

Robot aspirateur autonome

Banque PT SI A 2012

Question 1 : Calculer le courant moyen I_i consommé par le robot. En déduire la capacité en mAh nécessaire pour alimenter le robot pendant le temps d'utilisation T_U fourni par le constructeur.

$$I_i = 2 \times I_{r,avg} + I_{br,avg} + I_{ba,avg} + I_{eln,avg} = 2 \times 500 + 150 + 70 + 130 = 1350 \text{ mA} = 1,35 \text{ A}$$

La capacité en mAh nécessaire pour alimenter le robot pendant le temps d'utilisation est donc de :
 $I_i \times T_U = 2700 \text{ mAh}$ ($< 3300 \text{ mAh}$ disponibles)

Question 2 : Calculer la vitesse approximative de rotation des moteurs N_{mot} en tr/min pour un déplacement du robot $V_{rbt,max} = 18 \text{ m / min}$ en ligne droite.

$$N_{mot} = k N_{roue} = k \frac{V_{rbt,max}}{\pi D} = 80 \frac{18}{\pi \times 0,06} = 7639 \text{ tr/min} (< 8000 \text{ tr/min})$$

Question 3 : Calculer la surface nettoyée pendant T_U à la vitesse moyenne du robot $V_{rbt,avg} = 4 \text{ m / min}$.

$$\text{Surface nettoyée} : V_{rbt,avg} \times T_U \times L_{voie} \times \eta_{sn.sp} = 4 \times 120 \times 0,3 \times 0,66 = 96 \text{ m}^2 (> 80 \text{ m}^2)$$

Question 4 : Calculer le temps de recharge complet si la charge résiduelle de la batterie d'accumulateurs est de 10%. On estime le rendement de la charge à 80%.

$$\text{Temps de recharge} : (1-0,1) \times \frac{3,3}{1,5 \times 0,8} = 2,475 \text{ h} = 2\text{h}28\text{min}30\text{s} (< 3\text{h})$$

Question 5 : A l'analyse des résultats obtenus aux questions précédentes, les caractéristiques de ce robot sont-elles respectées ?

Les critères du cahier des charges sont respectés.

Question 6 : En supposant que ni la roue folle ni les brosses n'ont d'action mécanique significative freinant le déplacement du robot, écrire le bilan des forces extérieures s'exerçant sur celui-ci lorsqu'il démarre sur une rampe de pente maximale.

Hypothèses complémentaires :

- On néglige l'inertie des parties tournantes du robot ;
- La liaison roue folle / sol est sans frottement ;
- Les liaisons autres que la liaison roues motrices / sol sont parfaites ;
- Le système est plan.

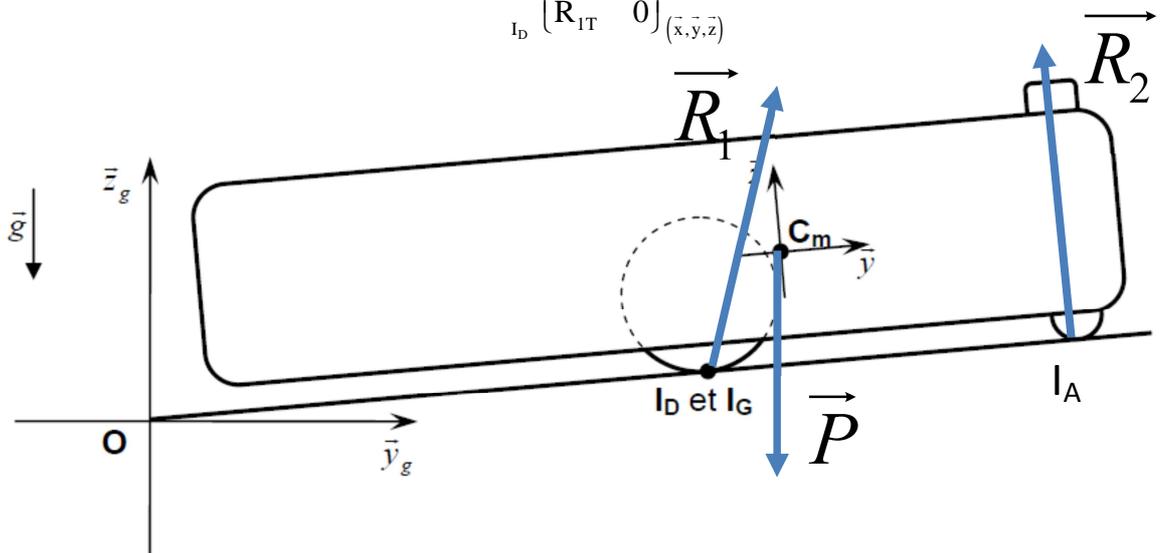
L'aspirateur est donc soumis :

- A son poids de torseur

$$C_m \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -M_{rbt} \cdot g & 0 \end{pmatrix}_{(x_g, y_g, z_g)}$$

- A l'action du sol sur la roue folle de torseur
$$I_A \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ R_2 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x}_g, \vec{y}, \vec{z})}$$

- A l'action du sol sur les roues motrices de torseur
$$I_D \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ R_{1N} & 0 \\ R_{1T} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$



Question 7 : En appliquant le Principe Fondamental de la Dynamique sur le robot, déterminer la valeur du couple nécessaire sur chacune des roues pour lui permettre d'atteindre la vitesse maximale $V_{rbt,max} = 18 \text{ m/min}$ en ligne droite en 500 ms.

On isole l'ensemble constitué par le robot et on applique le Principe Fondamental de la Dynamique . L'équation de résultante suivant \vec{y} s'écrit $R_{1N} - M_{rbt} \cdot g \cdot \sin\alpha = M_{rbt} \cdot a_{rbt/terre}$

L'accélération du robot vaut $a_{rbt/terre} = \frac{18/60}{0,5} = 0,6 \text{ m/s}^2$. On en déduit $R_{1N} = M_{rbt} \cdot (g \cdot \sin\alpha + a_{rbt/terre})$

En isolant une des deux roues, et en lui appliquant le PFD, l'équation de moment autour de son axe de rotation s'écrit $C_{mot} - \frac{1}{2} R_{1N} \cdot \frac{D}{2} = 0$ en négligeant l'inertie des parties tournantes, donc $C_{mot} = \frac{1}{2} R_{1N} \cdot \frac{D}{2}$

