

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
Khoa Cơ Khí
Bộ môn Cơ Điện tử

ĐỒ ÁN MÔN HỌC
THIẾT KẾ ROBOT CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Xuân Lâm MSSV : K205520114224

Lớp: K56 CDT 03

Ngành: Cơ điện tử

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ điện tử

Ngày giao đề 20/03/2023

Ngày hoàn thành : 15/06/2023

1. Tên đề tài: Thiết kế ROBOT thực hiện theo chu trình công nghệ

2. Nội dung thuyết minh

1. Tổng quan.

2. Động học tay máy.

3 Nội suy quyđạo

4 Chuyên đề

3. Các bản vẽ, chương trình và đồ thị

Đồ họa kết cấu: AutoCad; Đồ thị biến khớp: Matlab; Phương pháp số: Solver
trên Excel; Mô phỏng kết cấu: SolidWorks, Inventor...

TRƯỜNG BỘ MÔN

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

ĐÁNH GIÁ CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Tiến trình thông qua đồ án:

Tuần	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6	Tuần 7	Tuần 8	Tuần 9	Tuần 10
Nội dung thông qua										
GVHD										

Nhận xét của Giáo viên hướng dẫn

.....
.....
.....
.....

Thái Nguyên, ngày....tháng.....năm 20....

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

ĐÁNH GIÁ CỦA GIÁO VIÊN CHẤM

.....
.....
.....
.....

GIÁO VIÊN CHẤM 1
(Ký ghi rõ họ tên)

Thái Nguyên, ngày....tháng.....năm 20....

GIÁO VIÊN CHẤM 2
(Ký ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	7
1.1 Xác định vấn đề	7
1.2 Giải quyết vấn đề	8
1.2 xác định các thông số để lựa chọn Robot phù hợp.....	
1.1.3 Lựa chọn robot đáp ứng được yêu cầu	5
1.1.4 Đánh giá khả năng đáp ứng được yêu của robot đã chọn	
1.3 Kết luận.....	11
CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ ĐỘNG HỌC.....	11
2.1 Phương trình vòng vector	11
2.2.1.1. Mô hình động học : Robot ABB IRB1300.....	14
2.2 Bài toán động học.....	
2.2.1 Bài toán động học thuận.....	
2.2.2 Xây dựng phương trình động học cho robot ABB IRB1300.....	14
2.2.2.1. Tiến hành đặt hệ trực tọa độ, lập bảng D-H.....	14
2.2.2.2. Viết hệ phương trình động học (giải bằng matlab).....	16
2.2.3 Bài toán động học ngược.....	19
2.2.3.1. Thiết lập bài toán, thông số đầu vào.....	20
2.2.3.2. Phương pháp giải bài toán giải bài toán động học ngược robot.....	21
2.2.3.3. Giải bài toán động học ngược trên excel.....	21
2.3:Kết luận chương 2.....	26
CHƯƠNG 3. NỘI SUY QUÝ ĐẠO CHO ROBOT.....	27
3.1. Thiết kế quỹ đạo chuyển động trong không gian khớp.....	20
3.2. Cơ sở nội suy quỹ đạo trong không gian khớp.....	29
3.3. Nội suy quỹ đạo trong không gian khớp.....	30
3.3.1. Tính k và kc cho biến khớp.....	31
3.3.2. Dùng plot trong matlab để vẽ đồ thị.....	34
CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG ROBOT	
4.1 Hướng dẫn sử dụng inventor.....	41
4.2 Bản vẽ robot.....	45
4.3 Mô phỏng chuyển động.....	48
KẾT LUẬN ĐỒ ÁN	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	53

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình	Trang
1.1 yêu cầu công nghệ	7
1.2: Robot IRB1300	8
1.3 : Mô tả không gian làm việc	9
1.4 : Tầm với của robot ABB IRB1300	10
2.1: Sơ đồ hệ thống công nghệ	11
2.2: Biểu diễn dạng vòng kín	12
2.3 Thông số robot IRB 1300	13
2.4 Lược đồ hóa robot IRB1300	14
2.6 Quỹ đạo làm việc của robot yêu cầu	19
2.7 Thông số các điểm	20
2.8 – 2.11 Hướng dẫn sử dụng solver	22-24
2.13 Kết quả các biến khớp	25
3.1 Không gian quỹ đạo làm việc	27
3.2 Xấp xỉ đa thức $p_i(t)$	28
3.8 Sự thay đổi của biến khớp q1	38
3.9 Sự thay đổi của biến khớp q2	38
3.10 Sự thay đổi của biến khớp q3	39
3.11 Sự thay đổi của biến khớp q4	39
3.12 Sự thay đổi của biến khớp q5	40
3.13 Sự thay đổi của biến khớp q6	40
4.1-4.8 Hướng dẫn Inventor	41-44
4.9-4.14 Bản vẽ các khâu của Robot	45-47
4.15 -4.21 Mô phỏng chuyển động Robot	48-51

DANH MỤC BẢNG

Tên bảng	Trang
2.5 Thông số bảng D-H	14
2.14 Thông số đầu vào	25
2.15 Thông số các biến khớp	26
3.3 k và kc của biến khớp q1	31
3.4 k và kc của biến khớp q1	31
3.5 k và kc của biến khớp q1	32
3.6 k và kc của biến khớp q1	32
3.7 k và kc của biến khớp q1	33
3.8 k và kc của biến khớp q1	33



LỜI NÓI ĐẦU

Trong sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước vấn đề tự động hoá sản xuất có vai trò đặc biệt quan trọng. Nhu cầu nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm ngày càng đòi hỏi ứng dụng rộng rãi các phương tiện tự động hoá sản xuất. Xu hướng tạo ra những dây chuyền về thiết bị tự động có tính linh hoạt cao đang hình thành. Vì thế ngày càng tăng nhanh nhu cầu ứng dụng Robot để tạo ra các hệ thống sản xuất tự động linh hoạt. Robot thực hiện gấp vật tự động được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong các hệ thống sản xuất tự động nhằm tăng chính xác về vị trí, liên tục theo chu trình hoạt động, đảm bảo quá trình sản xuất ổn định, nâng cao năng xuất và chất lượng sản phẩm.

Với đề tài “**thiết kế robot thực hiện nhiệm vụ theo chu trình công nghệ**”, đồ án đã giải quyết được những công việc sau:

- Tìm hiểu tổng quát quá trình phát triển và ứng dụng của robot trong công nghiệp.
- Thiết kế động học Robot
- Xây dựng quỹ đạo chuyển động Robot
- Nghiên cứu lý thuyết điều khiển tự động robot công nghiệp.
- Xây dựng mô hình mô phỏng trên phần mềm

Đây là một đề tài rộng với vốn kiến thức lớn, thời gian có hạn, cho nên những kết quả, những nhận định mà chúng em đã tìm hiểu và đưa ra chắc chắn sẽ có nhiều thiếu sót. Chúng em thành thật mong được các thầy cô giáo trong bộ môn chỉ bảo thêm để đề tài hoàn thiện hơn, ý nghĩa hơn.

Em bày tỏ lời cảm ơn chân thành đến thầy giáo **Vũ Đức Vương** và các thầy cô giáo trong bộ môn đã chỉ bảo tận tình và tạo điều kiện cho chúng em hoàn thành đồ án này.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

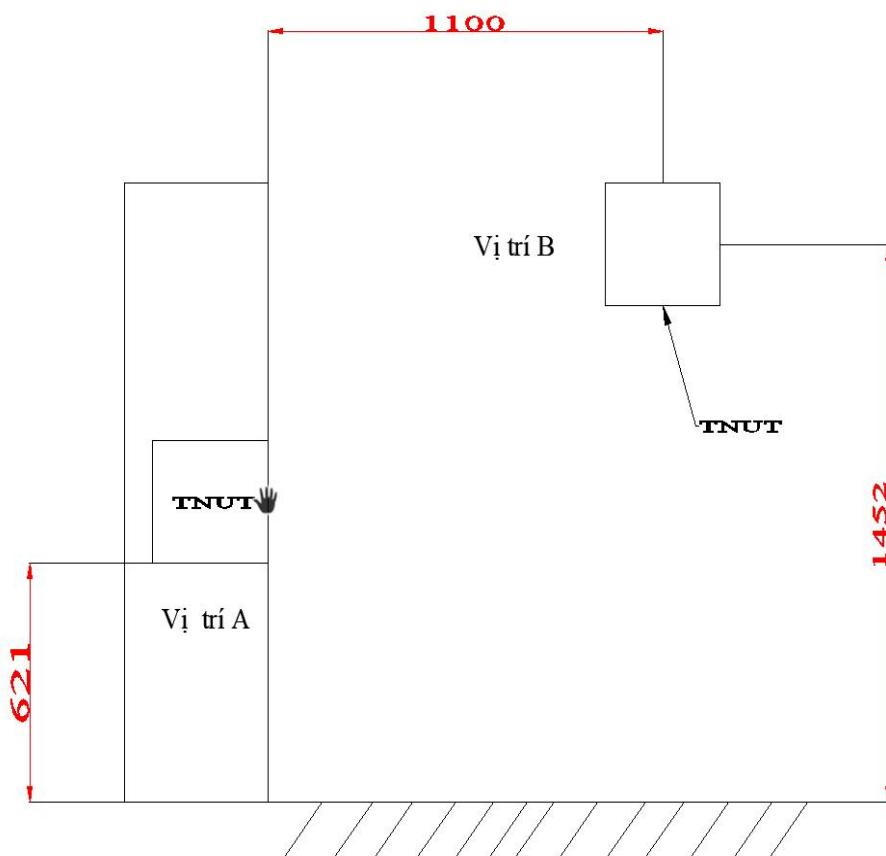
1.1 Xác định vấn đề

Mô tả:

Cho một nhu cầu trong sản xuất , cần di chuyển sản phẩm từ vị trí A (có dạng ngăn vừa sản phẩm) ken vị trí B (có dạng ngăn vừa sản phẩm) theo như hình bên .

Các thông số kĩ thuật bao gồm :

1. Kích thước khối hộp 320x320x320
2. Các kiện hàng cần được đưa vào các ngăn theo phương chiều sâu của ngăn
3. Các kiện hàng cần được đặt đảm bảo vị trí tương quan hình học và vị trí chữ TNUT trên đó
4. Khoảng cách ngăn nhất hai vị trí ô chứa trên hình chiếu bằng là 300.



Hình 1.1 : Yêu cầu công nghệ

1.2 Các cách thức giải quyết vấn đề

1.2.1: Xác định các thông số để lựa chọn Robot phù hợp.

➤ Từ yêu cầu công nghệ:

- Độ cao chênh lệch giữa 2 vị trí đặt box ban đầu và vị trí box cuối là 671mm.
- Khoảng cách giữa 2 vị trí đặt là 940mm.

⇒ Có khả năng quay, thao tác trong không gian ba chiều.

1.2.2: Xác định điểm đặt robot => vị trí gốc O₀.

➤ Do khoảng cách giữa 2 bên đặt kiện hàng là 940mm đủ lớn để đặt robot ở vị trí có cách vị trí A một khoảng 1100mm về phía bên phải.

➤ Vị trí O₀ sẽ thuộc mặt phẳng song song cách đều với 2 mặt phẳng chứa vị trí A và B.

⇒ Vị trí cụ thể sẽ phụ thuộc vào loại robot đã chọn.

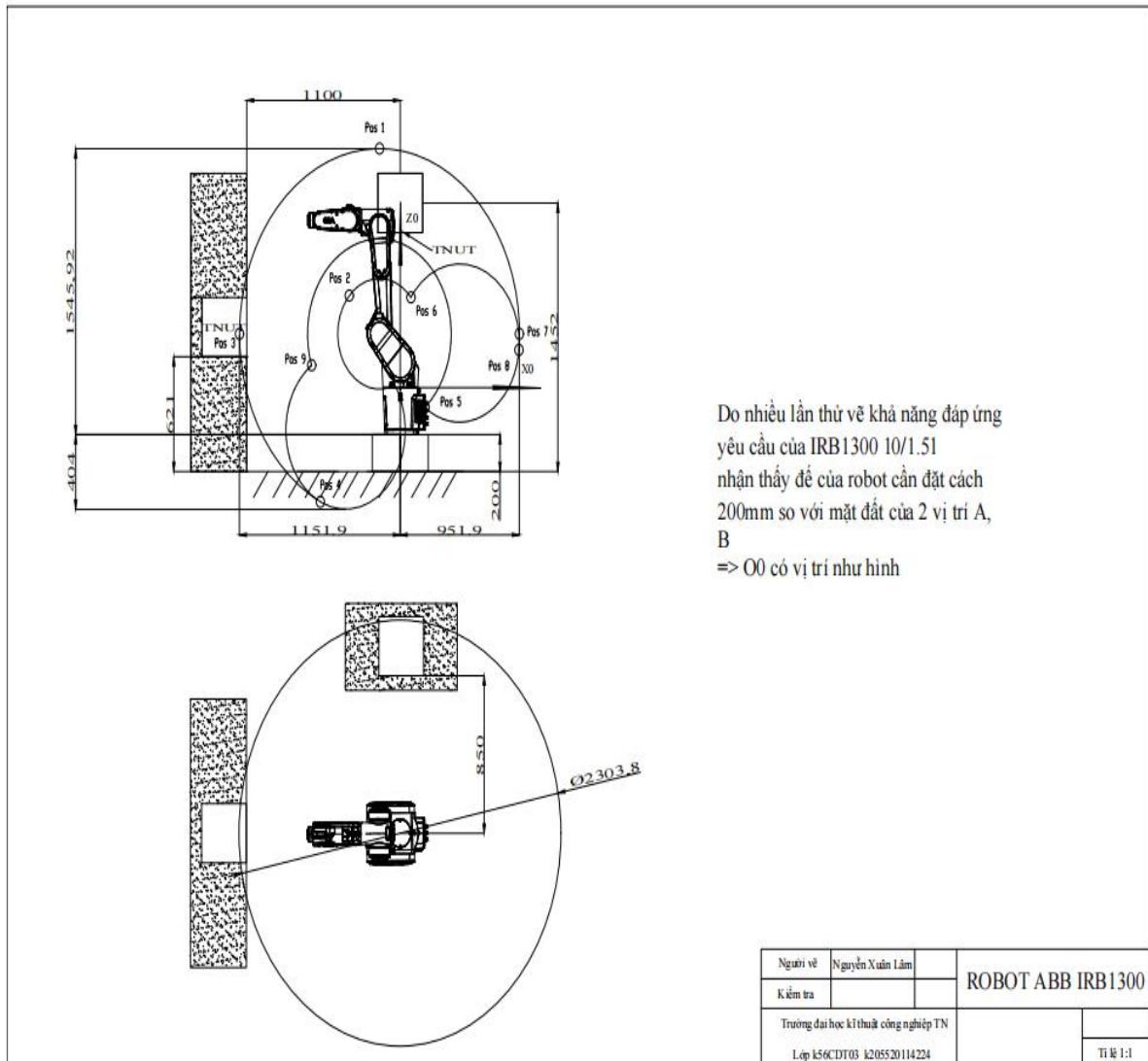
1.2.3. Lựa chọn robot đáp ứng được yêu cầu

