

Séquence 2

Déterminer une loi entrée-sortie géométrique

Objectifs

L'objectif de ce TP est d'analyser un mécanisme afin d'en établir un modèle cinématique et de l'exploiter pour déterminer si un certain point du cahier des charges est vérifié.

Travail demandé

Une problématique associée à un point du cahier des charges est précisée pour chaque système. Par équipes, vous traiterez cette problématique afin de produire un compte-rendu synthétisant votre démarche et vos résultats. Il devra en particulier :

- présenter le modèle cinématique du mécanisme ainsi que sa justification;
- présenter le protocole expérimental ayant permis de déterminer la loi entrée-sortie géométrique mesurée;
- présenter la comparaison entre la loi entrée-sortie géométrique mesurée et la loi entrée-sortie géométrique souhaitée;
- conclure quant à la vérification du cahier des charges du système réel;
- présenter la loi entrée-sortie géométrique calculée et sa comparaison avec la loi entrée-sortie géométrique mesurée;
- conclure quant à la validité du modèle;
- discuter des modifications qu'il serait pertinent d'apporter au mécanisme pour mieux vérifier la loi entrée-sortie géométrique souhaitée du cahier des charges en vous aidant d'un outil numérique si besoin.

Organisation

Vous travaillerez par équipes de 4. Trois rôles principaux seront à distribuer parmi les membres (plusieurs pourront avoir un même rôle) :

Le coordinateur s'assure de la bonne communication entre les membres de l'équipe. Il doit rassembler l'équipe régulièrement pour faire un point et revoir si nécessaire les tâches affectées à chacun. Il veille également à respecter les délais et donner de la cohérence à l'étude menée. Il aidera par ailleurs les autres membres de l'équipe en fonction des besoins.

Les expérimentateurs définissent les protocoles des expériences qu'ils souhaitent mener et les mettent ensuite en pratique. Ils réalisent les expériences utiles à la résolution de la problématique posée, par exemple pour valider un modèle nécessaire à la résolution du problème.

Les modélisateurs mettent en place des modèles qu'ils exploitent « à la main » par le calcul et la résolution des équations associées.

Ces rôles ne sont pas exclusifs. Vous travaillerez en équipe et vous avez un résultat à rendre après 4h de TP. Chacun est responsable de sa partie (et le coordinateur de la rédaction du poster et de l'avancée globale) mais vous êtes tous responsables de l'ensemble du travail final. N'hésitez donc pas à donner un coup de main à celui qui en aura besoin. Au coordinateur de gérer ces besoins.

Voici une liste des tâches (non-exhaustive et probablement à adapter en fonction de chaque système) qui peuvent être intéressantes à réaliser :

- Observation du système pour identifier les composants
- Manipulation du système pour analyser son comportement
- Analyse et compréhension du cahier des charges
- Mise en place de protocoles expérimentaux (ordre précis des opérations, grandeurs mesurées, grandeurs imposées)
- Réalisation des mesures expérimentales
- Mise en place d'un modèle cinématique (graphe de structure, schéma cinématique...)

- Mise en place d'un paramétrage commun à l'ensemble de l'équipe
- Écriture et résolution des équations pertinentes
- Détermination des écarts pertinents
- Conclusion sur la démarche
- Réalisation du compte-rendu
- ...

Bien que vous travailliez en parallèle, l'ensemble des membres de l'équipe devra être au courant des avancées de l'ensemble de l'équipe et devra pouvoir en rendre compte.

Conseil : Avant de commencer, réunissez-vous afin de déterminer les tâches qui vous semblent importantes à réaliser pour l'étude qui vous concerne. Une fois celles-ci définies, le coordinateur pourra les distribuer aux membres de l'équipe afin de commencer à travailler individuellement. N'oubliez pas de vous retrouver régulièrement pour faire un point.

Maxpid

Le sous-système Maxpid est installé sur différents robots agricoles ou de traitement de déchets. Il permet de déplacer un bras à partir de la rotation d'un moteur à courant continu.

Le cahier des charges impose l'exigence suivante : "Lors d'un mouvement d'amplitude maximale, la position angulaire du bras doit être une fonction affine de la position angulaire du moteur, passant exactement par les deux positions extrêmes possibles du mécanisme". Cette exigence est appelée "Linéarité" dans le cahier des charges.

| Exigence | Critère | Niveau | Flexibilité |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Linéarité | Écart maximal à la linéarité | <2 % de l'amplitude du mouvement | |

TABLEAU 1 – Extrait du cahier des charges du sous-système Maxpid.

Barrière Sympact

La barrière Sympact est une barrière pour véhicules permettant de réguler le passage. Elle est par exemple utilisée dans des péages autoroutiers. L'entrée cinématique du mécanisme est la rotation du moteur et la sortie celle de la lisse.

Le cahier des charges impose l'exigence suivante : "Lorsque la lisse passe d'une position extrême à l'autre, sa position angulaire doit être une fonction affine de la position angulaire du moteur, passant exactement par les deux positions extrêmes possibles du mécanisme". Cette exigence est appelée "Linéarité" dans le cahier des charges.

| Exigence | Critère | Niveau | Flexibilité |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Linéarité | Écart maximal à la linéarité | <3 % de l'amplitude du mouvement | |

TABLEAU 2 – Extrait du cahier des charges de la barrière Sympact.

Imprimante 3D

L'imprimante 3D RepRap MicroDelta permet de réaliser des prototypes en plastique de pièces de petite taille. Un extrait du cahier des charges de l'imprimante est donné ci-dessous.

Le cahier des charges impose l'exigence suivante : "Lors d'un déplacement horizontal rectiligne de la tête d'impression sur un diamètre de la zone d'impression (100 mm), la position de celle-ci doit être une fonction affine de la position angulaire de chacun des moteurs". Cette exigence est appelée "Linéarité" dans le cahier des charges.

| Exigence | Critère | Niveau | Flexibilité |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Linéarité | Écart maximal à la linéarité | <2 % de l'amplitude du mouvement | |

TABLEAU 3 – Extrait du cahier des charges de l'imprimante 3D.

Direction de Twingo

La direction d'une voiture a pour rôle de transmettre la rotation du volant aux roues. Un extrait du cahier des charges de l'imprimante est donné ci-dessous.

Le cahier des charges impose l'exigence suivante : "La position angulaire d'une roue doit être une fonction affine de la position angulaire du volant lorsque celui-ci effectue une rotation complète, passant exactement par les deux positions extrêmes possibles du mécanisme". Cette exigence est appelée "Linéarité" dans le cahier des charges.

| Exigence | Critère | Niveau | Flexibilité |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Linéarité | Écart maximal à la linéarité | <4 % de l'amplitude du mouvement | |

TABLEAU 4 – Extrait du cahier des charges de la direction de Twingo.

Compresseur d'air

Un compresseur d'air est un système permettant de fournir de l'air comprimé, que ce soit pour alimenter un circuit pneumatique ou pour mettre sous pression des objets comme des pneus.

Le cahier des charges impose l'exigence suivante : "La position du piston doit être une fonction sinusoïdale de celle du moteur". Cette exigence est appelée "Mouvement sinusoïdal" dans le cahier des charges.

| Exigence | Critère | Niveau | Flexibilité |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Mouvement sinusoïdal | Écart maximal à la position voulue | <5 % de l'amplitude du mouvement | |
| | Écart quadratique moyen | <1 % de l'amplitude du mouvement | |

TABLEAU 5 – Extrait du cahier des charges du compresseur d'air.