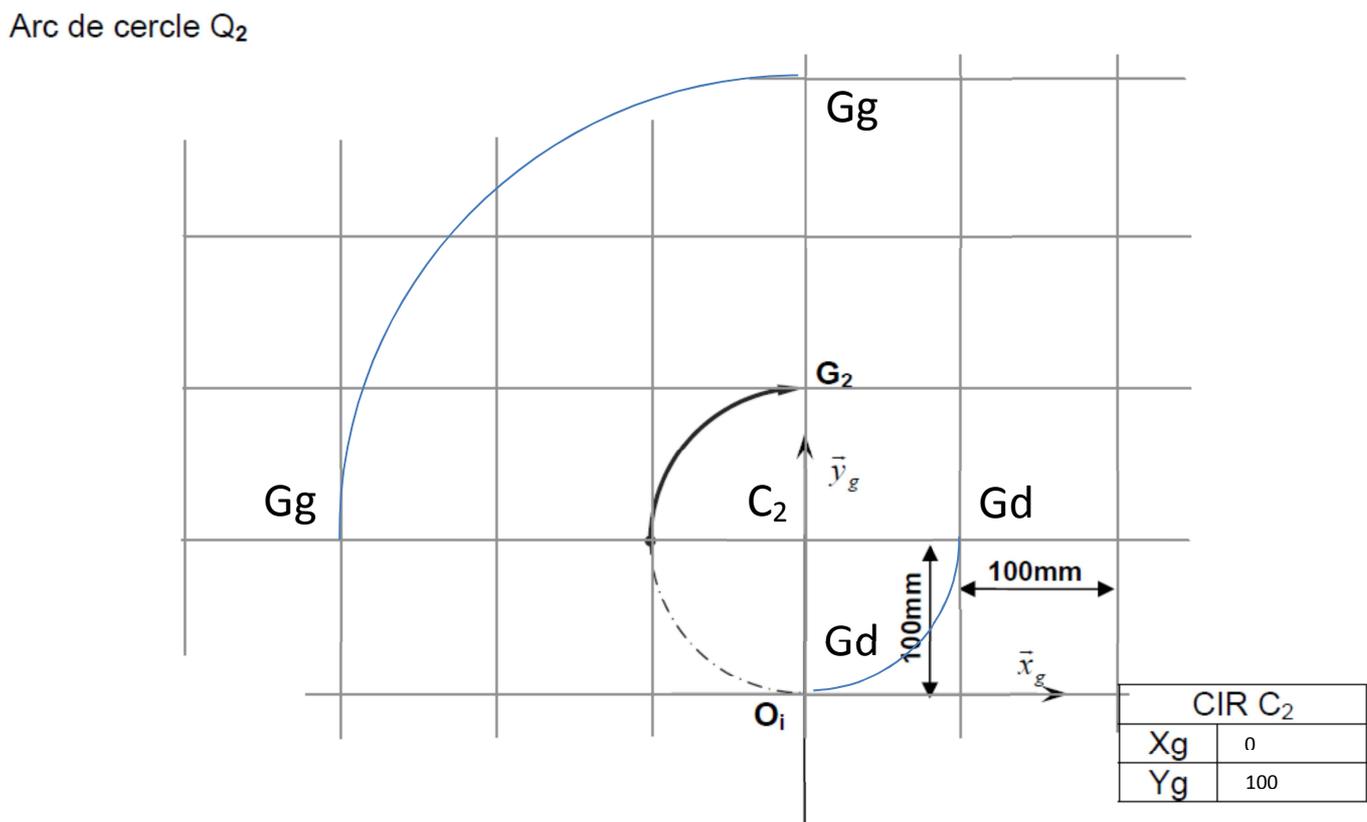
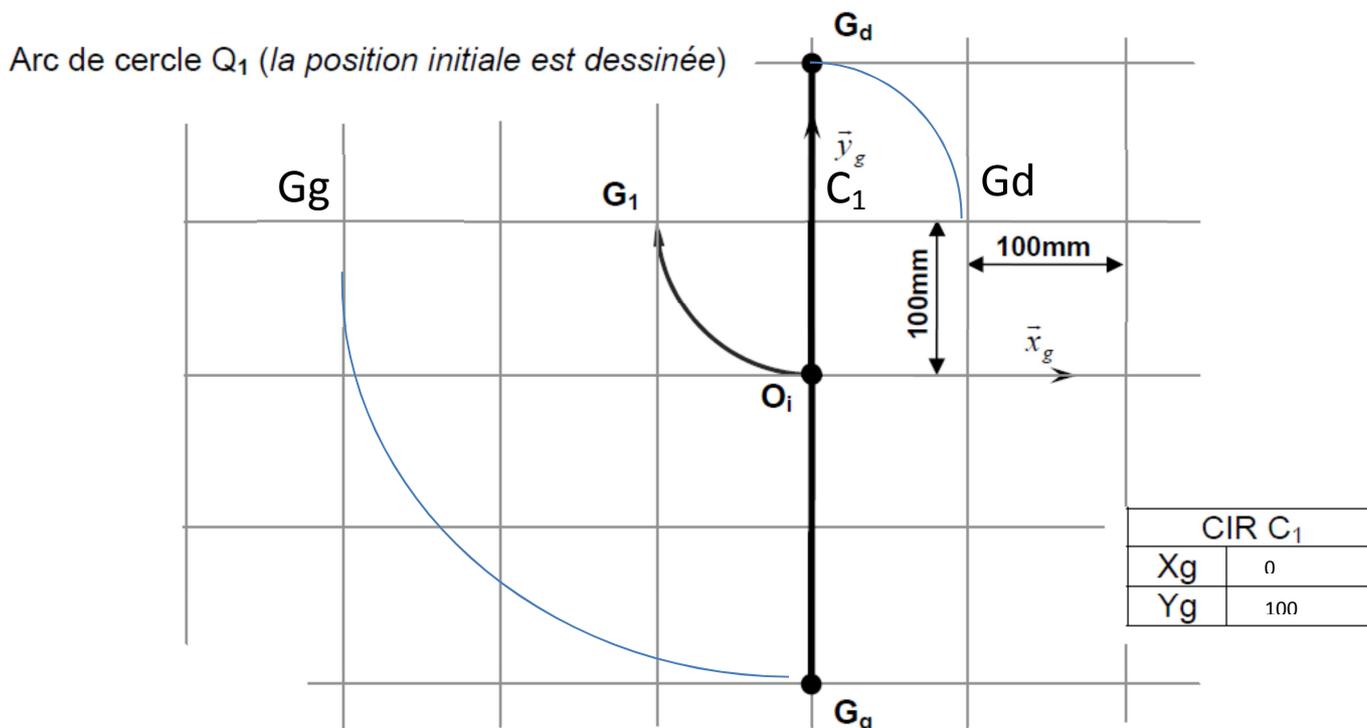
AN : $C_{mot} = 0,0746 \text{ N.m}$

