

Physique

Les deux exercices sont indépendants.

Exercice 1 - Exploitation d'un diagramme de Bode

On a tracé le diagramme de Bode d'un filtre sur le document annexe. Les mesures seront justifiées par des tracés sur le document à rendre avec la copie.

- Déterminer la pente des asymptotes à basse et haute fréquence. En déduire la nature et l'ordre du filtre.
- Déterminer la valeur de la fréquence de coupure à -3dB.
- Le filtre étudié correspond en fait à un circuit comportant un condensateur $C=10\text{nF}$ et une résistance R
 - Faire un schéma du montage en justifiant l'ordre des composants.
 - Donner l'expression de la fonction de transfert. En déduire les expressions du gain maximum $|\underline{H}|_{\max}$ et de la pulsation de coupure ω_c .
 - Que vaut la valeur R de la résistance ?
- Pour une tension d'entrée :

$$e(t) = E \cos(2\pi ft)$$

avec $E=1\text{V}$ et $f = 10^4\text{Hz}$. Comment s'écrit le signal de sortie ?

Donnée :

$$\frac{1}{2\pi} = 0,16$$

Exercice 2 - Autour de la guitare électrique (d'après Banque PT)

Partie 1 - "Avoir le son"

Le spectre d'une corde de guitare est représenté sur la figure ci-dessous. Le fondamental donne la note entendue, l'amplitude des différents harmoniques correspond au timbre. Pour une guitare électrique, ce timbre est fortement lié aux micros utilisés qui vont agir différemment sur les différentes composantes du signal. Suivant leurs caractéristiques et les réglages effectués par le guitariste, le son entendu sera alors très différent.

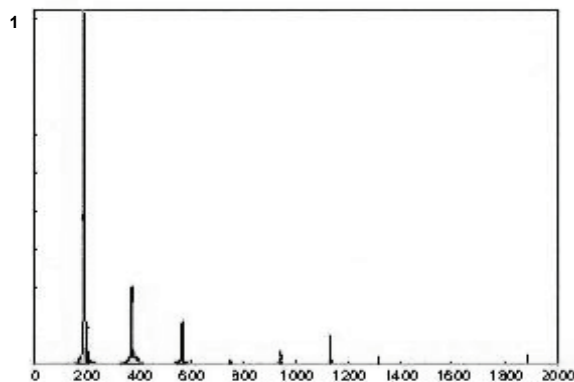
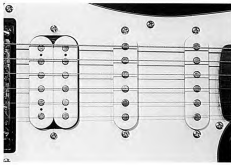


FIGURE 1 – Spectre du son d'une corde de guitare (sans microphone). On représente l'amplitude des pics en fonction de la fréquence (en Hz).



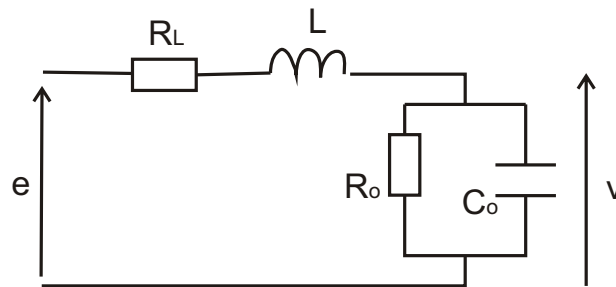
1. Quelle est la valeur de la fréquence du fondamental du signal correspondant à la corde de guitare ? Quels harmoniques sont présents dans le spectre ? Quelle est environ la bande passante occupée par ce signal ?
2. On considère le signal :

$$s_1(t) = 2 * \cos(2\pi * 10^2 t) + 0,5 * \cos(6\pi * 10^2 t)$$

Représenter le spectre de ce signal. Est-il sinusoïdal ? Périodique ? Si oui quelle est sa fréquence ?

Partie 2 - Modèle électrique du microphone

Le microphone étudié peut être modélisé par le circuit ci-dessous. La tension sinusoïdale $e(t)$ correspond au son lié à la vibration de la corde, le signal $v(t)$ sera envoyé vers l'ampli du guitariste. On parle de micro passif car il ne comporte que des inductances, condensateurs et résistances (et par conséquent aucun élément actif).



