- c) On applique ce signal à l'entrée d'un filtre **passé-bas** idéal de fréquence de coupure **$f_c = 1500$ Hz**.
Représenter le signal de sortie en donnant toutes les explications utiles au travers du tableau ci-dessous à **compléter**.

	Décomposition en série de Fourier	Nom	Fréquence(Hz)	Passe / passe pas
$u_e(t) =$	0,5Vm	Valeur moyenne Composante continue	0	
	+ 0,637 $V_m \sin(\omega t)$	Fondamental	1000	
	- 0,212 $V_m \sin(3\omega t)$	Harmonique rang 3	3000	
	+ 0,127 $V_m \sin(5\omega t)$	Harmonique rang 5	5000	
	- 0,091 $V_m \sin(7\omega t)$	Harmonique rang 7	7000	

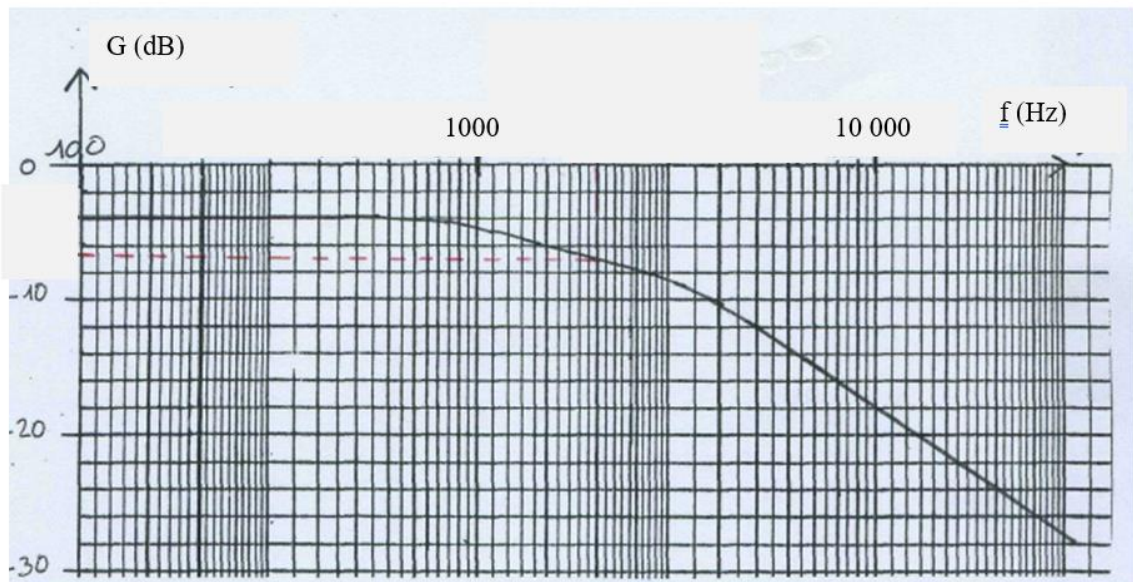
Exercice 7

Déterminer pour chaque filtre

- le type de filtre
- la valeur de $G_{\max}$ ou $T_{\max}$
- la valeur de G ou T à la fréquence de coupure
- la (les) valeur(s) de la fréquence de coupure f_c
- la bande passante

Justifier en faisant apparaître les traits permettant de délimiter la bande passante

