



BLAISE PASCAL  
PT 2021-2022

DM 4 – à rendre lundi 11 octobre

# Oscillateurs

Vous êtes invités à porter une attention particulière à la rédaction et au soin de votre copie. Les numéros des questions doivent être mis en évidence et les résultats encadrés.

Travailler avec vos cours et TD ouverts est **chaudement recommandé** : un DM est un entraînement, pas une évaluation. En cas de besoin, **n'hésitez pas à me poser des questions**, à la fin d'un cours ou sur le serveur de la classe.



Flasher ce code pour  
accéder au corrigé

## Oscillateur RLC parallèle

PT A 2021

Par rapport au sujet original, j'ai retiré les cinq questions relatives au démarrage des oscillations : la démarche et les calculs étaient exactement identiques à ce qui a été fait dans le paragraphe I.B du cours, ce qui est donc peu pertinent pour un DM.

Cet oscillateur sera construit autour d'un filtre et d'un montage amplificateur. Ces deux blocs fonctionnels sont tout d'abord étudiés séparément.

### C.II.1. Étude du filtre

Sur la Figure F9 on donne le schéma d'un filtre. On note  $\underline{H}_F(\omega)$  sa fonction de transfert.

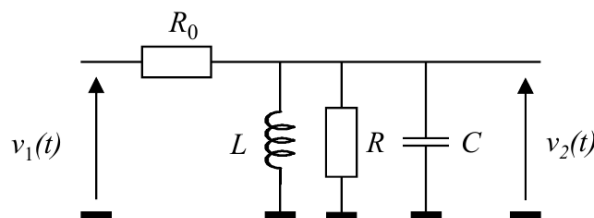


Figure F9. Schéma du filtre.

Q45. Déterminer l'expression de  $\underline{H}_F(\omega)$  et la mettre sous la forme  $\underline{H}_F = \frac{H_0}{1 + jQ_F \left[ x - \frac{1}{x} \right]}$  avec

$$x = \frac{\omega}{\omega_0}, \quad \omega_0 \text{ étant la pulsation propre du filtre.}$$

Expliciter littéralement  $Q_F$ ,  $H_0$  et la fréquence caractéristique  $f_0$ .

Q46. Donner l'expression reliant le facteur de qualité, la fréquence propre et la bande passante à -3 dB.

On choisit  $R_0 = 470 \Omega$ ,  $R = 120 \Omega$ ,  $L = 50 \mu\text{H}$  et  $C = 50 \text{ nF}$  de sorte que :  $H_0 \approx 0,2$ ,  $f_0 \approx 100 \text{ kHz}$  et  $Q_F \approx 3$ .

Q47. Faire une représentation graphique approchée du gain en décibel  $G_{\text{dB}}$  en fonction de  $\log(x)$  ; préciser quelques valeurs sur ce graphe. Faire apparaître sur ce graphe la "bande passante à -3 dB".

### C.II.2 Étude de l'amplificateur

On considère deux structures possibles à placer en sortie du filtre pour amplifier le signal (Figures F10 et F11). Le circuit U1 est un amplificateur linéaire intégré supposé idéal.

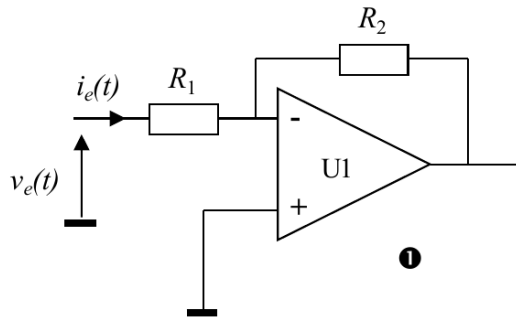


Figure F10. Structure amplificatrice n°1.

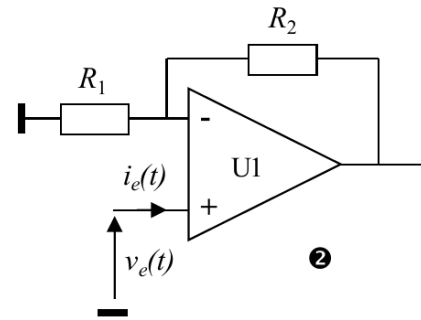


Figure F11. Structure amplificatrice n°2.

- Q48.** Déterminer, en précisant bien les hypothèses faites, les fonctions de transfert de ces deux structures, notées respectivement  $\underline{A}_1$  et  $\underline{A}_2$ .
- Q49.** Déterminer les impédances d'entrée  $Z_{e1}$  et  $Z_{e2}$  de chaque montage et expliquer pourquoi la structure n°2 est a priori un meilleur choix pour l'application envisagée.
- Q50.** En déduire alors l'expression de la fonction de transfert globale du montage associant les deux blocs fonctionnels filtre puis amplificateur en la mettant sous la forme  $\underline{H}_{FA} = \frac{H_1}{1 + jQ \left[ x - \frac{1}{x} \right]}$  ; expliciter  $H_1$  et  $Q$ .