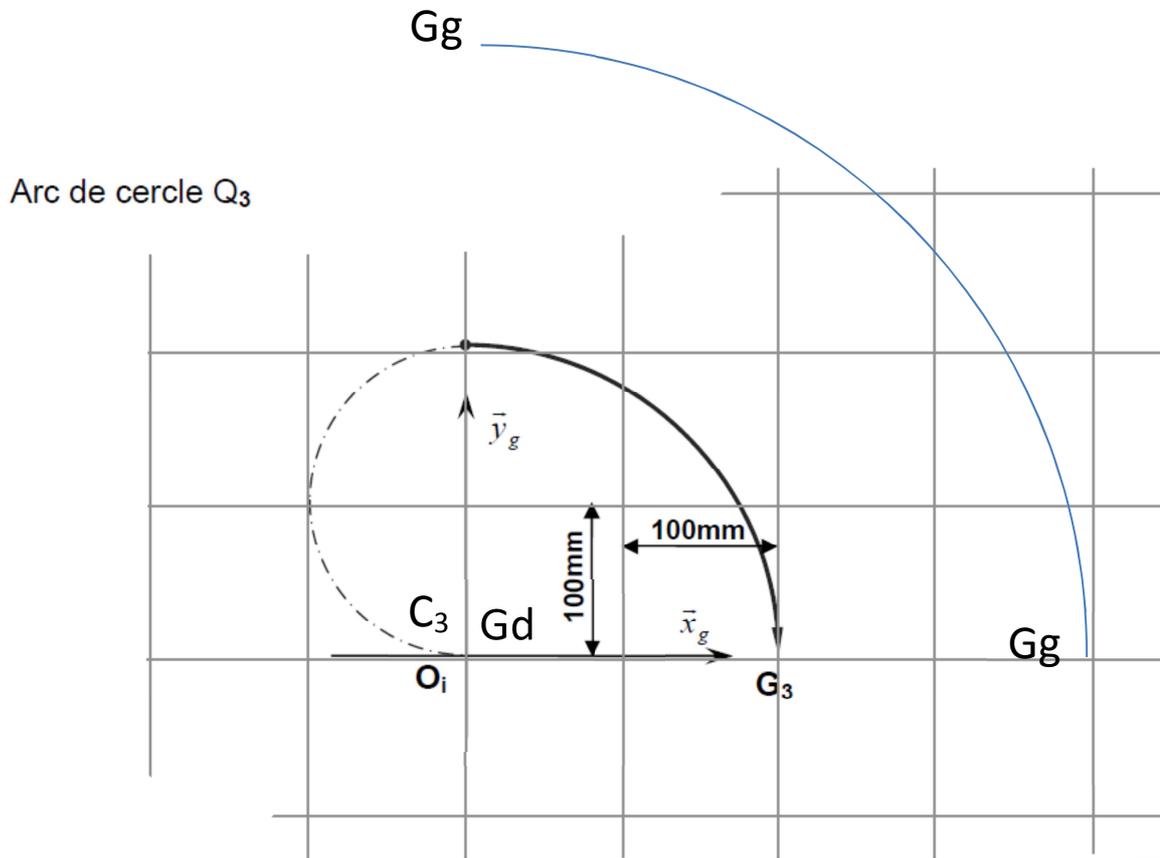
Question 8 : Déterminer le couple à la roue disponible et conclure sur les capacités de ce robot à remonter cette pente.

Le couple disponible vaut $C_{disponible} = \frac{P_{roue}}{\omega_{roue}} = \frac{0,6 \times k \times P_{nom}}{\omega_{moteur}} = \frac{0,6 \times 80 \times 10}{8000 \times \frac{\pi}{30}} = 0,573 \text{ N.m} (> 0,0746 \text{ N.m})$

Le robot peut donc monter la pente.

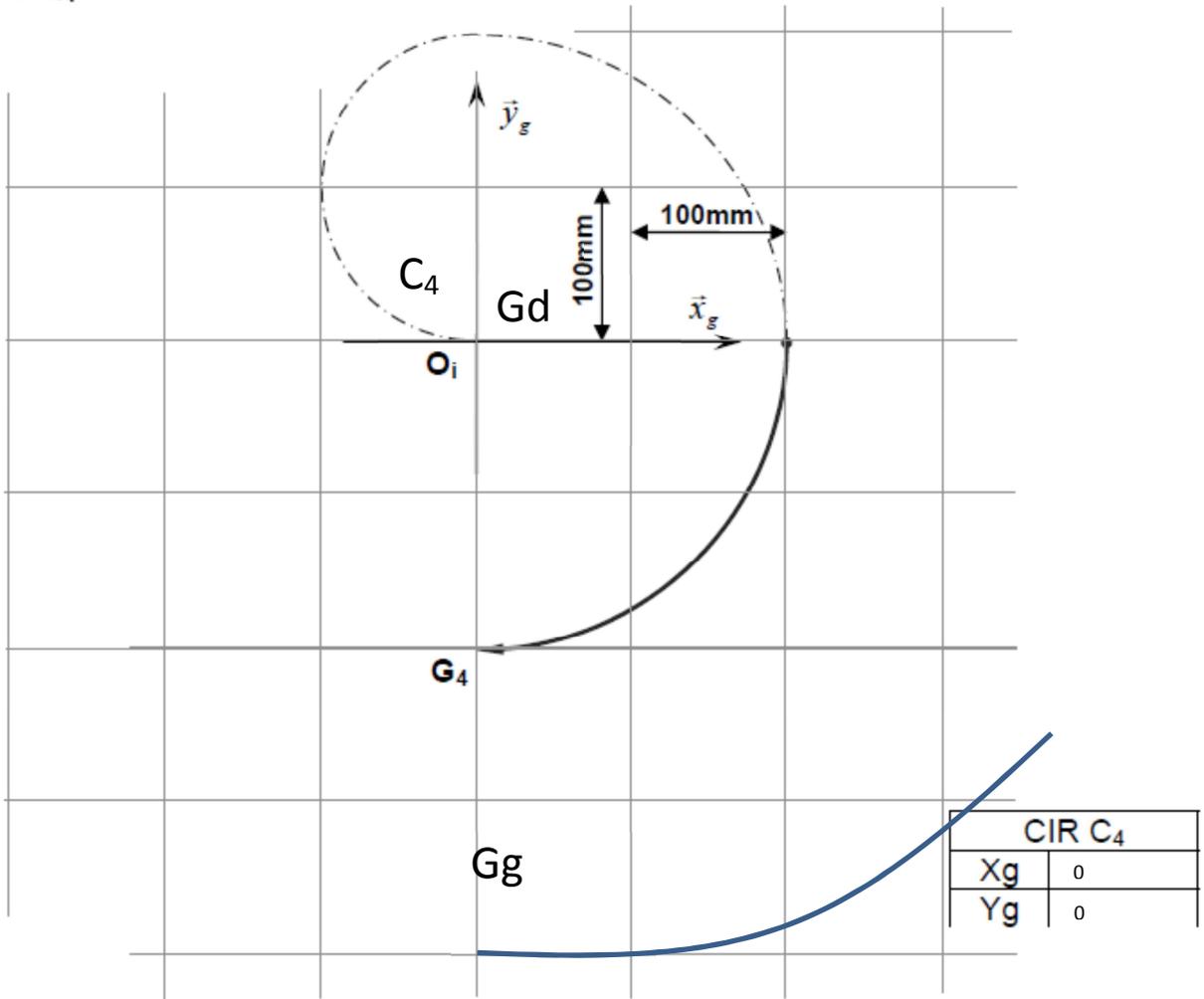
Question 9 : Pour chaque arc de cercle Q_i intermédiaire de la demi-trajectoire, dessiner la position finale du robot (matérialisé par son centre G et les centres de ses roues motrices G_g et G_d comme dans la figure 8) et les coordonnées (en mm) du CIR (C_i) du mouvement dans le repère R_g associé au sol de la pièce à nettoyer.



