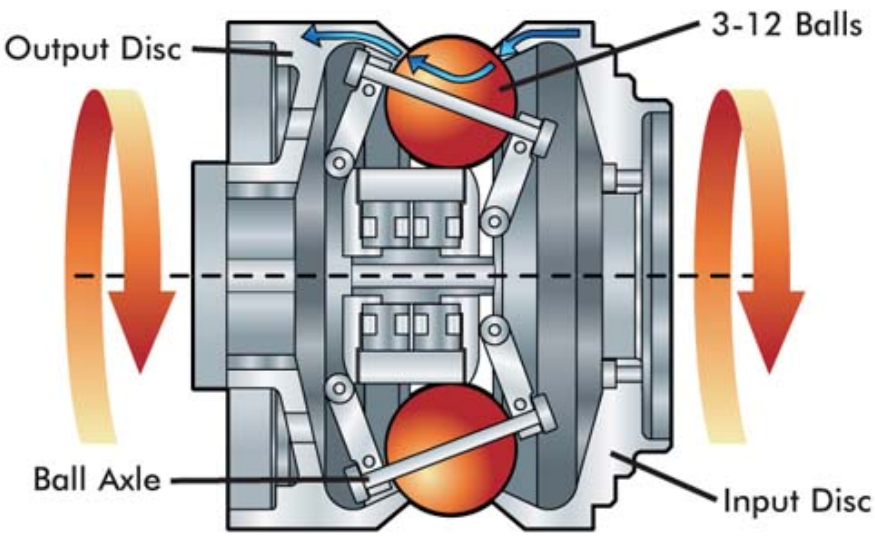
I VARIATEUR NU Vinci



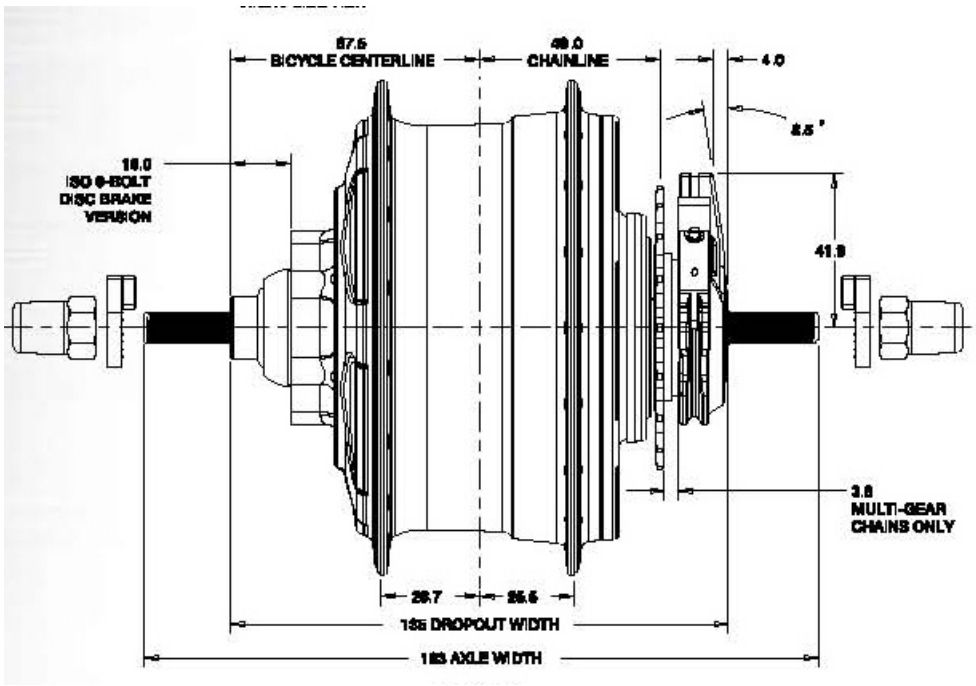
Les images ci-dessus représentent le variateur NU Vinci, utilisé sur certains vélos en remplacement du classique dérailleur. Le principe de fonctionnement est le suivant : un câble (non représenté) déplace en translation, selon l'axe de la roue le planétaire central. Cette action a pour effet de modifier l'inclinaison de l'axe de rotation des billes (Ball Axle).

Les billes roulent sans glisser sur le plateau d'entrée (Input disc), le plateau de sortie (Output disc) et le planétaire central.

