

CONTRÔLE CONTINU (2H)

Exercice1 : Capteur de niveau capacitif

On désire réaliser un capteur de niveau pour une cuve d'huile. Soit le condensateur plan schématisé sur la **figure1**; dont les armatures sont de surface S et de hauteur h . Le condensateur est initialement dans l'air (permittivité ϵ_1). Un liquide, de l'huile de permittivité ϵ_2 , monte jusqu'à une hauteur x mesurée à partir du bas des armatures; soit $C(x)$ la capacité correspondante du condensateur.

1. Déterminer l'expression de la capacité $C(x)$.
2. Calculer les capacités minimale et maximale du capteur ainsi que les impédances correspondantes sous une alimentation sinusoïdale à 10 kHz. On donne $\epsilon_1 = \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m, $\epsilon_2 = 4 \epsilon_0$, $S = 2 \cdot 10^{-2}$ m², $e = 5$ mm et $h = 1$ m.
3. Le capteur est monté dans un circuit en pont selon le schéma de la **figure2**. Le condensateur C_v est un condensateur variable dont on règle la valeur à $C_0 = C(x=0)$. Donner l'expression de la tension différentielle de mesure V_{mes} en fonction de x , h , ϵ_1 , ϵ_2 et V_g . On donne $V_g = 10$ V.
4. Montrer que quelle que soit la forme que l'on donne aux deux armatures, par exemple deux tubes coaxiaux ou une tige et la paroi extérieure de la cuve si elle est métallique, on obtient un résultat similaire.

Exercice2 : Accéléromètre piézoélectrique

Un accéléromètre est constitué d'une masse sismique (m) en appui sur un anneau céramique piézoélectrique de raideur K . Les faces supérieure et inférieure de l'anneau sont métallisées et reliées à un amplificateur opérationnel idéal (voir **figure3**). On supposera que l'accéléromètre est équivalent à une source de courant dq/dt , où q est la charge qui apparaît sur les faces de la céramique, et d'impédance interne Z_a (source de Norton). On supposera également que q est proportionnel à $O'M = z$.

Le centre de gravité de la masse, soit le point M , peut être repéré par rapport à O' , position d'équilibre (on note $O'M = z$), ou par rapport au sol (point O). O' est fixe par rapport au boîtier qui lui-même est fixé sur la structure. On cherche à mesurer l'accélération de la structure par rapport au sol. On notera d^2OO'/dt^2 cette accélération.

Lorsque la structure est en mouvement par rapport au sol la masse sismique se déplace dans le boîtier. Elle est alors soumise notamment à une force de rappel F_1 vers la position d'équilibre O' (soit $F_1 = -k \cdot O'M = -k \cdot z$) et à une force de frottement fluide F_2 proportionnelle à sa vitesse dz/dt (soit $F_2 = -f \cdot dz/dt$).

1. Ecrire l'équation donnant l'accélération d^2x/dt^2 de la structure par rapport au sol en fonction de z et de ses dérivées par rapport au temps.
2. On suppose que le mouvement de la structure est sinusoïdal ($x=x_0\exp(j\omega t)$). Rechercher la solution permanente de l'équation précédente. Montrer que l'accéléromètre est un passe-haut. Donner l'expression de la fréquence de coupure basse ω_0 .
3. Calculer la tension V sinusoïdal correspondant au mouvement $x=x_0\exp(j\omega t)$. Montrer que le montage électronique est un passe bas. Donner sa fréquence de coupure haute ω_c .
4. Calculer numériquement la bande passante du système de mesure de la figure1 sachant que $k=10^8\text{N/m}$, $M=50\text{g}$, $C_R=200\text{pF}$ et $R_R=109\Omega$.

Exercice3 : Capteur thermique

1. Rappeler : l'effet Seebeck, l'effet Peltier et l'effet Thomson.
2. Rappeler la loi des températures successives.
3. Rappeler la loi des métaux intermédiaires. Quelle son utilité.

Un boîtier de compensation est un dispositif qui fournit *automatiquement une différence de potentiel égale à la force électromotrice* $E_{A/B}^{T_a;0^\circ\text{C}}$ d'un thermocouple composé de deux métaux A et B dont l'une des soudures à la température T_a , température ambiante pouvant ne pas être stable dans le temps, et l'autre à la température 0°C . Ce dispositif permet d'éviter l'utilisation de la soudure froide à 0°C .

Le schéma de principe de l'utilisation d'un boîtier de compensation avec un thermocouple à une seule soudure est donné sur la **figure4**.

4. Montrer en utilisant les notations, vues en cours, h (coefficient de Thomson) et $e_{A/B}^T$ (f.e.m de Peltier), qu'aux bornes de sorties P et Q de cet assemblage, on lit la force $E_{A/B}^{T;0^\circ\text{C}}$ du thermocouple A, B à la température T que l'on veut mesurer, bien qu'il n'y ait pas de soudure froide.

