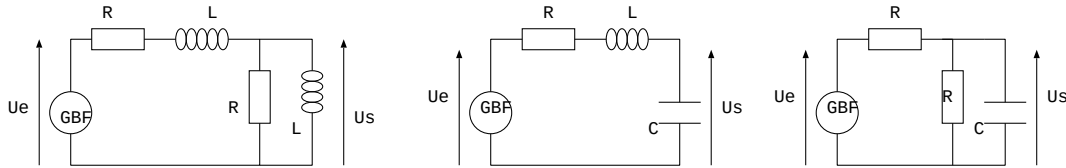


Oraux janvier 2025: les filtres

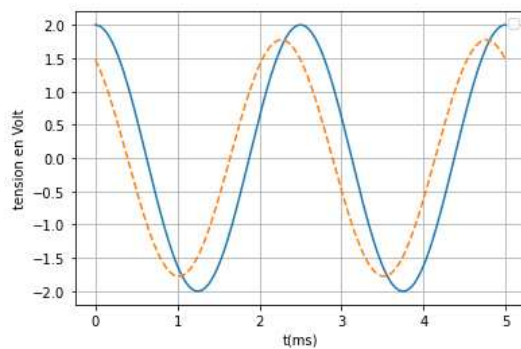
I. Pour réviser les filtres

1. Tracer le spectre des tensions suivantes: $e_1(t) = 3 + 4 \cos(2\pi 500t)$, $e_2(t) = 4 \cos(2\pi 500t) \cos(2\pi 800t)$, $e_3(t) = \frac{4E}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin(2\pi(2n+1)f_0t)}{2n+1}$. On donne: $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a+b) + \cos(a-b))$.

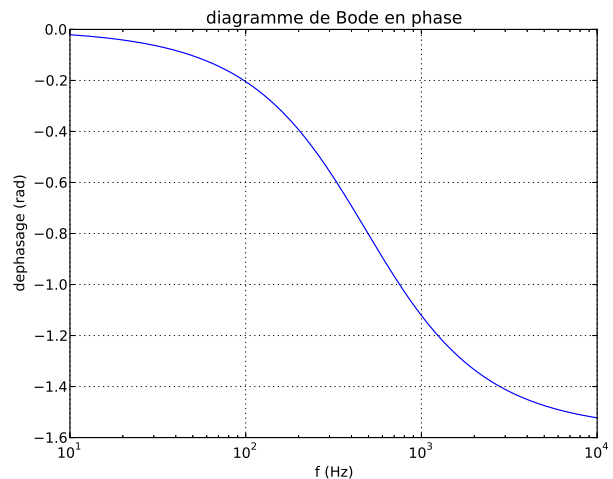
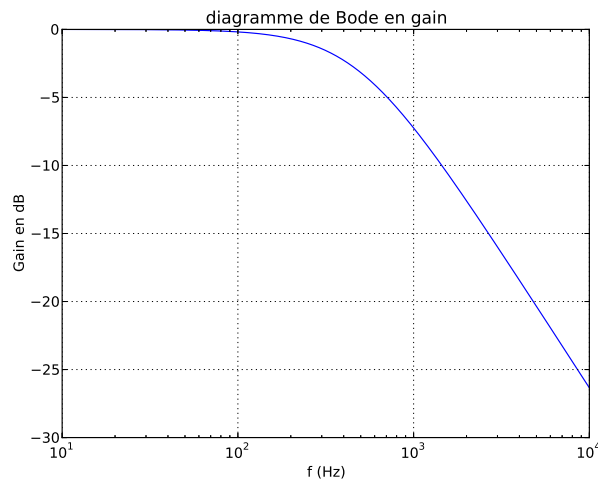
2. Déterminer la nature des filtres suivants par une étude du comportement aux BF et HF:



3. La tension d'entrée du filtre s'écrit $U_e(t) = E \cos(2\pi f t)$ et correspond à la courbe en trait plein. Le tension de sortie $U_s(t)$ correspond à la courbe en pointillé. Déduire des courbes les valeurs numériques de f et de E , et l'expression de la tension de sortie $U_s(t)$.



4. Filtre 1: On donne les diagrammes de Bode en gain et en phase d'un filtre:



4.a. Compléter le tableau suivant:

Fréquence	0 Hz	200 Hz	1000 Hz	3000 Hz
G_{dB}				
Gain G				
Déphasage de $s(t)$ par rapport à $e(t)$				

En déduire la tension de sortie pour de la tension d'entrée $U_e(t) = 2 + 5 \cos(2\pi 200t) + 3 \cos(2\pi 1000t)$

4.b. Préciser la nature de ce filtre, lire sa fréquence de coupure et la valeur de la pente de l'asymptote à haute fréquence.

