

Travaux Pratiques - CINEMATIQUE

Capsuleuse de bouchons

RAPPELS :

- **Un compte rendu sera rendu à la fin de chaque séance.**
- Chaque compte rendu donnera lieu à une note ainsi que la présentation.
- La présentation sera faite par **l'ensemble des membres du groupe de TP** **(chacun doit parler !!)**

- **A la fin de la séance :**
 - **RANGÉZ VOTRE MATÉRIEL**
 - **ÉTEIGNEZ LE SYSTÈME**
 - **FERMEZ VOTRE SESSION** (ne pas éteindre l'ordinateur)

Les TP en îlots (chef de projet, équipe modélisateurs, équipe expérimentateurs) permettent de :

- Développer l'autonomie et la prise d'initiative.
- Initier à l'ingénierie simultanée et au travail collaboratif.



Questions de **REFLEXIONS GLOBALES** pour **TOUTE L'ÉQUIPE**



Questions pour **l'ÉQUIPE EXPÉRIMENTATEURS**



Questions pour **l'ÉQUIPE MODÉLISATEURS**

Le « **CHEF DE PROJET** » sera le principal interlocuteur avec l'enseignant durant la séance de TP lorsqu'il devra présenter l'avancée des travaux de l'équipe. Il sera également en charge de la préparation de la présentation finale et faire le lien entre les binômes pour structurer l'avancée du projet.

Travaux Pratiques - CINEMATIQUE

Capsuleuse de bocaux



Objectifs du TP

Maintenant que vous vous êtes familiarisés avec le langage de l'ingénieur et que vous maîtrisez le vocabulaire permettant de décrire le fonctionnement d'un système pluri-technologique, vous allez être amenés à modéliser ce dernier, comprendre et expliquer son comportement cinématique.

1 – Mise en situation

Le système étudié est une capsuleuse de bocaux. Ce système s'insère dans une chaîne de conditionnement de produits alimentaires, entre l'unité de remplissage des bocaux et le poste d'étiquetage.

Sa fonction principale est de « Fermer de manière étanche un bocal avec une capsule ».



Décrire le fonctionnement normal de la capsuleuse en définissant les différentes étapes pour le capsulage d'un bocal.



Parmi les deux étapes globales de transfert des bocaux ou de distribution/vissage des capsules, déterminer quelle est l'étape limitante vis-à-vis de l'Exigence 1.1 du système.

2- Analyse du mécanisme de transformation de mouvement à croix de malte

L'objectif de cette partie est de vérifier analytiquement la cadence de production du système.

Pour régler la cadence de production, l'opérateur agit sur le potentiomètre de réglage de la vitesse sur le pupitre de commande. Nous allons analyser l'architecture du mécanisme utilisé pour transférer les bords entre le tapis et la zone de vissage et proposer un modèle géométrique de ce mécanisme. Ce modèle permettra de prévoir le réglage à effectuer pour obtenir une cadence souhaitée. Les bords sont transférés par plateau indexeur à croix de malte. Un moteur asynchrone suivi d'un réducteur roue-vis assure la rotation du mécanisme de transformation de mouvement par croix de malte. Deux potentiomètres angulaires mesurent les vitesses de rotation du maneton, entraîné par le réducteur roue-vis, et celle de la croix de malte.



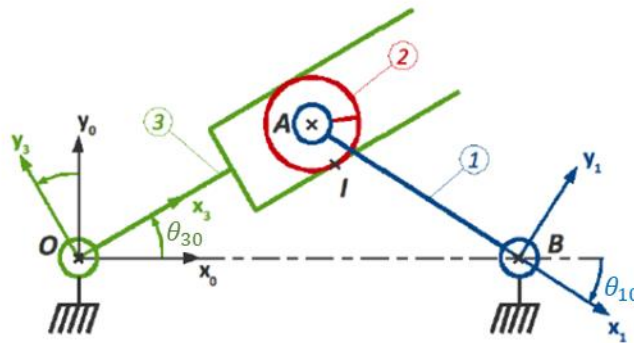
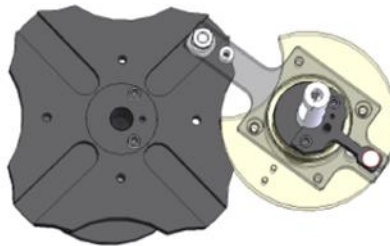
Identifier ces éléments sur le système du laboratoire.



Identifier les deux potentiomètres sur le système du laboratoire et expliquer succinctement leur principe de fonctionnement (schémas).

Le schéma cinématique ci-dessous représente un modèle du mécanisme.

On considère les classes d'équivalences suivantes : bâti (0) ; maneton (1) ; galet (2) et croix de malte (3).



$$\vec{IA} = R \cdot \vec{y}_3 \quad \vec{OA} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_3 \quad \vec{OB} = L \cdot \vec{x}_0 \quad \vec{BA} = -H \cdot \vec{x}_1$$

$$\theta_{10} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$$

$$\theta_{30} = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$$



Réaliser le graphe de liaisons du mécanisme en spécifiant correctement les caractéristiques de chaque liaison.



