

# CLASSE DE PROBLÈMES ING-SYS

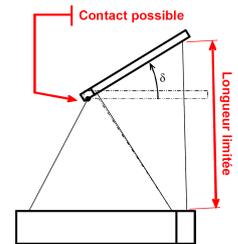
## ANALYSER ET DÉCRIRE LES SYSTÈMES INDUSTRIELS

ASSOCIER PUIS VALIDER DES CRITÈRES DE PERFORMANCE.

Pour des raisons techniques dues à la conception de la plate-forme 6 axes, les amplitudes des mouvements de celle-ci sont limitées. Nous allons dans cette partie chiffrer la valeur maximale de l'angle de rotation admissible pour le problème posé du basculement autour d'un bord fixe.

### 1 Causes de la limitation des mouvements

Pendant le mouvement, on observe un allongement des vérins (1,2) et (3,6). La longueur des vérins (4,5) reste constante. Les vérins 1 et 2 sont les plus sollicités et leur longueur maximale est une première limite au basculement de la plate-forme. D'autre part, on observe que l'angle formé entre la plate-forme et les vérins 4 et 5 se réduit pendant le mouvement. Une trop forte rotation entraînerait un contact plate-forme / vérin.



### 2 Rotation maximale admissible

**ATTENTION !** avant de lancer le pilotage de la plate-forme, le logiciel de commande **n'effectue pas** de vérification du mouvement demandé. Si on lui demande un mouvement non réalisable par la plate-forme, le système de pilotage commande alors un déplacement " approchant " le déplacement souhaité mais en tenant compte de limites évoquées au paragraphe précédent. Par exemple, si on demande une translation verticale de 3m, la plate se déplace en translation verticale jusqu'aux la butées mécaniques des vérins.

Pour estimer la rotation maximale réellement admissible par la plate-forme, il faut donc vérifier que les critères limites sont validés pour l'ensemble du mouvement demandé.

Nous allons pour cela utiliser la fonction " courbes " du menu " Res\_X " qui permet d'afficher les longueurs de vérins et les angles critiques au cours du mouvement (fonction Y(position)). Il est alors possible de vérifier que les valeurs demandées restent à l'intérieur des limites admissibles. **ATTENTION !** Il faut vérifier les paramètres " L\_vérin " et " Alpha\_mobile " correspondant aux deux causes de limitations (voir 6.1).

**Q - 1 :** *En augmentant progressivement les bornes de variations de la variable u et en utilisant la fonction décrite ci-dessus, déterminer l'angle de rotation maximal de la plate-forme dans le mouvement simulé en 5.2. On demande une valeur au centième de radian près.*

### 3 Application au basculement d'un véhicule automobile

Une étude mécanique portant sur le mouvement d'un véhicule lors d'un virage a permis de déterminer la relation suivante :

$$\tan(\alpha) = \frac{2 \cdot m \cdot V^2 \cdot h}{k \cdot L^2 \cdot R} \text{ avec :}$$

- $\alpha$  : angle d'inclinaison du véhicule
- $m$  : masse de la voiture
- $V$  : vitesse de la voiture
- $R$  : rayon de courbure du virage
- $h$  : hauteur du centre de gravité de la voiture
- $k$  : raideur des amortisseurs
- $L$  : empattement

**Q - 2 :** Pour les valeurs numériques suivantes, déterminer la vitesse maximale que l'on peut simuler sur la plate-forme 6 axes du laboratoire. Conclure.

$$m = 1200 \text{ kg}; R = 5,6 \text{ m (braquage maxi)}; h = 0,5 \text{ m}; k = 20000 \text{ N/m}; L = 1,4 \text{ m}$$

(valeurs pour un véhicule de type Renault Scénic)

## 4 Recherche approfondie de l'angle maxi de rotation

La position initiale du mouvement simulé correspond aux 6 vérins rentrés (position de référence). Il serait peut-être intéressant de se demander si la position initiale a une influence sur la valeur maxi de la rotation. Pour cela, nous allons modifier le paramètre de commande  $z_m$  en lui ajoutant une constante A, ce qui correspond à une position initiale parallèle à la position de référence et surélevée d'une distance A.

