

TD 4 Capteurs de distance et de présence

Exercice 1 : Capteur capacitif push-pull à glissement du diélectrique

On considère la structure de la figure 2.1, constituée de deux condensateurs plans identiques C_1 et C_2 , de surface carrée ou rectangulaire d'aire A , entre les armatures desquels se déplace selon l'axe x un noyau diélectrique de permittivité relative ϵ_r

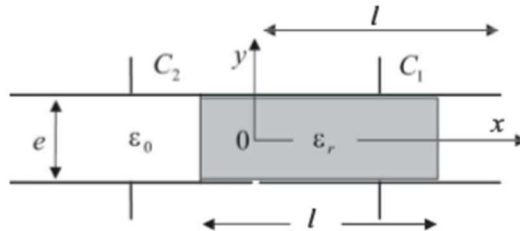


Figure 2.1-Condensateur à diélectrique glissant

1. Le noyau étant à sa position initiale, centré en $x = 0$, déterminer l'expression des capacités $C_1(x = 0) = C_2(x = 0)$ que l'on notera C_0 (on négligera pour cela les effets de bords et le couplage possible entre les deux condensateurs). On donne $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$, $\epsilon_r = 3$, $e = 1 \text{ mm}$ et $A = 6 \text{ cm}^2$.
2. Le noyau est déplacé de x de sa position d'origine, déterminer les expressions de $C_1(x)$ et $C_2(x)$. Les écrire sous la forme $C_1(x) = C_0 + \Delta C_1(x)$ et $C_2(x) = C_0 + \Delta C_2(x)$ en précisant les expressions de $\Delta C_1(x)$ et de $\Delta C_2(x)$ en fonction de C_0 , x , l et ϵ_r .
3. Les deux condensateurs sont montés dans un circuit en pont selon le schéma de la figure 2.2. Exprimer la tension différentielle de mesure V_{mes} mes en fonction de x , l , ϵ_r et V_g .

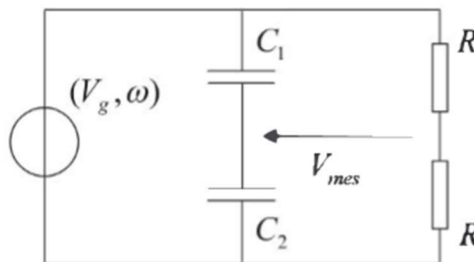


Figure 2.2- Montage du capteur

4. En déduire la sensibilité S de la mesure. On donne : $l = 2 \text{ cm}$ et $V_g = 10 \text{ V}$
5. Quelles sont les valeurs de l'étendue de mesure E , M , et de l'excursion de V_{mes} ?

Exercice 2 : Capteur à condensateur d'épaisseur variable

Soit un capteur de déplacement (représenté figure 8.1) constitué par un condensateur plan dont l'épaisseur x varie de Δx autour de son épaisseur au repos $e = 1 \text{ mm}$. La surface des armatures de ce condensateur est S . On suppose que le milieu dans lequel se trouve le capteur est l'air assimilé au vide de permittivité électrique ϵ_0 .

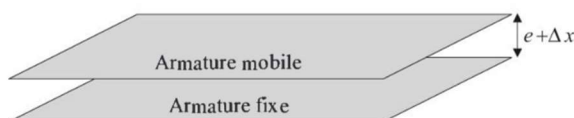
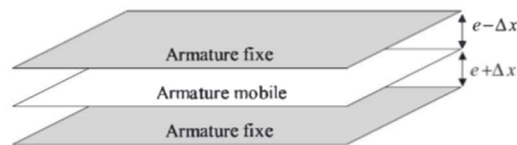


Figure 8.1 - Schéma de principe du capteur

1. Donner l'expression de $Z_c(x)$ en régime permanent sinusoïdal à la pulsation ω . E_6
2. Le capteur est monté en série avec un condensateur réglable, d'impédance Z , dont la valeur sera fixée à celle du capteur au repos, c'est-à-dire pour $\Delta x = 0$. Le dipôle ainsi constitué est

alimenté à la pulsation ω , par un générateur de tension de fem sinusoïdale d'amplitude V_g et d'impédance interne nulle. Donner l'expression de la tension de mesure V_{mes} prise aux bornes de $Z_c(x)$ en fonction de Δx , e et V_g .