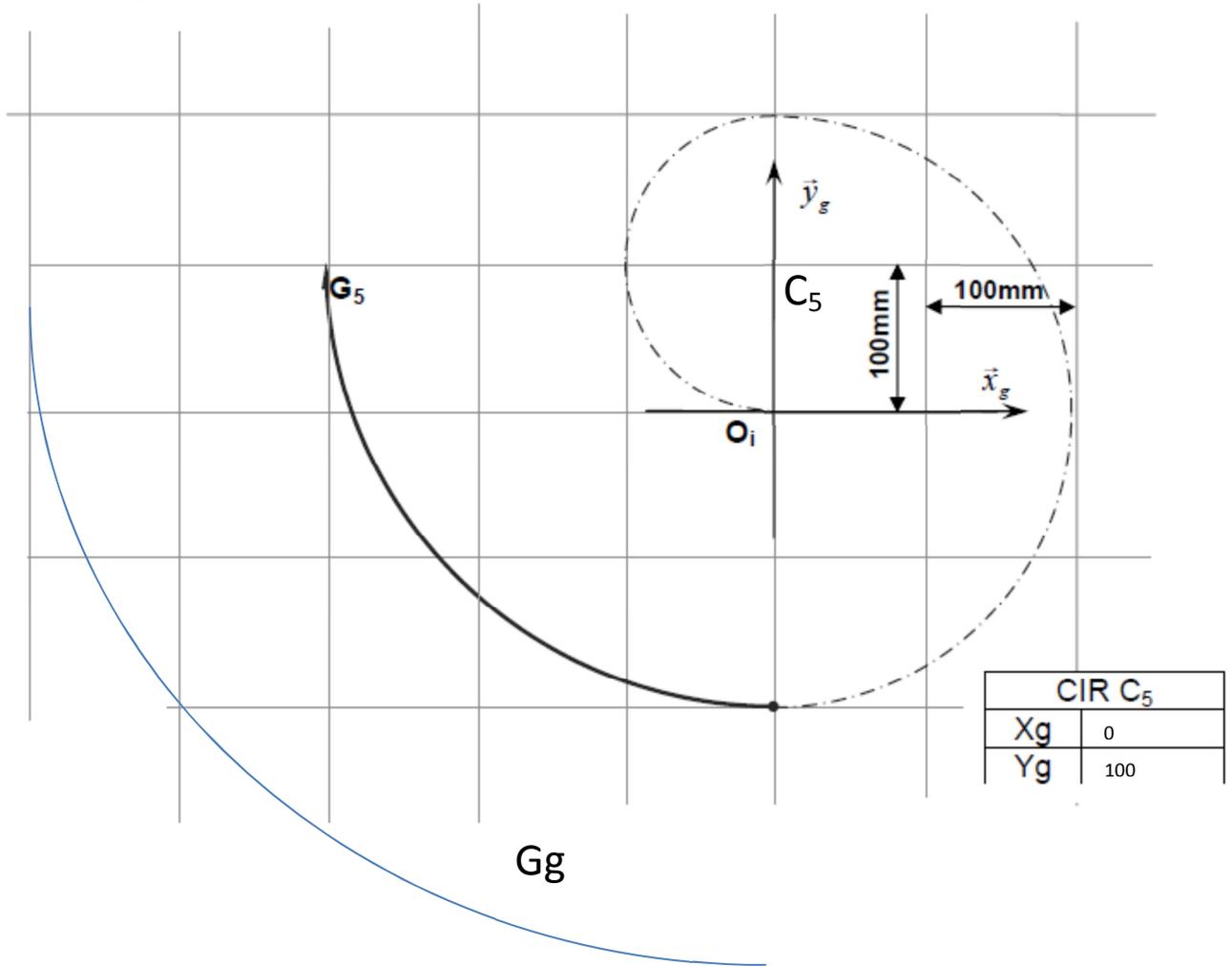


CIR C_3	
X_g	0
Y_g	0

Arc de cercle Q4



Arc de cercle Q₅



Pour chaque arc de cercle Q_i intermédiaire de la demi-trajectoire, calculer les modules des vitesses linéaires des centres de roues motrices G_g $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\|$ et G_d $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\|$ pour que la vitesse de centre G soit égale à $\|\vec{V}_{G,robot,Rg}\| = 4 \text{ m/min}$.

Arc de cercle Q1 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 12 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 4 \text{ m/min}$

Arc de cercle Q2 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 12 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 4 \text{ m/min}$

Arc de cercle Q3 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 8 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 0$

Arc de cercle Q4 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 8 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 0$

Arc de cercle Q5 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 20/3 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 4/3 \text{ m/min}$

Arc de cercle Q6 : $\|\vec{V}_{Gg,robot,Rg}\| = 6 \text{ m/min}$ et $\|\vec{V}_{Gd,robot,Rg}\| = 2 \text{ m/min}$

L'asymptote au-delà de 10 rad/s présente une décroissance de 20 dB par décade. On en déduit une fonction de transfert du type $\frac{\Omega_{\text{mot}}(p)}{U(p)} = \frac{K}{1+Tp}$.

On lit K aux basses pulsations sous la forme $20\log K = 46\text{dB}$ d'où $K = 10^{46/20} = 10^{2,3} = 10^2 \times 10^{0,3} = 200\text{V.s/rad}$ (car $\log 2 = 0,3$)

On lit $\frac{1}{T} = 10\text{rad/s}$ d'où $T = 0,1\text{s}$.

