

Manipulateurs Esb

Q1 • P_2 arrêtée
 P_1 tourne de $\Delta\theta_1 > 0$ $\rightarrow$ La distance $\widehat{DA}$ augmente.

On a directement:

$$(1) \quad \Delta l_{x1} + \Delta l_{y1} = R_p \cdot \Delta\theta_1$$

• P_1 arrêtée
 P_2 tourne de $\Delta\theta_2 > 0$ $\rightarrow$ La distance $\widehat{LI}$ diminue.

On a directement:

$$(2) \quad \Delta l_{x2} + \Delta l_{y2} = -R_p \cdot \Delta\theta_2$$

$$Q2 \quad \Delta l_{x1} + \Delta l_{x3} = 0$$

$$\Delta l_{y1} + \Delta l_{y2} = 0$$

$$\Delta l_{x1} = \Delta l_{x2}$$

$$\Delta l_{x3} = \Delta l_{x4}$$

$$Q3 \quad (1) + (2) \quad \text{Donne} \quad \overbrace{\Delta l_{x1} + \Delta l_{x2}}^{\Delta l_{x2}} + \cancel{\Delta l_{y1} + \Delta l_{y2}} = R_p \cdot (\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2)$$

Donc $\Delta l_{x2} = \frac{R_p}{2} \cdot (\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2)$

$$(2) - (1) \text{ donne } \cancel{\Delta l_{x2}} + \Delta l_{y2} - \cancel{\Delta l_{x1}} - \underbrace{\Delta l_{y1}}_{\Delta l_{y2}} = -R_p \cdot (\Delta \theta_1 + \Delta \theta_2)$$

$$\text{Donc } \Delta l_{y2} = -\frac{R_p}{2} \cdot (\Delta \theta_1 + \Delta \theta_2)$$

$$Q4 \quad \triangleright \quad \Delta l_{x2} + \Delta l_{y2} = -R_p \cdot \Delta \theta_2$$

$$\text{donc } \Delta \theta_2 = -\frac{\Delta l_{x2} + \Delta l_{y2}}{R_p}$$

$$\triangleright \quad \Delta l_{x2} - \Delta l_{y2} = R_p \cdot \Delta \theta_1$$

$$\text{donc } \Delta \theta_1 = \frac{\Delta l_{x2} - \Delta l_{y2}}{R_p}$$

$$Q5 \quad \Delta l_{x2} > 0 \quad \text{et} \quad \Delta l_{y2} = 0 \quad \text{donc}$$

$$\Delta \theta_2 = -\frac{\Delta l_{x2}}{R_p} < 0 : \text{rotation sens horaire}$$

$$\text{et } \Delta \theta_1 = \frac{\Delta l_{x2}}{R_p} > 0 : \text{rotation sens trigo}$$

$$Q6 \quad J_c = R_p \cdot \omega_m : \quad \xrightarrow{\Omega_m(p)} \boxed{R_p} \rightarrow V_c(p)$$

Q7

Je sais que la force de rappel du ressort

s'écrit :

$$F_{\text{courroie} \rightarrow E} = - k_{eq} \cdot (dx - dc) = t_c$$

Vérif : $t_c = 0$ si $dc = dx$
 $t_c < 0$ si $dc < dx$

$$= - k_{eq} \cdot \int_0^t (v_x(t') - v_c(t')) \cdot dt'$$

$$\text{Donc } T_c(p) = - \frac{k_{eq}}{p} \cdot [v_x(p) - v_c(p)]$$

$$T_c(p) = \boxed{\frac{k_{eq}}{p}} \cdot [v_c(p) - v_x(p)]$$

$= B_4$

Q8 J'isole E soumis aux actions mécaniques extérieures :

- courroie $\rightarrow E$
- pds $\rightarrow E$
- 0 $\rightarrow E$ X

J'écris le th. des résultantes en projection sur $\vec{n}$:

$$\underbrace{\vec{R}_{\text{courroie} \rightarrow E} \cdot \vec{n}}_{t_c} + \underbrace{\vec{R}_{\text{pds} \rightarrow E} \cdot \vec{n}}_0 + \underbrace{\vec{R}_{0 \rightarrow E} \cdot \vec{n}}_{-f_z \cdot v_x} = \underbrace{\vec{R}_{dE/0}}_{\Pi_t \cdot v_x}$$

