

Instrumentation, Exercices

Joseph Moerschell, Marc Nicollrat

Exercices sur les accéléromètres

Accéléromètre capacitif

On a un accéléromètre capacitif constitué d'une masse sismique de masse m montée sur un ressort de coefficient K_f . L'air ambiant cause un amortissement c proportionnel à la vitesse de déplacement de la masse. La masse est un disque de diamètre d et d'épaisseur e .

La distance entre les électrodes externes et la masse est de h au repos. La masse est centrée entre les électrodes.

On soumet l'accéléromètre à une vibration sinusoïdale $x = \hat{x} \sin(\omega t)$.

La position est déduite de la mesure de capacité entre la masse et chacune des électrodes.

1. Quelle est la fréquence maximum de la vibration si on veut rester 10x sous la fréquence propre du capteur ?
2. Quelle accélération maximum le capteur peut-il mesurer ?
3. Donner l'expression des capacités comme fonction du déplacement. Comment tirer profit des 2 valeurs pour augmenter la résolution ?

L'accélération maximum est déterminée par l'espace h à l'intérieur du capteur.

Capteur Piézo-électrique

Un cristal piézo-électrique est construit avec un matériel qui a les propriétés suivantes dans une direction :

- coefficient β exprimé en $[C/mm/N]$ qui représente la charge induite par unité de force et de longueur du cristal.
- perméabilité relative ϵ_r du cristal
- Un module d'élasticité E $[N/m^2]$

On décide d'employer un cristal cylindrique, défini par une hauteur h et un diamètre d .

On aimerait générer une étincelle pour un briquet. Pour cela, la tension doit atteindre V_1 volts. Le briquet comporte une gachette qui permet de tendre un ressort avec une masse m et de le relâcher d'un coup contre le cristal piézo-électrique. On a besoin que la force lors de l'impact soit suffisante pour créer une tension qui provoque l'étincelle. La charge électrique générée charge la capacité du cristal et crée ainsi une tension.

1. Calculer la sensibilité du cristal comme fonction de sa longueur et la capacité électrique comme fonction de la longueur et de la surface. Calculer la tension induite qui en résulte.
2. Comment choisir le rapport entre largeur et longueur ?
3. Quelle force est nécessaire pour créer la tension requise ?
4. En supposant que la masse arrive contre le cristal à une vitesse v_0 , elle comprime le cristal jusqu'à l'arrêt. La force est maximum juste avant l'arrêt. A partir du calcul sur l'énergie stockée par la masse sur un ressort, écrivez une relation entre v_0 et la force F juste avant l'arrêt.
5. Si la masse est chargée sur un ressort d'une course de 10mm avant d'être relâchée, quelle est la force nécessaire pour tirer la gachette ?

Equilibrage d'une roue

Une installation permet de faire tourner une roue de voiture. Le moteur est monté sur une suspension avec un accéléromètre. Un codeur incrémental permet d'avoir la position angulaire de la roue. Un index est utilisé pour repérer la position absolue.

Le moteur fait tourner la roue à une vitesse $N[\text{rpm}]$. Le compteur associé au codeur incrémental de S stries compte toutes les transitions des signaux A et B.

Le signal venant de l'accéléromètre est de forme sinusoïdale $s(t) = V_0 \cdot \sin(\omega t)[V]$. On a relevé que le compteur atteint une valeur $M1$ lorsque le signal est en début de période ($t = 0$).

On utilise un accéléromètre piézo-électrique de sensibilité S connecté à un amplificateur de charge de gain $g[V/C]$. Il est monté sur le moteur. L'ensemble d'entraînement a une masse m_E .

A quelle position $M2$ du compteur faut-il placer une masse d'équilibrage, et de quelle grandeur ?