

# MP04 : Capteurs de grandeurs mécaniques

Mai 2021

## Introduction

Un capteur mesure une grandeur physique en une autre grandeur que l'on sait exploiter (tension, courant). On s'intéresse ici à des capteurs de grandeurs mécaniques (position, vitesse, masse) dont on étudiera les propriétés : linéarité, précision, résolution, sensibilité, justesse.

## 1 Capteur de position LVDT

Liste de matériel :

- 3 bobines identiques de 250 spires
- barreau de fer doux de 15cm de long
- ensemble multiplieur et filtre passe-bas (RC de fréquence de coupure  $\sim 100Hz$ )
- GBF
- multimètre

**Protocole :** On accole 3 bobines et on alimente la bobine centrale avec un signal sinusoïdal. Le champ magnétique variable est donc canalisé par le noyau de fer doux dans les deux autres bobines. Il y a donc apparition par induction électromagnétique de tension induite  $U_1$  et  $U_2$  dans ces bobines. On raccorde les deux bobines secondaires, et on récupère la tension  $U_s = U_1 - U_2$ , que l'on multiplie à  $U_e$  pour pouvoir réaliser une détection synchrone à l'aide du filtre passe-bas, à la sortie duquel on obtient la tension  $U_{out}$  qui est l'image de la position du centre du barreau (nulle quand le barreau est centré dans le système). Quand on bouge le barreau de fer doux on fait passer la tension entre  $-450mv$  et  $450mV$ . Si on enlève le noyau on est quasiment à 0.

**Attention si on a pas de changement de signe quand on fait passer le barreau d'un côté à l'autre c'est peut-être qu'on prend  $U_1+U_2$  et pas la différence des deux.**

On trace la droite d'étalonnage de la position en fonction de la tension observée. La pente nous donne la sensibilité. Pour les incertitudes, on prend celles de lecture.

En direct : On prend un point on observe une tension  $V$ , on regarde la position avec la droite d'étalonnage et on vérifie avec le réglet pour voir si la mesure est bien juste.

**Attention, il y a un problème d'intérêt puisqu'on effectue l'étalonnage avec la règle et on vérifie la justesse avec celle-ci également.**

