DS 3 : Exercice

Etude dynamique d'un robot 5 axes

Calculatrice autorisée

Les résultats doivent être encadrés et mis sous forme simplifiée !

Les copies seront numérotées !

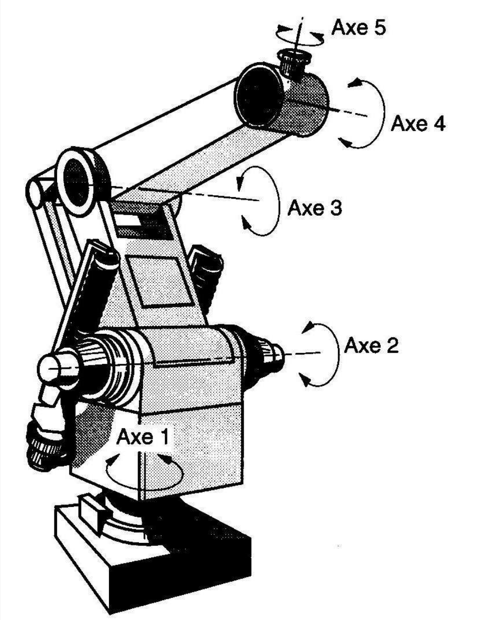

Figure 1

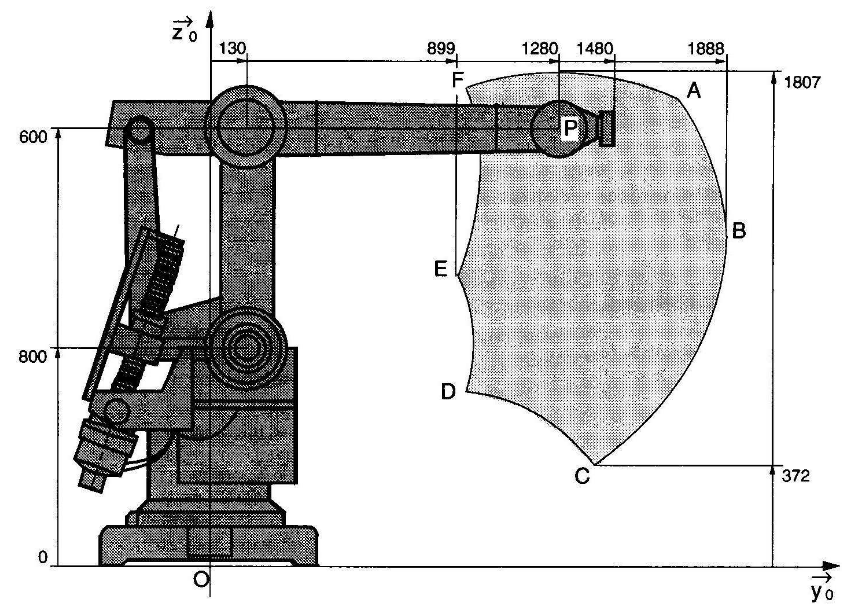

Figure 2

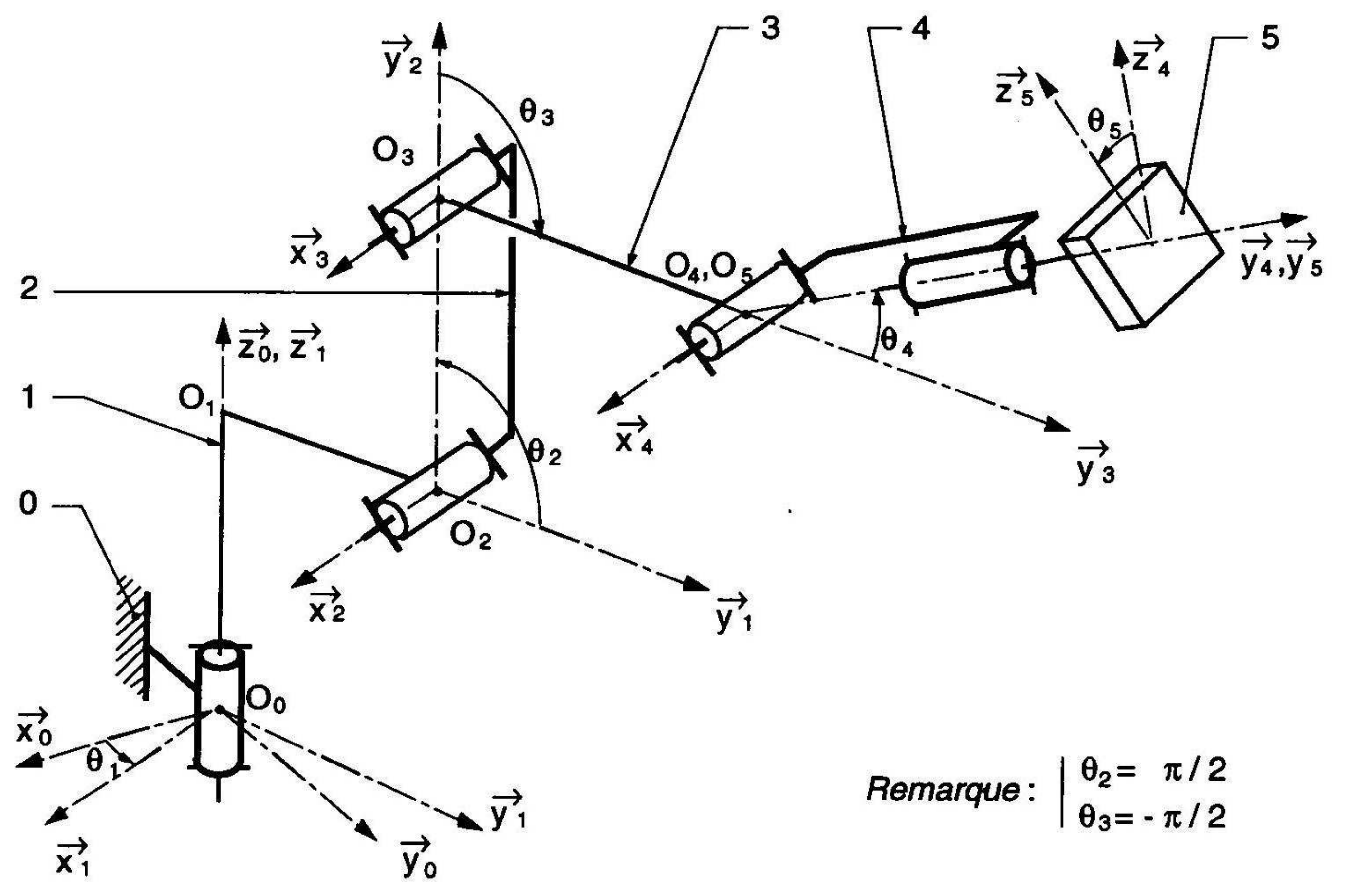

Figure 3

Le robot cinq axes IRB 60/2 représenté ci-dessus est un robot industriel, tout électrique, utilisé pour la manutention de pièces lourdes.

- axe1 : rotation du fût **1**
- axe 2 : rotation du bras **2**
- axe 3 : rotation de l'avant-bras **3**
- axe 4 : inclinaison du poignet **4**
- axe 5 : rotation de la pince **5**

Capacité de préhension : 600 N ;
Rayon d'action du centre du poignet : 1888 mm ;
Répétabilité : < 0,4 mm ;
Poids : 8850 N
Dimension du socle : 800x800 mm.

On se place dans le cas de retournement d'une pièce : rotations simultanées à vitesse constante des axes 4 et 5, les autres étant bloqués.

On note O = O_4 = O_5 et $\vec{x} = \vec{x}_1 = \vec{x}_2 = \vec{x}_3 = \vec{x}_4$. L'angle θ_1 est quelconque, $\theta_2 = \pi/2$, $\theta_3 = -\pi/2$.

