CLASSE DE PROBLÈMES CIN-1

PRÉVOIR ET VÉRIFIER LES PERFORMANCES CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES.

ETABLIR LES RELATIONS ENTRÉES-SORTIES

1 Introduction

La maquette MAXPID est extraite d'un robot cueilleur de fruits. Elle reproduit la chaîne fonctionnelle de mise en mouvement d'un des bras du robot.

Le système est piloté par un ordinateur qui permet d'envoyer des consignes de déplacement au bras. On se reportera à la photographie 1 pour la désignation des éléments.

OBJECTIF :

- Déterminer la loi de commande qui donnera le nombre de tours à imposer à la vis pour que le bras prenne l'inclinaison demandée par rapport à l'horizontale.
- Calculer la vitesse de l'extrémité du bras.

2 Observation du mécanisme de mise en mouvement et modélisation

2.1 Pilotage

Sur la façade de la maquette, vérifier que l'interrupteur `mesure` de la boucle de retour est fermé et que le bouton `coup de poing` n'est pas enfoncé. Basculer le bouton de mise sous tension sur la face gauche.

Q - 1 : *Lancer le programme* `Maxpid`. *Cliquer sur* `Continuer` *puis sur* `Consigne de position`. *Afficher la valeur de la position angulaire désirée et cliquer sur* `Echelon de position`. *Observer le comportement du système. Recommencer si nécessaire. Quitter le logiciel. Éteindre la maquette.*

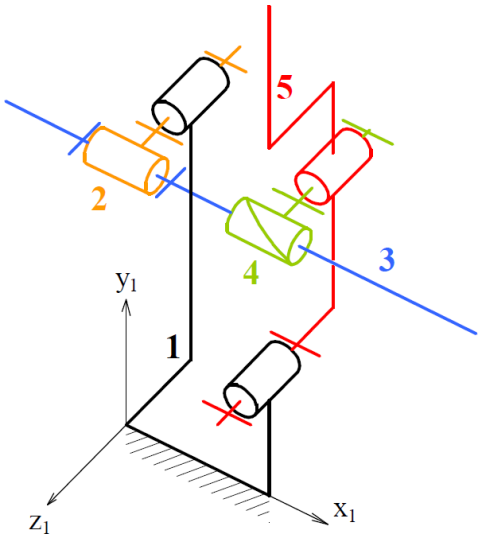
2.2 Manipulation

Q - 2 : *Ouvrir la porte en plexiglas. Déplacer le bras en le poussant puis en tournant la vis, observer.*

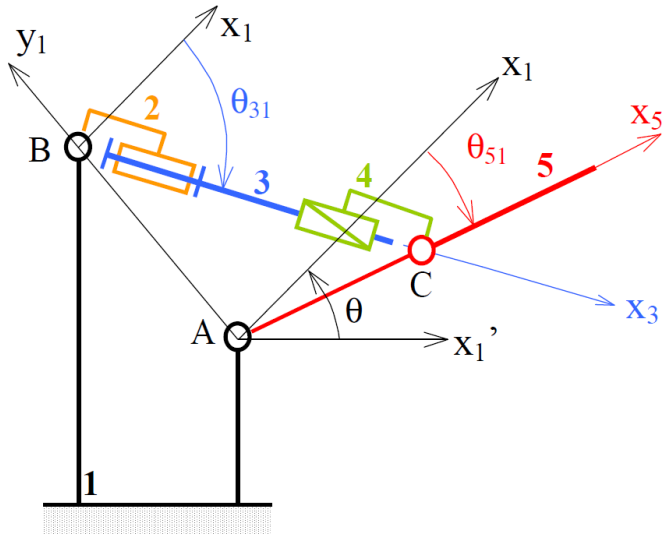
2.3 Schéma cinématique

Le schéma ci-dessous représente le mécanisme, il ne comporte que les solides : bâti (1), palier de vis (2), vis (3), écrou (4), bras (5).

Représentation spatiale (bras à 90°)



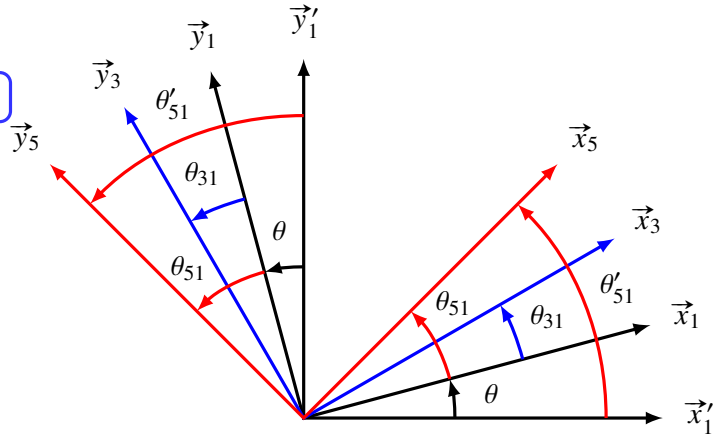
Représentation spatiale (bras à 30°)



Les liaisons ont été symbolisées.

