

TP 1 filtres

I. Utile pour les manipulations

Régler le GBF:

Choisir la forme du signal d'entrée, sa fréquence, son amplitude ou son amplitude crête à crête noté V_{pp} (l'amplitude crête à crête est le double de l'amplitude) et la valeur moyenne aussi notée offset ou décalage. Sur un GBF, le signal est récupéré sur la borne noté 'Gen Out' ou 'sortie 50 Ω '.

Régler l'oscilloscope:

- synchroniser les signaux sur la voie qui correspond à la tension délivrée par le GBF et régler le seuil de déclenchement de la courbe avec le bouton trigger (le bouton trigger permet de régler la tension de seuil de déclenchement, cette tension de seuil se voit à l'écran à gauche et est désigné par un petit triangle et la lettre T , la tension de seuil doit avoir une valeur comprise entre les valeurs maximale et minimale prises par la tension U_e).
- mettre les lignes de masse des voies 1 et 2 au centre de l'écran
- choisir pour chaque voie le calibre adapté en tension pour que la courbe soit la plus grande à l'écran
- choisir le calibre en temps pour observer deux ou trois périodes en fonction du besoin
- se mettre en DC pour conserver la composante continue.

Mesurer le déphasage de $U_s(t)$ par rapport à $U_e(t)$:

La mesure de déphasage peut se faire de deux façons différentes:

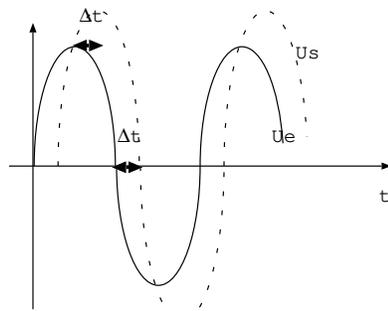
- à partir des courbes $U_e(t)$ et $U_s(t)$, mesurer le décalage en temps Δt et en déduire $\phi(U_s/U_e)$ avec

$$\phi(U_s/U_e) = +\frac{2\pi\Delta t}{T} = +2\pi f\Delta t \text{ lorsque } U_s \text{ est en avance par rapport à } U_e \text{ soit } U_s \text{ admet son maximum avant } U_e$$

$$\phi(U_s/U_e) = -\frac{2\pi\Delta t}{T} = -2\pi f\Delta t \text{ lorsque } U_s \text{ est en retard par rapport à } U_e \text{ soit } U_e \text{ admet son maximum avant } U_s$$

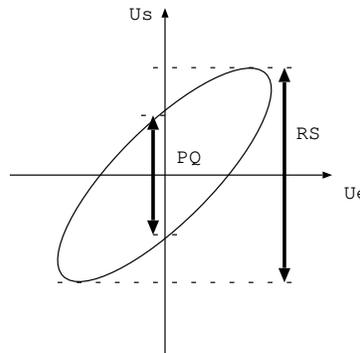
- à partir de la courbe U_s en fonction de U_e obtenue en se plaçant en mode XY . On observe une ellipse à l'écran et on déduit $\phi(U_s/U_e)$ par $|\phi| = \arcsin(\frac{PQ}{RS})$. Le signe de ϕ ne peut pas se déduire de cette courbe, on ne peut le trouver qu'en observant les courbes $U_e(t)$ et $U_s(t)$ en fonction du temps.

Mesure de $\phi(U_s/U_e)$ à partir des courbes $U_s(t)$ et $U_e(t)$



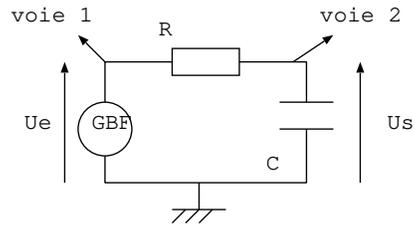
ici U_s (---) en retard sur U_e (—) soit $\phi(U_s/U_e) < 0$

Mesure de $\phi(U_s/U_e)$ à partir de la courbe U_s en fonction de U_e obtenue en mode XY



II. Manipulation: filtre 1

Réaliser le montage suivant avec $R = 3,3 \text{ k}\Omega$ et $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$. La tension d'entrée est sinusoïdale et a une amplitude de 4 V soit une amplitude crête à crête de 8 V . On observe en voie 1 la tension U_e et en voie 2 la tension U_s .



