

# Fabrication d'une balance électronique.

## I- Schéma de la balance.

La balance est constituée de deux étriers en bois qui viennent déformer un capteur constitué de deux lames en fer, séparées par deux cales en papier. Sur l'étrier supérieur, un plateau permet de déposer des masses (figure 1).

En l'absence de masse déposée sur le plateau, les deux lames en fer sont séparées d'une épaisseur  $e_0$  (figure 2).

Si on dépose une masse sur le plateau, les lames sont déformées, et l'épaisseur de la couche d'air séparant les lames change :  $e = e_0 - \varepsilon$  (figure 3).

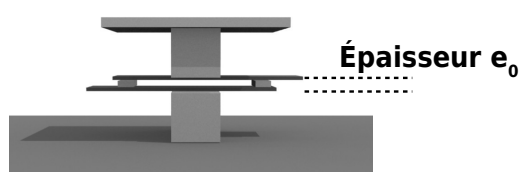
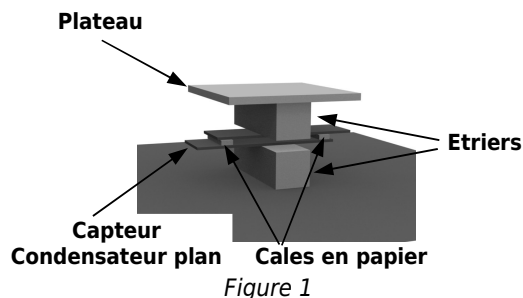


Figure 2

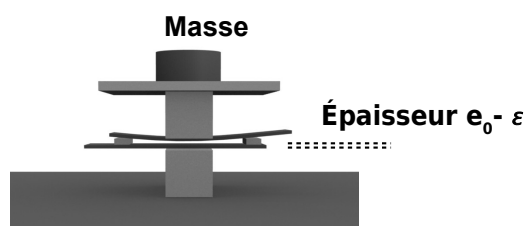


Figure 3

## II- Principe de fonctionnement d'un condensateur.

Un condensateur, en électronique, est un composant qui permet de stocker une certaine quantité de charges électriques. On mesure cette capacité à stocker des charges par un paramètre  $C$ , la capacité du condensateur qui se mesure en Farad.

On peut réaliser le montage (figure 4), où une résistance et un condensateur sont en série. Par analogie avec l'hydraulique, le condensateur serait un réservoir ayant un certain volume, qui se vide ou se remplit.

La résistance serait un robinet plus ou moins fermé qui ralentit l'écoulement de l'eau. Le courant électrique serait par analogie le débit de l'eau (figure 5).

On mesure la tension aux bornes du condensateur. Les deux dipôles peuvent être soumis à une tension  $U_0$  ou mis en court circuit. Un courant  $i$  les traverse.

Le temps pour charger ou vider le condensateur augmente si la résistance et la capacité sont grandes.

On a un processus de charge, puis de décharge du condensateur.

La charge correspond aux figures 4 et 6.

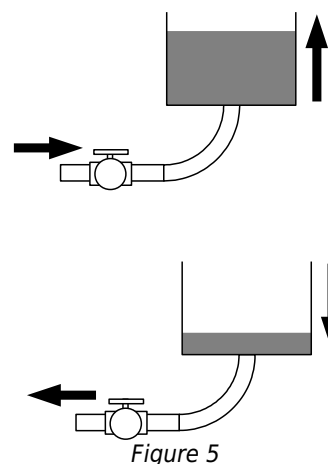


Figure 5

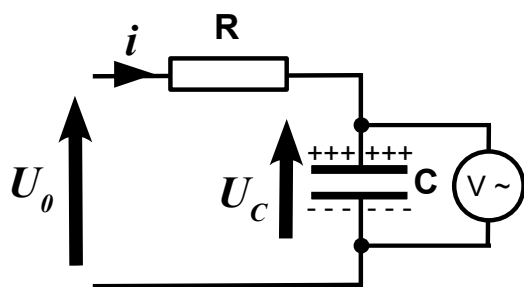


Figure 4

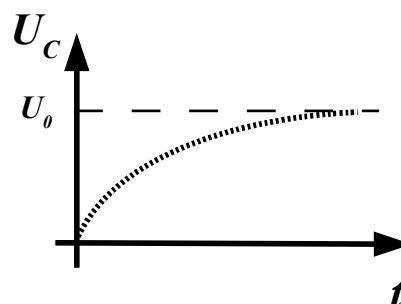


Figure 6

La décharge correspond aux figures 7 et 8.

