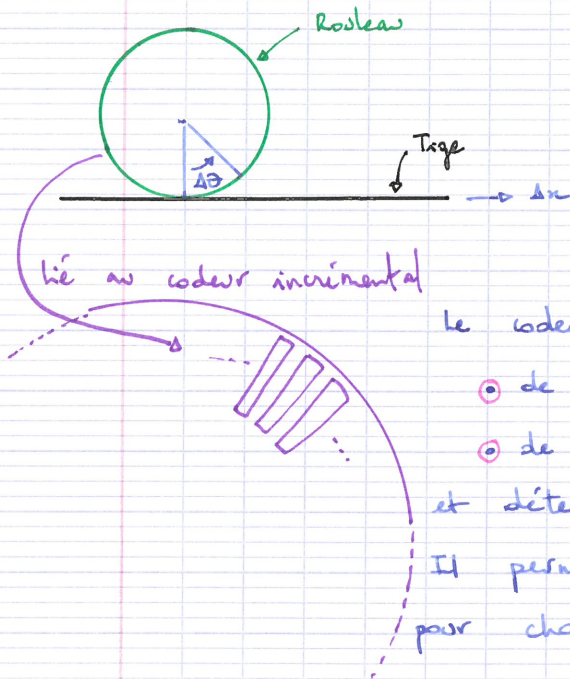


Petits exercices

Résolveur codeur



On sait que $v = \frac{D}{2} \cdot \omega$

↑ vitesse de rotation du rouleau

↑ vitesse d'avance de la tige

On a (par intégration):

$$\Delta x = \frac{D}{2} \cdot \Delta \theta$$

↑ plus petit angle que peut mesurer le capteur

Le codeur est équipé:

- de 512 fentes,
- de deux vis de mesure,

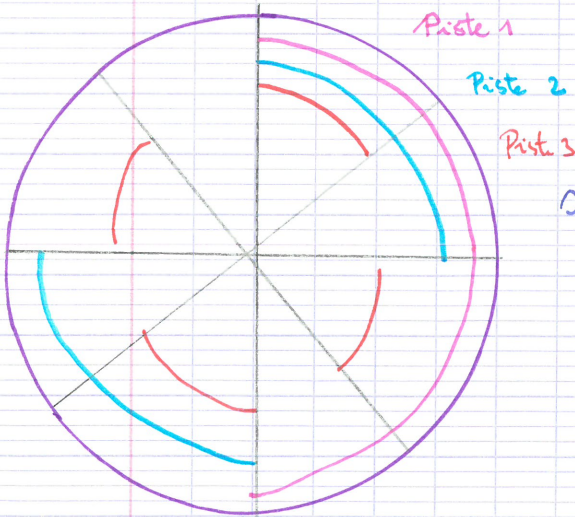
et détecte les fronts montants et descendants.

Il permet donc de mesurer 512 x 2 x 2 informations pour chaque tour. Il a donc une précision de:

$$\Delta \theta = \frac{2 \cdot \pi}{2048} \approx 3,06 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Ce codeur permet donc de mesurer un $\Delta x = 0,15 \text{ mm}$.

Pour un codeur absolu à :



- 1 piste, on a 2 infos/tr
- 2 piste, " " 4 infos/tr
- 3 " , " " 8 " "
- N " , " " 2^N " "

On souhaite la n^{e} précision, il faut donc:

$$2048 = 2^N \text{ d'où } \underline{N = 11 \text{ piste}}$$

Identificateur P_0 de transfert

La réponse à un échelon de température est une tension avec une pente à l'origine non-nulle, une limite finie et sans oscillations.