Réaliser un balayage en fréquence pour prévoir la nature de ce filtre et vérifier le résultat par une étude théorique du comportement aux BF et HF.

Compléter le tableau suivant:

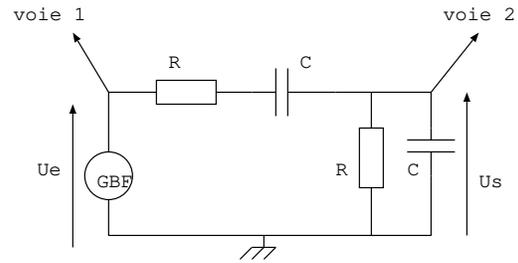
Fréquence	200 Hz	1000 Hz	3000 Hz	$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$
Amplitude crête à crête de U_e notée E_{pp}				
Amplitude crête à crête de U_s notée S_{pp}				
Gain $G = \frac{S_{pp}}{E_{pp}}$				
Gain en décibel $G_{dB} = 20 \log G$				
Déphasage de $U_s(t)$ par rapport à $U_e(t)$ à partir des courbes $U_s(t)$ et $U_e(t)$				
Déphasage de $U_s(t)$ par rapport à $U_e(t)$ en mode XY				

Placer les points expérimentaux sur les diagrammes de Bode théoriques en annexe et dire ce que représente la fréquence notée f_c .

A haute fréquence (une fréquence grande devant f_c), alimenter le filtre avec une tension crête à crête et observer la tension de sortie. Le filtre est-il intégrateur ou dérivateur à haute fréquence?

III. Manipulation: filtre 2

Réaliser le montage suivant avec $R = 3,3 \text{ k}\Omega$ et $C = 47 \text{ nF}$. La tension d'entrée est sinusoïdale et a une amplitude de 4 V soit une amplitude crête à crête de 8 V . On observe en voie 1 la tension U_e et en voie 2 la tension U_s .



Réaliser un balayage en fréquence pour prévoir la nature de ce filtre et vérifier par une étude théorique aux BF et HF.

Compléter le tableau suivant:

Fréquence	200 Hz	$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$	4000 Hz
Amplitude crête à crête de U_e notée E_{pp}			
Amplitude crête à crête de U_s notée S_{pp}			
Gain $G = \frac{S_{pp}}{E_{pp}}$			
Gain en décibel $G_{dB} = 20 \log G$			
Déphasage de $U_s(t)$ par rapport à $U_e(t)$ à partir des courbes $U_e(t)$ et $U_s(t)$			
Déphasage de $U_s(t)$ par rapport à $U_e(t)$ en mode XY			

Placer les points expérimentaux sur les diagrammes de Bode en amplitude et en phase théoriques en annexe et préciser ce que représente la fréquence f_0 .

A basse fréquence (une fréquence petite devant f_0), alimenter le filtre avec une tension en triangle et observer la tension de sortie. Le filtre est-il intégrateur ou dérivateur à basse fréquence?

A haute fréquence (une fréquence grande devant f_0), alimenter le filtre avec une tension créneau et observer la tension de sortie. Le filtre est-il intégrateur ou dérivateur à haute fréquence?

IV. Application des filtres

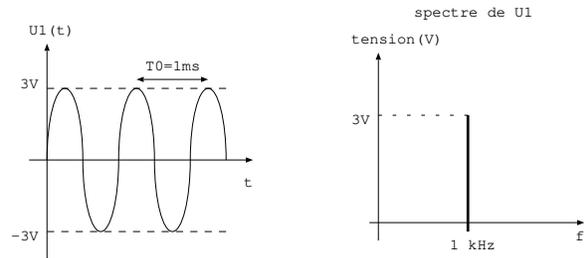
Un peu de théorie (à retenir): notion de spectre

Le spectre est un graphe avec en abscisse la fréquence et en ordonnée des tensions.

