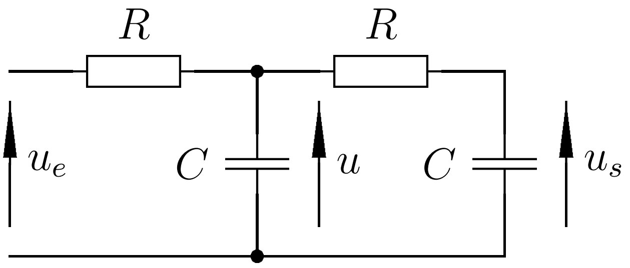
Sujet 1

I Filtre RC du second ordre

On considère le filtre de la figure ci-dessous avec $u_e(t) = E\cos(\omega t)$



1. Prévoir le comportement asymptotique du filtre.
2. Déterminez sa fonction de transfert $\underline{H}(\omega) = \frac{\underline{U_s}}{\underline{U_e}} = \frac{\underline{U_s}}{\underline{U}}\cdot\frac{\underline{U}}{\underline{U_e}}$ sous la forme :

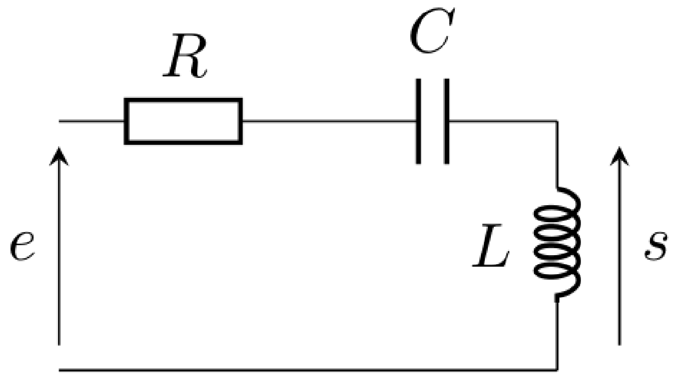
$$\underline{H}(\omega) = \frac{G_0}{1 - x^2 + jx/Q}$$

   On identifiera nottament la pulsation propre ω_0 tel que $x = \omega/\omega_0$ et Q
3. Tracez le diagramme de Bode du filtre
4. Obtenir à partir des résultats précédents l'équation différentielle dont u_s est solution.

Sujet 2

I Filtre passe-haut d'ordre 2

On considère le filtre suivant :



1. Justifier que ce filtre est un filtre passe-haut.

2. Déterminer sa fonction de transfert et l'écrire sous la forme :

$$\underline{H} = \frac{jQx}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} \quad \text{avec} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0}.$$

   On donnera l'expression de la pulsation caractéristique ω_0 et celle du facteur de qualitéQ.

3. Déterminer la pente des asymptotes du diagramme de Bode en gain. Tracer qualitativement son allure en supposant que le facteur de qualité est tel que le circuit n'est pas résonant.

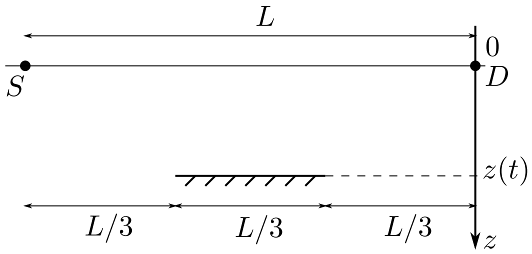
4. Tracer qualitativement l'allure du diagramme de Bode en phase en supposant toujours que le facteur de qualité est tel que le circuit n'est pas résonant.

5. Ce filtre peut-il avoir un comportement dérivateur ? intégrateur ?

Sujet 3

I Miroir de Lloyd

On dispose une source ponctuelle S monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 650\,\text{nm}$ à une distance horizontale $L = 45\,\text{cm}$ d'un détecteur D. Initialement, un miroir de longueur $L/3$ positionné à égale distance de S et D se trouve en $z = 0$ (même côte que S et D). On lâche le miroir à $t = 0$ sans vitesse initiale. Il ne subit que les effets de la pesanteur.
La réflexion sur le miroir métallique s'accompagne d'un retard de phase égale à π.
L'indice optique de l'air est supposé égal à 1.



