
TD – Caractéristiques d'inertie des solides

Présentation

Un tableau de bord automobile se compose d'une coque rigide revêtue d'une peau, entre lesquelles se trouve la mousse qui en adoucit et en assouplit le contact.



Photo d'un tableau de bord

Les peaux de tableau de bord sont fabriquées par dépôt d'une poudre de synthèse de polychlorure de vinyle ou polyuréthane sur une empreinte chaude appelée moule.

La société SMCA produit une cellule de fabrication des peaux de tableau de bord automobile, le CASM : Cellule Autonome de Slush-Molding. (voir annexe 1)

La peau est le produit fabriqué par le procédé de « slush molding ». Il consiste en la mise en forme par fusion d'une poudre sur la surface d'un moule préchauffé.

Le moule donne à la peau sa forme. Le moule fixé sur un bras est généralement double et permet ainsi de fabriquer 2 peaux (identiques ou non) au cours du même processus.

Les étapes de la fabrication sont chronologiquement :

1. Le préchauffage qui monte le four et le moule vide en température ;
2. La stabilisation qui maintient le four et le moule vide en température ;
3. La prise de poudre qui dépose la poudre sur les empreintes ;
4. La gélification qui adoucit l'aspect granuleux du derme ;
5. Le refroidissement par convection forcée d'air ;
6. Le refroidissement par pulvérisation d'eau ;
7. Eventuellement le refroidissement par aspersion d'eau ;
8. Le refroidissement par soufflage d'air ;
9. Le décollage de la peau (ou des 2 peaux), réalisé manuellement par l'opérateur ;
10. La saisie informatique par l'opérateur des caractéristiques de l'utilisation à venir du moule vidé.



moule double

Un carrousel permet de répartir ces étapes sur différents postes où elles se dérouleront en parallèle. Le carrousel est l'élément rotatif support des bras sur lesquels sont fixés les moules.

Le système étudié est le **CASM 4** qui est notamment constitué d'un carrousel à 4 bras, pour lequel les opérations citées ci-dessus sont réparties conformément aux indications de la figure de l'annexe 1.



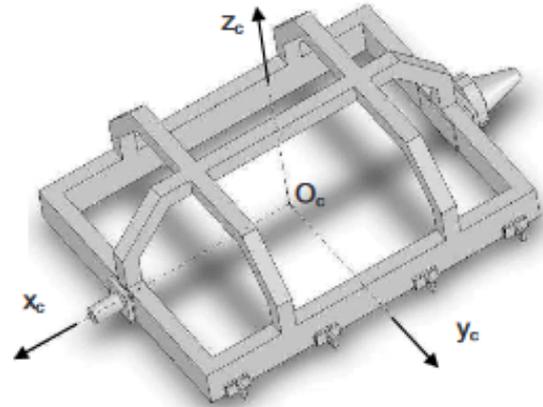
photo de l'ensemble

Etude de la fonction FT111 : assurer les déplacements des moules d'un poste à l'autre

Objectif : Déterminer les caractéristiques inertielles nécessaires par la suite pour assurer les niveaux de la fonction.

La matrice d'inertie du cadre au point O_c , milieu du cadre se trouvant sur l'axe de rotation $O_c \bar{x}_c$ de celui-ci avec le plateau, dans la base $b_c = (\bar{x}_c, \bar{y}_c, \bar{z}_c)$ est la suivante :

$$I(O_c, \text{cadre}) = \begin{bmatrix} A_c & -F_c & -E_c \\ -F_c & B_c & -D_c \\ -E_c & -D_c & C_c \end{bmatrix}_{b_c}$$



Question 8 (répondre sur copie)

- Indiquer les termes nuls de cette matrice et préciser pourquoi.

Question 9 (répondre sur copie)

Le cadre est équipé de deux moules identiques respectivement 1 et 2 montés en opposition (voir bases associées). Les matrices d'inertie des moules 1 et 2, au point O_c , dans leurs bases

