DDM 4 BTS IfI

Session 1995

PHYSIQUE APPLIQUEE

Durée : 3 H

Coefficient : 2

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à la circulaire n° 86-228 du 28 juillet 1986.
La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

I - CHAINE D'ACQUISITION D'UNE MESURE DE DEFORMATION

La chaîne d'acquisition représentée figure 1 comporte de gauche à droite : un pont de jauges, un amplificateur et un convertisseur analogique numérique avec échantillonneur-bloqueur intégré.
On se propose d'en étudier divers aspects.

La jauge P est une jauge semi-conductrice dopée p.
Sa longueur est ℓ, sa résistance est R_J quand elle est active et R_0 au repos.

$$R_J = R_0 + \Delta R \qquad\qquad R_0 = 1,00 k\Omega$$

Elle est collée sur un corps d'épreuve métallique. Ses variations relatives de résistances sont liées aux variations relatives de longueur ε par la relation :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = K.\varepsilon \qquad\qquad \text{avec} \quad \varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

Le facteur de jauge est constant : $K = 40$.

Les variations relatives de longueur sont limitées : $0 \leq \varepsilon \leq 5.10^{-3}$

La jauge N est une jauge semi-conductrice dopée n. Ses caractéristiques sont identiques à celles de la jauge P à l'exception du facteur de jauge : $K' = -K = -40$.
Lorsqu'elle n'est pas active, sa résistance est R_0.
Lorsqu'elle est active, elle subit les mêmes contraintes que la jauge P.

$$R'_J = R_0 + \Delta R' \qquad\qquad \frac{\Delta R'}{R_0} = K'.\varepsilon$$

Les autres résistances du pont sont identiques à $R_0 = 1,00 k\Omega$.

La tension d'alimentation a pour valeur $E = 5,00\text{V}$

La résistance d'entrée R_E de l'amplificateur est supposée infinie.
Son amplification vaut : $A = 10$

1.1 <u>Etude d'une jauge</u>.

Les deux jauges sont au repos.
- La puissance maximale que peut dissiper une jauge au repos est $P_{max} = 0,10\text{W}$. Calculer la valeur maximale E_{max} que l'on peut attribuer à la tension continue E.

1.2 Tension de déséquilibre du pont à une seule jauge active.

Seule la jauge P est active. La jauge N reste au repos.

Etablir la relation : $$v_M = \frac{E}{4}.\frac{\Delta R}{R_0}.\frac{1}{1+\frac{\Delta R}{2R_0}}$$

1.3 Caractéristique de transfert du pont à une seule jauge active.

Seule la jauge P est active. La jauge N reste au repos.
- Exprimer la tension de déséquilibre v_M en fonction de la déformation relative ε.
- Calculer v_M. pour $\varepsilon = 4.10^{-3}$.
- Montrer que si ε tend vers zéro, v_M peut se mettre sous la forme :

$$v_M = C.E.\varepsilon$$

où C est une constante que l'on déterminera.

- Calculer, à l'aide de cette expression linéaire, la valeur approchée de v_M. pour $\varepsilon = 4.10^{-3}$.
- Calculer l'écart relatif entre la valeur réelle et la valeur approchée.

1.4 Pont à deux jauges actives

Les deux jauges sont actives pour toute la suite du problème.
- Montrer que v_M. peut se mettre sous la forme :

$$v_M = C'.E.\varepsilon$$

où C' est une constante que l'on déterminera.

- Calculer la valeur de v_M. pour $\varepsilon = 4.10^{-3}$.

Pour la suite du problème, on admettra la relation : $v_M = C'.E.\varepsilon$
On prendra pour C' la valeur $C' = 25$. *(ce n'est pas la réponse attendue pour* C' *à la question précédente).*

1.5 Influence d'une perturbation de la tension *E* sur v_M.

Les deux jauges sont actives.
La déformation du corps d'épreuve est constante, ε ne varie pas.
La tension d'alimentation subit une variation ΔE, qui entraîne une variation Δv_M de la tension v_M.
E et v_M deviennent respectivement :

$E' = E + \Delta E$ $\qquad$ $v'_M = v_M + \Delta v_M$

- Exprimer v'_M en fonction de $C', E, \Delta E$ et ε.

Application numérique :

- Calculer v'_M pour $\varepsilon = 4.10^{-3}$ et $\Delta E = 0{,}05$ V.
- Calculer la déformation ε ' qui aurait abouti à la même tension v'_M (*E* étant constante).

1.6 Le convertisseur analogique numérique (CAN)

On rappelle que : $v = A v_M$
La résistance d'entrée du convertisseur analogique numérique est infinie.
Le nombre *N* disponible à la sortie est donné par la relation :

$$N = v.\frac{2^n}{V_{ref}}$$

où n est le nombre de bits (n=12) et V_{ref} la tension de référence du convertisseur. *N* est arrondi par défaut.
- Etablir la relation liant *N* et ε. Quel est l'intérêt d'assurer (en utilisant la même source), l'égalité entre la tension E d'alimentation du pont et la tension de référence V_{ref} du CAN ? (Il peut être utile de relire le texte de la question précédente avant de répondre).

