



TRAINS
EPICYCLOÏDAUX

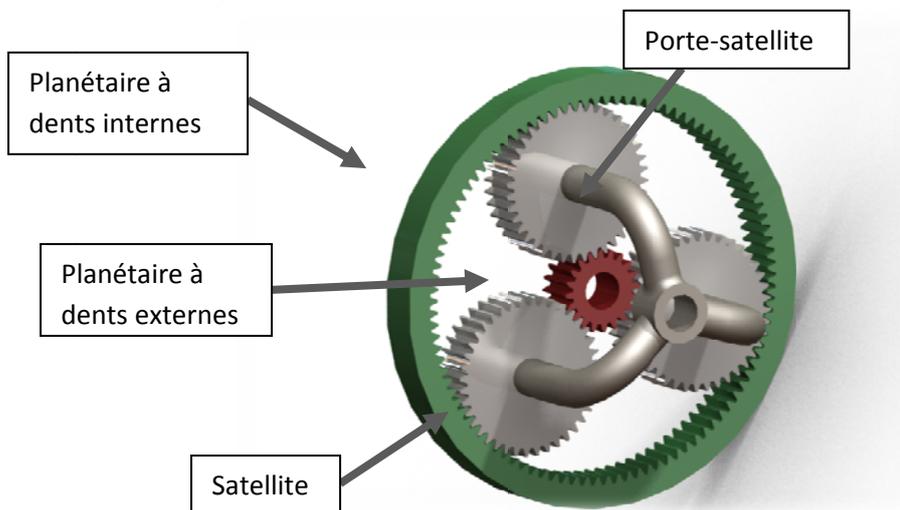
LYCÉES JULES RENARD & ST JOSEPH -
NEVERS

Bac Sti Génie électronique | Thème 2009

Trains Epicycloïdaux

Les trains épicycloïdaux sont des réducteurs et multiplicateurs de vitesse particuliers. A la différence des trains d'engrenages classiques, ils ont des mouvements relatifs qui permettent d'obtenir plusieurs rapports de réduction pour un seul mécanisme. Ils sont généralement employés dans les boîtes de vitesse automatiques de véhicule, les outils pneumatiques et les motoréducteurs électriques.

Leurs principaux avantages sont d'avoir des rapports de réduction importants comparés aux trains d'engrenages classiques, et d'avoir une coaxialité systématique entre l'entrée et la sortie. Ils sont composés de deux planétaires à dents internes ou externes, de plusieurs satellites, et d'un porte-satellite.



Pour être fonctionnel, le train doit avoir un élément bloqué : un des deux planétaires ou le porte satellite. L'entrée et la sortie du réducteur se feront sur les deux autres éléments « libres ».

Exemple : Sur la figure ci-dessus, si la planétaire à dents externes est bloquée (vitesse de rotation nulle), l'entrée peut se faire sur le porte-satellite et la sortie sera alors sur le planétaire à dents internes.

Formule de Willis

Le calcul des différents rapports de réduction du train se fait à l'aide de la formule suivante :

$$\frac{\omega_{P_m} - \omega_{PS}}{\omega_{P_M} - \omega_{PS}} = (-1)^n \frac{\prod Z_M}{\prod Z_m}$$

La partie mécanique de la clé « Pneumat » est essentiellement constituée d'un moteur à palettes et d'un réducteur composé de deux trains épicycloïdaux suivit d'un renvoi d'angle.

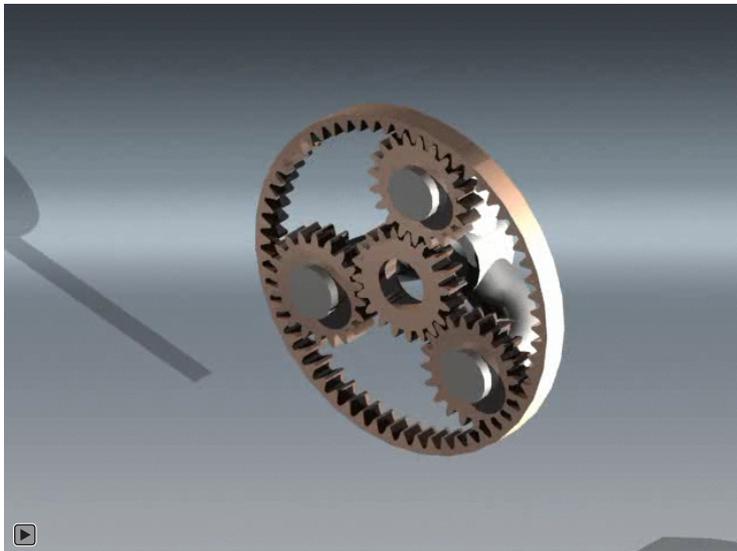
L'utilisation des deux trains épicycloïdaux permet d'obtenir un rapport de réduction important dans un encombrement très réduit.