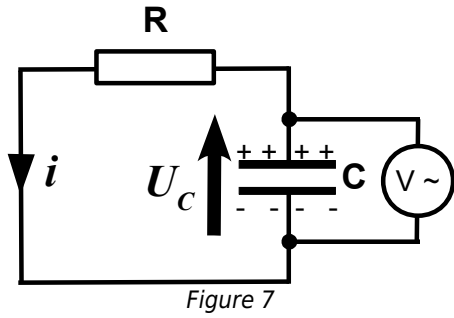


Figure 7

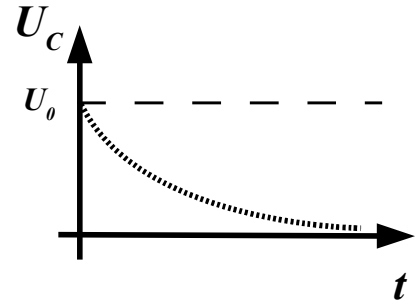


Figure 8

### III- Mesure du temps de charge et décharge d'un condensateur.

On alimente le circuit de la figure 4 avec une tension alternative carrée. On mesure la tension aux bornes du condensateur. Le signal alternatif, périodique a une fréquence  $F_1 = 1/T_1$ , où  $T_1$  est la période.

Si la fréquence est basse, donc si la période est grande, alors on observe que le condensateur subit une série de charge et décharge complètes (figure 9).

La tension mesurée aux bornes du condensateur sera quasi identique à celle mesurée directement aux bornes du générateur.

Par contre, si on augmente la fréquence  $F_2$ , donc si on diminue la période  $T_2$ , alors le condensateur ne peut plus se charger ou décharger complètement, et la tension mesurée à ses bornes est inférieure à celle du générateur (figure 10).

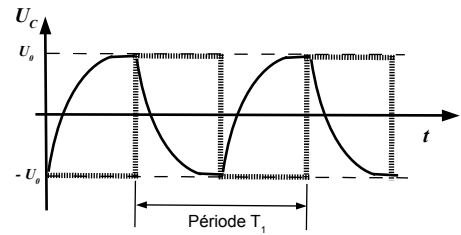


Figure 9

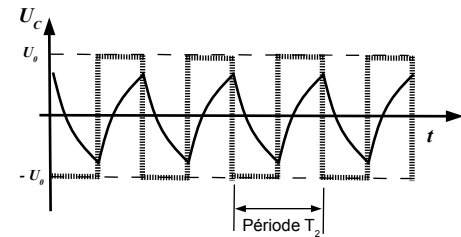


Figure 10

### IV- Principe de fonctionnement de notre balance.

Quand on appuie sur le plateau de la balance, en ajoutant des masses, le capteur se déforme, l'épaisseur d'air séparant les plaques de fer diminue, et la capacité du condensateur plan augmente (voir figure 2 et figure 3).

Si la capacité augmente, le temps nécessaire pour charger le condensateur va augmenter aussi. On va alors observer que la tension aux bornes du condensateur diminue, et que pour retrouver la valeur de la tension initial, il faudra diminuer la fréquence du signal carré, c-à-d augmenter sa période pour que le condensateur ait le temps de se charger et de se décharger.

Donc on cherchera à trouver la fréquence pour chaque ajout de masse qui permet de retrouver la tension de départ.

La relation masse - fréquence est linéaire et elle a la forme :

$$F = A - B \times m \quad (i)$$

$A$  et  $B$  sont des constantes,  $F$  est la fréquence,  $m$  la masse.

