Séance 1 : électricité et mécanique du point

Électricité

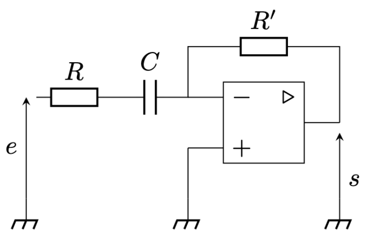
Exercice E.1 - Filtrage [⋆]

Concours : Banque PT
Année du CR : 2022

On considère un signal $U_e(t) = U_0 + U_1(t) + U_2(t)$ avec $U_0 = 5$ V, $U_1(t) = 3,4\cos(2\pi f t)$ et $U_2(t) = -0.7\cos(4\pi f t)$ et on donne $f = 1$ kHz.

1. Tracer le spectre fréquentiel de $U(t)$
2. On fait passer ce signal dans un filtre capacitif (RC) avec $C = 1\,\mu$F
   (a) Faire un schéma du montage.
   (b) On définit le taux d'ondulation comme le rapport du crête à crête du fondamental du signal et de la moyenne du signal. Donner la valeur des composants du système pour que le taux d'ondulation du signal de sortie soit inférieure à 1%.

Exercice E.2 - Filtre actif amplificateur [⋆⋆]

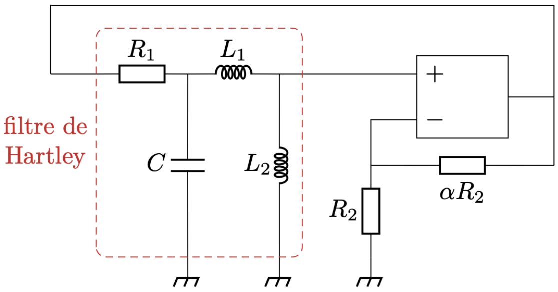


1. Identifier la nature du filtre.
2. Établir sa fonction de transfert. Identifier une pulsation caractéristique ω_c.
3. On souhaite une pulsation de coupure $\omega_c = 10^4$ rad/s et un gain de 20 dB en haute fréquence. Déterminer les valeurs de R' et C pour $R = 1$ kΩ.
4. Tracer le diagramme de Bode.
5. On envoie en entrée du filtre une tension $e(t) = E_0\cos(\omega t)$. Donner l'allure de la tension de sortie et de son spectre si :
   - ▷ $E_0 = 1$ V et $\omega_c = 10^2$ rad/s ;
   - ▷ $E_0 = 3$ V et $\omega_c = 10^2$ rad/s ;
   - ▷ $E_0 = 1$ V et $\omega_c = 10^5$ rad/s ;
   - ▷ $E_0 = 3$ V et $\omega_c = 10^5$ rad/s.

Exercice E.3 - Oscillateur d'Hartley [⋆]

Concours : Banque PT

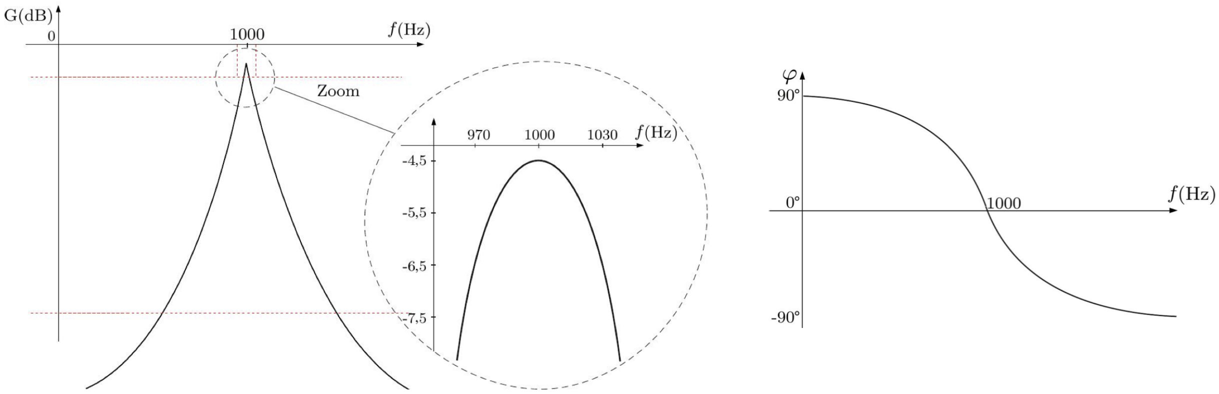
On considère le circuit suivant :