➤ Lựa chọn robot IRB1300 10/1.15 của hãng ABB

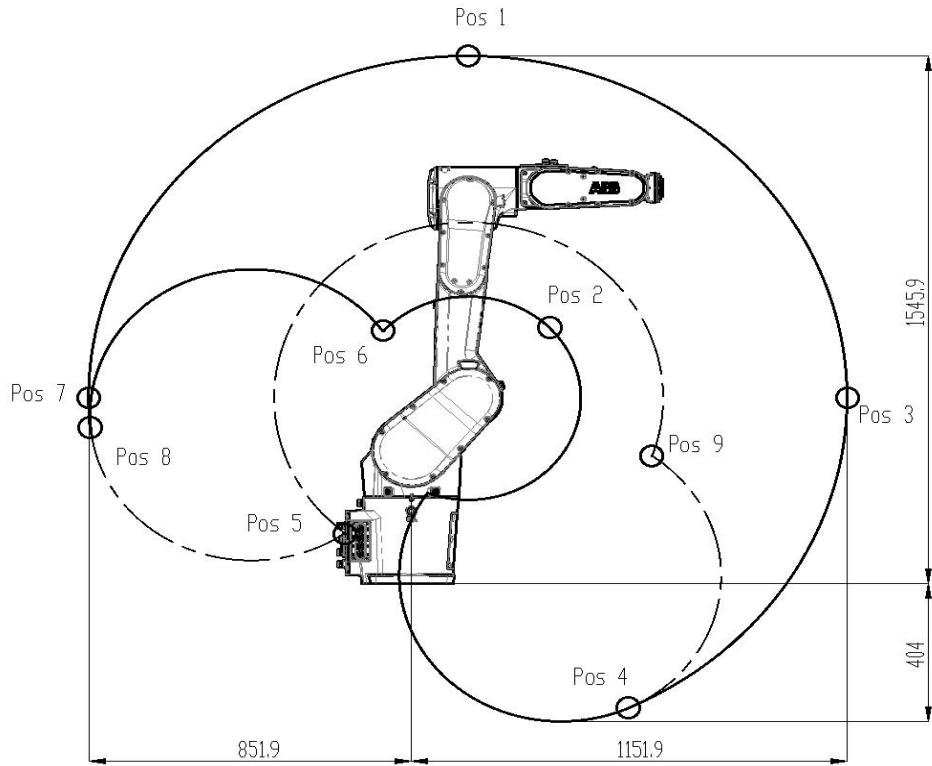


Hình 1.2: Robot IRB1300

1.2.4. Phác họa không gian làm việc



Hình 1.3 : Mô tả không gian làm việc



Hình 1.4 : Tâm với của robot ABB IRB1300

1.2.5 . Đánh giá khả năng đáp ứng yêu cầu của robot đã chọn

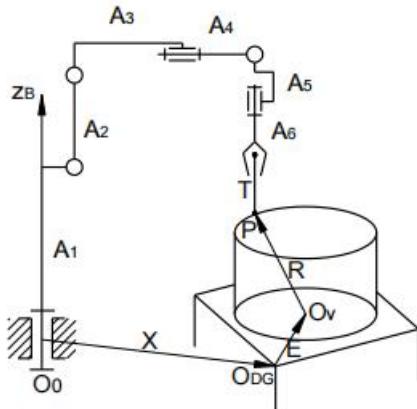
- *Tâm với:* Robot IRB1300 có tâm với 1151 mm (>1100 mm)
- *Khả năng thao tác:* Robot IRB1300 có thể thao tác trong không gian ba chiều, khả năng cơ động cao, chính xác và ổn định.

1.3 Kết luận.

Vậy với yêu cầu công nghệ: mang khối hàng từ vị trí A đến vị trí B và yêu cầu giữ nguyên sự tương quan của chữ “TNUT” cùng một phía, Robot IRB1300 có đủ khả năng thực hiện nhiệm vụ trên.

CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ ĐỘNG HỌC

2.1. Phương trình vòng vector



Hình 2.1: Sơ đồ hệ thống công nghệ

Trong sơ đồ nói trên gồm robot và các hệ tọa độ suy rộng gắn liền với các khâu động ,một dụng cụ mang trong bàn tay kẹp được mô tả bằng ma trận T , đầu mút dụng cụ đóng vai trò điểm điều khiển (điểm P).

A_i ma trận mô tả thế giữa các hệ tọa độ suy ngược của robot;

Vector X mô tả vị trí của đòn gá trong hệ quy chiếu cơ sở ;

Vector E mô tả vị trí gá đặt phôi gia công trong đòn gá;

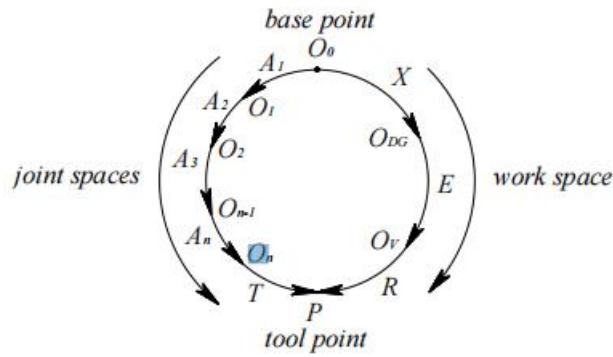
Vector R mô tả quỹ tích các điểm mút dụng cụ trên phôi gia công ;

O_{dg} là gốc tọa độ để các gắn với đòn gá;

O_v gốc hệ quy chiếu gắn với vật ,hình thành cùng quá trình thiết kế nó;

O_0 Gốc tọa độ quy chiếu cơ sở gắn với giá của robot .

Từ cách bố trí hình trên có thể sơ đồ hóa quan hệ của các hệ quy chiếu dưới dạng vòng tròn kín như hình 2.15.



Hình 2.2: Biểu diễn dạng vòng kín

Nếu lấy điểm O_0 gốc của hệ quy chiếu cơ sở làm chuẩn mô tả, đối tượng tả là điểm P mút dụng cụ. Vì mút dụng cụ trong quá trình làm việc cần trùng với quỹ đạo gia công trên phôi nên có thể viết được quan hệ này dưới dạng phương trình vòng véc tơ như sau:

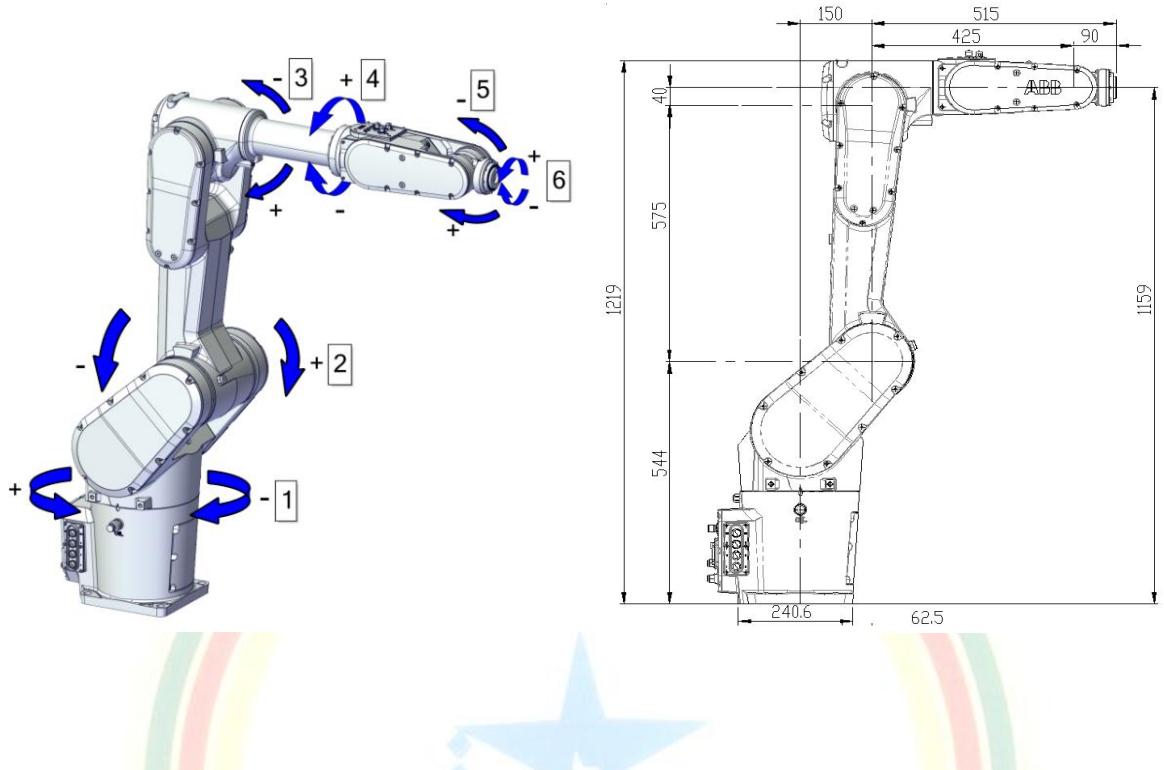
$$A_1 A_2 \dots A_n T = X E R$$

Theo phép biến đổi thuần nhất thế giữa các khâu của cơ cấu chấp hành là hàm của biến khớp, mô tả bằng ma trận tổng hợp của phép biến đổi :

$$A_n^0 = \prod_{i=1}^n A_i^{i-1}$$

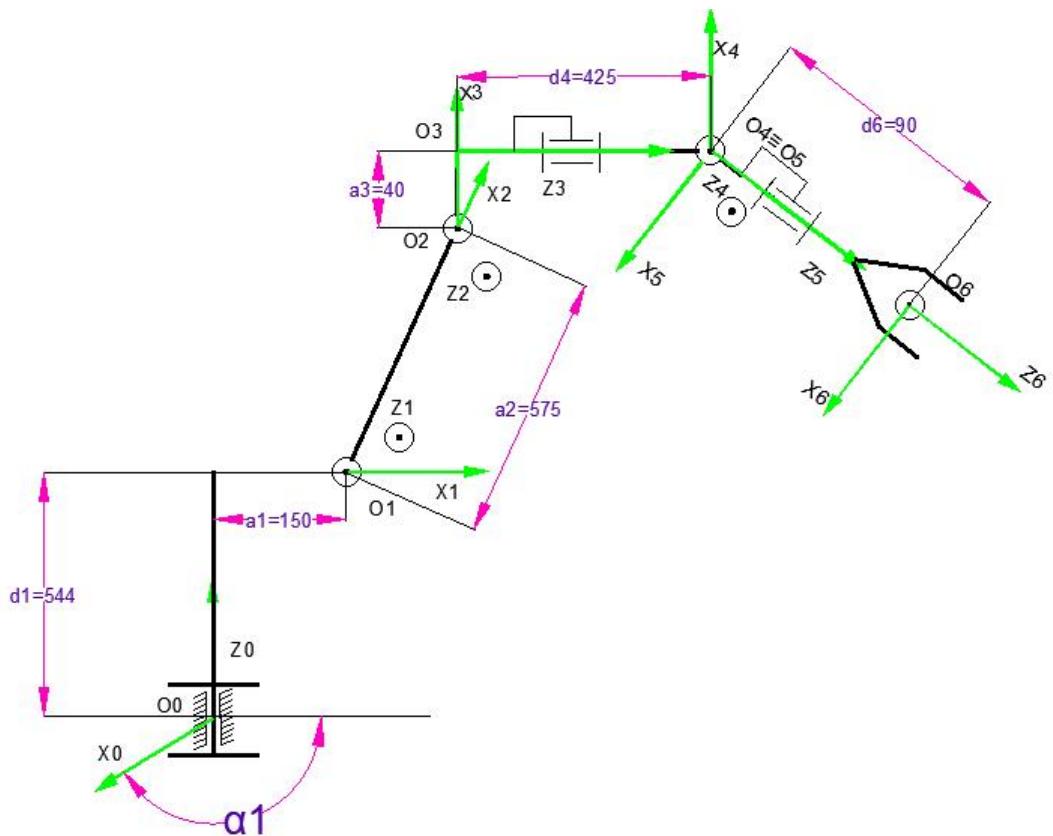
Trong đó : A_i^{i-1} với $i=1 \div n$, là ma trận chuyển đổi giữa hệ tọa độ thứ i đến hệ $i-1$, xác định theo quy tắc Denavit-Hartenberg; n là số biến khớp (bậc tự do) của robot.

