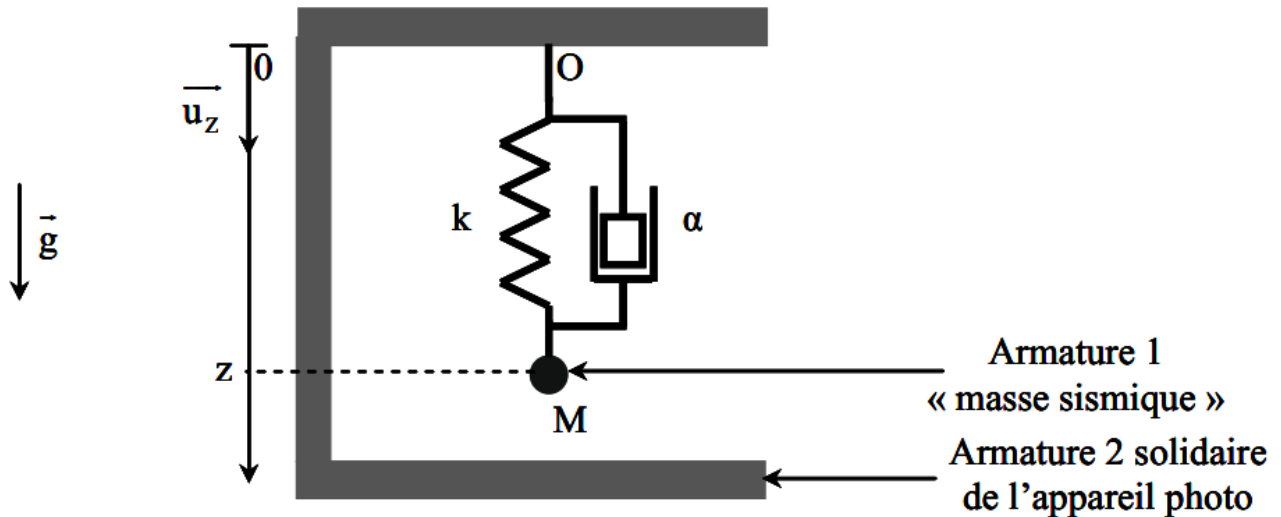


Exercices supplémentaires résonance et RSF

Exercice 1 : Étude d'un accéléromètre

Les appareils photo reflex numériques, même ceux d'entrée de gamme, sont aujourd'hui équipés d'accéléromètres pour la stabilisation d'image. Cela permet, en particulier sur les longues focales, de stabiliser la visée. Il est alors plus facile de faire le point sur un sujet très lointain et il est plus aisé de soigner son cadrage, les tremblements du photographe étant amortis. On se propose, dans cette partie, d'étudier le fonctionnement d'un accéléromètre à détection capacitive, ce système étant le plus répandu actuellement. Son principe est décrit ci-après :



On modélise la structure mécanique étudiée par une masse ponctuelle M de masse m , suspendue à l'extrémité d'un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide l_0 , dont l'autre extrémité est fixée en O au bâti solidaire de l'appareil photo (voir figure 5). Les amortissements sont modélisés par une force de frottement de la forme

$$\vec{F}_f = -\alpha (\vec{v}_M)_{\mathcal{R}_{\text{rap}}}$$

où $(\vec{v}_M)_{\mathcal{R}_{\text{rap}}}$ représente la vitesse du point M dans le référentiel de l'appareil photo.

On s'intéresse à la détermination de l'amplitude Z_0 de la vibration engendrée par le tremblement du photographe. On considère pour cela que le point O oscille verticalement à la pulsation ω avec une amplitude Z_0 dans le référentiel terrestre \mathcal{R} considéré comme galiléen. Sa position y est repérée par sa cote

$z_0(t) = Z_0 \cos \omega t$. La position de la masse M est repérée dans le référentiel de l'appareil photo par sa cote z .

Q1 On note z_{eq} la position d'équilibre de la masse M par rapport à l'appareil en l'absence de vibration. Déterminer son expression en fonction de l_0 , m , g et k .

Q2 on suppose que le mouvement de O se traduit par l'apparition d'une pseudo force d'inertie d'entraînement $\vec{F}_{ie} = m \ddot{z}_0(t) \vec{u}_z$. Établir l'équation différentielle du mouvement de la masse M dans le référentiel de l'appareil photo en faisant apparaître les paramètres α , k , m , z_{eq} , ω et Z_0 .

Q3 On note $Z = z(t) - z_{\text{eq}}$ la position de la masse M par rapport à sa position d'équilibre dans l'accéléromètre. Montrer que l'équation du mouvement de M peut se mettre sous la forme :

$$\ddot{Z} + \frac{\omega_0}{Q} \dot{Z} + \omega_0^2 Z = Z_0 \omega^2 \cos(\omega t)$$

Nommer ω_0 et Q . Préciser leurs dimensions et leurs expressions en fonction de m , α et k .

Q4 Expliquer pourquoi $Z(t)$ peut se mettre sous la forme $Z = Z_M \cos(\omega t + \phi)$. Préciser la signification des différents termes apparaissant dans cette expression.

Q5 Établir l'expression de Z_M en fonction de Z_0 , Q et de la pulsation réduite $x = \frac{\omega}{\omega_0}$

Il est conseillé d'utiliser les notations complexes.

Q6. Montrer que la courbe $Z_M(x)$ passe par un maximum pour $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$ et préciser l'expression x_r de x lorsque Z_M passe par ce maximum. Comparer x_r et 1.

Q7 Étudier les asymptotes basse et haute fréquences de $Z_M(x)$ puis tracer sur un même graphique l'allure de la courbe $Z_M(x)$ pour $Q_1 < \frac{1}{\sqrt{2}}$, $Q_2 > \frac{1}{\sqrt{2}}$ et $Q_3 > Q_2$ en portant une attention particulière au positionnement des maxima

Q8 Donner un ordre de grandeur de la fréquence moyenne des tremblements lorsqu'on tient un appareil photographique.

Comment faut-il choisir le facteur de qualité du système et sa pulsation propre pour qu'il fonctionne sur une plage de fréquences de tremblements la plus large possible ?

Exercice 2 : Détermination expérimentale des caractéristiques d'un circuit

Dans le circuit de la figure ci-dessous figure une résistance inconnue, une bobine de résistance r inconnue et d'inductance $L=21\text{mH}$, ainsi qu'un condensateur de capacité C inconnue. Le générateur fournit une tension sinusoïdale $e(t)$ et on observe sur l'oscilloscope les courbes ci-dessous.

- 1 En notant $u(t)$ la tension de la voie 1, exprimer \underline{u} en fonction de \underline{e} , r , R , L , C et ω .
- 2 Une résonance a lieu pour la tension u à la fréquence $f_0 = 1550\text{Hz}$. Que peut-on en déduire ?
- 3 Déterminer les valeurs de tous les composants.

