

? Lundi 9 décembre 2024
Devoir Surveillé n°5 (2) – Durée : 2 heures

La calculatrice est INTERDITE.

Chapitres concernés : Oscillateurs amortis en RSF ; Filtrage linéaire ; ALI

⚠️ Consignes à respecter

- Lire la **totalité** de l'énoncé et commencer par les exercices les plus abordables.
- Présentation de la copie :
 - Prendre une **nouvelle copie double pour chaque exercice**.
 - Tirer un **trait horizontal** à travers toute la copie **entre chaque question**.
 - Encadrer les expressions littérales et souligner les résultats numériques.
 - **Numéroter les pages** sous la forme x/nombre total de pages.
- Rédaction :
 - Faire des **schémas** grands, beaux, complets, lisibles.
 - **Justifier** toutes vos réponses.
 - Applications numériques : nombre de **chiffres significatifs adapté** et avec une **unité**.

Ce sujet comporte **3 exercices** totalement indépendants qui peuvent être traités dans l'ordre souhaité. L'énoncé est constitué de **6 pages**.

Contenu du DS :

Exercice n°1	Questions de cours (Durée ~ 15 min)	2
Exercice n°2	Étude d'un filtre (Durée ~ 30 min)	2
Exercice n°3	Micro de guitare électrique (Durée ~ 1h15)	4

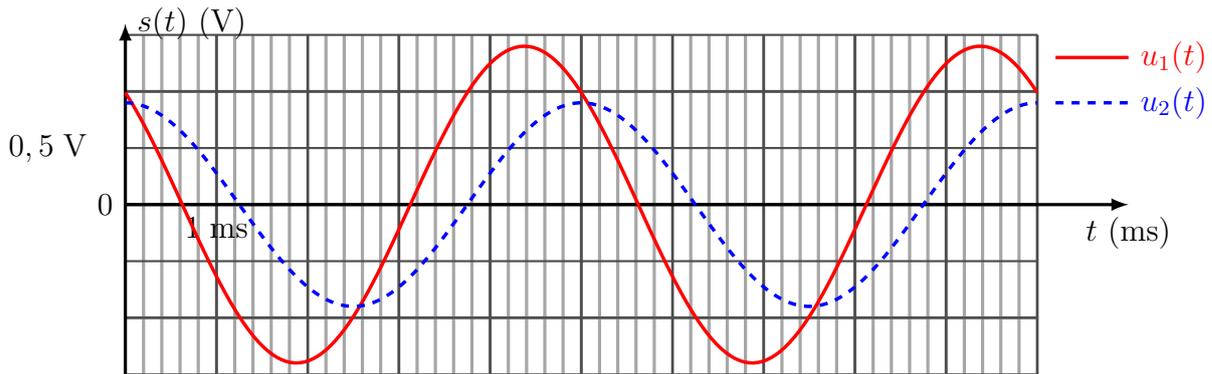
Données : aides de calculs

- Courbe représentative de $x \mapsto 10^{-\frac{x}{20}}$

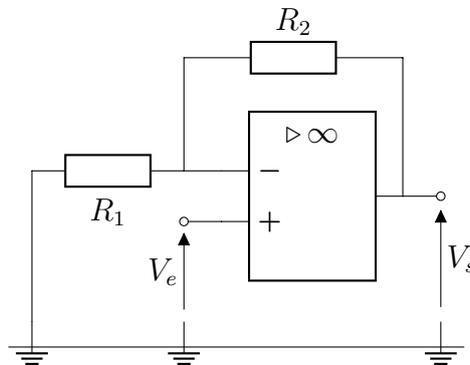
- $11^2 = 121$; $12^2 = 144$; $13^2 = 169$; $14^2 = 196$; $15^2 = 225$
- $\pi^2 \approx 10$
- $\sqrt{120} \approx 11$; $\sqrt{147} \approx 12$; $\sqrt{176} \approx 13$; $\sqrt{4700} \approx 68$

Exercice n°1 Questions de cours (Durée ~ 15 min)

Q1. Déterminer le déphasage de u_2 par rapport à u_1 .



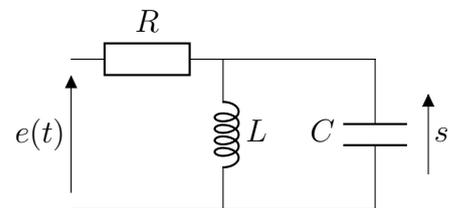
On étudie le circuit ci-dessous. L'ALI est supposé idéal en régime linéaire.



