Lundi 9 décembre 2024

Devoir Surveillé n°5 (1) — *Durée : 2 heures*

La calculatrice est INTERDITE.

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

Consignes à respecter

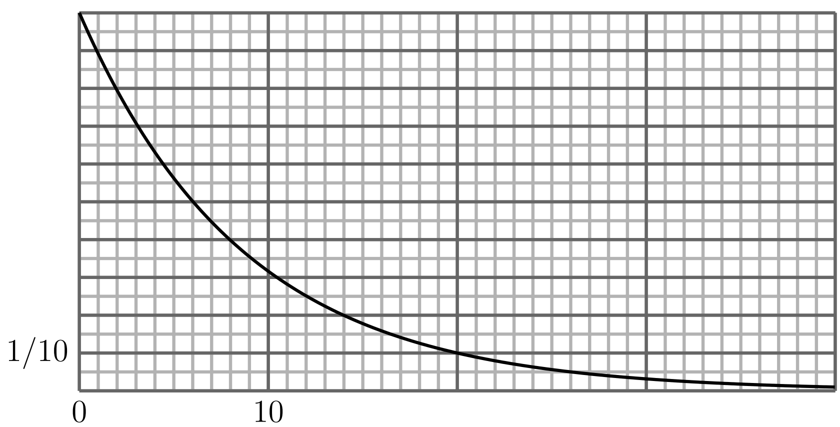
- **Lire la totalité de l'énoncé** et commencer par les exercices les plus abordables.
- Présentation de la copie :
  - Prendre une **nouvelle copie double pour chaque exercice**.
  - Tirer un **trait horizontal** à travers toute la copie **entre chaque question**.
  - Encadrer les expressions littérales 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 9 pages.

Contenu du DS :

Données : aides de calculs

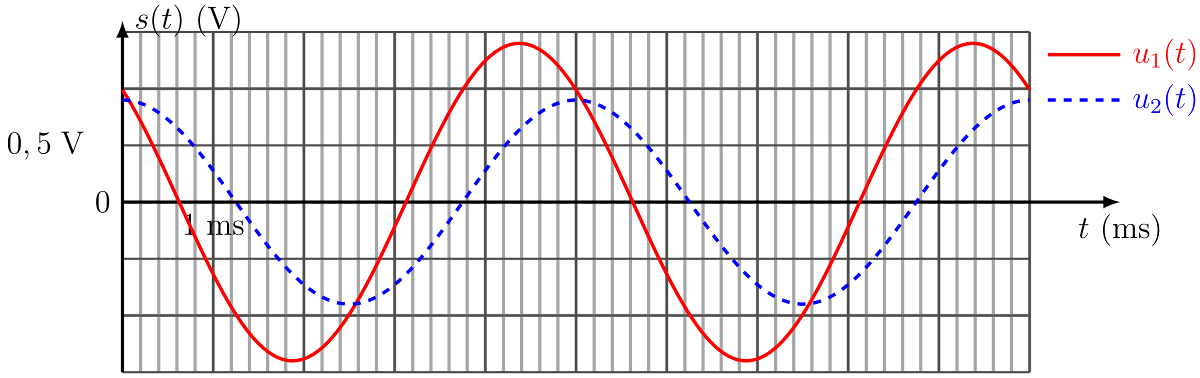
- Courbe représentative de $x \mapsto 10^{-\frac{x}{20}}$



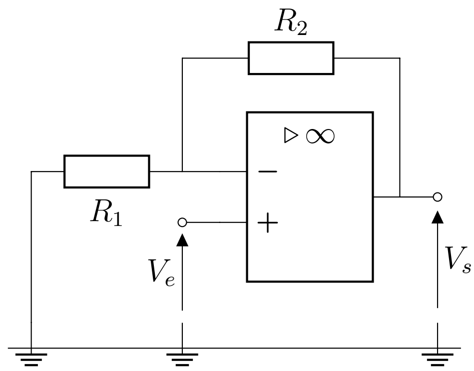
- $11^2 = 121$; $12^2 = 144^2$; $13^2 = 169$; $14^2 = 196$; $15^2 = 225$
- $\pi^2 \approx 10$
- $\sqrt{120} \approx 11$; $\sqrt{147} \approx 12$; $\sqrt{176} \approx 13$; $\sqrt{4700} \approx 68$

Exercice n°1 Questions de cours *(Durée ∼ 20 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 ?

