CORRIGE EPREUVE BANQUE PT I – A

Partie A : Etude de capteurs inductifs

A-I Inductance d'une bobine

1) Il faut a >> R pour pouvoir négliger les effets de bord.

2) Le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde est uniforme et vaut

$$\vec{B}_\infty = \mu_o.n.i.\vec{u}_z = \mu_o.\frac{N}{a}.i.\vec{u}_z$$

3) Le flux magnétique qui traverse le solénoïde vaut $\Phi = N.\iint_{spire} \vec{B}.d\vec{S} = N.\mu_o.n.i.\pi.R^2$

D'après la définition de l'inductance $\Phi = L.i$ d'où $L = \mu_o.\frac{N^2}{a}.\pi.R^2$

4) La densité volumique d'énergie magnétique vaut $e_m = \frac{dE_m}{d\tau} = \frac{B_\infty{}^2}{2.\mu_o}$

L' énergie magnétique contenue dans la bobine $E_m = \iiint \frac{B_\infty^2}{2.\mu_o}.d\tau = \frac{B_\infty^2}{2.\mu_o}.a.\pi.R^2$

D'autre part , $E_m = \frac{1}{2}.L.i^2$ d'où le résultat de la question 3 $L = \mu_o.\frac{N^2}{a}.\pi.R^2$

5)a) L'élément de courant de longueur dz : $d\vec{C} = \vec{J}_s.dS = i.n.dz.d\vec{l}$

avec dS = dl dz



d'où $\vec{J}_s = i.n.\vec{u}_\theta$

b) $\vec{B}_\infty = \mu_o.J_s.\vec{u}_z$

c) La relation de passage entre deux milieux : $\vec{B}_2 - \vec{B}_1 = \mu_o.\vec{i}_s \wedge \vec{n}_{1\to 2}$

ce qui s'écrit dans notre cas : $\vec{0} - \vec{B}_\infty = \mu_o.\vec{J}_S \wedge \vec{u}_r = \mu_o.i.n.\vec{u}_\theta \wedge \vec{u}_r = -\mu_o.n.i.\vec{u}_z$ vérifié

A-II. Capteur inductif simple

$$L = K.\frac{N^2.S}{2.Y} = K.\frac{N^2.S}{2.(Y_o + \Delta Y)} = K.\frac{N^2.S}{2.Y_o.(1+\varepsilon)}$$ d'où $\boxed{L = \frac{L_o}{1+\varepsilon}}$

A-III. Capteur inductif double

1) $\boxed{L = \frac{L_o}{1+\varepsilon}}$ $\boxed{L' = \frac{L_o}{1-\varepsilon}}$

2) Erreur d'énoncé u = A. ($\Delta L' + \Delta L)$

$$u = A.(L - L') = A.L_o.(\frac{1}{1+\varepsilon} - \frac{1}{1-\varepsilon})$$

3)

a) ε petit $u = A.L_o.(1-\varepsilon-(1+\varepsilon))$ d'où $u = -2.A.L_o.\varepsilon$

b) On développe au troisième ordre $u = -A.L_o.2.(\varepsilon + \varepsilon^3)$

Le premier terme négligé est du troisième ordre : $-2.A.L_o.\varepsilon^3$

c) La sensibilité $\boxed{\sigma = \left|\frac{u}{\Delta Y}\right| = \frac{A.K.N^2.S}{Y_o^2}}$

A-IV. Pont de Wheastone

1) L'application du théorème de Thévenin donne :

- $\underline{E_{TH}} = U_{em}.(\frac{\underline{Z_4}}{\underline{Z_1}+\underline{Z_4}} - \frac{\underline{Z_3}}{\underline{Z_2}+\underline{Z_3}}) = U_{em}.\frac{(\underline{Z_4}.\underline{Z_2} - \underline{Z_3}.\underline{Z_1})}{(\underline{Z_1}+\underline{Z_4}).(\underline{Z_2}+\underline{Z_3})}$
- $\underline{Z_{TH}} = \frac{\underline{Z_1}.\underline{Z_4}}{\underline{Z_1}+\underline{Z_4}} + \frac{\underline{Z_2}.\underline{Z_3}}{\underline{Z_2}+\underline{Z_3}}$

2)a) $\underline{I_m} = \frac{\underline{E_{TH}}}{\underline{Z_u}+\underline{Z_{TH}}} = U_{em}.\frac{(\underline{Z_4}.\underline{Z_2} - \underline{Z_3}.\underline{Z_1})}{\underline{Z_u}(\underline{Z_1}+\underline{Z_4}).(\underline{Z_2}+\underline{Z_3}) + \underline{Z_1}\underline{Z_4}.(\underline{Z_2}+\underline{Z_3}) + (\underline{Z_1}+\underline{Z_4}).\underline{Z_2}\underline{Z_3}}$

b) Le pont est équilibré si $\boxed{\underline{Z_4}.\underline{Z_2} = \underline{Z_3}.\underline{Z_1}}$

A-V. Conditionneur du capteur double

1) $\underline{Z_1} = j.L.w;\ \underline{Z_4} = j.L'.w;\ \underline{Z_2} = \underline{Z_3} = R$;

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.(L+L').(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L.L'.w}{L+L'})}$$ d'où INCORPORER Equation.3

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.(L+L').(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L.L'.w}{L+L'})}$$ INCORPORER Equation.3 $A = \frac{R}{2} + R_u$ et

