

Page : 1	Cycle 2 : chaine de solides : Performances statiques des solides	PSI	TP
Robot cueilleur de fruit : maxpid			

### Problème technique :

*Prévoir puis vérifier les performances du système en termes d'actions mécaniques transmissibles.*

### Compétence visée :

- Acquérir des signaux **expérimentaux**.
- **Modéliser** les actions mécaniques.
- **Résoudre** un problème de statique pour déterminer une loi entrée sortie.
- **Simuler le comportement** du système avec le logiciel de simulation solid works.
- **Analyser les écarts** entre performances attendues, simulées et mesurées.

### Pré-requis :

- Programme de statique de première année.

### Matériel utilisé :

- Système maxpid
- Ordinateur avec logiciel de commande et d'acquisition
- Logiciel solid works et meca 3D avec la maquette numérique du maxpid.



### Déroulement du TP :

- Observation générale du système.
- Analyse structurelle de la chaine d'énergie.
- Etude expérimentale concernant la mesure du couple moteur en fonction des actions mécaniques à vaincre.
- Modéliser les actions mécaniques mise en jeu.
- Résoudre un problème de statique pour déterminer une loi entrée sortie.
- Simuler le comportement avec meca 3D solid works.
- Analyser les écarts.

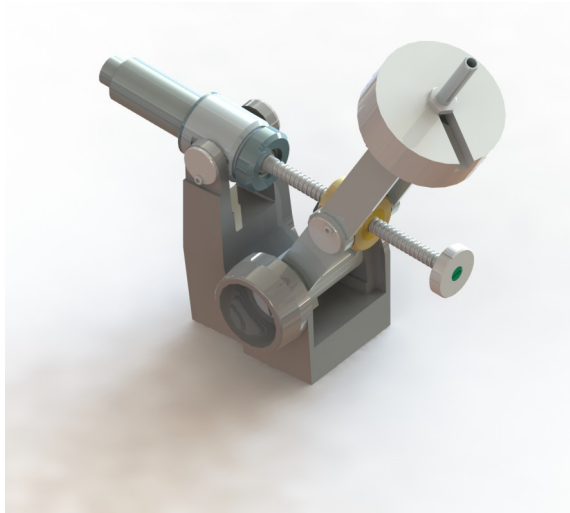
Page : 2	Cycle 2 : chaîne de solides : Performances statiques des solides	PSI	TP
Robot cueilleur de fruit : maxpid			

## I. Présentation du système

### 1. Présentation du contexte

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.



La **chaîne fonctionnelle MAXPID** représente la motorisation de la position angulaire d'un axe de robot. La liaison pivot peut présenter un axe de rotation parallèle à la direction de la pesanteur (on appelle cette position : horizontale) ou un axe de rotation perpendiculaire à la direction de la pesanteur (on appelle cette position verticale).

Le logiciel de commande permet de piloter les déplacements du système en position et en vitesse et de visualiser l'évolution de certains paramètres au cours des déplacements comme : la position angulaire du bras ou le **courant moteur  $I_m$** .

On se reportera à la photographie **en annexe** pour la désignation des éléments.

### 2. Présentation du problème technique

La position du bras de l'axe est obtenue au moyen d'un asservissement de position à partir d'un potentiomètre assurant la fonction de capteur de position. Lorsque l'axe est arrêté en position, il est soumis à des efforts extérieurs qui sont équilibrés par le couple du moteur. Ce couple de maintien est produit alors que la fréquence de rotation du moteur est nulle.

