

Exercice 2.1 : TRANSMETTEUR D'UN ROBOT DE PEINTURE

**Axe 1**

**Q1 :** Repasser en couleur les différents ensembles indéformables du schéma cinématique. Préciser le nombre d'étages et les vitesses angulaires d'entrée et de sortie.

Le transmetteur comprend 2 étages : l'engrenage 21-22a et l'engrenage 22b-23.

Le mécanisme est un réducteur. De façon classique, chaque étage va réduire la vitesse. Pour un engrenage, il y a réduction de la vitesse angulaire si un « petit » pignon entraîne un plus « grand ».

L'ensemble d'entrée du transmetteur est l'arbre d'entrée (21) :  $\omega_{m3} = \omega_{21/2}$

L'ensemble de sortie est l'arbre (23) :  $\omega_{s3} = \dot{\beta} = \omega_{23/2}$

**Q2 :** Déterminer l'expression du rapport de transmission  $i_3$  en fonction des  $Z_i$ . Application numérique.

$$\text{Soit } i_3 = \frac{\omega_{s3}}{\omega_{m3}}, i_3 = \frac{\omega_{23/2}}{\omega_{21/2}} = \left( \frac{\omega_{22/2} \omega_{23/2}}{\omega_{21/2} \omega_{22/2}} \right) \nearrow \frac{-Z_{21} Z_{22b}}{Z_{22a} Z_{23}} = -\frac{31 \cdot 17}{52 \cdot 79} \approx -0,128.$$

Bien vérifier le croisement des indices.

**Q3 :** En déduire l'expression de la vitesse angulaire  $\omega_{m3}$  du rotor du moteur de l'axe 3 du robot de peinture, en fonction de  $i_3$  et  $\dot{\beta}$ .

$$i_3 = \frac{\omega_{s3}}{\omega_{m3}}, \text{ d'où } \omega_{m3} = \frac{\omega_{s3}}{i_3} = \frac{\dot{\beta}}{i_3}.$$

**Axe 2**

**Q4 :** Repasser en couleur les différents ensembles indéformables du schéma cinématique. Préciser les vitesses angulaires d'entrée et de sortie.

L'ensemble d'entrée du transmetteur est l'arbre d'entrée (11) :  $\omega_{m2} = \omega_{11/1}$

L'ensemble de sortie est l'arbre de sortie (2) :  $\omega_{s2} = \dot{\alpha} = \omega_{2/1}$

**Q5 :** Déterminer le nombre d'étages du train (nombre de transmetteurs élémentaires) et l'expression du rapport de transmission  $i_2$  en fonction des  $Z_i$  et  $D_i$ . Application numérique.

Le transmetteur comprend 4 étages :  
Réducteur roue 2 / vis sans fin 1  
Réducteur à engrenages 3-4  
Réducteur à engrenages 5-6  
Réducteur poulie-courroie 7-8.

$$\text{Soit } i_2 = \frac{\omega_{s2}}{\omega_{m2}}, i_2 = \frac{\omega_{2/1}}{\omega_{11/1}} \nearrow \frac{-Z_1}{Z_2} \times \frac{-Z_3}{Z_4} \times \frac{-Z_5}{Z_6} \times \frac{D_7}{D_8} = -\frac{2 \cdot 25 \cdot 30 \cdot 35}{50 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 70} = \frac{-1}{200} = -0,005.$$

Partir de l'entrée et croiser les indices.

**Q6 :** En déduire l'expression de la vitesse angulaire  $\omega_{m2}$  du rotor du moteur de l'axe 2 du robot de peinture, en fonction de  $i_2$  et  $\dot{\alpha}$ .

$$i_2 = \frac{\omega_{s2}}{\omega_{m2}} \Rightarrow \omega_{m2} = \frac{\dot{\alpha}}{i_2}$$

## Exercice 2.2 : CORDEUSE DE RAQUETTE

**Q1 :** Identifier, sur la chaîne de puissance, les grandeurs  $\omega_m$ ,  $\omega_r$  et  $v_c$ .

$\omega_m$  en sortie de moteur

$\omega_r$  en sortie du réducteur à engrenage

$v_c$  en sortie du mécanisme pignon/chaîne.

**Q2 :** Déterminer le rapport de transmission  $i = \left| \frac{\omega_m}{\omega_r} \right|$  du réducteur. Application numérique.

$$i = \left| \frac{\omega_m}{\omega_r} \right| = \left| \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{4/0}} \right| = \left| \frac{Z_4 Z_{2a}}{Z_{2b} Z_1} \right| \approx 53,17.$$

**Q3 :** Déterminer le rapport de transmission  $k = \left| \frac{\omega_m}{v_c} \right|$  des transmetteurs. Préciser l'unité de  $k$ . Faire l'AN.

$$k = \left| \frac{\omega_m}{v_c} \right| = \left| \frac{\omega_m \omega_r}{\omega_r v_c} \right| = i \frac{2}{D_p} = \frac{Z_{2a} Z_4 2}{Z_1 Z_{2b} D_p} \text{ homogène à } [L^{-1}].$$

$$k = \frac{29 \cdot 55 \cdot 2}{2 \cdot 15 \cdot 20 \times 10^{-3}} = \boxed{5316 \text{ rad/m}}.$$

**Q4 :** En utilisant les résultats expérimentaux ci-après, vérifier la valeur de  $k$  obtenue à la question précédente.