Je choisis donc d'identifier $H(p)$ à un 1^{er} ordre de telle sorte que:

$$H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$

Je sais que : $\lim_{t \rightarrow +\infty} v(t) = K \cdot \Delta \theta_0$ et $v(3\tau) = 0,95 \cdot K \cdot \Delta \theta_0$

Je mesure : $\lim_{t \rightarrow +\infty} v(t) \approx 3,6 \text{ V}$ et $3\tau \approx 6 \text{ s}$

J'en déduis: $H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$ avec $K = 0,24 \text{ V/0}$
et $\tau \approx 2 \text{ s}$

Rollement sans glissement

La condit de rlt sans glissement en A entre R_{ar} et O s'écrit:

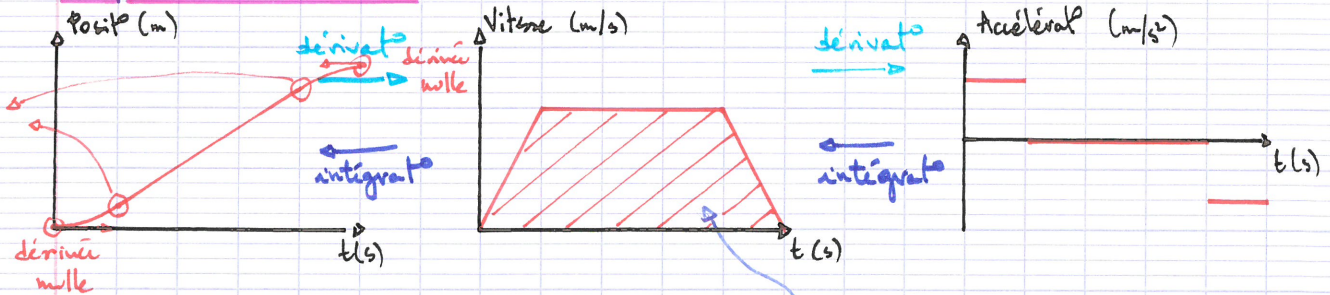
$$\vec{J}_{A \in R_{ar} / O} = \vec{0}$$

$$\text{Or } \vec{J}_{A \in R_{ar} / O} = \vec{J}_{O \in R_{ar} / O} + \vec{A} \wedge \vec{\Omega}_{R_{ar} / O}$$

$$\vec{0} = \underbrace{\vec{J}_{O \in R_{ar} / O}}_{\vec{v} \cdot \vec{x}} + R \cdot \vec{y} \wedge \omega_r \cdot \vec{z}$$

D'où $0 = v + R \cdot \omega_r$ ou $\underline{v = -R \cdot \omega_r}$

Trapèze de vitesse



Je sais que $x(t_f) = \int_{t=0}^{t_f} v(t) \cdot dt$: aire sous la courbe "de vitesse"

$$= 2 \cdot t_a \frac{v_{max}}{2} + t_b \cdot v_{max}$$

D'où $\underline{x(t_f) = v_{max} \cdot (t_a + t_b)}$

Loi entrée-sortie

J'écris la fermeture géométrique:

$$\begin{aligned}\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} &= \vec{0} \Leftrightarrow l_0 \cdot \vec{x}_0 + l_1 \cdot \vec{y}_2 - l_{3x} \cdot \vec{x}_3 - l_{3y} \cdot \vec{y}_3 = \vec{0} \\ \Leftrightarrow &\begin{cases} l_0 - l_{3x} \cos \theta_3 + l_{3y} \sin \theta_3 = 0 \\ 0 + l_1 \cos \theta_2 - l_{3x} \sin \theta_3 - l_{3y} \cos \theta_3 = 0 \end{cases} \\ \Leftrightarrow &\begin{cases} l_1 \sin \theta_2 = l_0 - l_{3x} \cos \theta_3 + l_{3y} \sin \theta_3 \\ l_1 \cos \theta_2 = l_{3x} \sin \theta_3 + l_{3y} \cos \theta_3 \end{cases}\end{aligned}$$

On a donc:

$$l^2 = (l_0 - l_{3x} \cos \theta_3 + l_{3y} \sin \theta_3)^2 + (l_{3x} \sin \theta_3 + l_{3y} \cos \theta_3)^2$$

