CLASSE DE PROBLÈMES CIN-2

PRÉVOIR ET VÉRIFIER LES PERFORMANCES CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES

MODÉLISER ET REPRÉSENTER UN MÉCANISME.

1 Présentation

Le motoréducteur permet d'entraîner le bras qui met en mouvement le portail. Il comporte un moteur électrique, un réducteur de vitesse à " trains épicycloïdaux " à quatre étages et un limiteur de couple à disques.

OBJECTIF : Analyser la structure et le fonctionnement du mécanisme et le modéliser en donnant son schéma cinématique.

2 Observation sur l'ouvre portail

Mettre le système sous tension à l'aide de l'interrupteur placé sur le coté du boîtier électrique. Lever et basculer les interrupteurs du pupitre sur les positions " hors-service ". Appuyer sur le bouton " En service ". Enfoncer en permanence le bouton "enclenchement ". Une impulsion sur le bouton " démarrage" lance l'ouverture, une seconde impulsion arrête le mouvement et une troisième assure la fermeture.

3 Identification des composants

A partir du plan fourni et du mécanisme démonté retrouver le numéro de chacun des composants ci-dessous et donner sa fonction :

- zone " moteur " : stator de moteur, rotor de moteur, roulements de rotor, joint de rotor ;
- zone " réducteur " : porte satellites, satellite, couronne, arbre de bras, disque de glissement, rondelle de glissement ;
- zone " limiteur de couple " : bras, disque de friction, rondelle ressort, vis de tarage, circlips ;
- zone " avant-bras " : avant-bras, axe d'articulation, circlips, chape.

4 Schéma cinématique

Représenter le schéma cinématique du mécanisme. On trouvera dans le " Guide du dessinateur " la symbolisation des engrenages et du limiteur de couple.

5 Rapport de réduction

Cette partie est à traitée à l'aide du cours sur les engrenages.

5.1 Rapport de réduction d'un étage

Ecrire les relations d'engrènement dans le premier étage pour un observateur situé sur le porte-satellite 13 entre le pignon moteur 9 et le satellite 12 d'une part puis entre le satellite 12 et la couronne 20 d'autre part.

En déduire le rapport $\frac{\omega_{20/13}}{\omega_{9/13}}$ en fonction des nombres de dents. En utilisant la composition des vitesses de rotation déterminer le rapport : $\frac{\omega_{13/20}}{\omega_{9/20}}$

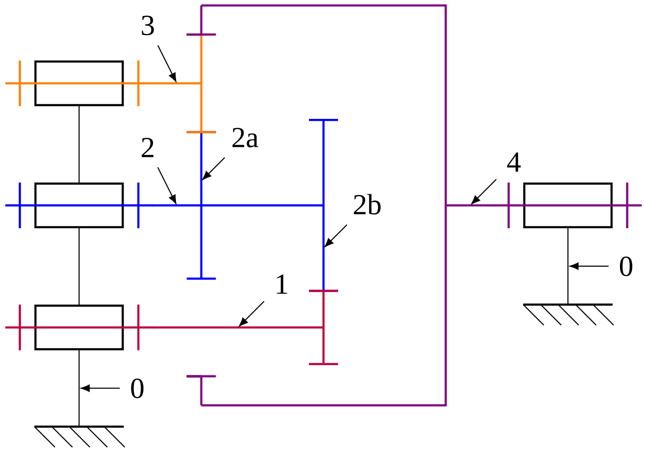
5.2 Rapport de réduction du réducteur

Donner l'expression du rapport de réduction du réducteur à quatre étages : $\frac{\omega_{22/20}}{\omega_{9/20}}$

6 Eléments de cours sur les engrenages

6.1 Les trains simples

- Roue **1** : D_1, Z_1, ω_1
- Roue **2** : $\begin{cases} D_{2a}, Z_{2a}, \omega_2 \\ D_{2b}, Z_{2b}, \omega_2 \end{cases}$
- Roue **3** : D_3, Z_3, ω_3
- Roue **4** : D_4, Z_4, ω_4



D'après l'étude cinématique des roues de frictions, on remarquera qu'un contact extérieur inverse le sens de rotation, alors qu'avec un contact intérieur, le sens est conservé.

Par conséquent, la raison d'un train d'engrenage sera donnée par la formule :

$$\frac{\omega_{\text{sortie}}}{\omega_{\text{entrée}}} = (-1)^n.\frac{\text{Produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{Produit des nombres de dents des roues menées}} = (-1)^n.\frac{\prod Z_{\text{menantes}}}{\prod Z_{\text{menées}}}$$

avec n nombre de contacts extérieurs

EXEMPLE : Dans le cas du schéma cinématique précédent:

$$\frac{\omega_{40}}{\omega_{10}} = (-1)^2.\frac{Z_1}{Z_{2b}}.\frac{Z_{2a}}{Z_3}.\frac{Z_3}{Z_4} = \frac{Z_1.Z_{2a}}{Z_{2b}.Z_4}$$

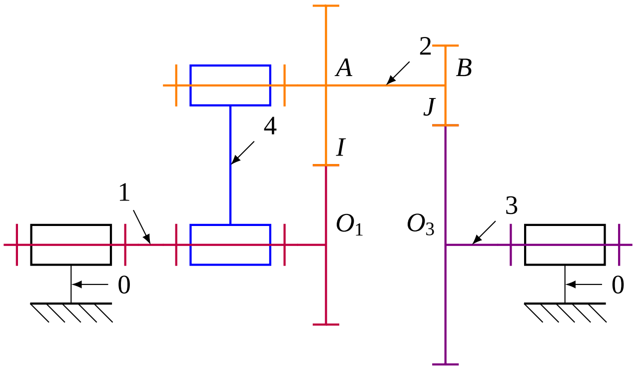
6.2 Les trains épicycloïdaux

6.2.1 Caractéristiques d'un train épicycloïdal

Un pignon qui tourne autour d'un axe en mouvement dans le repère lié au bâti est appelé satellite. Le satellite est le premier élément qu'il faut repérer quand on étudie un train épicycloïdal. Lorsqu'on a déterminé le satellite, on peut rechercher les trois "entrées" du train :

- le porte satellite est en liaison pivot avec le(s) satellite(s). Il porte le(s) satellite(s).

