

M04 : CAPTEURS DE GRANDEURS MÉCANIQUES

Idées directrices à faire passer

- diversité des domaines d'application
- sensibilité, précision, reproductibilité des mesures sont des grandeurs à vérifier lorsqu'on étudie des capteurs

Bibliographie

- [1] notice ENSC 479
- [2] notice ENSC 482
- [3] Les capteurs en instrumentation industrielle, Asch, Dunod

Introduction : il existe une grande diversité de capteurs mécaniques (ici on étudiera vitesse, position et contrainte). On s'intéressera également à des échelles très différentes de mesure (petit déplacement par effet capacitif, grande plage de vitesse pour la mesure par effet Doppler). Dans tous les cas, on s'intéressera à la sensibilité, la précision et la reproductibilité des mesures prises par ces capteurs.

I Capteur de position capacitif

1 Etalonnage du capteur

- utiliser la maquette de Jean ENSC 479
- monter un filtre RLC autour
- l'électrode de garde devra être reliée à la masse commune
- on pourra augmenter la capa par une capacité en parallèle afin de limiter la fréquence de résonance
- on cherche la résonance en courant (fonction filtre passe bande)
- commencer à R grand pour trouver la résonance puis diminuer R pour augmenter la sensibilité
- à résonance les signaux sont en phase (aplatissement de l'ellipse en mode XY)
- faire la calibration à la vis micrométrique et en déduire la sensibilité
- le niveau du signal de sortie est faible, ce qui est une limitation à la précision

2 circuit d'amplification

- le niveau de signal est faible en sortie du montage (puisque la résistance est choisie faible pour assurer une bonne sensibilité)
- la précision est alors affectée
- on ajoute un ampli non inverseur à AO pour éviter ce problème
- il faut cependant rester vigilant lors de cet ajout et choisir un gain modéré : en effet il ne faut pas réduire la bande passante de l'AO trop fortement sous peine d'introduire un déphasage sur le signal, ce qui serait catastrophique
- un gain de l'ordre de 10 est raisonnable pour un signal de l'ordre de la dizaine de kHz (produit gain bande de l'AO supérieur au MHz)
- évaluer alors la sensibilité du montage
- on doit atteindre la sensibilité quasi interférométrique (on a obtenu 500nm de précision sur le condensateur très rapproché)

II Mesure de vitesse par effet Doppler

1 Mesure de vitesse

- la méthode Doppler est simple : on utilise le petit générateur d'ultrason et deux récepteurs : l'un capte le signal direct (permet de connaître la fréquence d'émission), l'autre récupère le signal réfléchi (donc ayant subi l'effet Doppler)
- ces signaux sont multipliés puis filtrés passe-bas pour récupérer uniquement la partie Δf .

- le signal de réception direct doit être décalé pour ne pas capter tout le signal avant qu’il arrive en réflexion sur la plaque !
- utiliser impérativement des câbles coaxiaux pour cette manipulation et limiter les bananes pour éviter le bruit
- déplacer à la main une plaque métallique en tentant de conserver la vitesse constante
- il est nécessaire d’amplifier l’une des voies pour avoir du signal après multiplication, sinon on a que du bruit !!
- faire une acquisition à la fois avec notre système Doppler et avec une webcam
- démarrer les deux acquisitions puis commencer la translation
- il est important de pouvoir obtenir une base de temps commune (puisque notre vitesse de translation va varier, il faut être capable de regarder à peu près une vitesse instantanée)
- traiter les images webcams pour repérer la position en fonction du temps puis dériver pour avoir la vitesse instantanée
- sur l’acquisition fréquentielle, c’est plus délicat. On compte quelques pics pour obtenir la fréquence et on fait une vitesse instantanée à cet endroit (ça revient à faire une FFT glissante)

2 Comparaison des résultats

- on utilise le Δf obtenu pour connaître la vitesse Doppler
- à comparer pour quelques points à la vitesse instantanée obtenue par l’acquisition vidéo

III Balance à jauge de contrainte

1 Présentation du capteur

- utiliser la maquette ENSC 482 avec la plaquette électrique associée
- présenter le principe (expliquer la variation de la résistance avec la déformation)
- constater la variation du signal lorsqu’on dépose une masse (travailler en continu pour le moment)
- on constate que le signal est fortement bruité et d’amplitude ridicule (l’ampli n’est pas encore utilisé)

2 Conditionnement du capteur

- on va d’abord utilisé un étage d’amplification (dont on mesure rapidement le gain
- pour limiter le bruit (principalement d’origine thermique et donc basse fréquence, de l’ordre du Hz), on met en place une détection synchrone (générateur autour du kHz et filtre coupant à 1Hz

3 Mesures

- étalonner le capteur (avec des masses connues)
- avant chaque mesure, il est préférable de refaire le zéro (il peut y avoir une légère dérive thermique)
- soigner les incertitudes, on s’attend à une réponse linéaire
- fitter par une droite puis mesurer une masse inconnue (vérifier que l’on retombe sur les barres d’erreur)
- attention aux erreurs venant de l’accrochage de la masse (positionner le fil toujours de la même manière et surtout la poser délicatement !!)

Conclusion Citer d’autres capteurs de position par exemple : télémétrie laser pour les grandes distances, interférométrie optique pour les courtes distances