

Séance 1 : électricité et mécanique du point

Électricité

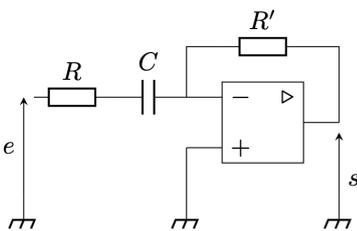
Exercice E.1 - Filtrage [★]

Concours : Banque PT
Année du CR : 2022

On considère un signal $U_e(t) = U_0 + U_1(t) + U_2(t)$ avec $U_0 = 5 \text{ V}$, $U_1(t) = 3,4 \cos(2\pi ft)$ et $U_2(t) = -0,7 \cos(4\pi ft)$ et on donne $f = 1 \text{ kHz}$.

1. Tracer le spectre fréquentiel de $U(t)$
2. On fait passer ce signal dans un filtre capacitif (RC) avec $C = 1 \mu\text{F}$
 - (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 [★★]

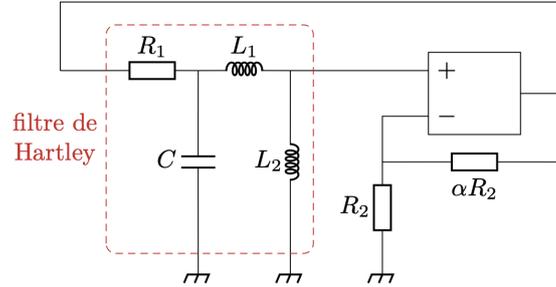


1. Identifier la nature du filtre.
2. Établir sa fonction de transfert. Identifier une pulsation caractéristique ω_c .
3. On souhaite une pulsation de coupure $\omega_c = 10^4 \text{ rad/s}$ et un gain de 20 dB en haute fréquence. Déterminer les valeurs de R' et C pour $R = 1 \text{ k}\Omega$.
4. Tracer 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 :
 - ▷ $E_0 = 1 \text{ V}$ et $\omega_c = 10^2 \text{ rad/s}$;
 - ▷ $E_0 = 3 \text{ V}$ et $\omega_c = 10^2 \text{ rad/s}$;
 - ▷ $E_0 = 1 \text{ V}$ et $\omega_c = 10^5 \text{ rad/s}$;
 - ▷ $E_0 = 3 \text{ V}$ et $\omega_c = 10^5 \text{ rad/s}$.

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

Concours : Banque PT

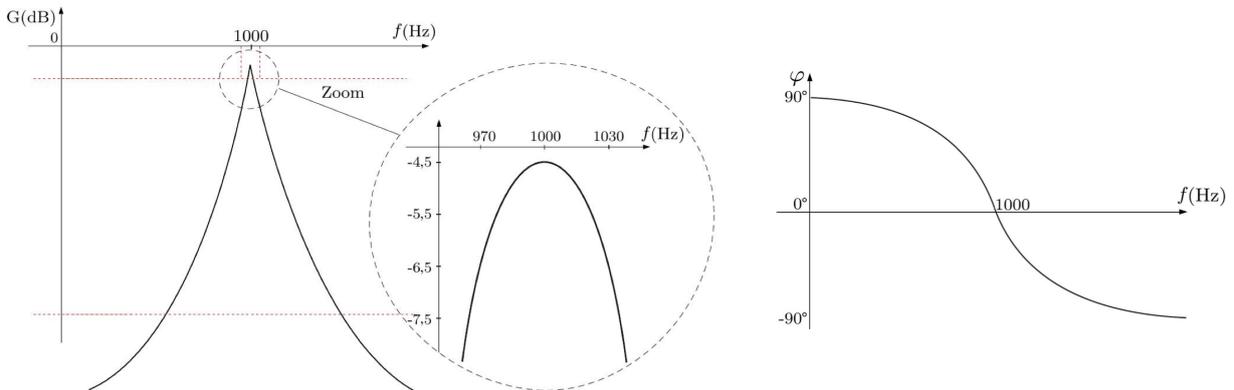
On considère le circuit suivant :



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

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

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



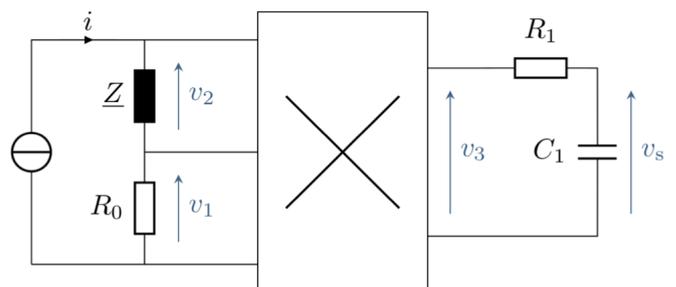
3. Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations sinusoïdales.
4. Étudier le démarrage des oscillations : condition d'apparition et évolution de l'amplitude au cours du temps.