Avec :

- n = nombre de contacts entre deux roues à dents externes (seul un satellite est compté)
- ω_{P_m} : Vitesse angulaire du planétaire mené
- ω_{P_M} : Vitesse angulaire du planétaire menant
- ω_{P_S} : Vitesse angulaire du porte-satellite
- $\prod Z_M$: Produit du nombre de dents des roues menantes
- $\prod Z_m$: Produit du nombre de dents des roues menées

Vidéo

Exemple de train épicycloïdal avec planétaire à dents externes bloqué :

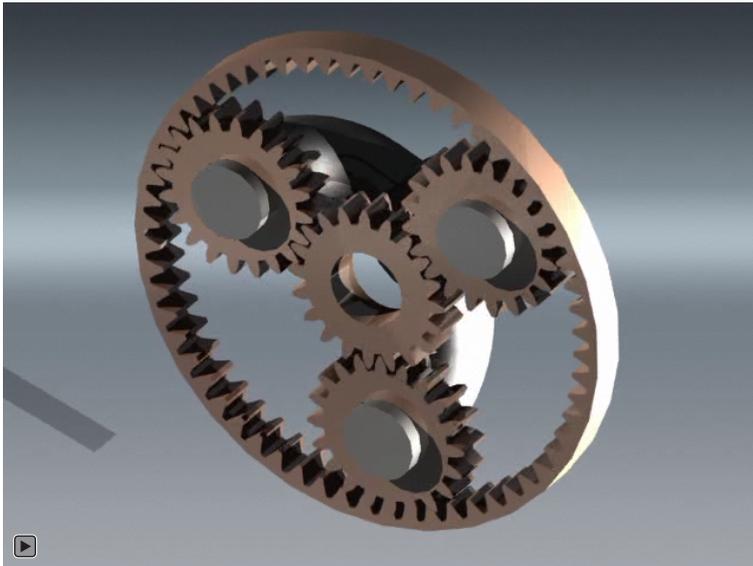


Exemple de train épicycloïdal avec planétaire à dents internes bloqué :

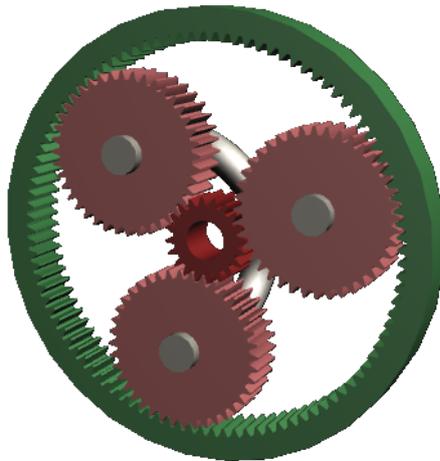


Pour lancer les vidéos ci-contre, cliquez dessus.

Exemple de train épicycloïdal avec porte-satellite bloqué :



Maquette 3D



Application de la formule de Willis

Comme exemple, nous pouvons étudier le train présenté dans la première vidéo, avec le planétaire à dents externes bloqué. Nous considérerons que l'entrée se fait sur la couronne à dents interne et la sortie sur le porte-satellite.

Données :

- $Z_{\text{satellite}} = 40$ dents
- $Z_{\text{couronne}} = 100$ dents
- $Z_{\text{pignon}} = 20$ dents

Dans cet exemple, on peut noter que le réducteur se comporte comme un réducteur standard

Cliquez sur la vue ci-contre pour activer la barre d'outils de visualisation 3D. La navigation se fait comme sur le modeleur (zoom-rotation de vue)

Dans cet exemple, nous n'avons qu'un contact d'engrènement extérieur(entre le pignon et le satellite), donc $n=1$, et nous recherchons l'expression :

$$r = \frac{\omega_S}{\omega_e} = \frac{\omega_{PS}}{\omega_{couronne}}$$

Comme la couronne est menante, la formule de Willis se pose comme suit :

$$\frac{\omega_{pignon} - \omega_{PS}}{\omega_{couronne} - \omega_{PS}} = (-1)^1 \frac{Z_{couronne} \cdot Z_{satellite}}{Z_{pignon} \cdot Z_{satellite}} = -\frac{100}{20} = -5$$

car le satellite est à la fois mené et menant, et comme $\omega_{pignon} = 0$ (pignon bloqué), nous avons :

$$\frac{-\omega_{PS}}{\omega_{couronne} - \omega_{PS}} = -5$$

$$-\omega_{PS} = (\omega_{couronne} - \omega_{PS}) \cdot (-5)$$

$$-\omega_{PS} = -5\omega_{couronne} + 5\omega_{PS}$$

$$-6\omega_{PS} = -5\omega_{couronne}$$

$$r = \frac{\omega_{PS}}{\omega_{couronne}} = \frac{5}{6}$$

Effectivement, sur la vidéo on s'aperçoit que le porte-satellite tourne un peu moins vite que la couronne.

L'application de la formule de Willis se fera de la même manière pour la clé « Pneumat », mais il faudra identifier l'élément bloqué dans chaque train épicycloïdal.