2.2 Bài toán động học



Hình 2.3: Thông số IRB 1300-10/1.15

⇒ Từ thông số trên ta tiến hành lược đồ hóa robot



Hình 2.4: lược đồ hóa robot IRB1300

2.2.1 Tiến hành đặt hệ trục tọa độ , lập bảng D-H

- Đặt hệ trục tọa độ
- Lập bảng D-H

Bảng 2.5: Thông số bảng D-H

	$R(z, \alpha_i)$	$T(z, d_i)$	$T(x, a_i)$	$R(x, \beta_i)$
1	(α_1)	$d_1=544$	$a_1=150$	90°
2	(α_2)	0	$a_2= 575$	0°
3	(α_3)	0	$a_3=40$	90°
4	(α_4)	$d_4=425$	0	-90°
5	(α_5)	0	0	-90°
6	(α_6)	$d_6=90$	0	0°

2.2.1 Viết phương trình động học (giải bằng matlab)

❖ Từ ma trận tổng quát :

$$A_n^{n-1} = \begin{bmatrix} C\alpha & -S\alpha C\beta & S\alpha S\beta & a * C\alpha \\ S\alpha & C\alpha C\beta & -C\alpha S\beta & a * S\alpha \\ 0 & S\beta & C\beta & d \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

»Tiến hành xây dựng các ma trận :

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C\alpha_1 & 0 & S\alpha_1 & 150 * \cos\alpha_1 \\ S\alpha & 0 & -C\alpha_1 & 150 * \sin\alpha_1 \\ 0 & 1 & 0 & 544 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_2^1 = \begin{bmatrix} C\alpha_2 & -S\alpha_2 & 0 & 575 * C\alpha_2 \\ S\alpha & C\alpha & 0 & 575 * S\alpha_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3^2 = \begin{bmatrix} C\alpha_3 & 0 & S\alpha_3 & 40 * C\alpha_3 \\ S\alpha_3 & 0 & -C\alpha_3 & 40 * S\alpha_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_4^3 = \begin{bmatrix} C\alpha_4 & 0 & -S\alpha_4 & 0 \\ S\alpha_4 & 0 & C\alpha_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 425 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_5^4 = \begin{bmatrix} C\alpha_5 & 0 & -S\alpha_5 & 0 \\ S\alpha_5 & 0 & C_5 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1^0 = \begin{bmatrix} C\alpha 6 & -S\alpha 6 & 0 & 0 \\ S\alpha 6 & C\alpha 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 90 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

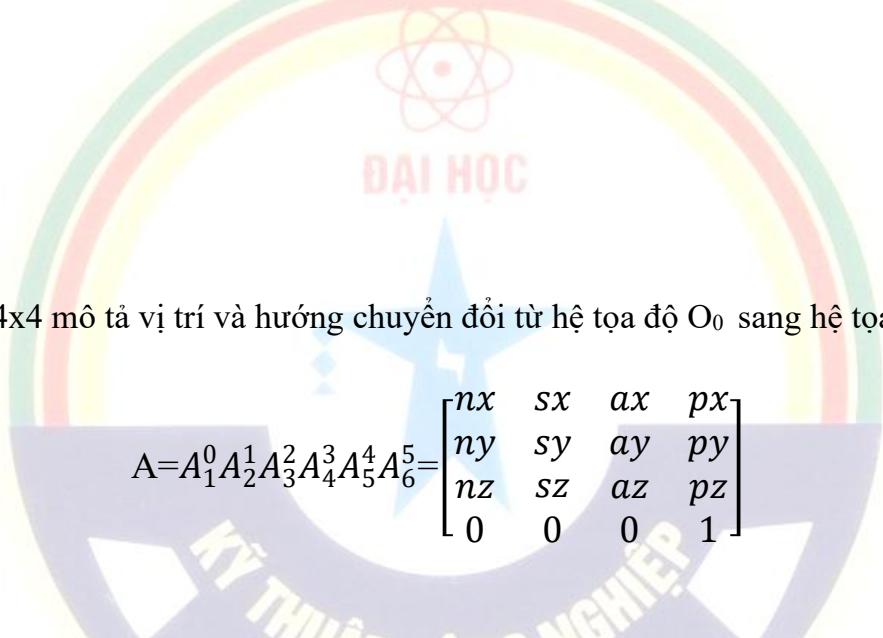
► Tiến hành dung matlab để nhân ma trận :

$$A_6^0 = A_1^0 A_2^1 A_3^2 A_4^3 A_5^4 A_6^5$$

A06 =

$$\begin{aligned} & [\cos(q_6)*(\cos(q_5)*(\sin(q_1)*\sin(q_4)) + \cos(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3))) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3) + \cos(q_1)*\cos(q_3)*\sin(q_2))), - \sin(q_6)*(\cos(q_4)*\sin(q_1) - \sin(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3))), - \cos(q_6)*(\cos(q_4)*\sin(q_1) - \cos(q_6)*(\cos(q_4)*\sin(q_1) - \sin(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3)))), - \sin(q_6)*(\cos(q_5)*(\sin(q_1)*\sin(q_4)) + \cos(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3) + \cos(q_1)*\cos(q_3)*\sin(q_2))), - \sin(q_5)*(\sin(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3))) - \cos(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3) + \cos(q_1)*\cos(q_3)*\sin(q_2)), 150*\cos(q_1) + 575*\cos(q_1)*\cos(q_2) - 90*\sin(q_5)*(\sin(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) - \cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3))) - 90*\cos(q_5)*(\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3) + \cos(q_1)*\cos(q_3)*\sin(q_2)) + 40*\cos(q_1)*\cos(q_2)*\cos(q_3) + 425*\cos(q_1)*\cos(q_2)*\sin(q_3) + 425*\cos(q_1)*\cos(q_3)*\sin(q_2) - 40*\cos(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3)]) \\ \\ & [\sin(q_6)*(\cos(q_1)*\cos(q_4) - \sin(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) - \cos(q_6)*(\cos(q_5)*(\cos(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) + \sin(q_5)*(\cos(q_2)*\sin(q_1)*\sin(q_3) + \cos(q_3)*\sin(q_1)*\sin(q_2))), \cos(q_6)*(\cos(q_1)*\cos(q_4) - \sin(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) + \sin(q_6)*(\cos(q_5)*(\cos(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) + \sin(q_5)*(\cos(q_2)*\sin(q_1)*\sin(q_3) + \cos(q_3)*\sin(q_1)*\sin(q_2))), \sin(q_5)*(\cos(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) - \cos(q_5)*(\cos(q_2)*\sin(q_1)*\sin(q_3) + \cos(q_3)*\sin(q_1)*\sin(q_2)), 150*\sin(q_1) + 575*\cos(q_2)*\sin(q_1) + 90*\sin(q_5)*(\cos(q_1)*\sin(q_4) + \cos(q_4)*(\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) - \cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1))) - 90*\cos(q_5)*(\cos(q_2)*\sin(q_1)*\sin(q_3) + \cos(q_3)*\sin(q_1)*\sin(q_2)) - 40*\sin(q_1)*\sin(q_2)*\sin(q_3) + 40*\cos(q_2)*\cos(q_3)*\sin(q_1) + 425*\cos(q_2)*\sin(q_1)*\sin(q_3) + 425*\cos(q_3)*\sin(q_1)*\sin(q_2)]) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & [\cos(q6)*(\sin(q5)*(\cos(q2)*\cos(q3)) - \sin(q2)*\sin(q3)) + \cos(q4)*\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2))), \\
 & \sin(q4)*\sin(q6)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2)), \\
 & \cos(q6)*\sin(q4)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2)) - \sin(q2)*\sin(q3)) + \cos(q4)*\cos(q5)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2))), \\
 & \cos(q5)*(\cos(q2)*\cos(q3) - \sin(q2)*\sin(q3)) + \cos(q4)*\sin(q5)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2)), \\
 & 575*\sin(q2) - 425*\cos(q2)*\cos(q3) + 40*\cos(q2)*\sin(q3) + 40*\cos(q3)*\sin(q2) + 425*\sin(q2)*\sin(q3) \\
 & 90*\cos(q5)*(\cos(q2)*\cos(q3) - \sin(q2)*\sin(q3)) - 90*\cos(q4)*\sin(q5)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2)) + 544] \\
 & [\\
 & 0, \\
 & 0, \\
 & 0, \\
 & 1]
 \end{aligned}$$



❖ Ma trận 4×4 mô tả vị trí và hướng chuyển đổi từ hệ tọa độ O_0 sang hệ tọa độ O_6

$$A = A_1^0 A_2^1 A_3^2 A_4^3 A_5^4 A_6^5 = \begin{bmatrix} nx & sx & ax & px \\ ny & sy & ay & py \\ nz & sz & az & pz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

❖ Đồng nhất hệ số với ma trận trên ta được hệ phương trình động học thuận của Robot sau :

$$\begin{aligned}
 \blacktriangleright n_x = & \cos(q6)*(\cos(q5)*(\sin(q1)*\sin(q4) + \cos(q4)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q3))) - \\
 & \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q1)*\cos(q3)*\sin(q2))) - \\
 & \sin(q6)*(\cos(q4)*\sin(q1) - \sin(q4)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3) - \\
 & \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q3)))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \blacktriangleright s_x = & \cos(q6)*(\cos(q4)*\sin(q1) - \sin(q4)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3) - \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q3))) - \\
 & \sin(q6)*(\cos(q5)*(\sin(q1)*\sin(q4) + \cos(q4)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\cos(q3) - \\
 & \cos(q1)*\sin(q2)*\sin(q3))) - \sin(q5)*(\cos(q1)*\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q1)*\cos(q3)*\sin(q2)))
 \end{aligned}$$

► $a_x = \sin(q5) * (\sin(q1) * \sin(q4)) + \cos(q4) * (\cos(q1) * \cos(q2) * \cos(q3) - \cos(q1) * \sin(q2) * \sin(q3)) - \cos(q5) * (\cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q1) * \cos(q3) * \sin(q2))$
 ► $n_y = \sin(q6) * (\cos(q1) * \cos(q4) - \sin(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3)) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1)) - \cos(q6) * (\cos(q5) * (\cos(q1) * \sin(q4) + \cos(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1))) + \sin(q5) * (\cos(q2) * \sin(q1) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q1) * \sin(q2)))$
 ► $s_y = \cos(q6) * (\cos(q1) * \cos(q4) - \sin(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1))) + \sin(q6) * (\cos(q5) * (\cos(q1) * \sin(q4) + \cos(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1))) + \sin(q5) * (\cos(q2) * \sin(q1) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q1) * \sin(q2)))$
 ► $a_y = \sin(q5) * (\cos(q1) * \sin(q4) + \cos(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1))) - \cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q1) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q1) * \sin(q2))$
 ► $n_z = \cos(q6) * (\sin(q5) * (\cos(q2) * \cos(q3) - \sin(q2) * \sin(q3)) + \cos(q4) * \cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q2))) + \sin(q4) * \sin(q6) * (\cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q2))$
 ► $s_z = \cos(q6) * \sin(q4) * (\cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q2)) - \sin(q6) * (\sin(q5) * (\cos(q2) * \cos(q3) - \sin(q2) * \sin(q3)) + \cos(q4) * \cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q2)))$
 ► $a_z = \cos(q5) * (\cos(q2) * \cos(q3) - \sin(q2) * \sin(q3)) - \cos(q4) * \sin(q5) * (\cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q2))$
 ► $p_x = 150 * \cos(q1) + 575 * \cos(q1) * \cos(q2) - 90 * \sin(q5) * (\sin(q1) * \sin(q4) + \cos(q4) * (\cos(q1) * \cos(q2) * \cos(q3) - \cos(q1) * \sin(q2) * \sin(q3))) - 90 * \cos(q5) * (\cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3) + \cos(q1) * \cos(q3) * \sin(q2)) + 40 * \cos(q1) * \cos(q2) * \cos(q3) + 425 * \cos(q1) * \cos(q2) * \sin(q3) + 425 * \cos(q1) * \cos(q3) * \sin(q2) - 40 * \cos(q1) * \sin(q2) * \sin(q3)$
 ► $p_y = 150 * \sin(q1) + 575 * \cos(q2) * \sin(q1) + 90 * \sin(q5) * (\cos(q1) * \sin(q4) + \cos(q4) * (\sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) - \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1))) - 90 * \cos(q5) * (\cos(q2) * \sin(q1) * \sin(q3) + \cos(q3) * \sin(q1) * \sin(q2)) - 40 * \sin(q1) * \sin(q2) * \sin(q3) + 40 * \cos(q2) * \cos(q3) * \sin(q1) + 425 * \cos(q2) * \sin(q1) * \sin(q3) + 425 * \cos(q3) * \sin(q1) * \sin(q2)$
 ► $p_z = 575 * \sin(q2) - 425 * \cos(q2) * \cos(q3) + 40 * \cos(q2) * \sin(q3) + 40 * \cos(q3) * \sin(q2) + 425 * \sin(q2) * \sin(q3) +$

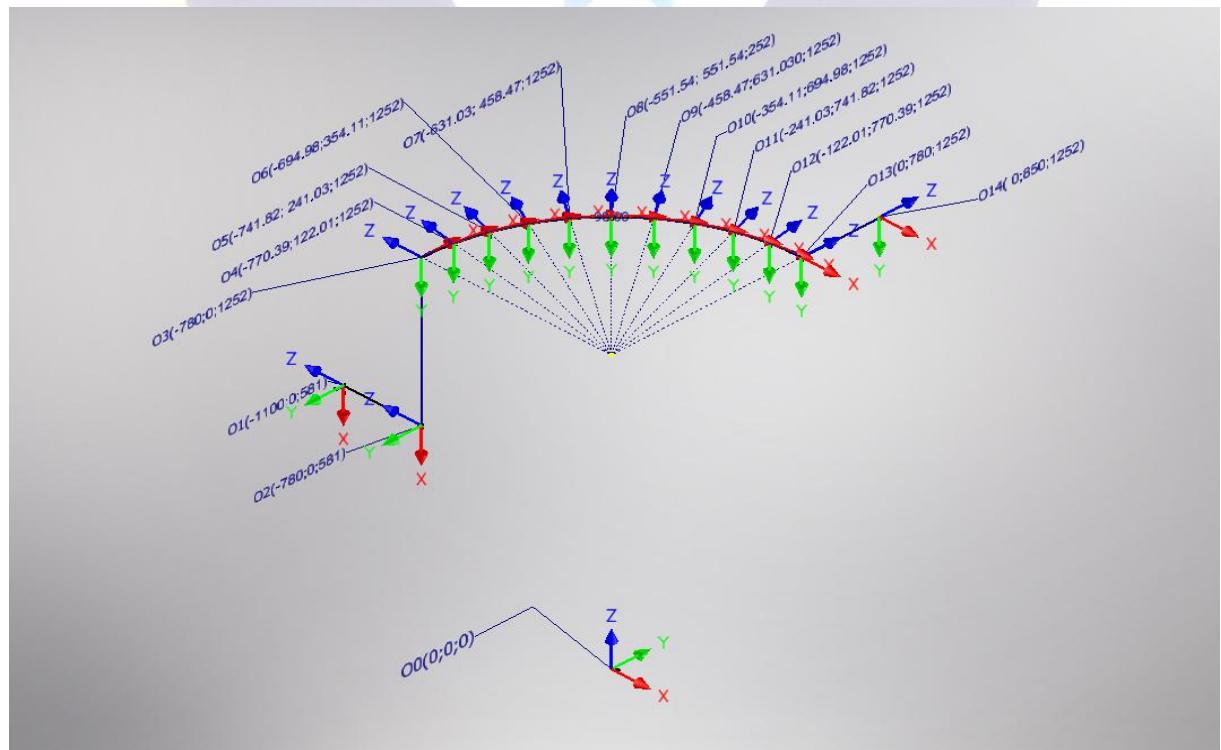
$$90*\cos(q5)*(\cos(q2)*\cos(q3)) - \sin(q2)*\sin(q3)) \\ 90*\cos(q4)*\sin(q5)*(\cos(q2)*\sin(q3) + \cos(q3)*\sin(q2)) + 544$$

2.2.2 Bài toán động học ngược

Bài toán thuận động học nhằm xác định định vị và định hướng của phần công tác khi cho trước các biến khớp. Bài toán ngược cho trước vị trí và định hướng của khâu tác động sau cùng đòi hỏi phải xác định bộ thông số tọa độ suy rộng để đảm bảo chuyển động cho trước của phần công tác. Đối với các tay máy dạng chuỗi động hở, ứng với một bộ thông số mô tả định vị và định hướng của phần công tác khi giải bài toán ngược có thể xảy ra các trường hợp:

- Có thể có nhiều lời giải khác nhau.
- Các phương trình đồng nhất thường có dạng phi tuyến.
- Có thể gặp nghiệm vô định vì có các liên kết thừa.
- Có thể có lời giải toán học, song lời giải này không chấp nhận được về mặt vật lí do kết cấu của cấu trúc không đáp ứng được.

