

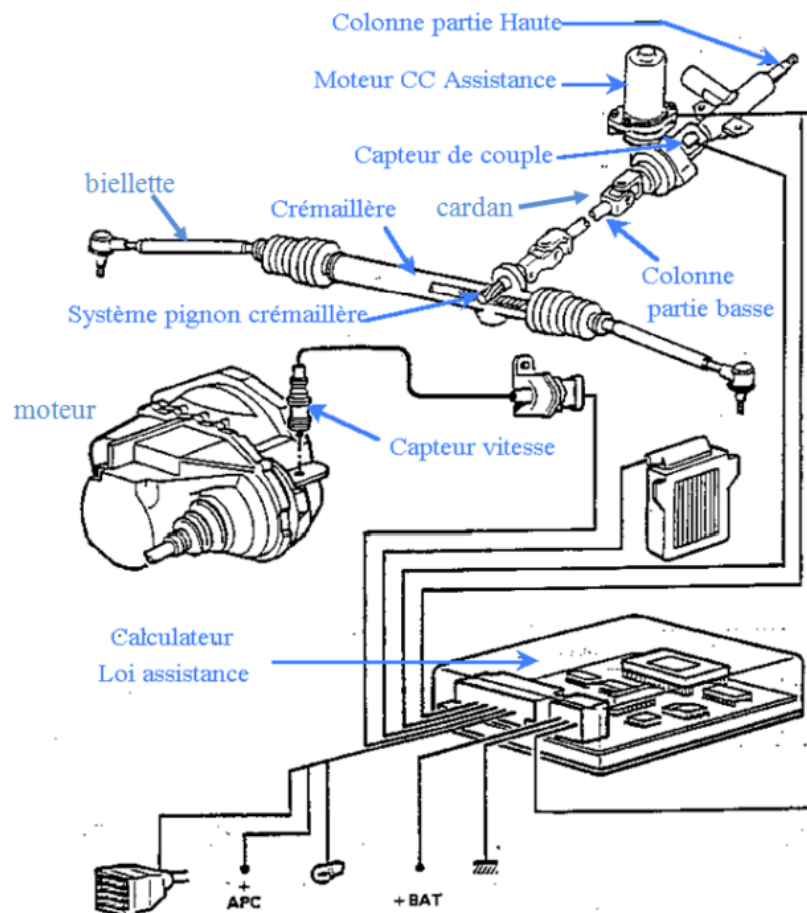
LOI E/S PAR FERMETURE GÉOMÉTRIQUE

JOINT DE CARDAN

Pour une sécurité et un confort de conduite accrus, la commande de pivotement des roues avant d'un véhicule automobile peut être assistée.



Le dessin en perspective ci-dessous montre l'implantation de cette DAE (Direction assistée Électrique) dans le véhicule automobile Twingo de Renault.



Un calculateur permet, à partir d'informations mesurées sur le véhicule par différents capteurs (couple et vitesse), de mettre en action le motoréducteur pour assister le conducteur dans ses manoeuvres.

Dès la mise en rotation du volant, un capteur informe le calculateur de l'intensité du couple (« effort tournant ») exercé sur le volant. Le motoréducteur est alors commandé en fonction de ce couple exercé par l'utilisateur.

La loi d'assistance programmée dans le calculateur permet au système d'assurer une assistance variable :

