

Correction du DST du samedi 11 Avril 2026

Q₁: Accélération constante donc:

$$\ddot{\theta}_{gen} = \frac{\omega_0}{t_1}$$

Q₂: On a $\theta_f - \theta_i = \int_0^T \omega(t) dt = \frac{\omega_0 t_1}{2} + (T - 2t_1)\omega_0 + \frac{\omega_0 t_1}{2}$

$$t_1 = \frac{\omega_0}{\ddot{\theta}_{gen}}$$

$$\theta_f - \theta_i = (T - t_1)\omega_0$$

$$\Rightarrow T = (\theta_f - \theta_i + t_1 \omega_0) \times \frac{1}{\omega_0}$$

$$T = \frac{\theta_f - \theta_i}{\omega_0} + t_1 \Rightarrow T = \frac{\theta_f - \theta_i}{\omega_0} + \frac{\omega_0}{\ddot{\theta}_{gen}}$$

Q₃: L'erreur de traînage est égale au maximum à:

$$\underline{85 - 80 = 5^\circ}$$

Par ailleurs la vitesse d'évolution de la rampe est égale à:

$$\frac{80 - 47,5}{18 - 9} = \frac{32,5}{9} = 3,6^\circ/\Delta \\ = \underline{216^\circ/\text{min}}$$

Ces deux valeurs ne vérifient pas les exigences:

1.2.1. ($50 < 2^\circ$)

1.2.3 (vitesse = $240^\circ/\text{min} \pm 5^\circ/\text{min}$)

Q4: 1: Pupite de commande 2: capteur de vitesse angulaire du moteur

3: Capteur d'angle du genou 4: moteur 5: réducteur 6: vis/écrou

7: Flux d'information (vitesse de rotation du moteur)

8: Flux d'information (angle de rotation du moteur)

Q5: $J_{eq} p - \Omega_m(p) = C_m(p) - f_v - \Omega_m(p) + C_{sec} + C_{pes}$

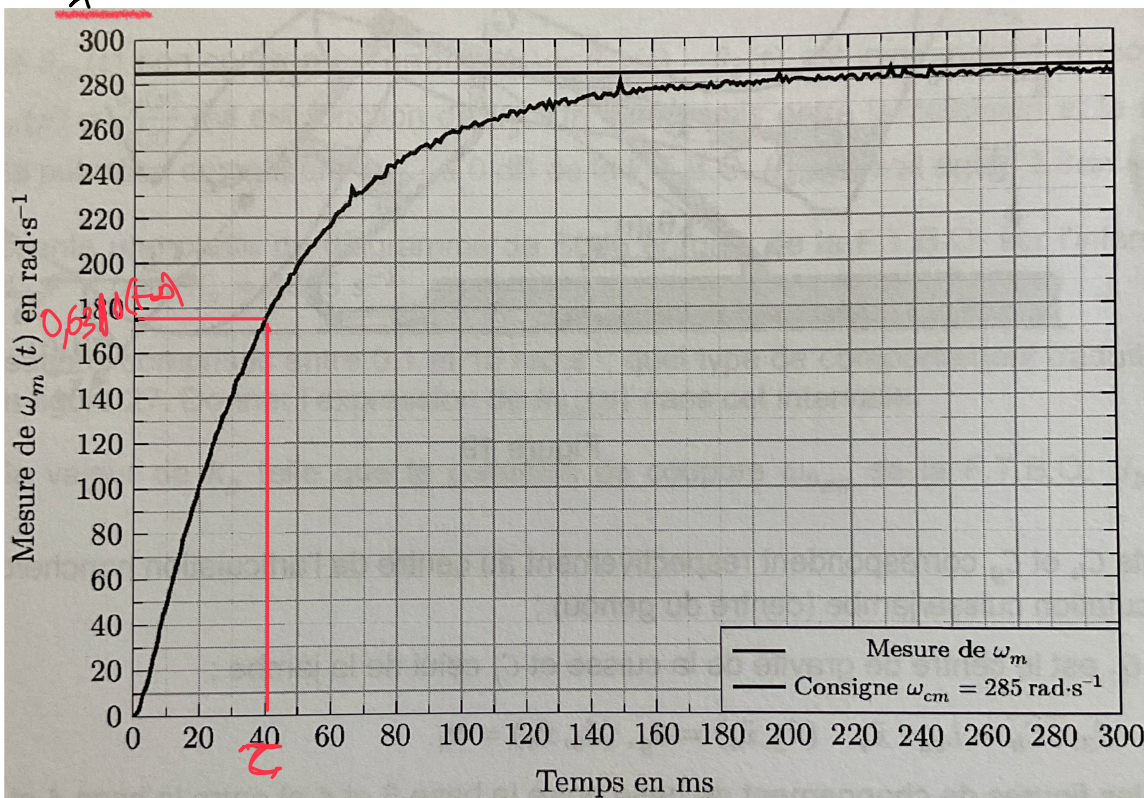
Q6: Si $C_{sec} = C_{pes} = 0$ et $C_m(p) = k_t I_m(p)$

$$J_{eq} p - \Omega_m(p) = k_t I_m(p) - f_v - \Omega_m(p)$$

d'où $\frac{-\Omega_m(p)}{I_m(p)} = \frac{k_t}{f_v + J_{eq} p}$

Q7: On peut assimiler la réponse figure A à un premier ordre.

