

PARTIE D - Contrôle du remplissage du moule

On s'intéresse à deux procédés de contrôle du remplissage du moule : un détecteur de niveau à lames vibrantes et un capteur de masse contrôlé par un microcontrôleur.

Détecteur de niveau à lames vibrantes

Document 9 : principe de fonctionnement d'un détecteur du niveau d'un fluide à lames vibrantes

Le dispositif est constitué de deux lames métalliques placées au-dessus du fluide dont on cherche à détecter le niveau. Le moteur du dispositif est réglé de telle sorte que les lames métalliques vibrent à leur fréquence de résonance.

Lorsque le niveau du fluide atteint les lames, leur vibration est amortie.

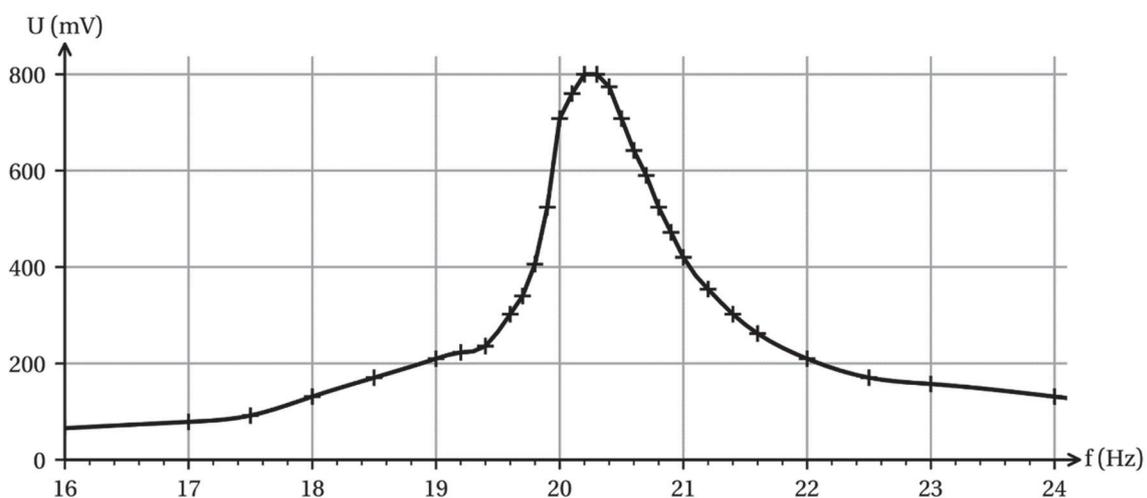


D'après https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur/Capteurs_de_niveau

Pour utiliser un détecteur de niveau à lames vibrantes, il faut déterminer au préalable la fréquence de résonance des lames.

On étudie en laboratoire les vibrations d'une lame métallique en régime d'oscillations forcées afin de déterminer sa fréquence de résonance. Le dispositif permet de mesurer une tension électrique qui traduit l'amplitude des oscillations de la lame, représentée dans le document 10.

Document 10 : tension électrique mesurée en fonction de la fréquence d'oscillation de la lame



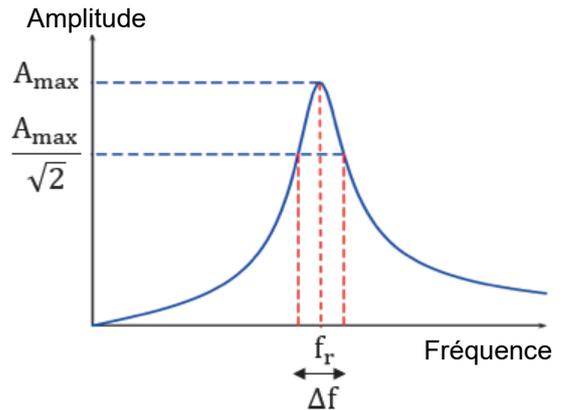
D.1. À l'aide du document 10, déterminer la valeur de la fréquence de résonance f_r de la lame étudiée.

Document 11 : facteur de qualité d'une résonance

Le facteur de qualité est un nombre sans dimension qui caractérise la résonance d'un oscillateur.

Il est défini par : $Q = \frac{f_r}{\Delta f}$ avec :

- Q le facteur de qualité (sans unité) ;
- f_r la fréquence de résonance (en Hz) ;
- Δf l'intervalle de fréquences entre lesquelles l'amplitude est supérieure à $\frac{A_{\max}}{\sqrt{2}}$, A_{\max} étant l'amplitude à la résonance.

