MP04 – Capteurs de grandeurs mécaniques

12 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Oui
Mr C

Where are we now ?
Where are we now ?
The moment you know
You know, you know...

David Bowie, Where are we now ?

Niveau : M2 enseignement

Commentaires du jury

Bibliographie

- ✍ *Poly TP Electromag et Divers*, **Ferrand et al** ⟶ Tout, sauf le montage suiveur
- ✍ *LE MP*, **DE PACA** ⟶ Plan et très bonnes discussions des manips.

Prérequis

- ➢ Points Bernouilli Soufflerie
- ➢ Etalonnage capteur capacitif
- ➢ Diagramme de Bode
- ➢ Quelques poutres si le temps le permet

Expériences

- Capteur de niveau d'eau capacitif (position)
- Tube de pitot (vitesse)
- Acceleromètre

Table des matières

1 Capteur capacitif **2**

2 Capteur de vitesse : tube de Pitot **2**

3 Accéléromètre **2**
3.1 Caractérisation 2
3.2 Application : Module d'Young des poutrasses 3

1 Capteur capacitif

✍ Poly Ferrand
Reprendre texto le Poly Ferrand, mais en ne plantant pas le suiveur -voir chez paca pour le doute.

Capteur capacitif de hauteur d'eau

✍ Poly ⏲ 8min

Commencer par vérifier au RLC-mètre que les capacités des tubes varient en leur ajoutant de l'eau. Pour ne pas se planter avec le stress- et éventullement être à l'aise pour câbler devant le Jury ? Je propose de faire de la façon suivant :

- Faire un filtre RC Simplen en prenant la tension de sortie au borne de la capa, en choisissant C = 100 pF, eventuellement une boite à capa. On obtient une tension de sortie grosso modo proortionnelle à la valeur de C.
- Remplacer la Capa par l'éprouvette. vérifier que ça marche toujours en faisant varier h et donc C.
- Mettre un suiveur. Suivre toujours à l'oscillo, vérifier qu'on a le même truc.
- Mettre le détecteur de crête, et voir que c'est proportionnel.

Ensuite y a plus cas : étude de la linéarité, et application avec la diode -attention elle s'allume quand le niveau est faible, on peut faire l'analogie avec un détecteur d'huile.

2 Capteur de vitesse : tube de Pitot

Go MP03 ou Poly TP divers, soufflerie bernoulli.

3 Accéléromètre

3.1 Caractérisation

✍ Poly électromag
On veut caractériser l'accéléromètre P96.67. On va tracer son diagramme de gain (accélération subie en abscisse, tension de sortie en ordonnée) à une constante multiplicative près. L'objectif est de vérifier que l'accéléromètre est bien un passe-bas (si on veut absolument du quantitatif on peut sortir une fréquence de coupure à -3 dB).

Diagramme de gain d'un accéléromètre

✍ Poly de TP électromagnétisme ⏲ 10 minutes

Matos : accéléromètre P96.67+alim continue de 6 V, accéléromètre de référence P96.61+connectique+ampli, pot vibrant P99.12/3, de quoi fixer l'accéléromètre normal et le pot vibrant, GBF+oscillo, grosse patafix
Tout n'est pas dans le poly pour une fois !

- Pour lire l'accélération on ne va pas utiliser un capteur de distance, mais un autre accéléromètre, dont on suppose la réponse uniforme. Cette hypothèse est discutée plus bas, globalement elle est très bonne.
- On alimente le pot vibrant directement au GBF ($f = 10$ Hz pour commencer, quelques volts d'amplitude)
- On visse l'accéléromètre P96.61 au pot vibrant. On fixe l'accéléromètre P96.67 sur le P96.61 avec de la patafix (**sans appuyer dessus comme une brute !** Lire les remarques). On connecte tout ce beau monde à l'oscillo/aux voltmètres. Photo en figure 1.
- Pour différentes fréquences entre 10 et 250 Hz, on lit la tension de sortie U_{ref} en sortie de l'accéléromètre de référence P96.61, la tension U en sortie de l'accéléromètre P96.67.
- On trace le gain $G = U/U_{\text{ref}}$ en fonction de la fréquence.

