Sujet zéro 2021 **CORRECTION ©** http://labolycee.org

EXERCICE A (5 points) Un microaccéléromètre capacitif

1. Fonctionnement d'un accéléromètre capacitif

1.1. Un dispositif ultra miniaturisé

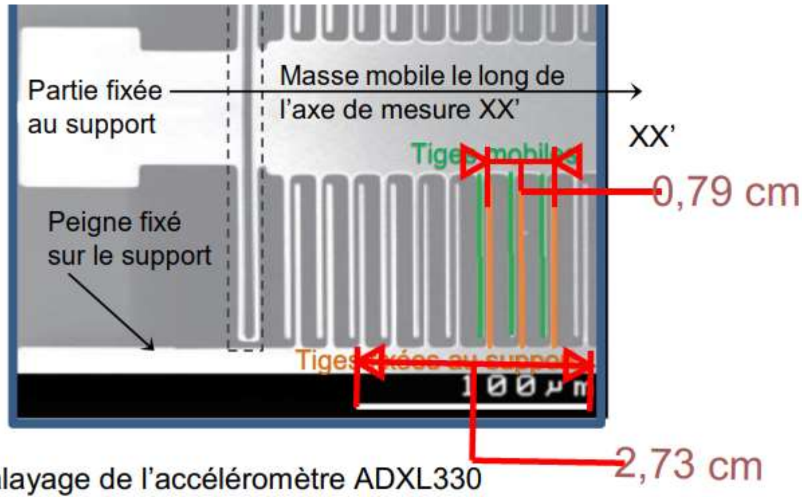
1.1.1.

2,73 cm → 100 µm

0,79 cm → 2d

$$d = \frac{0{,}79 \times 100}{2 \times 2{,}73} = 14\ \mu m$$

Soit un ordre de grandeur de 10×10^{-6} m, donc de $\mathbf{10^{-5}}$ **m**.



1.1.2. $C = \varepsilon_{air} \cdot \frac{S}{d}$

$$C_0 = 8{,}9 \times 10^{-12} \times \frac{65 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{10^{-5}}$$ $= 6 \times 10^{-17}$ F soit de l'ordre de $\mathbf{10^{-16}}$ **F ou 0,0001 pF** (picofarad).

En travaux pratiques on a utilisé des condensateurs de capacité de l'ordre du µF (10^{-6} F), mais on a fabriqué avec des feuilles de papier aluminium un condensateur de capacité de l'ordre du nF (nanofarad).

La valeur calculée est très faible par rapport aux ordres de grandeur des valeurs usuelles de capacités.

1.1.3. La figure 2 montre que la distance entre les armatures est plus grande du côté de C1.

Comme $C = \varepsilon_{air} \cdot \frac{S}{d}$ avec S et ε constantes, si d est supérieure alors C est plus faible.

Donc $\mathbf{C_1 < C_2}$.

1.2. Une mesure d'accélération

On calcule l'accélération du drone :

$U_S = U_0 + B \times a_x$

$B \times a_x = U_S - U_0$

$$a_x = \frac{U_S - U_0}{B}$$

$$a_x = \frac{2{,}02 - 1{,}50}{0{,}0306} = \mathbf{17{,}0\ m.s^{-2}}$$

On calcule l'accélération moyenne de la moto :

$$a_{moyenne} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{\frac{100}{3{,}6}}{3} = \mathbf{9\ m.s^{-2}}$$

L'accélération du drone semble élevée par rapport à celle de la moto.

Soit le drone est très puissant, soit son accéléromètre a été mal étalonné.

2. Méthode de détermination de l'écart entre les armatures par mesure de capacité.

2.1. D'après la convention générateur, la flèche tension E (avec E >0) est dans le même sens que le sens de circulation du courant dans le circuit.

Ainsi l'armature du condensateur reliée à la masse (feuille 2) est du côté de la borne négative du générateur, elle porte des charges de signe négatif. L'autre armature porte des charges de signe positif.

2.2. D'après la loi des mailles : E = $u_R + u_C$

D'après la loi d'Ohm $u_R = R.i$.

$$E = R.i + u_C$$

Par définition $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$, or $q(t) = C.u_C(t)$ avec C constante ainsi $i(t) = C.\frac{du_C(t)}{dt}$.

$E = R.C.\frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t)$.

On peut mettre en forme l'équation différentielle comme en mathématiques soit sous la forme y' = a.y + b. Pour cela, on divise par $R.C$.

$$\frac{E}{R.C} = \frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{R.C}.u_C(t)$$

$$\frac{du_C(t)}{dt} = \frac{1}{R.C}.u_C(t) - \frac{E}{R.C}$$

2.3. $u_C(t) = E.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

Pour $t \gg \tau$ alors $\frac{t}{\tau} \to \infty$ et $e^{-\frac{t}{\tau}} \to 0$. Donc $u_C \rightarrow$ E.

$u_C \approx 5{,}00$ V

La tension aux bornes du condensateur est égale à celle aux bornes du générateur.

2.4. Le temps caractéristique τ du circuit est $\boldsymbol{\tau = R.C}$.

En déterminant τ, on peut calculer $C = \frac{\tau}{R}$

Pour déterminer τ, on a pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = E.\left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right) = E.\left(1 - e^{-1}\right) = 0{,}63.E$.

On doit lire l'abscisse du point d'ordonnée $0{,}63.E$.

Ensuite, on a $C = \varepsilon_{PE}.\frac{S}{d}$ donc on peut calculer $d = \varepsilon_{PE}.\frac{S}{C}$. Il faut préalablement mesurer la surface S des feuilles d'aluminium.