DM 6 **FILTRES LINEAIRES**

EXERCICE 1

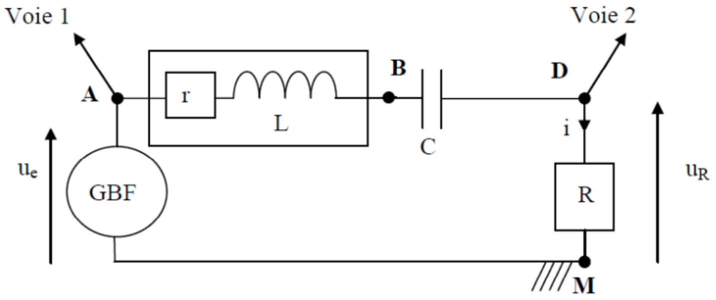


Figure 3

R=40 Ω et C=10 μF

Etude de la fonction de transfert.

12) Rappeler la définition de la fonction de transfert $\underline{H}$ du filtre ainsi formé avec u_e pour tension d'entrée et u_R pour tension de sortie.

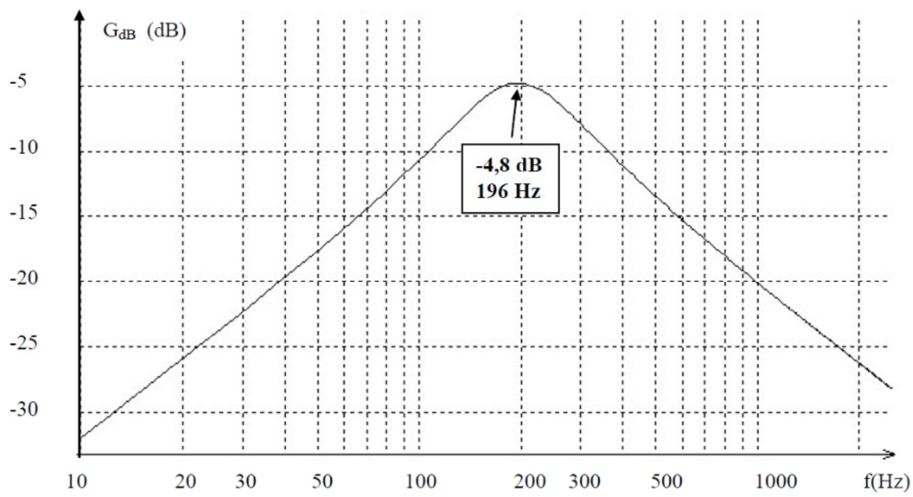
13) Proposer un schéma équivalent en basses puis en hautes fréquences et en déduire la nature probable du filtre.

14) Exprimer $\underline{H}$ en fonction de r, R, L, C, ω.

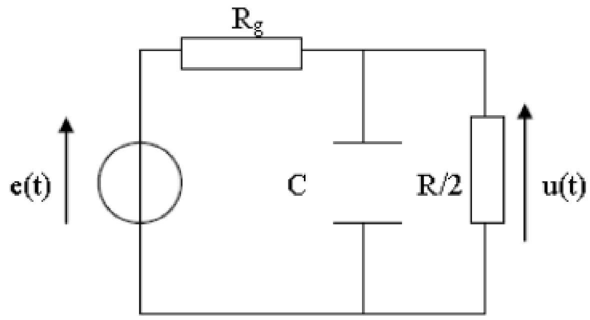
15) Mettre $\underline{H}$ sous la forme : $\underline{H} = \dfrac{H_{max}}{1 + j \cdot Q \cdot \left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$. On exprimera littéralement H_{max}, le paramètre ω_0 ainsi que le facteur de qualité Q de ce circuit en fonction de r, R, L, C.

16) La figure 5 représente (en partie) le diagramme de Bode du filtre précédent. Rappeler la définition du diagramme de Bode.

17) Déterminer, à partir du graphe et des données initiales, les valeurs de r et L.



EXERCICE 2



On prendra R_g=R

On écrit $\underline{e(t)} = Ee^{j\omega t}$ et $\underline{u(t)} = \underline{U}e^{j\omega t}$ avec $\underline{U} = U_M e^{i\varphi}$