1. Proposer un schéma cinématique du système NU Vinci.

2. Placer sur ce schéma les paramètres nécessaires à la réalisation d'une étude cinématique.

3. Donner la loi entrée sortie de ce variateur.

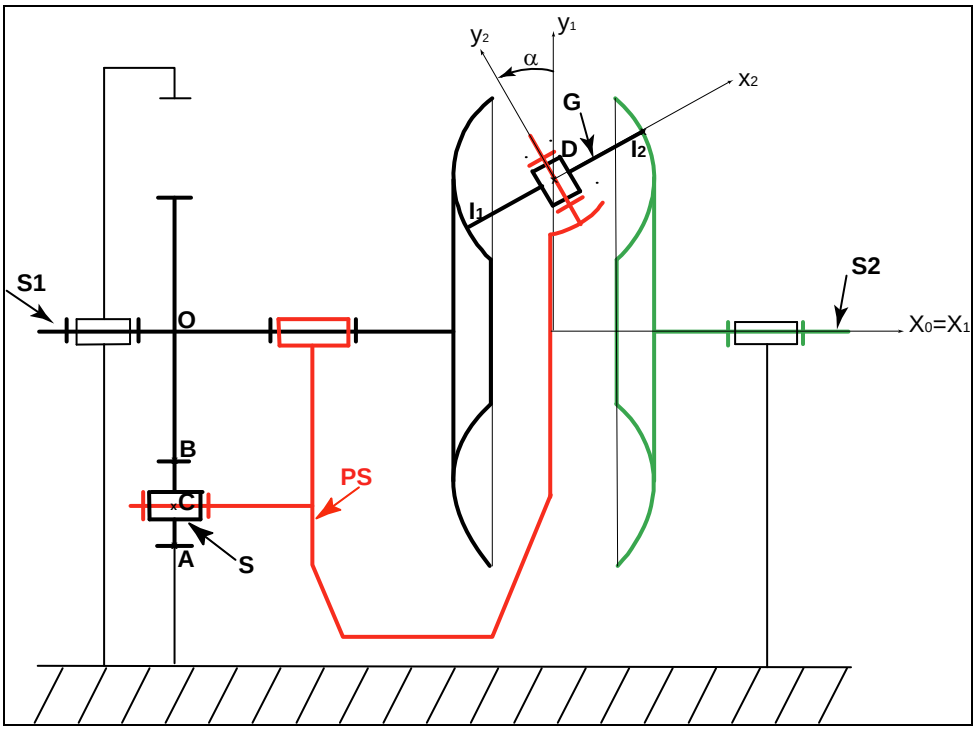


II Variateur patin

Le système étudié est un variateur continu de vitesse. L'objectif est de déterminer le rapport de réduction entre les vitesses de rotation de l'arbre d'entrée et de sortie en fonction d'un paramètre de réglage α et des caractéristiques géométriques (nombre de dents, longueurs).

Le variateur est décrit sur le schéma cinématique ci-dessous, il comporte deux sous-systèmes distincts :

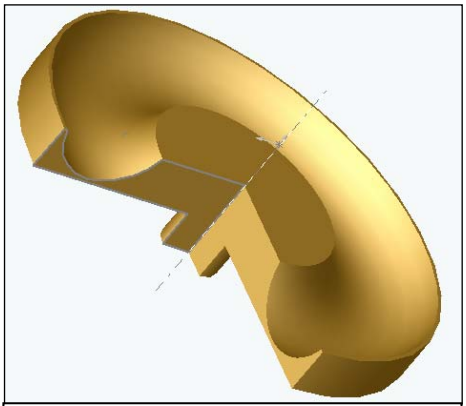
- un train épicycloïdal à engrenage {S_1, S, S_0, PS} :
- un système de variation continu par galet {S_1, S_2, S_0, PS, G}



Le bâti est noté S_0. L'arbre d'entrée (S_1) et l'arbre de sortie (S_2) sont en liaison pivot d'axe $(O,\vec{x})$ avec le bâti (S_0). Le porte-satellite (PS) est en liaison pivot d'axe $(O,\vec{x})$ avec (S_1).
Les vitesses de rotations sont notées :

- Pour S_1/S_0 : $\overrightarrow{\Omega_{S1/S0}} = \omega_{1/0}\vec{x}$
- Pour S_2/S_0 : $\overrightarrow{\Omega_{S2/S0}} = \omega_{2/0}\vec{x}$
- Pour PS/S_1 : $\overrightarrow{\Omega_{PS/S1}} = \omega_{PS/1}\vec{x}$ ou encore pour PS/S_0 : $\overrightarrow{\Omega_{PS/S0}} = \omega_{PS/0}\vec{x}$

On associe le repère $R\left(O,\vec{x},\vec{y},\vec{z}\right)$ au bâti S_0



Détail d'une surface torique liée à S_1 ou S_2 (1/4 enlevé)

Sous-système 1 : train épicycloïdal

La rotation du porte satellite (PS) est obtenue à partir de la rotation de l'arbre d'entrée (S_1) par l'intermédiaire d'un train épicycloïdal constitué d'un pignon satellite (S), en liaison pivot d'axe $\left(C,\vec{x}\right)$ avec (PS). (S) engrène avec (S_1) en B et avec (S_0) en A.
On note :