Nhìn chung khi số bậc tự do càng lớn thì bài toán ngược càng khó giải, số nghiệm toán học lại càng nhiều, để chọn được nghiệm điều khiển đòi hỏi phải loại bỏ các nghiệm không phù hợp dựa trên cơ sở các ràng buộc về giới hạn hoạt động của các khớp. Việc lựa chọn phương pháp để giải bài toán ngược cũng là một vấn đề vì không có phương pháp tổng quát nào có thể áp dụng cho tất cả các robot.



Hình2.6 : Quỹ đạo làm việc của robot yêu cầu

Điểm	a14	a24	a34	a11	a13	a23
O1	-1100	0	581	0	-1	0
O2.1	-780	0	581	0	-1	0
O2.2	-780	0	581	0	-1	0
O3	-780	0	1252	0	-1	0
O4	-770.39	121.01	1252	0	-0.98769	0.156434
O5	-741.82	241.03	1252	0	-0.95106	0.309016
O6	-694.98	354.11	1252	0	-0.89101	0.45399
O7	-631.03	458.47	1252	0	-0.80902	0.587785
O8	-551.54	551.54	1252	0	-0.70711	0.707106
O9	-458.47	631.03	1252	0	-0.58779	0.809016
O10	-354.11	694.98	1252	0	-0.45399	0.891006
O11	-241.03	741.82	1252	0	-0.30902	0.951056
O12	-122.018	770.39	1252	0	-0.15643	0.987688
O13	0	780	1252	0	0	1
O14	0	850	1252	0	0	1

Hình 2.7: Thông số các điểm

2.2.2.1 Thiết lập bài toán, thông số đầu vào.

1 Thiết lập bài toán:

❖ Cho vị trí và hướng của bàn kẹp tức là biết ma trận AP . Cần phải xác định các biến khớp qj (i=1 ... 6) theo vị trí và hướng bàn kẹp.

➤ **Input:** Ma trận T là tích các ma trận thành phần đã tính ở bài toán thuận. Ma trận A là tọa độ thực đã biết.

➤ **Output:** Kết quả của biến khớp qj (i = 1,2,3,4,5,6).

2 Thông số đầu vào:

➤ **d1=544(mm)**

a1=150(mm)

➤

a2=575(mm)

➤

a3=40(mm)

- $d4=425(\text{mm})$
- $d6=90(\text{mm})$

2.2.2.2. Phương pháp giải bài toán giải bài toán động học ngược robot

❖ **Sử dụng pháp số GRG Nonlinear để giải bài toán:** Phương pháp này là tìm giá trị gần đúng nhất của biến khớp mà sai số của nó nằm trong phạm vi cho phép. Cân bằng các phần tử của hai ma trận tọa độ lý thuyết và tọa độ thực ta có hệ phương trình.

❖ **Bài toán cần giải động học ngược của cơ cấu là:** cho biết **vị trí tay kẹp** so với các khớp q₁ q₂ ... để xử lý bài toán ta cần sử dụng tới excel. Với các giá trị ta có như sau:

- Từ ma trận A₆ ta được hệ phương trình động học nghịch:

$$\begin{aligned} (Px - a_{14})^2 &= 0 \quad (= L1) \\ (Py - a_{24})^2 &= 0 \quad (= L2) \\ (Pz - a_{34})^2 &= 0 \quad (= L3) \\ (Sy - a_{22})^2 &= 0 \quad (= L4) \\ (Ay - a_{23})^2 &= 0 \quad (= L5) \\ (Az - a_{33})^2 &= 0 \quad (= L6) \end{aligned}$$

- Chúng ta đi tìm Min(L) = 0 với L = L₁+L₂+L₃+L₄+L₅+L₆
Với a₁₄, a₂₄, a₃₄, a₂₂, a₂₃, a₃₃ là các tọa độ thực đã biết.

2.2.2.3. Giải bài toán động học ngược trên excel.

❖ **Bước 1: Nhập các dữ liệu cần thiết cho việc tính toán.**

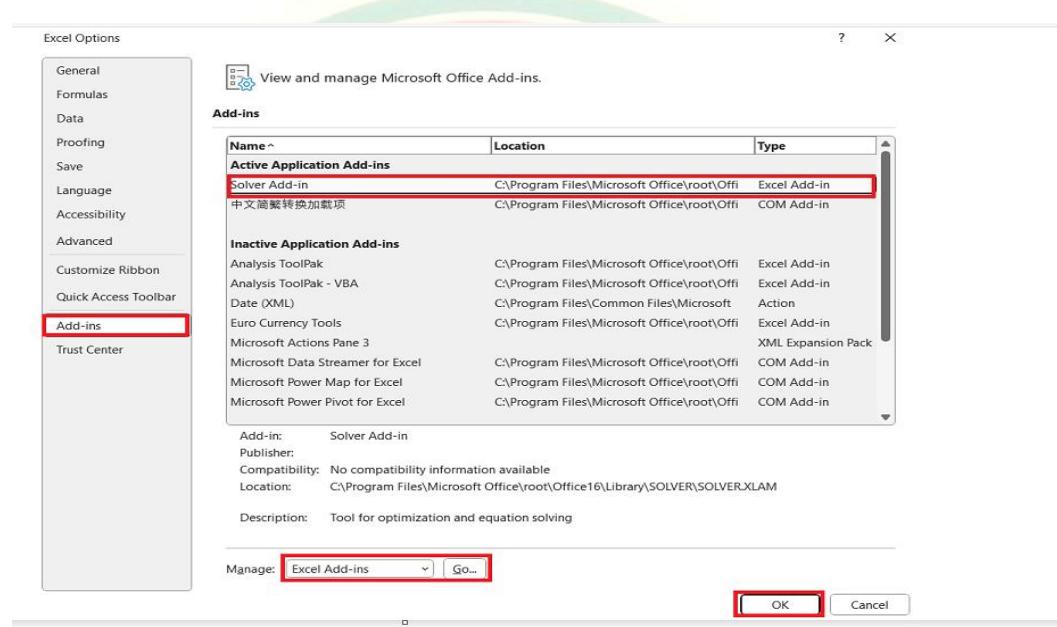
- Dữ liệu về độ dài các khâu: d₁=457(mm), a₂=440(mm), a₃=35(mm), d₄=420(mm), d₆=80(mm)
- Dữ liệu về Px,Py,Pz,Sy,Ay,Az. Vì robot có 6 bậc tự do nên ta chỉ cần lấy 6 phương trình.
- Khởi tạo các biến khớp q₁, q₂, q₃, q₄, q₅, q₆
- Khởi tạo các giá trị trong ma trận A: a₁₁, a₂₄, a₃₄, a₂₂, a₂₃, a₃₃.
- Các giá trị đã biết của biến khớp.

❖ **Bước 2: Tính các giá trị L và tổng của chúng.**

- $L_1 = (Px - a_{14})^2$
- $L_2 = (Py - a_{24})^2$
- $L_3 = (Pz - a_{34})^2$
- $L_4 = (Sy - a_{22})^2$
- $L_5 = (Ay - a_{23})^2$
- $L_6 = (Az - a_{33})^2$
- $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6$

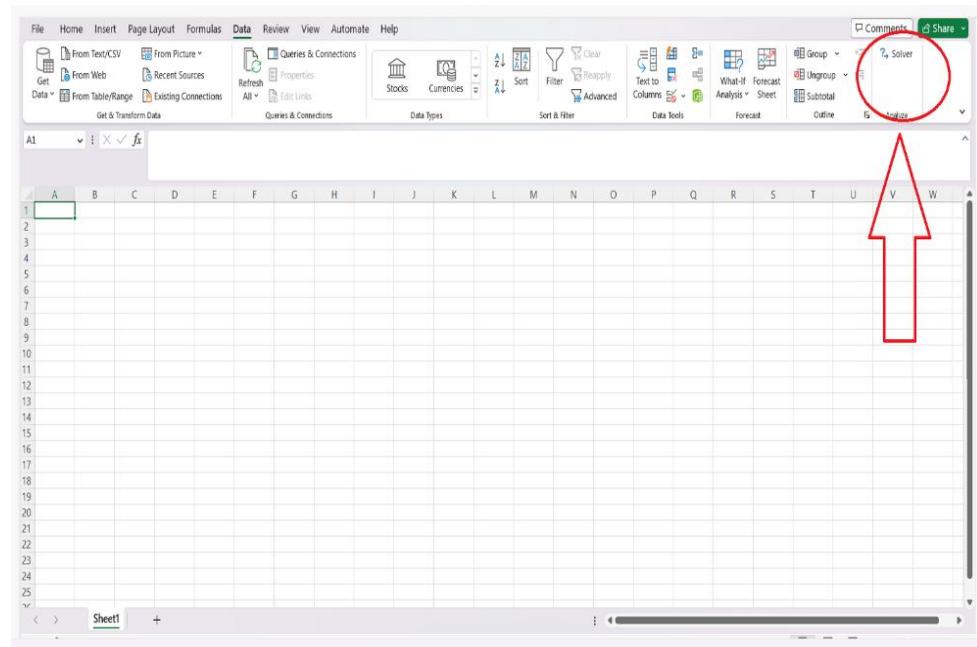
❖ **Bước 3: Dùng công cụ Solver tìm biến khớp q1,q2,q3,q4,q5,q6.**

- Chọn gói công cụ Solver bằng đường dẫn



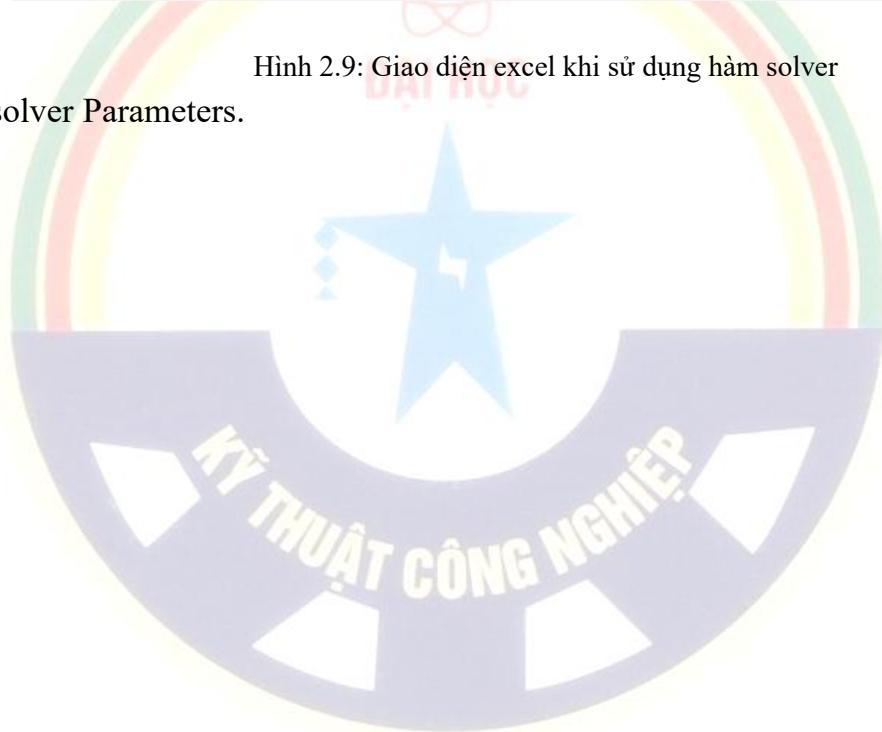
Hình 2.8 : Chọn gói công cụ Solver

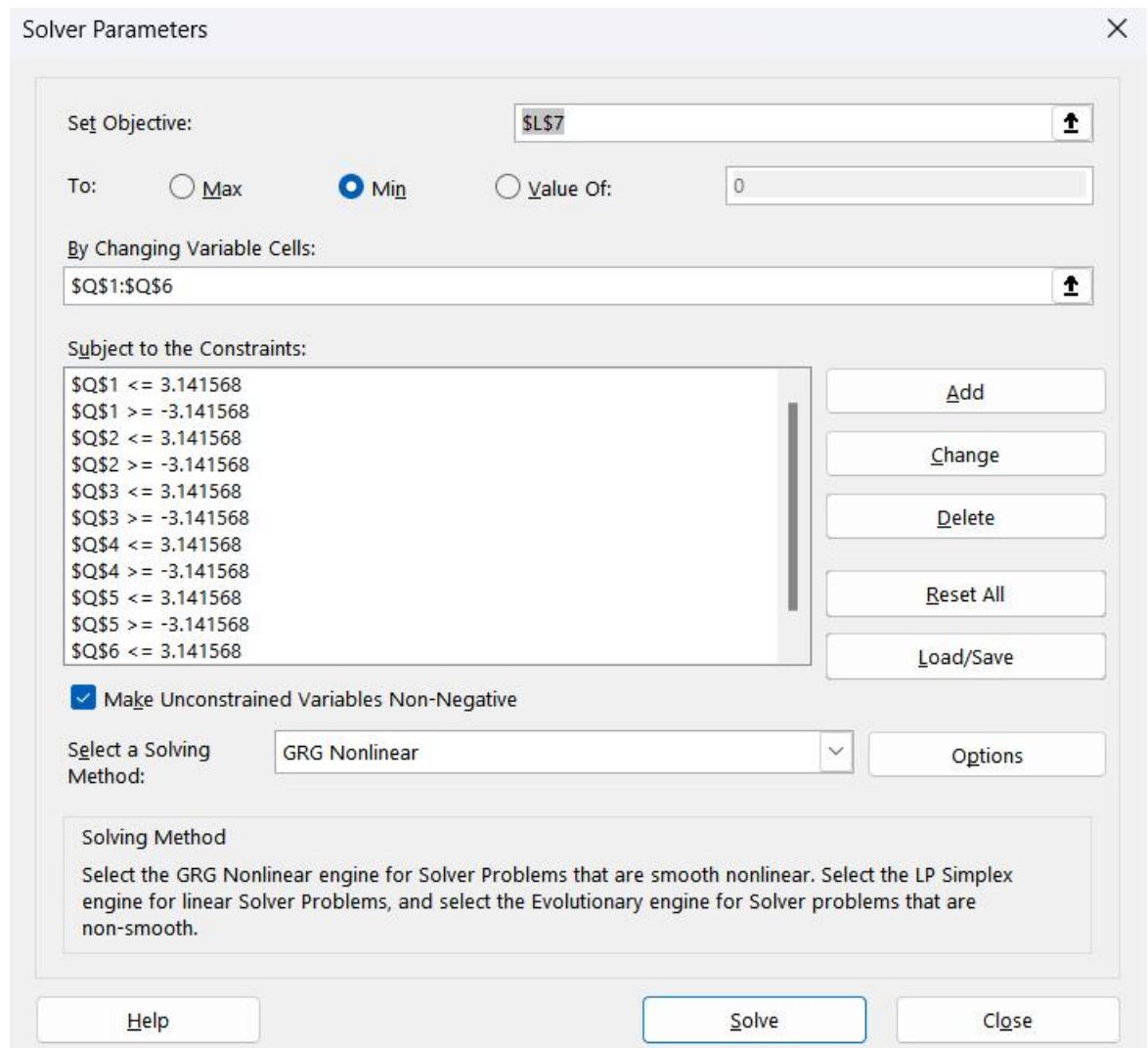
-Bật công cụ Solver trong Tab DATA lên và nhập dữ liệu.