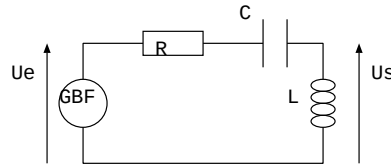
4.c. On donne les fonctions de transfert:

$$\underline{H}_1 = \frac{H_0}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})} \text{ ou } \underline{H}_2 = \frac{H_0}{1 + jQ\frac{\omega}{\omega_0}} \text{ ou } \underline{H}_3 = H_0 \frac{j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}.$$

Identifier la fonction de transfert qui correspond au filtre étudié en donner les valeurs numériques de ω_0 , H_0 et Q (si nécessaire).

Préciser si à HF, le filtre a un comportement intégrateur ou dérivateur.

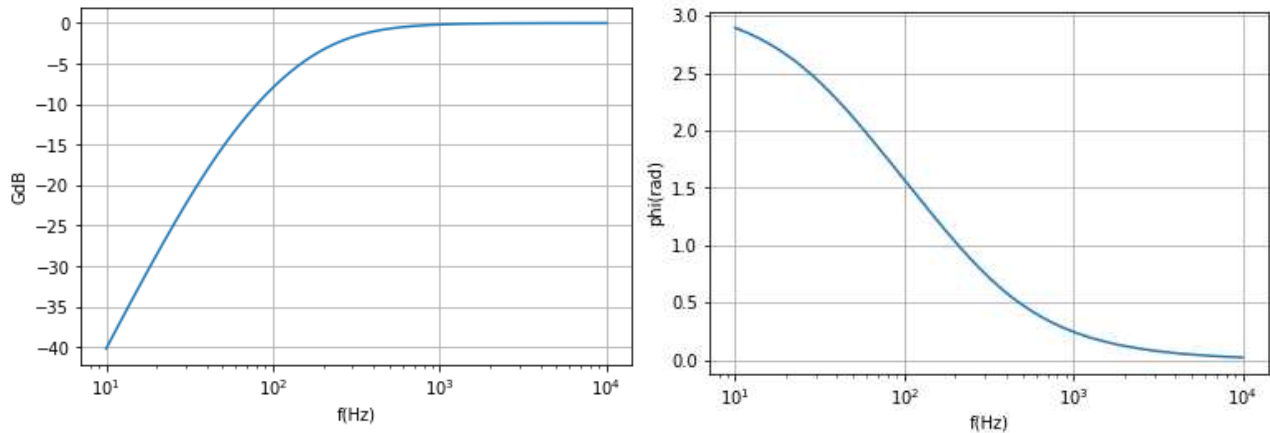
5. Filtre 2: On étudie le filtre suivant:



5.a. Prévoir la nature du filtre en étudiant le comportement à basse fréquence et haute fréquence.

5.b. Ecrire la fonction de transfert du filtre et montrer qu'on peut la mettre sous la forme $\underline{H} = \frac{jQ\omega}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}$. Exprimer Q et ω_0 en fonction de R , L et C .

5.c. On donne les diagrammes de Bode en gain et en phase:

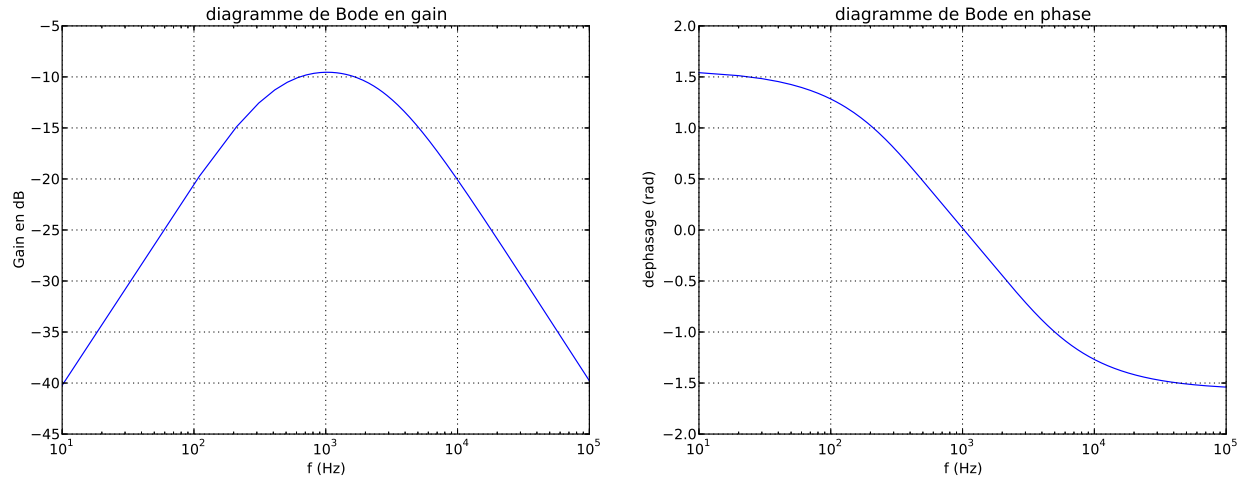


Lire sur le diagramme de Bode en gain la fréquence de coupure et mesurer la pente de l'asymptote oblique.