**Q - 3 :** Pour  $A = 20$  et  $A = 30$ , rechercher la valeur maxi de la rotation de la plate-forme et les comparer à la valeur obtenue à la question 5.2 pour  $A = 0$ . Les résultats vous semblent-ils cohérents. Pourquoi ?

Les résultats obtenus ci-dessus font apparaître l'existence d'une position initiale optimale permettant d'obtenir une plus forte rotation que pour  $A = 0$ . Une étude approfondie montre que la rotation maxi est obtenue pour  $A = 24,82$  mm.

**Q - 4 :** Pour cette valeur, déterminer la rotation maxi ainsi que la vitesse maximale que l'on peut simuler pour le véhicule décrit à la question 5.

**Q - 5 :** Conclure sur l'étude complète.

- **Moteur (1)**

La transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique s'effectue par un moteur électrique à courant continu tournant en régime à environ 6000 tr/min.

- **Réducteur planétaire (3)**

La fréquence de rotation du moteur est élevée, elle doit être réduite. L'objectif fixé par les concepteurs étant d'obtenir une vitesse de sortie de tige du vérin de 50 mm/s . Ce réducteur réalise une première réduction de 1/19,4.

- **Dynamo tachymétrique (2)**

Ce composant a pour but de mesurer en permanence la vitesse du moteur. L'asservissement de position prend en compte cette information et peut ainsi de réduire la vitesse du moteur lorsque le système s'approche de la consigne.

- **Codeur absolu (15)**

Ce composant capteur a pour objectif de relever en permanence l'angle de rotation de la vis (4). L'asservissement de position se sert de cette information pour assurer sa fonction.

- **Système vis-écrou (6) et (7) tige de guidage (8)**

Ce système a pour objectif de transformer le mouvement de rotation engendré par le moteur électrique en mouvement de translation de la tige de vérin (9). L'écrou est réalisé en matière plastique revêtu de téflon afin de faciliter son glissement sur la vis en acier. Il est lié de façon complète (collé) à la tige de vérin (9). La vis tourne par rapport au bâti. L'écrou doit donc se translater par rapport à celui-ci. La tige de guidage (15) empêche la rotation de l'écrou.

- **Système roue-vis (4) et (5)**

L'objectif de ce système est de faire en sorte que l'axe du codeur tourne d'un angle inférieur à un tour lorsque le vérin effectue sa course

- **Corps de vérin (11)**

La partie supérieure du corps de vérin est tubulaire et se termine par une bague couvercle dans laquelle est emmanchée serrée une bague bronze (16) qui facilitera le glissement de la tige de vérin (9).

- **Rotules (10) et (13)**

Ces rotules situées aux extrémités du vérin ont pour fonction de faire en sorte que le vérin puisse s'orienter de façon quelconque par rapport à son support.

- **Accouplement d'arbres**

Il s'agit d'un accouplement rigide entre arbres. Cette pièce sert à relier l'axe de sortie du réducteur à la vis. Les vis sans tête assurent la liaison en rotation entre accouplement et bouts d'arbres. Ceux-ci comportent des plats afin d'assurer une liaison plus efficace.