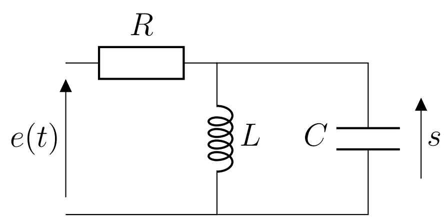
Q4. Pourquoi peut-on considérer que l'ALI précédent fonctionne en régime linéaire ?

Q5. Déterminer la relation entre V_s et V_e.

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 ∼ 40 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.

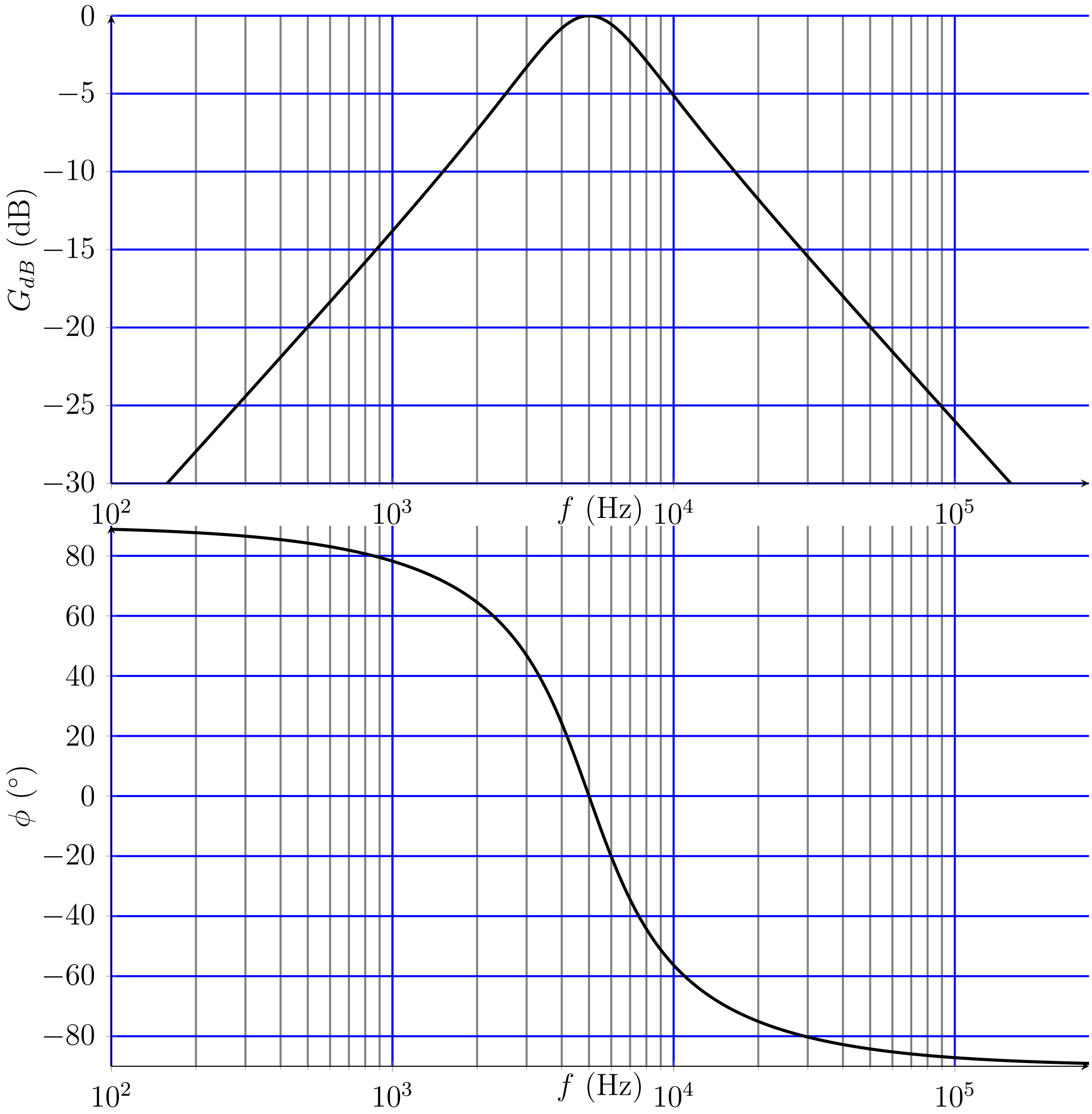
Q9. Exprimer le gain de ce filtre.