Q8:



$$\Delta\Delta(t_{\infty}) = 280 \text{ rad/s}$$

$$0,63 \Delta\Delta(t_{\infty}) = 176 \text{ rad/s}$$

$$\Rightarrow \tau = 40 \text{ ms}$$

$$K = \frac{\Delta\Delta(t_{\infty})}{\Delta e(t_{\infty})} = \frac{280}{285} = 0,98$$

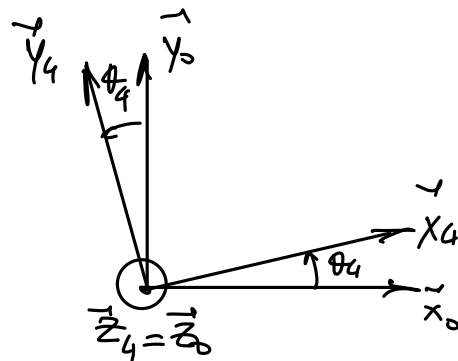
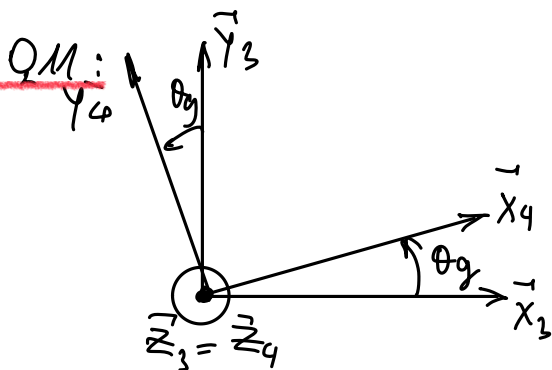
Q9: $H_v(p) = \frac{\Omega_m(p)}{\Omega_{cm}(p)} = \frac{\frac{k_p k_T}{f_v + J_{eq} p}}{1 + \frac{k_p k_T}{f_v + J_{eq} p}} = \frac{k_p k_T}{f_v + J_{eq} p + k_p k_T}$

d'où $H_v(p) = \frac{\frac{k_p k_T}{f_v + k_p k_T}}{1 + \frac{J_{eq}}{f_v + k_p k_T} p}$

Q10 Si on identifie avec les résultats de la question 8

on a: $0,98 = \frac{k_p k_T}{f_v + k_p k_T}$ et $z = 40ms = \frac{J_{eq}}{f_v + k_p k_T}$

d'où $J_{eq} = z(f_v + k_p k_T)$



Q12: $\vec{\Omega}_{3/4} = \dot{\theta}_g \vec{z}_{34}$ $\vec{\Omega}_{4/0} = \dot{\theta}_4 \vec{z}_{40}$

Q13: $\vec{V}_{G_j \in 3/0} = \vec{V}_{G_j \in 3/4} + \vec{V}_{G_j \in 4/0}$

or $\vec{V}_{G_j \in 3/4} = \vec{V}_{ce3/4} + \vec{G}_j \vec{C}_1 \wedge \vec{\Omega}_{3/4} = L_j \vec{x}_3 \wedge \dot{\theta}_g \vec{z}_3 = -L_j \dot{\theta}_g \vec{y}_3$

$\vec{V}_{G_j \in 4/0} = \vec{V}_{ce4/0} + \vec{G}_j \vec{C}_n \wedge \vec{\Omega}_{4/0} = (L_j \vec{x}_3 + L_{cn} \vec{x}_4) \wedge \dot{\theta}_4 \vec{z}_{34}$

Ce qui donne $\vec{V}_{G_j \in 4/0} = -L_j \dot{\theta}_4 \vec{Y}_3 - L_{cu} \dot{\theta}_4 \vec{Y}_4$

Alors il vient $\vec{V}_{G_j \in 3/0} = -L_j (\dot{\theta}_4 + \dot{\theta}_g) \vec{Y}_3 - L_{cu} \dot{\theta}_4 \vec{Y}_4$

Q14: Pour calculer $\vec{V}_{C_n \in 3/0}$ dérivons le vecteur position $\vec{C}_n G_j$ par rapport à la base 0.

$$\frac{d}{dt} \vec{C}_n G_j \Big|_0 = \frac{d}{dt} (-L_{cu} \vec{X}_4 - L_j \vec{X}_3) \Big|_0$$

$$= -L_{cu} \frac{d}{dt} \vec{X}_4 \Big|_0 - L_j \frac{d}{dt} \vec{X}_3 \Big|_0$$

$$= -L_{cu} \left(\frac{d}{dt} \vec{X}_4 \Big|_4 + \vec{\Omega}_{4/0} \wedge \vec{X}_4 \right) - L_j \left(\frac{d}{dt} \vec{X}_3 \Big|_3 + \vec{\Omega}_{3/0} \wedge \vec{X}_3 \right)$$

$$= -L_{cu} (\dot{\theta}_4 \vec{z}_4 \wedge \vec{X}_4) - L_j (\dot{\theta}_g + \dot{\theta}_4) \vec{z}_3 \wedge \vec{X}_3$$

$$* \left((\vec{X}_3; \vec{X}_0) = (\vec{X}_3; \vec{X}_4) + (\vec{X}_4; \vec{X}_0) = \theta_g + \theta_4 \right)$$

Enfinement $\vec{V}_{G_j \in 3/0} = -L_j (\dot{\theta}_g + \dot{\theta}_4) \vec{Y}_3 - L_{cu} \dot{\theta}_4 \vec{Y}_4$

Q15: Il s'agit d'un comportement purement intégrateur

$H(p) = \frac{K}{p}$ avec $K = 6 \times 10^{-1} \text{ rad/s}$ qui donne un gain

en dB nul

$$H(p) = \frac{0,6}{p}$$

Q16: Pour avoir $G_{dB} = 0$ dB pour $\omega = 3$ rad/s, il faut "remonter" la courbe de gain de 12 dB, ce qui donne un gain statique supplémentaire de $10^{12/20} \approx 4$

$$\text{donc } K_g^I = 2865 \times 4 = 11406 \text{ s}^{-1}$$

FIN