Question 14 : Déterminer l'original (équation décrivant l'évolution de la variable considérée dans le domaine temporel issue de l'analyse dans le plan de Laplace) de la vitesse de rotation du moteur $N_{\text{mot}}(t)$ en tr/min en réponse à un échelon de commande $u(t) = 2,5\text{V}$.

$$N_{\text{mot}} = \Omega_{\text{mot}} \frac{60}{2\pi} = K(1 - e^{-t/T}) U_0 \frac{60}{2\pi}.$$

Question 15 : Le capteur de position intégré en bout d'arbre du moteur fournit 3 tops/tour. Le réducteur reliant la roue à un rapport de réduction de $k=80$. Déterminer le contenu des différentes transmittances sous forme littérale et numérique (pour la forme numérique, on ne réalisera pas les calculs).

$$\frac{\theta_{\text{mot}}(p)}{\Omega_{\text{mot}}(p)} = \frac{1}{p} \text{ et } \frac{\theta_r(p)}{\theta_{\text{mot}}(p)} = \frac{1}{k} \text{ et } K_{\text{pos}} = \frac{3}{2\pi}.$$

Question 16 : Pour $C(p) = Kp$, déterminer sous forme littérale canonique la transmittance $\frac{\theta_r(p)}{\theta_{\text{ref}}(p)}$.

$$\frac{\theta_r(p)}{\theta_{\text{ref}}(p)} = \frac{1}{k} \frac{K_p \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_\Omega p} \cdot \frac{1}{p}}{1 + K_p \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_\Omega p} \cdot \frac{1}{p} \cdot K_{\text{pos}}} = \frac{1}{k} \frac{K_p \cdot K_\Omega}{\tau_\Omega p^2 + p + K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}} = \frac{1}{k \cdot K_{\text{pos}}} \frac{1}{\frac{\tau_\Omega}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}} p^2 + \frac{p}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}} + 1}$$

Question 17 : Pour un coefficient d'amortissement strictement inférieur à 1, déterminer sous forme littérale les pôles p_{s1} et p_{s2} de la transmittance $\frac{\theta_{\text{mot}}(p)}{\theta_{\text{ref}}(p)}$ en fonction de m et ω_n .

On calcule les pôles de la fonction de transfert

Le discriminant vaut $\Delta = \frac{4}{\omega_n^2} (m^2 - 1)$ qui est strictement négatif car $m < 1$.

Les pôles sont donc imaginaires et valent : $p_{s1} = -m \cdot \omega_n + i \cdot \omega_n \sqrt{1 - m^2}$ et $p_{s2} = -m \cdot \omega_n - i \cdot \omega_n \sqrt{1 - m^2}$.

Question 18 : Déterminer la valeur du coefficient d'amortissement m permettant d'obtenir des pôles p_{s1} et p_{s2} avec des parties réelles et imaginaires identiques en valeurs absolues.

On souhaite que les parties réelles et imaginaires des pôles soient égales. On en déduit $m = \sqrt{1 - m^2}$ et donc $m = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Question 19 : Pour cette valeur du coefficient d'amortissement m , déterminer sous forme littérale puis numérique K_p .

On obtient $\frac{1}{\omega_n^2} = \frac{\tau_\Omega}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{pos}}$ d'une part et $\frac{2m}{\omega_n} = \frac{1}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{pos}}$ d'autre part.

On en déduit $\frac{2m}{\omega_n} = \frac{1}{\omega_n^2 \cdot \tau_\Omega}$. En remplaçant $m = \frac{\sqrt{2}}{2}$, on obtient $\sqrt{2} = \frac{1}{\omega_n \cdot \tau_\Omega}$ et donc $\omega_n = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \tau_\Omega}$

On a donc $K_p = \frac{1}{K_\Omega \cdot K_{pos} \cdot 2\tau_\Omega}$. AN : $K_p = \frac{1}{200 \times 0,5 \times 2 \times 0,1} = 0,05 \text{ V/rad}$

Question 20 : Pour ces valeurs du coefficient d'amortissement m et de K_p , déterminer le temps de réponse à 5% $Tr_{5\%}$.

On lit sur le diagramme lorsque $m = \frac{\sqrt{2}}{2}$, on a $Tr \cdot \omega_0 = 3$.

On en déduit $Tr = 3\sqrt{2} \cdot \tau_\Omega$. AN : $Tr = 0,4 \text{ s}$.

Question 21 : Conclure quant au respect du cahier des charges.

Le cahier des charges impose $Tr = 0,2 \text{ s}$. Le cahier des charges n'est donc pas respecté.

Question 22 : Déterminer sous forme littérale et canonique la transmittance $\frac{\theta_r(p)}{\theta_{ref}(p)}$

On souhaite compenser le zéro de la FTBO. On en déduit $\tau_1 = \tau_\Omega$.

$$\frac{\theta_r(p)}{\theta_{ref}(p)} = \frac{1}{k} \frac{K_p \cdot \frac{1+\tau_1 \cdot p}{1+\tau_2 \cdot p} \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_\Omega p} \cdot \frac{1}{p}}{1+K_p \cdot \frac{1+\tau_1 \cdot p}{1+\tau_2 \cdot p} \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_\Omega p} \cdot \frac{1}{p} \cdot K_{pos}}$$

$$= \frac{1}{k} \frac{K_p \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_2 p} \cdot \frac{1}{p}}{1+K_p \cdot \frac{K_\Omega}{1+\tau_2 p} \cdot \frac{1}{p} \cdot K_{pos}}$$

$$\frac{\theta_r(p)}{\theta_{ref}(p)} = \frac{\frac{1}{k \cdot K_{pos}}}{\frac{\tau_2}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{pos}} p^2 + \frac{p}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{pos}} + 1}$$

Question 23 : Pour le même coefficient d'amortissement que celui obtenu à la question 18 et opur le $tr_{5\%}$ du cahier des charges, déterminer la pulsation naturelle ω_n nécessaire pour la transmittance $\frac{\theta_r(p)}{\theta_{ref}(p)}$.

$$m = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{Tr} \cdot \omega_n = 3. \text{ Donc } \omega_n = \frac{3}{0,2} = 15 \text{ rad/s.}$$

Question 24 : En déduire sous forme littérale puis numérique K_p (on se limitera à un chiffre après la virgule).

$$\text{On a } \frac{2m}{\omega_n} = \frac{1}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}}. \text{ Donc } K_p = \frac{\omega_n}{2m \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}} = \frac{15}{2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times 200 \times 0,5} = 0,106 \text{ V.s/rad}$$

Question 25 : En déduire sous forme littérale puis numérique τ_2 .

$$\frac{1}{\omega_n^2} = \frac{\tau_2}{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}}$$

$$\text{Donc } \tau_2 = \frac{K_p \cdot K_\Omega \cdot K_{\text{pos}}}{\omega_n^2}. \text{ AN : } \tau_2 = \frac{0,1 \times 200 \times 0,5}{15^2} = 0,0444 \text{ s}$$

Question 26 : Conclure quant au critère du cahier des charges ASSURER UN SUIVI DE TRAJECTOIRE.

