Correction DM de SI, MP, mars 22, Micromanipulateur Mines MP 16.

Q1 Point fixe $\Rightarrow$ 1 seul "trou" dans le patient.

Q2 On isole $(1+2+3+5)$, TMD sur $(O, \vec{z_1})$

On isole $(2+3+5)$, TMD sur $(O, \vec{z_2})$

On isole $(3+5)$, TMD sur $(O, \vec{z_3})$

On isole (5), TRD sur $(O, \vec{z_3})$

Q3 On isole $(1+2+3+5)$, TMS sur $(O, \vec{z_1})$

$$\vec{M}_{pes}(O) = \vec{M}_{pes}(G) + \vec{OG} \wedge \vec{P} = \vec{0} + l\,\vec{z_2} \wedge (-Mg\,\vec{z_0})$$

$$\vec{C}_{m_{01}} = C_{m_{01}}\,\vec{z_1}$$

$$\vec{M}_{pes}(O)\cdot\vec{z_1} = -Mg\,l\,(\vec{z_2} \wedge \vec{z_0})\cdot\vec{z_1} = \dots$$

$$\vec{z_2} = -\sin\alpha_2\,\vec{y_1} + \cos\alpha_2\,\vec{z_1}$$

$$\vec{z_0} = \cos\alpha_1\,\vec{z_1} + \sin\alpha_1\,\vec{y_0'}$$

$$\vec{y_0'} = \sin\theta_1\,\vec{x_1} + \cos\theta_1\,\vec{y_1}$$

$$\vec{z_0} = \sin\alpha_1 \sin\theta_1\,\vec{x_1} + \sin\alpha_1\cos\theta_1\,\vec{y_1} + \cos\alpha_1\,\vec{z_1}$$

$$\text{TMS} \Rightarrow C_{m_{01}} + Mgl\sin\alpha_2\sin\alpha_1\sin\theta_1 = 0$$

$$\Rightarrow C_{m_{01}} = \dots = -0{,}4 \text{ Nm}$$

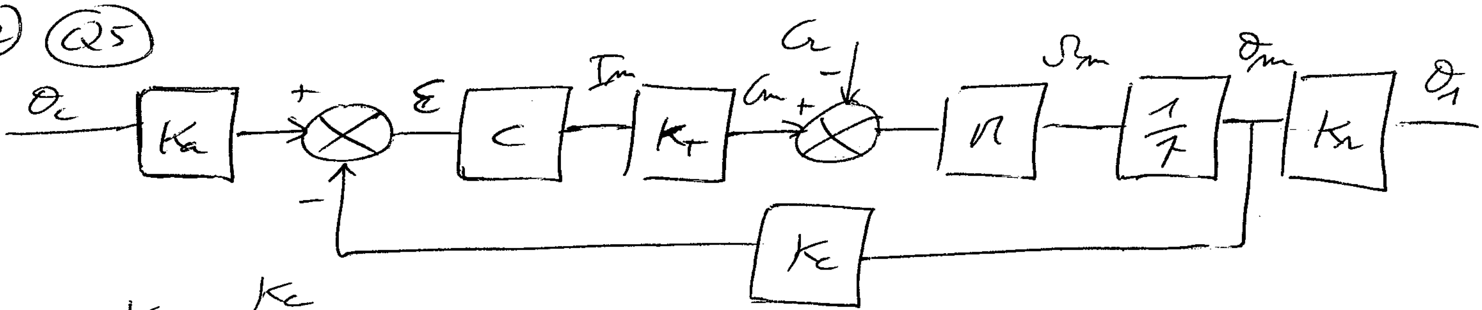
Q4 Le bdd donne : $k = \frac{1}{66}$ et $C_{m_{max}} = 0{,}016$ Nm

$$C_m = \frac{C_{m_{01}}}{66} = 0{,}006 \text{ Nm} < 0{,}016 \text{ Nm}$$

C_m : Couple moteur calculé

$C_{m_{max}}$: Couple moteur maxi

(2) Q5



$$K_a = \frac{K_c}{K_r}$$

Q6 Perturbations : pesanteur + effort patient.