- **Support de codeur (14)**

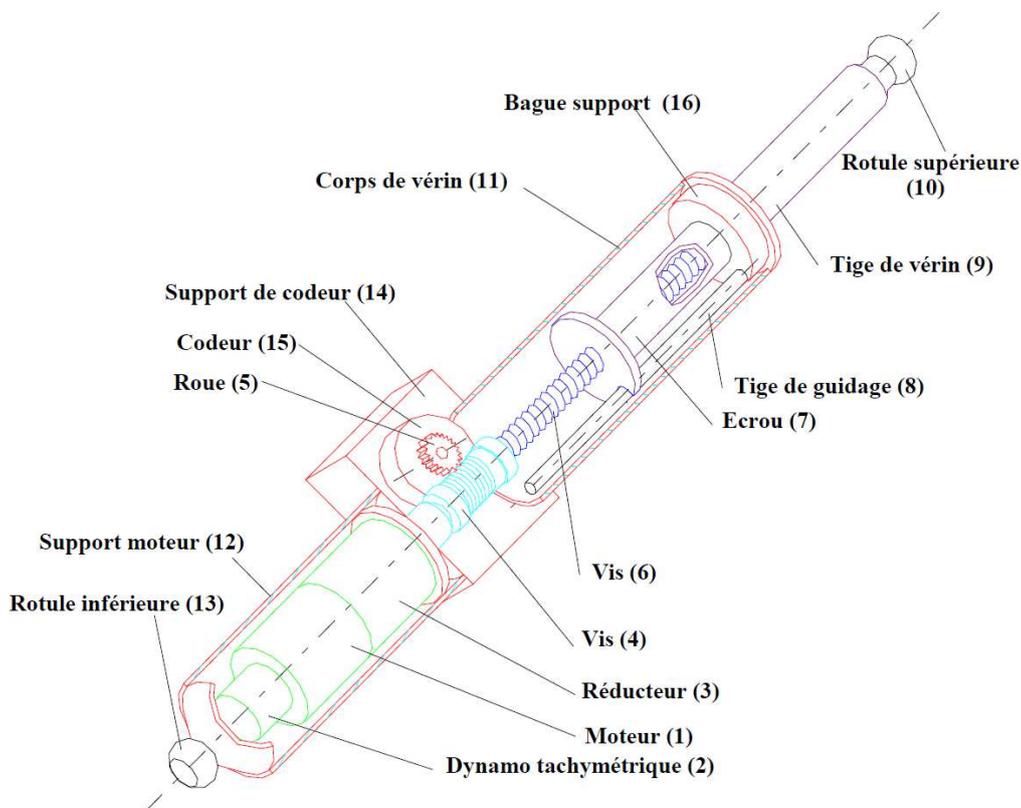
Il s'agit d'une pièce dont les fonctions sont : - de relier les parties inférieures et supérieures du corps de vérin ; - de supporter le capteur de rotation ; - de guider en rotation la vis du système roue-vis.

