

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Robot horticole



CORRIGÉ

Sous-Partie 1

Question 1.1 Précision de déplacement souhaitée : $\pm 2 \text{ mm}$.

Question 1.2 1 tour de roue = périmètre = $\pi \times D = \pi \times 290 = 911 \text{ mm}$

$$1 \text{ cycle} = 20 \text{ m donc } \frac{20000}{911} = 21,95 \text{ tours de roue}$$

$$\text{soit } 21,95 \times \frac{1}{i} = 21,95 \times 37,6 = 825,4 \text{ tours moteur}$$

$$\text{donc } 825,4 \times 12 = 9905 \text{ impulsions codeur}$$

Question 1.3 Précision obtenue : $\frac{20\,000 \text{ mm}}{9905} = 2,019 \text{ mm}$

Cette stratégie de commande est acceptable car elle permet un positionnement dans l'intervalle souhaité de 4 mm.

Question 1.4

```
def avancer_ligne_droite(d) :  
    DR1  
        N_impuls_d = d*1000/2 # ou d*500  
  
        while pulse_g < N_impuls_d :  
            if pulse_g < 0.95*N_impuls_d : # vitesse max  
                Commander_RD(5)  
                Commander_RG(5)  
            else : # vitesse réduite  
                Commander_RD(2.5)  
                Commander_RG(2.5)  
  
        # Arrêt des moteurs pour stopper le robot  
        Commander_RD(0)  
        Commander_RG(0)
```

Question 1.5 $C_{roue} = C_{mot} \times \frac{\eta_{red}}{i}$

$$C_{roue_max} = 2,570 \times 37,6 \times 0,75 = 72,5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Question 1.6 Bilan des actions mécaniques :

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} m_T \times g \times \sin \beta \\ 0 \\ -m_T \times g \times \cos \beta \end{pmatrix} \quad \vec{N}_A = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ N_{Az} \end{pmatrix} \quad \vec{T}_A = \begin{pmatrix} -T_{Ax} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{B}_{0 \rightarrow 3} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B_{z0 \rightarrow 3} \end{pmatrix}$$

D'après le principe fondamental de la dynamique :

Théorème de la résultante dynamique sur \vec{x} :

$$m_T \times g \times \sin \beta - T_{Ax} = m_T \cdot a_{Gx}$$

$$a_{Gx} = \frac{m_T \times g \times \sin \beta - T_A}{m_T}$$

Question 1.7 $t_{\text{arrêt}} = 0,16 \text{ s}$

$$d_{\text{arrêt}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_i \cdot t = \frac{1}{2} \cdot (-9) \cdot 0,16^2 + 1,4 \cdot 0,16 = 0,11 \text{ m} \\ = 110 \text{ mm}$$

D'après l'exigence 1.1.3, l'arrêt doit s'effectuer sur une distance inférieure à 0,25 m. Cette exigence est satisfaite d'après les calculs précédents.

Sous-Partie 2

Question 1.8

Repères	Fonction de la chaîne de puissance
①	Alimenter
②	Distribuer
③	Convertir
④	Transmettre

Question 1.9 Valeur simulée en régime établi de la vitesse : $V_S = 1,438 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Question 1.10 $V_A = 5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 1,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($5 + 0,5 = 5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ accepté)

$$V_S > V_A \quad (1,438 > 1,33)$$

D'après la simulation le robot Trooper est capable d'atteindre la vitesse de $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ définie dans le diagramme des exigences.

Question 1.11

$$t = \frac{d}{v} \text{ alors } t = \frac{40}{\frac{4,8}{3,6}} = 30 \text{ s}$$

$$Q = 2 \times I_M \times t = 2 \times 2,5 \times 30 = 150 \text{ C}$$

Question 1.12

DR2

Cycle complet	Consommation unitaire	Nombre de mvt.	Consommation totale
Mouvement Levage	$Q = 3,5 \text{ C}$	12	42
Mouvement Rotation	$Q = 2 \text{ C}$	10	20
Serrage/desserrage	$Q = 2 \text{ C}$	12	24
Déplacement (Moteurs M1 et M2)	$Q = 150 \text{ C}$	1 cycle Aller/Retour	150
Ihm/PC/capteurs/cartes	$Q = 20 \text{ C}$		20
Consommation globale Q_G			256

Question 1.13 D'après le diagramme de définition des blocs la batterie a une capacité de 32 A·h soit $Q_{batterie} = 115\,200 \text{ A} \cdot \text{s}$

Le nombre de cycles : $nbre = \frac{115\,200}{256} = 450 \text{ cycles}$

La durée d'utilisation du robot est donc de :

$$t = 450 \times 60 \text{ s} = 27\,000 \text{ s} \approx 7 \text{ h } 30 \text{ min}$$

Soit une autonomie supérieure à celle annoncée dans le diagramme des exigences à savoir 7h d'autonomie.

Question 1.14

Grandeur physique	Simulation	Expérimentation
Distance parcourue d	42,8 m	40 m
Vitesse de déplacement V	1,438 m·s ⁻¹	1,33 m·s ⁻¹ (4,8 km·h ⁻¹)
Consommation	83,2 C	75 C

Les conditions de simulation et d'expérimentation ne sont pas exactement les mêmes : en simulation la vitesse est plus élevée et la distance parcourue plus grande. Il n'est donc pas pertinent de mesurer l'écart de consommation entre grandeurs simulée et mesurée. Il est logique que la consommation simulée soit supérieure à la consommation mesurée, le déplacement simulé étant plus important.

