

# Dimensionnement du Rover et de la Tourelle

Projet Robot Mobile – Synthèse des calculs

August 8, 2025

## Contents

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Hypothèses et objectifs</b>                             | <b>1</b> |
| 1.1      | Objectifs . . . . .  | 1        |
| 1.2      | Composants retenus . . . . .                               | 1        |
| <b>2</b> | <b>Rover</b>   | <b>2</b> |
| 2.1      | Cinématique de la roue . . . . .                           | 2        |
| 2.2      | Vitesse maximale avec moteurs 560 rpm . . . . .            | 2        |
| 2.3      | Force motrice et accélération . . . . .                    | 2        |
| 2.4      | Charge totale admissible (rover compris) . . . . .         | 2        |
| 2.5      | Variante roues $\varnothing 16$ cm (mémo) . . . . .        | 2        |
| <b>3</b> | <b>Tourelle (Pan)</b>                                      | <b>3</b> |
| 3.1      | Spécifications . . . . .                                   | 3        |
| 3.2      | Vitesse et accélération angulaires . . . . .               | 3        |
| 3.3      | Couple d'accélération requis . . . . .                     | 3        |
| 3.4      | Capacité moteur (iSV57T-090) avec réduction 10:1 . . . . . | 3        |
| 3.5      | Remarques sur la courroie . . . . .                        | 3        |
| <b>4</b> | <b>Synthèse</b>  | <b>3</b> |

## 1 Hypothèses et objectifs

### 1.1 Objectifs

- **Rover:** atteindre une vitesse maximale de 5 m/s avec des roues de  $\varnothing 15$  cm (rayon  $R = 0.075$  m).
- **Tourelle (pan):** effectuer  $360^\circ$  en 0.2 s avec une charge de 10 kg sur un plateau de  $\varnothing 15$  cm.

### 1.2 Composants retenus

- **Rover:** 4 moteurs brushless à réducteur M62B90-24P-30S/G62-5.36S1, 90 W,  $\tau = 1.38$  N m chacun, vitesse en sortie 560 rpm.
- **Tourelle:** moteur NEMA23 iSV57T-090, 90 W,  $\tau_{nom} = 0.3$  N m,  $\tau_{cr} = 0.8$  N m, 3000 rpm; réduction par courroie 10:1.
- **Masse châssis nu:**  $\sim 14$  kg (moteurs, drivers, batterie 6S, châssis, Jetson, Arduino, câblage).

## 2 Rover

### 2.1 Cinématique de la roue

Périmètre roue  $C = 2\pi R$ . Régime requis pour une vitesse  $v$ :

$$\text{RPM} = \frac{v \cdot 60}{2\pi R}. \quad (1)$$

Avec  $v = 5 \text{ m/s}$  et  $R = 0.075 \text{ m}$ :

$$\text{RPM}_5 = \frac{5 \cdot 60}{2\pi \cdot 0.075} \approx \boxed{637 \text{ rpm}}. \quad (2)$$

### 2.2 Vitesse maximale avec moteurs 560 rpm

$$\text{tr/s} = \frac{560}{60} = 9.33, \quad (3)$$

$$v = \text{tr/s} \cdot C = 9.33 \cdot (2\pi \cdot 0.075) \approx \boxed{4.40 \text{ m/s}}. \quad (4)$$

### 2.3 Force motrice et accélération

Force par moteur (couple  $\tau_m = 1.38 \text{ N m}$ ) :

$$F_m = \frac{\tau_m}{R} = \frac{1.38}{0.075} \approx 18.4 \text{ N}. \quad (5)$$

Force totale (4 moteurs):  $\boxed{F_{tot} \approx 73.6 \text{ N}}$ .

Accélération avec masse  $m = 15 \text{ kg}$ :

$$a = \frac{F_{tot}}{m} = \frac{73.6}{15} \approx \boxed{4.91 \text{ m/s}^2}. \quad (6)$$

### 2.4 Charge totale admissible (rover compris)

Pour une accélération cible  $a$ , la masse totale admissible vaut:

$$m_{\max} = \frac{F_{tot}}{a}. \quad (7)$$

En retranchant la masse du rover  $m_r \simeq 14 \text{ kg}$ , on obtient la charge utile  $m_{\text{payload}}$ .

| Cible                 | $m_{\max}$ (total) | $m_{\text{payload}}$ (utile) |
|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| $a = 1 \text{ m/s}^2$ | 73.6 kg            | $\boxed{59.6 \text{ kg}}$    |
| $a = 3 \text{ m/s}^2$ | 24.5 kg            | $\boxed{10.5 \text{ kg}}$    |