- Calculer N en base 10 pour $\varepsilon = 4.10^{-3}$ lorsque la condition $V_{ref} = E$ est réalisée.
- Déterminer la résolution r du dispositif, c'est à dire la plus petite variation décelable de ε.

1.7 Aspect dynamique

La durée complète d'un cycle de conversion est $T = 20\mu s$. Le corps d'épreuve est animé de vibrations parfaitement sinusoïdales.
- Quelle est la fréquence maximale des vibrations que le système peut enregistrer correctement ? pourquoi ?

II - CALCUL DE LA TRANSMITTANCE D'UN MOTEUR

Le moteur est un moteur à courant continu à aimants permanents.
La résistance du moteur est R et son inductance L.
Les pertes autres que les pertes par effet Joule sont négligées.
On rappelle que :

* la f.é.m. E est proportionnelle à la vitesse angulaire Ω : $E = k\Omega$

* le moment du couple électromagnétique T_{em} est proportionnel à l'intensité : $T_{em} = kI$

* le moment du couple électromagnétique T_{em} et le moment du couple résistant T_r sont liés par la relation :

$T_{em} - T_r = J\dfrac{d\Omega}{dt}$ où J est le moment d'inertie de la partie tournante.

Pour cette étude T_r est une constante positive.

1) Représenter le schéma électrique équivalent au moteur, en déduire une équation différentielle liant $U(t)$, $I(t)$ et $\Omega(t)$.

2) Etablir une équation différentielle liant $T_r, I(t)$ et $\Omega(t)$.

3) L'étude se limite aux variations autour d'un point de repos. Les équations différentielles établies ci-dessus restent valables pour ces variations.
Les transformées de Laplace des variations des fonctions $U(t)$, $I(t)$ et $\Omega(t)$ autour de leurs points de repos sont respectivement $U(p)$, $I(p)$ et $\Omega(p)$. Les variations de T_r étant nulles, sa transformée est nulle.
Pour $t < 0$ les variations des fonctions $U(t)$, $I(t)$ et $\Omega(t)$ sont nulles.
- A l'aide des équations différentielles et des transformées de Laplace ci-dessus, établir deux relations liant $U(p)$, $I(p)$ et $\Omega(p)$.

- Montrer que la transmittance du moteur, définie par : $M(p) = \dfrac{I(p)}{U(p)}$

peut s'écrire sous la forme : $M(p) = \dfrac{1}{R}.\dfrac{\tau_m p}{1 + \tau_m p + \tau_m \tau_E p^2}$

4) Exprimer la constante de temps mécanique τ_m et la constante de temps électrique τ_E en fonction de R, L, J et k.

On donne : $R = 5,0\Omega$ $J = 4,0.10^{-5}\,kg.m^2$ $\tau_m = 20ms$ $\tau_E = 1,0ms$

5) Calculer L et k.

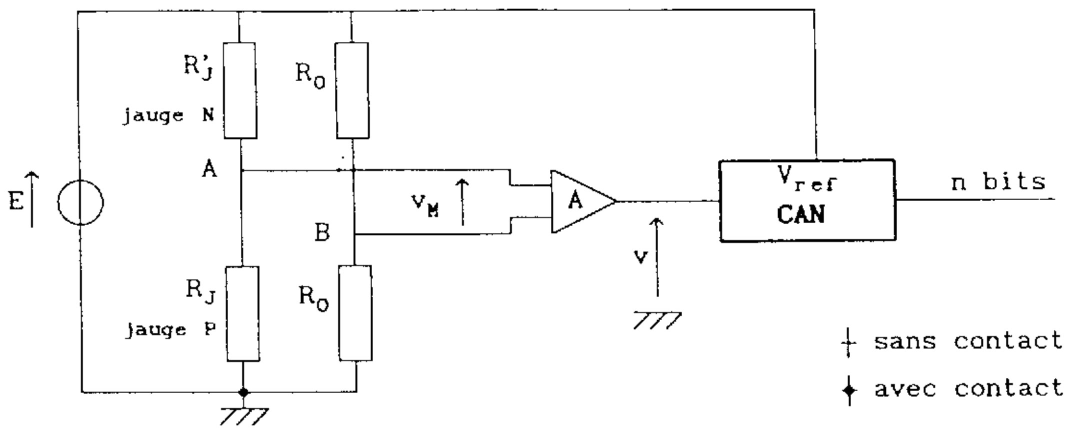
R'J
jauge N
R0
A
B
E
vM
A
v
Vref
CAN
n bits
RJ
jauge P
R0
sans contact
avec contact

figure 1