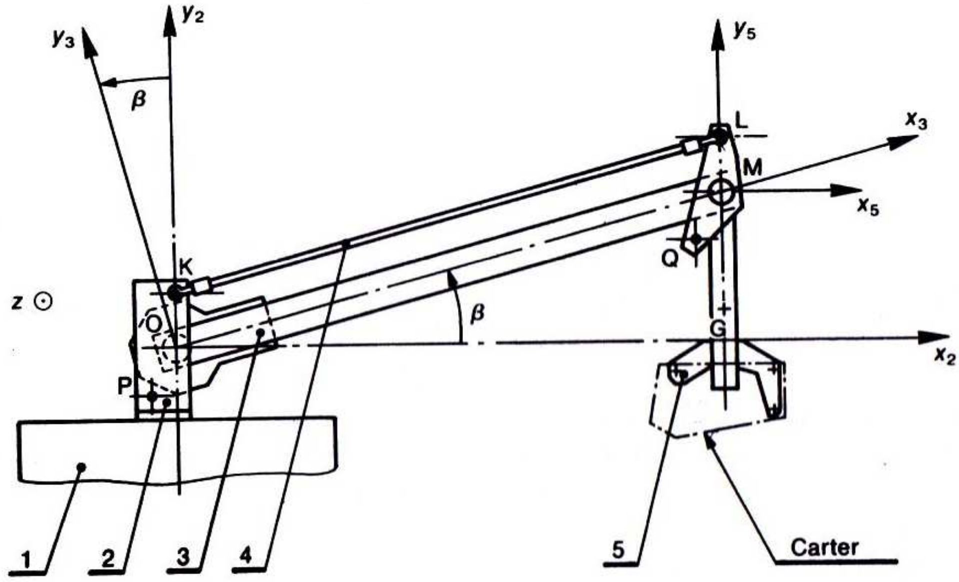
TD1 : Bras manipulateur

Mise en situation

Le système étudié est un bras manipulateur destiné à déplacer sur une chaine de moulage des carters en alliages léger de boites de vitesses automobiles.

Modélisation : Ce bras manipulateur est constitué de 5 solides :

- ☞ Le socle 1 qui est lié au sol.
- ☞ La tourelle 2 liée au socle par une liaison pivot d'axe (O, $\overrightarrow{y_2}$).
- ☞ Le bras 3 lié à la tourelle 2 par une liaison pivot d'axe (O, $\overrightarrow{z_2}$).
- ☞ Le préhenseur 5 lié au bras 3 par une liaison pivot d'axe (M, $\overrightarrow{z_2}$).
- ☞ La tringle 4 est liée à la tourelle 2 par une liaison pivot d'axe (K, $\overrightarrow{z_2}$) ainsi qu'au préhenseur 5 par une autre liaison pivot d'axe (L, $\overrightarrow{z_2}$).



Dimensions et paramétrage

On associe à chaque solide i une base orthonormée directe $\mathcal{B}_i = (\overrightarrow{x_i}, \overrightarrow{y_i}, \overrightarrow{z_i})$.

On pose le paramètre angulaire : $\beta = (\widehat{\overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{x_3}}) = (\widehat{\overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{y_3}})$

On donne les dimensions suivantes : $\overrightarrow{OM} = \ell . \overrightarrow{x_3}$ $\quad \overrightarrow{OK} = d . \overrightarrow{y_2}$

$\|\overrightarrow{OM}\| = \|\overrightarrow{KL}\|$ $\quad \|\overrightarrow{OK}\| = \|\overrightarrow{ML}\|$

Le carter est fixé sur le préhenseur 5 de telle sorte que le centre de gravité de cet ensemble {5 + carter} soit le point G avec : $\overrightarrow{MG} = - h . \overrightarrow{y_2}$

Hypothèses

- ☞ La tourelle est (pour notre étude) fixe par rapport au socle 1
- ☞ Le problème se ramène à problème plan (O, $\overrightarrow{x_2}$, $\overrightarrow{y_2}$, $\overrightarrow{z_2}$)
- ☞ On néglige le poids et l'inertie de la tringle 4.
- ☞ L'accélération gravitationnelle est définie par le vecteur $\overrightarrow{g} = - g . \overrightarrow{y_2}$.
- ☞ Le préhenseur 5 avec le carter a une masse m_5.
- ☞ Le bras 3 est assimilé à une barre homogène de longueur ℓ dont la section est faible devant sa longueur.
- ☞ Le bras 3 a une masse m_3 et un centre de gravité G_3 tel que $\overrightarrow{OG_3} = \frac{\ell}{2} . \overrightarrow{x_3}$
- ☞ Toutes les liaisons sont des liaisons parfaites
- ☞ La liaison de centre O entre le socle 2 et le bras 3 est motorisée avec un couple sur 3 : $\overrightarrow{C_m} = C_m . \overrightarrow{z_2}$.

Objectif

L'objectif du problème est de déterminer :

☞ L'expression de la valeur maximale du couple moteur C_m exercé sur le bras 3.

Travail demandé

1- Réaliser un graphe de structure du mécanisme. Vous donnerez le type, le centre et l'orientation de chacune des liaisons et vous ajouter à ces liaisons les actions extérieures s'appliquant sur les solides.

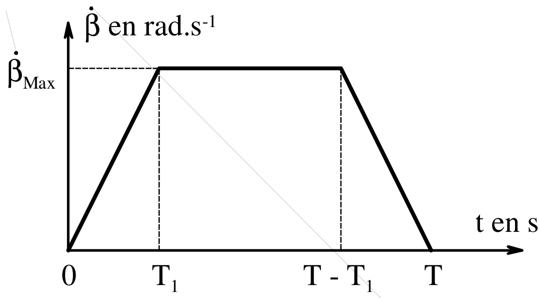
2- Justifier que le mouvement du préhenseur 5 avec le carter par rapport au socle 2 est un mouvement de translation. Et en déduire, en fonction de ℓ et $\dot{\beta}$ l'expression du vecteur vitesse du centre de gravité G du préhenseur 5 avec le carter : $\overrightarrow{V_{G\in 5/2}}$.

3- Déterminer, en fonction de ℓ et m_3, l'expression de $I_{O3} = I_{Oz3}(3)$ le moment d'inertie du bras 3 par rapport à l'axe $(O, \overrightarrow{z_3})$.

4- Déterminer l'expression de l'énergie cinétique de l'ensemble S des pièces en mouvement : S= {3,4,5+carter} dans son mouvement par rapport à la tourelle 2.

5- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'expression du couple moteur $\overrightarrow{C_m}$.

6- On étudie la rotation du bras 3 par rapport à 2 d'une position horizontale ($\beta = 0$) à la position angulaire $\beta = \frac{\pi}{3}$ rad.



Ce déplacement angulaire est un déplacement en trapèze des vitesses.

D'autre part on choisit d'avoir des phases d'accélération et de décélération de même durée T_1. La vitesse de rotation maximale du bras 3 est : $\dot{\beta}_{Max}$.

En justifiant votre réponse, déterminer l'expression de la valeur maximale du couple C_m. Cette expression sera donnée en fonction de T_1, $\dot{\beta}_{Max}$, m_3,m_5, ℓ et g.