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

L'objectif est de déterminer un protocole permettant de mesurer l'impédance inconnue $Z = X + jY$ 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 $U_1 \cos(\omega t) \times U_2 \cos(\omega t + \varphi) \neq \text{Re}(U_1 e^{j\omega t} \times U_2 e^{j(\omega t + \varphi)})$.
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 .

Exercice E.5 - Mesure de température [★]

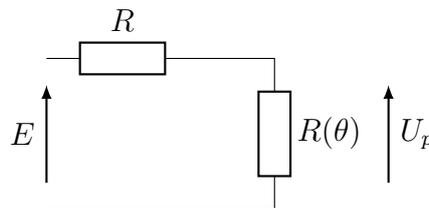
Concours : Banque PT

Année du CR : 2024

On s'intéresse à un dispositif de mesure de température. Pour ce faire, on utilise un dispositif qui se nomme une thermistance. La thermistance est une résistance dont la valeur varie en fonction de la température θ . On a alors

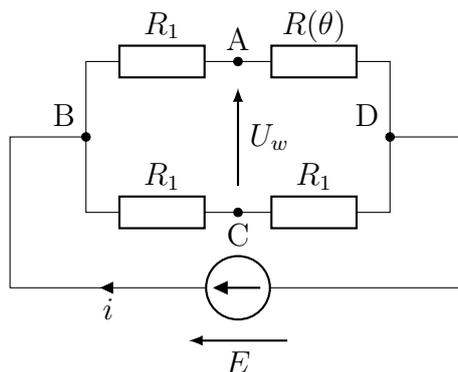
$$R = R_0(1 + \alpha(\theta - \theta_0))$$

On utilise dans un premier temps le circuit suivant :



1. Exprimer U_p .

On utilise maintenant le circuit suivant :



2. Exprimer U_w . Quelle valeur doit prendre R_1 afin que $U_w(\theta_0) = 0$?

R_1 prend la valeur trouvée à la question précédente.

On donne par ailleurs $E = 5 \text{ V}$, $\alpha = 1.10^{-3} \text{ K}^{-1}$ et $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$.

3. Comparer les deux dispositifs pour la mesure d'une variation de 1 K.

+ exercice 5 (filtre du pont de Wien) du TD de révision, exercice 1 (démarrage du multivibrateur astable compact) du TD E3, exercice 1 (ouverture d'un coffre) du TD E4

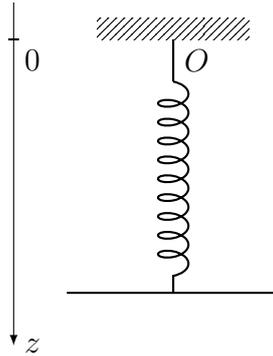
Mécanique du point et du solide

Exercice M.1 - Ressort [**]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2024

On considère un ressort (de longueur à vide ℓ_0 et de constante de raideur k) relié à une plaque de masse M .



1. Déterminer z_0 la position de la plaque à l'équilibre

On place une masselotte de masse m (avec $m \ll M$) sur la plaque et on tire le ressort d'une longueur a par rapport à sa position d'équilibre. On lâche la plaque sans vitesse initiale.

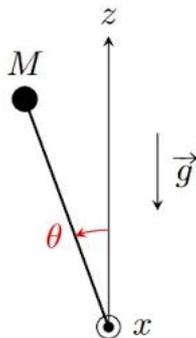
2. En considérant dans un premier temps que la masselotte reste solidaire de la plaque, déterminer l'équation de son mouvement.
3. Quelle est la condition sur a pour laquelle la masselotte se désolidarise de la plaque ?

Exercice M.2 - Gravimètre à ressort [**]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2024

On considère un gravimètre à ressort : une tige de masse négligeable devant la masse m à son extrémité supposée ponctuelle est reliée au bâti par une liaison pivot d'axe \vec{e}_x supposée parfaite. Un ressort exerce par ailleurs un couple de rappel : $\vec{M} = -C\theta\vec{e}_x$.



On donne le moment d'inertie du pendule : $J = mL^2$.

1. Déterminer l'équation différentielle satisfaite par θ .
2. (a) Démontrer que les positions d'équilibre vérifient l'égalité

$$\sin \theta_{eq} = \frac{C}{mgL} \theta_{eq}$$

(b) En traçant $y = \sin(x)$, justifier qu'il existe une ou trois positions d'équilibre selon la valeur de $\frac{C}{mgL}$

3. Discuter de la position d'équilibre $\theta_{eq} = 0$.
4. Déterminer la période du système quand θ reste très petit. Expliquer comment ce dispositif permet de mesurer g .

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