Justifier la modélisation des liaisons (quand elles sont visibles sur le mécanisme réel) en analysant les surfaces de contact et les mouvements permis qui ne changent pas la zone de contact.



La prise en compte ou non du mouvement relatif entre le galet (2) et le maneton (1) change-t-elle quelque chose au mouvement global de la croix de malte (3) ?



Quel est alors l'intérêt d'utiliser une pièce intermédiaire (galet (2)) entre la croix de malte (3) et le maneton (1) ?

Pour la suite, on considérera une classe d'équivalence cinématique notée (12) pour l'ensemble {maneton (1) + galet (2)}.



À partir des analyses précédentes, déterminer la grandeur d'entrée et la grandeur de sortie (qui entraîne qui ?) du système de transformation de mouvement.



Que peut-on dire de la vitesse de rotation du maneton (1) lors d'un fonctionnement en mode continu ?



Justifier ce choix vis-à-vis de la cadence de production.



Justifier la dénomination du système à croix de Malte comme système de transformation de mouvement de rotation continue vers rotation intermittente.

3- Vérification de la cadence de production maximale par solveur analytique



À l'aide d'une fermeture géométrique linéaire, déterminer la loi d'entrée/sortie du mécanisme de transformation de mouvement en fonction de H et L.



Tracer la loi d'entrée/sortie à l'aide d'un tableur (ou Python) pour $-\frac{\pi}{2} < \theta_{10}(t) < \frac{\pi}{2}$. On utilisera les valeurs numériques de H et L mesurées directement sur le système réel. Cette loi est-elle linéaire ?



Déterminer la loi d'entrée-sortie en vitesse (par dérivation de la loi d'entrée-sortie précédente) en fonction de H, L, $\dot{\theta}_{10}(t)$ et $\theta_{10}(t)$.



Tracer l'évolution de la vitesse angulaire de la croix de malte (3) en fonction de l'angle θ_{10} pour une vitesse angulaire du maneton (1) constante et égale à π rad/s.



Déterminer la valeur théorique de la vitesse maximale (préciser pour quel angle cette valeur est-elle obtenue).

On estime que la distance OG (où G est le centre de gravité d'un bocal en transfert et O le centre de rotation du plateau de transfert) est de 16 cm.

Pour respecter l'Exigence 1.2 du cahier des charges, il est nécessaire de s'assurer que θ_{30} ne dépasse une valeur de 6 rad/s.



Déterminer $\dot{\theta}_{10}$ pour respecter cette condition.

4- Vérification de l'exigence de cadence par solveur numérique

L'objectif de cette partie est de vérifier numériquement l'exigence de cadence.



Assembler le système de croix de malte à l'aide du logiciel SolidWorks et des fichiers fournis dans le « **DOSSIER TECHNIQUE** ».



Mettre le mécanisme en mouvement à l'aide de Meca3D.

Remarque : La liaison entre le galet et la croix est une liaison came.

Remarque : La simulation sera effectuée pour $\frac{1}{4}$ de tour de la croix de malte uniquement.

Remarque : La simulation sera effectuée avec la même vitesse de rotation du maneton (1) que dans la partie théorique.



Tracer l'évolution de la position angulaire de la croix de malte (3) en fonction du temps et recopier son allure sur votre copie. Commenter cette courbe.



Tracer l'évolution de la vitesse angulaire de la croix de malte (3) en fonction du temps et recopier son allure sur votre copie. Commenter cette courbe.



Préciser si l'Exigence 1.1 du cahier des charges est satisfaite ou non.

5 – Vérification expérimentale de l'exigence de cadence

L'objectif de cette partie est de vérifier expérimentalement l'exigence de cadence.



À l'aide du logiciel (voir « **DOSSIER RESSOURCES** ») installé sur le PC, procéder à un essai en mode temps réel pour une position du potentiomètre de réglage de la vitesse environ à mi-course. Visualiser l'évolution de la vitesse de rotation de la croix de Malte.



Comparer l'allure de cette vitesse obtenue expérimentalement à celles obtenues précédemment par solveur numérique précédemment.



Déterminer expérimentalement la vitesse de rotation maximale du maneton (1) permettant de satisfaire l'Exigence 1.2. Expliquer la démarche.



En déduire le temps minimum nécessaire pour traiter un bocal et la cadence de production maximale.



Conclure sur le respect ou non de l'Exigence 1.1.

6 - Validation



L'objectif pour le groupe est de comparer les courbes expérimentales, numériques et théoriques de vitesse de rotation de la croix de malte et du plateau pour valider les Exigences 1.1 et 1.2 du cahier des charges. Indiquer et analyser l'origine des éventuelles différences.