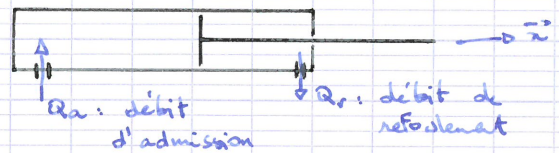
Transmission de puissance

Sortie de tige:

$$\vec{F}_{\text{fluide-tige}} = p_{av} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \vec{x}$$

$$Q_a = \sqrt{p_{av} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$

$$Q_r = \sqrt{p_{av} \cdot \pi \cdot \left(\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right)}$$

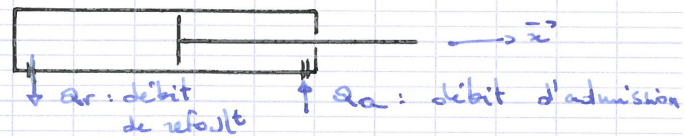


Entrée de tige:

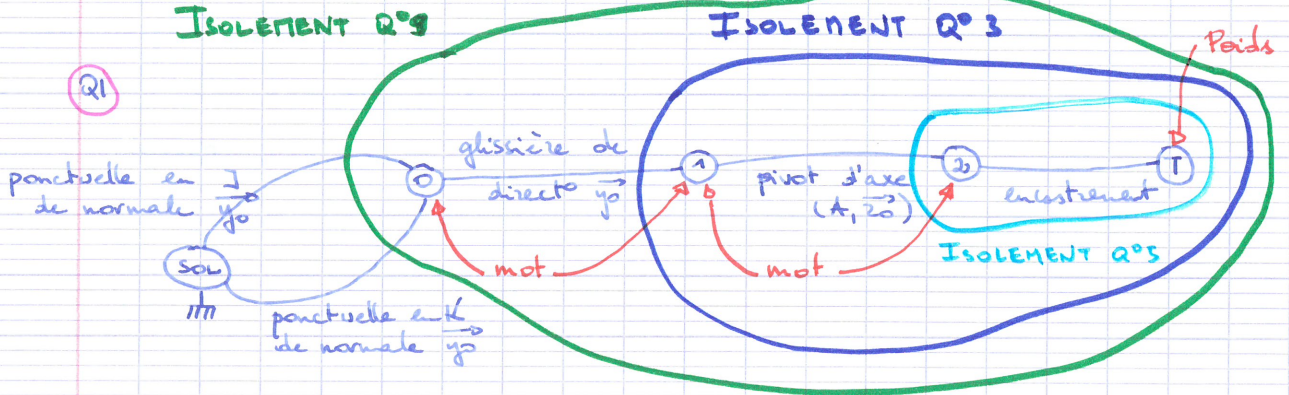
$$\vec{F}_{\text{fluide-tige}} = p_{av} \cdot \pi \cdot \left(\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right) \cdot \vec{x}$$

$$Q_a = \sqrt{p_{av} \cdot \pi \cdot \left(\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \right)}$$

$$Q_r = \sqrt{p_{av} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}}$$



Trépied de télescope



Q1

Q2

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{pivot } 1 \rightarrow 2 \\ \text{A } 1 \rightarrow 2 \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{1 \rightarrow 2} = X_{12} \cdot \vec{z}_0 + Y_{12} \cdot \vec{y}_0 + Z_{12} \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{M}_{1 \rightarrow 2} = L_{12} \cdot \vec{z}_0 + M_{12} \cdot \vec{y}_0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 \rightarrow 1 \\ \text{P} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{0 \rightarrow 1} = X_{01} \cdot \vec{z}_0 + \vec{0} + Z_{01} \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{M}_{0 \rightarrow 1} = L_{01} \cdot \vec{z}_0 + M_{01} \cdot \vec{y}_0 + N_{01} \cdot \vec{z}_0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{sol } 0 \\ \text{J} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{\text{sol } 0} = Y_{50}^J \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{M}_{\text{sol } 0} = \vec{0} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{sol } 1 \\ \text{K} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{\text{sol } 1} = Y_{50}^K \cdot \vec{y}_0 \\ \vec{M}_{\text{sol } 1} = \vec{0} \end{array} \right.$$

