Corrigé du BTS Info. Indus. 2003 (Physique Appliquée)

LECTEUR LASER

I- ÉTUDE DU RÉCEPTEUR OPTIQUE

I.1. $v_1 = -R_1\, i_1 = -R_1\, \sigma\, e_1 \Rightarrow v_1 = \beta\, e_1$ avec $\beta = -R_1\, \sigma$.
On a démontre de la même façon que : $v_2 = \beta\, e_2$.

I.2. Théorème de superposition :

① v_1 "seule" : $v_{\varepsilon 1} = -\dfrac{R_3}{R_2} v_1$ (montage amplificateur inverseur).

② v_2 "seule" : $v_{\varepsilon 2} = \left(\dfrac{R_3 + R_2}{R_2}\right) v^+$ (montage amplificateur non-inverseur)

$$\Rightarrow \ v_{\varepsilon 2} = \left(\frac{R_3 + R_2}{R_2}\right)\left(\frac{R_3}{R_2 + R_3}\right) v_2 = \frac{R_3}{R_2} v_2 \, .$$

③ v_1 et v_2 : $v_\varepsilon = v_{\varepsilon 1} + v_{\varepsilon 2} = \dfrac{R_3}{R_2}(v_2 - v_1) \ \Rightarrow \ v_\varepsilon = \dfrac{R_3}{R_2}\beta(e_2 - e_1)$.

I.3.
① Faisceau laser sur la piste : $e_2 = e_1 \ \Rightarrow \ v_\varepsilon = 0V$.
② Faisceau laser "à droite" : $e_2 > e_1 \ \Rightarrow \ v_\varepsilon < 0V$.
② Faisceau laser "à gauche" : $e_2 < e_1 \ \Rightarrow \ v_\varepsilon > 0V$.

I.4. Le montage **I.** permet de mesurer le centrage du faisceau laser par rapport à la piste.

II- MODÉLISATION DU MOTEUR RADIAL

II.1. $v_s = L\dfrac{di}{dt} \ \Rightarrow \ V_S(p) = Lp\, I(p)$ (dérivation $\Rightarrow$ multiplication par p).

II.2. $m\dfrac{d^2x}{dt^2} + f\dfrac{dx}{dt} + k.x = \lambda i \ \Rightarrow \ mp^2X(p) + fpX(p) + kX(p) = \lambda I(p)$

$\Rightarrow$ ($mp^2 + fp + k$) $X(p) = \lambda I(p)$

$$\Rightarrow \ H(p) = \frac{X(p)}{I(p)} = \frac{\lambda}{mp^2 + fp + k} = \frac{\dfrac{\lambda}{k}}{1 + \dfrac{f}{k}p + \dfrac{m}{k}p^2}$$

$$\Rightarrow \ H(p) = \frac{H_0}{1 + ap + bp^2} \quad \text{avec} \quad H_0 = \frac{\lambda}{k} \ ; \ a = \frac{f}{k} \quad \text{et} \quad b = \frac{m}{k} .$$

II.3. $H_M(p) = \dfrac{X(p)}{V_S(p)} = \dfrac{X(p)}{LpI(p)} \ \Rightarrow \ H_M(p) = \dfrac{1}{Lp} H(p)$.

III- ÉTUDE DE L'ASSERVISSEMENT DU MOTEUR RADIAL

III.1.a Transmittance en boucle fermée : $\dfrac{X(p)}{X_0(p)} = \dfrac{KA(p)H_M(p)}{1 + KA(p)H_M(p)}$

avec $X(p) = KA(p)H_M(p)E(p) \ \Rightarrow \ E(p) = \dfrac{1}{1 + KA(p)H_M(p)} X_0(p)$.

III.1.b $\lim\limits_{t\to\infty} \varepsilon(t) = \lim\limits_{p\to 0} pE(p) = \lim\limits_{p\to 0} p\dfrac{X_0}{p}\dfrac{1}{1 + \dfrac{KAH_{M0}}{p(1 + ap + bp^2)}} = 0$

L'erreur statique est nulle donc le système asservi est parfaitement précis.

III.2. On mesure sur le diagramme de Bode (pour G = 0db, Phi = -160°) une marge de phase $M\varphi$ = -160 -(-180) = 20°.
Cette marge est **insuffisante**. Il faudrait avoir au moins $M\varphi$ = 45° pour une bonne stabilité.

IV- ÉTUDE DE LA COMMANDE DU MOTEUR

IV.1.a $U_{moyen} + U_0 = \alpha.2U_0 \ \Rightarrow \ U_{moyen} = (2\alpha - 1)U_0$.

IV.1.b La fréquence du fondamental est $f = f_0 = 1/T_0 = 7{,}65\text{kHz}$.

IV.I.c Le gain en continu est : G_0 = 0dB (amplification A_0 = 1).

Le gain à la fréquence f_0 est : G_1 = -60dB (amplification $A_1 = 10^{\frac{G_1}{20}} = 10^{-3}$).

$U_{Mmoyen} = A_0 U_{moyen} = U_{moyen}$ (le "continu" n'est pas atténué)

$\hat{U}_{M1} = A_1\hat{U}_1 = 10^{-3}\hat{U}_1$ (le fondamental est fortement atténué).

IV.2.a Le "continu" n'est pas atténué (A_0 = 1).
Le fondamental est fortement atténué (divisé par 1000).
On peut donc considérer que le signal u_M (t) est continu, de valeur U_{moyen} = 3V avec une ondulation négligeable de 14,1mV ($14{,}1\times10^{-3}$).

IV.2.b On a : $n = 150.U_{moyen} = 150\times3 \ \Rightarrow \ n$ = 450 tr/min.

IV.2.c On a : $2\alpha - 1 = 3/12 \ \Rightarrow \ \alpha = 0{,}625$.

IV.2.d Si $\alpha < 0{,}5$ alors $U_{moyen} < 0$ et le moteur peut tourner dans l'autre sens.

V- ÉTUDE DE LA RESTITUTION DES INFORMATIONS

V.1. Théorème de Shannon : $F_E \geq 2f_{max} \ \Rightarrow \ F_E \geq 40\text{kHz}$.

V.2. Quantum : $Q = \dfrac{V_{max} - V_{min}}{2^n - 1} = \dfrac{10}{2^{16} - 1} \approx 150\mu V$ et $T_R = T_E = \dfrac{1}{F_E} \approx 22{,}5\mu s$.

V.3. Il faut utiliser un filtre passe-bas d'ordre élevé et de fréquence de coupure f_C = 20kHz pour éviter le "recouvrement du spectre".