

CLASSE DE PROBLÈMES ING-SYS

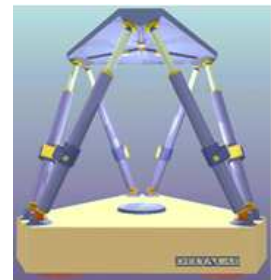
ANALYSER ET DÉCRIRE LES SYSTÈMES INDUSTRIELS

DÉCRIRE UN SYSTÈME. ASSOCIER PUIS VALIDER DES CRITÈRES DE PERFORMANCE.

1 Contexte industriel

La plate-forme 6 axes que vous avez devant vous est une maquette d'un robot parallèle de type Stewart. On oppose cette technologie de robot aux bras manipulateurs de type anthropomorphique composé de plusieurs éléments disposés en série. Les robots parallèles offrent l'avantage d'être très robustes et de produire des accélérations très importantes sur de faibles courses.

Ces caractéristiques ont naturellement conduit ce type de robot à être utilisé dans les simulateurs afin de reproduire des accélérations et donc des sensations les plus proches possibles de la réalité. On trouve également des plate-forme 6 axes dans les machines outils à commande numérique pour le positionnement relatif des pièces et des outils. L'encombrement au sol et la limitation des déplacements possibles restent les contraintes les plus importantes pour l'utilisation de ces robots.



2 Expression du besoin

On souhaite reproduire le basculement d'une voiture dans un virage. Une étude préalable a montré que l'on pouvait assimiler ce mouvement à une rotation autour d'un axe horizontal fixe. Plusieurs problèmes se posent alors :

- Comment simuler une rotation autour d'un axe fixe ?
- Quelles sont les valeurs extrêmes de rotation possibles permises par la plate-forme ?
- Dans ces conditions, pour un virage donné, quelle est la vitesse maxi de déplacement que l'on peut simuler ?

3 Présentation du système du laboratoire - Etude structurelle

3.1 Présentation générale

Le système du laboratoire se compose d'une plate-forme mobile reliée à une embase fixe par l'intermédiaire de 6 vérins électriques. Chaque vérin est en liaison rotule d'une part avec l'embase et d'autre part avec la plate-forme.

On commande les mouvements de la plate-forme à l'aide de l'ordinateur équipé d'un logiciel de commande et d'une carte de communication avec la partie opérative.

3.2 Etude fonctionnelle et structurelle d'un vérin électrique

Un vérin électrique est un actionneur qui permet d'obtenir un mouvement de translation rectiligne d'une pièce appelée " tige " à partir d'une énergie électrique. Il existe aussi des vérins utilisant des énergies pneumatique et hydraulique.

On se propose d'étudier la structure interne de ce composant et d'en établir le graphe fonctionnel. On considérera donc le vérin comme un système automatisé à part entière et non comme l'un des actionneurs du système global " plate-forme ". On dispose pour cela d'un vérin complet monté et d'un vérin en pièces détachées (mallette).

On pourra également utiliser la description des constituants fournie en annexe 1 ainsi qu'une présentation multimédia du vérin.

Fonctionnement de la présentation multimédia :

1. Allumer l'ordinateur (à la demande du mot de passe, cliquer sur OK)
2. Lancer le logiciel " liaisons " (double-cliquer sur l'icône correspondant)
3. Choisir " mécanismes "
4. Cliquer sur l'image de la plate-forme
5. Choisir " Etude détaillée " puis " description "
6. Cliquer sur l'animation de votre choix

Q - 1 : Déterminer la fonction réalisée par le vérin dans l'ensemble plate-forme (on considèrera la tige du vérin comme matière d'œuvre).

Q - 2 : Donner la ou les pièce(s) réalisant les fonctions d'actionneur, de transmetteur, d'adaptateur et d'effecteur.

Q - 3 : En vous inspirant des exemples traités en cours, tracer le graphe fonctionnel du vérin électrique représentant les chaînes d'énergie et d'information. On indiquera notamment le ou les composants réalisant chaque fonction générique ainsi que la nature des données circulant entre les constituants.

4 Mode de commande de la plate-forme

4.1 Paramétrage général

Pour commander le mouvement de la plate-forme, il est nécessaire de procéder au " paramétrage ". Cette étape a pour but de déterminer le nombre et le type de paramètres géométriques qui permettent de définir de manière unique la position de la plate-forme dans l'espace.