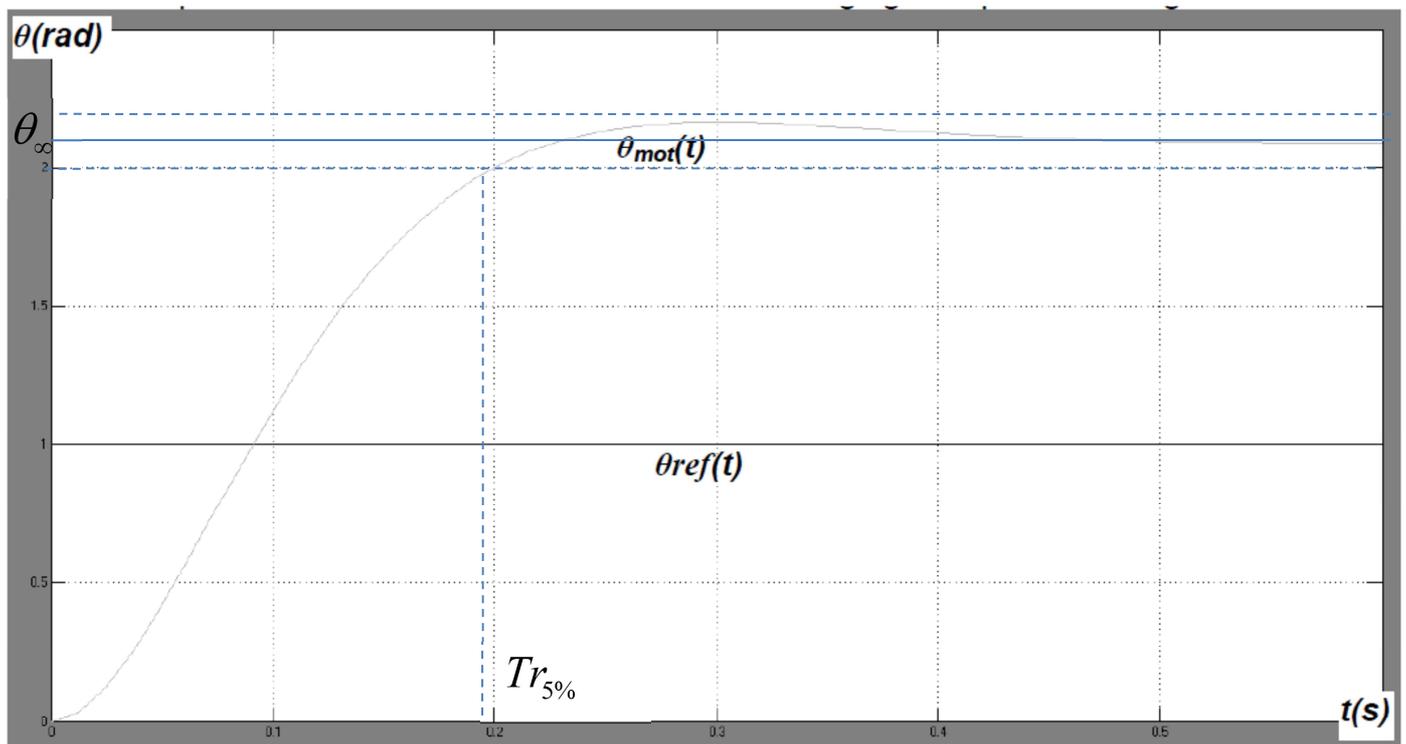


Figure 11 : Réponse indicielle de la boucle fermée de position

On trouve Tr inférieur à 0,2 s, le cahier des charges est donc respecté.

Question 27 : Déterminer le contenu littéral de l'équation donnant $p \cdot \theta_{\text{mot}}(p)$ en fonction de $\theta_{\text{mot}}(p)$, $\Omega_{\text{mot}}(p)$ et $U(p)$ sous la forme $p \cdot \theta_{\text{mot}}(p) = A_1 \cdot \theta_{\text{mot}}(p) + A_2 \cdot \Omega_{\text{mot}}(p) + B_1 \cdot U(p)$ dans laquelle A_1 , A_2 et B_1 ne dépendent que des paramètres du processus ou sont nuls et ne dépendent pas de l'opérateur de Laplace p .

On a $p \cdot \theta_{\text{mot}}(p) = \Omega_{\text{mot}}(p)$ (dérivée de la position angulaire)

On en déduit que $A_1 = 0$, $A_2 = 1$ et $B_1 = 0$.

Question 28 : Déterminer le contenu littéral de l'équation donnant $p.\Omega_{\text{mot}}(p)$ en fonction de $\theta_{\text{mot}}(p)$, $\Omega_{\text{mot}}(p)$ et $U(p)$ sous la forme $p.\theta_{\text{mot}}(p) = A_3.\theta_{\text{mot}}(p) + A_4.\Omega_{\text{mot}}(p) + B_2.U(p)$ dans laquelle A_1 , A_2 et B_1 ne dépendent que des paramètres du processus ou sont nuls et ne dépendent pas de l'opérateur de Laplace p .

$$\Omega_{\text{mot}}(p) = \frac{K_{\Omega}}{1 + \tau_{\Omega} \cdot p} \text{ donc } p.\Omega_{\text{mot}}(p) = -\frac{1}{\tau_{\Omega}} \Omega_{\text{mot}}(p) + \frac{K_{\Omega}}{\tau_{\Omega}} U(p)$$

On en déduit que $A_3 = 0$, $A_4 = -\frac{1}{\tau_{\Omega}}$ et $B_2 = \frac{K_{\Omega}}{\tau_{\Omega}}$.

Question 29 : Déterminer le contenu sous forme littérale des matrices A_s (de dimension 2×2), B_s (de dimension 2×1) et de C_s (de dimension 1×2) tel que $p.\underline{X}_s(p) = A_s.\underline{X}_s(p) + B_s.U(p)$ et $\theta_{\text{cap}}(p) = C_s.\underline{X}_s(p)$

$$\begin{cases} p.\theta_{\text{mot}}(p) = \Omega_{\text{mot}}(p) \\ p.\Omega_{\text{mot}}(p) = -\frac{1}{\tau_{\Omega}} \Omega_{\text{mot}}(p) + \frac{K_{\Omega}}{\tau_{\Omega}} U(p) \end{cases}$$

On en déduit :

$$p \cdot \begin{bmatrix} \theta_{\text{mot}}(p) \\ \Omega_{\text{mot}}(p) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{1}{\tau_{\Omega}} \end{bmatrix}}_{A_s} \cdot \begin{bmatrix} \theta_{\text{mot}}(p) \\ \Omega_{\text{mot}}(p) \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_{\Omega}}{\tau_{\Omega}} \end{bmatrix}}_{B_s} \cdot U(p)$$

D'autre part, on a $\theta_{\text{cap}}(p) = K_{\text{pos}}.\theta_{\text{mot}}(p)$, donc $C_s = \begin{bmatrix} K_{\text{pos}} & 0 \end{bmatrix}$.

