

TD SE5 Oscillateurs en régime sinusoïdal forcé

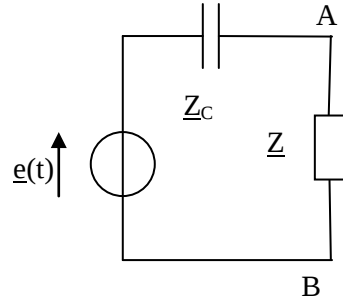
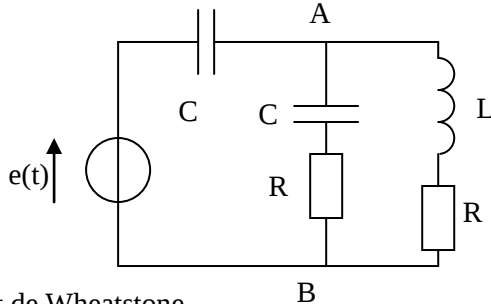
Exercice 1. Pont diviseur de tension.

1.) Donner l'expression littérale de $\underline{Z}_{AB}$, l'impédance totale équivalente entre A et B.

A.N. $\omega=10\,000 \text{ rad.s}^{-1}$; $C=20\mu\text{F}$; $L=0,5\text{mH}$; $R=5\Omega$. Montrer que cette impédance $\underline{Z}_{AB}$ est numériquement équivalente à une résistance.

2.) Déterminer numériquement l'amplification en tension : $\underline{H}=\underline{u}_{AB}/\underline{e}$.

3.) Que vaut $u_{AB}(t)$ si $e(t)=3\cos(\omega t-\pi/3)$?



Exercice 2. Pont de Wheatstone.

1.) Quand le pont est équilibré (courant nul dans l'ampèremètre A), quelle est la relation entre les impédances complexes $\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$ et $\underline{Z}_4$?

2.) Mesure de capacités : Pont de Sauty.

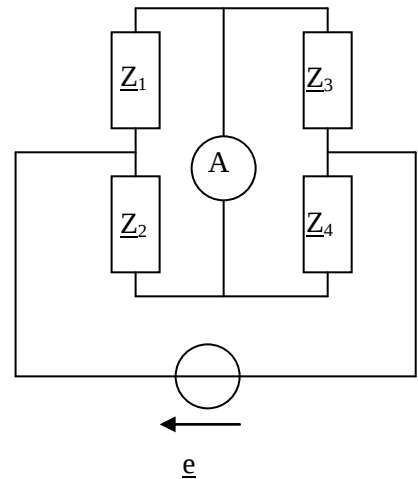
On désire mesurer une capacité C_1 d'impédance $\underline{Z}_1$, connaissant les valeurs de R_4 d'impédance $\underline{Z}_4$ et de C_2 d'impédance $\underline{Z}_2$.

Une fois le pont équilibré, grâce au réglage de R_3 d'impédance $\underline{Z}_3$, quelle est la formule donnant C_1 ?

3.) Mesure d'inductances : Pont de Maxwell.

On veut déterminer les caractéristiques d'une bobine (L_1 , r_1) d'impédance $\underline{Z}_1$, connaissant R_2 d'impédance $\underline{Z}_2$, R_3 d'impédance $\underline{Z}_3$ et d'un condensateur de capacité C_4 en parallèle avec R_4 d'impédance équivalente $\underline{Z}_4$.

Le pont étant équilibré grâce à R_4 et C_4 , quelles sont les formules donnant L_1 et r_1 ?



Exercice 3. Etude d'un quartz.

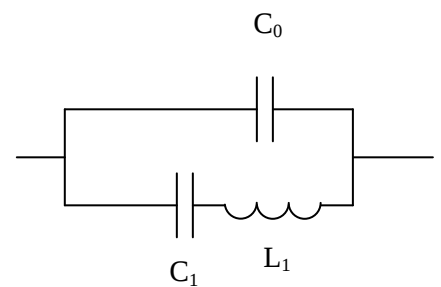
On considère le schéma électrique d'un quartz.

1.) Déterminer l'impédance $\underline{Z}$ du quartz, ainsi que $|\underline{Z}|$.

2.) Déterminer les pulsations ω_1 et ω_2 rendant respectivement cette impédance nulle et infinie. Montrer que $\omega_2^2 = \omega_1^2(1 + C_1/C_0)$

A.N. : $C_0=10\text{pF}$, $C_1=0,05\text{pF}$. $f_1=100 \text{ kHz}$. Calculer L_1 .

3.) Exprimer $|\underline{Z}|$ en fonction de ω , ω_1 , ω_2 , C_0 , et C_1 . Tracer $|\underline{Z}|=f(\omega)$.



Exercice n°4. Filtre RC.

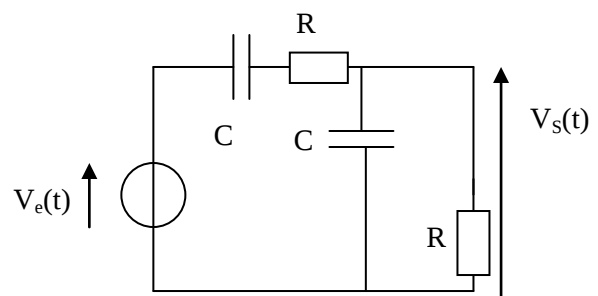
1.) Déterminer les schémas équivalents hautes et basses fréquences.