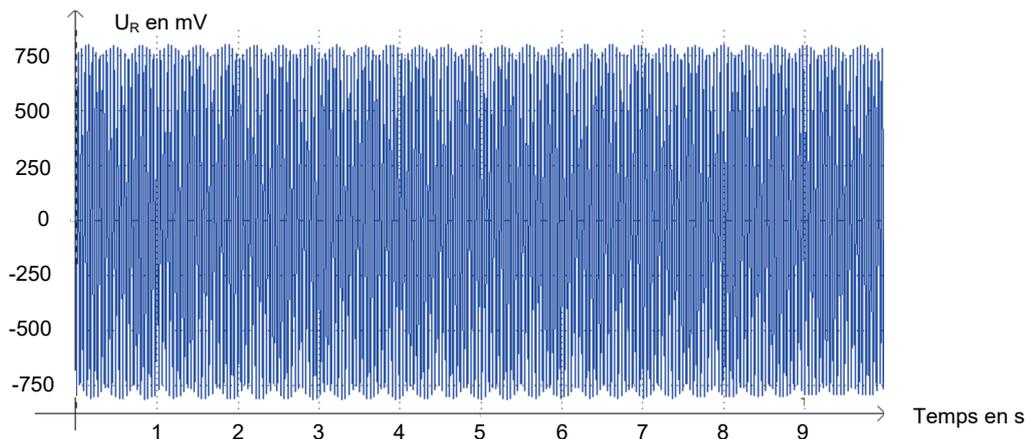


D.2. Déterminer la valeur du facteur de qualité Q de la résonance de la lame étudiée.

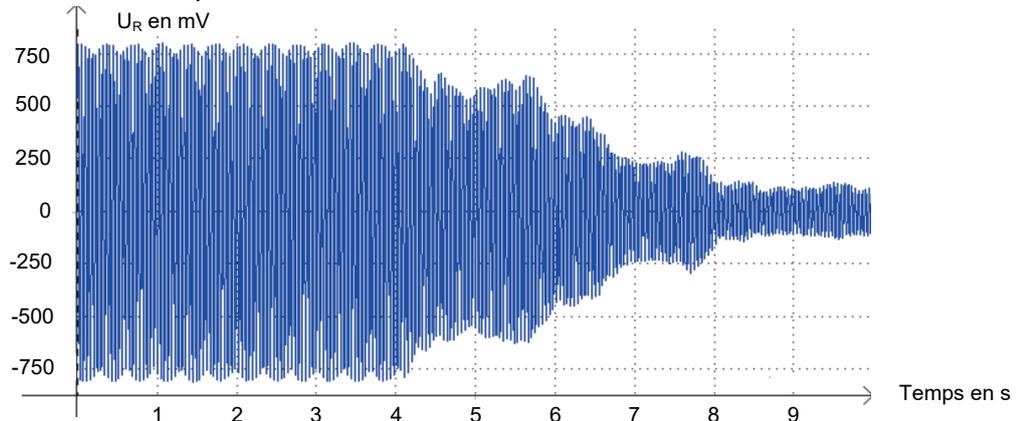
Document 12 : Vibrations de la lame au cours du temps.

Les deux enregistrements ci-dessous ont été réalisés à la fréquence de résonance de la lame. La tension mesurée U_R traduit le mouvement d'oscillation de la lame au cours du temps.

Enregistrement n°1 : lame qui n'est pas en contact avec le fluide



Enregistrement n°2 : lame qui entre en contact avec le fluide



Lorsque la lame vibrante entre en contact avec le fluide, ses oscillations sont amorties.

D.3. Indiquer comment cet amortissement s'observe sur l'enregistrement n°2 du document 12.

D.4. Préciser comment évolue la valeur du facteur de qualité Q lors du contact de la lame avec le fluide.

Capteur de masse contrôlé par un microcontrôleur

Pour contrôler le non-débordement du moule, un capteur de masse est placé sous celui-ci. Lorsque la masse de savon dépasse une valeur limite, une DEL (diode électroluminescente) rouge reliée au microcontrôleur s’allume.

Le montage expérimental est décrit dans le document 13.

Document 13 : capteur de masse avec module HX711

Le capteur est relié à un module (module HX711) qui permet de convertir et d’amplifier les signaux analogiques du capteur de masse en un signal numérique transféré au microcontrôleur.

La partie principale du module est un convertisseur analogique-numérique (CAN) 24 bits.

Certaines caractéristiques du module HX711 données par le fournisseur sont les suivantes :

- plage de conversion : [−40 mV, +40 mV] ;
- résolution de conversion A/D : 24 bits.