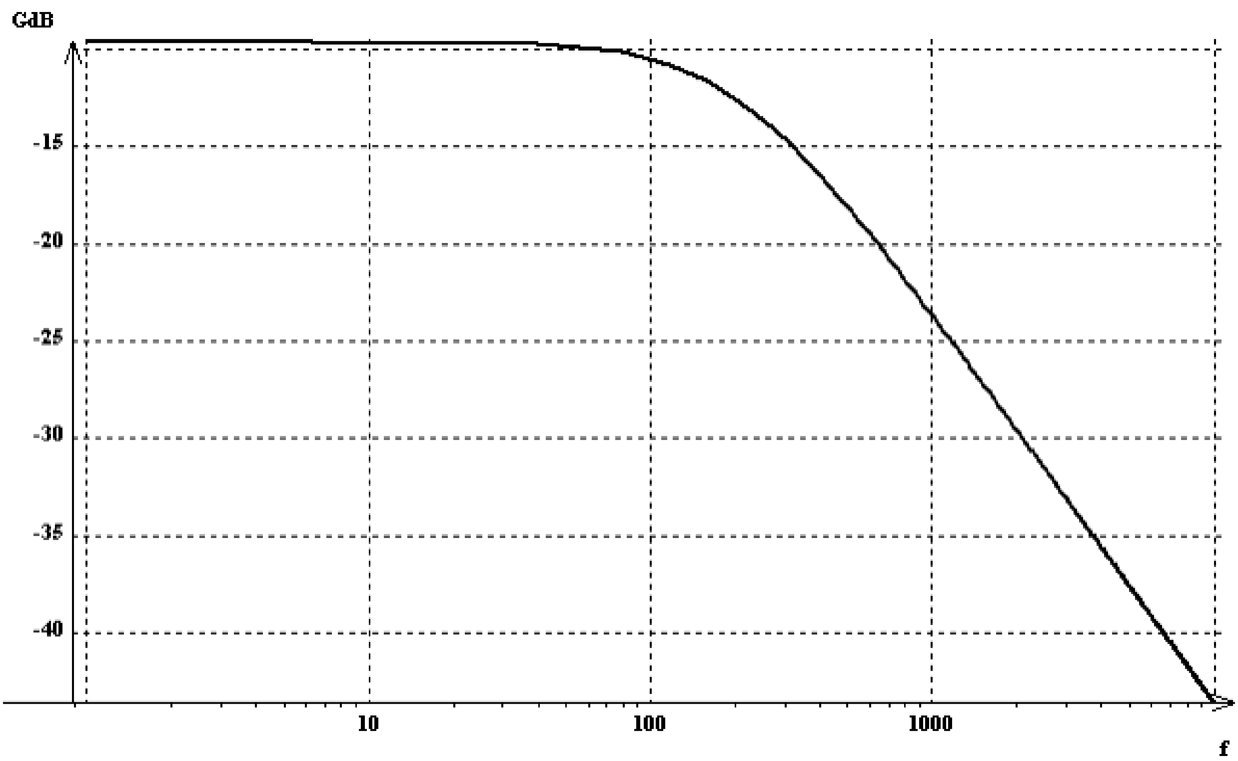
B.2.1. Calculer la fonction de transfert, $\underline{H} = \frac{\underline{U}}{\underline{E}}$ que l'on écrira sous la forme $\underline{H} = \frac{H_0}{1 + j\omega/\omega_0}$.
Préciser le module H et le déphasage φ.

B.2.2. Etablir l'expression littérale de la fréquence de coupure f_c en fonction de R et C.

B.2.3. Nous traçons le diagramme de Bode en fonction de la fréquence f en échelle semi-log.

B.2.3.1. On obtient le graphe ci-dessous. Déterminer graphiquement la valeur de f_c en précisant la méthode utilisée.

B.2.3.2. En déduire la valeur de la capacité C si $R = 1,0\ \text{k}\Omega$.



EXERCICE 3

On constitue un filtre passe bande à l'aide d'un circuit RLC parallèle, la tension de sortie étant prise aux bornes de l'association LC parallèle. Le diagramme de Bode en amplitude et en phase de ce filtre, est donné ci-après en annexe.

Le facteur de qualité d'un tel circuit est donné par $Q = \dfrac{R}{L\omega_0}$ où ω_0 est la pulsation propre du circuit LC.

I) Détermination des éléments du filtre :

1) Déterminer à l'aide du graphe, les valeurs numériques de la pulsation ω_0 et de la bande passante à -3dB $\Delta\omega$.
2) Mesurer sur le graphe en précisant la méthode utilisée, la valeur de l'atténuation aux basses et hautes fréquences de ce filtre (pentes en dB/décade).
3) Déduire de la question 1), la valeur numérique du facteur de qualité.
4) Sachant que la capacité du condensateur utilisé est $C = 0{,}2\mu F$, déterminer les valeurs numériques de l'inductance L et de la résistance R.

