

# MP 04 – Capteurs de grandeurs mécaniques

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

**Niveau :**

**Commentaires du jury**

**Bibliographie**

✦ *Le nom du livre, l'auteur*<sup>1</sup>

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

**Prérequis**

➤ prérequis

**Expériences**

☞ Biréfringence du quartz

## Plan : Clément

Paul propose de faire son même plan en enlevant la mesure statique de l'accéléromètre mais de garder le dynamique. On peut aussi rajouter un capteur de force en III. **Les faux contacts dans le cas de l'éprouvette sont courants : on a souvent qqch qui n'est pas affine même si on a qqch qui marche auRLC mètre et/ou avec une boîte de capa à la place de l'éprouvette. Le détecteur de crête détecte pas vraiment bien les crêtes, probablement à cause du décalage des 0.6V.** Pour l'accéléromètre, on prend le boîtier bleu, il faut mettre le plateau sur le pot vibrant avec son plateau en alu et ça marche bien.

## Passage : Paul

### Plan

Intro : contextualisation et utilisé des capteurs (voiture, téléphone portable, ...). I) Capteur de position : potentiomètre. On effectue un étalonnage absolu (car on mesure directement l'angle avec le rapporteur) tension/angle. Montage en pont diviseur de tension pour mesurer la tension (cf schéma). Linéaire sauf au voisinage de 360 degrés. On est quand même content parce qu'on est linéaire. Application par asservissement d'un moteur. On montre qualitativement l'asservissement en position : si on essaie de bouger la vis, le capteur commande la boucle de retour et donne un signal pour que la vis revienne en arrière. On trouve  $a = 36.1 \pm 1.3mV/deg$ .

II) Capteur de déplacement : capteur capacitif. Montage avec l'éprouvette entouré d'aluminium où la capacité est proportionnelle à la hauteur d'eau. En live on mesure la hauteur d'eau et la tension de sortie sachant qu'avec le choix des composants la tension de sortie est proportionnelle à l'amplitude de la tension d'entrée et donc à la hauteur d'eau. On modélise par une droite affine. L'ordonnée à l'origine est non nulle à cause de l'eau résiduelle qui perturbe beaucoup la capacité. On obtient une sensibilité  $a = 3.4 \pm 0.3V/m$ . On effectue encore une fois un étalonnage absolu, en se basant sur un étalon de longueur défini (les graduations de l'éprouvette ici)

III) Capteur cinématique : accéléromètre. 1) Statique. On a un plan incliné qu'on peut mesurer l'inclinaison par rapport à la verticale via un fil de plomb. On mesure alors la tension en fonction de l'angle et comme l'accélération à une composante  $g \sin(\theta)$  selon la verticale, on peut effectuer un étalonnage relatif (même selon les deux directions). 2) Dynamique. On a un capteur inductif pour mesurer la position du pot vibrant qu'on a déterminé en préparation. On mesure alors l'accélération en mesurant la tension du capteur inductif. En fait on a mesuré une fréquence de coupure  $f_c = 49.9 \pm 0.6Hz$  via une fonction de transfert.

### Remarques/commentaires :

- Câbler les montages en live est toujours bien vu par le jury.
- Plan de travail et tableaux bien organisé.
- Attention à ne pas faire toujours la mesure de la sensibilité, il y a la précision, le temps de réponse, le conditionnement, les plages d'utilisations, discret/continu.
- **Il est important d'être précautionneux sur la rigueur de l'étalonnage : typiquement sur l'accéléromètre c'est bien de montrer qu'on a bien mis à l'horizontale la table.**
- On attend également tout le vocabulaire autour du capteur. Par exemple on transforme une hauteur d'eau en capacité, d'une capacité en tension. On ne peut pas brancher un capacimètre, je vais donc utiliser un capteur passif pour faire le conditionnement etc...
- Ne pas oublier de discuter, au moins une fois proprement, notice sur la table, des incertitudes. Aller plus rapidement après.
- Les capteur sont en première lignes dans la chaîne de mesure, d'où l'importance d'avoir un bon capteur pour faire des mesures pertinente.
- **Un plan envisageable c'est vraiment I) C'est quoi un capteur, II) Comment ça marche à l'intérieur. III) En dynamique ça foire, étude du temps de réponse.** C'est important pour ce montage d'avoir un fil conducteur.

### Questions :

- Expliquer le principe de l'accéléromètre. Basé sur un capteur capacitif. On a un déplacement de conducteurs en opposition qu'on mesure pour remonter à l'accélération. Gyroscope? Mesure de vitesse angulaire