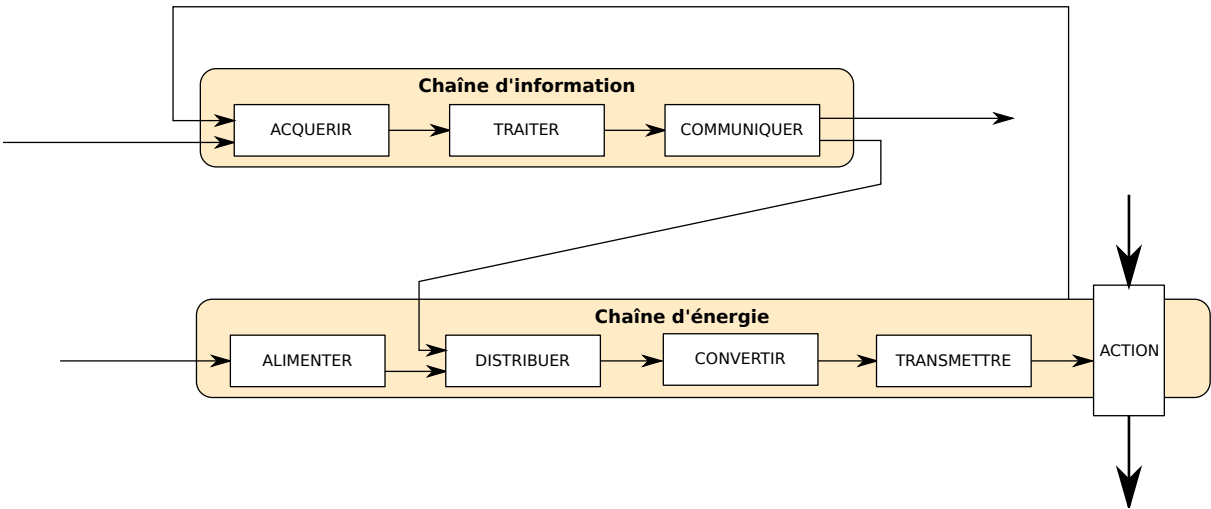
Afin d'éviter des surchauffes des éléments magnétiques on souhaite connaître l'évolution de ce couple de maintien pour différents cas d'utilisation de la chaîne fonctionnelle. Ces différents cas dépendent de la position horizontale ou verticale de l'axe, de la charge embarquée, de la position de cette charge et de la position angulaire du bras.

On rappelle : pour un moteur à courant continu on définit une constante de couple  $K_c$  par :

$$C_m = K_c \cdot I_m$$

II. Analyse fonctionnelle globale et structurelle du système

**Question 1.** Compléter, sur le document réponse, le schéma-blocs de la chaîne fonctionnelle de mise en mouvement du bras (pour la maquette du labo).






III. Analyse expérimentale de l'écart entre performances mesurées et performance modélisée


1. Objectif de l'expérimentation

L'objectif de l'expérimentation est ici de mesurer le courant moteur et de le relier au couple fourni par le moteur.

2. Mise en route du système

Mise en service du de l'ordinateur		Sur l'ordinateur, ouvrir une session
Mise sous tension de la maquette	1	Sur la façade de la maquette, vérifier le bouton « coup de poing » n'est pas enfoncé. Basculer le bouton de mise sous tension sur la face gauche.
Lancement du logiciel	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sur l'ordinateur, lancer le programme : « Maxpid ».</li> <li>Connecter le Maxpid.</li> <li>Faire l'étalonnage du capteur</li> </ul>
Déplacement manuel	3	Faire varier l'angle (  (de 1 jusqu'à 20°)).

Réglage du système	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cliquer sur « Travailler avec MAXPID ».</li> <li>sélectionnez « Couple statique du moteur »,</li> </ul> 
Acquisition	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser le relevé du couple statique du moteur</li> <li>Sélectionnez l'icône « Acquisition couple moteur » ; s'affiche alors à l'écran la fenêtre suivante :</li> </ul>  <p>Utilisez dans le cadre « Configuration MAXPID » les champs suivants pour saisir la configuration de votre relevé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>« Plan d'évolution », position de travail de votre système MAXPID, « Vertical » ou « Horizontal »</li> <li>« Chargement », masse à évaluer en fonction de votre chargement (nombre de masses embarquées sur le bras)</li> <li>« Distance masses » , distance à mesurer sur MAXPID entre le centre de gravité des masses embarquées et l'axe de rotation du bras.</li> <li>Si vous souhaitez régler le pas de déplacement auquel sera             <ul style="list-style-type: none"> <li>mesuré le couple utilisez le champ « Pas mesures » dans le</li> <li>cadre « Réglage acquisition ».</li> </ul> </li> </ul>