Donc : $t_c = M_t \cdot \dot{v}_x + f_z \cdot v_x$

Et dans le domaine de Laplace :

$$T_c(p) = (f_z + M_t \cdot p) \cdot v_x(p)$$

Donc : $\frac{v_x(p)}{T_c(p)} = \frac{1}{f_z + M_t \cdot p}$

$= B_5$

Q9 J'isole maintenant $\{PM, R\pi\}$ soumis aux actions néca. extérieures :

- poids $\rightarrow \{PM, R\pi\}$
- stator $\rightarrow R\pi$
- courroie $\rightarrow PM$
- 0 $\rightarrow PM$

J'écris le th. des moments en D et en project° sur $\vec{z}$:

$$\begin{aligned} \vec{M}_{D, \text{pds} \rightarrow \{PM, R\pi\}} \cdot \vec{z} &+ \overbrace{\vec{M}_{D, \text{stator} \rightarrow R\pi} \cdot \vec{z}}^{C_m} + \vec{M}_{D, \text{courroie} \rightarrow PM} \cdot \vec{z} + \underbrace{\vec{M}_{D, 0 \rightarrow PM} \cdot \vec{z}}_{-f_1 \cdot \omega_m} \\ &= 0 \text{ car } \vec{R}_{pds \rightarrow \{PM, R\pi\}} = \dots \cdot \vec{z} \\ &= \underbrace{\vec{S}_{D, \{PM, R\pi\}} \cdot \vec{z}}_{\int R \cdot \omega_m} \end{aligned}$$

Et $\vec{M}_{D, \text{courroie} \rightarrow PM} \cdot \vec{z} = \cancel{\vec{M}_{P, \text{courroie} \rightarrow PM} \cdot \vec{z}} + (\vec{DP} \wedge (-t_c \cdot \vec{z})) \cdot \vec{z}$

$= -R_p \cdot t_c$

On a donc: $C_m - R_p \cdot t_c - f_1 \cdot \omega_m = J_R \cdot \ddot{\omega}_m$

Dans le domaine de Laplace:

$$C_m(p) - R_p \cdot T_c(p) = (f_1 + J_R \cdot p) \cdot \Delta \omega_m(p)$$

Donc:

$$\Delta \omega_m(p) = \frac{1}{f_1 + J_R \cdot p} \cdot (C_m(p) - \underbrace{R_p}_{=B_3} \cdot T_c(p))$$