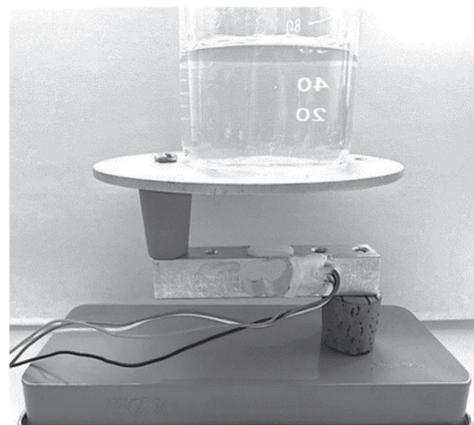
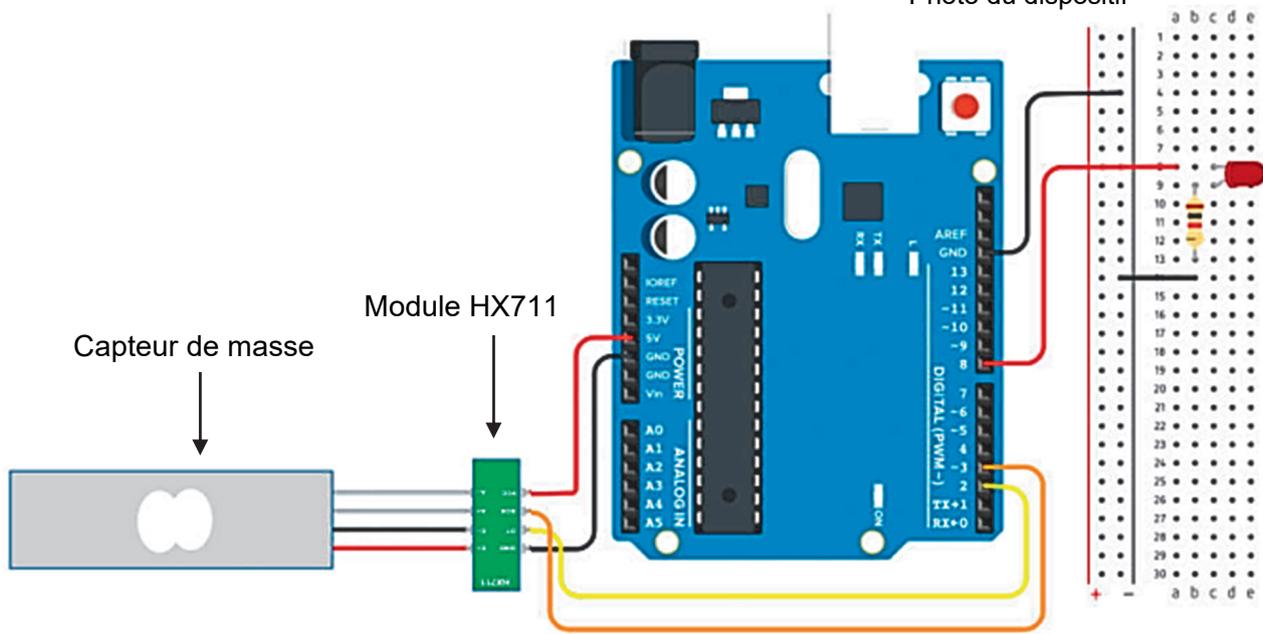


Photo du dispositif



Le quantum d’un CAN s’exprime par la relation : $q = \frac{\Delta U}{2^N - 1}$
 avec : N le nombre de bits ;
 ΔU la plage de conversion ;
 q le quantum.

D.5. Calculer la valeur du quantum du CAN utilisé dans le capteur du document 13.

Un programme permettant d'allumer la DEL est téléversé dans le microcontrôleur. Un extrait de ce programme est donné ci-après dans le document 14.

Document 14 : extrait du programme téléversé dans le microcontrôleur

```
1 [...]
2 void loop() {
3     // Fonction loop() appelée en boucle
4     // tant que le microcontrôleur est
5     // alimenté.
6     masse = balance.get_units(10); // Cette fonction renvoie la valeur
7     // moyenne de 10 mesures effectuées
8     // par le capteur // et l'affecte à
9     // la valeur de la masse.
10    Serial.print(masse); // Affichage de la masse.
11    Serial.println(" g"); // Affichage de l'unité.
12    if (.....){ // À compléter
13        digitalWrite(8, HIGH); // Broche 8 alimentée.
14    } else {
15        digitalWrite(8, LOW); // Broche 8 non alimentée.
16    }
17    delay(1000); // Pause de 1000 ms.
18 }
19
```

D.6. À l'aide des documents 13 et 14, indiquer quelle ligne du programme permet d'allumer la DEL.

D.7. Sur la copie, réécrire la ligne 12 du programme du document 14 en la complétant pour que la DEL s'allume à partir d'une masse d'une valeur de 200 g.