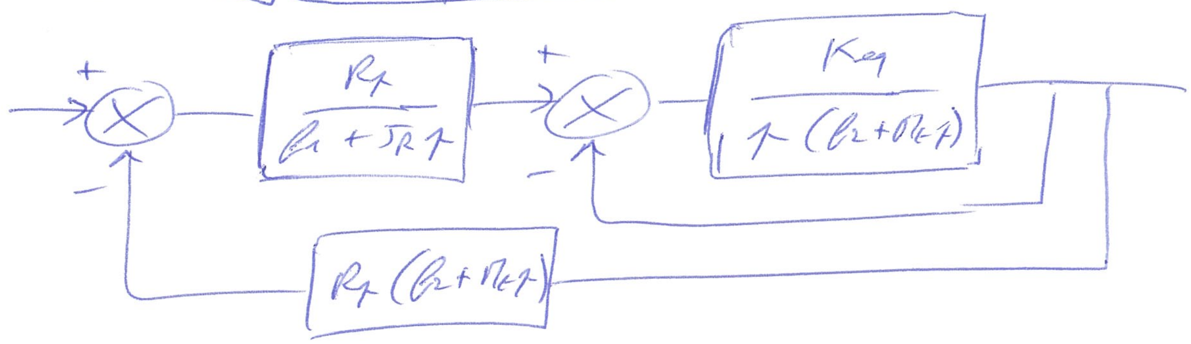
1

Festo

Correction du DS de SI, MP, mars 25
Manipulateur FESTO, Mines MP 2020

Q12



$$H_1 = \frac{K_{eq}}{p(f_2 + M_t \cdot p) + K_{eq}}$$

$$H = \frac{R_p K_{eq}}{(f_1 + J_R p)\left[p(f_2 + M_t p) + K_{eq}\right] + R_p K_{eq} R_p (f_2 + M_t p)}$$

$$H = \frac{R_p K_{eq}}{(R_p^2 K_{eq} f_2 + f_1 . K_{eq}) + p(f_1 f_2 + J_R K_{eq} + R_p^2 K_{eq} M_t) \dots}$$

$$\dots \cancel{p^2(J_R f_2)} + \cancel{p^3(J_R M_t p)} + p^2(f_1 M_t + J_R f_2) + p^3(J_R M_t)$$

Q13 pôles : $p_1 = -20$; $p_2 = -117 \pm 350j$

p_1 est un pôle dominant par rapport à p_2.

Q14 K_{eq} élevé $\Rightarrow$

$$H = \frac{R_p K_{eq}}{\cancel{f_1 K_{eq}} + p K_{eq}(J_R + R_p^2 M_t) + K_{eq}(R_p^2 f_2 + f_1)}$$

$$H = \frac{R_p \cancel{K_{eq}}}{p(J_R + R_p^2 M_t) + R_p^2 f_2 + f_1}$$

$\hookrightarrow$ Indépendant de K_{eq}

(2)

Q15 $K_{pos} = \frac{2000}{2\pi} = \frac{1000}{\pi}$ pt.rad^{-1}

Q16 $K_a = \frac{K_{pos}}{R_p} = \frac{1000}{5\pi} = \frac{200}{\pi}$ pt.mm^{-1}

Q17 $\Delta x = R_p \Delta\theta = 5 \times \frac{2\pi}{2000} = \frac{\pi}{200} = 0{,}016$ mm

Q18 Avec $C_R = 1$; $FTBF = \frac{K_m K_{vit}}{1 + \tau_m p + K_m K_{vit}} = \frac{\frac{K_m K_{vit}}{1+K_m K_{vit}}}{1 + \frac{\tau_m}{1+K_m K_{vit}} p}$

Avec une entrée échelon unitaire, $\varepsilon(\infty) = \frac{K_m K_{vit}}{1 + K_m K_{vit}} \neq 0$

Q19 Avec correcteur PI, on apporte une intégration dans la BO $\Rightarrow \varepsilon(\infty) = 0$

Q20 On veut $t_{5\%} \leq 0{,}03$ s $\Rightarrow$ Il faut $K_{cor} \geq 2$ (réponse temporelle donnée).

Q21 ~~FTBO~~ Bode de la FTBO donne :

Asymptotes :
- Cassures pour $\omega = 200$
- GdB pente -20 puis -40
- Phase -90 puis -180

$H_{BO} = \frac{K_{BO}}{p\left(1 + \frac{p}{200}\right)}$; 1er asymptote $H_{BO} = \frac{K_{BO}}{p}$

Pour $\omega = 10$; $G_{dB} = 40 = 20 \log \frac{K_{BO}}{10}$

$\Rightarrow K_{BO} = 1000$

$$H_{BF} = \frac{1000}{p\left(1 + \frac{p}{200}\right) + 1000} = \frac{1}{\frac{p^2}{200\,000} + \frac{p}{1000} + 1}$$

$\omega_m = \sqrt{200\,000} = 447$

$K_{BF} = 1$; $\frac{2z}{\omega_m} = \frac{1}{1000} \Rightarrow z = \frac{\omega_m}{2000} = 0{,}22$

3

Q22 $H_{BF} = \dfrac{1}{\dfrac{p^2}{200\,000\,K_R} + \dfrac{p}{1000\,K_R} + 1}$

$\omega_n = 447\sqrt{K_R}$ $\qquad K_{BF} = 1$

$\dfrac{2z}{\omega_n} = \dfrac{1}{1000\,K_R} \Rightarrow z = \dfrac{447}{2000\sqrt{K_R}}$; $z = 1$

$\Rightarrow K_{cr} = \left(\dfrac{447}{2000}\right)^2 = 0{,}05$

Il faut $K_R < 0{,}05$

Q23 $20\log 0{,}05 = -26$ dB $\Rightarrow$ Il faut translater le gain de -26 dB.