Question 30 : Déterminer les valeurs propres de la matrice A_s . Comparer avec les pôles du processus. Conclure.

$$A_s = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{1}{\tau_{\Omega}} \end{bmatrix}$$

Ses valeurs propres sont solutions du polynôme caractéristique : $-x \left(-x - \frac{1}{\tau_{\Omega}} \right) = 0$ dont les racines sont 0 et $-\frac{1}{\tau_{\Omega}}$

qui sont bien les pôles du processus.

Question 31 : Expliquer le rôle du bouclage de l'observateur.

Le rôle du bouclage est d'introduire un estimateur de l'erreur faite par l'observateur. Cette erreur est réinjectée dans le calcul de $\hat{\theta}_{\text{cap}}(p)$.

Question 32 : Déterminer l'équation d'état donnant $p.\hat{X}_s(p)$ en fonction de A_s , B_s , C_s , L_o , $\hat{X}_s(p)$, $X_s(p)$ et $U(p)$.

$$p.\hat{X}_s(p) = B_s.U(p) + A_s.\hat{X}_s(p) + L_o \cdot \left[\theta_{\text{capt}}(p) - \hat{\theta}_{\text{capt}}(p) \right] \text{ d'après le schéma bloc.}$$

De plus, on a $\theta_{\text{cap}}(p) = C_s.X_s(p)$ et $\hat{\theta}_{\text{cap}}(p) = C_s.\hat{X}_s(p)$.

$$\text{On a donc : } p.\hat{X}_s(p) = B_s.U(p) + A_s.\hat{X}_s(p) + L_o.C_s \left[X_s(p) - \hat{X}_s(p) \right].$$

Question 33 : Déterminer la dérivée de l'erreur d'observation

$$p.\varepsilon(p) = p.X_s(p) - p.\hat{X}_s(p) \text{ en fonction des matrices } A_s, C_s, L_o \text{ et de l'erreur d'observation } \varepsilon(p) = X_s(p) - \hat{X}_s(p).$$

$$p.\varepsilon(p) = p.\left[\underline{X}_s(p) - \hat{\underline{X}}_s(p)\right] = A_s.\underline{X}_s(p) + B_s.U(p) - \left\{ B_s.U(p) + A_s.\hat{\underline{X}}_s(p) + L_o.C_s\left[\underline{X}_s(p) - \hat{\underline{X}}_s(p)\right] \right\}$$

$$p.\varepsilon(p) = A_s.\varepsilon(p) - L_o.C_s\varepsilon(p)$$

$$p.\varepsilon(p) = A_s.\left[\underline{X}_s(p) - \hat{\underline{X}}_s(p)\right] - L_o.C_s\left[\underline{X}_s(p) - \hat{\underline{X}}_s(p)\right]$$

Question 34 : Déterminer sous forme littérale les coefficients de la matrice A_o reliant $p.\varepsilon(p)$ à $\varepsilon(p)$.

On veut mettre le système sous la forme $p.\varepsilon(p) = A_o.\varepsilon(p)$, on en déduit $A_o = A_s - L_o.C_s$ et

$$A_o = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{1}{\tau_\Omega} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} L_o1 \\ L_o2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} K_{pos} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -L_o1.K_{pos} & 1 \\ -L_o2.K_{pos} & -\frac{1}{\tau_\Omega} \end{bmatrix}$$

Question 35 : Déterminer l'équation caractéristique de cette matrice.

Le polynôme caractéristique de A_o s'écrit : $(-x - L_o1.K_{pos})\left(-x - \frac{1}{\tau_\Omega}\right) + L_o2.K_{pos}$

Question 36 : Déterminer L_o1 et L_o2 sous forme littérale si on désire que l'observateur converge plus vite que le mode dominant du processus. Pour cela on désire que l'équation caractéristique obtenue à la question 35 ait 2 racines réelles $p_{o1} = p_{o2} = -\frac{1}{\tau_o}$

avec τ_o la constante de temps de l'observateur 5 fois plus faible que celle du processus.

On résout $x^2 + x\left(L_o1.K_{pos} + \frac{1}{\tau_\Omega}\right) + \left(\frac{L_o1}{\tau_\Omega} + L_o2\right).K_{pos} = 0$.

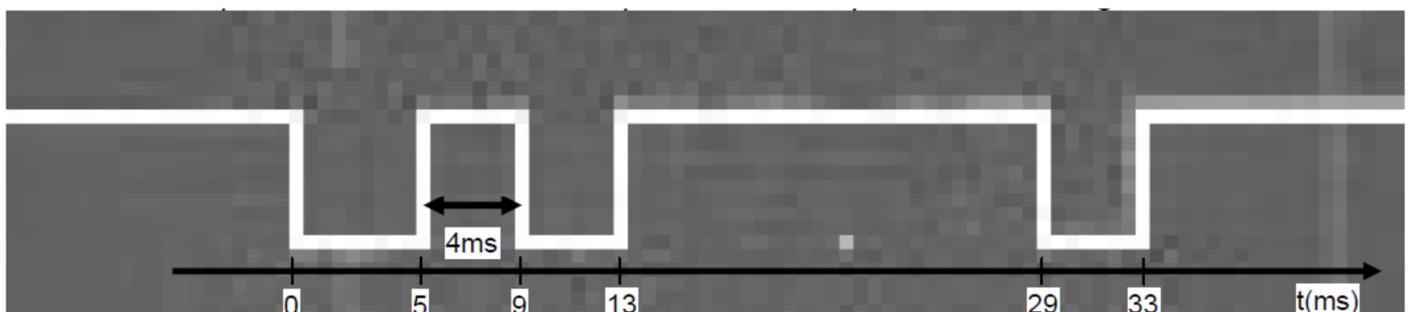
Le discriminant vaut $\left(L_o1.K_{pos} + \frac{1}{\tau_\Omega}\right)^2 - 4\left(\frac{L_o1}{\tau_\Omega} + L_o2\right).K_{pos}$ qui doit être nul car le polynôme caractéristique doit admettre une racine réelle double.

On en déduit $-\frac{1}{\tau_o} = -\frac{1}{2}\left(L_o1.K_{pos} + \frac{1}{\tau_\Omega}\right)$ donc $\frac{10}{\tau_\Omega} = L_o1.K_{pos} + \frac{1}{\tau_\Omega}$. On obtient $L_o1 = \frac{9}{\tau_\Omega.K_{pos}}$ et $L_o2 = \frac{16}{\tau_\Omega^2.K_{pos}}$.