II) Réponse du filtre à un signal d'entrée carré

On envoie en entrée du filtre un signal carré de pulsation $\omega = 10^5$ rad.s^{-1}. Ce signal peut être décomposé en série de Fourier, sous la forme d'une somme de signaux sinusoïdaux qui peut s'écrire : $u_e(t) = U_{em}\sin(\omega t) + 0{,}33U_{em}\sin(3\omega t) + 0{,}2U_{em}\sin(5\omega t) + ...$

On cherche à déterminer l'allure du signal de sortie $u_s(t)$. La valeur de l'amplitude du fondamental est $U_{em} = 1V$.

1) Déterminer, à l'aide du graphe, la valeur de l'amplitude U_{sm1} du signal de sortie correspondant au fondamental du signal d'entrée de pulsation ω et d'amplitude U_{em}.
2) Même question pour l'amplitude U_{sm2} du signal de sortie correspondant à l'harmonique de pulsation 3ω et d'amplitude $0{,}33U_{em}$. Conclure quant à la forme du signal du sortie.
3) Déterminer le déphasage φ_1 en radian du signal de sortie correspondant au fondamental du signal d'entrée, puis écrire le signal $u_{s1}(t)$.
4) On veut maintenant sélectionner l'harmonique de pulsation 5ω, quelle doit être la valeur C' de la capacité du condensateur si l'on conserve la même inductance ?
5) Si l'on veut sélectionner plus rigoureusement cette harmonique (c'est-à-dire obtenir un signal strictement sinusoïdal en sortie), doit-on augmenter ou diminuer la valeur de R (tout en gardant les mêmes valeurs de L et C)?

On donne **pour information** la fonction de transfert du filtre : $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{1}{1 + jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$

)