Q10. 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 ?

Q11. 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 ?

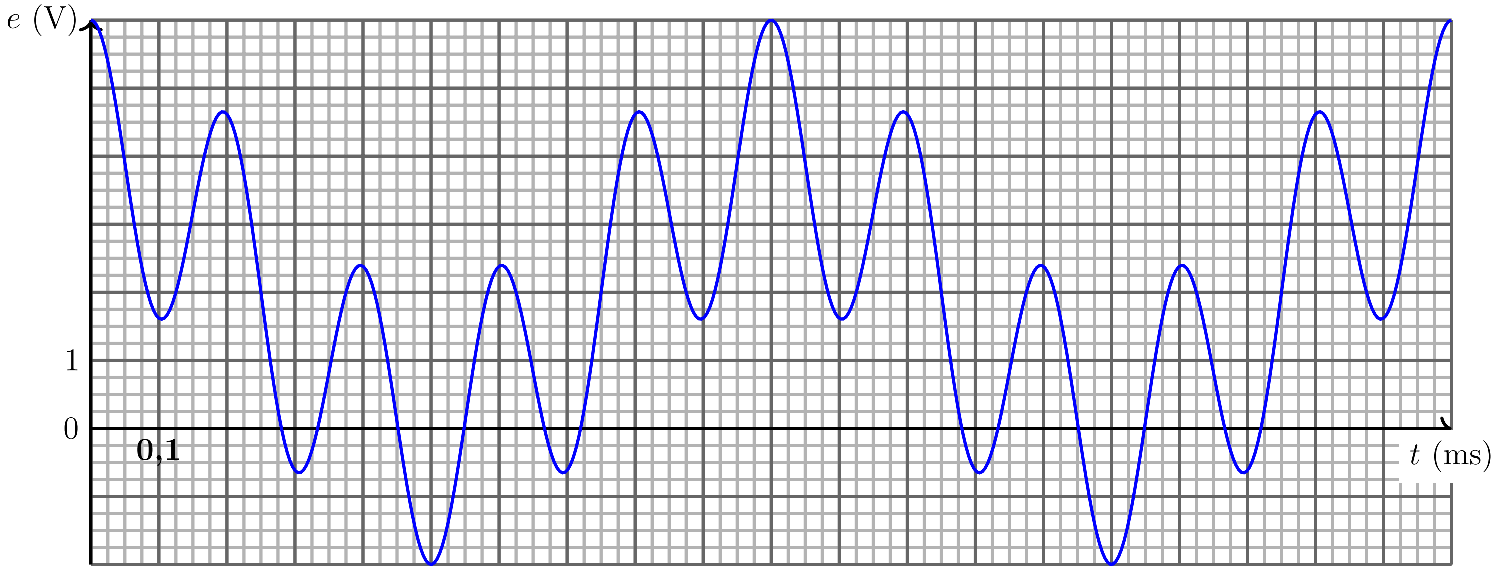
Q12. Donner la relation entre ω_0, la largeur de la bande passante $\Delta\omega$ et Q.

Q13. 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 :

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



Q14. Déterminer la fréquence du signal.

