Université de Mustapha Stambouli-Mascara : Département ELT
Master II Automatique et Systèmes

Examen Final en Robotique

Le Mardi 14 Janvier 2020
Durée de l'examen : 1h30
Responsable: Mohamed El Mehdi ZAREB

Exercice 1 : 06 Points

1. Que veut dire [redacted] "répétabilité d'un robot manipulateur" ?
2. Soit le Robot représenté par la figure 1.Combien de degrés de liberté possède-t-il ? Décrire son volume de travail.
3. Donner la définition du modèle géométrique inverse d'un robot bra-manipulateur ?

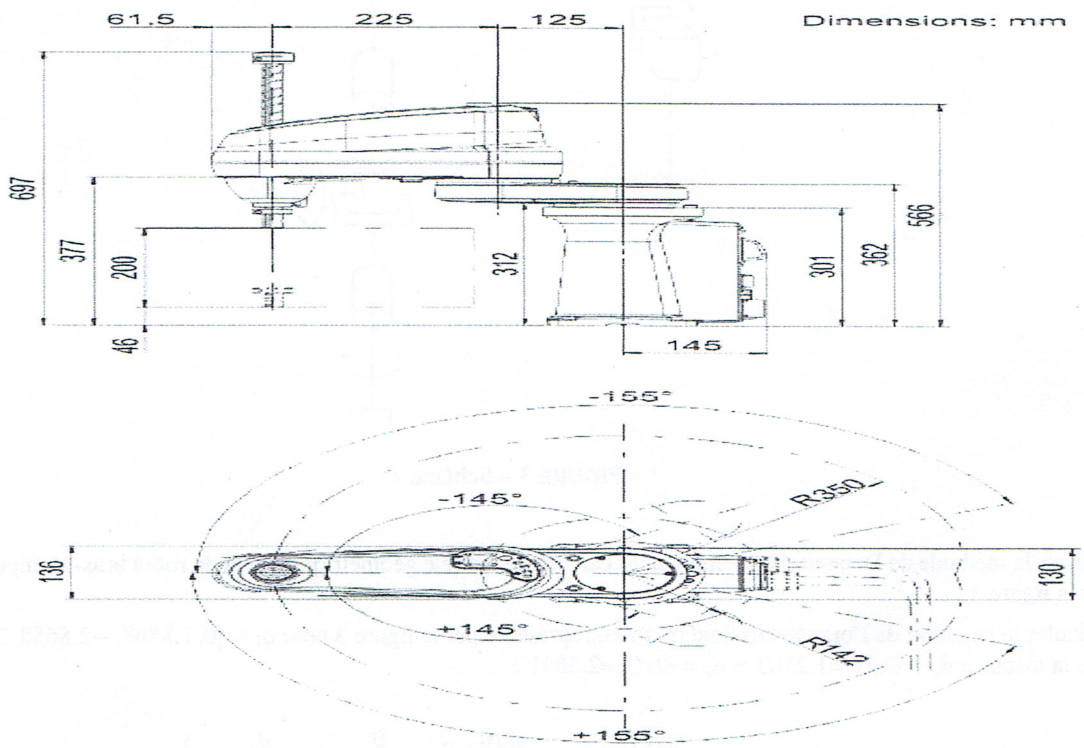


FIGURE 1 – Photo du robot

Exercice 2 :14 Points

Soit les schémas simplifier de deux robot bras-Manipulateurs :

1. Combien de dégrées de liberté possède le robot représenté par la figure 2 ?
2. Décrire l'espace de travail du robot (Figure 2) ?
3. Fixer des repères à chaque articulation avec la simplification selon la méthode de W.Khalil pour les deux robots représentés par les figures 2 et 3.

