

## TD 2 : MODELISER LE COMPORTEMENT CINEMATIQUE DES TRANSMETTEURS ET TRAINS SIMPLES

### 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.

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

**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.

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

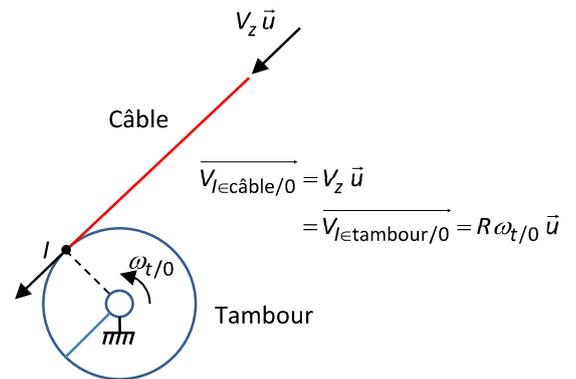
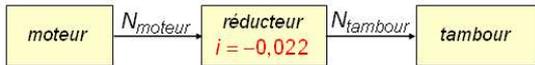
Application numérique :  $i = -\frac{16 \times 19 \times 17}{46 \times 59 \times 85} = \boxed{-0,022}$

**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 au point de tangence 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.

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

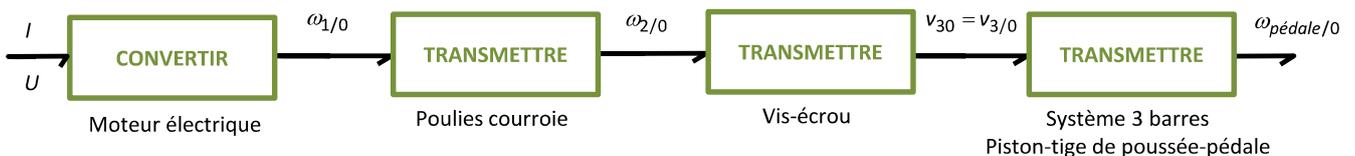


**Q4 :** Conclure quant au choix du concepteur d'utiliser ce réducteur.

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,  $v_{30}$ .

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