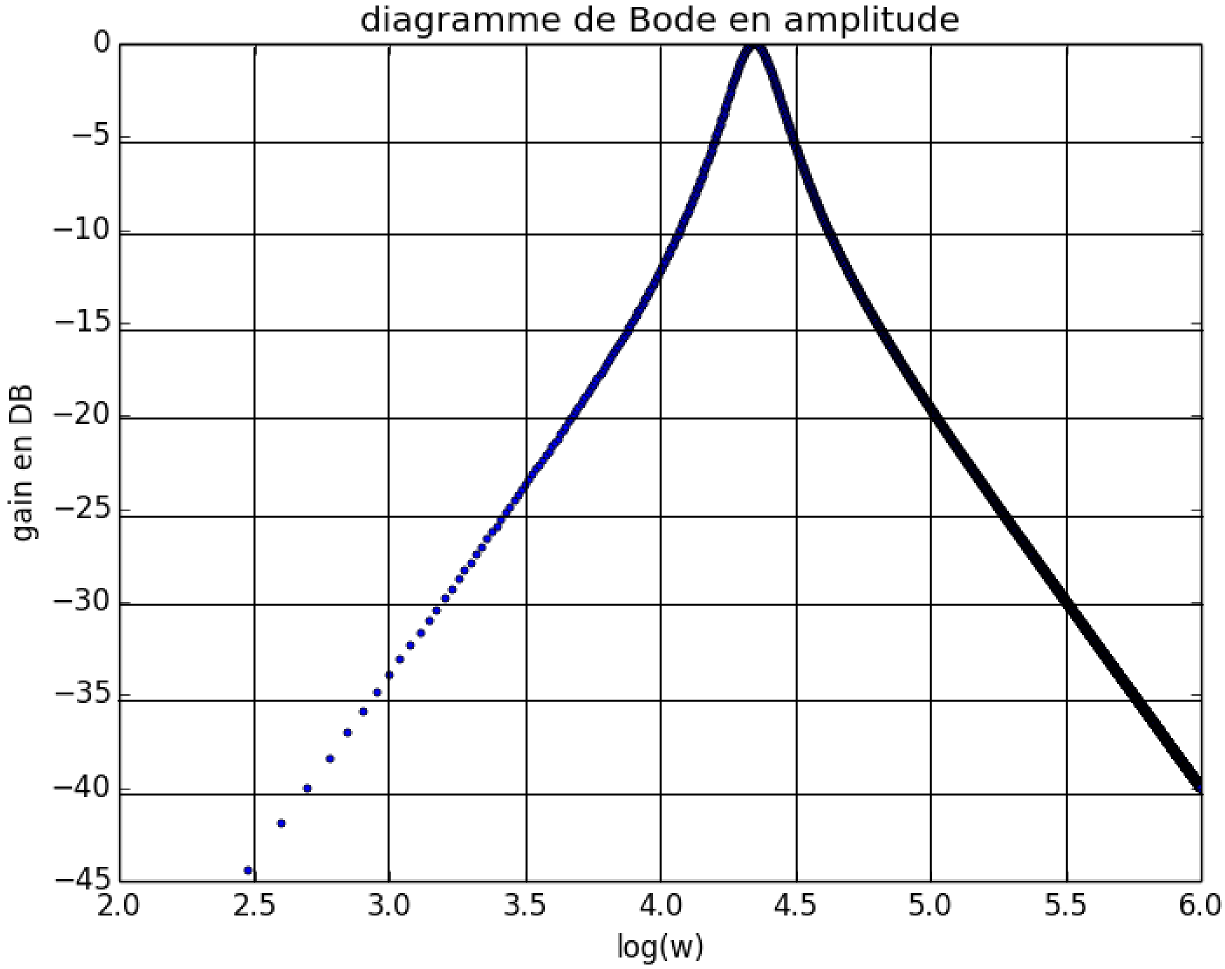


diagramme de Bode en amplitude
gain en DB
log(w)
0
−5
−10
−15
−20
−25
−30
−35
−40
−45
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0

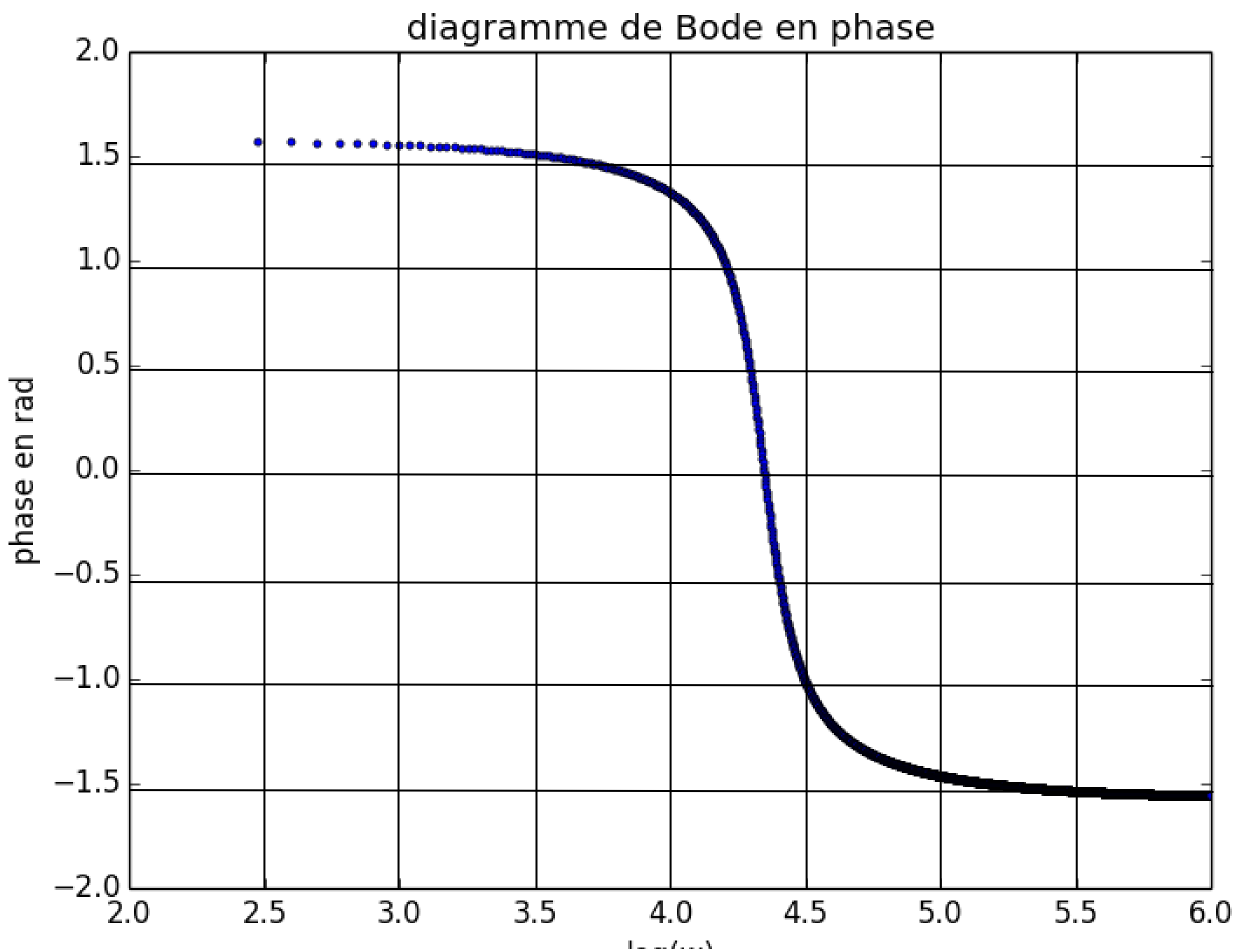


diagramme de Bode en phase
phase en rad
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
−1.5
−2.0
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0