$= B_1$

Q. 10

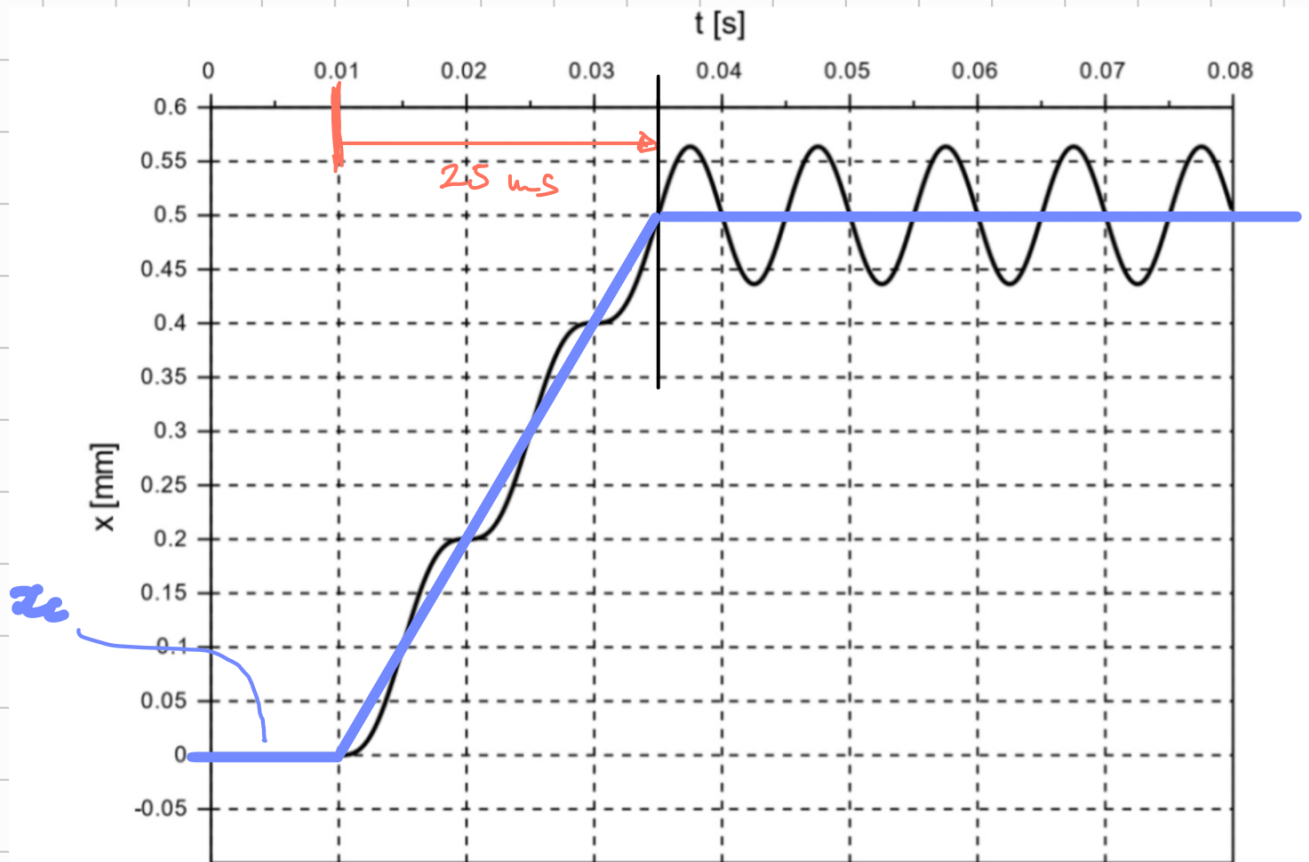


Figure 9 : déplacement (mm) de l'ensemble E après une rampe de position de 0,1 rad d'une durée de 25 ms et retardée de 0,01 s, appliquée à la poulie motrice

Et on sait que $x_c = R_p \cdot \theta_m$ donc $\underbrace{\Delta x_c}_{0,5 \text{ mm}} = R_p \cdot \underbrace{\Delta \theta_m}_{0,1 \text{ rad}}$

On en déduit donc $R_p \approx 5 \text{ mm}$.

Q11 Les oscillations liées à l'élasticité de la courroie pourrait influencer la stabilité de l'asservissement.

Q12 On a:

$$\frac{V_n(p)}{\Omega_m(p)} = R_p \cdot \frac{\frac{K_{eq}}{p} \cdot \frac{1}{f_z + \pi t \cdot p}}{1 + \frac{K_{eq}}{p} \cdot \frac{1}{f_z + \pi t \cdot p}}$$

$$= \frac{R_p K_{eq}}{K_{eq} + f_z \cdot p + \pi t \cdot p^2}$$

$$\frac{V_n(p)}{\Omega_m(p)} = \frac{R_p}{1 + \frac{f_z}{K_{eq}} \cdot p + \frac{\pi t}{K_{eq}} \cdot p^2}$$

J'identifie : $\omega_0 = \sqrt{\frac{K_{eq}}{\pi t}}$ et $\xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_z}{K_{eq}} \cdot \sqrt{\frac{K_{eq}}{\pi t}}$

$$\xi = \frac{1}{2} \cdot \frac{f_z}{\sqrt{\pi t \cdot K_{eq}}}$$

Je remarque qu'il n'y a quasi-aucune atténuation donc $\xi \approx 0$.

Je propose donc $f_z \approx 0$.