- Q2. Quel est le modèle de l'ALI idéal ?
 Q3. Que peut-on dire pour un ALI idéal fonctionnant en régime linéaire ?
 Q4. Pourquoi peut-on considérer que l'ALI précédent fonctionne en régime linéaire ?
 Q5. Déterminer la fonction de transfert du montage ci-dessus.
 Q6. Déterminer l'impédance d'entrée du montage ci-dessus.
 Quel est l'intérêt d'une telle impédance ?

Exercice n°2 Étude d'un filtre (Durée ~ 30 min)

On étudie le circuit ci-contre alimenté en régime sinusoïdal par un générateur de fem $e(t) = E_m \cos(\omega t)$.
 On étudie la tension aux bornes de l'association parallèle du condensateur et de la bobine.



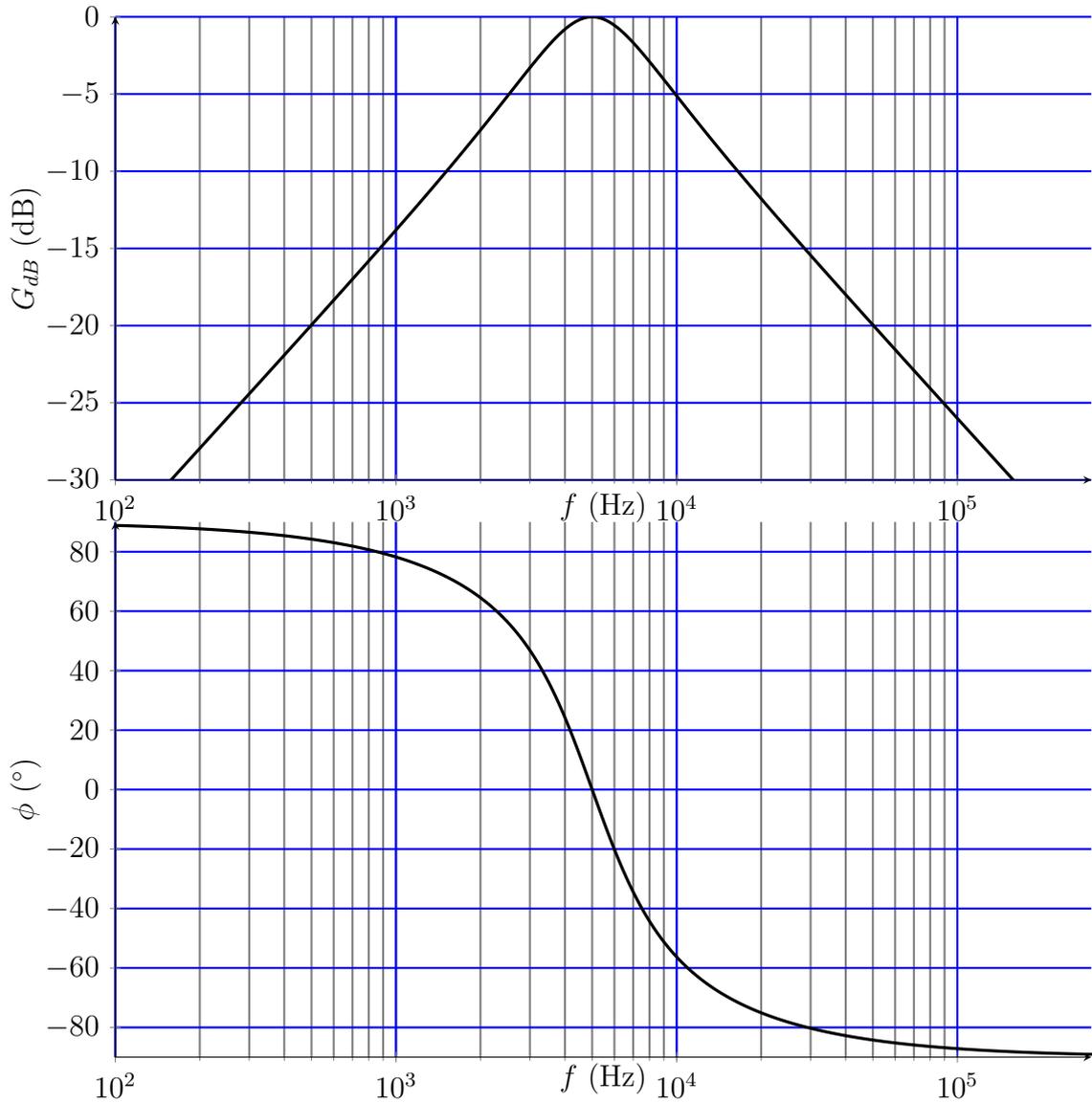
- Q7. Par analyse asymptotique du circuit, déterminer la nature du filtre.
 Q8. Établir l'expression de la fonction de transfert et l'écrire sous la forme :

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

Identifier les expressions de ω_0 et Q en fonction de R , L et C .