### C.II.5 Stabilité de l'oscillateur

La stabilité d'un oscillateur est un critère fondamental de sa qualité, qu'il est indispensable de prendre en compte selon la précision nécessaire pour une application. On considère en général la stabilité à court-terme et la stabilité à long-terme.

#### C.II.5.1 Oscillateur quasi-sinusoidal

On considère (Figure F15) le schéma théorique de l'oscillateur comme à la Figure F12. On suppose qu'il fonctionne en régime permanent et pour simplifier on fait l'hypothèse que l'oscillateur est de type quasi-sinusoidal. Les signaux  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$  et  $v_3(t)$  sont alors considérés comme sinusoidaux, on peut donc raisonner dans l'espace des fréquences et noter les signaux  $\underline{V}_1$ ,  $\underline{V}_2$  et  $\underline{V}_3$  en représentation complexe.

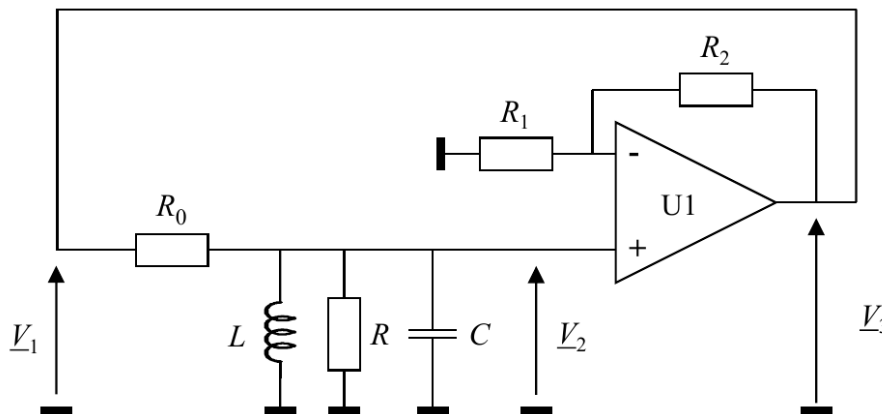


Figure F15. Oscillateur considéré en fonctionnement sinusoidal.

Le filtre (entrée  $\underline{V}_1$ , sortie  $\underline{V}_2$ ) a pour fonction de transfert  $\underline{H}_F$ .

L'amplificateur (entrée  $\underline{V}_2$ , sortie  $\underline{V}_3$ ) a pour fonction de transfert  $\underline{A}$ .

- Q63.** Exprimer  $\underline{V}_2$  en fonction de  $\underline{V}_1$ ,  $\underline{V}_3$  en fonction de  $\underline{V}_2$  et  $\underline{V}_1$  en fonction de  $\underline{V}_3$ . En déduire une relation entre  $\underline{A}$  et  $\underline{H}_F$  valable s'il y a effectivement oscillation. Cette relation est appelée condition d'oscillation.
- Q64.** Montrer que la condition d'oscillation conduit à la relation  $\text{Arg}[\underline{H}_F(\omega)] = 0$ .

### C.II.5.2 Stabilité à court-terme

On suppose maintenant qu'en sortie de l'amplificateur il y a une petite fluctuation de phase, exprimée par le gain de l'amplificateur  $\underline{A}' = A_0 e^{j\delta\psi}$  où  $A_0$  est un réel positif.

- Q65.** Quelle est la nouvelle condition d'oscillation relative à la phase de  $\underline{H}_F(\omega)$  ?

On considère que la fluctuation de phase  $\delta\psi$  induit une fluctuation  $\delta\omega$  de la pulsation d'oscillation, petite par rapport à la pulsation propre. On pourra donc écrire que  $\omega = \omega_0 + \delta\omega$  dans l'expression de  $\underline{H}_F$  sous forme canonique.

- Q66.** Déduire, à partir de la condition d'oscillation et de l'expression de  $\underline{H}_F$  simplifiée grâce à l'hypothèse précédente, l'expression de la variation  $\delta\omega$  de la pulsation. Calculer alors la fluctuation de fréquence pour  $\delta\psi = 1^\circ$ .
- Q67.** Que se passe-t-il si la fluctuation  $\delta\psi$  varie au cours du temps mais avec une amplitude faible ? Quel serait alors l'aspect du spectre du signal de l'oscillateur ?
- Q68.** Conclure sur la façon d'améliorer la qualité de l'oscillateur.