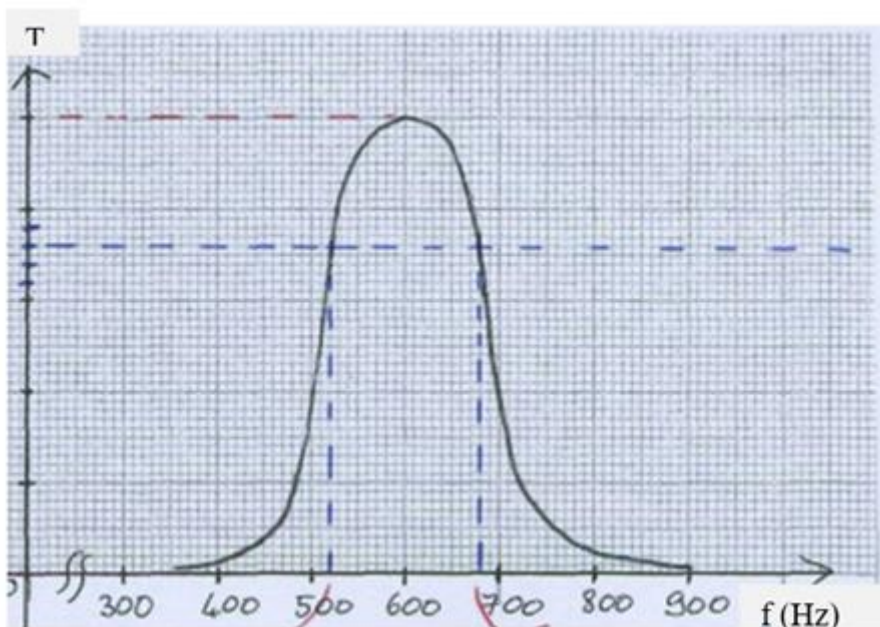
Filtre 1



- le type de filtre :
- la valeur de $G_{\max} =$
- la valeur de G à la fréquence de coupure $G =$
- la valeur de la fréquence de coupure $f_c =$
- la bande passante

Filtre 2

- a) le type de filtre :
.....
- b) la valeur de $T_{\max} =$
.....
- c) la valeur de T à la fréquence de coupure
.....
.....
- d) la valeur de la fréquence de coupure
.....
.....
- e) la bande passante
.....
.....



Exercice 8 BILAN

Dans une chaîne de mesure industrielle, un capteur délivre une tension périodique correspondant à une grandeur physique mesurée.

Le problème c'est que le signal délivré n'est pas parfaitement sinusoïdal : il contient des harmoniques.

PARTIE A : Caractérisation du signal

La tension délivrée par le capteur est $u(t)_{\text{capteur}} = 2,00 + 3,00 \times \sin(2\pi 500 t - \pi/2)$

Q1- **Déterminer** la valeur moyenne du signal
.....

Q2- **Identifier** la **composante continue** et la **composante alternative** de ce signal

$$u(t)_{\text{capteur}} = 2,00 + 3,00 \times \sin(2\pi 500 t)$$

Q3- **Donner**

- a) la valeur efficace de la composante sinusoïdale
- b) la fréquence
- c) la période
- d) la pulsation

Q4- **Ecrire** l'expression de ce signal sous forme complexe

PARTIE B : décomposition en série de Fourier

Le signal délivré n'est pas parfaitement sinusoïdal.

Une analyse spectrale donne le tableau ci-contre

On néglige les harmoniques d'ordre supérieur à 7

Fréquence (Hz).	Amplitude efficace (V)
0	2,00
500	2,12
1500	0,30
2500	0,15
3500	0,08

Q6- **Donner** la fréquence du fondamental.

Q7- Quelles sont les harmoniques présentes ?

Q8- Pourquoi peut on représenter ce signal en série de Fourier ?

PARTIE C : Taux de distorsion harmonique



On rappelle la définition du taux de distorsion harmonique TDH

Le **taux de distorsion harmonique** (ou **THD**, pour *Total Harmonic Distortion*) est un indicateur qui mesure la déformation d'un signal par rapport à une onde sinusoïdale parfaite

Il se calcule :

$$THD_U = \frac{\sqrt{U_3^2 + U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_n^2}}{U_1} \cdot 100 (\%)$$

Avec

U_1 la valeur efficace du fondamental

$U_3 U_5 U_7$ les valeurs efficaces des harmoniques

Le constructeur exige un TDH < 4%

Q9- **Calculer** le TDH du signal et **conclure**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q10- un deuxième signal est délivré, peut-il être exploité ? **Justifier** par des calculs

Fréquence (Hz).	Amplitude efficace (V)
0	2,50
500	3,5
1500	0,10
2500	0,05
3500	0,02

.....

.....

.....

.....

.....

.....