

Accéléromètre et filtrage

A préparer pour le mardi 30 janvier 2018

Lien avec le programme

Cette approche documentaire fait partie du bloc 8 "Filtrage linéaire" de la partie "Signaux physiques", traitée au premier semestre. L'intitulé est le suivant :

"Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre ?)."

Elle prolonge la travail réalisé en cours et notamment l'application du principe de filtrage linéaire dans le fonctionnement et l'amélioration d'un système mécanique.

L'étude que nous allons mener s'appuie sur trois documents. Il s'agit, d'une part, d'un article publié dans le "Bulletin de l'union des professeurs de physique et de chimie" s'intitulant : *"Modélisation d'un accéléromètre MEMS"* ; et d'autre part, de deux documents édités par la société *Analog Devices* à propos de deux de leurs matériels impliquant des accéléromètres (CN0303.pdf et ADXL001.pdf).

Travail à réaliser

Après avoir pris connaissance de ces documents, il est demandé à chaque étudiant de répondre sur une copie personnelle au questionnaire qui suit.

Questionnaire - Etude d'un accéléromètre

Le document ADXL001.pdf reproduit les 4 premières pages de la documentation technique associée au composant ADXL001 de la marque *Analog Devices*. L'objectif de cette partie est de comprendre les fonctionnements mécanique et électrique de ce composant à partir des informations fournies par le constructeur.

1. De quel type de composant électromécanique l'ADXL001 est-il un modèle ?
Citer deux appareils dans lesquels ce type de composants est utilisé.
2. Que cherche-t-on à mesurer grâce à ce composant ?
Quelles doivent être les caractéristiques de ce composant pour qu'il remplisse au mieux son rôle ?
3. A l'aide des documents fournis dans le document ADXL001.pdf, déterminer la nature du filtrage mécanique introduit par ce composant ainsi que son ordre. On justifiera dans chaque cas clairement sa réponse.
4. On cherche à modéliser le comportement de ce composant à l'aide d'un circuit RLC série.
Aux bornes de quel dipôle obtiendrait-t-on le même type de filtrage ?
Etablir dans ce cas la fonction de transfert associée.

5. Qu'indique le pic présent sur la courbe de la figure 1 ?
En déduire quelle condition doit satisfaire le facteur de qualité du circuit RLC série modèle de ce composant.
Déterminer à l'aide de la figure 1 de ce document la valeur approximative de ce facteur de qualité. On justifiera clairement la réponse et on vérifiera que la condition de résonance est bien vérifiée.
6. Déterminer graphiquement la fréquence du pic de la figure 1.
Comparer cette valeur ainsi que celle du facteur de qualité aux données fournies par le constructeur. On expliquera clairement où les informations qui permettent de justifier la réponse se trouvent dans le document.
7. Expliquer les parties rectilignes de la courbe de la figure 1 à basses et à hautes fréquences en étudiant la fonction de transfert du circuit RLC modèle.
8. Par une analogie électromécanique, remonter à l'équation différentielle mécanique vérifiée par l'accéléromètre. On introduira les grandeurs mécaniques utiles et leurs notation pour étudier mécaniquement le système.
9. Dans le document `article_bup_mems.pdf` est développé un modèle explicitant théoriquement le fonctionnement de composants comme l'ADXL001.
A quelle figure de `ADXL001.pdf`, la figure 7 de `article_bup_mems.pdf` fait-elle référence ?
Expliquer la passage de la figure 7 à la figure 9 dans `article_bup_mems.pdf`.
10. A quelle équation de `article_bup_mems.pdf` doit-on comparer l'équation différentielle établie un peu plus haut. On reportera sur sa copie l'équation en question en indiquant la page où elle se trouve.
11. Expliquer la phrase située en bas de la page 11 dans l'encadré bleu.
Compte tenu de cette condition, dans quel domaine de fréquence l'ADXL001 remplit-il son rôle ?
12. Quel problème le rebond sur la courbe 1 de `ADXL001.pdf` va-t-il poser lorsqu'une excitation périodique mais non sinusoïdale va être appliquée au composant ?
13. On cherche à compenser ce rebond par un moyen électronique. Le document `CN0303.pdf` présentent les données techniques d'un composant utilisant l'ADXL001 et pour lequel une compensation du rebond a été trouvée.
D'après le titre des documents de l'annexe `CN0303.pdf`, quelle utilisation géologique pourrait-on faire de cet appareil ?
14. Quel est le nom anglais du filtre qui a été appliqué au signal sortant directement de l'ADXL001 ? Comment s'appelle ce type de filtre en français ?
15. Comment réaliser ce type de filtre à partir d'un circuit RLC série ?
16. Grâce à ce dispositif de filtrage électronique, sur quelle gamme de fréquences peut-on raisonnablement estimer que l'ADXL001 est performant. Pour répondre à cette question, on utilisera un critère quantitatif que l'on justifiera.
Cette valeur vous paraît-elle adaptée à l'utilisation que l'on peut faire d'un tel composant ? Justifier.
17. De quelle autre grandeur doit-on tenir compte pour vérifier la qualité du filtrage effectué. Représenter, dans le cas du circuit RLC série, le graphe de cette grandeur en fonction de la fréquence. Commenter.