Question 37 : Par analyse de la réponse avec observateur, celle-ci répond-elle aux critères du cahier des charges (tr5% et nombre de capteurs). Relativiser votre réponse face aux contraintes du marché.

Le critère de rapidité de $t_{r5\%} = 0,2s$ n'est pas respecté. Le temps de réponse à 5% vaut en réalité 0,22 s, ce qui ne constitue pas une augmentation démesurée, vis-à-vis des contraintes économiques du marché.

Question 38 : Dans le cas du chronogramme de la Figure 19, déterminer quel est le code reçu par le robot. Le signal décodé par le robot est-il en logique négative (un état vrai est représenté par « 0 » et un état faux par « 1 ») ou positive (un état vrai est représenté par « 1 » et un état faux par « 0 ») ?



Le code reçu par le robot est $1010\ 0001_2$, ce qui constitue le code led tourelle. La logique utilisée est une logique négative.

Question 39 : Déterminer le code $1010\ 0100_2$ délivré par la led droite en hexadécimal. En hexadécimal, $1010\ 0100_2$ s'écrit $A4_{16}$.

Question 40 : Déterminer le code $1010\ 1000_2$ délivré par la led gauche en décimal.

En décimal, $1010\ 1000_2$ s'écrit $2^3 + 2^5 + 2^7 = 8 + 32 + 128 = 168$.

Question 41 : Déterminer le résultat en binaire du recouvrement de ces 2 lobes. En déduire le résultat en décimal.

1010 0100

On fait la somme : $\begin{array}{r} +1010\ 1000 \\ \hline \end{array}$

10100 1100

Le premier bit est inutile car il vaut toujours 1 quel que soit la somme des signaux se recouvrant. Après élimination de ce premier bit, $0100\ 1100_2$ s'écrit en décimal $2^2 + 2^3 + 2^6 = 4 + 8 + 64 = 76$.

Question 42 : Déterminer les codes binaires reçus pour chacun des cas.

Lobe led tourelle : 1010 0001

Lobe recouvrement led tourelle et led gauche : 0100 1001

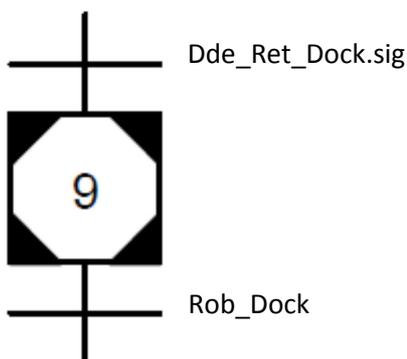
Lobe led gauche : 1010 1000

Lobe recouvrement led gauche et led droite : 0100 1100

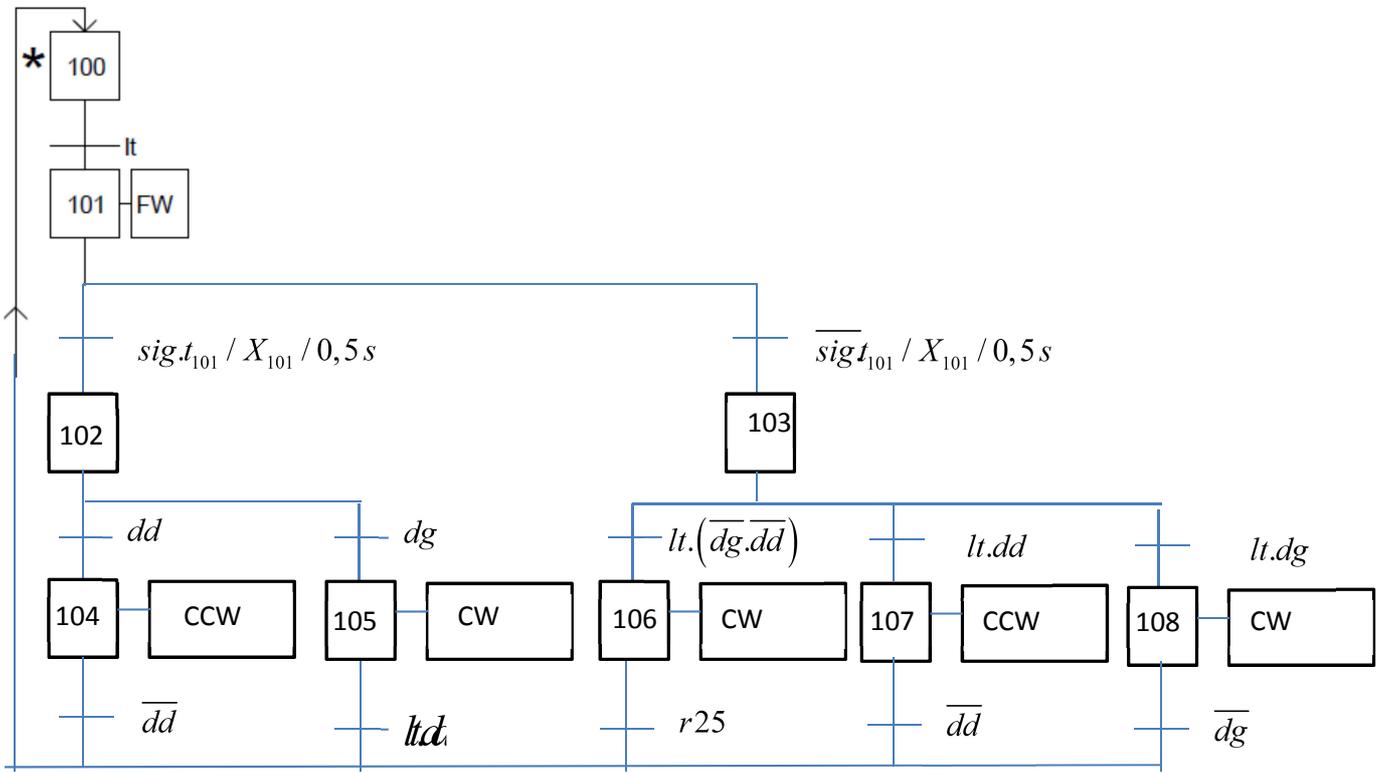
Lobe led droite : 1010 0100

Lobe recouvrement led droite et led tourelle : 0100 0101

Question 43 : Déterminer les réceptivités amont et aval de l'étape encapsulante.



Question 44 : Compléter la partie du grafcet encapsulé correspondant à l'apparition de l'acquisition du signal du lobe led tourelle.



Question 45 : Compléter le grafctet encapsulé Retour_Dock. Pour augmenter la lisibilité par rapport à la partie de grafctet de la question 44, le grafctet encapsulé fait apparaître des macro-étapes.

