

Partie n°1 : Effet d'un mauvais appariement sur un pont à quatre capteurs résistifs

Exercice n°1.

On considère le pont de la figure 15.1 où les quatre résistances sont des jauges d'extensomètre à trame pelliculaire collée sur une structure porteuse.

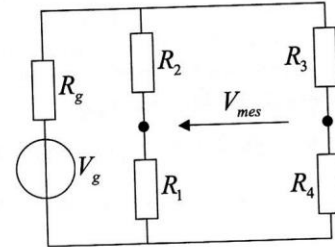


Figure 15.1 Montage en pont

1 / Donner l'expression de V_{mes} en fonction de V_g , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 . On supposera que la résistance interne de la source de tension est totalement négligeable.

2 / En l'absence de déformation de la structure sur laquelle les jauges sont collées, les quatre jauges présentent une résistance $R_0 = 120 \Omega$. Calculer dans ce cas les valeurs, notées V_{mes0} , de la tension de mesure.

3 / Selon la façon dont elles sont collées sur la structure, chaque jauge enregistre une déformation $\pm \epsilon$ lorsque la structure porteuse est soumise à une contrainte. Donner l'expression de R_1 , R_2 , R_3 et R_4 en fonction de R_0 et de ΔR , variation des résistances R_i par rapport à la valeur de référence R_0 provoquée par les déformations $\pm \epsilon$. On note K le facteur de Jauge.

Rappel :

e) Cas n°3 : Montage Pont entier avec 4 capteurs en push-pull

Chaque branche du pont est un capteur résistif soumis au mesurande, les résistances des capteurs placés dans deux branches contiguës varient d'une quantité égale mais en sens contraire

$$\Delta R_2 = -\Delta R_1 = \Delta R_3 = -\Delta R_4 = \Delta R_c.$$

4 / En déduire l'expression de l'évolution de ΔV_{mes} de V_{mes} par rapport à V_{mes0} due aux déformations.

5 / On change une des jauges défectueuses, ce sera R_4 (les autres étant inchangées). Malheureusement, celle-ci présente une résistance au repos non plus égale à R_0 mais à R_0+r , son facteur de jauge restant égal à K .

Donner la nouvelle valeur de la tension de mesure (au repos) que l'on notera u_0 . Pour alléger l'écriture, on pose $r = \alpha \cdot R_0$.

6 / La structure porteuse subit de nouveau une contrainte entraînant une déformation des jauges. En posant $k = K \cdot \epsilon$, calculer la nouvelle expression noté V'_{mes} en fonction de k , α et V_g .

7 / Le résultat peut se mettre sous la forme de la somme de l'expression de la tension V_{mes} de la question

4, de u_0 et d'un troisième terme, noté $A = \frac{k \cdot \alpha}{2} \frac{k \cdot (2 + \alpha) - \alpha}{(2 + \alpha) \cdot (2 + \alpha \cdot (1 - k))} \cdot V_g$ fonction de k , α et V_g .

α et k étant faibles, donner l'expression approchée a de A.

8 / Calculer l'erreur relative $\delta V = V'_{mes} - V_{mes}$ commise sur la mesure.

9 / Identifier les deux termes constituant l'erreur précédente. Pour $r = 10^{-2} \cdot R_0$, $V_g = 5V$, et $\Delta R = 10^{-3} \cdot R$, calculer numériquement les trois termes de V'_{mes} et conclure quant à la corrélation à apporter.

Partie n°2 : Capteur inductif à reluctance variable

Exercice n°2.

I/ Etude du capteur

Soit le circuit magnétique de la figure 10.1. 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 pour fuir dans la région symbolisée en gris sur la figure 10.1).

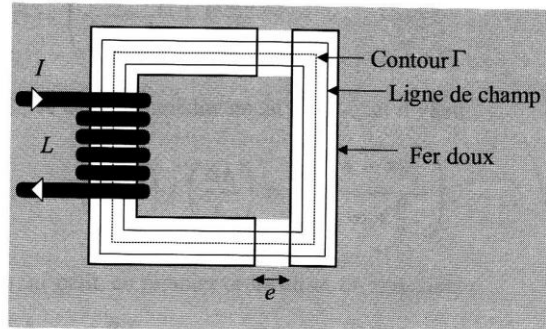


Figure 10.1 Schéma de principe du capteur

- 1 / 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 .
- 2 / 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 $\mu = \mu_r \cdot \mu_0$ celle du fer doux.
- 3 / 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.
- 4 / En appelant l la longueur du contour Γ dans le fer doux, donner l'expression de l'inductance L .
- 5 / Si on alimente la bobine par un courant sinusoïdal de pulsation ω , quelle est l'expression de son impédance $Z(e)$? Conclure quant au capteur de position ainsi réalisé (e pouvant varier) ?

II/ Montage Push-Pull

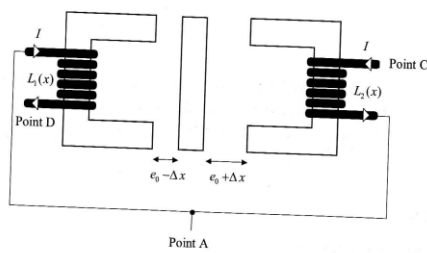


Figure 10.2 Fonctionnement en mode push-pull

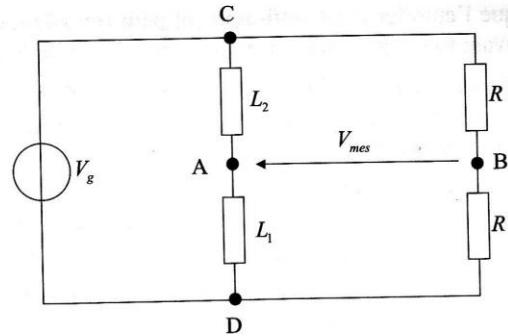


Figure 10.3 Conditionnement

1 / Deux capteurs du même type que le précédent sont montés en push-pull comme le schématisent les figures 10.2 et 10.3. En position de repos, les distances des pièces en U à la pièce mobile sont égales à e_0 . Donner l'expression de la tension de mesure en fonction de V_g , Z_1 et Z_2 puis V_g , L_1 et L_2

2 / Montrer que le pont est équilibré pour $\Delta x = 0$.

3 / Calculer la variation ΔV_{mes} de la tension de mesure pour $\Delta x \neq 0$ par rapport à sa valeur pour $\Delta x = 0$.

4 / Calculer la sensibilité S_{mes} du système de mesure. On donne $l = 6 \text{ cm}$, $e_0 = 2 \text{ mm}$, $V_g = 10 \text{ V}$, $\mu_r = 400$.

5 / La perméabilité relative μ_r n'est pas constante mais dépend de la fréquence f du champ magnétique.

En première approximation on peut considérer que l'on a : $\mu_r = \mu_{r0} \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}$ où μ_{r0} est la

perméabilité relative statique et f_c la fréquence de coupure. Calculer la fréquence maximale, f_{max} , de l'alimentation pour que la sensibilité globale reste supérieure à $S_{min} = 1,5 \text{ mV} / \mu\text{m}$. On donne $f_c = 500 \text{ Hz}$.