- **Bague support (16)**

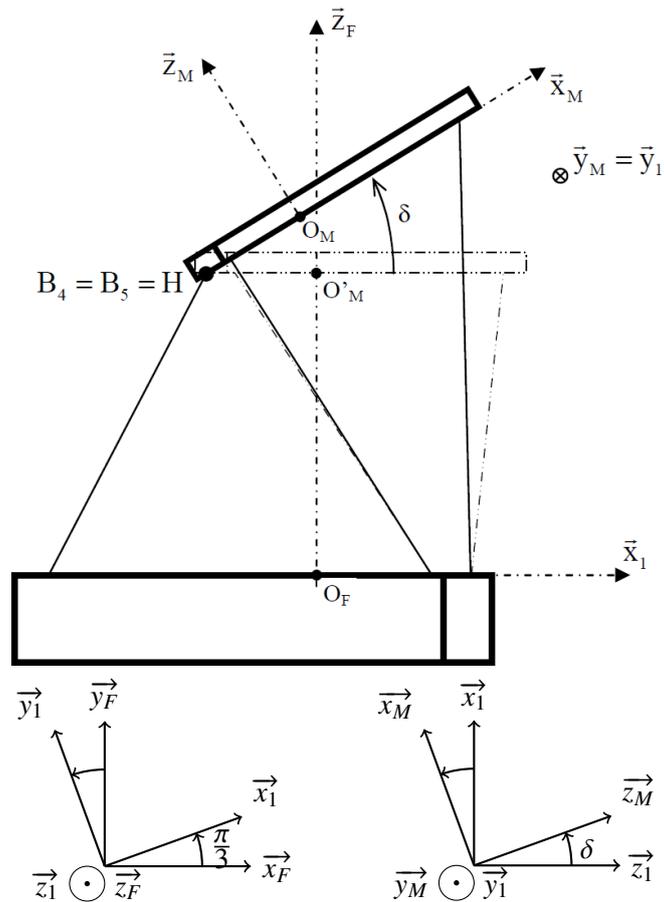
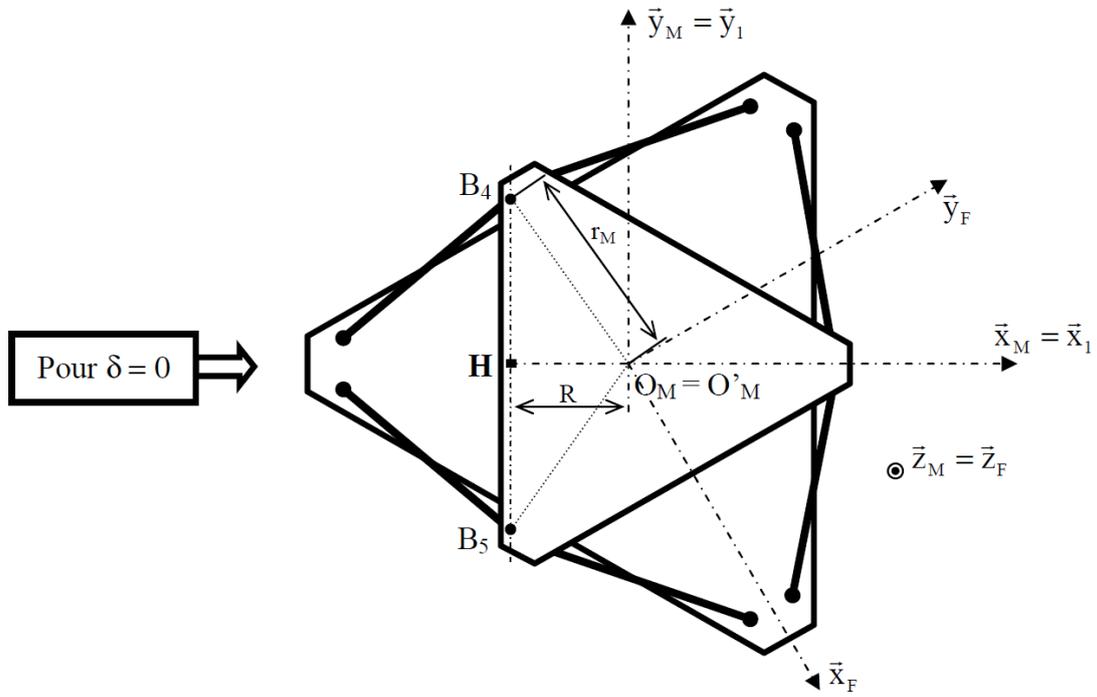
Il s'agit d'une pièce cylindrique dont les fonctions sont : - participer au guidage de la tige supérieure de vérin ; - maintenir la tige anti-rotation de l'écrou.

- **Bague de glissement**

Il s'agit d'une bague cylindrique en bronze auto-lubrifiant dont la fonction est de guider la tige supérieure en acier inoxydable du vérin en minimisant l'énergie dissipée par frottement. En effet, le couple acier/bronze admet un coefficient de frottement relativement faible. Elle est emmanchée serrée dans la bague support (16).