Le bras 5 est en liaison pivot d'axe $(A, \vec{z}_1)$ avec le bâti 1, il ne peut que tourner autour de cet axe. La vis 3 est en liaison pivot d'axe $(B, \vec{x}_3)$ avec le palier 2. L'écrou 4 est liaison pivot d'axe $(C, \vec{z}_1)$ avec le bras 5. Le palier 2 est en liaison pivot d'axe $(B, \vec{z}_1)$ avec le bâti 1. L'écrou 4 et la vis 3 sont en liaison hélicoïdale d'axe $(B, \vec{x}_3)$, 3 se visse dans 4. Observer les mouvements possibles en manipulant le mécanisme.

2.4 Paramétrage



On appelle :

$$\overrightarrow{AC} = a.\vec{x}_5 \quad ; \quad \overrightarrow{AB} = b.\vec{y}_1 \quad ; \quad \overrightarrow{BC} = x.\vec{x}_3$$

$$\theta_{31} = (\vec{x}_1, \vec{x}_3) \quad ; \quad \theta_{51} = (\vec{x}_1; \vec{x}_5) \quad ; \quad \theta = (\vec{x}'_1; \vec{x}_1) = cte = 40°$$

$\vec{x}'_1$ est une direction liée au bâti 1.

3 Loi de commande géométrique

3.1 Fermeture géométrique

Q - 3 : *Écrire l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de la chaîne de solides.*

Q - 4 : *Écrire les deux équations scalaires obtenues en projetant l'équation précédente sur la base* $(\vec{x}_1, \vec{y}_1)$.

Q - 5 : *En déduire l'expression de* x *en fonction de* θ_{51} *puis en fonction de* θ'_{51}. *Retrouver cette expression en utilisant le théorème d'Al Kaschi.*

On note :

- $\theta_{34} = (\vec{z}_4, \vec{z}_3)$ l'angle de rotation de la vis par rapport à l'écrou $(\vec{z}_4, \vec{z}_1)$.
- n_{34} le nombre de tours de vis correspondant à une rotation θ_{34}.
- p le pas de la vis (lorsque la vis fait un tour l'écrou se déplace de la valeur du pas).

Pour $\theta'_{51} = 0$ on prend $\theta_{34} = 0$, x vaut alors $x0$.

Q - 6 : *Exprimer* n_{34} *puis* θ_{34} *en fonction de* x.

On donne les dimensions nécessaires à l'application numérique :

$$a = 79 \text{ mm} ; b = 103 \text{ mm} ; \theta = 40° ; p = 4 \text{ mm}$$

3.2 Application numérique avec un tableur

Q - 7 : *Ouvrir le document joint "CI-CIN-1-Doc-Maxpid.xls"*

RAPPEL exemple de syntaxe à utiliser : `=(500+2*racine(cos(radians(A1))))/2` où la fonction `radians` convertit le contenu de la cellule A1 exprimé en degrés.

Q - 8 : *Calculer* x_0 *et* x_{90} *en entrant leur* `formule` *dans les cellules E3 et E4*

Q - 9 : *Tracer de la courbe* $n_{34} = f(\theta_{51})$

Q - 10 : *Entrer dans la cellule B9 l'expression de* n_{34}. *Recopier cette cellule dans les cellules Bi.*

Q - 11 : *Loi de commande linéaire*

Pour que la commande de cette chaîne asservie soit plus simple, une relation linéaire entre les paramètres d'entrée et de sortie est souhaitable. En situation réelle le bras du robot évolue entre 30° et 90°.

Q - 12 : *Tracer la droite qui modélise au mieux la loi de commande. Donner la fonction correspondante.*

4 Cinématique

Q - 13 : *Déterminer* $\vec{\Omega}_{(5/1)}$ *en fonction de* x *et* $\dot{x}$

Q - 14 : *Déterminer la vitesse du point D du bras situé à une distance d de A en fonction de* $\dot{\theta}_{51}$.

Q - 15 : *Déterminer la vitesse du point B de l'écrou 4 dans son mouvement par rapport à 1.*

Q - 16 : *Imprimer la figure du document "CI-CIN-1-Doc-Maxpid.pdf" et déterminer graphiquement* $\vec{V}_{(D,5/1)}$. *On représentera* $\dot{x}$ *par 30 mm et on supposera que le bras se baisse.*

Q - 17 : *Placer* I_{41} *CIR de 4/1. Justifier les constructions*