

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Description de l'appareil :

L'oscillateur étudié (schéma ci-contre) est constitué d'une plaque métallique reliée à trois ressorts. Un aimant double, d'entrefer réglable, permet un freinage plus ou moins important par courants de Foucault. L'excitation se fait grâce à un petit moteur, relié au ressort du bas par un fil. Le réglage de la fréquence est possible grâce à un potentiomètre.

Pour les mesures, on peut récupérer trois signaux électriques :

Un signal proportionnel à l'amplitude de l'excitation.

Un signal provenant d'un capteur de déplacement (capteur inductif) et proportionnel à l'élongation

Un signal proportionnel à la vitesse obtenu par dérivation du signal précédent.



### 1.2 But et possibilités :

L'appareil permet d'observer les régimes transitoires (surtout pseudo-périodiques) et les régimes forcés. Parmi les mesures possibles, notons :

Décrément logarithmique et mesure d'un facteur de qualité en régime pseudo-périodique.

Courbes de résonances en vitesse et en élongation.

Courbes de déphasage de l'élongation par rapport à l'excitation.

Courbes de déphasage de la vitesse par rapport à l'excitation.

### 1.3 Rappel des expressions en régime transitoire :

L'équation différentielle des oscillations libres est :  $x'' + \frac{\omega_0}{Q} x' + \omega_0^2 x = 0$ .

En ce qui concerne le régime pseudo-périodique :  $x(t) = A \exp(-\frac{\omega_0}{2Q} t) \cos(\Omega t + \Phi)$  avec la

pseudo-pulsation égale à  $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$  or si le facteur de qualité est supérieur à 4 ou 5,

on peut confondre  $\Omega$  et  $\omega_0$  et aussi la pseudo-période et la période propre soit  $T \approx T_0$ .

Décrément logarithmique :  $\delta = \frac{1}{n} \ln\left(\frac{x(t)}{x(t+nT)}\right) = \frac{\omega_0 T}{2Q}$ . Dans le cas d'un facteur de qualité

supérieur à 4 ou 5,  $T \approx T_0$  et  $\omega_0 T \approx \omega_0 T_0 = 2\pi$  et le décrément logarithmique est :  $\delta = \frac{\pi}{Q}$ .

Mesurer  $\delta$  est un bon moyen de déterminer Q.

### 1.4 Rappel des expressions en régime forcé :

La courbe d'élongation en fonction de la pulsation est :

$$x(\omega) = \frac{F_0}{m} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \left(\frac{\omega \omega_0}{Q}\right)^2}}$$

où  $F_0$  est la force excitatrice et  $m$  la masse du mobile. En

fait, on va plutôt mesurer une fonction de transfert  $H$  (rapport de l'élongation sur l'excitation)

soit en fonction de la fréquence :

$$H = \frac{H_0}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right)^2 + \left(\frac{f}{f_0 Q}\right)^2}}$$

Dans le cas où  $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$ , il y a résonance à la fréquence

$$f_r = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

. Cette

fréquence est quasiment égale à  $f_0$  si  $Q$  est supérieur à quelques unités.

Le retard de phase  $\Phi$  de l'élongation par rapport à l'excitation est donné par :

$$\tan \Phi = \frac{1}{Q \left( \frac{f_0}{f} - \frac{f}{f_0} \right)}$$

avec  $\sin \Phi > 0$ .

## 2 MANIPULATIONS :

Les mesures seront effectuées à l'oscilloscope numérique en position « Roll » dans le menu « Main/delayed » : c'est le signal « élongation » qu'on visualise. Utiliser « STOP » sur l'oscilloscope numérique pour arrêter le défilement.

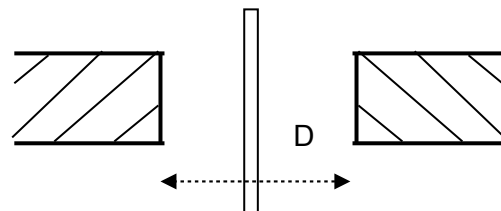
### 2.1 Mesure de la période propre du mobile :

Comment la mesurer précisément ? Mettre en œuvre votre protocole.

### 2.2 Etude d'un régime transitoire :

#### 2.2.1 Première méthode de mesure de $Q$ et de $T$

Régler l'écartement total des pièces de l'aimant à environ **D=2 cm** (frottement modéré) symétriquement par rapport à la plaque.



En position « Roll », tirer sur l'oscillateur et régler la base de temps pour visualiser la décroissance des oscillations. Tirer de nouveau sur l'oscillateur et appuyer sur « STOP » au moment voulu. Repérer le niveau « 0 » pour lequel l'amortissement est complet avec le curseur « 1 » et mesurer l'amplitude de la première oscillation et de la plus lointaine



➤ **Réglage et mesures :**

Il existe une tension de décalage due aux capteurs : les mesures seront faites en couplage AC sur les deux voies (comme les signaux sont d'assez basse fréquence, il est nécessaire que les deux voies soient en couplage AC, pour que l'influence du couplage soit la même.

Effectuer une quinzaine de mesures de  $V_{\text{Elongation}}$  et  $V_{\text{Excitation}}$  pour des fréquences bien réparties autour de la résonance. Entrer simultanément les valeurs dans un nouveau fichier Régressi . Définir dans la feuille de calcul, la fréquence réduite  $X=f/f_0$  et tracer la courbe  $H(X)$ .

➤ **Traitement par Régressi :**

Une modélisation avec recherche des trois paramètres :  $H_0$ ,  $f_0$  et  $Q$  est trop compliquée pour le logiciel. On peut cependant estimer que les déterminations précédentes de  $f_0$  sont bonnes, ne serait-ce que la première .

Pour modéliser la courbe, à la place d'une modélisation automatique, choisir « modélisation manuelle », puis programmer la fonction de modélisation :

$$H = \frac{H_0}{\sqrt{(1 - (X)^2)^2 + \left(\frac{X}{Q}\right)^2}}$$

Déterminer alors  $H_0$  et  $Q$  avec leur incertitude :

$H_0=$  :  $Q=$

Imprimer la courbe modélisée (avec Tire, valeur de  $f_0$ ..)

Comparer  $Q$  aux valeurs précédentes et conclure.

## 2.4 Deuxième série de mesures :

Régler l'écartement total de l'aimant à environ 1 cm. Répéter les différentes opérations précédentes.

La courbe  $H(X)$  sera tracée sur le même graphe que la précédente.