Hình 2.9: Giao diện excel khi sử dụng hàm solver

-Thiết lập solver Parameters.

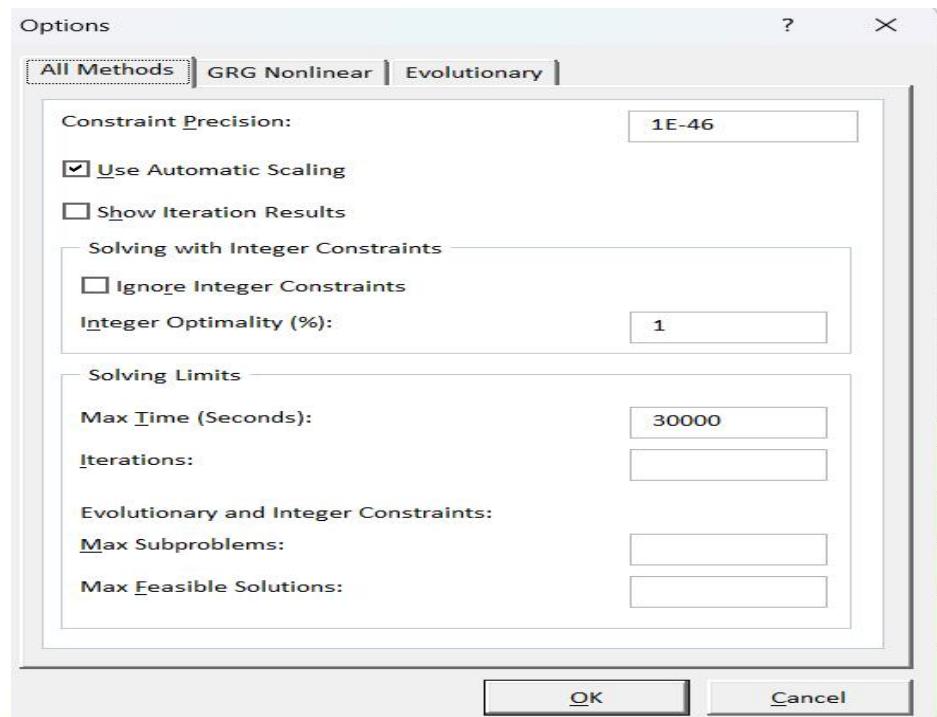




Hình 2.10 : Thiết lập solver Parameters

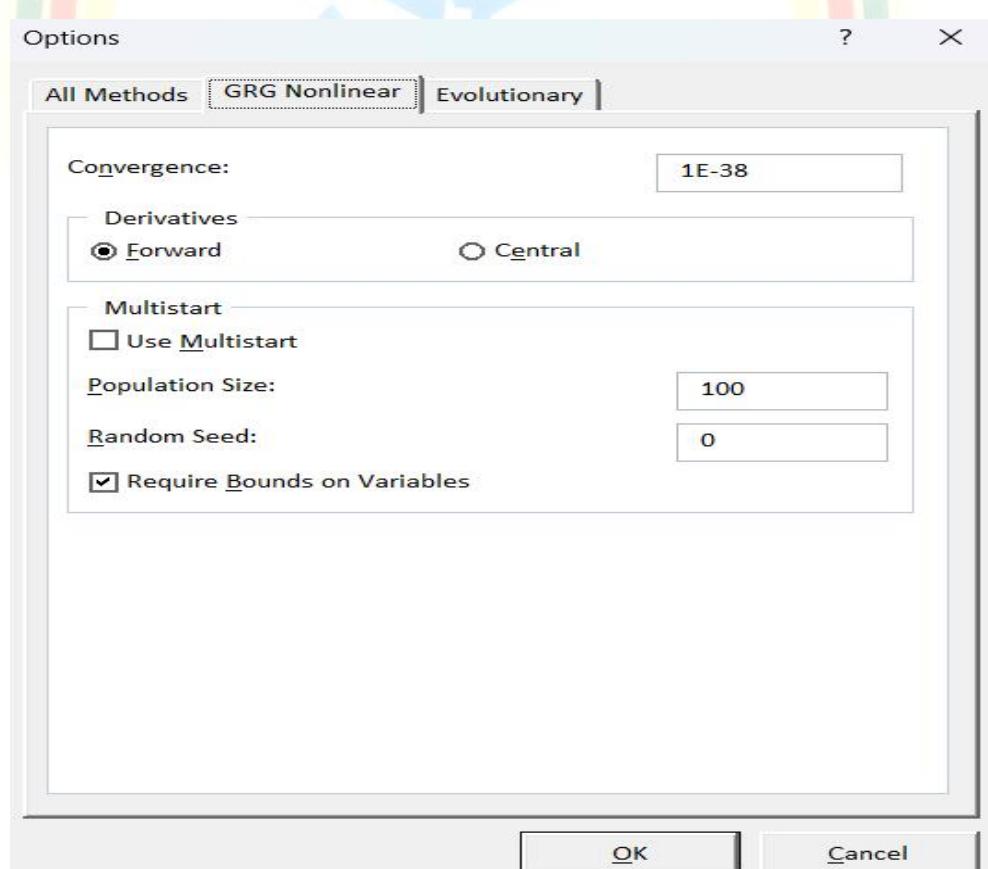
-Kích chuột options.

- Thiết lập Tab All Methods.
- Thiết lập Tab GRG Nonlinear.



Hình 2.11: Thiết lập Tab GRG Nonlinear

➤ Thiết lập Tab Evolutionary.



Hình 2.12: Thiết lập Tab Evolutionary

➤ Kết thúc ta nhấn OK.

150 a1	544 d1	-700 Px	2.39E-23 L1	1.5707933 q1	
575 a2		-3E-12 Py	8.948E-24 L2	0.83944 q2	
90 a3		1252 Pz	1.323E-23 L3	0.466701 q3	
	425 d4	-4.9E-12 Sy	2.434E-23 L4	0 q4	
		1 Av	0 L6	-2.5117107 q5	
		4.68E-12 Az	2.189E-23 L6	-1.57079 q6	
			5.715E-10 L		
a14	a24	a34	a11	a13	a23
-780	0	1252	0	1	0

Điểm	a14	a24	a34	a11	a13	a23	q1	q2	q3	q4	q5	q6	I
O1	-1100	0	581	0	-1	0	3.141568	0.53256	0.29163	0	-2.3949	0	7.65E-08
O2.1	-780	0	581	0	-1	0	3.141568	0.97337	-0.67317	0	-1.87129	0	1.86E-08
O2.2	-780	0	581	0	-1	0	3.141568	0.97337	-0.67317	0	-1.87129	-1.57079	4.15E-18
O3	-780	0	1252	0	-1	0	3.141568	1.537	-0.67317	0	-2.51171	-1.57079	1.04E-06
O4	-770.39	121.01	1252	0	-0.98769	0.156434	2.98451	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	-1.7E-07
O5	-741.82	241.03	1252	0	-0.95106	0.309016	2.82743	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	1.12E-13
O6	-694.98	354.11	1252	0	-0.89101	0.45399	2.67035	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	5.82E-12
O7	-631.03	458.47	1252	0	-0.80902	0.587785	2.513274	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	8.07E-12
O8	-551.54	551.54	1252	0	-0.70711	0.707106	2.35616	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	2.1E-13
O9	-458.47	631.03	1252	0	-0.58779	0.809016	2.199114	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	-4.6E-07
O10	-354.11	694.98	1252	0	-0.45399	0.891006	2.042035	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	2.67E-11
O11	-241.03	741.82	1252	0	-0.30902	0.951056	1.884955	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	1.09E-09
O12	-122.018	770.39	1252	0	-0.15643	0.987688	1.727887	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	5.71E-10
O13	0	780	1252	0	0	1	1.57079	1.537	-0.55619	0	-2.51171	-1.57079	5.21E-10
O14	0	850	1252	0	0	1	1.570793	0.83944	0.466701	0	-2.51171	-1.57079	5.71E-10

Hình 2.13 : Kết quả các biến khớp

Bảng 2.14 : Thông số đầu vào

Điểm	a14	a24	a34	a11	a13	a23
O1	-1100	0	581	0	-1	0
O2.1	-780	0	581	0	-1	0
O2.2	-780	0	581	0	-1	0
O3	-780	0	1252	0	-1	0
O4	-770.39	121.01	1252	0	-0.98769	0.156434
O5	-741.82	241.03	1252	0	-0.95106	0.309016
O6	-694.98	354.11	1252	0	-0.89101	0.45399
O7	-631.03	458.47	1252	0	-0.80902	0.587785
O8	-551.54	551.54	1252	0	-0.70711	0.707106
O9	-458.47	631.03	1252	0	-0.58779	0.809016
O10	-354.11	694.98	1252	0	-0.45399	0.891006
O11	-241.03	741.82	1252	0	-0.30902	0.951056
O12	-122.018	770.39	1252	0	-0.15643	0.987688
O13	0	780	1252	0	0	1
O14	0	850	1252	0	0	1

Bảng 2.15 : Thông số các biến khớp

Điểm	q1	q2	q3	q4	q5	q6	I
O1	3.141568	0.53255	0.29163	0	-2.3949	0	7.65E-08
O2.1	3.141568	0.97337	-0.6732	0	-1.87129	0	1.86E-08
O2.2	3.141568	0.97337	-0.6732	0	-1.87129	-1.57079	4.15E-18
O3	3.141568	1.537	-0.6732	0	-2.5117	-1.57079	1.04E-06
O4	2.98451	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	-1.7E-07
O5	2.82743	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	1.12E-13
O6	2.67035	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	5.82E-12
O7	2.513274	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	8.07E-12
O8	2.35619	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	2.1E-13
O9	2.199114	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	-4.6E-07
O10	2.042035	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	2.67E-11
O11	1.884955	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	1.09E-09
O12	1.727887	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	5.71E-10
O13	1.57079	1.537	-0.55619	0	-2.5117	-1.57079	5.21E-10
O14	1.570793	0.83944	0.466701	0	-2.5117	-1.57079	5.71E-10

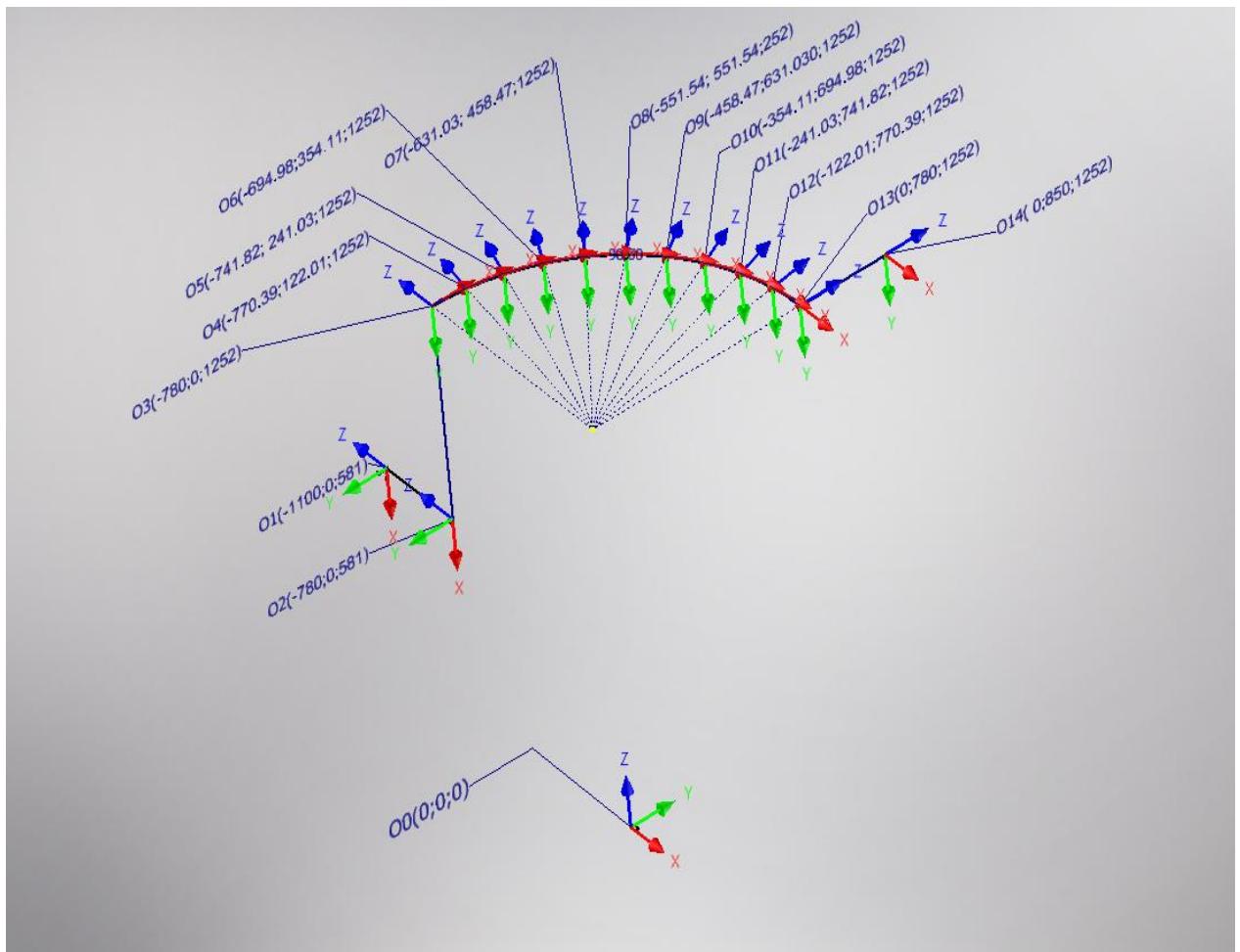
2.3. Kết luận

Sau khi hoàn thành bài toán động học cho robot IRB1300-10/1.15

Với 6 bậc tự do ,ta đã biết nội dung nghiên cứu động học của robot là việc tìm ra mối quan hệ chuyển động của các khâu gồm 2 bài toán là : Bài toán động học ngược và bài toán động học ngược . Nhờ các phần mềm thông dụng và hữu ích như : Matlab và phương pháp GRG thực hiện trên Excel , các phần mềm autocad , inventor... mà ta có thể giải được bài toán yêu cầu về vị trí của điểm tác động cuối và hướng của khâu cuối , vận tốc và gia tốc của khâu bất kì trong không gian , vị trí tay kẹp (giác hút) , phạm vi hoạt động của robot ABB IRB1300-10/1.15

CHƯƠNG 3 : NỘI SUY QUÝ ĐẠO

3.1. Việc tạo quỹ đạo tổng quát bằng các đa thức nội suy

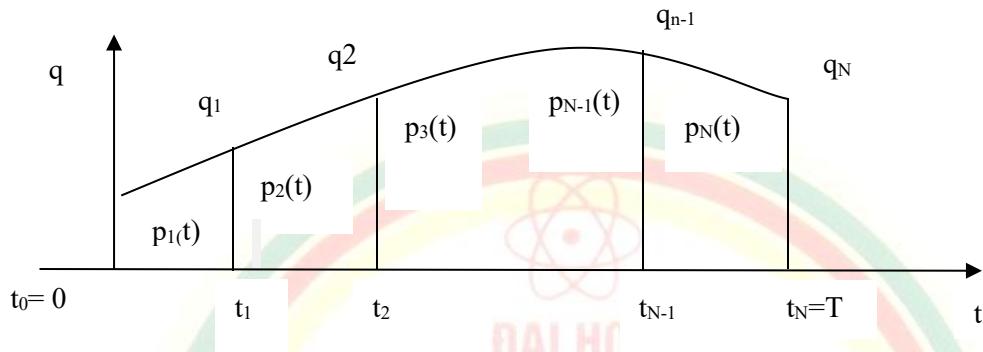


Hình 3.1: Không gian quỹ đạo làm việc

Khi các quỹ đạo $q(t)$ hay $x(t)$, các quỹ đạo $q(s)$ hay $x(s)$ có porphin vận tốc quỹ đạo $\dot{q}(t)$ được cho dưới dạng các điểm rời rạc, thì bài toán lập trình quỹ đạo có thể giải quyết dựa trên xấp xỉ các hàm tại điểm đã cho.