Choix du moter linéaire

Q3 J'isole {1, 2, T} qui est soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes:

- $0 \rightarrow 1$ X
- $0 \xrightarrow{\text{not}} 1$ ✓
- $\text{ps} \rightarrow T$ ✓

J'applique le principe fondamental de la statique et j'écris le

H. ds résultants en projection sur \vec{y}_0 :

$$\underbrace{\vec{R}_{0 \rightarrow 1} \cdot \vec{y}_0}_0 + \underbrace{\vec{R}_{0 \rightarrow 1}^{\text{mot}} \cdot \vec{y}_0}_{F_v} + \underbrace{\vec{R}_{\text{pts} \rightarrow T} \cdot \vec{y}_0}_{-M_T \cdot g} = 0$$

On a donc $F_v = M_T \cdot g \approx 142 \text{ N}$

Q4) La course imposée (1 m) empêche l'utilisation des moteurs en Inox et des moteurs ATEX.

La force nominale empêche l'utilisation des moteurs HP et courts.

On peut donc utiliser les moteurs suivants:

- moteurs standards
- " P10-70

Choix du motoréducteur

Q5) J'isole {2,T} qui est soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes:

- 1 $\xrightarrow{\text{point}}$ 2 X
- 1 $\xrightarrow{\text{rot}}$ 2 ✓
- ps \rightarrow T ✓

J'applique le principe fondamental de la statique et j'écris le

H. ds moments en A en projeté sur \vec{z}_0 :

$$\underbrace{\vec{M}_{1 \rightarrow 2}^A \cdot \vec{z}_0}_0 + \underbrace{\vec{M}_{1 \rightarrow 2}^{\text{rot}} \cdot \vec{z}_0}_{C_m} + \vec{M}_{\text{pts} \rightarrow T}^A \cdot \vec{z}_0 = 0$$

$$\begin{aligned} \vec{M}_{\text{pts} \rightarrow T}^A \cdot \vec{z}_0 &= \vec{M}_{\text{pts} \rightarrow T}^{\text{Gr}} \cdot \vec{z}_0 + \left(\vec{r}_{\text{Gr}} \wedge (-M_T \cdot g \cdot \vec{y}_0) \right) \cdot \vec{z}_0 \\ &= M_T \cdot g \cdot \sin \theta \cdot l \end{aligned}$$

On a donc $C_m = -M_T \cdot g \cdot l \cdot \sin \theta \approx \pm 9,96 \text{ N}$ avec $\theta = \pm \frac{\pi}{2}$

Q6) Tous les motoréducteurs ...-N...L permettent de maintenir ce couple.

On pourra choisir le ...N20L en particulier dont l'intervalle de couple semble le plus adapté.

$$\begin{aligned}
 \textcircled{Q7} \quad \vec{J}_{BE211} &= \vec{J}_{A211} + \vec{BA} \wedge \vec{I}_{211} \\
 &= (l_1 \vec{x}_2 - l_2 \vec{y}_2) \wedge (\dot{\theta} \cdot \vec{z}_0) \\
 &= -l_1 \dot{\theta} \vec{y}_2 - l_2 \dot{\theta} \vec{x}_2
 \end{aligned}$$

$$\text{D'où } \underline{\underline{\|\vec{J}_{BE211}\| = \dot{\theta} \cdot \sqrt{l_1^2 + l_2^2}}}$$

$\textcircled{Q8}$ La vitesse de rotation minimale du motoréducteur est 7,2 tr/min ou encore 0,75 rad/s.

