

Séance 5 : optique géométrique et électricité

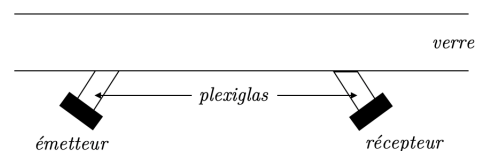
Optique géométrique

Exercice OG.1 - Détecteur de pluie [**]

Concours : Banque PT

On étudie un système de détection de la pluie (placé derrière le rétroviseur intérieur).

L'émetteur envoie un faisceau parallèle d'intensité I_0 sur la vitre à travers une tige en plexiglas. Le récepteur est placé au bout d'une autre tige en plexiglas identique et délivre une tension proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue.



On donne les indices des différents matériaux :

Matériau	Air	Eau	Verre	Plexiglas
n	1	1,33	1,6	1,5

1. On prend θ , l'angle incident du faisceau incident à l'interface plexiglas/verre égal à 50° . Expliquer le principe de ce détecteur.
2. Quelle est sa plage angulaire de fonctionnement ?

Exercice OG.2 - Appareil photo [**]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2023

On étudie un appareil photo modélisé par une lentille de focale $|f'| = 50$ mm et un capteur CCD carré de côté 20 cm et constitué de 1000×1000 cellules.

1. Montrer par un schéma que la lentille est nécessairement convergente.
2. On veut photographier un objet à une distance $D = 30$ m. Déterminer la distance entre la lentille et le capteur. Déterminer la taille minimale d'un objet photographiable à cette distance.
3. On veut maintenant photographier un objet à une distance $d = 30$ cm. Trouver la distance lentille/capteur. L'image de l'objet occupe alors 30×120 cellules. Calculer la taille de l'objet.

+ exercices 2 (fibre optique), 6 (microscope) du TD de révision

Électricité

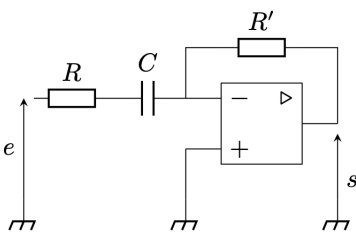
Exercice E.1 - Filtrage [★]

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 [★★]

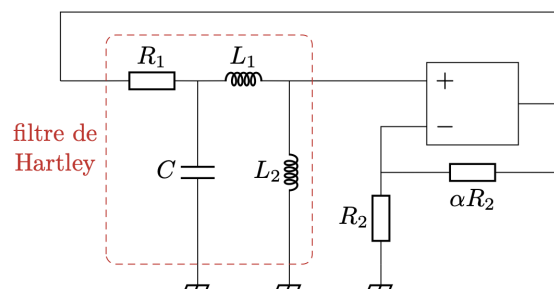


1. Identifier la nature du filtre.
2. Établir sa fonction de transfert. Identifier une pulsation caractéristique ω_c .
3. On souhaite une pulsation de coupure $\omega_c = 10^4 \text{ rad/s}$ et un gain de 20 dB en haute fréquence. Déterminer les valeurs de R' et C pour $R = 1 \text{ k}\Omega$.
4. Tracer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

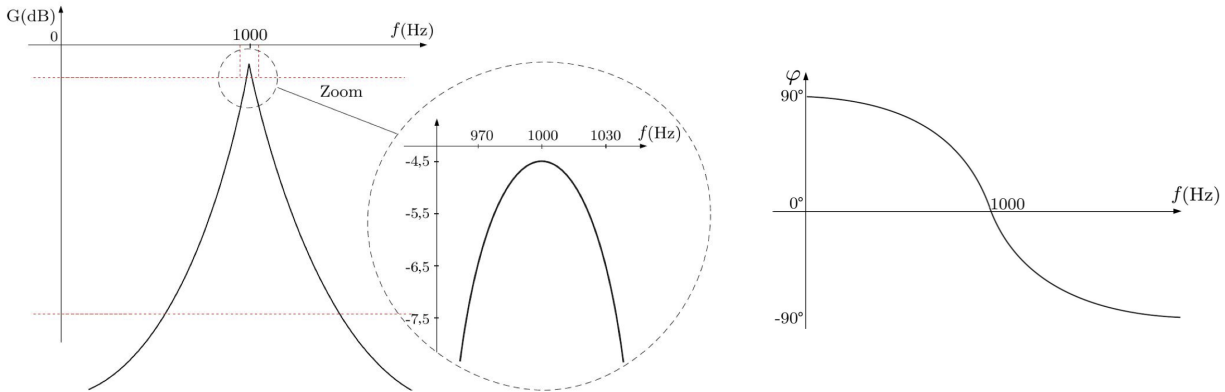
On considère le circuit suivant :



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

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

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

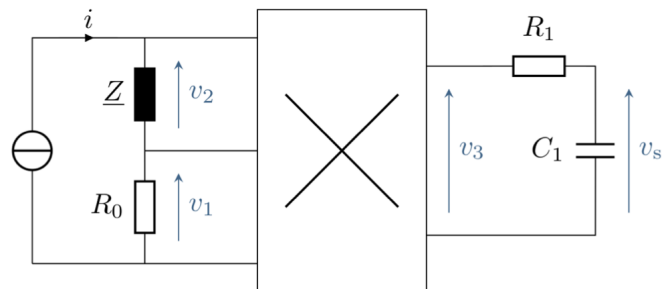


- Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations sinusoïdales.
- Étudier le démarrage des oscillations : condition d'apparition et évolution de l'amplitude au cours du temps.

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 $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$.

- 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.
- Exprimer $v_1(t)$ et $v_2(t)$ en fonction de I_0 , R_0 , X et Y .
- Montrer que $U_1 \cos(\omega t) \times U_2 \cos(\omega t + \varphi) \neq \text{Re}(U_1 e^{j\omega t} \times U_2 e^{j(\omega t + \varphi)})$.
- En déduire l'expression de $v_3(t)$ et représenter qualitativement son spectre.
- 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 .
- 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 [★]

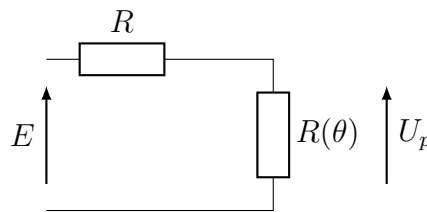
Concours : Banque PT

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

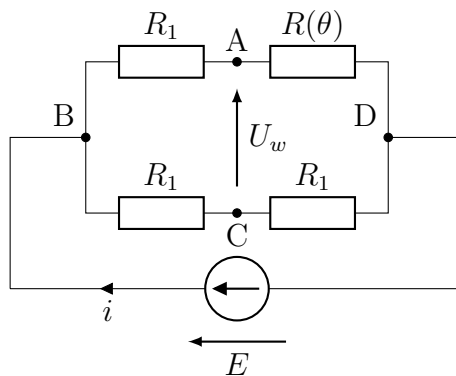
$$R = R_0(1 + \alpha(\theta - \theta_0))$$

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