Quelques remarques supplémentaires :

- Tout au long de l'expérience, s'assurer que l'accéléromètre reste bien fixé à l'horizontale et que l'alim reste bien fixe.
- Un accéléromètre, en général, marche avec un cristal piézoélectrique, dont on mesure les déplacements sous l'action d'une masse (cf figure 2). Dans le cas du P96.67, la notice explique que les déplacements sont mesurés avec une capacité différentielle, ce qui permet entre autres de mesurer les accélérations de manière "statique" (accélération de la pesanteur notamment).
- Sur l'hypothèse de réponse uniforme du P96.61 : d'après sa notice, sa réponse est un filtre passe-bas d'ordre 2 de fréquence de coupure 10 kHz ; plus précisément, toujours d'après la notice, la réponse varie entre 10 et 9.90 mV/g [1] entre 20 et 300 Hz (avant l'amplification). Ca donne un ordre de grandeur pour les incertitudes.
- Pour arrimer l'accéléromètre au pot vibrant : l'accéléromètre s'attache avec une sortie M5 mâle, le pot s'attache avec une entrée M4 femelle.
- Attention aux limites du pot vibrant ! Celui-là ne dépasse pas 1 A (avec une impédance d'entrée de 8 Hz, ça donne une tension max de 8 V, gaffe) et quelques kHz.
- L'accéléromètre P96.67 peut avoir tendance à déconner si on appuie trop sur le dessus. Dans ce cas, tirer un peu sur la plaque de plastique, ça revient tout seul au bout d'un moment. Du coup, il vaut mieux le fixer sur le dispositif en préparant un trou dans la patafix et en l'enfonçant en le tenant par les côtés.

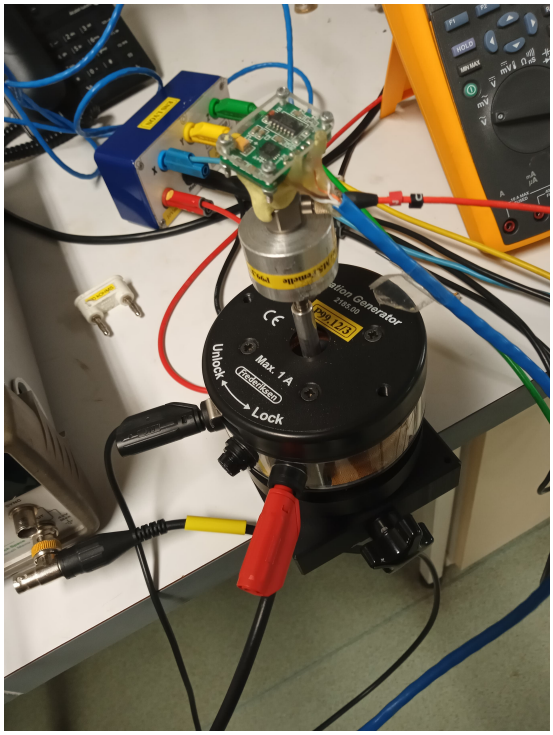

FIGURE 1 – Photo du dispositif expérimental

3.2 Application : Module d'Young des poutrasses

À faire avec le nouveau capteur qu'on vient de tester ? Sinon go MP17 Métaux.

1. l'unité d'accélération, pas le gramme

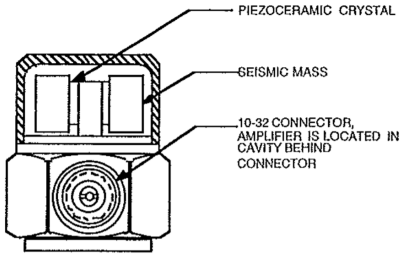

Figure 1-Cross section, series 3055B

Figure 2 – Schéma en coupe de l'accéléromètre P96.61 (notice)