### 2.5 Variante roues $\varnothing 16 \text{ cm}$ (mémo)

Avec  $R = 0.08 \text{ m}$  :  $C = 2\pi R = 0.503 \text{ m}$ .

$$\text{RPM}_5 = \frac{5 \cdot 60}{2\pi \cdot 0.08} \approx \boxed{597 \text{ rpm}}, \quad (8)$$

$$v_{560} = \frac{560}{60} \cdot 2\pi \cdot 0.08 \approx \boxed{4.69 \text{ m/s}}, \quad (9)$$

$$F_m = \frac{1.38}{0.08} = 17.25 \text{ N}, \quad F_{tot} \approx 69 \text{ N}. \quad (10)$$

$$\text{Avec } m = 15 \text{ kg} : \quad a \approx 4.6 \text{ m/s}^2. \quad (11)$$

$$\text{Charges utiles: } \sim 55 \text{ kg } (1 \text{ m/s}^2), \sim 9 \text{ kg } (3 \text{ m/s}^2). \quad (12)$$

### 3 Tourelle (Pan)

#### 3.1 Spécifications

Objectif:  $360^\circ$  en  $0.2\text{ s}$  avec un plateau (disque plein)  $m = 10\text{ kg}$ ,  $r = 0.075\text{ m}$ .

#### 3.2 Vitesse et accélération angulaires

Vitesse angulaire requise:

$$\omega = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \approx \boxed{31.416\text{ rad/s}}, \quad (13)$$

$$\text{RPM}_{\text{plateau}} = \omega \cdot \frac{60}{2\pi} \approx \boxed{300\text{ rpm}}. \quad (14)$$

Accélération angulaire ( $0 \rightarrow \omega$  en  $0.2\text{ s}$ ):

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{31.416}{0.2} \approx \boxed{157\text{ rad/s}^2}. \quad (15)$$

#### 3.3 Couple d'accélération requis

Moment d'inertie du plateau (disque plein):

$$I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 0.075^2 = 0.028\,125\text{ kg m}^2. \quad (16)$$

Couple requis:

$$\tau_{\text{req}} = I\alpha = 0.028125 \times 157 \approx \boxed{4.41\text{ N m}}. \quad (17)$$

#### 3.4 Capacité moteur (iSV57T-090) avec réduction 10:1

Moteur:  $\tau_{\text{nom}} = 0.3\text{ N m}$ ,  $\tau_{\text{cr}} = 0.8\text{ N m}$ ,  $n_m = 3000\text{ rpm}$ .

Après réduction 10:1:  $n_s = 300\text{ rpm}$ ,  $\tau_{\text{nom},s} = 3.0\text{ N m}$ ,  $\tau_{\text{cr},s} = 8.0\text{ N m}$ .

Comparaison:  $\tau_{\text{req}} = 4.41\text{ N m} < \tau_{\text{cr},s} = 8.0\text{ N m} \Rightarrow$  conforme pour des accélérations brèves; en régime établi, le couple nécessaire est dominé par les frottements (typiquement  $\ll 3\text{ N m}$ ).

#### 3.5 Remarques sur la courroie

Pignon GT2 10 dents (pas 2 mm):  $D \approx \frac{Np}{\pi} \approx 6.37\text{ mm}$  ( $r \approx 3.18\text{ mm}$ ).

Force tangente crête côté petit pignon:

$$F \approx \frac{\tau_{m,\text{cr}}}{r} = \frac{0.8}{0.00318} \approx 250\text{ N}. \quad (18)$$

Recommandations: courroie GT2 PU renforcée (largeur  $\geq 9\text{ mm}$ ), tension adéquate; pour plus de marge, profils HTD-3M/5M.

## 4 Synthèse

- Rover ( $\varnothing 15\text{ cm}$ ):  $v \approx 4.40\text{ m/s}$  à  $560\text{ rpm}$ ;  $F_{\text{tot}} \approx 73.6\text{ N}$ ; charges utiles:  $\sim 59.6\text{ kg}$  à  $1\text{ m/s}^2$ ,  $\sim 10.5\text{ kg}$  à  $3\text{ m/s}^2$ .
- Variante  $\varnothing 16\text{ cm}$ :  $v \approx 4.69\text{ m/s}$ ;  $F_{\text{tot}} \approx 69\text{ N}$ .
- Tourelle: besoin  $\tau \approx 4.41\text{ N m}$ ; solution 10:1 avec iSV57T-090:  $\tau_{\text{nom},s} = 3.0\text{ N m}$ ,  $\tau_{\text{cr},s} = 8.0\text{ N m} \Rightarrow$  marge suffisante en crête.