Soit les tensions d'entrée $e_1(t) = 2 + 3 \cos(2\pi 100t) + 6 \cos(2\pi 1000t)$. Déterminer la tension de sortie en utilisant les diagrammes de Bode. Tracer les spectres des tensions d'entrée et de sortie.

II. Filtre de Wien

On donne les diagrammes de Bode en gain et en phase d'un filtre:



1. Préciser la nature de ce filtre, lire la fréquence de résonance et les fréquences de coupure, mesurer les pentes des asymptotes à basse et haute fréquence.
2. Déterminer la tension de sortie de la tension d'entrée $U_e(t) = 3 + 4 \cos(2\pi 100t) + 6 \cos(2\pi 1000t)$.
3. Parmi les fonctions de transfert suivantes quelle est celle qui correspond à ce filtre?

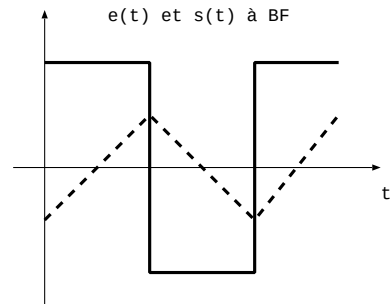
$$\underline{H}_1 = \frac{H_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$$

$$\underline{H}_2 = \frac{H_0}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}$$

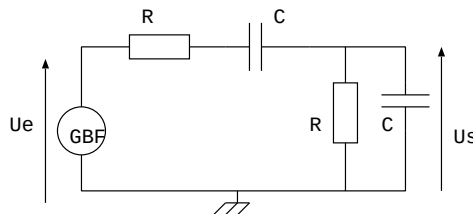
$$\underline{H}_3 = \frac{H_0}{1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2 + jQ\frac{\omega}{\omega_0}}$$

Déduire des diagrammes de Bode, les valeurs numériques de ω_0 , H_0 et Q (si nécessaire).

Déduire de la fonction de transfert si le filtre est intégrateur ou dérivateur à basse fréquence. On donne à BF, les courbes $U_e(t)$ et $U_s(t)$, identifier les courbes.



4. Le filtre étudié correspond au circuit suivant. Vérifier la nature du filtre par l'étude de son comportement aux basses et hautes fréquences. Etablir sa fonction de transfert et exprimer Q , ω_0 et H_0 en fonction de R et C .

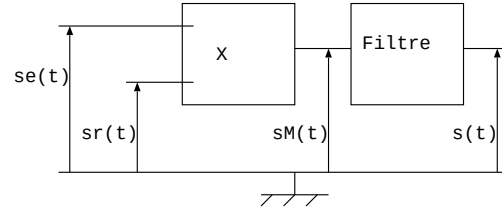


Réponses: 3- $\underline{H}_2$, dérivateur à BF 4- $\omega_0 = \frac{1}{RC}$, $Q = \frac{1}{3}$ et $H_0 = \frac{1}{3}$

III. Détection synchrone

Un radar fixe utilise le principe de l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'un véhicule qui s'approche du radar avec une vitesse v_0 . Le radar émet une onde électromagnétique micro-ondes de fréquence $f_e = 10,0 \text{ GHz}$ qui se réfléchit sur la carrosserie du véhicule et est perçue par le radar, qui fonctionne donc aussi en récepteur, avec une fréquence $f_r = \frac{1 + \frac{v_0}{c}}{1 - \frac{v_0}{c}} f_e$ où c est la célérité de la lumière. Etant donné que $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$, on a toujours $v_0 \ll c$ soit $f_r \approx (1 + \frac{2v_0}{c})f_e$. Le radar permet de mesurer la vitesse v_0 du véhicule grâce à la détection synchrone décrite ici.

A la sortie d'un multiplieur on récupère $s_M(t)$, le produit du signal $s_e(t)$ émis par le radar et signal $s_r(t)$ reçu par le radar. On a $s_M(t) = K s_e(t) s_r(t)$ où $K = 0,1 \text{ V}^{-1}$. $s_M(t)$ est envoyé à l'entrée d'un filtre et en sortie on récupère $s(t)$ qui permet de mesurer v_0 .



1. Proposer des expressions pour $s_e(t)$ et $s_r(t)$ et en déduire l'expression de $s_M(t)$. En déduire le spectre de $s_M(t)$. Donnée: $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a+b) + \cos(a-b))$.
2. Quelle doit être la nature du filtre pour que le signal de sortie $s(t)$ soit sinusoïdal et qu'il permette la mesure de v_0 ? Préciser comment réaliser un tel filtre avec une résistance, un condensateur et une bobine.
3. En sortie du filtre, on observe un signal $s(t)$ sinusoïdal de fréquence de $2,80.10^3 \text{ Hz}$, en déduire v_0 qu'on exprimera en km.h^{-1} .

Réponses: 2- Filtre passe-bas 3- $v_0 = 42 \text{ m.s}^{-1}$