Q7 Codeur : $360 \rightarrow 2048$ inc ; $\Delta\theta_m \rightarrow 1$ inc $\Big)$ $\Delta\theta_m = \frac{360}{2048}$

Reducteur $\theta_1 = \frac{\theta_m}{66} \Rightarrow \Delta\theta_1 = \frac{360}{66 \times 2048} = 0{,}0027 < 0{,}01°$

Q8 $v = R_g\,\omega_1 = R_g\,\frac{R_i}{R_e}\,\omega_2 = R_g\,\frac{R_i}{R_e}\,r\,\omega_m$

r : rapport de reduction
ω_1 : rotation des 6 poulies
ω_2 : rotation de la poulie R_i

Q9 $E_c = \frac{1}{2}\left(m_c v^2 + 6 I_g \omega_1^2 + 2 I_p \omega_1^2 + I_e\omega_1^2 + I_i \omega_2^2 + I_r \omega_2^2 + I_m \omega_m^2\right)$

$$E_c = \frac{1}{2}\left[m_c\left(R_g\frac{R_i}{R_e}r\right)^2 + (6 I_g + 2 I_p + I_e)\left(\frac{R_i}{R_e}r\right)^2 + (I_i + I_r)r^2 + I_m\right]\omega_m^2$$

$$E_c = \frac{1}{2}\,I_{eq}\,\omega_m^2$$

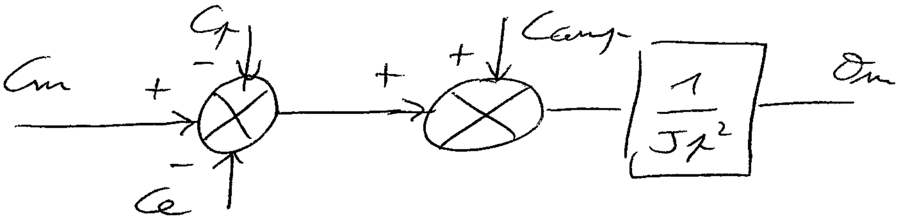
Q10 $P_{pes} = -m_c\,g\,v$; $P_{ressort} = -k\,z\,v$; $P_{mot} = C_m\,\omega_m$

Q11
TEC $\Rightarrow I_{eq}\,\dot\omega_m\,\omega_m = C_m\,\omega_m - m_c\,g\left(R_g\frac{R_i}{R_e}r\,\omega_m\right) - k\,z\,v$

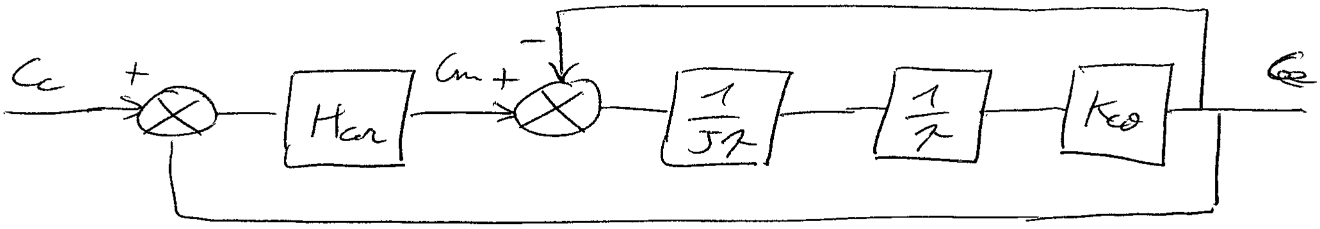
$$I_{eq}\,\dot\omega_m = C_m - \underbrace{m_c\,g\,R_g\frac{R_i}{R_e}r}_{C_p} - \underbrace{k\left(R_g\frac{R_i}{R_e}r\right)^2\theta_m}_{C_e}$$

3

Q12



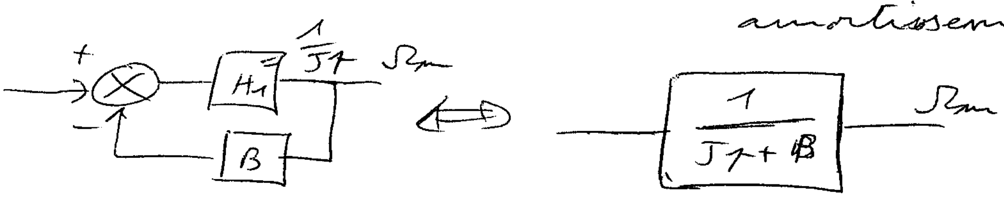
Q13



Q14 $\frac{C_e}{C_m} = \frac{K_{co}}{Jp^2 + K_{co}}$; $\frac{C_e}{C_c} = \frac{K_{co}}{Jp^2 + 2K_{co}}$ ($H_{cor} = 1$)

2ème ordre avec $z = 0$ $\Rightarrow$ oscillation sans amortissement.