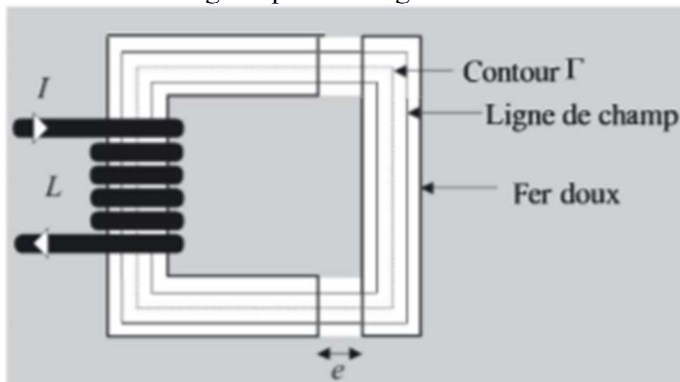
3. En considérant un fonctionnement en petits signaux tel que $\Delta X \ll e$, donner l'approximation linéaire $V_{mes,lin}$ de V_{mes} . Donner l'expression de $\Delta V_{mes,fin}$, variation de la tension de mesure par rapport à sa valeur au repos.
4. Quelle est la sensibilité réduite s_r de la mesure ?
5. Conclure quant au dimensionnement du capteur pour avoir une bonne sensibilité et en déduire le domaine d'application de ce type de capteur de déplacement.
6. On alimente le capteur par une source de courant parfaite, sinusoïdale, d'amplitude I_g et de pulsation ω . Donner les expressions de la tension de mesure V_{mes} prise aux bornes du capteur et de sa variation ΔV_{mes} par rapport à sa valeur à la position de repos.
7. On utilise maintenant le même principe de capteur mais en fonctionnement push-pull comme schématisé figure 8.2.



8. L'ensemble est alimenté à la pulsation ω , par une source de tension sinusoïdale d'amplitude V_9 et d'impédance interne nulle. Donner l'expression de la tension de mesure V_{mes} prise aux bornes de $Z_c(x)$, puis de sa variation ΔV_{mes} . Quelle est la sensibilité réduite s_r de la mesure ?

Exercice 3 : Capteur inductif à réluctance variable

Soit le circuit magnétique de la figure suivante.



Le corps du circuit magnétique est réalisé en fer doux feuilleté. On suppose que les lignes de champ sont parfaitement guidées par le circuit magnétique et que l'entrefer e est suffisamment petit (on néglige les lignes de champ pouvant fuir dans la région symbolisée en gris sur la figure).

9. Donner l'expression de la circulation du champ magnétique \vec{H} sur la fibre moyenne, contour moyen Γ , sachant que la bobine possède N spires et que l'intensité du courant la parcourant est I .
10. Sachant que l'induction magnétique \vec{B} est à flux conservatif, que la section S du circuit magnétique est supposée constante, donner les relations liant l'induction magnétique \vec{B} aux champs dans l'air, \vec{H}_{air} et dans le fer doux, \vec{H}_{fer} . On notera μ_0 la perméabilité magnétique de l'air (assimilé au vide) et $\mu = \mu_r \mu_0$ celle du fer doux.
11. Donner l'expression du flux d'induction magnétique au travers de la bobine, puis l'exprimer en fonction de l'inductance propre L de la bobine.
12. En appelant L la longueur du contour Γ dans le fer doux, donner l'expression de l'inductance L .

13. Si on alimente la bobine par un courant sinusoïdal de pulsation ω , quelle est l'expression de son impédance $Z(e)$? Que conclure quant au capteur de position ainsi réalisé (e pouvant varier)?

II. Montage push-pull

14. Deux capteurs du même type que le précédent sont montés en push-pull comme le schématisent les figures ci-dessous. En position de repos, les distances des pièces en U à la pièce mobile sont égales à e_0 .