Ta có thể chia thời gian $[0, T]$ bởi dãy các điểm t_i tăng dần $t_{i+1} > t_i$ ($i = 0, 1, \dots, N-1$) thành các đoạn nhỏ $[t_i, t_{i+1}]$.

Hình mô tả trường hợp $q(t)$ là một hàm vô hướng. Kí hiệu $p_i(t)$ là đa thức xấp xỉ của $q(t)$



Hình 3.2 :Xấp xỉ đa thức $p_i(t)$

Tùy theo yêu cầu về tính liên tục của hàm $q(t)$ bên cạnh các giá trị $q(t_i) = q_i$ ta còn phải biết các đạo $\dot{q}(t_i) = \dot{q}_i$ hoặc cả $\ddot{q}(t_i) = \ddot{q}_i$ tại các điểm chia.

Chúng được cho trong bảng dưới đây :

	t_0	t_1	t_2	...	t_{N-1}	$t_N = T$
q	q_0	q_1	q_2		q_{N-1}	q_N
\dot{q}	\dot{q}_0	\dot{q}_1	\dot{q}_2	...	\dot{q}_{N-1}	\dot{q}_N
\ddot{q}	\ddot{q}_0	\ddot{q}_1	\ddot{q}_2	\ddot{q}_{N-1}	\ddot{q}_N

Chúng ta sử dụng đa thức tối thiểu làm đa thức xấp xỉ. Đa thức tối thiểu là đa thức mà bậc của nó được xác định từ khả năng tính toán duy nhất các hệ số của đa thức.

3.2. Cơ sở nội suy quỹ đạo trong không gian khorp

- ❖ Quỹ đạo không gian khorp có dạng hàm bậc 3:

$$u(t) = a_t t^3 + b_1 t^2 + c_1 t + d_1 (*)$$

- ❖ Phương trình tiếp tuyến với quỹ đạo $U(t)$ hay phương trình vận tốc tại thời điểm t là:

$$u'(t) = 3.a_t t^2 + 2.b_1 t + c_1$$

- ❖ Xét $u_i(t)$:

- Điều kiện về vận tốc công nghệ tại điểm đầu và cuối quỹ đạo.

$$\dot{u} = 0$$

- Điều kiện đi qua :

$$\begin{cases} u_i(t_{i-1}) = q_{i-1} \\ u_i(t_i) = q_i \end{cases}$$

- Điều kiện chuyển tiếp tron tại điểm chuyển tiếp

$$k_i = \frac{q^i - q^{i-1}}{t_i - t_{i-1}}; \quad k_{i+1} = \frac{q^{i+1} - q^i}{t_{i+1} - t_i}$$

➤ Nếu $\text{sig}(k_i) \neq \text{sig}(k_{i+1}) \Rightarrow v_i = 0$

➤ Nếu $\text{sig}(k_i) = \text{sig}(k_{i+1}) \Rightarrow v_i = \frac{k_i + k_{i+1}}{2}$

- Ta có hệ phương trình :

$$\begin{cases} u_i(t_{i-1}) = q^{i-1} \\ u_i(t_i) = q^i \\ \dot{u}_i(t_{i-1}) = v_{i-1} \\ \dot{u}_i(t_i) = v_i \end{cases}$$

➤ Giải hệ phương trình trên ta được phương trình $u_i(t)$

- ❖ Một số câu lệnh trong matlab :

- Plot (t, u) : đồ thị
- Hold on : giữ đồ thị trước đó vẽ tiếp vào
- Grid on : chia lưới đồ thị
- Plot (t,u,'LineWidth',1.5) : tăng độ nét dày hơn cho đường đồ thị.

3.3 Nội suy quỹ đạo trong không gian khớp

3.3.1 Tính k và kc cho biến khớp

❖ **Bước 1 :** Tính các hệ số góc (vận tốc trung bình trên các đoạn)

- Công thức :

$$k_i = \frac{q^{i+1} - q^i}{t_{i+1} - t_i}$$

Với :
$$\begin{cases} k_i : \text{hệ số góc } q_i \\ q_i : \text{góc quay } (\pi) \\ t_i : \text{thời gian } (s) \end{cases}$$

❖ **Bước 2 :** tìm hệ số chuyển tiếp tại các điểm chốt :

- Nếu $\text{sig}(k_i) \neq \text{sig}(k_{i+1}) \rightarrow K_{ci} = 0$
- Nếu $\text{sig}(k_i) = \text{sig}(k_{i+1}) \rightarrow K_{ci} = \frac{k_i + k_{i+1}}{2}$

❖ **Bước 3 :** Xác định hệ số cho đa thức nội suy dựa theo điều kiện đi qua

và điều kiện vận tốc của biến khớp q_i :
$$\begin{cases} U1(t1) = q_i(t1) \\ U2(t2) = q_i(t2) \\ U1'(t1) = kc01 \\ U2'(t2) = kc12 \end{cases}$$

Bảng 3.3 : k và kc của biến khớp q1

Điểm	q1	t	k	Kc	Điểm	q1	t	k	kc
O3	3.141568	0	0	0	O14	1.57079	16	0	0.078549
O2.1	3.141568	1	0	0	O13	1.57079	17	0.157097	0.157083
O1	3.141568	2	0	0	O12	1.727887	18	0.157068	0.157074
O2.1	3.141568	3	0	0	O11	1.884955	19	0.15708	0.15708
O2.2	3.141568	4	0	-0.07853	O10	2.042035	20	0.157079	0.157078
O3	3.141568	5	-0.15706	-0.15706	O9	2.199114	21	0.157076	0.15708
O4	2.98451	6	-0.15706	-0.15707	O8	2.35619	22	0.157084	0.15708
O5	2.82743	7	-0.15708	-0.15708	O7	2.513274	23	0.157076	0.157078
O6	2.67035	8	-0.15708	-0.15708	O6	2.67035	24	0.15708	0.15708
O7	2.513274	9	-0.15708	-0.15708	O5	2.82743	25	0.15708	0.157069
O8	2.35619	10	-0.15708	-0.15708	O4	2.98451	26	0.157058	
O9	2.199114	11	-0.15708	-0.15708	O3	3.141568	27		
O10	2.042035	12	-0.15708	-0.15707					
O11	1.884955	13	-0.15707	-0.15708					
O12	1.727887	14	-0.1571	-0.07855					
O13	1.57079	15	0	0					

Bảng 3.4 : k và kc của biến khớp q2

Điểm	q2	t	k	Kc	Điểm	q2	t	k	kc
O3	1.537	0	-0.56363	-0.50223	O14	0.83944	16	0.69756	0.34878
O2.1	0.97337	1	-0.44082	0	O13	1.537	17	0	0
O1	0.53255	2	0.44082	0.22041	O12	1.537	18	0	0
O2.1	0.97337	3	0	0.281815	O11	1.537	19	0	0
O2.2	0.97337	4	0.56363	0.281815	O10	1.537	20	0	0
O3	1.537	5	0	0	O9	1.537	21	0	0
O4	1.537	6	0	0	O8	1.537	22	0	0
O5	1.537	7	0	0	O7	1.537	23	0	0
O6	1.537	8	0	0	O6	1.537	24	0	0
O7	1.537	9	0	0	O5	1.537	25	0	0
O8	1.537	10	0	0	O4	1.537	26	0	
O9	1.537	11	0	0	O3	1.537	27		
O10	1.537	12	0	0					
O11	1.537	13	0	0					
O12	1.537	14	0	-0.34878					
O13	1.537	15	-0.69756	0					

Bảng 3.5 : k và kc của biến khớp q3

Điểm	q3	t	k	Kc	Điểm	q3	t	k	kc
O3	-0.5562	0	-0.11698	0.42391	O14	0.466701	16	-1.02289	-0.51145
O2.1	-0.6732	1	0.9648	0	O13	-0.55619	17	0	0
O1	0.29163	2	-0.9648	-0.4824	O12	-0.55619	18	0	0
O2.1	-0.6732	3	0	0.05849	O11	-0.55619	19	0	0
O2.2	-0.6732	4	0.11698	0.05849	O10	-0.55619	20	0	0
O3	-0.5562	5	0	0	O9	-0.55619	21	0	0
O4	-0.5562	6	0	0	O8	-0.55619	22	0	0
O5	-0.5562	7	0	0	O7	-0.55619	23	0	0
O6	-0.5562	8	0	0	O6	-0.55619	24	0	0
O7	-0.5562	9	0	0	O5	-0.55619	25	0	0
O8	-0.5562	10	0	0	O4	-0.55619	26	0	
O9	-0.5562	11	0	0	O3	-0.55619	27		
O10	-0.5562	12	0	0					
O11	-0.5562	13	0	0					
O12	-0.5562	14	0	0.511446					
O13	-0.5562	15	1.022891	0					

Bảng 3.6: k và kc biến khớp q4

Điểm	q4	t	k	Kc	Điểm	q4	t	k	kc
O3	0	0	0	0	O14	0	16	0	0
O2.1	0	1	0	0	O13	0	17	0	0
O1	0	2	0	0	O12	0	18	0	0
O2.1	0	3	0	0	O11	0	19	0	0
O2.2	0	4	0	0	O10	0	20	0	0
O3	0	5	0	0	O9	0	21	0	0
O4	0	6	0	0	O8	0	22	0	0
O5	0	7	0	0	O7	0	23	0	0
O6	0	8	0	0	O6	0	24	0	0
O7	0	9	0	0	O5	0	25	0	0
O8	0	10	0	0	O4	0	26	0	0
O9	0	11	0	0	O3	0	27	0	0
O10	0	12	0	0					
O11	0	13	0	0					
O12	0	14	0	0					
O13	0	15	0	0					

Bảng 3.7 : k và kc biến khớp q5

Điểm	q5	t	k	Kc	Điểm	q5	t	k	kc
O3	-2.5117	0	0.640421	0.058405	O14	-2.8569	16	0.345189	0.172595
O2.1	-1.87129	1	-0.52361	0	O13	-2.51171	17	0	0
O1	-2.3949	2	0.52361	0.261805	O12	-2.51171	18	0	0
O2.1	-1.87129	3	0	-0.32021	O11	-2.51171	19	0	0
O2.2	-1.87129	4	-0.64042	-0.32021	O10	-2.51171	20	0	0
O3	-2.5117	5	0	0	O9	-2.51171	21	0	0
O4	-2.5117	6	0	0	O8	-2.51171	22	0	0
O5	-2.5117	7	0	0	O7	-2.51171	23	0	0
O6	-2.5117	8	0	0	O6	-2.51171	24	0	0
O7	-2.5117	9	0	0	O5	-2.51171	25	0	0
O8	-2.5117	10	0	0	O4	-2.51171	26	0	
O9	-2.5117	11	0	0	O3	-2.51171	27		
O10	-2.5117	12	0	0					
O11	-2.5117	13	0	0					
O12	-2.5117	14	0	-0.17259					
O13	-2.5117	15	-0.34519	0					

Bảng 3.8 : k và kc biến khớp q6

Điểm	q6	t	K	Kc	Điểm	q6	t	k	kc
O3	0	0	0	0	O14	-1.57079	16	0	0
O2.1	0	1	0	0	O13	-1.57079	17	0	0
O1	0	2	0	-0.7854	O12	-1.57079	18	0	0
O2.1	0	3	-1.57079	-0.7854	O11	-1.57079	19	0	0
O2.2	-1.57079	4	0	0	O10	-1.57079	20	0	0
O3	-1.57079	5	0	0	O9	-1.57079	21	0	0
O4	-1.57079	6	0	0	O8	-1.57079	22	0	0
O5	-1.57079	7	0	0	O7	-1.57079	23	0	0
O6	-1.57079	8	0	0	O6	-1.57079	24	0	0
O7	-1.57079	9	0	0	O5	-1.57079	25	0	0
O8	-1.57079	10	0	0	O4	-1.57079	26	0	
O9	-1.57079	11	0	0	O3	-1.57079	27		
O10	-1.57079	12	0	0					
O11	-1.57079	13	0	0					
O12	-1.57079	14	0	0					
O13	-1.57079	15	0	0					

3.3.2. Dùng plot trong matlab để vẽ đồ thị

❖ Các thiết lập trong matlab được thực hiện như sau :

- Khai báo thời gian.
- Khai báo ma trận A (chứa các biến t).
- Khai báo ma trận B (Các giá trị q và hệ số góc chuyển tiếp).
- Tính nghiệm là các hệ số của đa thức nội suy.
- Lập các hàm nội.
- Dùng lệnh plot để vẽ đồ thị.
- Thực hiện lệnh Run vẽ đồ thị