- Vitesse de rotation de S/PS : $\overrightarrow{\Omega_{S/PS}} = \omega_{S/PS}\vec{x}$
- Z_1 nombre de dents de la roue dentée liée à S_1
- Z_0 nombre de dents de la couronne liée à S_0
- Z nombre de dents du satellite

Sous-système 2 : variateur à galet

Le porte-satellite supporte des galets orientables tels que le galet (G). Le galet (G) est en liaison pivot d'axe $\left(D, \overrightarrow{y_2}\right)$ avec (PS) et roule sans glisser en I_1 et I_2 sur deux surfaces toriques liées à (S_1) et (S_2). On note :

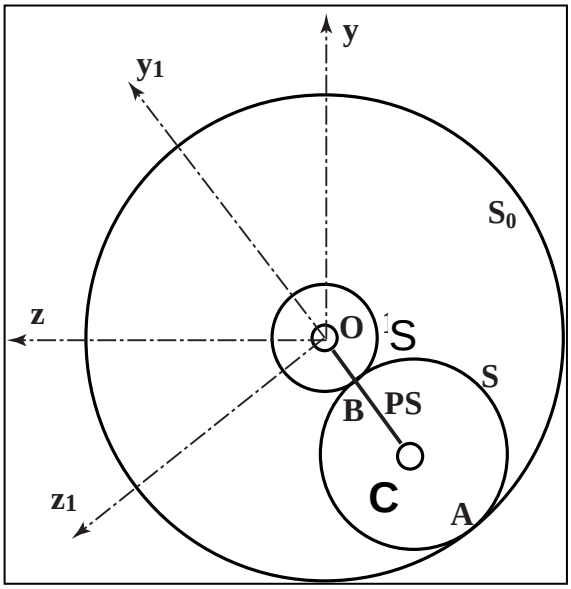
- Vitesse de rotation de G/PS : $\overrightarrow{\Omega_{G/PS}} = \omega_{G/PS}\overrightarrow{y_2}$
- r le rayon du galet (centre D)
- $\overrightarrow{OD} \bullet \overrightarrow{y_1} = L$; $\overrightarrow{DI_2} = r\overrightarrow{x_2}$; $\overrightarrow{DI_1} = -r\overrightarrow{x_2}$
- $R_1\left(O, \overrightarrow{x}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1}\right)$ repère lié à PS
- $R_2(D, \overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{z_1})$ lié à PS et tel que $\alpha = (\overrightarrow{x}, \overrightarrow{x_2})$ (α est réglable mais supposé constant pendant le fonctionnement)

1. Graphe de structure

Q1/ Dessinez le graphe de structure complet du mécanisme.

2. Etude de l'étage de réduction de rapport fixe constitué d'un train épicycloïdal

L'objectif est de déterminer la vitesse de rotation du porte satellite (PS) en fonction de l'arbre d'entrée (S_1) : $\dfrac{\omega_{PS/0}}{\omega_{1/0}}$



Q2/ Traduire la condition d'engrènement en B entre S_1 et S. Donner la relation sur les vitesses de rotation en fonction des nombres de dents Z_1 et Z.

Q3/ Traduire la condition d'engrènement en A entre S et S_0. Donner la relation sur les vitesses de rotation en fonction des nombres de dents Z et Z_0.

Q4/ En déduire le rapport de réduction du train épicycloïdal : $\dfrac{\omega_{PS/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction de Z_0 et Z_1.

3. Etude du variateur continu à galets

Le porte satellite supporte des galets qui roulent sans glisser

Q5/ Quelle est la trajectoire du point D par rapport à $R\left(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z}\right)$?

Q6/ En exprimant le fait qu'il y a roulement sans glissement en I_1 entre le galet et la surface torique liée à (S_1), trouvez une relation entre $\omega_{G/PS}$, $\omega_{PS/O}$, $\omega_{1/0}$, L, r et α.