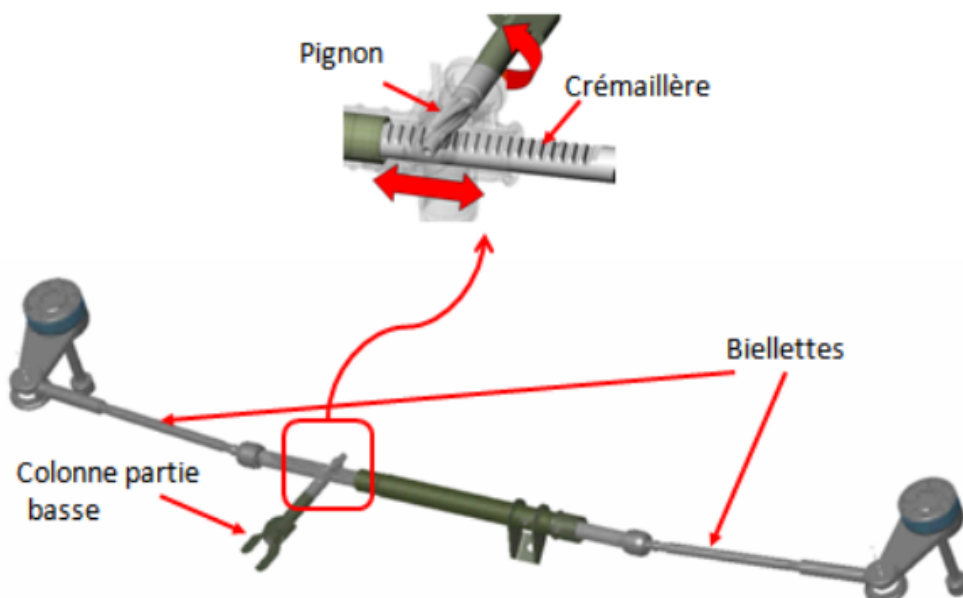
- une assistance élevée à l'arrêt ou à faible vitesse afin d'offrir un plus grand confort de manoeuvre ;
- une assistance réduite à haute vitesse car les braquages sont limités et l'effort au volant ne doit pas être trop assisté pour des raisons de sécurité de conduite. A partir d'un seuil de vitesse d'environ 70 km/h où le confort de la direction traditionnelle est suffisant, le moteur électrique n'est plus alimenté.

Le mouvement du volant, combiné avec l'assistance du motoréducteur, est transmis à la partie basse de la colonne de direction par l'intermédiaire d'un joint de Cardan.

Le mouvement de rotation de la partie basse de la colonne est ensuite transformé en mouvement de translation de la crémaillère grâce à un dispositif pignon-crémaillère.



C'est le mouvement de translation de la crémaillère qui permet de faire pivoter les roues grâce aux biellettes de direction situées à chacune de ses extrémités.



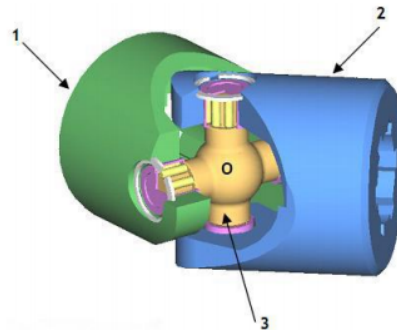
Pour transmettre le mouvement de rotation entre la partie haute et la partie basse de la colonne de direction, le concepteur a choisi d'utiliser un accouplement de type joint de Cardan.

On s'intéresse dans la suite, à cette solution technique qui permet transmettre un mouvement de rotation entre deux arbres concourants non coaxiaux.

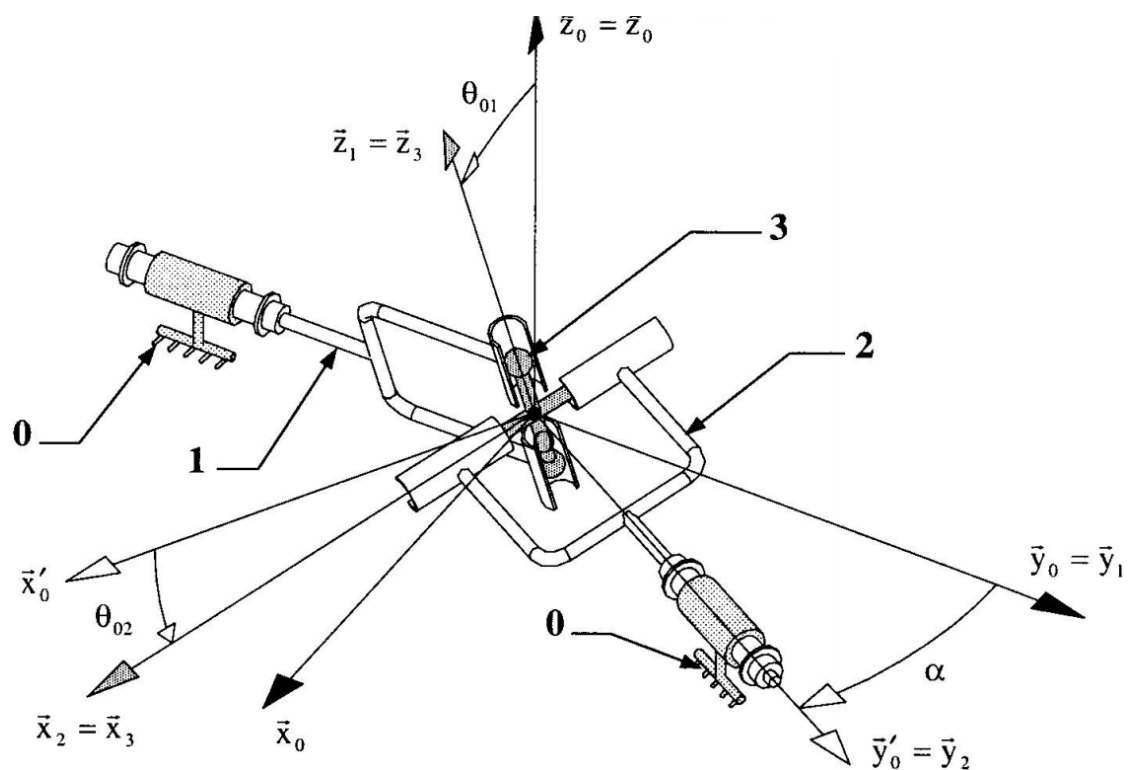
Il est constitué :



- d'une fourche 1, liée par une liaison encastrement à l'arbre d'entrée (colonne partie haute);
- d'une fourche 2, liée par une liaison encastrement à l'arbre de sortie (colonne partie basse);
- d'un croisillon 3.



Cette transmission par joint de Cardan est représentée sous la forme du schéma cinématique ci-dessous :



Constituants et paramétrage

On associe les repères :

$R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ et $R'_0(O, \vec{x}'_0, \vec{y}'_0, \vec{z}'_0)$ au bâti 0 tel que $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}'_0) = (\vec{y}_0, \vec{y}'_0)$

$R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ à l'arbre d'entrée 1, tel que $\theta_{01} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{z}_0, \vec{z}_1)$

$R_2(O, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ à l'arbre de sortie 2, tel que $\theta_{02} = (\vec{x}'_0, \vec{x}_2) = (\vec{z}'_0, \vec{z}_2)$

$R_3(O, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ au croisillon 3 tel que $\vec{x}_2 = \vec{x}_3$ et $\vec{z}_1 = \vec{z}_3$

L'arbre d'entrée 1 et l'arbre de sortie 2 sont concourants en O.

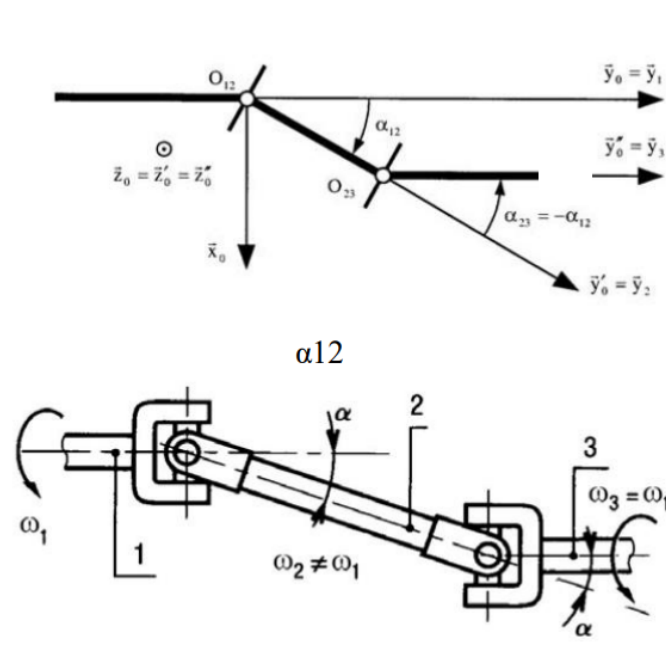
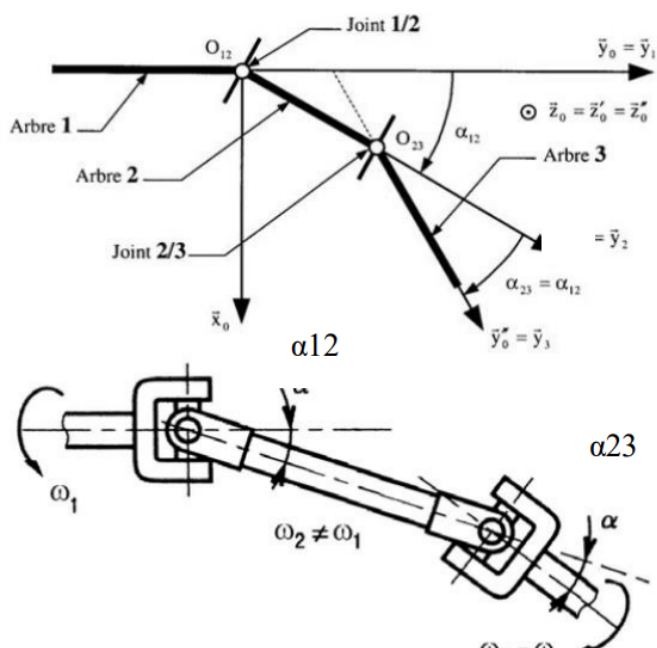
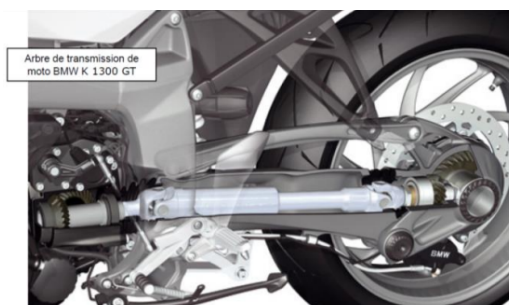
L'angle α (constant) entre l'arbre d'entrée 1 et l'arbre de sortie 2 est appelé angle de brisure.

Objectif

S'assurer que la vitesse de rotation du pignon qui entraîne la crémaillère est la même que la vitesse de rotation de la partie haute de la colonne entraînée par le volant et le motoréducteur d'assistance (Transmission homocinétique).

- Q1** Donner le graphe de liaison de ce système.
- Q2** Représenter les figures planes relatives aux angles θ_{01} , α et θ_{02}
- Q3** Donner les caractéristiques, le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du système
- Q4** A partir de la particularité géométrique angulaire du croisillon (les axes \vec{x}_2 , et \vec{z}_1 sont constamment orthogonaux), établir la loi entrée/sortie en position du système
- Q5** En déduire la loi entrée/sortie en vitesse du système. Conclure sur le caractère homocinétique ou non du joint de Cardan
- Q6** Connaissez-vous d'autres types de joints d'accouplement ? Certains de ces joints d'accouplement sont-ils homocinétiques ?

Sur la DAE, le constructeur a monté en série 2 joints de Cardan ; ce qui permet d'obtenir une transmission homocinétique. Vous trouverez ci-dessous deux autres exemples d'application de transmission par doubles joints de Cardan.



- Q7** Retrouver la condition nécessaire sur les angles α_{12} et α_{23} pour avoir un mécanisme homocinétique avec une transmission par double joint de Cardan.