

## Travaux Pratiques – THEORIE DES MECANISMES

### Portail automatique



#### Objectifs du TP

L'activité principale de ce TP consiste à déterminer le degré d'hyperstatisme du système considéré, les sources de cet hyperstatisme et les solutions pour le réduire.

## 1 – Présentation et problématique industrielle

Le support de ce TP est un portail que l'on peut trouver chez des particuliers. Ce dernier s'ouvre automatiquement et permet à l'utilisateur l'accès à sa maison.

Le support de TP présenté utilise un kit disponible dans le commerce, qui permet de réaliser un portail à commande semi-automatique. Celui-ci comporte la plupart des éléments du kit d'ouverture automatique d'un portail, mais la disposition spatiale a été modifiée pour limiter l'encombrement du support.



Décrire le fonctionnement du limiteur de couple.

## 2 – Analyse du mécanisme de transformation de mouvement

On utiliser les notations suivantes (voir **DOSSIER TECHNIQUE**) :

- R1 lié au pilier
- R2 lié au bras-moteur
- R3 lié à la bielle
- R4 lié au vantail

### Analyse théorique de l'hyperstatisme du mécanisme



Etablir le graphe de liaisons du système en détaillant les hypothèses posées.



Calculer le degré d'hyperstatisme via une approche cinématique.



Déterminer et justifier les modifications pertinentes à apporter au système pour réduire l'hyperstatisme. Le mécanisme doit pouvoir continuer à fonctionner.

## Détermination analytique de la loi Entrée/Sortie

On donne la loi en position :

$$(d \cdot \cos(\theta_{41}) + c \cdot \sin(\theta_{41}) - l \cdot \cos(\theta_{21}) - b)^2 + (a + d \cdot \sin(\theta_{41}) - l \cdot \sin(\theta_{21}) - c \cdot \cos(\theta_{41}))^2 = l^2$$



Explicitier la démarche permettant d'obtenir cette loi en vitesse (on ne demande pas de faire le calcul, mais par contre il est demandé de poser un schéma paramétré, indiquer les fermetures géométriques souhaitées, les projections, etc ...).



Tracer la courbe de  $\theta_{41}$  en fonction de  $\theta_{21}$  (Python ou Excel).



Mettre en place la démarche permettant d'obtenir analytiquement puis numériquement la loi en position angulaire afin de vérifier la loi donnée précédemment.

Remarque : Il est possible de mettre la fonction sous la forme  $f(x)=0$  et résoudre pour chaque valeur de  $\theta_{41}$  par dichotomie ou par la méthode de Newton.



Expliquer la méthodologie pour obtenir la loi en vitesse donnant  $\dot{\theta}_{41}$  en fonction de  $\dot{\theta}_{21}$ .



Tracer la courbe donnant  $\dot{\theta}_{41}$  en fonction de  $\dot{\theta}_{21}$ .



Mettre en place la démarche permettant d'obtenir analytiquement puis numériquement la loi en vitesse afin de vérifier la loi donnée précédemment.

## Détermination de la loi entrée/sortie par simulation numérique



Ouvrir la maquette SolidWorks « PORTAIL\_COMPLET\_2\_PORTE » dans le dossier « PORTAIL CAO THEORIE MECA » (penser à dé-zipper le dossier CAO avant de l'utiliser : « clic droit » sur le dossier zippé puis « Extraire le dossier »).



Construire les liaisons manquantes dans Meca3D et déterminer le degré d'hyperstatisme de la maquette (« clic droit » sur « Analyse » dans Meca3D, puis « Hyperstatisme »).



Comparer l'hyperstatisme trouvé à celui de la partie précédente ? Expliquer les éventuels écarts.



Quelle conséquence a ce degré d'hyperstatisme sur le mécanisme ?



Déterminer, en utilisant SolidWorks et Meca3D, les modifications à apporter au système pour le rendre isostatique.



On note  $\theta_{21}$  l'angle entre le moteur et le pilier et  $\theta_{41}$  l'angle entre le vantail et le pilier.



Réaliser une simulation et donner la courbe de  $\theta_{41}$  en fonction de  $\theta_{21}$ .



Réaliser une simulation et donner la courbe de  $\dot{\theta}_{41}$  en fonction de  $\dot{\theta}_{21}$ .

## Détermination expérimentale de la loi Entrée/sortie



Identifier sur le système complet les différents capteurs équipant ce système. Préciser lesquels équipent réellement la machine industrielle et ceux qui sont ajoutés sur le banc d'essai. Préciser ce qu'ils mesurent et expliciter leur fonctionnement (en 2 lignes).



Proposer et mettre en place un ou des essais expérimentaux permettant d'obtenir la loi en position de l'angle de rotation du vantail en fonction de l'angle de rotation du moteur.



Proposer et mettre en place un ou des essais expérimentaux permettant d'obtenir la loi de vitesse de la vitesse de rotation du vantail en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

### 3 – Validation



L'objectif pour le groupe est de comparer pour la loi de position et de vitesse, les résultats obtenus à partir des mesures expérimentales et ceux obtenus par les calculs analytiques et par la simulation numérique. Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir.