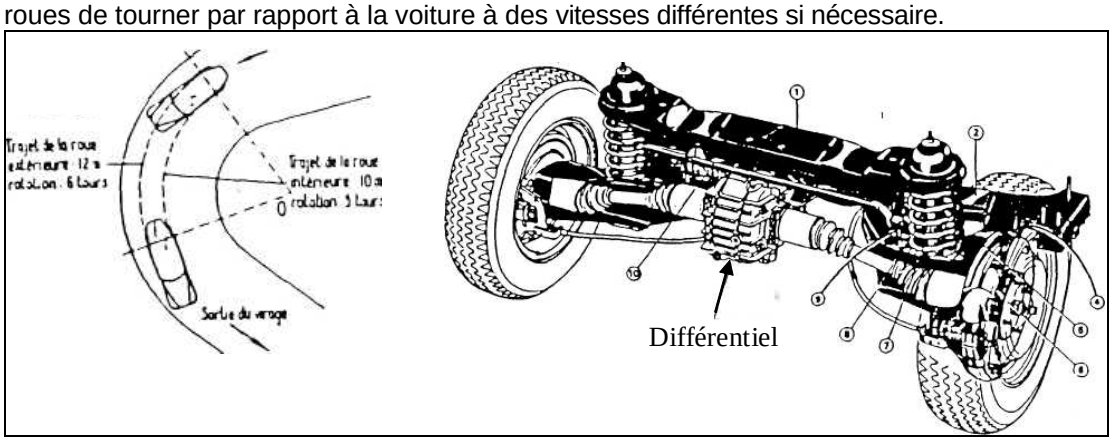
Q7/ En exprimant le fait qu'il y a roulement sans glissement en I_2 entre le galet et la surface torique liée à (S_2), trouvez une relation entre $\omega_{G/PS}$, $\omega_{PS/O}$, $\omega_{2/0}$, L, r et α.

4. Synthèse

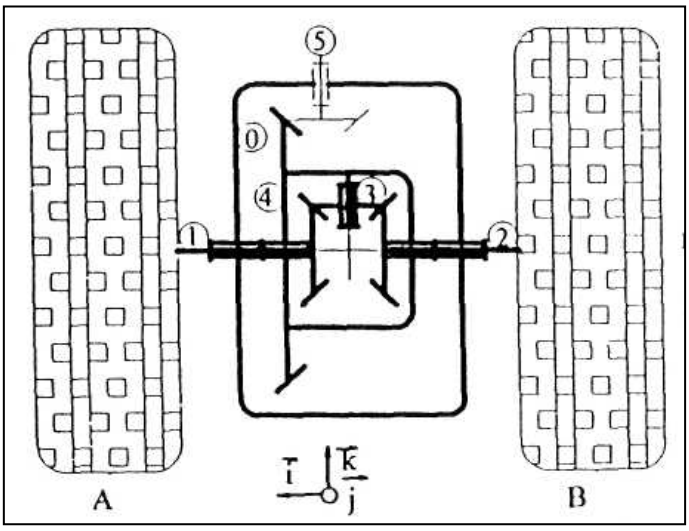
Q8/ En utilisant les relations obtenues dans les parties I et II, déterminer le rapport de réduction du mécanisme: $\dfrac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}}$ en fonction de Z_1, Z_0, L et r et α.

III Différentiel automobile

Un différentiel est un train d'engrenages monté entre les roues motrices d'un véhicule automobile. Il permet aux roues de tourner par rapport à la voiture à des vitesses différentes si nécessaire.



ETUDE DU TRAIN D'ENGRENAGES

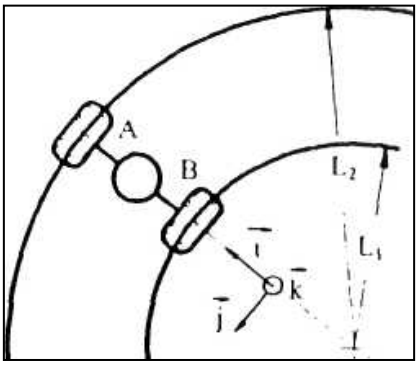


Le principe du différentiel est décrit par le schéma ci-dessous. Il s'agit d'un train d'engrenages épicycloïdal où 1 et 2 sont les planétaires liés aux roues du véhicule, 3 est le satellite et *4* le porte-satellite. Le mouvement de rotation du moteur est communiqué au porte-satellite par le pignon 5.

Q1/ *Ecrire la relation liant* ω_{10}, ω_{20} *et* ω_{40} *sachant que* $Z_1=Z_2$ *(nombre de dents respectivement des pignons coniques 1 et 2)*

ETUDE DE SON UTILISATION SUR UN VEHICULE AUTOMOBILE

1. Le véhicule roule en virage.



Les deux roues 1 et 2 ont le même rayon r. Les points de contact (respectivement A et B) de ces roues avec la chaussée décrivent respectivement les cercles de centre O et de rayon L_1, et L_2 ($L_2>L_1$).

Q2/ *En écrivant que les roues 1 et 2 roulent sans glisser sur la chaussée, trouver les relations liant* ω_{10}, ω_{20}, L_1, *et* L_2.

Q3/ *Exprimer* ω_{10} *et* ω_{20} *en fonction de la vitesse de rotation de l'arbre moteur (* ω_{50} *),* L_1, L_2 *et du nombre de dents des roues dentées.*

A.N.: $R_4=4$ **R_5 , ,L_2/L_1,=1,005** et ω_{50} =500 tr/min.

2. Le véhicule se déplace en ligne droite ($L_1/L_2=1$)

Q4/ *Calculer alors* ω_{10}, ω_{20}, ω_{40} *et* ω_{34}.