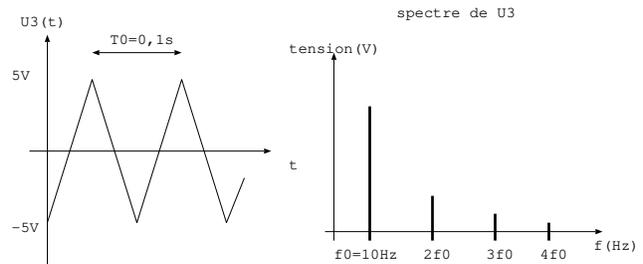
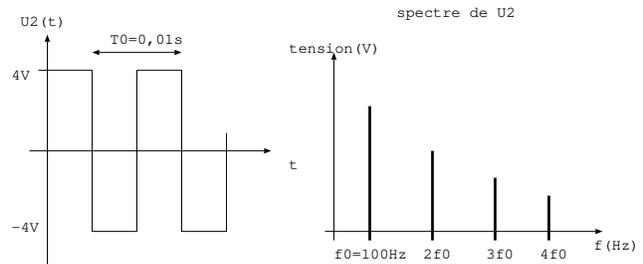
Le spectre d'une tension périodique de période T_0 et de fréquence f_0 est composé de pics (barres verticales).

A savoir parfaitement:

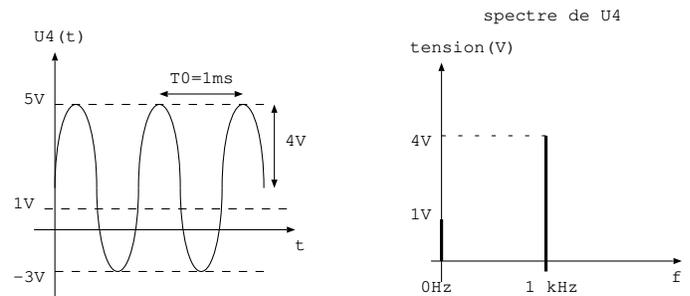
- Le spectre d'une tension sinusoïdale ne comprend qu'un seul pic à la fréquence f_0 de la sinusoïde ayant pour hauteur l'amplitude de la sinusoïde.



- Le spectre d'une tension de fréquence f_0 non sinusoïdale présente plusieurs pics: un premier pic à la fréquence f_0 (ce pic correspond au fondamental) et des pics à des fréquences multiples de f_0 : $2f_0$, $3f_0$,... (ces pics correspondent aux harmoniques). Les harmoniques sont d'autant plus petits et d'autant moins nombreux que la forme du signal ressemble à une sinusoïde.

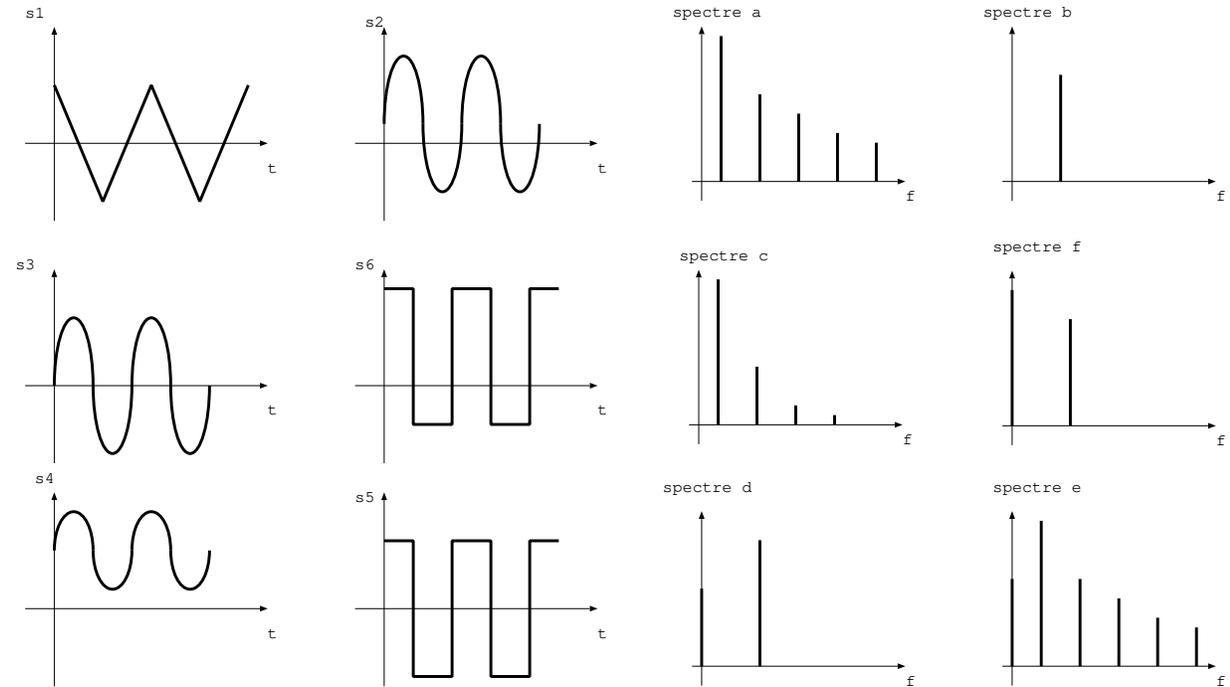


- Quand une tension possède un offset (aussi appelée valeur moyenne ou tension de décalage), le spectre comporte en plus des autres pics, un pic à 0 Hz (tension continue) dont la hauteur est égale à la valeur de l'offset.



