

# TP6 – Mesure de l'épaisseur d'une feuille de papier

**Amener une clé USB, une paire de ciseaux et du ruban adhésif.**

Les capteurs capacitifs sont largement utilisés pour leur robustesse et leur simplicité de fabrication. Il en existe de nombreux types (Doc. 3), qui permettent des mesures très sensibles de déplacement, d'épaisseur ou encore de niveau.

## Objectifs

- Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique.
- Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.
- Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.
- **Mettre en œuvre un capteur capacitif.**

## Mesure de l'épaisseur d'une feuille de papier

L'objectif est la **mesure de l'épaisseur d'une feuille de papier**.

APP ANA  
REA VAL  
COM

### Consignes :

- un compte-rendu par binôme sera rendu, au plus tard jeudi, et noté ;
- la rédaction du compte-rendu s'appuiera sur les étapes de la démarche scientifique ;
- les résultats seront impérativement accompagnés de leur incertitude-type ;
- la mise en œuvre et la comparaison quantitative d'au moins **deux protocoles de mesure** est attendue, dont l'un doit passer par la mesure d'une capacité électrique.

## Documents

### Document 1 – Matériel

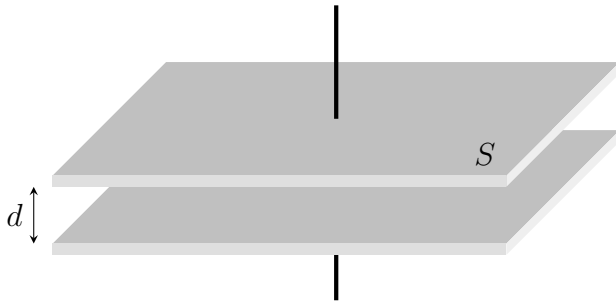
- GBF ;
- oscilloscope ;
- boîtes à décade de résistance ;
- feuilles de papier et bloc de papier intact ;
- feuille d'aluminium alimentaire ;
- pinces crocodiles ;
- fils et adaptateurs ;
- ordinateur avec Python.

### Document 2 – Capacité d'un condensateur plan

La capacité  $C$  d'un condensateur plan est donnée par la relation :

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d},$$

où  $S$  est la surface en regard,  $d$  la distance entre les deux armatures,  $\varepsilon_0 \approx 8,85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$  la permittivité diélectrique du vide et  $\varepsilon_r$  la permittivité relative du matériau isolant situé entre les armatures (cf. tableau ci-dessous).



Matériau	Permittivité relative $\varepsilon_r$
air	1,0006
papier	$\sim 2$
polypropylène	2,2
plexiglas	3,3
caoutchouc	4
quartz	4,5
mica	$\sim 6$

### Document 3 – Capteurs capacitifs

Leur principe de fonctionnement repose sur la modification de la capacité d'un système ayant un comportement capacitif, liée à une modification de la géométrie du système sous l'effet d'une contrainte, ou des propriétés du milieu dans lequel il est placé. Ces capteurs peuvent être miniaturisés, ce qui permet de les utiliser dans de nombreuses applications embarquées, comme dans les centrales inertielle des smartphones.

L'image ci-dessous montre un accéléromètre, formé de deux condensateurs interdigités (en forme de peignes imbriqués). Elle est obtenue au microscope électronique. Quand le dispositif est mis en mouvement, les dents des peignes se rapprochent ou s'éloignent ce qui modifie la capacité du condensateur. Sa mesure permet finalement de déterminer l'accélération à laquelle est soumis le système.

On peut aussi mesurer le niveau d'un liquide dans un réservoir à l'aide de deux armatures métalliques verticales : en remplissant progressivement l'espace contenu entre les armatures quand le niveau monte, le liquide dont la permittivité relative diffère de celle de l'air (Doc.2) modifie la capacité du condensateur ainsi formé. La mesure de cette capacité donne ainsi un information sur le remplissage du réservoir.