**Démonstration (demander le professeur pour avoir le détail des calculs):**

La capacité d'un condensateur plan est de la forme

$$C_0 = \frac{a}{e_0} \quad a \text{ est une constante, } e_0$$

l'épaisseur. On peut montrer que le temps de charge

est donné par la formule:  $\tau = \frac{1}{k} \times R \times C$  où

$k$  est une constante. Donc la fréquence

correspondante sera :  $F_0 = \frac{k}{R \times C_0}$ . Si le

condensateur est écrasé, alors l'épaisseur est  $e = e_0 - \epsilon$  et la nouvelle fréquence sera

$$F_1 = \frac{k}{R \times C_0} \times \left(1 - \frac{\epsilon}{e_0}\right) \quad \text{Comme la masse}$$

$m$  est proportionnelle à la déformation  $\epsilon$


$\epsilon = b \times m$  ( $b$  est une constante) alors

$$F = A - B \times m \quad \text{où} \quad A = \frac{k}{R \times C_0} \quad \text{et}$$

$$B = \frac{k \times b}{R \times C_0 \times e_0}$$

## V- Réalisation et mesures.

### Fabrication de la balance:

- a) Fabriquer le capteur en découpant de petites cales en papier, puis en attachant entre elles les deux lames au ruban adhésif (voir figure 1 et figure 11) .
- b) Connecter le capteur de la balance à la platine de montage.
- c) Relier sur une platine de montage le capteur à une résistance de 100KOhms (montage en série) à l'aide des câbles et des pinces crocodile.
- d) Placer au bornes du condensateur (sur la platine) le voltmètre qui sera réglé pour mesurer des tensions alternatives.
- e) Relier l'entrée du montage à la sortie d'un générateur basse fréquence.
- f) Régler le générateur en signal alternatif rectangulaire (Symbole )
- g) Régler le contrôleur universel en mesure de tension alternative.
- h) Régler l'amplitude du signal du GBF à basse fréquence (50 Hz) à une tension efficace de 5,000 volts.
- i) Augmenter la fréquence de manière à diminuer la tension mesurée aux bornes du condensateur. On se placera par exemple sur le calibre 2V alternatif du contrôleur universel, et on cherchera la fréquence permettant d'obtenir la tension 2,000 V précisément. Il est judicieux d'utiliser le réglage fin de la fréquence sur le générateur basse fréquence. La fréquence est de l'ordre de quelques dizaines de Khz.

### Mesure:

- j) Déposer une masse marquée.
- k) Modifier très légèrement la fréquence de manière à retrouver la tension initiale sur le voltmètre (2,000 volts)
- l) Noter la valeur de la masse et de la fréquence permettant le retrouver le réglage initial (2,000 volts)
- m) Recommencer ces trois étapes en alourdissant progressivement le plateau et à chaque fois, noter la fréquence et la masse dans un tableau.

### Exploitation:

- n) Tracez la courbe Fréquence = f(masse) (voir page 4).
- o) Calculer, grâce à cette courbe, les paramètres A et B de la formule (i)

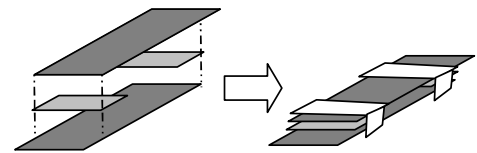


Figure 11

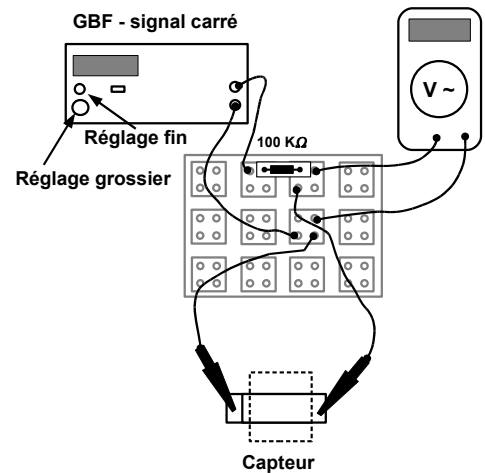


Figure 12

