TD SE5 Oscillateurs en régime sinusoïdal forcé

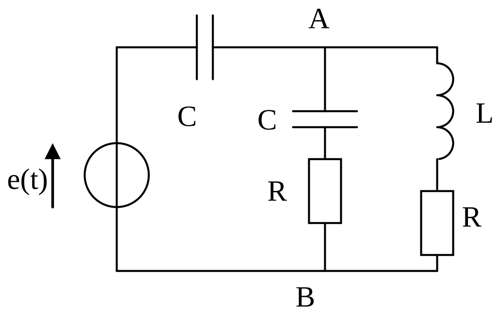
Exercice 1. Pont diviseur de tension.

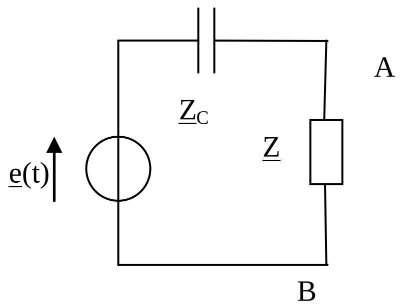
1.) Donner l'expression littérale de $\underline{Z}$, l'impédance totale équivalente entre A et B.

A.N. ω=10 000 rad.s^{-1}; C=20µF; L=0,5mH; R=5Ω. Montrer que cette impédance $\underline{Z}$ 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.

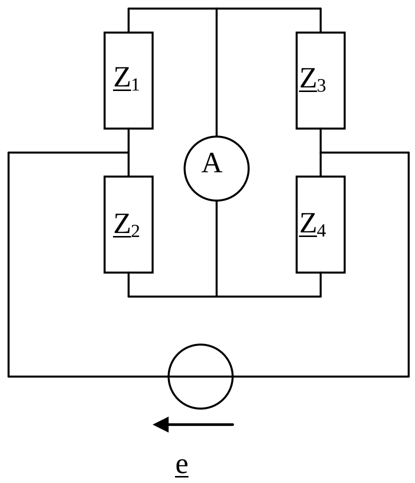
On désire mesurer une capacité C_1 d'impédance $\underline{Z}_1$, connaissant les valeurs de R_4 d'impédance $\underline{Z}_4$ et de C_2 d'impédance $\underline{Z}_2$.

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.

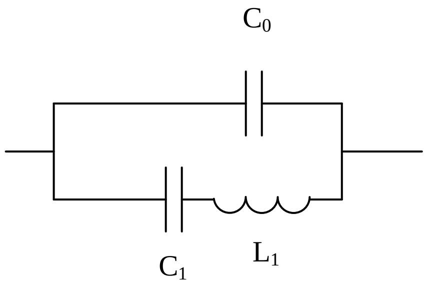
On considère le schéma électrique d'un quartz.

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=10pF, C_1=0,05pF. f_1=100 kHz. Calculer L_1.

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

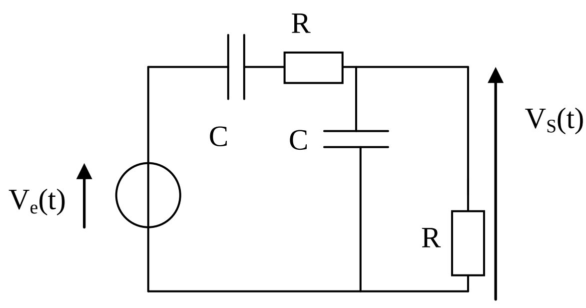


Exercice n°4. Filtre RC.

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

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

où $x=\omega/\omega_0=RC\omega$.



2.) Tracer le module de la fonction de transfert ainsi que la phase en fonction de x. 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 :

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

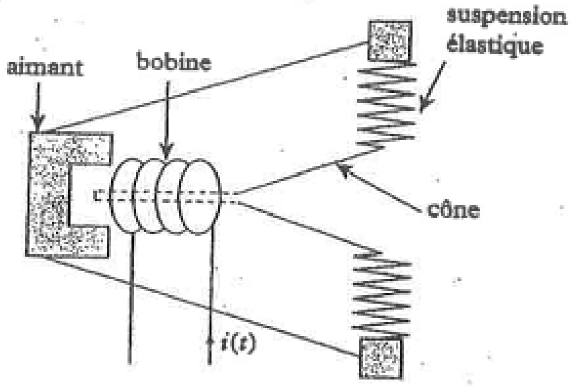
On travaille dans le référentiel galiléen terrestre $\mathcal{R}_g(O ; \vec{e}_x, \vec{e}_y)$. On suppose que le courant $i(t)$ est sinusoïdal :

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

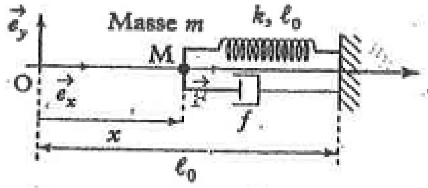
Données : $m = 10$ g ; $k = 15\,000\ \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$;
$K = 200\ \text{N} \cdot \text{A}^{-1}$; $I_m = 1$ A.

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.

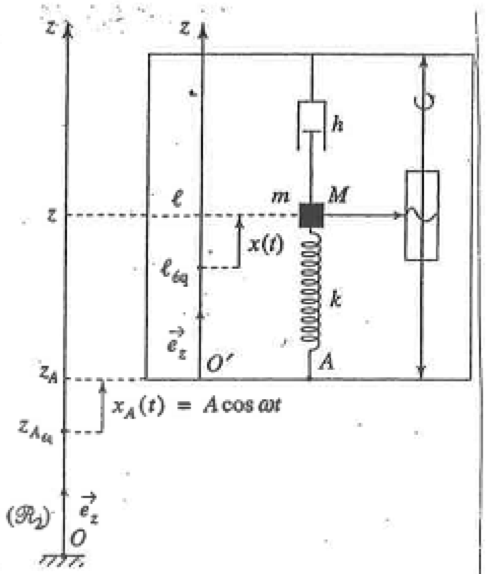
Exercice n°6: Amortissement d'un vibrographe

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 :

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



Principe d'un vibrographe.

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.