Poignet **4** : masse m_4, centre d'inertie G_4 ($\overrightarrow{OG_4} = l_4\,\vec{y}_4$),

matrice d'inertie en O : $I(O,4) = \begin{pmatrix} A_4 & 0 & 0 \\ 0 & B_4 & -D_4 \\ 0 & -D_4 & C_4 \end{pmatrix}_{R_4}$

Pince **5** + pièce : masse m_5, centre d'inertie G_5 ($\overrightarrow{OG_5} = l_5\,\vec{y}_5$),

matrice d'inertie en O : $I(O,5) = \begin{pmatrix} A_5 & -F_5 & -E_5 \\ -F_5 & B_5 & -D_5 \\ -E_5 & -D_5 & C_5 \end{pmatrix}_{R_5}$

Le moto-réducteur commandant l'axe 4 est composé d'un stator lié à **3** et d'un rotor lié à **4** et exerce un couple $C_{m4}\,\vec{x}$ sur le poignet **4**.Le moto-réducteur commandant l'axe 5 est composé d'un stator lié à **4** et d'un rotor lié à **5** et exerce un couple $C_{m5}\,\vec{y}_5$ sur la pince **5**.

1. *Faire les figures planes de travail en tenant compte des hypothèses.*

2. *Faire le graphe des liaisons ; faire figurer en plus les actions mécaniques extérieures.*

3. *Déterminer le couple C_{m5} en fonction des caractéristiques des solides et des paramètres de position à l'aide du principe fondamental de la dynamique.*

Méthode :

- *Pour C_{m5}, on applique le théorème du moment dynamique à **5** en O en projection sur $\vec{y}_5$ (axe de la liaison pivot = « zéro de la liaison »).*

   a. *Faire le bilan des actions mécaniques sur 5*
   b. *Ecrire l'équation du TMD sous la forme* $\vec{\delta}_0(5/R).\vec{y}_5 = \dots$
   c. *Justifier l'intérêt du TMD en O selon* $\vec{y}_5$
   d. *Calculer le moment cinétique de 5 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R.*
   e. *Calculer le moment dynamique de 5 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R et en projection sur $\vec{y}_5$. Vérifier que l'on trouve :*

   $$\vec{\delta}_0(5/R).\vec{y}_5 = \boxed{[(A_5 - C_5)\sin\theta_5\cos\theta_5 + E_5(\cos^2\theta_5 - \sin^2\theta_5)]\ \dot{\theta}_4^2}$$

   f. *En déduire la relation demandée*

4. *Déterminer le couple C_{m4} en fonction des caractéristiques des solides et des paramètres de position à l'aide du principe fondamental de la dynamique.*

Méthode :

- *Pour C_{m4}, on applique le théorème du moment dynamique à l'ensemble **4**+**5** en O en projection sur $\vec{x}$ (axe de la liaison pivot = « zéro de la liaison »).*

   a. *Faire le bilan des actions mécaniques sur 4+5*
   b. *Ecrire l'équation du TMD sous la forme* $\vec{\delta}_0(4+5/R).\vec{x} = \dots.$
   c. *Justifier l'intérêt du TMD en O selon* $\vec{x}$
   d. *Calculer le moment cinétique de 5 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R et en projection sur* $\vec{x}$
   e. *En déduire le moment dynamique de 5 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R et en projection sur $\vec{x}$. Vérifier que l'on trouve :*

$$\vec{\delta}_O(5/R).\vec{x} = \boxed{[2(C_5 - A_5)\sin\theta_5\cos\theta_5 + 2E_5(\sin^2\theta_5 - \cos^2\theta_5)]\,\dot{\theta}_4\,\dot{\theta}_5 + (F_5\sin\theta_5 - D_5\cos\theta_5)\ \dot{\theta}_5^2}$$

   f. *Montrer que moment dynamique de 4 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R et en projection sur $\vec{x}$ est nul*
   g. *En déduire le moment dynamique de 4+5 en O dans son mouvement par rapport à R_0=R et en projection sur* $\vec{x}$
   h. *En déduire la relation demandée*