



Thème I. Ondes et signaux (Optique)

TP n°19 Capteur capacitif de hauteur d'eau

Vendredi 24 avril 2026

Capacité exigibles du programme :

- ✓ Mesurer une tension au voltmètre numérique ou à l'oscilloscope numérique.
- ✓ Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.
- ✓ Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.

Matériel :

- Oscilloscope, GBF, multimètre,
- Résistance $R = 100 \text{ k}\Omega$
- « Condensateur » : éprouvette graduée de $V = 250 \text{ mL}$ avec deux bandes d'aluminium collées dessus
- Un bêcher d'environ 500 mL .
- 2 pinces crocodiles

Objectif

- ✎ Réaliser un capteur capacitif de hauteur d'eau.

I Données théoriques

I.1 Condensateur

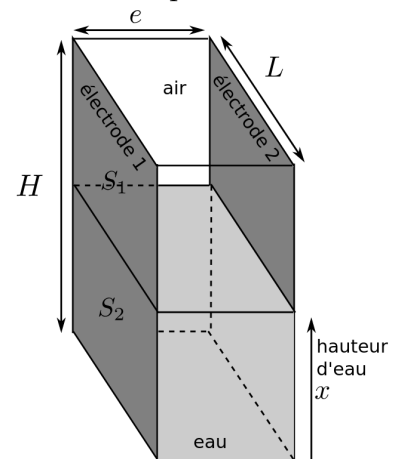
Un condensateur plan est constitué de deux électrodes conductrices de surface S séparées d'une distance e .

La capacité du condensateur ci-contre s'exprime selon :

$$C = C_{\text{eau}} + C_{\text{air}} \text{ avec } C_{\text{eau}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r L x}{e} \text{ et } C_{\text{air}} = \frac{\varepsilon_0 L (H - x)}{e}$$

Ainsi

$$C = \frac{\varepsilon_0 L H}{e} + \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon_r - 1) L}{e} x$$



Sur une éprouvette de 250 mL , nous avons collé de façon diamétralement opposé et verticalement deux bandes d'aluminium de 5 cm de large. On assimile ce système au condensateur plan décrit ci-dessus.

I.2 Filtres du 1^{er} ordre

On donne les fonctions de transfert des filtres du 1^{er} ordre de fréquence de coupure notée f_c :

$$\text{Passe-bas : } \underline{H}(jf) = \frac{H_0}{1 + j \frac{f}{f_c}}$$




$$\text{Passe-haut : } \underline{H}(jf) = \frac{H_0 \frac{jf}{f_c}}{1 + j \frac{f}{f_c}}$$

II Mise en œuvre expérimentale

Protocole

Q1. Proposer un filtre du premier ordre pour lequel à « basse fréquence », le gain du filtre est proportionnel à la capacité du condensateur (soit lié facilement à la hauteur d'eau dans l'éprouvette).

Expérience qualitative


-  Mettre en œuvre le filtre.
-  Vérifier que le filtre est de la nature voulue.
-  Évaluer sa fréquence de coupure.

Protocole

Q2. Compte tenu de l'expérience précédente, proposer une fréquence adaptée à l'utilisation du capteur, c'est-à-dire une fréquence à laquelle le gain du filtre est lié facilement à la hauteur d'eau dans l'éprouvette.

Q3. Proposer un protocole permettant de vérifier la relation entre la capacité du condensateur et la hauteur d'eau.

Expérience quantitative

-  Mettre en œuvre le protocole.
- Q4. Noter les mesures.
- Q5. Effectuer la représentation graphique adéquate.
- Q6. Déterminer le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine.
- Q7. En déduire la valeur de ε_r .

Conclusion

- Q8. Conclure sur l'utilisation de ce système comme capteur de hauteur d'eau.
- Q9. Critiquer le modèle utilisé.