1. Parmi les propositions suivantes, identifier la forme de la fonction de transfert du filtre de Hartley :

$$\underline{H_1} = \frac{H_0}{1 + j\dfrac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_2} = \frac{j\dfrac{\omega}{Q\omega_0}H_0}{1 + j\dfrac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_3} = \frac{-H_0\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 + j\dfrac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

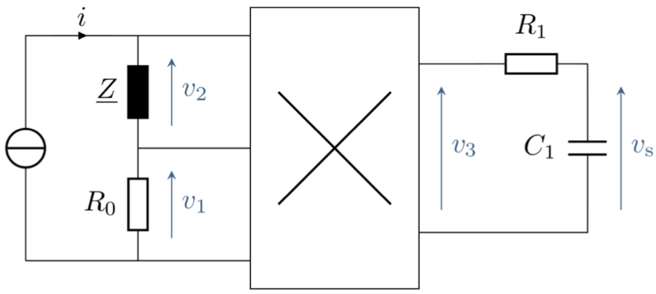
2. Déterminer les caractéristiques H_0, ω_0 et Q à l'aide des graphes ci-dessous :



3. Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations sinusoïdales.
4. Étudier le démarrage des oscillations : condition d'apparition et évolution de l'amplitude au cours du temps.

Exercice E.4 - Mesure d'impédance par détection synchrone [⋆⋆⋆]

L'objectif est de déterminer un protocole permettant de mesurer l'impédance inconnue $\underline{Z} = X + jY$ d'un dipôle à l'aide d'un « montage à détection synchrone ».



Le bloc central est un multiplieur, dont l'impédance d'entrée est infinie et la tension de sortie proportionnelle aux deux tensions d'entrée : $v_3 = kv_1v_2$ avec k une constante connue.

Les autres composants R_0, R_1 et C_1 sont connus. Le circuit est traversé par le courant $i(t) = I_0\cos(\omega t)$.

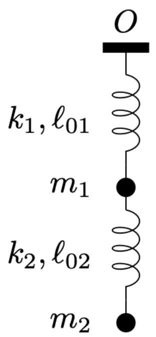
1. Quel type de filtre forme le bloc R_1C_1 ? Rappeler les deux grandes utilités de ce type de filtre. Déterminer sa fonction de transfert et tracer son diagramme de Bode asymptotique.
2. Exprimer $v_1(t)$ et $v_2(t)$ en fonction de I_0, R_0, X et Y.
3. Montrer que $U_1 \cos(\omega t) \times U_2 \cos(\omega t + \varphi) \neq \mathrm{Re}\left(U_1 e^{j\omega t} \times U_2 e^{j(\omega t+\varphi)}\right)$.
4. En déduire l'expression de $v_3(t)$ et représenter qualitativement son spectre.
5. Montrer qu'il existe une condition sur R_1 et C_1 telle que $v_s(t)$ soit quasiment constante. En déduire comment déterminer X.
6. La résistance R_0 est remplacé par un condensateur de capacité C_0. Montrer qu'il est possible de trouver Y.

+ exercices 1 (pont de Wheatstone) et 5 (filtre du pont de Wien) du TD de révision, exercice 1 (démarrage du multivibrateur astable compact) du TD E3

Mécanique du point

Exercice M.1 - Deux ressorts [⋆⋆]

Concours : Banque PT



1. Si un ressort possède une raideur k, quelle est la raideur d'un demi-ressort ?
2. On considère le système ci-contre où k_i et l_{0i} sont les raideurs et longueurs à vide des ressorts. Déterminer les allongements Δl_1 et Δl_2 à l'équilibre.
3. Établir les équations différentielles vérifiées par les écarts z_1 et z_2 aux positions d'équilibre.
4. La masse m_2 est maintenant supposée maintenue dans sa position d'équilibre. La masse m_1 est alors déplacée de Z_d de sa position d'équilibre et lâchée sans vitesse initiale. Trouver l'équation $z_1(t)$ régissant le mouvement de m_1.

Exercice M.2 - Vitesse de marche [⋆⋆⋆]

Concours : Banque PT

A partir de vos dimensions, poids et taille, déterminer votre vitesse de marche.

On donne le moment d'inertie d'une tige de masse m et de longueur L par rapport à un axe passant pas son extrémité : $J = \dfrac{mL^2}{3}$

+ exercices 3 (looping), 5 (cyclotron) et 8 (paramètre d'impact) du TD de révision