❖ Dưới đây là code matlab để vẽ đồ thị quỹ đạo chuyển động robot:

```
t1=0; t2=1; t3=2; t4=3; t5=4; t6=5; t7=6; t8=7; t9=8; t10=9; t11=10;
t12=11; t13=12; t14=13; t15=14; t16=15; t17=16; t18=17; t19=18;
t20=19;
t21=20; t22=21; t23=22; t24=23; t25=24; t26=25; t27=26; t28=27;
A1=[t1.^3 t1.^2 t1 1 ; t2.^3 t2.^2 t2 1 ; 3.*t1.^2 2.*t1 1 0;
3.*t2.^2 2.*t2 1 0];
A2=[t2.^3 t2.^2 t2 1 ; t3.^3 t3.^2 t3 1 ; 3.*t2.^2 2.*t2 1 0;
3.*t3.^2 2.*t3 1 0];
A3=[t3.^3 t3.^2 t3 1 ; t4.^3 t4.^2 t4 1 ; 3.*t3.^2 2.*t3 1 0;
3.*t4.^2 2.*t4 1 0];
A4=[t4.^3 t4.^2 t4 1 ; t5.^3 t5.^2 t5 1 ; 3.*t4.^2 2.*t4 1 0;
3.*t5.^2 2.*t5 1 0];
A5=[t5.^3 t5.^2 t5 1 ; t6.^3 t6.^2 t6 1 ; 3.*t5.^2 2.*t5 1 0;
3.*t6.^2 2.*t6 1 0];
A6=[t6.^3 t6.^2 t6 1 ; t7.^3 t7.^2 t7 1 ; 3.*t6.^2 2.*t6 1 0;
3.*t7.^2 2.*t7 1 0];
A7=[t7.^3 t7.^2 t7 1 ; t8.^3 t8.^2 t8 1 ; 3.*t7.^2 2.*t7 1 0;
3.*t8.^2 2.*t8 1 0];
A8=[t8.^3 t8.^2 t8 1 ; t9.^3 t9.^2 t9 1 ; 3.*t8.^2 2.*t8 1
0 ; 3.*t9.^2 2.*t9 1 0];
A9=[t9.^3 t9.^2 t9 1 ; t10.^3 t10.^2 t10 1 ; 3.*t9.^2 2.*t9 1 0;
3.*t10.^2 2.*t10 1 0];
A10=[t10.^3 t10.^2 t10 1 ; t11.^3 t11.^2 t11 1 ; 3.*t10.^2 2.*t10 1
0 ; 3.*t11.^2 2.*t11 1 0];
A11=[t11.^3 t11.^2 t11 1 ; t12.^3 t12.^2 t12 1 ; 3.*t11.^2 2.*t11 1
0 ; 3.*t12.^2 2.*t12 1 0];
A12=[t12.^3 t12.^2 t12 1 ; t13.^3 t13.^2 t13 1 ; 3.*t12.^2 2.*t12 1
0 ; 3.*t13.^2 2.*t13 1 0];
A13=[t13.^3 t13.^2 t13 1 ; t14.^3 t14.^2 t14 1 ; 3.*t13.^2 2.*t13 1
0 ; 3.*t14.^2 2.*t14 1 0];
A14=[t14.^3 t14.^2 t14 1 ; t15.^3 t15.^2 t15 1 ; 3.*t14.^2 2.*t14 1
0 ; 3.*t15.^2 2.*t15 1 0];
A15=[t15.^3 t15.^2 t15 1 ; t16.^3 t16.^2 t16 1 ; 3.*t15.^2 2.*t15 1
0 ; 3.*t16.^2 2.*t16 1 0];
A16=[t16.^3 t16.^2 t16 1 ; t17.^3 t17.^2 t17 1 ; 3.*t16.^2 2.*t16 1
0 ; 3.*t17.^2 2.*t17 1 0];
A17=[t17.^3 t17.^2 t17 1 ; t18.^3 t18.^2 t18 1 ; 3.*t17.^2 2.*t17 1
0 ; 3.*t18.^2 2.*t18 1 0];
A18=[t18.^3 t18.^2 t18 1 ; t19.^3 t19.^2 t19 1 ; 3.*t18.^2 2.*t18 1
0 ; 3.*t19.^2 2.*t19 1 0];
```

```

A19=[t19.^3 t19.^2 t19 1 ; t20.^3 t20.^2 t20 1 ; 3.*t19.^2 2.*t19 1
0 ; 3.*t20.^2 2.*t20 1 0];
A20=[t20.^3 t20.^2 t20 1 ; t21.^3 t21.^2 t21 1 ; 3.*t20.^2 2.*t20 1
0 ; 3.*t21.^2 2.*t21 1 0];
A21=[t21.^3 t21.^2 t21 1 ; t22.^3 t22.^2 t22 1 ; 3.*t21.^2 2.*t21 1
0 ; 3.*t22.^2 2.*t22 1 0];
A22=[t22.^3 t22.^2 t22 1 ; t23.^3 t23.^2 t23 1 ; 3.*t22.^2 2.*t22 1
0 ; 3.*t23.^2 2.*t23 1 0];
A23=[t23.^3 t23.^2 t23 1 ; t24.^3 t24.^2 t24 1 ; 3.*t23.^2 2.*t23 1
0 ; 3.*t24.^2 2.*t24 1 0];
A24=[t24.^3 t24.^2 t24 1 ; t25.^3 t25.^2 t25 1 ; 3.*t24.^2 2.*t24 1
0 ; 3.*t25.^2 2.*t25 1 0];
A25=[t25.^3 t25.^2 t25 1 ; t26.^3 t26.^2 t26 1 ; 3.*t25.^2 2.*t25 1
0 ; 3.*t26.^2 2.*t26 1 0];
A26=[t26.^3 t26.^2 t26 1 ; t27.^3 t27.^2 t27 1 ; 3.*t26.^2 2.*t26 1
0 ; 3.*t27.^2 2.*t27 1 0];
A27=[t27.^3 t27.^2 t27 1 ; t28.^3 t28.^2 t28 1 ; 3.*t27.^2 2.*t27 1
0 ; 3.*t28.^2 2.*t28 1 0];
%q5
B1= [-2.51171;-1.87129;0.058405;0];
B2= [-1.87129;-2.3949;0;0.261805];
B3= [-2.3949;-1.87129;0.261805;-0.32021];
B4= [-1.87129;-1.87129;-0.32021;-0.32021];
B5= [-1.87129;-2.51171;-0.32021;0];
B6= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B7= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B8= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B9= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B10= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B11= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B12= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B13= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B14= [-2.51171;-2.51171;0;-0.17259];
B15= [-2.51171;-2.51171;-0.17259;0];
B16= [-2.51171;-2.8569;0;0];
B17= [-2.8569;-2.51171;-0.17259;0];
B18= [-2.51171;-2.51171;-0.07853;0];
B19= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B20= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B21= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B22= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B23= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B24= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B25= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B26= [-2.51171;-2.51171;0;0];
B27= [-2.51171;-2.51171;0;0];

X1= inv(A1)*B1;
X2= inv(A2)*B2;
X3= inv(A3)*B3;
X4= inv(A4)*B4;
X5= inv(A5)*B5;
X6= inv(A6)*B6;
X7= inv(A7)*B7;
X8=inv(A8)*B8;
X9=inv(A9)*B9;

```



```

X10=inv(A10)*B10;
X11=inv(A11)*B11;
X12=inv(A12)*B12;
X13=inv(A13)*B13;
X14=inv(A14)*B14;
X15=inv(A15)*B15;
X16=inv(A16)*B16;
X17=inv(A17)*B17;
X18=inv(A18)*B18;
X19=inv(A19)*B19;
X20=inv(A20)*B20;
X21=inv(A21)*B21;
X22=inv(A22)*B22;
X23=inv(A23)*B23;
X24=inv(A24)*B24;
X25=inv(A25)*B25;
X26=inv(A26)*B26;
X27=inv(A27)*B27;

T1=0:0.01:1;
T2=1:0.01:2;
T3=2:0.01:3;
T4=3:0.01:4;
T5=4:0.01:5;
T6=5:0.01:6;
T7=6:0.01:7;
T8=7:0.01:8;
T9=8:0.01:9;
T10=9:0.01:10;
T11=10:0.01:11;
T12=11:0.01:12;
T13=12:0.01:13;
T14=13:0.01:14;
T15=14:0.01:15;
T16=15:0.01:16;
T17=16:0.01:17;
T18=17:0.01:18;
T19=18:0.01:19;
T20=19:0.01:20;
T21=20:0.01:21;
T22=21:0.01:22;
T23=22:0.01:23;
T24=23:0.01:24;
T25=24:0.01:25;
T26=25:0.01:26;
T27=26:0.01:27;

u1=X1(1).*T1.^3 +X1(2).*T1.^2+ X1(3).*T1 +X1(4);
u2=X2(1).*T2.^3 +X2(2).*T2.^2+ X2(3).*T2 +X2(4);
u3=X3(1).*T3.^3 +X3(2).*T3.^2+ X3(3).*T3 +X3(4);
u4=X4(1).*T4.^3 +X4(2).*T4.^2+ X4(3).*T4 +X4(4);
u5=X5(1).*T5.^3 +X5(2).*T5.^2+ X5(3).*T5 +X5(4);
u6=X6(1).*T6.^3 +X6(2).*T6.^2+ X6(3).*T6 +X6(4);
u7=X7(1).*T7.^3 +X7(2).*T7.^2+ X7(3).*T7 +X7(4);
u8=X8(1).*T8.^3+X8(2).*T8.^2+X8(3).*T8+X8(4);
u9=X9(1).*T9.^3+X9(2).*T9.^2+X9(3).*T9+X9(4);

```

```

u10=X10(1).*T10.^3+X10(2).*T10.^2+X10(3).*T10+X10(4);
u11=X11(1).*T11.^3+X11(2).*T11.^2+X11(3).*T11+X11(4);
u12=X12(1).*T12.^3+X12(2).*T12.^2+X12(3).*T12+X12(4);
u13=X13(1).*T13.^3+X13(2).*T13.^2+X13(3).*T13+X13(4);
u14=X14(1).*T14.^3+X14(2).*T14.^2+X14(3).*T14+X14(4);
u15=X15(1).*T15.^3+X15(2).*T15.^2+X15(3).*T15+X15(4);
u16=X16(1).*T16.^3+X16(2).*T16.^2+X16(3).*T16+X16(4);
u17=X17(1).*T17.^3+X17(2).*T17.^2+X17(3).*T17+X17(4);
u18=X18(1).*T18.^3+X18(2).*T18.^2+X18(3).*T18+X18(4);
u19=X19(1).*T19.^3+X19(2).*T19.^2+X19(3).*T19+X19(4);
u20=X20(1).*T20.^3+X20(2).*T20.^2+X20(3).*T20+X20(4);
u21=X21(1).*T21.^3+X21(2).*T21.^2+X21(3).*T21+X21(4);
u22=X22(1).*T22.^3+X22(2).*T22.^2+X22(3).*T22+X22(4);
u23=X23(1).*T23.^3+X23(2).*T23.^2+X23(3).*T23+X23(4);
u24=X24(1).*T24.^3+X24(2).*T24.^2+X24(3).*T24+X24(4);
u25=X25(1).*T25.^3+X25(2).*T25.^2+X25(3).*T25+X25(4);
u26=X26(1).*T26.^3+X26(2).*T26.^2+X26(3).*T26+X26(4);
u27=X27(1).*T27.^3+X27(2).*T27.^2+X27(3).*T27+X27(4);

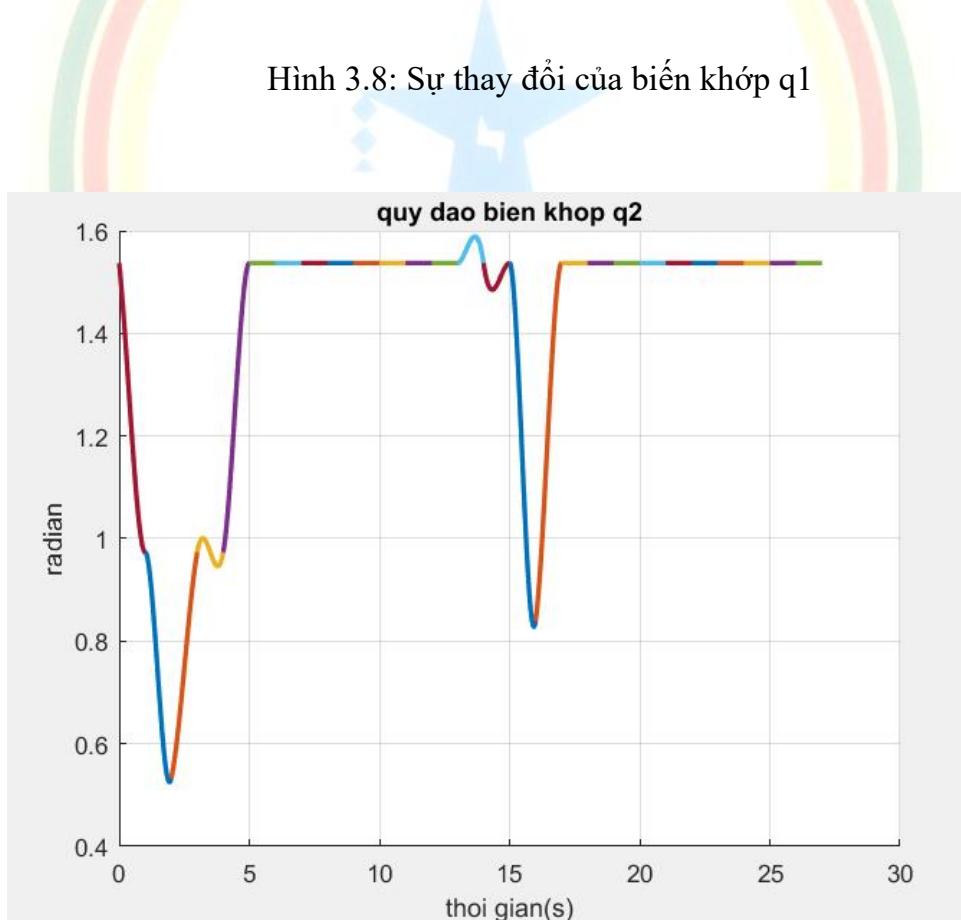
title('quy dao bien khop q5')
xlabel('thoi gian(s)')
ylabel('radian')
hold on
grid on
plot (T1,u1,'linewidth',2)
plot (T2,u2,'linewidth',2)
plot (T3,u3,'linewidth',2)
plot (T4,u4,'linewidth',2)
plot (T5,u5,'linewidth',2)
plot (T6,u6,'linewidth',2)
plot (T7,u7,'linewidth',2)
plot(T8,u8,'linewidth',2)
plot(T9,u9,'linewidth',2)
plot(T10,u10,'linewidth',2)
plot(T11,u11,'linewidth',2)
plot(T12,u12,'linewidth',2)
plot(T13,u13,'linewidth',2)
plot(T14,u14,'linewidth',2)
plot(T15,u15,'linewidth',2)
plot(T16,u16,'linewidth',2)
plot(T17,u17,'linewidth',2)
plot(T18,u18,'linewidth',2)
plot(T19,u19,'linewidth',2)
plot(T20,u20,'linewidth',2)
plot(T21,u21,'linewidth',2)
plot(T22,u22,'linewidth',2)
plot(T23,u23,'linewidth',2)
plot(T24,u24,'linewidth',2)
plot(T25,u25,'linewidth',2)
plot(T26,u26,'linewidth',2)
plot(T27,u27,'linewidth',2)