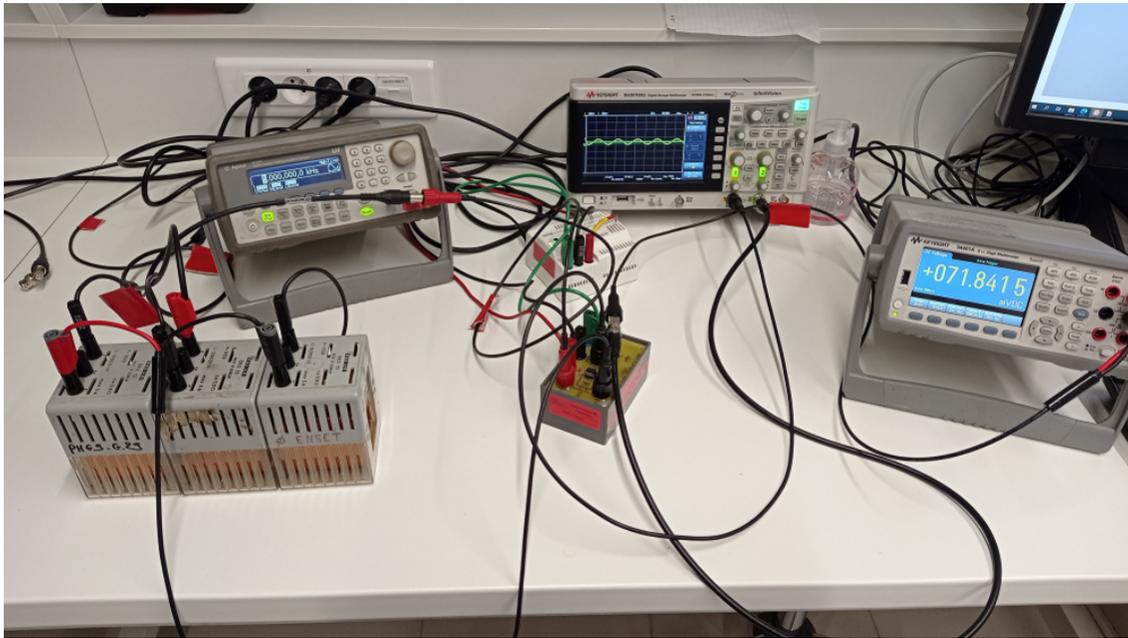


Figure 1: Capteur LVDT

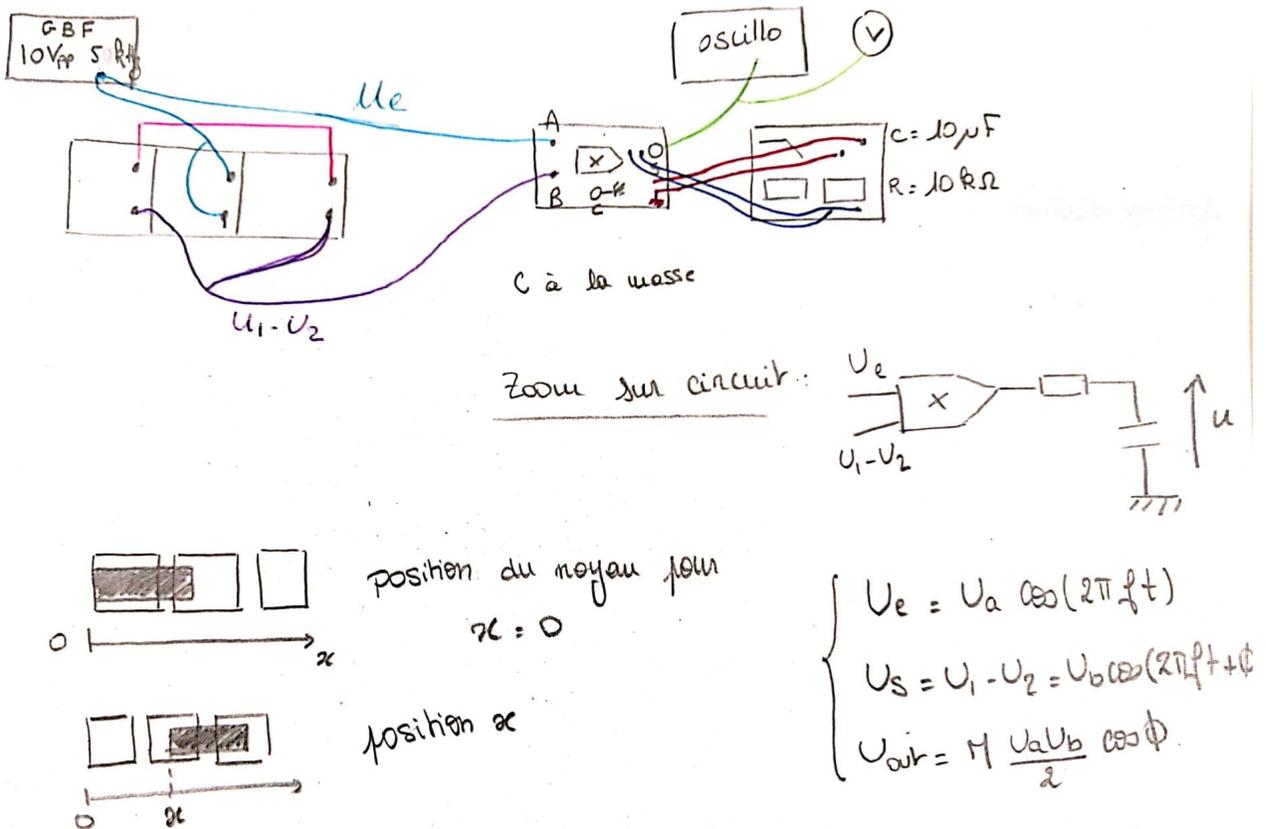


Figure 2: Montage

Pour la **sensibilité**, elle est donnée par l'étalonnage (c'est la pente de la droite).

Pour la **Résolution**,  $R = s \times \sigma(U_{out})$  avec  $\sigma(U_{out})$  l'incertitude de lecture sur le voltmètre.