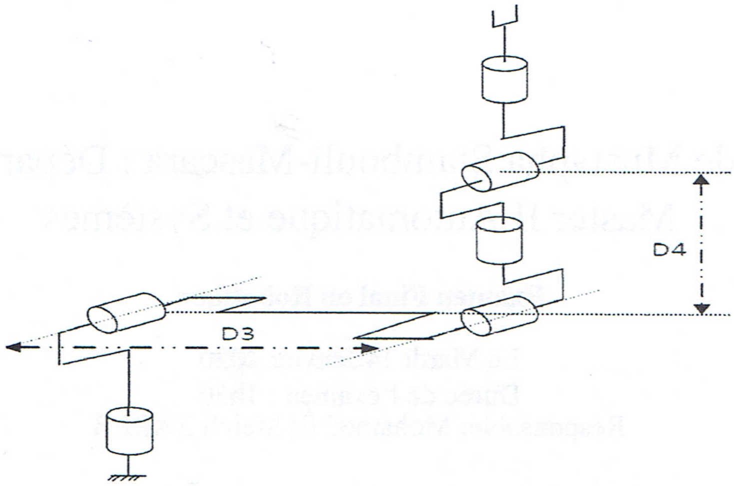


FIGURE 2 – Schéma 1

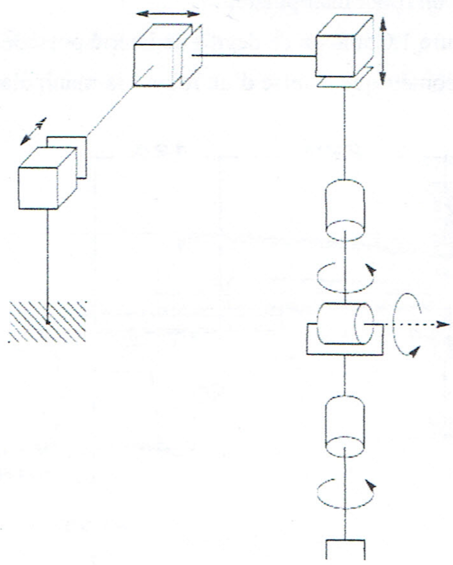


FIGURE 3 – Schéma 2

4. Utiliser la méthode de Denavit- Hartenberg pour calculer le modèle géométrique direct du robot bras-Manipulateur représenté par la figure 3.
5. Calculer la situation de l'organe terminal du robot représenté par la figure 3 pour $q_i = [0, 1.8568, -2.8658, 2\pi, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}]$, sachant que la distance $d_0 = O_0O_1$=1.2563 et $d_2 = O_3O_5$=2.3651 ?

Note ;

$$\mathbf{T}_j^{j-1} = \begin{pmatrix} \cos\theta_j & -\sin\theta_j & 0 & d_j \\ \cos\alpha_j \sin\theta_j & \cos\alpha_j \cos\theta_j & -\sin\alpha_j & -r_j \sin\alpha_j \\ \sin\alpha_j \sin\theta_j & \sin\alpha_j \cos\theta_j & \cos\alpha_j & r_j \cos\alpha_j \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bonne Chance

Master II : Automatique 14/01/2020

Correction de l'examen final en Robotique

Exercice n°01 :

1. La répétabilité correspond à l'erreur maximun de positionnement sur un point prédéfini dans le cas des trajectoires répétitives. En général, la répétabilité ou bien la précision est de l'ordre de 0,1 [mm]. 03 pt

01 pt 2. Il possède 04 DDL avec un volume de travail cylindrique.

02 pt 3. Le modèle géométrique inverse exprime la configuration du mécanisme (variables articulaire) en fonction de la situation de l'organe terminal.

Exercice n°02 :

1 pt 1. Le robot dans la figure 02 possède 6 DDL (RRRRRR) R: articulation Rotoïde.

1 pt 2. L'espace de travail du robot (Figure 02) est sous forme demi-Sphère.

3. et 4.

2 pt

j	σ_j	α_j	d_j	θ_j	r_j
1	1	$\pi/2$	0	0	q_1
2	1	$\pi/2$	0	$-\pi/2$	q_2
3	1	$-\pi/2$	0	$-\pi/2$	q_3
4	0	0	0	q_4	d_2
5	0	$\pi/2$	0	q_5	0
6	0	$-\pi/2$	0	q_6	0

01 pt, 1 pt, 1 pt

$$T_1^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -q_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_2^1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -q_2 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_3^2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

1 pt, 1 pt, 1 pt

$$T_4^3 = \begin{pmatrix} C_4 & -S_4 & 0 & 0 \\ S_4 & C_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_5^4 = \begin{pmatrix} C_5 & -S_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ S_5 & C_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad T_6^5 = \begin{pmatrix} C_6 & -S_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_6 & -C_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

avec $C_4 = \cos q_4$
$S_4 = \sin q_4$

- le modèle géométrique direct qui permet de déterminer la position de l'organe terminal : $P = [P_x, P_y, P_z]^T$ est comme :

