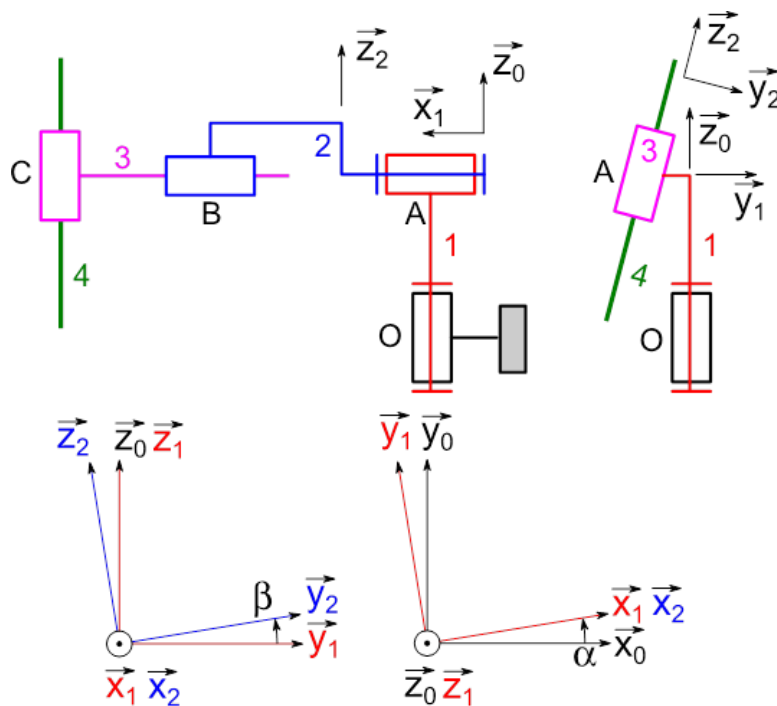


## TD 5 - Dynamique du Solide : Robot 4 axes

### Modélisation

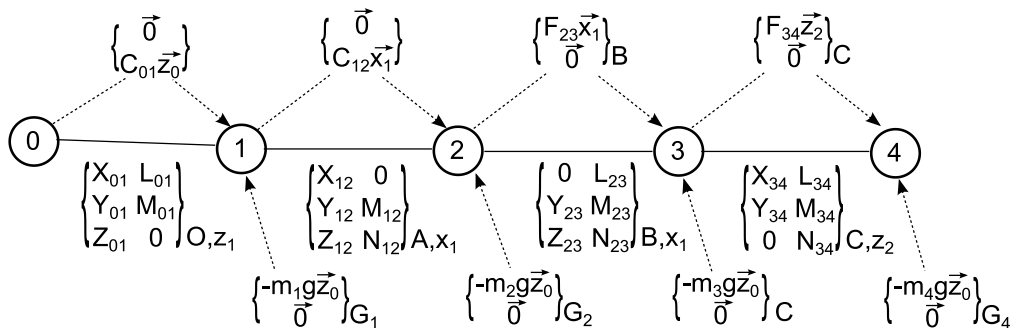
Ce système est un robot 4 axes : 2 rotations et 2 translations. Il est destiné à manipuler des pièces de petites tailles (masses et inerties négligées devant celles du robot).

Le schéma présente une vue de face et une vue de gauche pour montrer que le point A n'est pas à la verticale de O.



$$\overrightarrow{OA} = H\vec{z}_0 - e\vec{y}_1 \quad \overrightarrow{OG_1} = h_1\vec{z}_0 \quad \overrightarrow{AB} = L\vec{x}_1 \quad \text{avec } L = 65 \text{ cm et } e = 10 \text{ cm}$$

$$\overrightarrow{AG_2} = l_2\vec{x}_1 \quad \overrightarrow{BC} = X(t)\vec{x}_1 \quad \overrightarrow{CG_4} = Z(t)\vec{z}_2$$



Les matrices d'inerties sont connues aux centres de gravité.

Solide 1 : plans de symétrie  $(G_1, \vec{x}_1, \vec{z}_1)$  et  $(G_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  ; CdG en  $G_1$ .

Solide 2 : plans de symétrie  $(G_2, \vec{x}_2, \vec{z}_2)$  et  $(G_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  ; CdG en  $G_2$ . (moment d'inertie selon  $\vec{x}_2$  :  $A_2 = 25 \text{ kg.m}^2$ )

Solide 3 : assimilé à une masse ponctuelle  $m_3$  en C.

Solide 4 : plans de symétrie  $(G_4, \vec{x}_2, \vec{z}_2)$  et  $(G_4, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  ; CdG en  $G_4$ . (moment d'inertie selon  $\vec{x}_2$  :  $A_4 = 25 \text{ kg.m}^2$ )

On donne  $m_1 = 50 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 40 \text{ kg}$ ,  $m_3 = 25 \text{ kg}$ ,  $m_4 = 20 \text{ kg}$

Les actionneurs sont des vérins et des moteurs électriques (voir graphe des liaisons).

On donne ci-après un extrait du cahier des charges :

Exigences	Critères	Niveaux	Flexibilités
E.1 : Autoriser la rotation suivant $Z_0$ (mvt de 1/0)	Rotation maximale	270 °	$\pm 1^\circ$
	Vitesse angulaire maximale	20 tr/min	Aucune
	Accélération angulaire maximale	2 rad/s <sup>2</sup>	Aucune
E.2 : Autoriser la rotation suivant $X_1$ (mvt de 2/1)	Rotation maximale	90 °	Aucune
	Vitesse angulaire maximale	20 tr/min	Aucune
	Accélération angulaire maximale	2 rad/s <sup>2</sup>	Aucune
E.3 : Autoriser la translation horizontale du bras du robot (mvt de 3/2)	Course maximale	50 cm	Aucune
	Vitesse maximale	1 m/s	Aucune
	Accélération maximale	0,3 m/s <sup>2</sup>	Aucune
E.4 : Autoriser la translation verticale du bras du robot (mvt de 4/3)	Course maximale	50 cm	Aucune
	Vitesse maximale	1,4 m/s	Aucune
	Accélération maximale	1,2 m/s <sup>2</sup>	Aucune
E.5 : Déplacer une charge en bout de bras du robot	Charge maximale	10 kg	$\pm 100 \text{ g}$

**Objectif du TD : Dimensionner un actionneur à partir de sa loi du mouvement.**

## Questions

**Q1 :** Donner la forme des matrices d'inerties des différents solides en  $G_i$ .

**Q2 :** Proposer les stratégies permettant de déterminer les actionneurs : à chaque fois une seule équation scalaire. Regarder pour chacune ce qui est nécessaire du côté torseur dynamique de façon à limiter les calculs. Écrire à chaque fois l'expression vectorielle complète et le produit scalaire SANS développer.

**Q3 :** Déterminer l'effort fourni par le vérin entre 2 et 3 ( $F_{23}$ ) et le couple fourni par le moteur entre 1 et 2 ( $C_{12}$ ) (VERIFIER L'HOMOGENEITE ligne à ligne). Faire l'application numérique dans les conditions les plus défavorables. Vérifier si ces actionneurs permettent de vérifier l'exigence E.5 du cahier des charges.

**Q4 :** Déterminer les équations de mouvements associées aux autres actionneurs ( $C_{01}$  et  $F_{34}$ ) (VERIFIER L'HOMOGENEITE ligne à ligne).

**Q5 :** Justifier le terme de couplage.