Q24 Dans ce cas $G_{dB} = 0$ pour $\omega = 50$ et $M\varphi = 50°$

$M_G = \infty$

Q25 Le gain de la FTBF $= 1 \Rightarrow \varepsilon(\infty) = 0$ (entrée échelon)

Suffisamment stable et pas de dépassement ($z = 1$)

Q2 $R_p\,\Delta\theta_1 = \Delta l_{x1} + \Delta l_{y1}$ $\qquad \Delta\theta_1 > 0$, on gagne en longueur

$R_p\,\Delta\theta_2 = -\Delta l_{x2} - \Delta l_{y2}$ $\qquad \Delta\theta_2 > 0$, on perd en longueur

Q3 $\Delta l_{x1} + \Delta l_{x3} = 0$; $\Delta l_{y1} + \Delta l_{y2} = 0$; $\Delta l_{x1} = \Delta l_{x2}$; $\Delta l_{x3} = \Delta l_{x4}$

Q4 $R_p(\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2) = -2\Delta l_{y2} \Rightarrow \Delta l_{y2} = -\dfrac{R_p(\Delta\theta_1 + \Delta\theta_2)}{2}$

$R_p(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2) = 2\Delta l_{x2} \Rightarrow \Delta l_{x2} = +\dfrac{R_p(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2)}{2}$

Q5 $R_p\,\Delta\theta_1 = -\Delta l_{y2} + \Delta l_{x2} \Rightarrow \Delta\theta_1 = \dfrac{\Delta l_{x2} - \Delta l_{y2}}{R_p}$

$R_p\,\Delta\theta_2 = -\Delta l_{y2} - \Delta l_{x2} \Rightarrow \Delta\theta_2 = \dfrac{-(\Delta l_{x2} + \Delta l_{y2})}{R_p}$

Q6 Déplacement longitudinal $\Delta l_{x2} > 0$ et $\Delta l_{y2} = 0$

$\Rightarrow \Delta\theta_1 > 0$ et $\Delta\theta_2 < 0$

(4) Q26 $\overline{\overline{I}}(G_5,5) = \begin{pmatrix} A_5 & & \\ & A_5 & \\ & & C_5 \end{pmatrix}_{G_5}$ dans la base B_5

Q27 $\vec{\delta}(G_5, 5/0) = \vec{0}$, G_5 centre de gravité + ω_z = cte

$\vec{\delta}(O_2, 5/0) = \vec{\delta}(G_5, 5/0) + \overrightarrow{O_2G_5} \wedge m_5 \, \vec{a}(G_5, 5/0)$

$= \vec{0} + (x_5 \vec{x} + z_5 \vec{z}) \wedge m_5 (\dot{v}_x \vec{x} + \dot{v}_z \vec{z})$

$= m_5 (z_5 \dot{v}_x - x_5 \dot{v}_z) \vec{y}$

Q28 On isole (3+4+5), TMD en O_2 sur $\vec{y}$

$\vec{\delta}(O_2, 3/0) = \vec{\delta}(G_3, 3/0) + \overrightarrow{O_2G_3} \wedge m_3 \, \vec{a}(G_3, 3/0)$

$= \vec{0} + (x_3 \vec{x} + z_3 \vec{z}) \wedge m_3 \dot{v} \vec{x} = m_3 z_3 \dot{v}_x \vec{y}$

$\vec{\delta}(O_2, 4/0) = \vec{\delta}(G_4, 4/0) + \overrightarrow{O_2G_4} \wedge m_4 \, \vec{a}(G_4, 4/0)$

$= \vec{0} + (x_4 \vec{x} + z_4 \vec{z}) \wedge m_4 (\dot{v}_x \vec{x} + \dot{v}_z \vec{z})$

$= m_4 (z_4 \dot{v}_x - x_4 \dot{v}_z) \vec{y}$

TMD $\Rightarrow \vec{y} \cdot \vec{\delta}(O_2, 3+4+5/0) = C_{32} - m_3 g x_3 - m_4 g x_4 - m_5 g x_5$

$\Rightarrow C_{32} =$

Q29 Sur la figure $\rightarrow |C_{32}|_{max} = 2$ Nm pour $\left| \begin{array}{l} \dot{v}_x = -10 \\ \dot{v}_z = 10 \end{array} \right.$

Q30 On isole (3+4+5), TRD sur $\vec{z}$; $M = m_3 + m_4 + m_5$

$M \dfrac{dv_z}{dt} = Z_{32} - Mg \Rightarrow Z_{32} = M\left(g + \dfrac{dv_z}{dt}\right) = 20$ N

Facteur de charge : $f_v = \dfrac{Z_{32}}{Z_{32\,max}} + \dfrac{C_{32}}{C_{32\,max}} = \dfrac{20}{100} + \dfrac{2}{67} = 0{,}23$

< 1