But : faire une étude mécanique et électrique du fonctionnement d'un haut-parleur, en déduire la mesure de certaines caractéristiques.

Un haut-parleur est constitué d'une bobine le longueur totale l solidaire d'une membrane se déplaçant dans le champ magnétique $\vec{B}$ d'un aimant de forme appropriée. Le système obéit aux équations :

— **électrique** :

$$v_A - v_B = R_0 i + L_0 \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} - Bl\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}$$

— **mécanique** :

$$m\frac{\mathrm{d}^2 z}{\mathrm{d}t^2} = -h\frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t} - kz - iBl$$

I - Étude mécanique

En circuit *ouvert* (donc $i = 0$...), on lâche une bille au centre du haut-parleur, puis on étudie le régime transitoire obtenu.

Écrire l'équation du mouvement sur la coordonnée z de la membrane et la forme générale des solutions.

Rappel

Une ED du type

$$\ddot{X} + \frac{\omega_0}{Q}\dot{X} + \omega_0^2 X = 0$$

en régime pseudo-périodique ($\Delta = \frac{\omega_0^2}{Q^2}\left(1 - 4Q^2\right) < 0$) admet des solutions sous la forme

$$X(t) = X_0 e^{-\lambda t}\cos\left(\Omega t + \varphi\right)$$

où $\lambda = \frac{\omega_0}{2Q}$ et $\Omega = \frac{\omega_0}{2Q}\sqrt{4Q^2 - 1}$.

Faire l'acquisition des mesures de $v_A - v_B$ à l'aide de la carte Sysam. Quel est le lien entre la tension et $z(t)$?

Modéliser la courbe sous la forme d'une sinusoïde amortie. Déterminer la pseudo-période et la constante de temps de la décroissance exponentielle.

Déterminer une estimation de $\frac{k}{m}$ (on pourra expliciter le lien entre ω_0, Q et les paramètres du problème).

Rappel 2

On peut définir le *décrément logarithmique* noté δ dans ce régime, grandeur qui étudie la décroissance exponentielle de l'amplitude du régime :

$$\delta = \ln\left(\frac{u(t) - u(\infty)}{u(t+T) - u(\infty)}\right) = \frac{1}{n}\ln\left(\frac{u(t) - u(\infty)}{u(t+nT) - u(\infty)}\right),$$

où T est la pseudo-période du régime, et n un nombre entier.

Avec la forme de solution proposée, on peut montrer que $\delta = \lambda T$

On pourrait faire les mêmes mesures avec une résistance R dans le circuit, la décroissance serait plus rapide et on aurait accès à d'autres grandeurs du système... mais on n'a pas le temps.

II - Étude électrique

En régime sinusoïdal forcé à la pulsation ω, déterminer l'expression de l'impédance complexe du circuit entre A et B. Montrer qu'elle est la somme d'une impédance électrique et d'un autre terme, appelé impédance motionnelle.

Rappel

On se place en RSF ; on transformera alors les dérivées temporelles par la multiplication par $j\omega$; exprimer alors, dans $\mathbb{C}$ le lien de proportionnalité entre $\underline{v}_A - \underline{v}_B$ et $\underline{i}$: il va falloir utiliser les deux égalités, l'une exprimant le lien entre $\underline{z}$ et $\underline{i}$, et l'autre le résultat souhaité.

On veut déterminer l'évolution de l'impédance $\underline{Z} = Z.e^{j\phi}$ en fonction de la fréquence f. On fera des mesures pour des fréquences comprises entre environ 80 Hz et 350 Hz.

Faire le schéma permettant de déterminer Z et ϕ : attention aux problèmes de masse, il faut un transformateur d'isolement.

À l'aide de LatisPro, faire un tableau comportant les grandeurs mesurées (fréquence, tensions et déphasage), et les grandeurs calculées (Z,...). On prendra plus de valeurs au voisinage du maximum de Z(échantillonnage non régulier).

En utilisant LatisPro et/ou un tracé en coordonnées polaires, représenter l'impédance $\underline{Z}$ dans le plan complexe.

En déduire une estimation de $\frac{k}{m}$? Conclure