Annexe 1 : constituants du vérin électrique



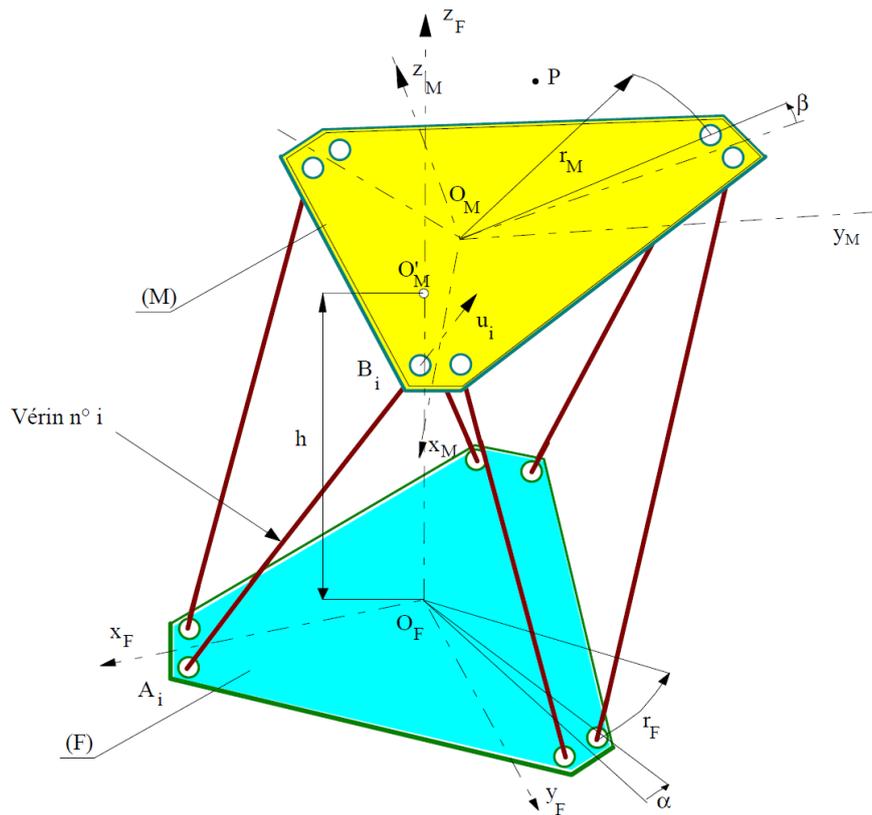


Figure 1 : Repérage de la plate-forme supérieure

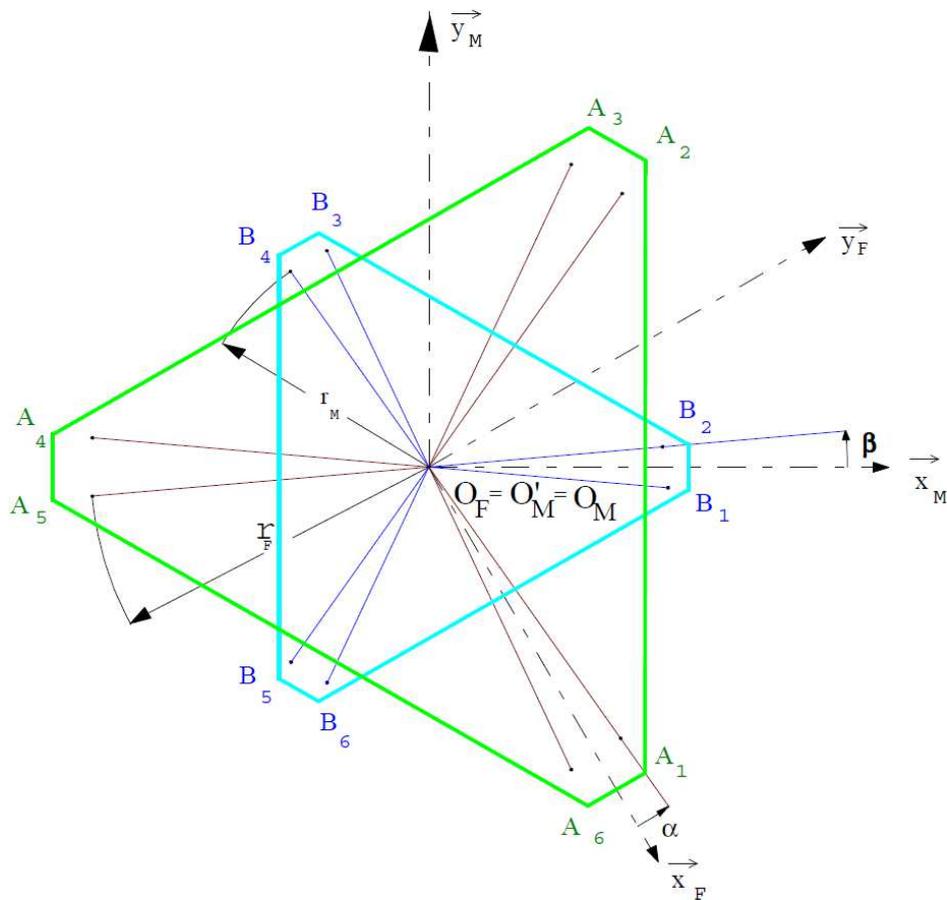


Figure 2 : Paramétrage de l'embase inférieure et de la plate-forme : position de référence