$P_x = d_2 + q_3$
$P_y = -q_1$
$P_z = -q_2$

2 pt

5. pour $q_i = [0, 1.8568, -2.8658, 2\pi, \pi/2, 3\pi/2]$:

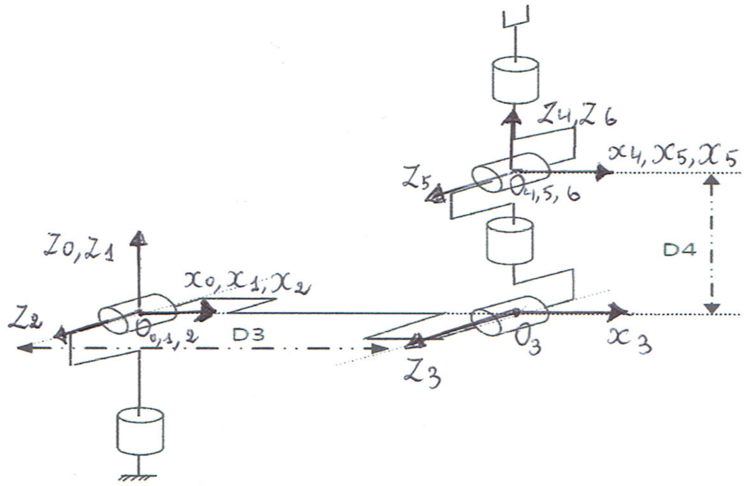
$P_x = -0,5007$

$P_y = 0$

$P_z = -1.8568$

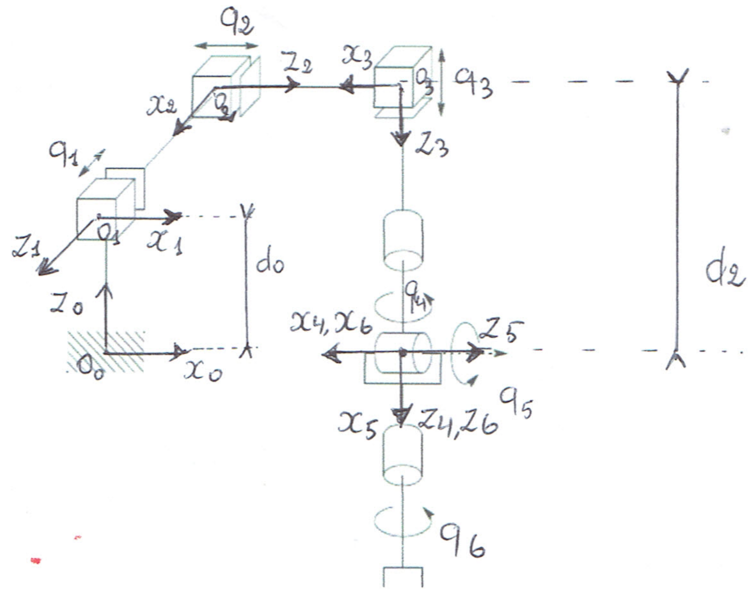
0,5

(Suite à la solution)



0,5 pt

FIGURE 2 – Schéma 1



1 pt

FIGURE 3 – Schéma 2

4. Utiliser la méthode de Denavit- Hartenberg pour calculer le modèle géométrique direct du robot bras-Manipulateur représenté par la figure 3.
5. Calculer la situation de l'organe terminal du robot représenté par la figure 3 pour $q_i = [0, 1.8568, -2.8658, 2\pi, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}]$, sachant que la distance $d_0 = O_0O_1$=1.2563 et $d_2 = O_3O_5$=2.3651 ?

Note ;

$$\mathbf{T}_j^{j-1} = \begin{pmatrix} \cos\theta_j & -\sin\theta_j & 0 & d_j \\ \cos\alpha_j \sin\theta_j & \cos\alpha_j \cos\theta_j & -\sin\alpha_j & -r_j \sin\alpha_j \\ \sin\alpha_j \sin\theta_j & \sin\alpha_j \cos\theta_j & \cos\alpha_j & r_j \cos\alpha_j \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bonne Chance