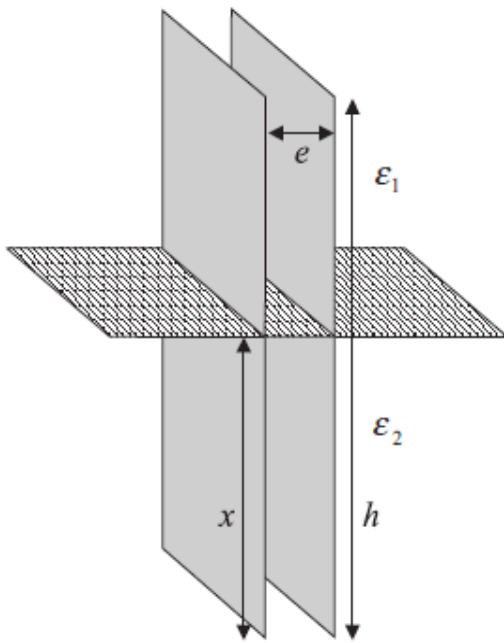


Figure1 : Schéma de principe du capteur

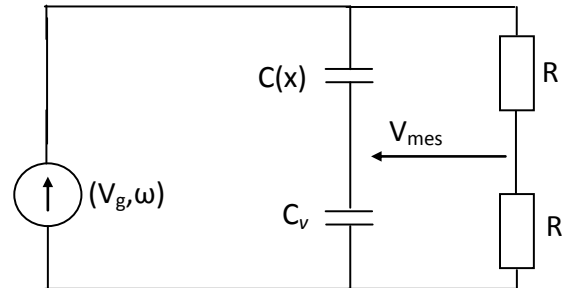


Figure2 : Circuit de conditionnement du capteur

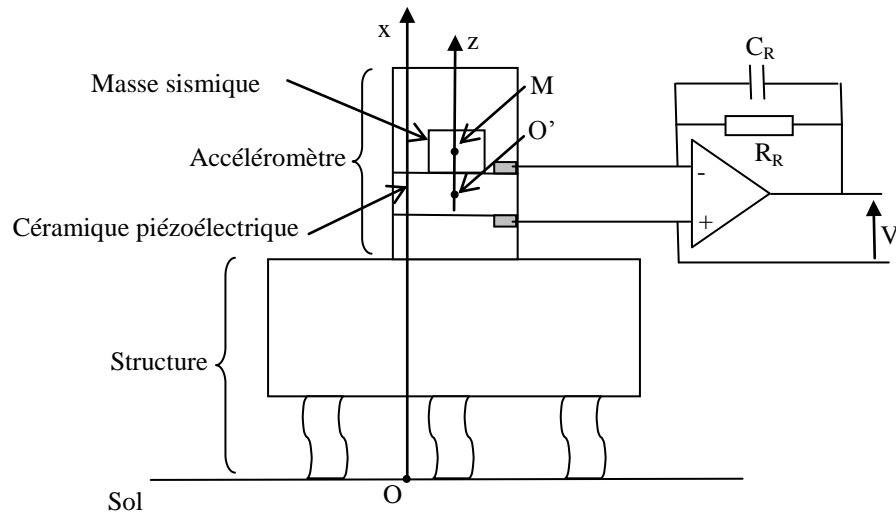


Figure3 : Schéma de l'accéléromètre fixé à la structure, M est la position de la masse sismique

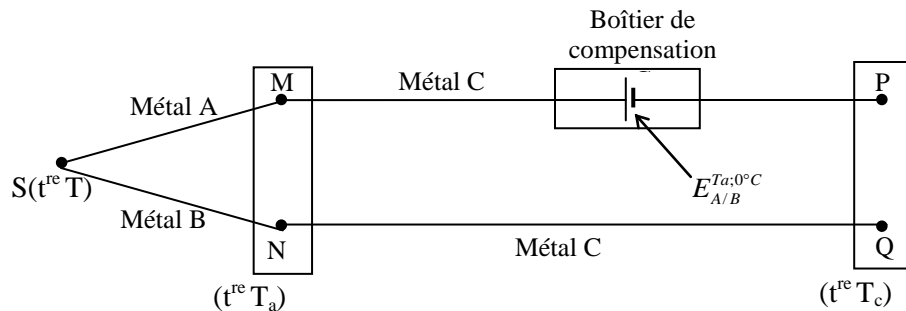


Figure4 : Schéma d'assemblage d'un thermocouple avec un boîtier de compensation. Le point S est à la température T, les points M et N à la température T_a et les points P et Q à la température T_c