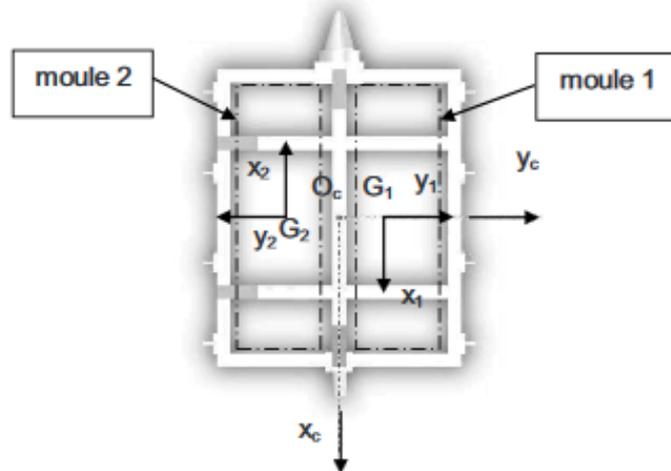
respectives :

$$b_1 = (\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1) \text{ et } b_2 = (\bar{x}_2, \bar{y}_2, \bar{z}_2)$$

sont identiques :

$$I(O_c, \text{moule 1}) = \begin{bmatrix} A_m & -F_m & -E_m \\ -F_m & B_m & -D_m \\ -E_m & -D_m & C_m \end{bmatrix}_{b_1}$$

$$I(O_c, \text{moule 2}) = \begin{bmatrix} A_m & -F_m & -E_m \\ -F_m & B_m & -D_m \\ -E_m & -D_m & C_m \end{bmatrix}_{b_2}$$



- 9.1 Déterminer littéralement la matrice d'inertie du cadre équipé des deux moules au point O_c , dans la base $b_c = (\bar{x}_c, \bar{y}_c, \bar{z}_c)$ en fonction des termes des matrices précédentes :

$$I(O_c, \text{cadre + moules}) = \begin{bmatrix} A_{cm} & -F_{cm} & -E_{cm} \\ -F_{cm} & B_{cm} & -D_{cm} \\ -E_{cm} & -D_{cm} & C_{cm} \end{bmatrix}_{b_c}$$

- 9.2 Application numérique :

$$\begin{array}{llll} A_c = 159,22 \text{ kg.m}^2 & B_c = 426,02 \text{ kg.m}^2 & C_c = 531,77 \text{ kg.m}^2 & E_c = 0,06 \text{ kg.m}^2 \\ A_m = 14,38 \text{ kg.m}^2 & B_m = 15,43 \text{ kg.m}^2 & C_m = 21,44 \text{ kg.m}^2 & \\ D_m = 5,32 \text{ kg.m}^2 & E_m = 0,36 \text{ kg.m}^2 & F_m = -0,04 \text{ kg.m}^2 & \end{array}$$

Question 10 (répondre sur copie)

On donne :

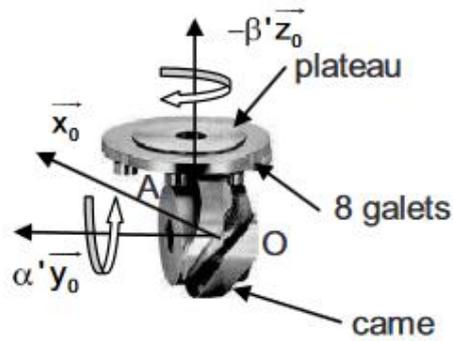
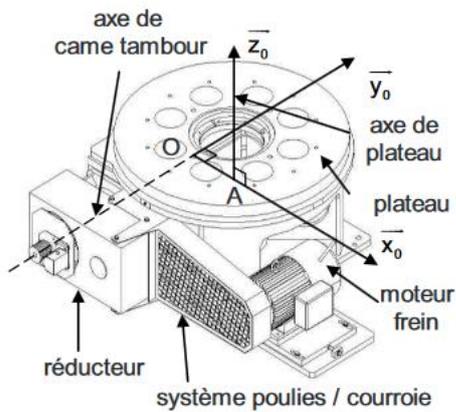
- la masse m_{cm} d'un cadre équipé de deux moules ;
- le moment d'inertie C_{cm} d'un cadre équipé de deux moules autour de l'axe $O_c \vec{z}_c$;
- le centre de gravité d'un cadre équipé de deux moules est sur l'axe $O_c \vec{z}_c$ et situé à une distance d par rapport à l'axe de rotation $A \vec{z}_0$ du plateau indexeur ($\vec{z}_0 = \vec{z}_c$) (voir les deux figures en bas de cette page) ;
- le moment d'inertie C_p du plateau indexeur par rapport à l'axe de rotation $A \vec{z}_0$.