Tracé de la courbe	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sélectionnez l'objet « Acquisition » ;</li> <li>MAXPID se positionne à 0° et exécute des mouvements pas à pas, d'une amplitude du « Pas mesures » choisi, jusqu'à la position 90°.</li> <li>A chaque palier est calculé le couple statique du moteur à partir de la mesure du courant disponible sur la carte MAX.</li> <li>Pendant le mouvement les objets de la fenêtre ne sont pas disponibles, attendez la fin du relevé.</li> <li>Lorsque le mouvement est terminé, s'affiche à l'écran la fenêtre suivante :</li> </ul>	
	8	<p>Dans la fenêtre graphique sont tracés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>le couple statique du moteur mesuré, calculé à partir de la mesure du courant disponible sur la carte MAX</li> <li>le couple statique du moteur théorique, calculé à partir de la configuration saisie.</li> </ul>	
	9	Imprimer la courbe sur l'imprimante D3800	

**Question 2.** Pour différentes valeurs  $\theta[0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90]$  de la position angulaire, relever le courant moteur  $I_m(q)$  lorsque la position est stabilisée.

#### IV. Modélisation des actions mécaniques mises en jeu

A partir du modèle proposé l'application du principe fondamentale de la statique a permis d'écrire la relation suivante :

$$C_m = \frac{p.L.M.g}{c} \frac{\cos\theta}{\cos(\alpha - \theta)}$$

- P : pas de la vis (mm/rad)
- L : distance axe de rotation bras/centre de gravité du disque embarqué (à mesurer)
- M: masse embarquée (une masse = 0,650 kg)
- g : accélération de la pesanteur.
- c = 80 mm
- q : position angulaire du bras par rapport au châssis
- a : position angulaire de l'axe de la vis par rapport au châssis.
- $C_m$  est alors obtenu en mN.

Page : 6	Cycle 2 : chaîne de solides : Performances statiques des solides	PSI	TP
Robot cueilleur de fruit : maxpid			

Nous rappelons aussi qu'à partir du modèle proposé, la fermeture géométrique de la chaîne modélisée plane permet d'établir la relation suivante :

$$\tan \alpha = \frac{c \cdot \sin \theta - b}{a + c \cdot \cos \theta}$$

a = 69.5 mm ; b = 82 mm et c = 80 mm.

**Question 3.** Rappeler la démarche et les hypothèses pour obtenir cette équation.

**Question 4.** A partir des courbes obtenues par relevé de la mesure du couple statique avec le logiciel MAXPID, justifier l'écart entre les deux courbes théorique et expérimentale. Justifier également le sens de l'écart et la valeur de celui-ci.

**Question 5.** Reprendre les hypothèses de l'étude statique : modélisation des liaisons et validation du chargement. Peut-on affiner le modèle ?

#### **V. Amélioration de la modélisation du problème à l'aide du logiciel de simulation méca 3D solid works**

**Question 6.** Proposer une nouvelle modélisation tenant compte de la masse du bras.

**Question 7.** Utiliser du logiciel solidworks pour définir la position du centre de gravité et la masse du bras :

- Observer la vidéo (masse\_bras.avi), puis vous réaliserez cette manipulation sur le fichier assemblage (dans le dossier transfert/PSI)
- Construire le système de coordonnées et réaliser le calcul.

**Question 8.** En déduire la charge équivalente ramenée au centre de gravité des disques puis refaire la mesure.

**Question 9.** Utiliser le modèle déjà construit dans meca 3D pour faire l'analyse statique.

- Allez dans « analyse du système »
- Faire une étude statique.
- Visualisez les résultats de la simulation.
- A l'aide de l'outil de tracés de courbes visualisez l'évolution du couple moteur en fonction de l'angle de rotation.

#### **VI. Analyse des écarts**

**Question 10.** A l'aide d'un outil de tracés de courbes (par exemple excel), comparer les résultats obtenus avec les différentes approches.

**Question 11.** En déduire les écarts entre performances attendues, réelles et simulées et conclure.



VII. Annexes