On donne dans le tableau ci-dessous l'instant t_k auquel est mesuré le $k^{\text{ième}}$ maximum d'intensité par le détecteur D.

indice k	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_k (ms)	7,42	9,77	11,11	12,08	12,86	13,53	14,10	14,62	15,00

1. Pour une position $z(t)$ du miroir, représenter les deux rayons qui interfèrent au niveau du détecteur D.
2. Déterminer l'expression de la différence de marche δ_D entre ces deux ondes au point D. Pour cela, il pourra être utile de faire apparaitre une source fictive S' image de S par le miroir. Simplifier cette expression dans le cas où $L \gg z(t)$. On rappelle qu'au premier ordre en $\epsilon \ll 1$, $\sqrt{1+\epsilon} \approx 1 + \epsilon/2$.
3. En déduire l'expression de l'intensité en D en fonction du temps. On rappelle la formule de Fresnel
$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos(\Delta\phi)$$
4. Quelle est l'intensité reçue en D à $t = 0$?
5. Déterminer l'expression de l'instant t_k auquel est observé le $k^{\text{ième}}$ maximum d'intensité en D.
6. Á l'aide d'une régression linéaire, déterminer la valeur de g.

Sujet 4

I Corde de Melde : superposition d'ondes

On considère une corde de Melde de longueur L. On interprète la vibration de la corde de la manière suivante : le vibreur émet une onde qui se propage en direction de la poulie où elle est réfléchie ; cette onde réfléchie se propage en direction du vibreur où elle est elle-même réfléchie ; l'onde réfléchie se propage en direction de la poulie où elle se réfléchit, et ainsi de suite. L'axe (Ox) est parallèle à la corde au repos ; le vibreur est en $x = 0$ et la poulie en $x = L$. Le vibreur émet une onde $s_0(x,t)$ telle que

$$s_0(0,t) = a_0 cos(\omega t)$$

La célérité des ondes sur la corde est c et on note $k = \omega/c$. On fait les hypothèses simplificatrices suivantes :

- lorsqu'une onde incidente s_i arrive sur la poulie en $x = L$, l'onde réfléchie s_r vérifie :

$$s_r(L,t) = -r\, s_i(L,t)$$

  où r est un coefficient compris entre 0 et 1 ;

- lorsqu'une onde incidente s_i arrive sur le vibreur en $x = 0$, l'onde réfléchie s'_r vérifie :

$$s'_r(0,t) = -r' s'_i(0,t)$$

  où r' est un coefficient compris entre 0 et 1.

1. Exprimer l'onde $s_0(x,t)$.

2. Exprimer l'onde $s_1(x,t)$ qui apparaît par réflexion de l'onde s_0 sur la poulie, puis l'onde $s_2(x,t)$ qui apparaît par réflexion de s_1 sur le vibreur, puis l'onde $s_3(x,t)$ qui apparaît par réflexion de s_2 sur la poulie.

3. À quelle condition les ondes s_0 et s_2 sont-elles en phase en tout point ? Que constate-t-on alors pour les ondes s_1 et s_2 ? La condition précédente est supposée réalisée dans la suite.

4. Justifier l'expression suivante de l'onde totale existant sur la corde :

$$s(x,t) = a_0 \left\{1 + rr' + (rr')^2 + \ldots + (rr')^n + \ldots\right\} \cos(\omega t - kx) - r\, a_0 \left\{1 + rr' + (rr')^2 + \ldots + (rr')^n + \ldots\right\} \cos(\omega t + kx)$$

5. En quels points de la corde l'amplitude de la vibration est-elle maximale ? Exprimer l'amplitude maximale $A_{\max}$ en fonction de a, r et r'. On rappelle la formule :

$$\sum_{n=0}^{\infty} (rr')^n = \frac{1}{1 - rr'}$$

6. En quels points l'amplitude est-elle minimale ? Exprimer l'amplitude minimale $A_{\min}$.

7. Expérimentalement on trouve $\quad \frac{A_{\min}}{a_0} \approx 1 \quad$ et $\quad \frac{A_{\max}}{a_0} \approx 10$

   Déterminer r et r'.