Q15



$$G(p) = \frac{C_e}{C_m} = \frac{K_{co}}{(Jp + B)p + K_{co}} = \frac{1}{\frac{J}{K_{co}}p^2 + \frac{B}{K_{co}}p + 1}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_{co}}{J}} \; ; \; \frac{2z}{\omega_n} = \frac{B}{K_{co}} \Rightarrow z = \frac{B}{2\sqrt{J K_{co}}}$$

$$z = 1 \Rightarrow B = 2\sqrt{J . K_{co}}$$

$$G(p) = \frac{1}{\frac{J}{K_{co}}p^2 + \frac{2\sqrt{J}}{\sqrt{K_{co}}}p + 1} = \frac{1}{\left(1 + \sqrt{\frac{J}{K_{co}}} \cdot p\right)^2} \; ; \; \tau = \sqrt{\frac{J}{K_{co}}}$$

Q17 $\varepsilon(\infty) = 0$, on a une intégration dans la FTBO.

Q18 $T_i = \tau \Rightarrow FTBO(p) = \frac{K_i}{\cancel{T_i} p (1 + \tau . p)}$

Q19 Bode donné avec $K_i = 1$

Pour avoir $M\varphi = 70°$, il faut $20 \log K_i = -8 \Rightarrow K_i = 0,4$

Abaque 1 $\Rightarrow M\varphi = 70° \Rightarrow z = 0,8$ et $D\%$ faible $< 15\%$

$3\% < 15\%$.

$\xi = 0,8 \Rightarrow t_{5\%} \cdot \omega_0 = 3,5 \Rightarrow t_{5\%} = \dfrac{3,5}{\omega_0}$

<u>Bode de la FTBF</u>, avec $K = 0,5$ on a $\omega_0 = 30$

$\Rightarrow t_{5\%} = \dfrac{3,5}{30} = 0,12\,s$.

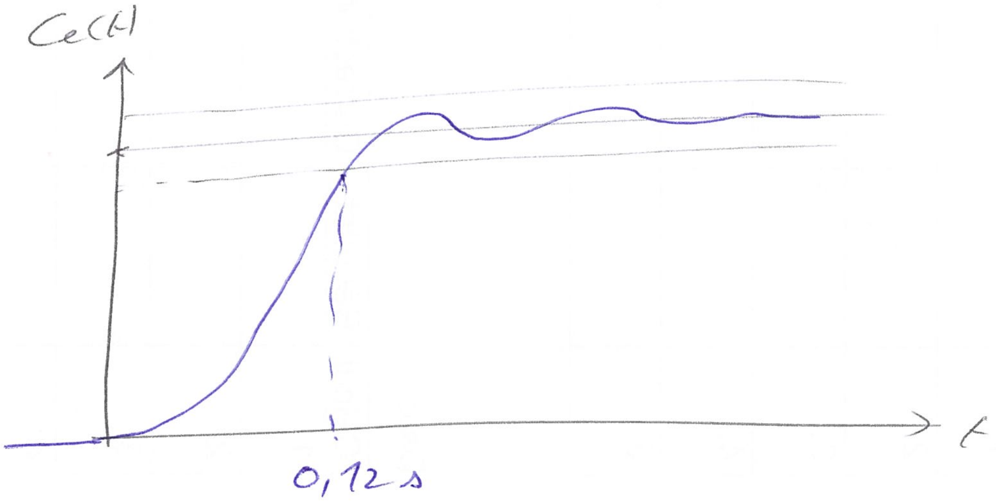
Q20 <u>Performances</u> : $M_G = \infty$

$M_\varphi = 70°$

$D\% = 2\%$

$t_{5\%} = 0,12\,s$

$\varepsilon(\infty) = 0$



Q21 Variation d'effort 0,3 N < 0,5 N

Position de période 4 s $\Rightarrow$ 0,25 Hz

On ne trace pas la position désirée car c'est un asservissement en <u>effort</u>.

Q22 En fait le mouvement de l'abdomen doit être pris en compte.