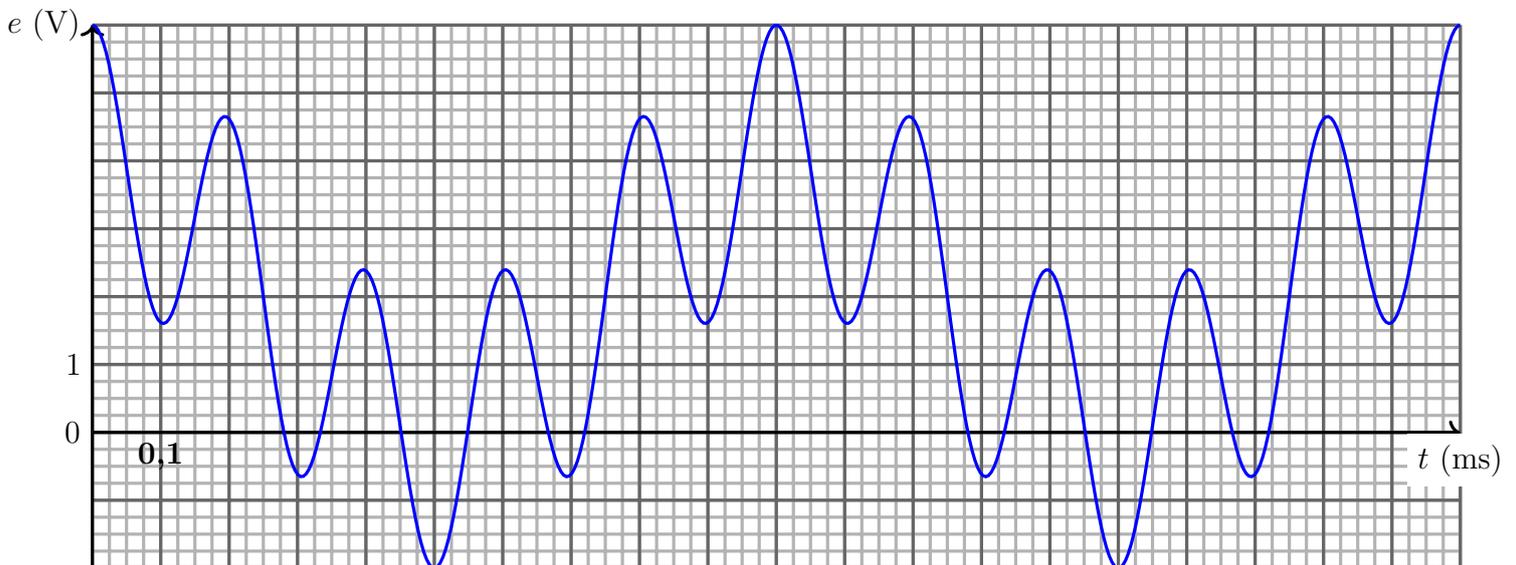
- Q9. Justifier qu'il y a résonance pour une pulsation que l'on établira en fonction de ω_0 . Y a-t-il une condition sur le facteur de qualité pour son existence ?
 Q10. Exprimer \underline{H} pour $\omega = \omega_0$. Que peut-on dire du déphasage de s par rapport à e ?
 Comment repérer cela expérimentalement très précisément ?

Q11. Exploiter le graphique ci-dessous pour déterminer les valeurs de la fréquence propre f_0 et Q . La démarche devra être décrite précisément.



En entrée de ce filtre est envoyé un signal périodique, représenté ci-dessous et d'expression :

$$e(t) = E_0 + E \cos(2\pi ft) + E \cos(2\pi \times 5ft)$$



Q12. Déterminer la fréquence du signal.

- Q13. Déterminer l'expression complète du signal de sortie.
Représenter l'allure de s .