Je relève la pseudo-période $T \approx 0,01 \text{ s}$ et je sais que,

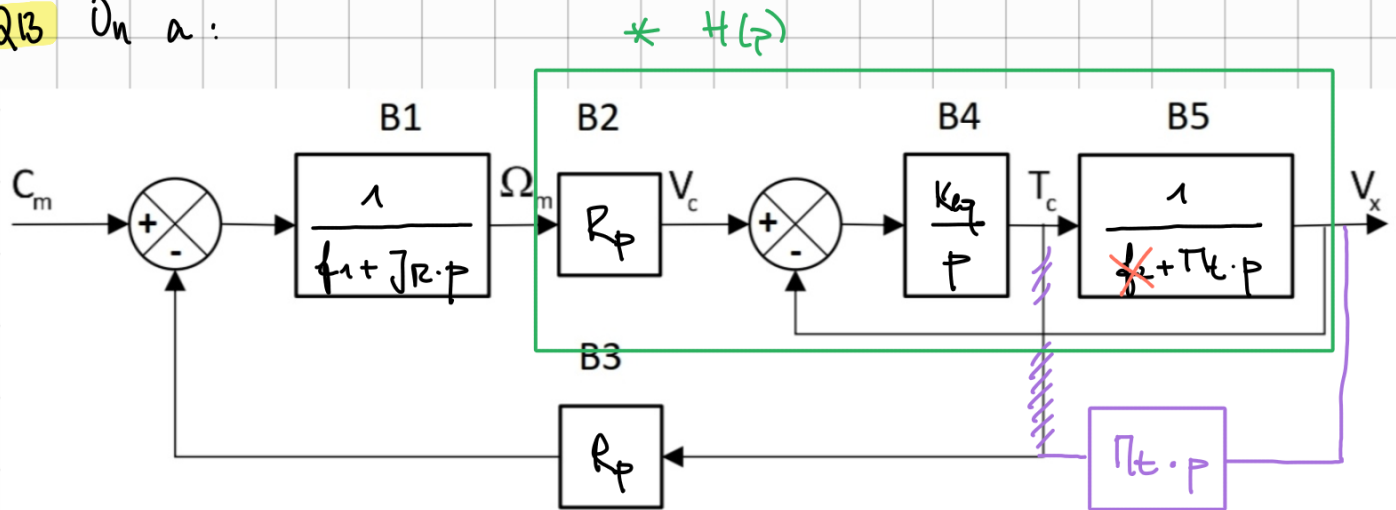
si $\xi = 0$:

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot \pi}{T} \quad \text{donc} \quad \sqrt{\frac{K_{eq}}{M_t}} = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

$$\text{donc} \quad K_{eq} = \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} \cdot M_t$$

$$K_{eq} \approx 395 \cdot 10^3 \text{ N/m}$$

Q13 On a :



$$E_t \quad \frac{J_x(p)}{J_{cm}(p)} = \frac{R_p}{1 + \frac{f_2}{K_{eq}} \cdot p + \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^2} = H(p)$$