Le paramétrage complet n'est pas donné car il n'est pas indispensable d'en prendre connaissance pour mener à bien ce T.P.. Cela fera l'objet d'une prochaine activité dans le courant du trimestre.

Seules les figures de l'annexe 3 donnent la disposition des différents axes supports des mouvements de la plate-forme.

4.2 Mode de commande de la plate-forme

Lancer le logiciel "Plate-Forme". Dans le menu "Fichier", choisir "Nouveau".

Le menu Acquisition permet de définir le mouvement que l'on souhaite réaliser. Il se compose ainsi :

Inverse :	qi_Act	Définition de la position de la plate-forme en fonction du temps
	qi°_Act	Définition de la vitesse de déplacement de la plate-forme
	$qi_Réf$	Définition de la position de référence (à ne pas changer)
Direct :	Li_act	Définition de la longueur de chaque vérin en fonction du temps
	Li°_act	Définition de la vitesse de translation de chaque vérin
	$Li_Réf$	Définition des longueurs de référence (à ne pas changer)

Il y a donc deux modes de commande de la plate-forme : " inverse " ou " direct " .

Il va de soit que le mode inverse est beaucoup plus simple d'accès et nous allons donc travailler sur ce mode de commande.

Si on choisit le mode qi_Act , il apparaît alors un tableau contenant 6 variables définissant la position de la plate-forme. Il s'agit ici de donner l'expression de ces 6 variables en fonctions d'une même variable u , de préciser les bornes de variations de celle-ci et de choisir le nombre de positions calculées.

Ces 6 variables correspondent à des mouvements possibles de la plate-forme :

- Faire varier θ_x provoque une rotation autour d'un axe porté par \vec{x}_M et passant par le centre de la plate-forme. Un autocollant indique la direction \vec{x}_M sur la plate-forme.
- Faire varier θ_y provoque une rotation autour d'un axe porté par \vec{y}_M et passant par le centre de la plate-forme. Un autocollant indique la direction \vec{y}_M sur la plate-forme.
- Faire varier θ_z provoque une rotation autour d'un axe porté par \vec{z}_M et passant par le centre de la plate-forme. \vec{z}_M est directement perpendiculaire à \vec{x}_M et \vec{y}_M .
- Faire varier x_m provoque une translation dans la direction \vec{x}_F . Un autocollant indique cette direction sur l'embase fixe.
- Faire varier y_m provoque une translation dans la direction \vec{y}_F . Un autocollant indique cette direction sur l'embase fixe.
- Faire varier z_m provoque une translation dans la direction \vec{z}_F . \vec{z}_F est directement perpendiculaire à \vec{x}_F et \vec{y}_F .

4.3 Exemple de manipulation

Choisir $z_m=100$, $\theta_z = u$ et prendre 0 pour les autres variables. Indiquer que les bornes de u sont 0 et 0,2. Nombre de points=10. Cliquer sur OK puis sur l'icône calcul. Dans le menu Pilotage, choisir "Action" puis "Simple". Valider et observer...

Faire varier les différents paramètres pour vous familiariser avec la commande de la plate-forme. Ne pas y passer beaucoup de temps !

5 Simulation du basculement

On souhaite simuler une rotation autour d'un bord de la plate-forme.

5.1 Paramétrage spécifique au problème posé

Se reporter à l'annexe 2 "Paramétrage du basculement".

On définit H comme étant le projeté orthogonal de O_M sur la droite (B_4B_5) et on appelle R la distance O_MH .

On pose $\delta = (\vec{x}_1, \vec{x}_M) = (\vec{z}_F, \vec{z}_M)$ l'angle de rotation de la plate-forme orienté par rapport à $-\vec{y}_M$.
L'angle δ est le seul paramètre variable du problème.

5.2 Paramètres de commande

Une étude cinématique complète a permis d'établir les paramètres de commande suivants pour le mouvement demandé :

$$\begin{array}{l|l} \theta_z = 0 & xm = R. (\cos(u) - 1) . \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) \\ \theta_x = 0 & ym = R. (\cos(u) - 1) . \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \\ \theta_y = -u & zm = R. \sin(u) \end{array}$$

u est la variable utilisée par le logiciel. Elle désigne ici la valeur de l'angle δ . On prendra $R = 114,3$ mm. Choisir 0 et 0,2 pour les bornes de variation de u et tester le mouvement.