- Quel sorte de signal sort du boîtier de l'accéléromètre ? Peut on le brancher directement sur l'oscilloscope ? Il doit y avoir un système d'amplification, et de résistance, et une mesure de capacité via des peignes en regards.
- Pourquoi tu as choisi de mesurer la tension à l'oscilloscope ? On aurait pu faire la mesure au multimètre ? Cela aurait été plus précis au multimètre.
- Comment a tu fais ta mesure ? Sur plusieurs période ? Et le balayage temporelle ? Il faut choisir le calibre pour avoir le signal le plus propre donc avec suffisamment de période et sur tout l'écran.
- Incertitude sur le multimètre ? On prend une incertitude de 2% donc plus grand que l'incertitude constructeur.
- Incertitude sur le l'oscilloscope ? Dépend de plein de paramètre, le mieux est de prendre au curseur.
- Est ce que tu pourrait nous refaire rapidement la mesure de la tension de l'accéléromètre ?
- Est-ce que tu peux être sure que l'angle que tu as mis pour étalonner l'accéléromètre est le même entre l'accéléromètre et la plaque penché à cette angle ? Non, c'est pour ça qu'on prend une grande incertitude. Incertitude sur la position et non sur la lecture de l'angle. Pour 2mm de pâte à fixe sur 2cm pour la largeur du capteur.
- Comment tu a donc définit ton zéro de tension pour l'accéléromètre ? **LE zéro, i.e l'horizontalité doit être contrôlé dans les deux directions du plan via un niveau. De plus la pâte à fixe introduit une erreur systématique.**
- Est-ce qu'un pot vibrant fonctionne bien pour faire des oscillations sinusoïdales ? En théorie oui, mais à 200 Hz les oscillation ne sont plus très sinusoïdale, il faut vérifier le spectre obtenu à différentes fréquence à l'oscilloscope. Quelle est la plage de fonctionnement du pot vibrant ? 0-200 Hz.
- Au niveau de la sensibilité de l'accéléromètre ? Documentation peu claire.
- Tu utilise un capteur inductif pour mesurer une position car il a une grande bande passante, est-ce que tu peux quantifier cela ? Non difficile à quantifier, le signal obtenu ne semble pas constante. Quelle est la taille de la bande passante pour l'expérience que tu as faite avec le pot vibrant ? Est-ce que si le capteur inductif n'est pas horizontal cela peut amener des erreurs ? Il peut y avoir des problème d'inductances mutuelle entre deux bobines
- quand tu mesure la sensibilité du potentiomètre, comment tu voit le caractère linéaire ou non ? On regarde si les points s'écarte de la courbes
- A quelle tension l'approximation linéaire correspond-t-elle ? Pourquoi n'y a t-il pas de linéarité ? Problème de fabrication des résistances ?
- Si le capteur n'est pas linéaire on ne peut pas l'utiliser ? Si on peut mais il faudrait une relation quadratique pour remonter à l'angle par exemple. Simple à manipuler en tension et en valeurs mesuré.
- Quelle est la seule condition que doit vérifier la courbe d'étalonnage ? Une bijection entre les valeurs de tensions et d'angles.
- Pourquoi a tu pris un fit affine pour ton modèle ? l'ordonnée à l'origine est faible et la plage sur laquelle je travail est linéaire.
- D'où vient la relation linéaire de la résistance en fonction de la longueur ? Cf la lois d'Ohm avec le champ  $E$  pour une section constante.
- Quelles sont les avantages et les inconvénients de l'asservissement du second ordre ? Plus rapide mais dépassement possible ! et ça peut être un pb avec l'exemple du four par exemple.
- Comment tu as choisie tes valeurs de résistances pour faire ton potentiomètre ? Valeurs fournie par le constructeur. Est-ce qu'il y a un avantage à prendre des grandes résistances ? Non les valeurs de tensions aurait été les mêmes.
- Est-ce que tu pour nous justifier que les condensateurs pour la mesure du niveau de l'eau son en parallèle ? Les capacité en parallèle s'ajoutent, on pourrait envoyer un courant dedans et observer la tension ?
- Tu peux nous justifier la relation linéaire de la capacité en fonction de la hauteur ? Il faut faire la démo d'un condensateur cylindrique.
- A quoi sert l'ampli op ? Courants nuls pour pouvoir appliquer le pont diviseur de tension.
- Comment on appelle un capteur qui ne sort pas de tension ? Capteur actif ou passif ? Comment on appelle le montage qui sert à convertir la capacité en une tension ? Conditionnement. Tu peux nous expliquer comment on transforme une mesure de capacité en tension ? On mesure une tension au borne d'un circuit qui contient une capacité et une résistance, on s'arrange pour mesurer la tension au borne de la résistance.

- Comment tu mesures la hauteur d'eau et avec quelle incertitude ? On mesure sur l'éprouvette et on prend la demi graduation comme incertitude. A quoi faut il faire attention ? au ménisque, au bulle d'airs.
- Quelle est le temps de réponse du capteur ? Est-ce que tu n'as pas fait la mesure trop rapidement ? Il faut regarder le slew-rate de l'AO, et le temps de variation de la capacité et de la diode dans le montage.
- Est-ce que tu peux discuter du caractère linéaire de ta courbe pour la hauteur d'eau ? Il faut regarder la tendance parabolique de la courbe, et parler des barres d'incertitudes.
- Comment quantifier le caractère parabolique de la courbe ? Il faut regarder les résidus.
- A quel endroit on pourrait avoir une modélisation parabolique de ta courbe. Comment tu as choisit tes valeurs de  $R$ ,  $C$  et la fréquence de ton détecteur de crête ? On a pris une fréquence de  $1ms$  à comparer à la constante de temps  $RC$  dans le montage qui vaut  $0.1s$ .
- Montage surprise : on se frotte les mains, avec le matériel que tu as a disposition est ce que tu peux nous illustrer (comme à des élèves) le phénomène des fentes d'Young ? On fait le montage de base, on parle de diffraction/interférence, et d'inter-franges, du caractère ondulatoire de la lumière. On termine par une ouverture sur le caractère quantique de la lumière. On mesure l'inter frange pour remonter à la longueur d'onde, ou la distance écran. On parle de sécurité. On regarde si on a besoin d'élargir le faisceau ou non. Comment choisir les fentes pour que la figure de diffraction soit plus grande ? **Attention à bien taper sur les deux fentes, dans ce cas on voit une modulation d'intensité à l'intérieur de la tâche de diffraction.**