On donne :

- $e(t) = E_m \cos(\omega t)$
- $C_o = 100 \text{ pF}$
- $R_o = 1 \text{ M}\Omega$ et $R_L = 3 \text{ k}\Omega$.

1. Prévoir par une analyse qualitative du circuit la nature du filtre constitué. Quelle est l'expression du gain à basse fréquence ?
2. Donner l'impédance équivalente \underline{Z}_1 à l'ensemble constitué par R_L et L .
3. Donner l'impédance \underline{Z}_2 équivalente à l'ensemble constitué par C_o et R_o .
4. Écrire la fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{v}{e}$$

en fonction des impédances \underline{Z}_1 et \underline{Z}_2 .

5. On rappelle les formes canoniques pour les deux filtres d'ordre 2 :

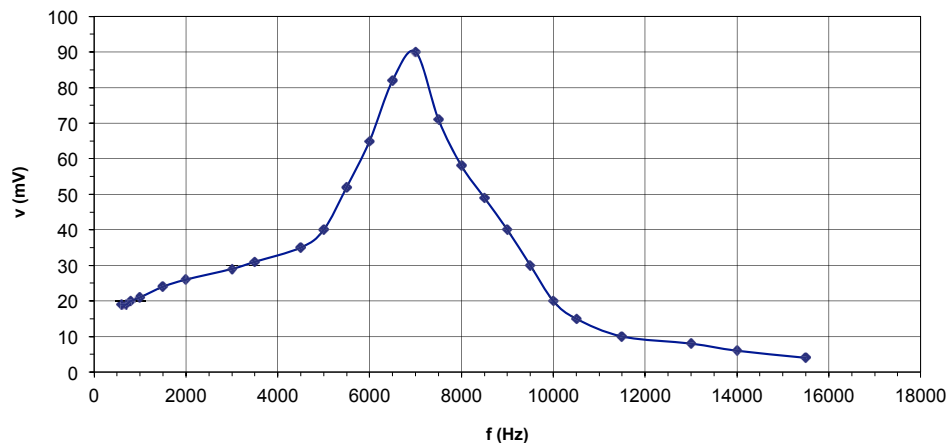
$$\underline{H}_1 = \frac{H_o}{1 + jQ(x - 1/x)} ; \underline{H}_2 = \frac{H_o}{1 - x^2 + jx/Q}$$

avec $x = \omega/\omega_o$.

- (a) Justifier quelle forme correspond au filtre étudié, quel est alors l'ordre du filtre réalisé ?
- (b) Donner l'expression de H_o , commenter. **On prendra $H_o \simeq 1$ pour la suite, on l'utilisera plusieurs fois dans ce qui suit.**
6. On cherche à tracer le diagramme asymptotique de ce filtre :
- (a) Quel est l'équivalent de \underline{H}_2 pour $x \rightarrow 0$? En déduire les asymptotes G_{dB1} et φ_1 en gain et en phase à basse fréquence.
- (b) Quel est l'équivalent de \underline{H}_2 pour $x \rightarrow \infty$? En déduire les asymptotes G_{dB2} et φ_2 en gain et en phase à haute fréquence.
- (c) Quelle valeur de x correspond à l'intersection des asymptotes ? Quelle est alors la valeur du gain ? Tracer alors le diagramme de Bode asymptotique
- (d) Montrer que pour $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$ le circuit présente une résonance pour $x_o \simeq 1$. Justifier qu'on a alors :

$$|\underline{H}_2| \simeq Q$$

7. La réponse expérimentale du microphone est donné sur la courbe ci-dessous. Déduire de cet enregistrement par lecture directe ou exploitation des mesures, les valeurs :
- (a) De $f_o = \frac{\omega_o}{2\pi}$,
- (b) De l'amplitude du signal $e(t)$ en entrée (supposée identique quelle que soit la fréquence),
- (c) De Q ,



8. Le spectre en sortie du micro est donné ci-dessous. Commenter.