$A = \frac{R}{2} + R_u$

INCORPORER Equation.3 2)a) INCORPORER Equation.3

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.L_o.(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L_o.w}{2})} = 10^9.\frac{U_{em}.(L'-L)}{2.10^{-3}.(10^9+j.0.5)}$$

INCORPORER Equation.3

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.L_o.(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L_o.w}{2})} = 10^9.\frac{U_{em}.(L'-L)}{2.10^{-3}.(10^9+j.0.5)}$$

b) INCORPORER Equation.3

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.L_o.(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L_o.w}{2})} = 10^9.\frac{U_{em}.(L'-L)}{2.10^{-3}.(10^9+j.0.5)}$$

INCORPORER

$$\underline{U_m} = R_u.\underline{I_m} = \frac{R_u.U_{em}.(L'-L)}{2.L_o.(\frac{R}{2}+R_u+j.\frac{L_o.w}{2})} = 10^9.\frac{U_{em}.(L'-L)}{2.10^{-3}.(10^9+j.0.5)}$$

Equation.3 En remplaçant les expressions de L et L' et en supposant (petit : INCORPORER Equation.3

L'équation horaire de u : INCORPORER Equation.3

Partie B : Etude d'un ralentisseur électromagnétique

1)
Le champ électromoteur motionnel INCORPORER Equation.3 d'où
INCORPORER Equation.3

2) INCORPORER Equation.3 INCORPORER Equation.3 Les lignes de courant sont parallèles à INCORPORER Equation.3 .
INCORPORER Equation.3
Par définition , l'intensité électrique s'écrit : INCORPORER Equation.3

Si on change (en (+ (, r restant inchangé , INCORPORER Equation.3 est changé en - INCORPORER Equation.3 . Les contributions s'annulent deux à deux.
D'où INCORPORER Equation.3

4)
La résultante des forces qui s'exerce sur le cylindre : INCORPORER Equation.3
Le moment résultant en O : INCORPORER Equation.3
INCORPORER Equation.3
Il s'agit d'un couple de moment INCORPORER Equation.3

Le courant induit qui est créé a pour effet de s'opposer à la cause qui lui a donné naissance (loi de Lenz).

La puissance dissipée par effet Joule dans le cylindre :
INCORPORER Equation.3 INCORPORER Equation.3
INCORPORER Equation.3

La puissance du couple INCORPORER Equation.3
On trouve P = P' ce qui exprime la conservation de l'énergie.

Le théorème du moment cinétique projeté sur l'axe (:
INCORPORER Equation.3
Equation différentielle qui s'intègre en : INCORPORER Equation.3

C'est un freinage proportionnel à w donc efficace à grande vitesse.

Partie C : Interféromètre de Michelson

1)

Par application du théorème de Thalés : INCORPORER Equation.3
Intérêt : élargir le faisceau.

2)

a) Les deux faisceaux présentent une différence de marche géométrique de INCORPORER Equation.3

donc une différence de phase INCORPORER Equation.3 constante pour e fixé donc l'éclairement est uniforme et vaut INCORPORER Equation.3

b) (varie sinusoïdalement en fonction de e donc il est impossible de repérer la position e = 0.
Par contre , si on utilise de la lumière blanche les minima ne vont tous coïncider que e = 0.

On utilise une source étendue sous incidence quasi-normale. Les franges sont localisées au voisinage des miroirs.

La différence de marche géométrique vaut alors : INCORPORER Equation.3 et l'interfrange INCORPORER Equation.3

4)
INCORPORER Equation.3 avec INCORPORER Equation.3
soit encore INCORPORER Equation.3
INCORPORER Equation.3 et INCORPORER Equation.3

On a toujours INCORPORER Equation.3
La différence de marche INCORPORER Equation.3

Les lieux d'égal éclairement vérifient (= constante donc r = constante. Ce sont des anneaux localisés au voisinage de M'2.

c)Au centre des anneaux r = 0 et INCORPORER Equation.3
L'ordre d'interférence au centre INCORPORER Equation.3

Au premier anneau brillant (k= 1) correspond l'ordre d'interférence INCORPORER Equation.3
Pour le k-ième anneau brillant correspond l'ordre d'interférence INCORPORER Equation.3
D'où INCORPORER Equation.3

d) Pour un miroir convexe (schéma précédent) , la différence de marche s'écrit : INCORPORER Equation.3
Pour un miroir concave , la différence de marche va s'écrire :

Au centre (r = 0) , on obtient le même ordre d'interférence INCORPORER Equation.3
Pour le premier anneau brillant :
Dans le cas du miroir convexe , le premier anneau brillant est de rayon R1 , et son ordre d'interférence vérifie INCORPORER Equation.3
Dans le cas du miroir concave , le premier anneau brillant est de rayon R'1 et son ordre d'interférence vérifie INCORPORER Equation.3
On en déduit INCORPORER Equation.3 et INCORPORER Equation.3
Quand eo diminue, po diminue , R'1 diminue et R1 augmente.
Conclusion : Quand M2 se déplace vers la séparatrice :
Dans le cas du miroir concave , les anneaux se déplacent vers le centre et dans le cas contraire , ils se déplacent vers l'extérieur.

5)
On observe les franges d'égale épaisseur du coin d'air (avec e proche de 0) . On diminue l'angle INCORPORER Equation.3 en augmentant l'interfrange i. On observe le contact optique quand l'éclairement est quasi-uniforme.
C'est le lieu de localisation du défaut.