Q15. On recherche la tension de sortie sous la forme :

$$s(t) = S_0 + S_1 \cos(2\pi f t + \varphi_1) + S_2 \cos(2\pi \times 5 f t + \varphi_2)$$

(a) Pourquoi $S_0 = 0$?

(b) Déterminer S_1, S_2, φ_1 et φ_2.

(c) En déduire l'expression complète du signal de sortie.

(d) Représenter l'allure de s.

Exercice n°3 Micro de guitare électrique *(Durée ∼ 1h)*

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

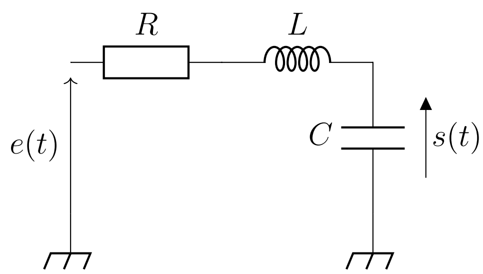


FIGURE 1 – Modélisation électrique

$e(t)$ 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.

Q16. Étudier le comportement asymptotique de ce circuit. En déduire le type de filtrage réalisé par le micro.

Q17. Établir l'expression de la fonction de transfert du micro en régime sinusoïdal forcé $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{s}}{\underline{e}}$.

Q18. Écrire la fonction de transfert sous la forme

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

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

Q19. Exprimer le gain.

Q20. Montrer que, si $Q > \dfrac{1}{\sqrt{2}}$, il y a résonance à une pulsation ω_r à déterminer.

Q21. (a) Pour ce filtre, que signifie « basse fréquence » et « haute fréquence » ?

(b) Exprimer l'équivalent de $\underline{H}$ à basse fréquence.
En déduire l'équation de l'asymptote du diagramme de Bode en gain. Comment est-elle ?

(c) Exprimer l'équivalent de $\underline{H}$ à haute fréquence.
En déduire l'équation de l'asymptote du diagramme de Bode en gain. Comment est-elle ?

(d) Sur le **document réponse**, tracer le diagramme de Bode asymptotique en gain, avec $\dfrac{\omega}{\omega_0}$ en abscisse.
Les axes, les unités, les échelles devront être clairement indiqués.

(e) Tracer, toujours sur le **document réponse**, l'allure du diagramme réel pour $Q > \dfrac{1}{\sqrt{2}}$.

Q22. Expliquer comment tracer expérimentalement un diagramme de Bode.

On souhaite mesurer les paramètres R, L et C de deux micros différents : le micro Fender Lace Sensor et le mirco 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.

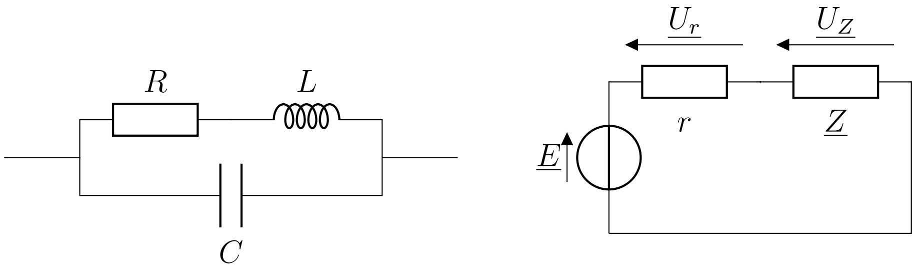


FIGURE 2

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 $r = 10\text{k}\Omega$.

Q23. Exprimer $\underline{Z}$, l'impédance du micro orienté en convention récepteur, en fonction de R, L, C et ω.

Q24. Par application de deux relations de pont diviseur de tension, exprimer $\underline{U_r}$ et $\underline{U_Z}$ en fonction notamment de $\underline{E}$.

En déduire que $\underline{Z} = r\dfrac{\underline{U_Z}}{\underline{U_r}}$.

DOCUMENT RÉPONSE À DÉCOUPER et À RENDRE

NOM : ____________________ Prénom : ____________________