2.) Déterminer la fonction de transfert $\underline{H} = \frac{V_S}{V_e}$ et la

mettre sous la forme : $\underline{H} = \frac{1}{3 + j(x - \frac{1}{x})}$

où $x = \omega/\omega_0 = RC\omega$.

3.) Tracer le module de la fonction de transfert ainsi que la phase en fonction de ω . Quelle est la nature du filtre ?



Exercice n°5: Modélisation d'un haut-parleur

On modélise la partie mécanique d'un haut-parleur à l'aide d'une masse m , se déplaçant horizontalement sans frottement le long de l'axe $(O; \vec{e}_x)$; cette masse m , assimilée à un point matériel $M(m)$ est reliée à un ressort de longueur à vide ℓ_0 et raideur k et à un amortisseur fluide de constante f ; elle est soumise à une force $\vec{F}(t)$, imposée par le courant $i(t)$ entrant dans le haut parleur; on a :

$$\vec{F}(t) = K i(t) \vec{e}_x, \text{ avec } K \text{ une constante.}$$

On travaille dans le référentiel galiléen terrestre $\mathcal{R}_g(O; \vec{e}_x, \vec{e}_y)$. On suppose que le courant $i(t)$ est sinusoïdal :

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

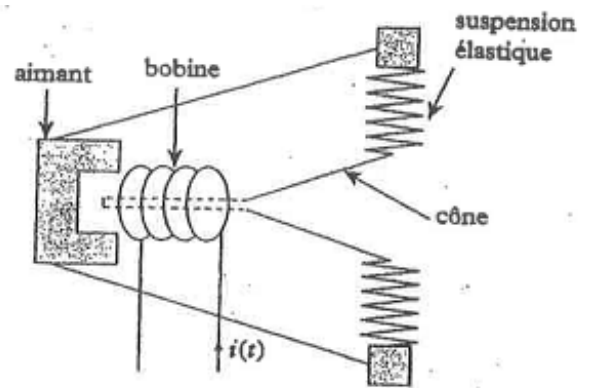
Données : $m = 10 \text{ g}$; $k = 15\,000 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$;

$K = 200 \text{ N} \cdot \text{A}^{-1}$; $I_m = 1 \text{ A}$.

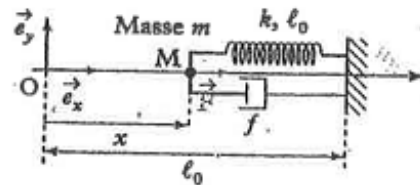
1) Écrire l'équation différentielle vérifiée par la position de la masse m .

2) La normaliser. On veut $Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$;

calculer la valeur du coefficient f .



Modèle mécanique



3) Déterminer l'expression de la réponse forcée $x(t)$; la mettre sous la forme $X_m \cos(\omega t + \varphi)$.

Donnée : $\omega = 6\,280 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

4) Tracer l'allure de la courbe donnant $\omega \mapsto X_m(\omega)$. En déduire la bande passante du système.

Exercice n°6: Amortissement d'un vibrographe

<https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Meca/Oscillateurs/sismo.php>

Un vibrographe est constitué d'un cadre rigide sur lequel sont suspendus un ressort de raideur k et de longueur propre ℓ_0 , un amortisseur de coefficient de frottement h et de masse m . Un stylet solidaire de la masse permet d'enregistrer son mouvement par rapport au cadre.

Le cadre est mis en mouvement vertical par rapport au référentiel du laboratoire $\mathcal{R}_L$ supposé galiléen :

$$z_A(t) = z_{Aeq} + A \cos \omega t.$$

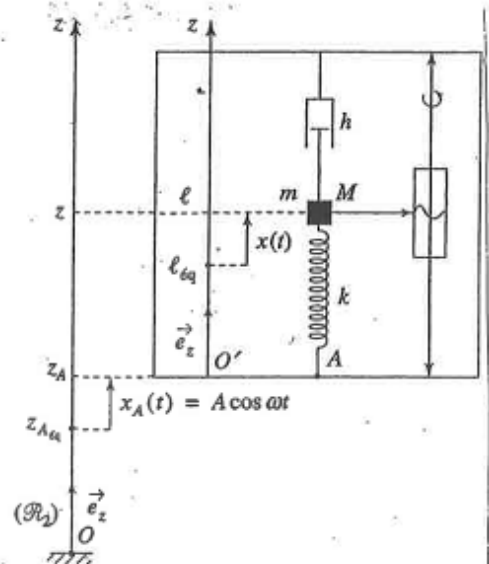
Remarque : La force de frottement fluide se met sous la forme :

$$\vec{f} = -h(\dot{z} - \dot{z}_A) \vec{e}_z$$

1.) On note ℓ_{eq} la longueur à l'équilibre du ressort et $x = \ell - \ell_{eq}$ l'élongation de la masse. Déterminer l'équation différentielle en x du mouvement de la masse par rapport au cadre.

2.) Par passage à la notation complexe, déterminer en régime forcé l'amplitude des oscillations X_m du point M .

Montrer que lorsque ω varie, X_m ne passe par un maximum que pour une certaine valeur du facteur de qualité.



Principe d'un vibrographe.