Cependant, les ordres de grandeur sont suffisamment proches pour valider le modèle.

Sous-Partie 3

Question 1.15

DR3

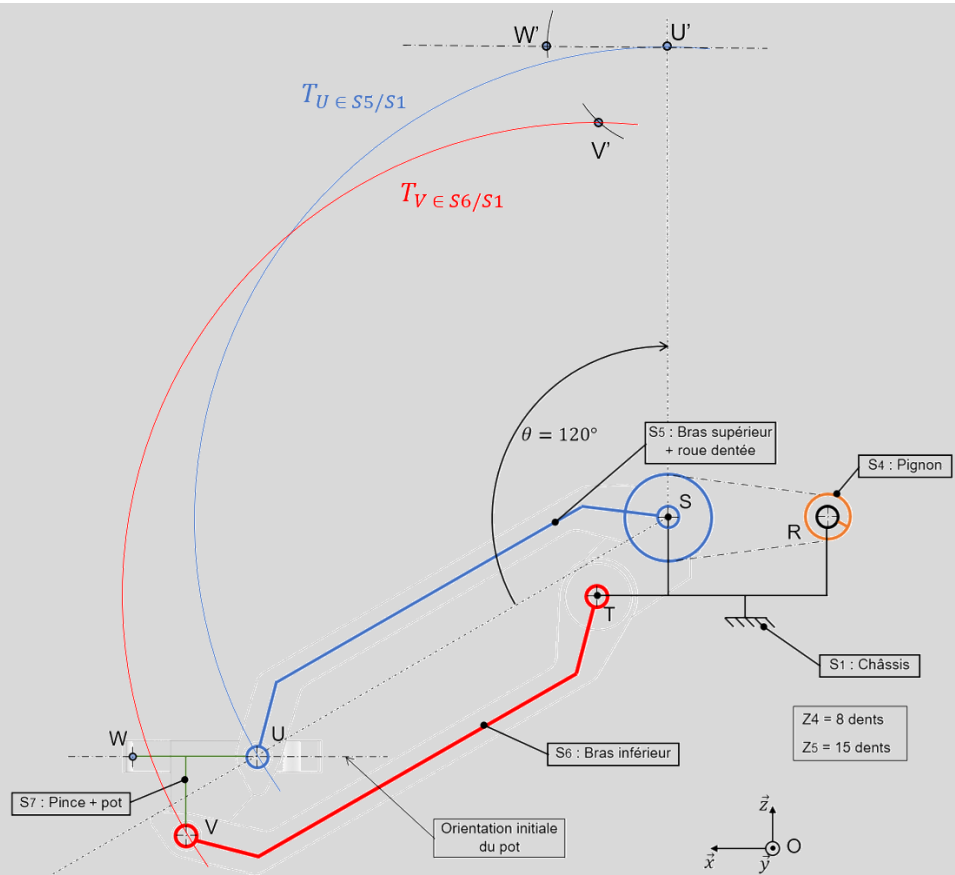
Centre	Pièces	Nom de la liaison	Direction
S	Bras supérieur {S5} et châssis {S1}	Pivot	\vec{y}
T	Bras inférieur {S6} et châssis {S1}	Pivot	\vec{y}

Désignation	Pièces	Nature du mouvement
Mvt S5/S1	Bras supérieur {S5} et châssis {S1}	Rotation
Mvt S6/S1	Bras inférieur {S6} et châssis {S1}	Rotation

Désignation de la trajectoire du point	Nature et caractéristiques
$T_{U \in S5/S1}$	Cercle de centre S et de rayon [SU]
$T_{V \in S6/S1}$	Cercle de centre T et de rayon [TV]

Question 1.16

DR3



Question 1.17 D'après le tracé, $\overrightarrow{U'W'}$ reste colinéaire à \vec{x} , donc l'inclinaison du pot est nulle.

L'exigence 1.3.1 impose une inclinaison inférieure à 10° . Celle-ci est respectée.

Question 1.18 $C_{\max_S5} = 29,5 \text{ N} \cdot \text{m}$

Question 1.19 $C_{mr} = \frac{C_{\max_S5} \times r}{\eta} = \frac{29,5 \times 0,53}{1} = 15,75 \text{ N} \cdot \text{m}$

Question 1.20 Le robot doit soulever le pot en une seconde (ld 1.3.1.1) avec un angle de 120° .

$$\omega_{mr} = \frac{\Delta\alpha}{t} \times \frac{1}{r} = 2\pi \times \frac{120}{360} \times \frac{1}{0,53} = 3,95 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$P_{mr} = C_{mr} \times \omega_{mr} = 15,75 \times 3,95 = 62,2 \text{ W}$$

Le motoréducteur peut fournir un couple maximal de $17,2 \text{ N} \cdot \text{m}$, l'exigence ld 1.3.1 imposant de soulever des pots de 10 kg est respectée car le couple requis est de $15,75 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Par ailleurs, la puissance nominale du moteur est de 100 W , il pourra donc fournir la puissance de 62 W nécessaire pour soulever un pot de 10 kg en une seconde conformément à l'exigence ld 1.3.1.1.