

C.II. Oscillateur quasi sinusoïdal

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.

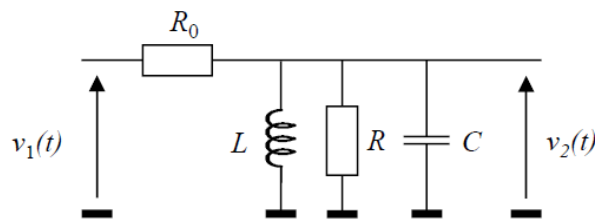


Figure F9. Schéma du filtre.

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

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

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 $Q_F \approx 3$.

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.

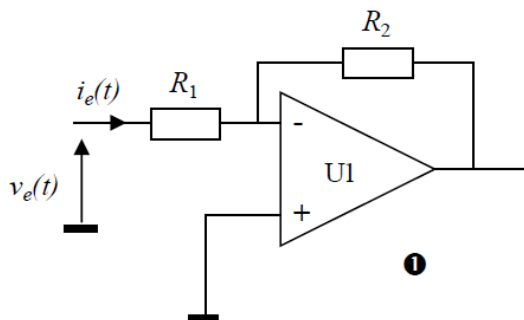


Figure F10. Structure amplificatrice n°1.

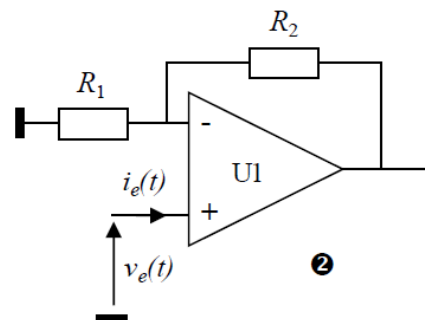


Figure F11. Structure amplificatrice n°2.

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.3 Étude des oscillations

On associe maintenant les deux blocs en connectant la sortie du montage amplificateur à l'entrée du filtre, réalisant le système dont le schéma est donné Figure F12.

La sortie de l'amplificateur U1, toujours supposé dans un premier temps comme idéal, est connectée à l'entrée du filtre au travers d'un interrupteur K.

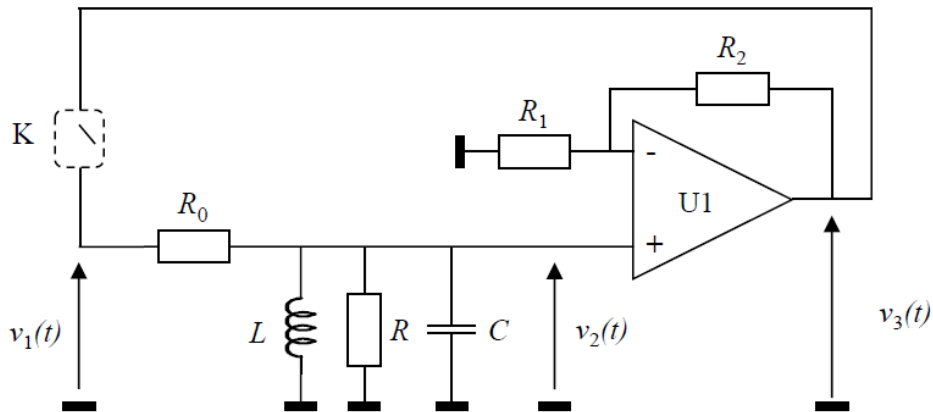


Figure F12. Structure bouclée associant le filtre et l'étage amplificateur.

À l'instant $t = 0$ on ferme l'interrupteur K, le condensateur C étant déchargé.

Q51. Déterminer l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $v_3(t)$; on fera apparaître dans cette équation la pulsation propre, le facteur de qualité et le gain maximal.

On désire obtenir à la fermeture de l'interrupteur des oscillations pseudo-périodiques d'amplitude croissante.

Q52. À quelle condition sur H_1 cela sera-t-il possible ?

Q53. Que vaut la fréquence d'oscillation pendant la phase de démarrage ?

Q54. À quelles conditions la fréquence des oscillations peut-elle être considérée comme égale à la fréquence propre du filtre ?

Q55. En considérant d'une part l'étude précédente, et d'autre part le fait que le circuit U1 n'est pas idéal expliquer pourquoi il est préférable que le gain de l'étage amplificateur ne soit pas trop grand.

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-sinusoïdal

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-sinusoïdal. Les signaux $v_1(t)$, $v_2(t)$ et $v_3(t)$ sont alors considérés comme sinusoïdaux, 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.

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} .

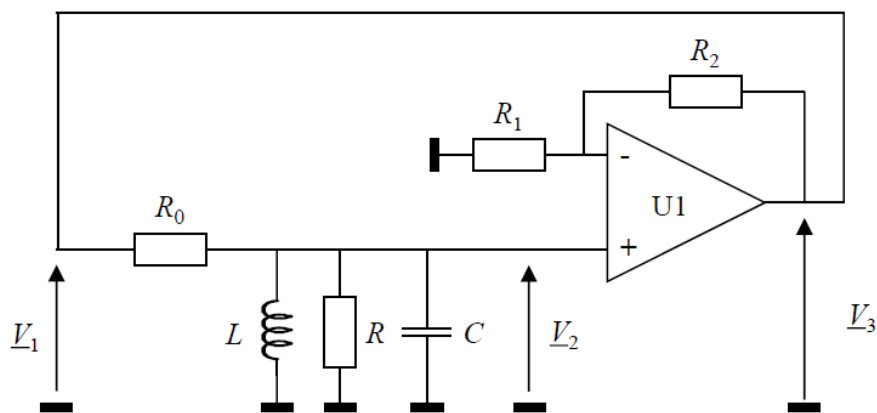


Figure F15. Oscillateur considéré en fonctionnement sinusoïdal.

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 ?