- les deux planétaires sont en contact avec les dentures du satellite. Les planétaires tournent autour d'axes fixes dans le repère de l'observateur et engrènent avec le satellite. Les planétaires peuvent être des pignons ou des couronnes dentées intérieures.

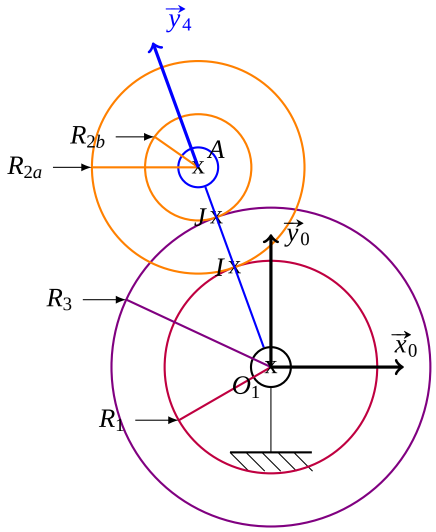


Pour ce train épicycloïdal:

- satellite: pièce **2**
- porte satellite: pièce **4**
- planétaires: pièces **1** et **3**. Il s'agit ici de deux pignons.

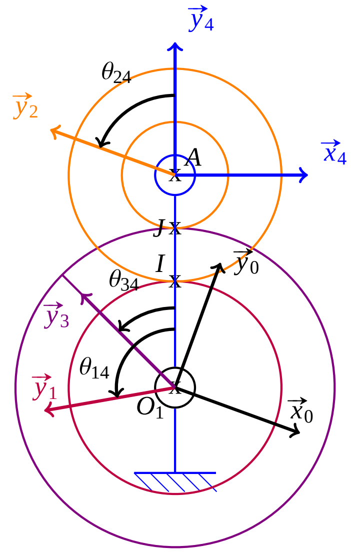
Les roulements sans glissement de ce trains épicycloïdal se traduisent par:

$$\vec{V}_{(I\in 2/1)} = \vec{0} \qquad \text{et} \qquad \vec{V}_{(J\in 2/3)} = \vec{0}$$



On se place sur le porte satellite

$\Rightarrow$



$$\boxed{\lambda = \frac{\omega_{30} - \omega_{40}}{\omega_{10} - \omega_{40}} = (-1)^n.\frac{Z_1}{Z_{2a}}.\frac{Z_{2b}}{Z_3} \qquad \text{ou} \qquad \omega_{30} - \lambda.\omega_{10} + (\lambda - 1).\omega_{40} = 0}$$

λ est la raison du train épicycloïdal

$$\vec{0} = \vec{V}_{(I\in 2/1)} = \vec{V}_{(I\in 2/4)} - \vec{V}_{(I\in 1/4)}$$

$$\text{Or} \quad \left\{ \begin{array}{lcl} \vec{V}_{(I\in 2/4)} & = & \vec{V}_{(A\in 2/4)} + \vec{IA} \wedge \vec{\Omega}_{(2/4)} \\ & = & \vec{0} + R_{2a}.\vec{y_4} \wedge \omega_{24}.\vec{z_4} \\ & = & R_{2a}.\omega_{24}.\vec{x_4} \\ \vec{V}_{(I\in 1/4)} & = & \vec{V}_{(O_1\in 1/4)} + \vec{IO_1} \wedge \vec{\Omega}_{(1/4)} \\ & = & \vec{0} - R_1.\vec{y_4} \wedge \omega_{14}.\vec{z_4} \\ & = & -R_1.\omega_{14}.\vec{x_4} \end{array} \right.$$

$$\text{donc} \quad \vec{0} = R_{2a}.\omega_{24}.\vec{x_4} + R_1.\omega_{14}.\vec{x_4}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\omega_{24}}{\omega_{14}} = -\frac{R_1}{R_{2a}}$$

$$\vec{0} = \vec{V}_{(J\in 2/3)} = \vec{V}_{(J\in 2/4)} - \vec{V}_{(J\in 3/4)}$$

$$\text{Or} \quad \left\{ \begin{array}{lcl} \vec{V}_{(J\in 2/4)} & = & \vec{V}_{(B\in 2/4)} + \vec{JB} \wedge \vec{\Omega}_{(2/4)} \\ & = & \vec{0} + R_{2b}.\vec{y_4} \wedge \omega_{24}.\vec{z_4} \\ & = & R_{2b}.\omega_{24}.\vec{x_4} \\ \vec{V}_{(J\in 3/4)} & = & \vec{V}_{(O_3\in 3/4)} + \vec{JO_3} \wedge \vec{\Omega}_{(3/4)} \\ & = & \vec{0} - R_3.\vec{y_4} \wedge \omega_{34}.\vec{z_4} \\ & = & -R_3.\omega_{34}.\vec{x_4} \end{array} \right.$$

$$\text{donc} \quad \vec{0} = R_{2b}.\omega_{24}.\vec{x_4} + R_3.\omega_{34}.\vec{x_4}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\omega_{24}}{\omega_{34}} = -\frac{R_3}{R_{2b}}$$