Pour la **Justesse**, on compare la mesure obtenue à partir de l'étalonnage avec celle obtenue au réglet : si les intervalles d'incertitudes se recoupent, on peut dire que le capteur est juste.

## 2 Capteur de vitesse : banc Doppler

Liste du matériel :

- Banc Doppler
- 2 canards
- Boîtier de commande du banc
- Oscillo et GBF
- 2 fourches optiques et le chrono qui va avec

**Protocole** On utilise le boîtier de commande du banc Doppler.

L'émetteur fixe émet un signal  $U_e$  à une fréquence  $f \sim 43kHz$

Récepteur mobile envoie un signal  $U_r$  à une fréquence  $f + \Delta f$ .

La vitesse est pilotée par le boîtier qui réalise l'opération de multiplication et filtrage et renvoie  $U_{out}$  à la fréquence  $\Delta f$ . On a  $v = \lambda \times \Delta f$ . On mesure  $\lambda$  en préparation.

On utilise des fourches optiques pour avoir accès à la vitesse pour étalonner le capteur. On trace la vitesse mesuré avec le chrono des fourches optiques en fonction du  $\Delta f$ .  $\Delta f$  est directement donné par le boîtier.

On fait un single à l'oscilloscope. On prend beaucoup de période pour mesurer la fréquence.

On mesure la vitesse avec 2 fourches optiques (elles sont reliées à un chrono). La distance  $d$  entre les deux est bien déterminée :  $v = \frac{d}{t}$ .

On trace sur la même droite la vitesse mesurée avec le chrono en fonction de  $\Delta f$  et la vitesse mesurée grâce à l'effet Doppler en fonction de  $\Delta f$

Pour la **Résolution**,  $R = \lambda \times \sigma(\Delta f)$  avec  $\sigma(U_{out})$  l'incertitude de lecture sur le voltmètre.

Pour la **Justesse**, on compare la mesure obtenue par effet Doppler avec celle obtenue avec le chronomètre des fourches optique : si les intervalles d'incertitudes se recoupent, on peut dire que

## 3 Capteur de masse : balance à jauge de contrainte

Liste de matériel :

- Balance à jauge de contrainte
- Pont de Wheastone et tournevis
- 2 Résistances de  $10k\Omega$ , et  $Z_{d1} = 14\Omega$  et  $Z_{d2} = 100\Omega$
- plaquette multiplieur et filtre passe-bas
- multimètre de précision

On utilise un pont de Wheastone. On prend :  $Z_a = Z_b = 10k\Omega$ , on branche la Jauge de contrainte sur  $Z_c$ , sa résistance vaut  $R \sim 120\Omega$ . On prend  $Z_{d1} = 14\Omega$  et  $Z_{d2} = 100\Omega$ . On fait ce choix des résistances pour ne pas prendre en compte les effets de la température, mais du coup on a une tension plus petite que si on avait pris des plus petites résistances.

On ajuste la valeur du potentiostat afin d'avoir une tension nulle à la sortie lorsqu'on ne place pas de masse sur la balance. On doit se munir d'un tournevis.

On alimente le pont avec la même alimentation que la carte mère :  $+P = +15$  et  $-P = Masse$ .

On met un gain maximal à l'entrée de l'ALI car on a une tension toute petite. On réajuste le potentiostat pour voir une tension nulle à la sortie.

On réalise ensuite l'étalonnage du capteur avec des masses connues (on peut les vérifier à la balance). On trace la masse en fonction de la tension. La pente nous donne la sensibilité.

*Le principe* : Sa déformation (causée par le poids de l'objet) entraîne une variation de sa résistance  $\Delta R$  que l'on suppose proportionnelle à la contrainte.  $\Delta R$  est très faible on utilise un pont de Wheastone pour pouvoir le détecter. On obtient que  $U_{out} \propto \Delta R \propto m$

**Sensibilité** : On a la sensibilité avec la pente de la courbe d'étalonnage.

**Résolution** :  $R = s \times \sigma(U_{out})$

**Justesse** : on compare la mesure obtenue à partir de l'étalonnage avec celle obtenue avec la balance : si les intervalles d'incertitudes se recourent, on peut dire que le capteur est juste.