Pendant la phase de déplacement vers la droite, supposée à vitesse constante entre 1,6 et 2,6 s :

$$v_c = \frac{\Delta x_c}{\Delta t} = \frac{125 - 55}{2,6 - 1,6} \times 10^{-3} = 70 \times 10^{-3} \text{ m/s}.$$

La vitesse moteur est :  $N_m \approx \frac{3250 + 3500}{2} = 3375 \text{ tr/mn}$ , soit  $\omega_m \approx 353 \text{ rad/s}$ .

$$\text{D'où : } \frac{\omega_m}{v_c} \approx \frac{353}{70 \times 10^{-3}} \approx 5042 \text{ rad/m}.$$

Écart de l'expérimental par rapport au théorique de  $\frac{5042 - 5316}{5316} \approx -5\%$ . L'ordre de grandeur est bien respecté, mais l'écart est un peu grand. Il faut sans doute utiliser un autre moyen de mesure.

## Exercice 2.3 : MONTE-CHARGE

**Q1 :** Déterminer le nombre d'étages (nombre de transmetteurs élémentaires) et les roues dentées associées à chaque étage de réduction.

Réducteur à engrenages 6 / 9a.

Réducteur à engrenages 9b / 11a

Réducteur à engrenages 11b / 16

Soit 3 étages de réduction.

**Q2 :** Déterminer l'expression du rapport de réduction  $i = \frac{\omega_s}{\omega_e}$  du réducteur. Faire l'application numérique.

Si on veut que chacun des étages du train d'engrenage réduise la vitesse de rotation, il faut que :

- la roue dentée 16 soit liée à l'arbre de sortie du réducteur ;
- la roue dentée 6 soit liée à l'arbre d'entrée du réducteur.

$$i = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{\omega_{16/0}}{\omega_{6/0}} = \frac{-Z_6}{Z_{9a}} \times \frac{-Z_{9b}}{Z_{11a}} \times \frac{-Z_{11b}}{Z_{16}} = \frac{-Z_6 Z_{9b} Z_{11b}}{Z_{9a} Z_{11a} Z_{16}}$$

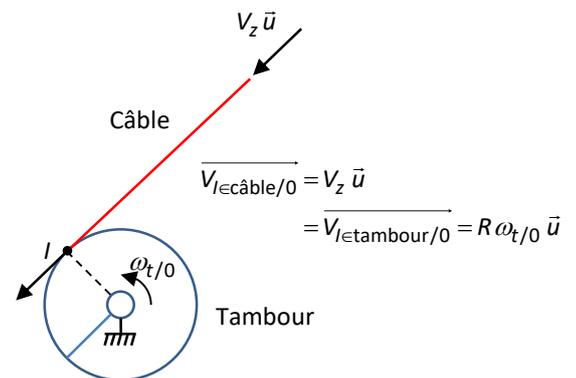
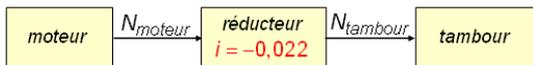
Application numérique :  $i = -\frac{16 \times 19 \times 17}{46 \times 59 \times 85} = \boxed{-0,022}$

**Q3 :** Déterminer la vitesse de montée  $V_z$  de la charge lorsque le moteur tourne à 1500 tr/mn.

Le câble est supposé inextensible. En tout point matériel  $M$  du câble, le vecteur vitesse est tangent au câble et de norme identique en tout point du câble.

La condition de non glissement du câble sur le tambour impose  $V_z = R \omega_{t/0}$ , si  $\omega_{t/0}$  est la vitesse de rotation du tambour en rad/s.

$$V_z = R \omega_{t/0} = R i \omega_m = R i N_m \frac{2\pi}{60} = 0,1 \times (-0,022) \times 1500 \frac{\pi}{30} \approx 0,34 \text{ m/s}$$

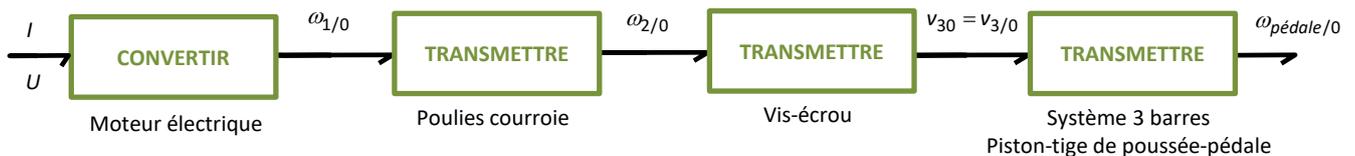


**Q4 :** Conclure quant au choix du concepteur d'utiliser ce réducteur.

La valeur de 0,34 m/s est légèrement inférieure à l'exigence, mais probablement acceptable.

### Exercice 2.4 : RESTITUTEUR ACTIF D'EFFORT D'EMBRAYAGE

**Q1 :** Compléter la chaîne de puissance partielle en définissant les noms des transmetteurs et les grandeurs d'entrée et de sortie cinématiques.



**Q2 :** Définir la loi entrée-sortie entre la vitesse de translation du piston et la vitesse de rotation du moteur. Application numérique.

$$\frac{v_{30}}{\omega_{1/0}} = \frac{v_{30}}{\omega_{2/0}} \times \frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{\rho_v D_1}{2\pi D_2} = \frac{10 \times 10^{-3}}{2\pi} \frac{1}{2} \approx 7,96 \times 10^{-4} \text{ m/rad.}$$

**Q3 :** La vitesse de rotation maximale du moteur est de 1500 tr/mn. En déduire la vitesse de translation maximale du piston 3,  $v_{30}$ .

$$v_{30} = 7,96 \times 10^{-4} \times 1500 \frac{2\pi}{60} = 0,125 \text{ m/s.}$$