Dans cette configuration: $\|\vec{J}_{BE211}\| \approx 0,23 \text{ m/s} \gg 5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Il faudrait utiliser un réducteur plus importante pr limiter la vitesse considérée. On avait aussi pu utiliser le motoréducteur ...N00L.

Critère de non-bascullement

$\textcircled{Q9}$ J'isole $\{0, 1, 2, T\}$ qui est soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes:

- sol \vec{z}_0 ✓
- sol \vec{k}_0 ✓ (2 inconnues → il faut 2 équat^s)
- pds $\rightarrow T$ ✓

J'applique le principe fondamental de la statique et j'écris:

(1) • le th. des moments en J en projeté sur \vec{z}_0

(2) • " " " " " \ll " " " \vec{z}_0

$$\textcircled{1} \Rightarrow \underbrace{\vec{M}_{\text{sol} \rightarrow 0}^J \cdot \vec{z}_0}_0 + \underbrace{\vec{M}_{\text{sol} \rightarrow 0}^J \cdot \vec{z}_0}_{L \cdot \gamma_{\text{so}}^k} + \underbrace{\vec{M}_{\text{pds} \rightarrow T}^J \cdot \vec{z}_0}_{-(\frac{L}{2} - l \cdot \sin \theta) \cdot M_T \cdot g} = 0$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow \underbrace{\vec{M}_{\text{sol} \rightarrow 0}^K \cdot \vec{z}_0}_{-L \cdot \gamma_{\text{so}}^3} + \underbrace{\vec{M}_{\text{sol} \rightarrow 0}^K \cdot \vec{z}_0}_0 + \underbrace{\vec{M}_{\text{pds} \rightarrow T}^K \cdot \vec{z}_0}_{(\frac{L}{2} + l \cdot \sin \theta) \cdot M_T \cdot g} = 0$$

Pour obtenir $H_2(p)$, il faut "déplacer" la perturbation vers la gauche.
On a donc:

$$H_2(p) = \ominus \frac{R+L \cdot p}{K_m \cdot K_a} \cdot H_1(p)$$

$$\text{Q14 } E_{os} = \lim_{t \rightarrow \infty} (\vartheta_c(t) - \theta(t))$$

$$= \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot [\vartheta_c(p) - \theta(p)]$$

$$= \lim_{p \rightarrow 0} p \cdot [\vartheta_c(p) - H_1(p) \cdot \vartheta_c(p) - H_2(p) \cdot C_r(p)] \quad \text{avec } \vartheta_c(p) = \vartheta_{co}/p$$

$$C_r(p) = C_{ro}/p$$

$$= \lim_{p \rightarrow 0} \underbrace{[1 - H_1(p)] \cdot \vartheta_{co}}_0 - \lim_{p \rightarrow 0} H_2(p) \cdot C_{ro}$$

$$E_{os} = \frac{R}{K_m \cdot K_a} \cdot C_{ro} \approx 8,9^\circ$$

Q15 Le système est précis (par d'erreur en poursuite) mais il est sensible à la perturbation C_{ro} .

Q16 On retrouve bien l'erreur prévue $\vartheta_{os} = 8,9^\circ$. Le résultat semble donc cohérent. Sans cette sensibilité à la perturbation, le système est bien précis.

Q17 On mesure $tr_{50\%} \approx 3 \text{ s}$ (à au départ de l'échelon).

Q18 Pour suivre des étoiles, dont la nuit est très lent, cette valeur semble largement suffisante.

Conclusion

Dans un premier tps, deux motoréducteurs ont été choisis. Ils permettent de supporter le poids du télescope. L'aspect cinématique

doit être modifié pour valider entièrement le cahier des charges.

Dans un second temps, il a été vérifié que le télescope ne risquait pas de basculer. L'écartement des deux pieds permet bien de valider ce critère.

Enfin, la commande a été abordée. D'un point de vue rapidité, la commande est adaptée à l'utilisation. D'un point de vue précision, il faut encore améliorer la sensibilité à la perturbation. Un changement de correcteur pourrait être bénéfique.