Exercice n°3 Micro de guitare électrique (Durée ~ 1h15)

D'un point de vue électrique, le micro se modélise de la façon représentée à la figure 1.

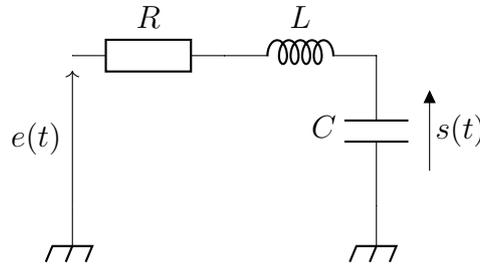


FIGURE 1 – Modélisation électrique

$e(t)$ est la force électromotrice induite par le mouvement de la corde. L désigne l'inductance propre du bobinage et R sa résistance. De plus, le grand nombre de spires présentes dans le bobinage provoque un effet capacitif représenté par le condensateur C .

- Q14. Étudier le comportement asymptotique de ce circuit. En déduire le type de filtrage réalisé par le micro.
Q15. Établir l'expression de la fonction de transfert du micro en régime sinusoïdal forcé $\underline{H}(j\omega) = \frac{s}{e}$.
Q16. Écrire la fonction de transfert sous la forme

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

et exprimer les paramètres H_0 , ω_0 et Q en fonction de R , L et C .

- Q17. Montrer que, si $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$, il y a résonance à une pulsation ω_r à déterminer.
Q18. Sur le **document réponse**, tracer l'allure du diagramme de Bode asymptotique en gain (*Le tracé devra être justifié précisément par la détermination des équations des asymptotes.*) puis réel dans le cas $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$.
Q19. Expliquer comment tracer expérimentalement un diagramme de Bode.
Q20. Un potentiomètre de résistance r est traditionnellement ajouté en parallèle de la capacité C . Donner l'expression littérale du nouveau gain statique du circuit en présence de ce potentiomètre. Ce dernier est accessible pour le guitariste. Quelle est son utilité?

On souhaite mesurer les paramètres R , L et C de deux micros différents : le micro Fender Lace Sensor et le micro De Armond Dynasonic. En l'absence de vibration de la corde, le micro est modélisé par le dipôle, d'impédance \underline{Z} , représenté à la figure 2 gauche.

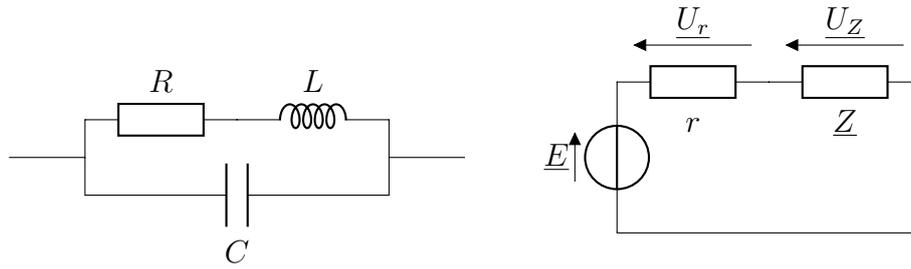


FIGURE 2

On réalise le montage de la figure 2 à droite, dans lequel e est une source de tension idéale, délivrant une tension sinusoïdale de la forme : $e(t) = E \cos(\omega t)$.

r est un résistor de résistance $r = 10\text{k}\Omega$.

Q21. Exprimer \underline{Z} , l'impédance du micro orienté en convention récepteur, en fonction de R , L , C et ω .

Q22. Montrer que $\underline{Z} = r \frac{U_Z}{U_r}$.

Q23. Le graphe de la figure 3 représente $\left| \frac{U_Z}{U_r} \right|$ en fonction de la pulsation ω pour les deux micros étudiés : trait plein pour le micro Fender et pointillés pour micro Dynasonic.

Montrer qu'en basses fréquences $\underline{Z} \simeq R$ et en déduire la valeur de R pour chaque micro.

Q24. Les relevés expérimentaux mettent en évidence que pour des fréquences de l'ordre de 1kHz, \underline{Z} est dominée par R et L .

Montrer que pour ces fréquences $L \simeq \frac{1}{\omega} \sqrt{\left(r \left| \frac{U_Z}{U_r} \right| \right)^2 - R^2}$. En déduire la valeur de L pour chaque micro.