Exercice pour vérifier que vous avez compris:

On donne des fonctions $s_1(t)$, $s_2(t)$, $s_3(t)$, $s_4(t)$, $s_5(t)$ et $s_6(t)$ ainsi que les spectres associés mais tout est mélangé. Identifier le spectre de chaque fonction donnée en justifiant votre réponse.



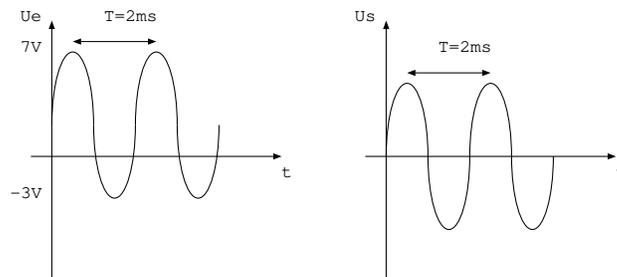
Manipulations:

Vous disposez du matériel suivant: résistance variable (boîte à décades), condensateur, bobine, un GBF et l'oscilloscope.

Dans les trois cas suivants, on donne la tension d'entrée $U_e(t)$ et la tension de sortie $U_s(t)$ d'un filtre. Pour chacun des cas, représenter sur votre feuille les spectres de U_e et U_s . En déduire la nature du filtre qui permet de passer de U_e à U_s . Réaliser le filtre adapté alimenté par la tension $U_e(t)$ donnée et vérifier expérimentalement que la tension de sortie est bien celle attendue.

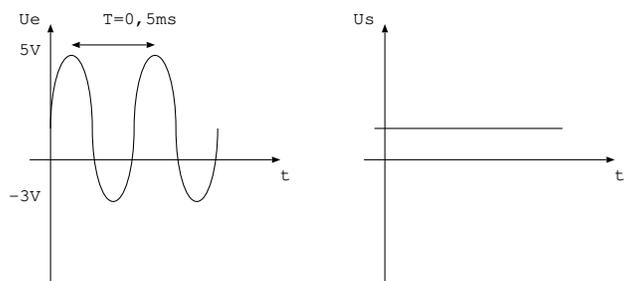
Données : les filtres RC série ont pour fréquence de coupure théorique $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ et le filtre passe bande obtenue avec un RLC série a pour fréquence de résonance $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, sa bande passante est d'autant plus étroite que la résistance est grande.

Filtre 1: condensateur de capacité $C = 1 \mu F$

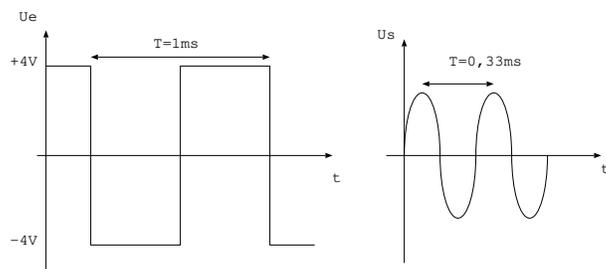


Aide : Représenter les spectres des signaux d'entrée et de sortie du filtre. Quelles sont les fréquences que le filtre a laissé passer et celles qui ont été coupées? En déduire la nature du filtre. Comment faut-il choisir la fréquence de coupure pour réaliser ce filtrage? choisir les valeurs des composants en conséquence.