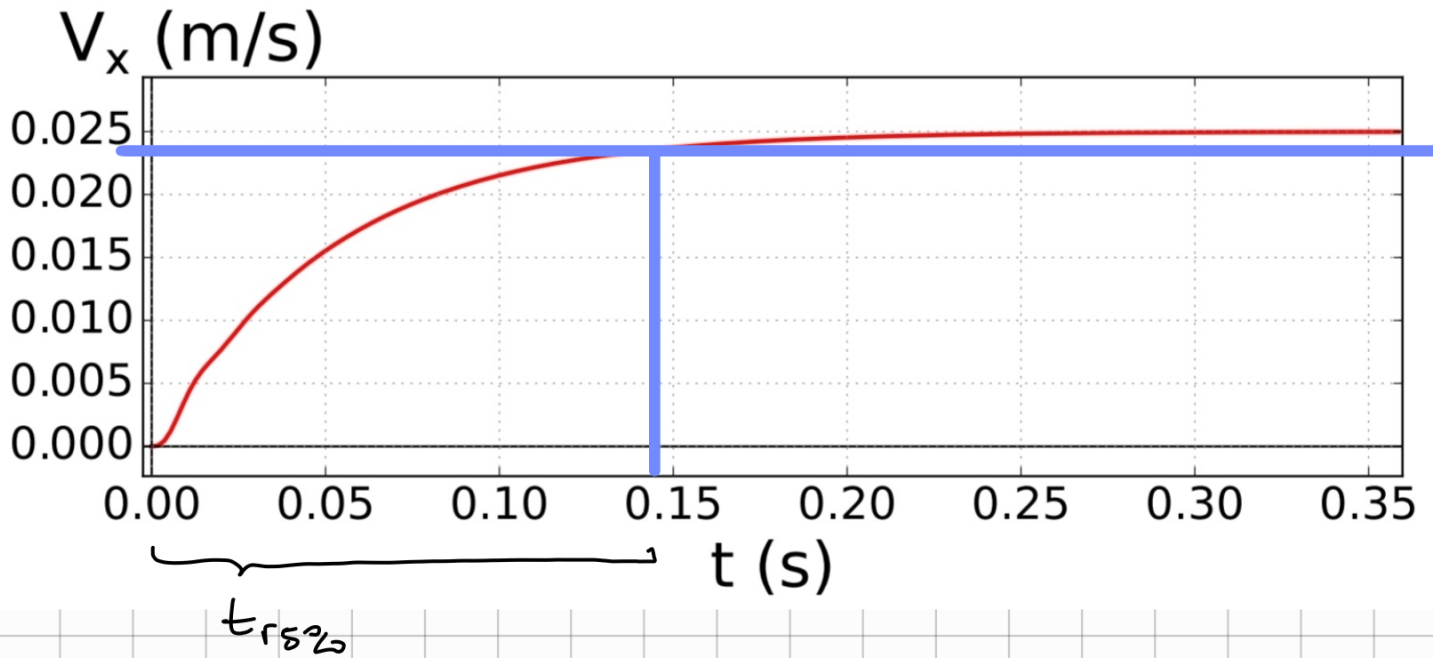
$$\frac{J_x(p)}{C_m(p)} = \frac{\frac{1}{f_1 + J_R \cdot p} \cdot \frac{R_p}{1 + \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^2}}{1 + \frac{1}{f_1 + J_R \cdot p} \cdot \frac{R_p}{1 + \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^2} \cdot R_p \cdot M_t \cdot p}$$

$$= \frac{R_p}{R_p^2 \cdot M_t \cdot p + \underline{f_1} + f_1 \cdot \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^2 + J_R \cdot p + J_R \cdot \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^3}$$

$$\frac{J_x(p)}{C_m(p)} = \frac{\frac{R_p}{f_1}}{1 + \frac{J_R + M_t \cdot R_p^2}{f_1} \cdot p + \frac{M_t}{K_{eq}} \cdot p^2 + \frac{J_R \cdot M_t}{f_1 \cdot K_{eq}} \cdot p^3}$$

Q14 On a donc: $\frac{V_x(p)}{C_m(p)} = \frac{K}{1 + T \cdot p}$

- Je sais que $t_{r50\%} = 3 \cdot T$ et $t_{r50\%} \leq 0,145 \text{ s}$
donc $T \leq 0,048 \text{ s}$



- Je sais que $\lim_{t \rightarrow +\infty} V_x(t) = V_f = K \cdot \underbrace{C_{m0}}_{\substack{\text{échelon de couple} \\ \text{de } 1,7 \text{ N.m}}}$

avec $V_f \approx 0,025 \text{ m/s}$

donc $K = \frac{V_f}{C_{m0}} \leq 0,0147 \text{ (m/s)/(N.m)}$

Finalement, en prenant en compte l'ensemble du mécanisme, il n'est pas nécessaire de prendre en compte l'élasticité de la courroie puisque: $\frac{M_t}{K_{eq}} \approx 0$ et $\frac{T_R \cdot \pi t}{f_1 \cdot K_{eq}} \approx 0$ compte-tenu de

la bonne modélisat^o avec un ordre 1. Cela signifie bien que K_{eq} est très grand (courroie inextensible).