Q25. \underline{Z} peut s'écrire sous la forme

$$\underline{Z} = R \frac{1 + jQ \frac{\omega}{\omega_0}}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j \frac{\omega}{Q\omega_0}}$$

Simplifier l'expression de \underline{Z} dans l'hypothèse $Q \gg 1$ et ω proche de ω_0 . Expliquer comment évaluer C à partir des relevés expérimentaux. En déduire la valeur de C pour chaque micro.

Q26. Justifier, à partir des mesures expérimentales, l'affirmation suivante : «Le micro Fender sonne plus aigu que le micro Dynasonic ».

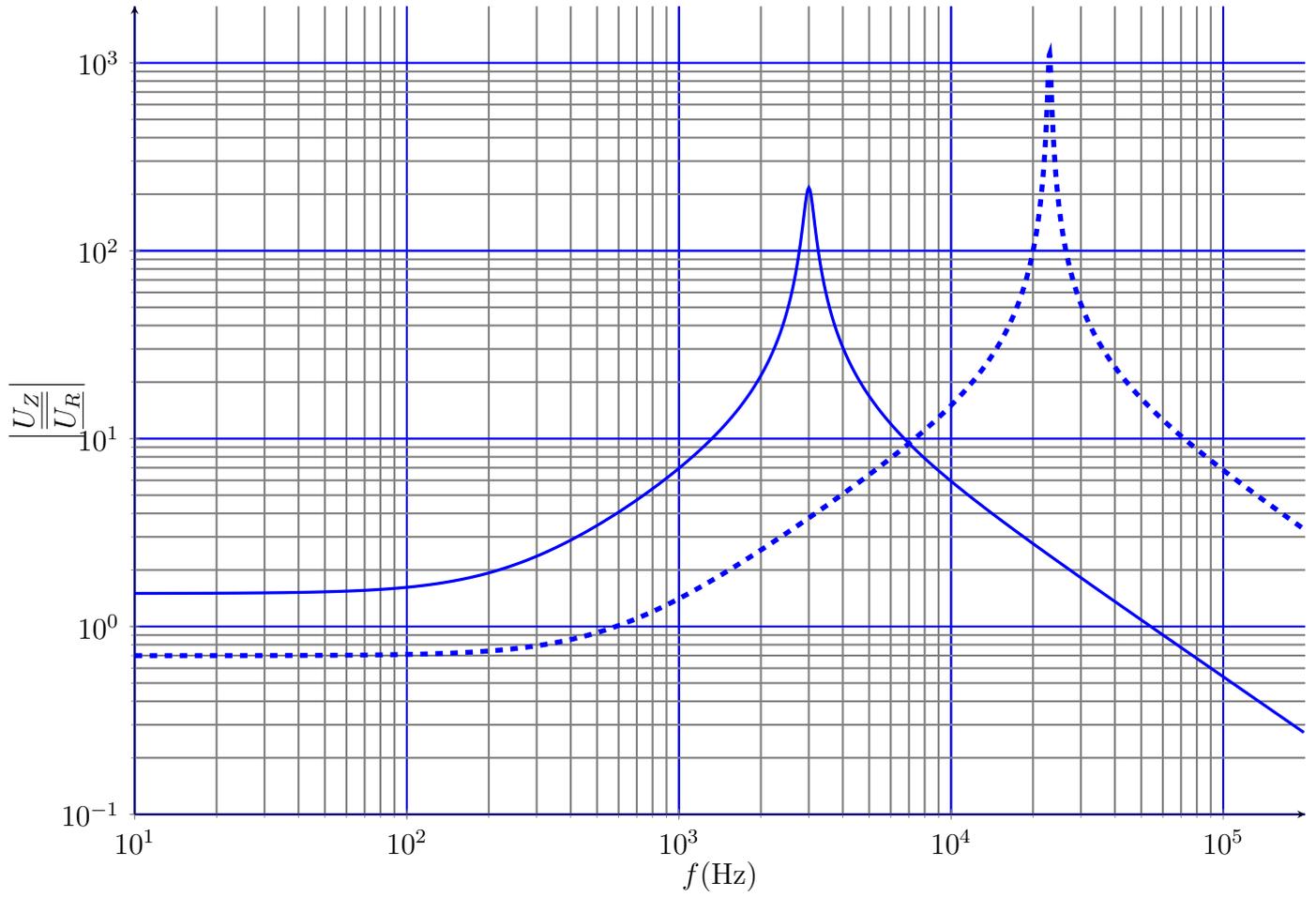


FIGURE 3 – En trait plein : courbe du micro Fender
En trait pointillés : courbe du micro Dynasonic