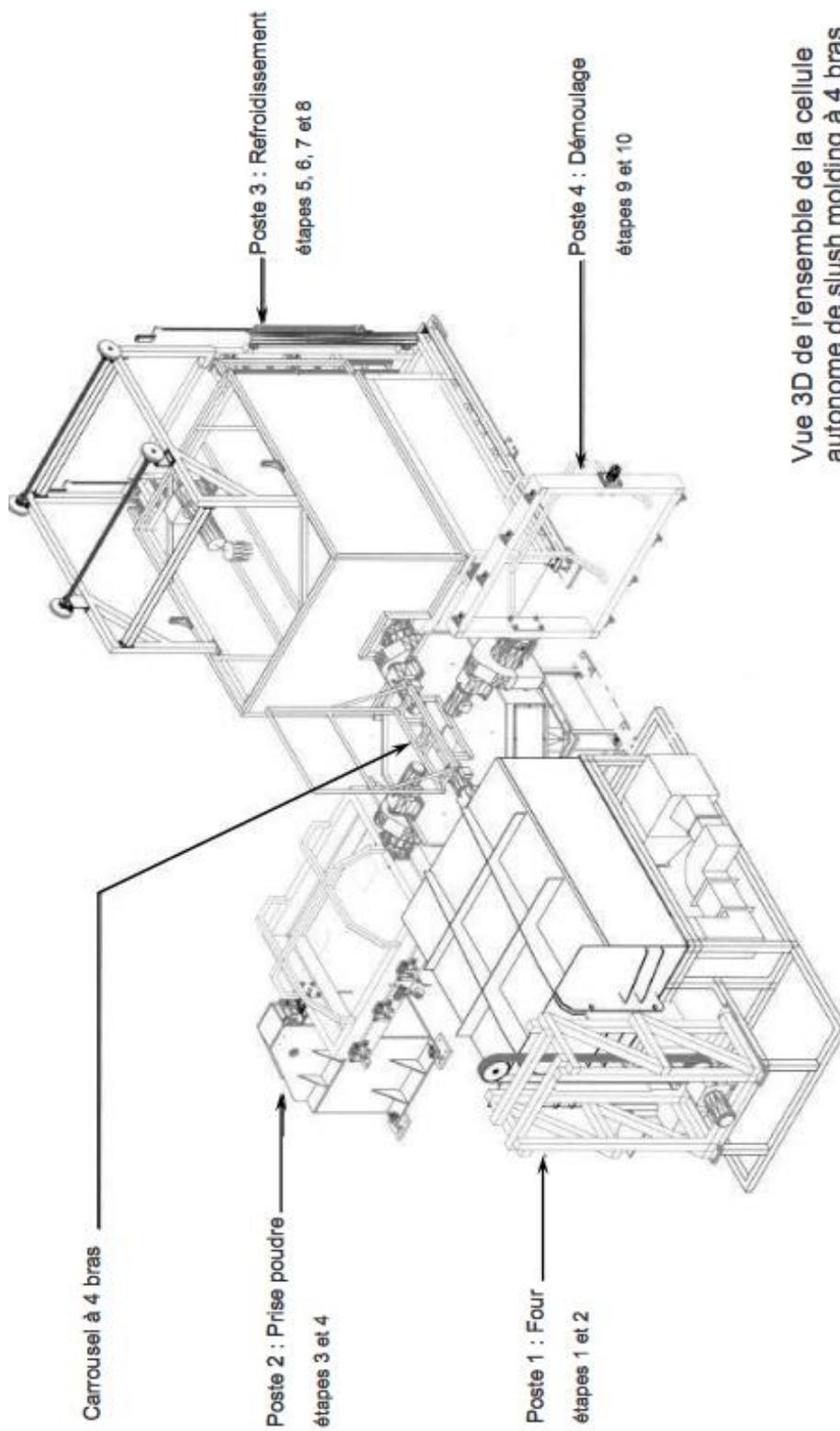
L'inertie des « peaux fabriquées » étant négligée par rapport à celle du cadre équipé de deux moules :

- **10.1 Déterminer littéralement le moment d'inertie C de l'ensemble tournant plateau indexeur équipé de ses quatre cadres et huit moules par rapport à l'axe de rotation $A \vec{z}_0$ en fonction des termes précédents.**

- **10.2 Application numérique :**

$$C_{cm} = 575 \text{ kg.m}^2 ; \quad m_{cm} = 500 \text{ kg} ; \quad d = 2,95 \text{ m} ; \quad C_p = 1500 \text{ kg.m}^2$$





Vue 3D de l'ensemble de la cellule autonome de slush molding à 4 bras CASM4