Filtre 2: condensateur de capacité $C = 1 \mu F$

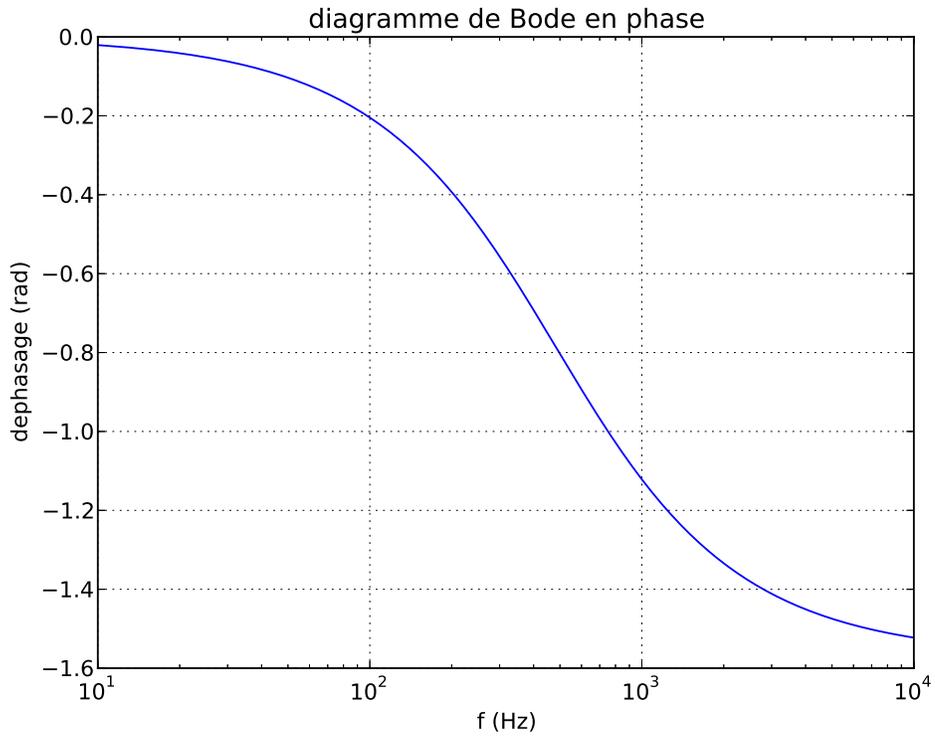
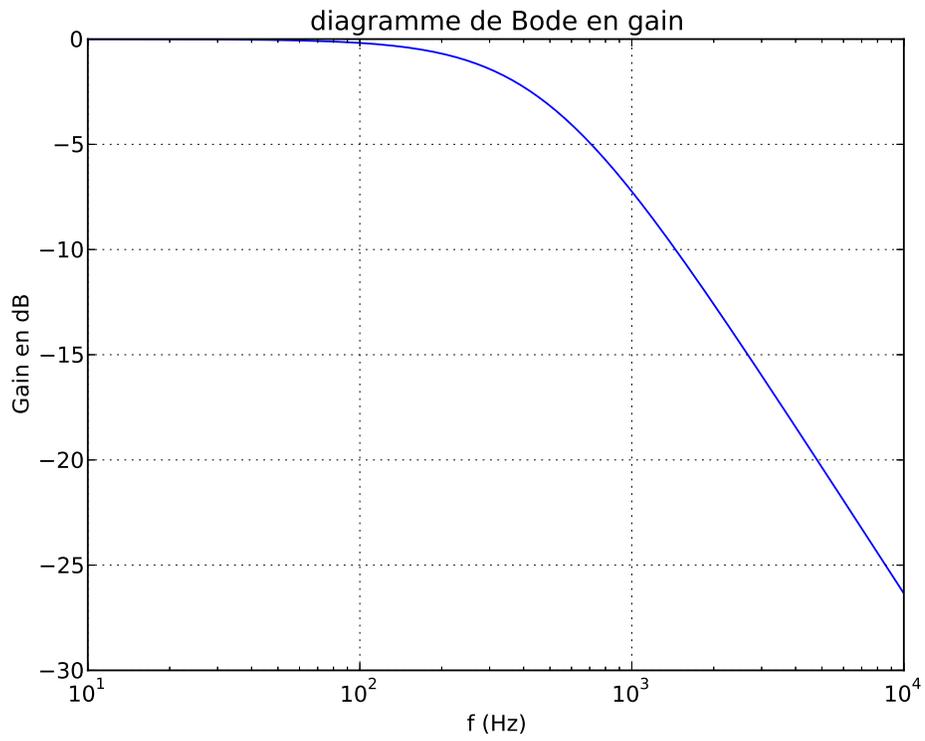


Filtre 3:



Annexe:

Diagrammes de Bode en gain et en phase pour le filtre 1:



Diagrammes de Bode en gain et en phase pour le filtre 2:

