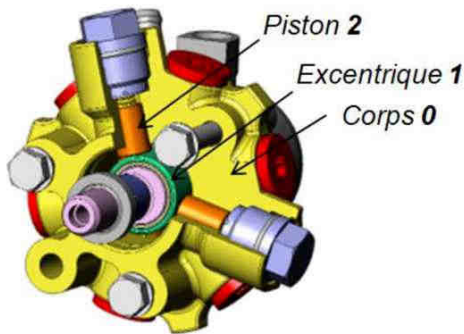


DS MECA (2h)

Ex Pompe à piston



Pompe avec le corps 0
en coupe

On s'intéresse au comportement cinématique du dispositif de transformation de mouvement par excentrique qui permet de transformer le mouvement de rotation continu de l'arbre d'entrée, sur lequel est fixé l'excentrique 1, en mouvement de translation alternative du piston 2.



Constituants et paramétrage :

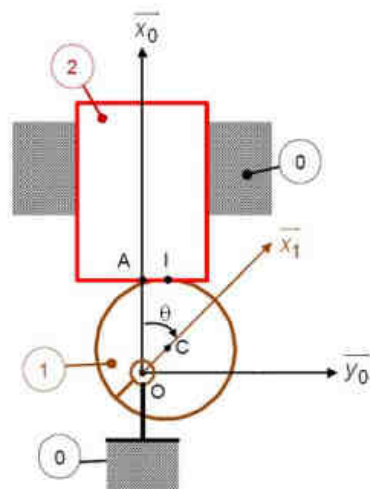
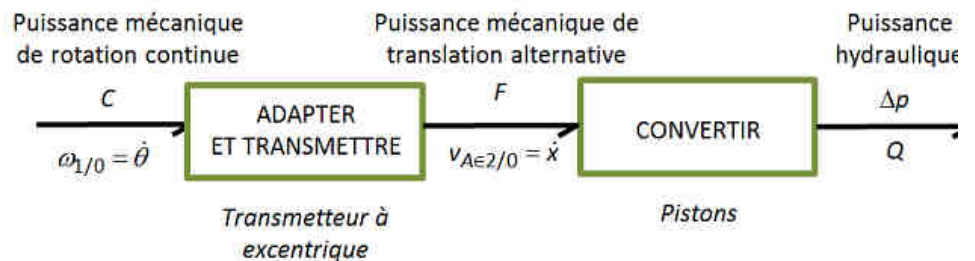


Schéma de fonctionnement

Le corps 0, de repère lié $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z})$, est considéré comme fixe. L'excentrique 1, de repère lié $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z})$, est en liaison pivot d'axe (O, \vec{z}) par rapport au corps 0 tel que $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) = \theta$. L'excentrique de rayon R et de centre C tel que $\vec{OC} = e \cdot \vec{x}_1$, est en contact avec le piston 2. On note $\vec{AI} = \lambda \cdot \vec{y}_0$.

Le piston 2, de repère lié $R_2(A, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z})$, est en liaison pivot glissant d'axe (O, \vec{x}_0) par rapport au solide 0 tel que $\vec{OA} = x \cdot \vec{x}_0$.

La surface utile du piston est notée S . La pompe comprend 6 pistons fonctionnant en parallèle.

Question 1 : Repasser en couleur les différents solides sur le schéma

cinématique. En déduire le graphe de liaison.

Question 2 : Donner les caractéristiques, le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du système.

Question 3 : Déterminer la loi E/S en position du système à l'aide d'une fermeture géométrique.

Question 4 : En déduire la vitesse du piston par rapport au cylindre (c'est-à-dire la loi E/S en vitesse).

Question 5 : En déduire la relation entre le débit refoulé Q par un piston et $\dot{\theta}$.

EX Stabilisateur cardiaque

Les pathologies cardiaques, en particulier les rétrécissements des artères qui alimentent le myocarde (muscle cardiaque), sont en constante augmentation. La chirurgie à cœur battant se substitue progressivement à celle impliquant un arrêt du cœur et la mise en place d'une circulation extracorporelle. L'avantage essentiel de cette chirurgie à cœur battant est de limiter les complications induites par l'intervention.

Cette technique opératoire se différencie du pontage classique par la conservation du battement cardiaque durant l'intervention ; la principale difficulté réside alors dans la nécessité d'immobiliser la partie du cœur à opérer.

Pour intervenir précisément sur la zone concernée, il est nécessaire de faire appel à un stabilisateur mécanique qui immobilise cette « zone cible ».

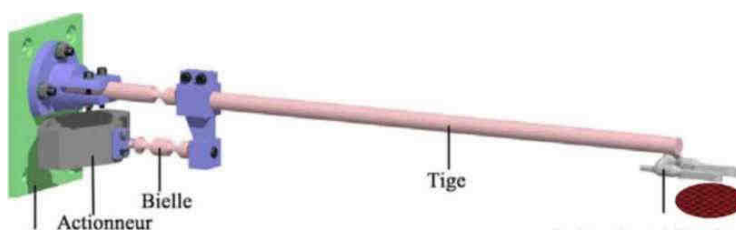
Actuellement, les stabilisateurs mécaniques passifs laissent subsister pour cette zone un déplacement de l'ordre du millimètre, appelé par la suite déplacement résiduel, alors que la valeur souhaitée est plutôt de 0,1 mm. De plus, cette valeur n'est pas satisfaisante en vue d'une utilisation endoscopique, technique d'intervention dont le développement va croissant.

La solution proposée pour remédier à ces insuffisances est constituée par un stabilisateur cardiaque actif, c'est à dire commandé en position. Dans le cas de cette étude, il s'agit du système Cardiolock1 développé principalement au laboratoire LSIIT de l'Université de Strasbourg.

Présentation du Cardiolock1

Les faibles amplitudes des mouvements considérés et la recherche de guidage sans jeu justifient l'emploi d'un mécanisme constitué de « guidages en rotation élastiques ». Ceux-ci sont obtenus en combinant l'élasticité du matériau et la géométrie des pièces (amincissements localisés) de façon à favoriser une déformation locale qui donne le comportement d'un guidage en rotation sans jeu.

Le mouvement de la paroi cardiaque se manifeste par un déplacement de l'extrémité de la tige 4. L'actionneur piézoélectrique permet le rattrapage de ce déplacement résiduel par déformation des liaisons pivot et de la tige 4. Il garantit aussi une dynamique importante.



- Un dispositif de transformation de mouvement constitué de guidages en rotation élastiques ;
- Un actionneur linéaire piézoélectrique d'amplitude 130 μm .
- La tige est stérilisable par autoclave, quant au reste du Cardiolock1 il peut être protégé par un sac stérile.

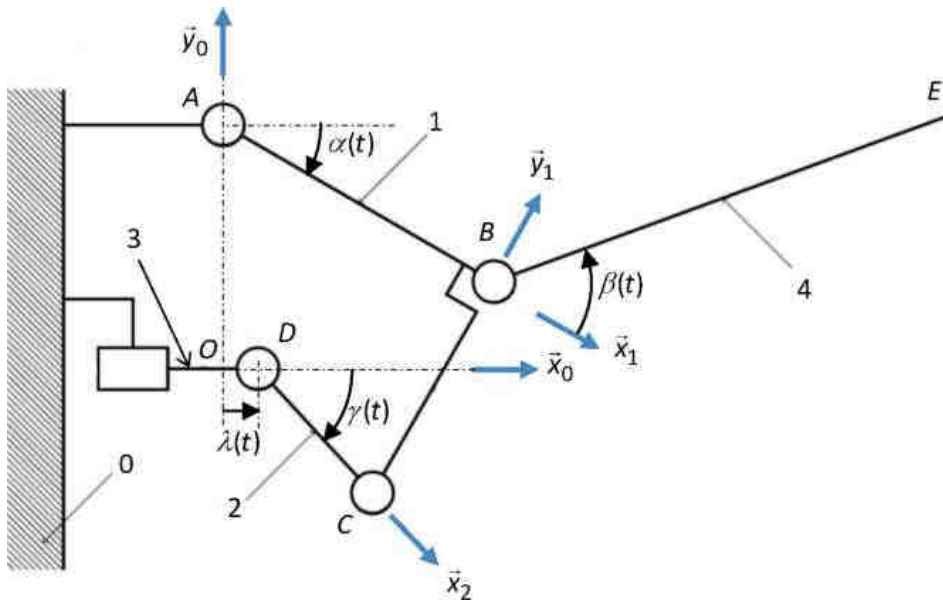
Le Cardiolock1 comporte les éléments suivants :

- Une tige 4 flexible de diamètre compatible avec la chirurgie mini-invasive comportant à son extrémité une fixation par succion sur la paroi cardiaque ;

Objectif : déterminer le déplacement des doigts de stabilisation dû à l'actionneur piézoélectrique

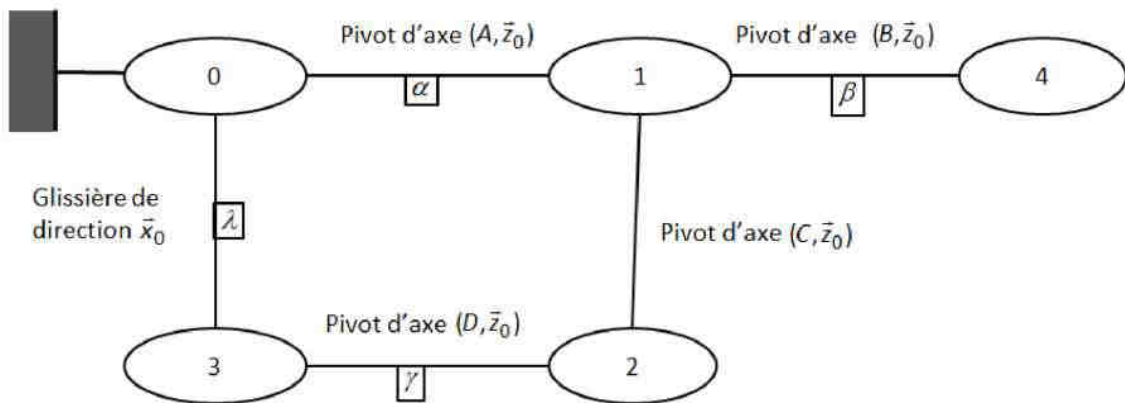
Modèle cinématique

Un modèle cinématique du stabilisateur actif est défini par les figures données ci-dessous. Dans toute l'étude, on retient les hypothèses et notations suivantes :



Modélisation plane
 Repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z})$ lié au bâti 0 ;
 Base $B_i = (\vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z})$ liée à chaque solide i ;
 Déplacement résiduel positif sur \vec{y}_0
 $\vec{OD} = \lambda \cdot \vec{x}_0$
 $\vec{AB} = L_1 \cdot \vec{x}_1$
 $\vec{BE} = L_4 \cdot \vec{x}_4$
 $\vec{CB} = d_1 \cdot \vec{y}_1$
 $\vec{DC} = L_2 \cdot \vec{x}_2$
 $\vec{OA} = d_1 \cdot \vec{y}_0 \quad L_1 = 21$

mm $d_1 = 30$ mm $L_2 = 18$ mm $L_4 = 300$ mm et on pose : $y = \vec{AE} \cdot \vec{y}_0$



Question 1 : Identifier les paramètres de position d'entrée et de de sortie du dispositif de transformation de mouvement translation / rotation.

Question 2 : Par fermeture géométrique, déterminer le système d'équations liant λ , α , et γ aux paramètres géométriques L_1 , L_2 et d_1 .

Les déplacements envisagés sont de petits déplacements et les angles restent proches de 0. Les expressions peuvent être linéarisées. On confond dans la suite, au voisinage de 0, le sinus de l'angle avec sa mesure exprimée en radian et le cosinus de l'angle avec 1.

Question 3 : Linéariser le système d'équations obtenu et exprimer α en fonction de λ .

Question 4 : Déterminer y en fonction de α et β , puis, après linéarisation, en fonction de λ , β et des caractéristiques géométriques du système.

Question 5 : Déterminer $\Delta\lambda$ pour obtenir un déplacement Δy de 0,1 mm. On prend $\beta = 0$. Conclure sur l'hypothèse de petit déplacement.

Ex : Aide au démarrage

La nouvelle Renault Mégane est dotée d'un frein de stationnement électrique permettant l'automatisation de la fonction, et l'apport de fonctionnalités nouvelles.

L'aide au démarrage en pente apporte un réel confort de conduite au conducteur. À chaque coupure du moteur, le frein de stationnement est automatiquement serré. Il se desserre au redémarrage dès que le couple moteur nécessaire pour avancer est atteint.

Autre avantage pour l'utilisateur, il offre une assistance pour les démarrages et les manœuvres en pente. Afin de faciliter la manœuvre du démarrage en côte tant redoutée par un grand nombre de conducteurs, le frein de stationnement reste jusqu'à 2 secondes après le lâcher de la pédale de frein. Cela laisse le temps au conducteur de passer de la pédale de frein à celle d'accélérateur sans risquer un mouvement non contrôlé de son véhicule vers le bas de la pente. Cette aide au démarrage s'active dès 3% de pente dans les deux sens de déplacement.

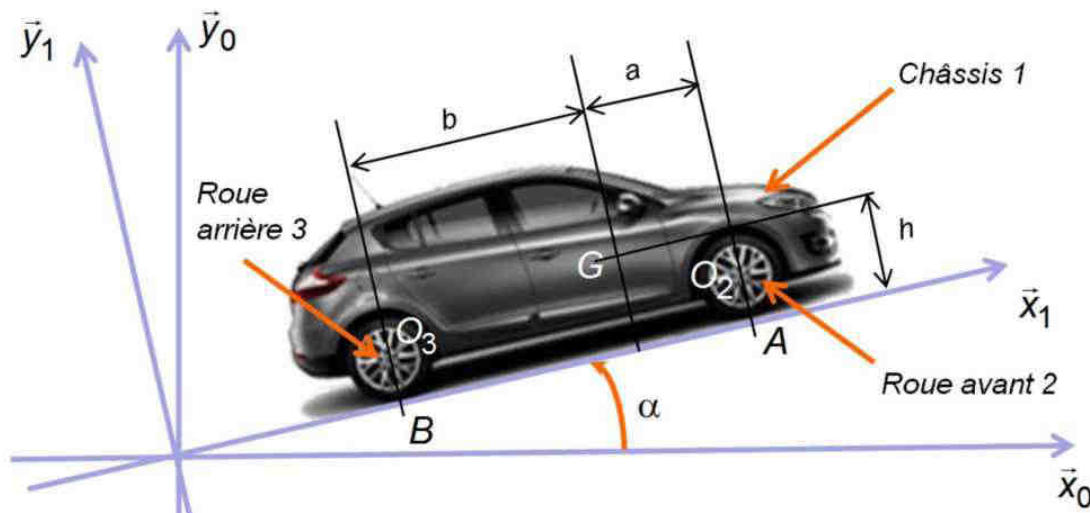
Ce système est composé d'un moteur électrique, placé sous le siège avant gauche, tirant les câbles du dispositif dédié de serrage des disques de frein arrière. Son calculateur contrôle le dosage de l'effort à appliquer, en fonction de la pente, pour immobiliser le véhicule.

Objectifs : Afin de dimensionner l'actionneur électrique qui tend le câble du frein de stationnement, nous allons déterminer :

- la pente limite (en %) acceptable au-delà de laquelle le véhicule glisse par rapport au sol ;
- la pente limite (en %) acceptable au-delà de laquelle le véhicule bascule en arrière ;
- le couple de freinage qu'il faut exercer sur une roue arrière dans le cas le plus défavorable.

Modèle et hypothèses.

- Le problème est considéré plan dans le plan médian de la voiture. On ne considère donc qu'une demi-voiture dans ce plan médian.
- Masse du véhicule avec 4 passagers : $M = 1300$ kg, les masses des roues sont négligeables.
- 60% de la masse est répartie sur l'avant : $a = 0,9$ m, $b = 1,40$ m et $h = 0,9$ m.
- Diamètre d'une roue 205/55 R15 : $D = 648$ mm. Coefficient d'adhérence pneu/route : $f = 0,6$.



Le véhicule est supposé maintenu à l'équilibre, sur une route de pente α , par le dispositif de frein de stationnement électrique qui n'agit que sur **les roues arrières 3**. Les roues avant peuvent donc rouler sans glisser.

L'action de ce frein est modélisée par un couple de freinage sur les roues arrières $\overrightarrow{C_{f \rightarrow 3}} = C_f \vec{z}$.

Question 1 : Montrer que la composante sur \vec{x}_1 de l'action du sol sur la roue est nulle.

Question 2 : Isoler la voiture complète écrire le PFS en résultante puis en moment en A sur \vec{z} (sans faute contrairement à la version en classe !!!)

Question 3 : Grâce à ces équations répondre aux objectifs ci-dessus.

Ex : Console portante de bateau



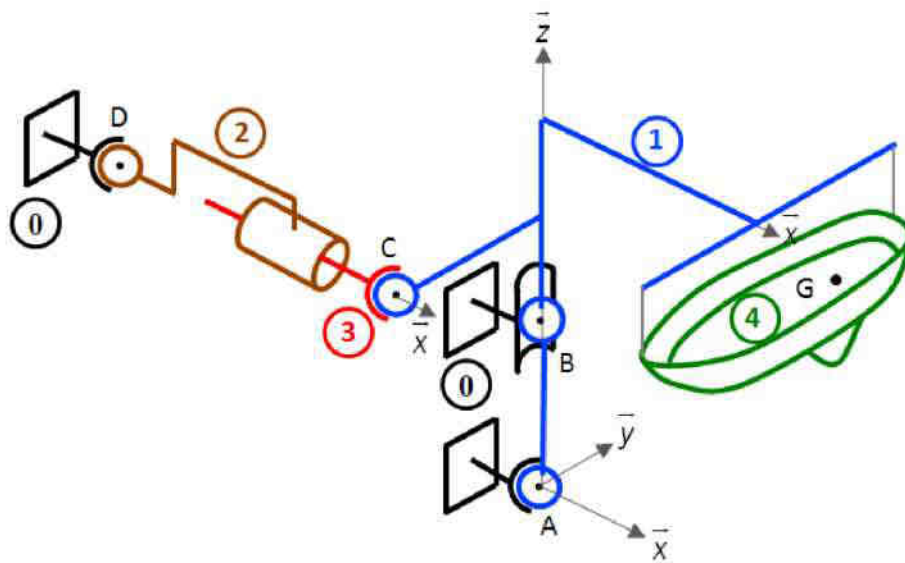
On s'intéresse à un système de console portante de bateau destinée à mettre les bateaux à l'eau ou à les en retirer à partir d'un quai dans les ports de plaisance.

Un modèle de ce système est représenté par son schéma cinématique ci-dessous.

La console 1 est en liaison avec le quai 0 par l'intermédiaire d'une liaison sphérique de centre A et d'une liaison sphère-cylindre de centre B et de direction \vec{z} .

Le bateau 4 est maintenu à l'aide de câbles sur la console 1.

Un vérin (corps 2 + tige 3) permet de faire pivoter la console 1 autour de l'axe (B, \vec{z}) .

**Hypothèses :**

- Les masses des différentes pièces sont négligées par rapport à la masse $m = 4000\text{kg}$ du bateau 4 dont le centre de gravité est G.
- Le bateau 4 est considéré comme fixe par rapport à la console 1.

Données :

$$\begin{aligned} \vec{AB} &= a \cdot \vec{z} & \vec{BC} &= b \cdot \vec{z} - c \cdot \vec{y} & \vec{BG} &= d \cdot \vec{z} + e \cdot \vec{y} + f \cdot \vec{x} \\ a &= 4\text{m}, b = 2\text{m}, c = 4\text{m}, d = 2\text{m}, e = 2\text{m}, f = 6\text{m} & & & \text{Diamètre du piston du vérin } D &= 10\text{cm} \end{aligned}$$

$$\text{Action du vent sur le bateau : } \{T_{\text{vent} \rightarrow 4}\} = \left\{ \begin{array}{c} -F_{\text{vent}} \cdot \vec{x} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G \quad \text{avec } F_{\text{vent}} = 1500\text{daN}$$

Objectif : Déterminer la pression à fournir dans le vérin pour assurer l'équilibre du système dans la position décrite sur le schéma cinématique.

Question 1 : Appliquer la démarche du cours, afin de répondre à l'objectif ci-dessus.