```

➤ Thu được kết quả các biến khớp như sau :



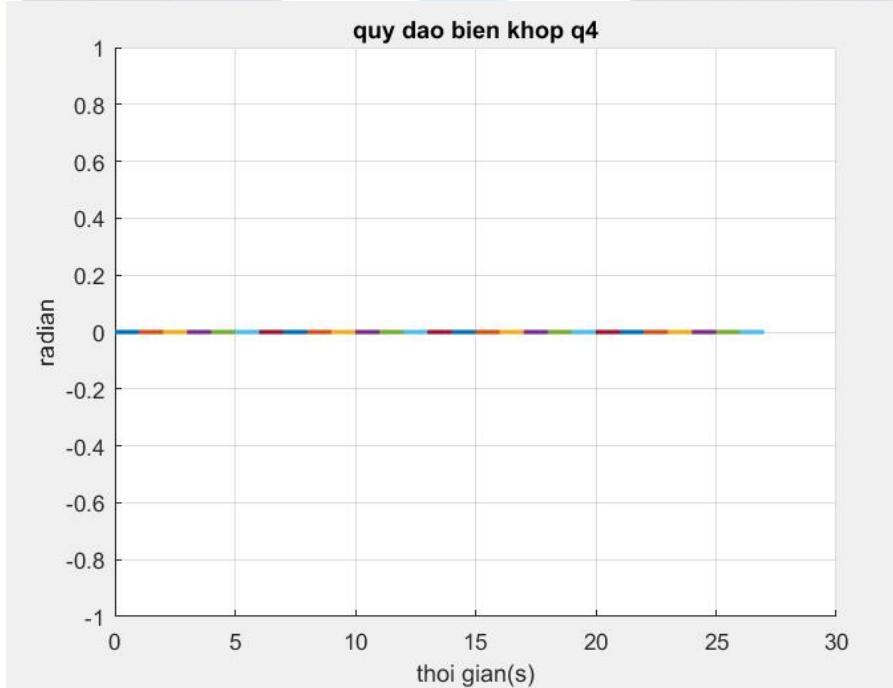
Hình 3.8: Sự thay đổi của biến khớp q1



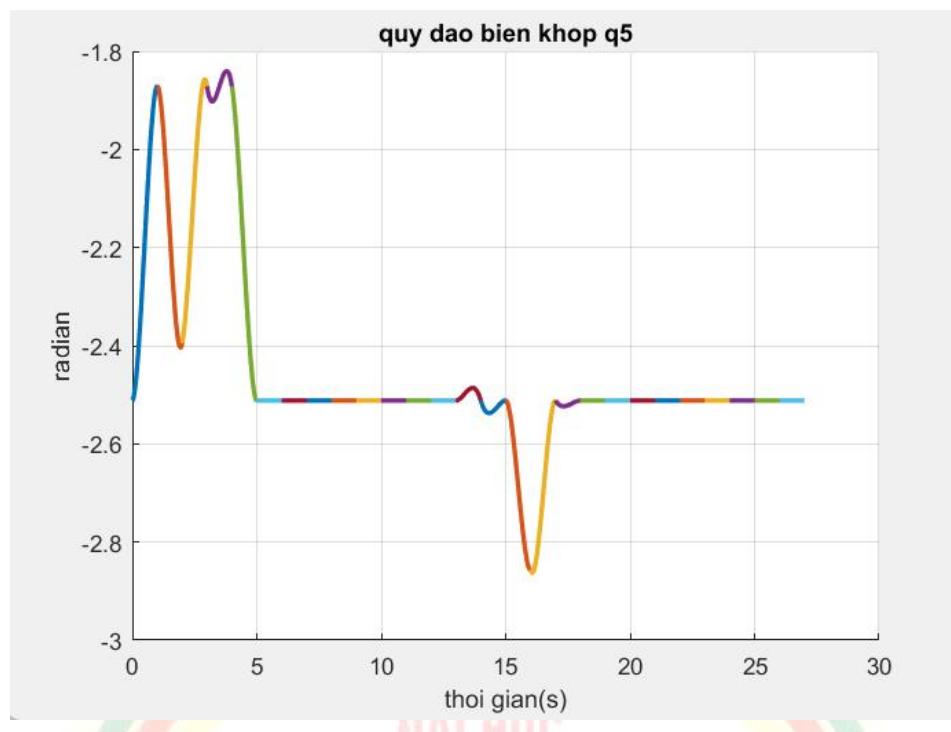
Hình 3.9 : Sự thay đổi của biến khớp q2



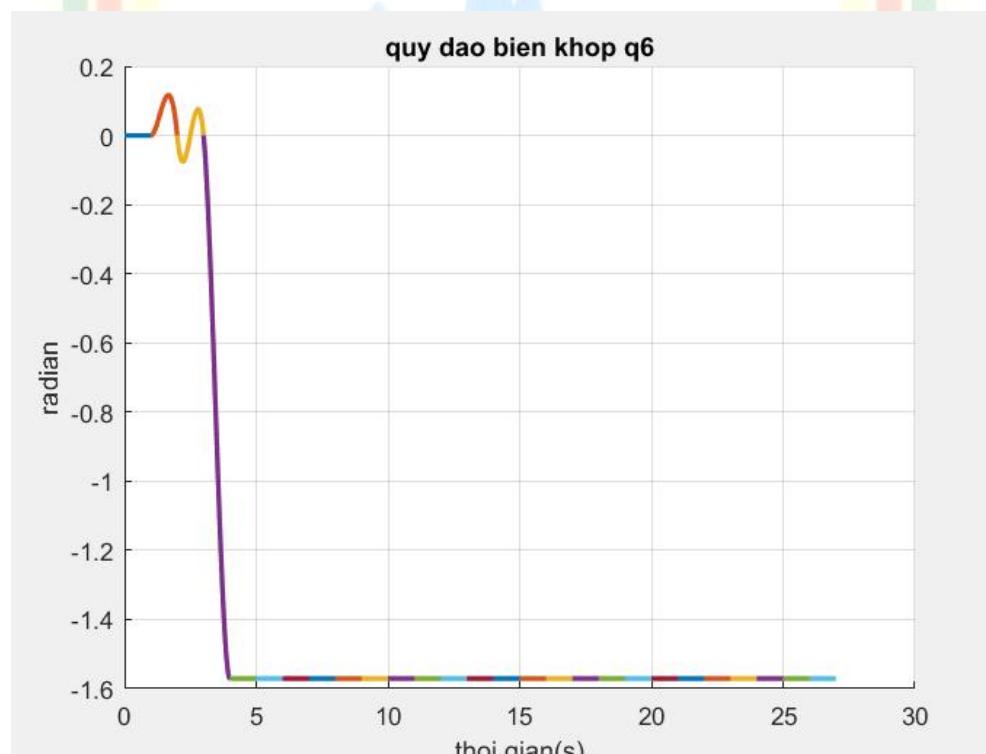
Hình 3.10 : Sự thay đổi của biến khớp q3



Hình 3.11 : Sự thay đổi của biến khớp q4



Hình 3.12 : Sự thay đổi của biến khớp q5



Hình 3.13 : Sự thay đổi của biến khớp q6

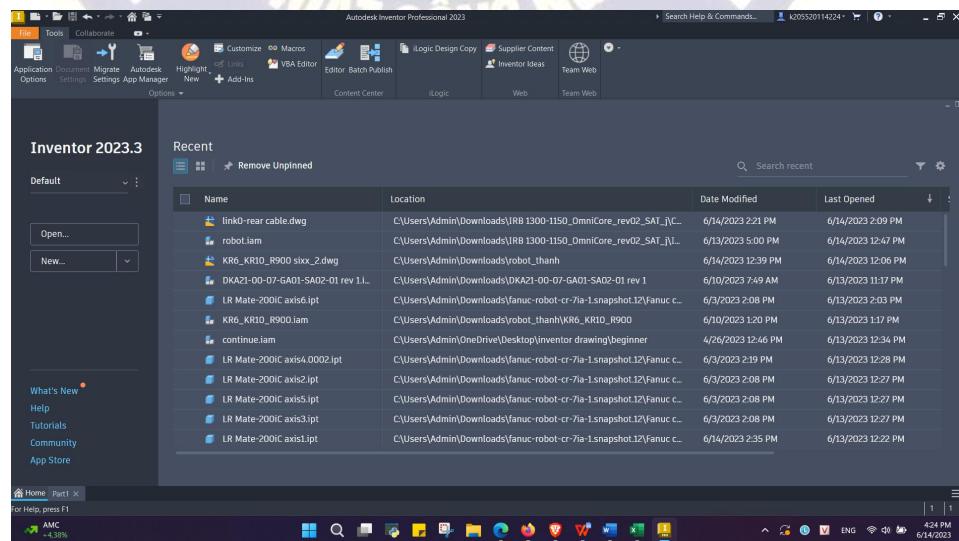
CHƯƠNG 4 : MÔ PHỎNG HOẠT ĐỘNG ROBOT

4.1 Giới thiệu phần mềm Inventor.

Autodesk, được sử dụng cho việc thiết kế và mô phỏng các bộ phận cơ khí, kết cấu và công nghiệp. Phần mềm Inventor thông dụng trong các ngành sản xuất như đúc, gia công cơ khí, thiết kế máy móc, cầu đường, kết cấu thép, và nhiều lĩnh vực khác.

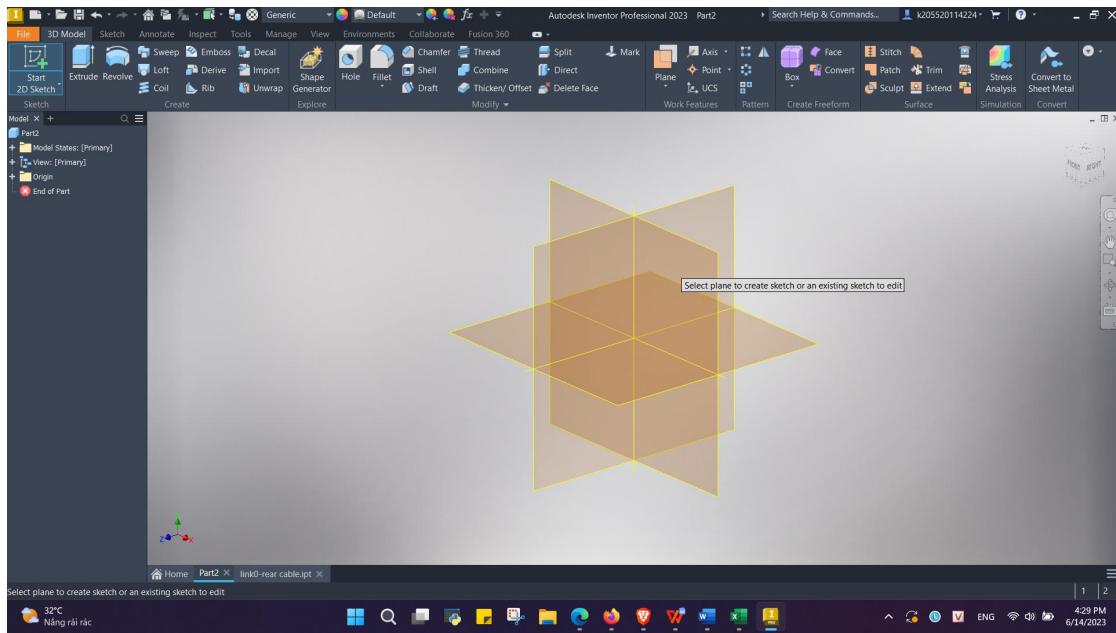
Phần mềm Inventor cung cấp cho các kỹ sư cơ khí và thiết kế nhà máy một công cụ mạnh, hiệu quả và linh hoạt để tạo và quản lý các sản phẩm của họ. Nó cung cấp cho người dùng một giao diện đồ họa trực quan, cho phép họ thiết kế, mô hình hóa và tạo các bản vẽ kỹ thuật của các bộ phận và các hệ thống sản xuất.

Ngoài ra, Inventor còn cho phép người dùng tạo các mô hình 3D linh hoạt, giúp họ dễ dàng xác định các vấn đề kỹ thuật và tăng độ chính xác của sản phẩm. Bên cạnh đó, phần mềm này còn được tích hợp với các công cụ phân tích và kiểm tra phần mềm, giúp mang lại những hiệu quả kinh tế và thời gian cho việc thiết kế của người dùng.

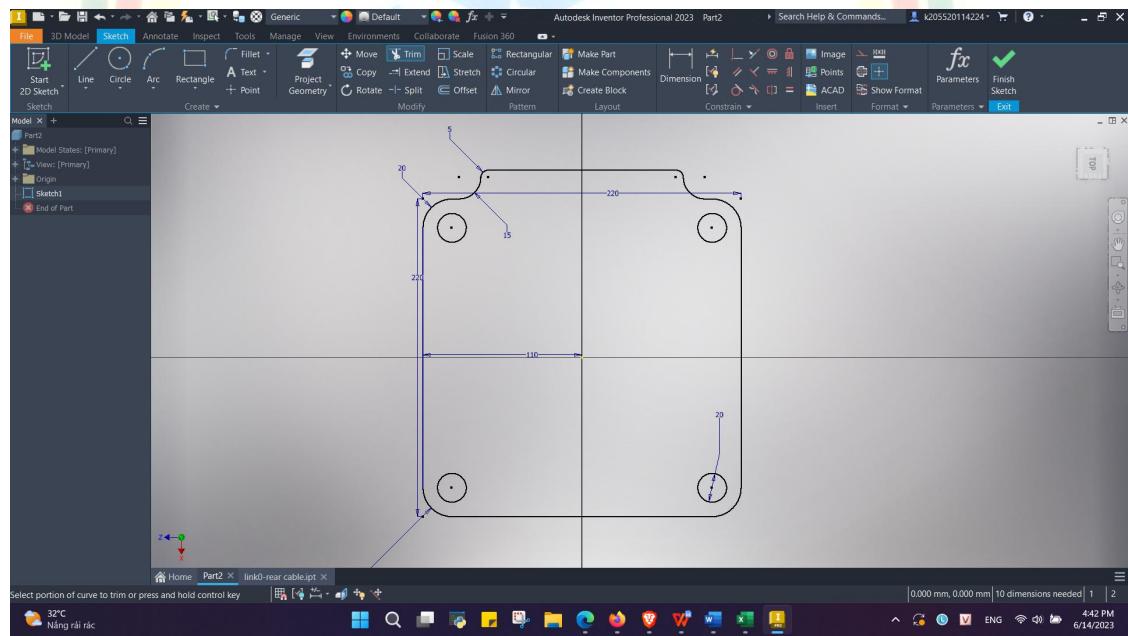


Hình 4.1 : Giao diện người dùng

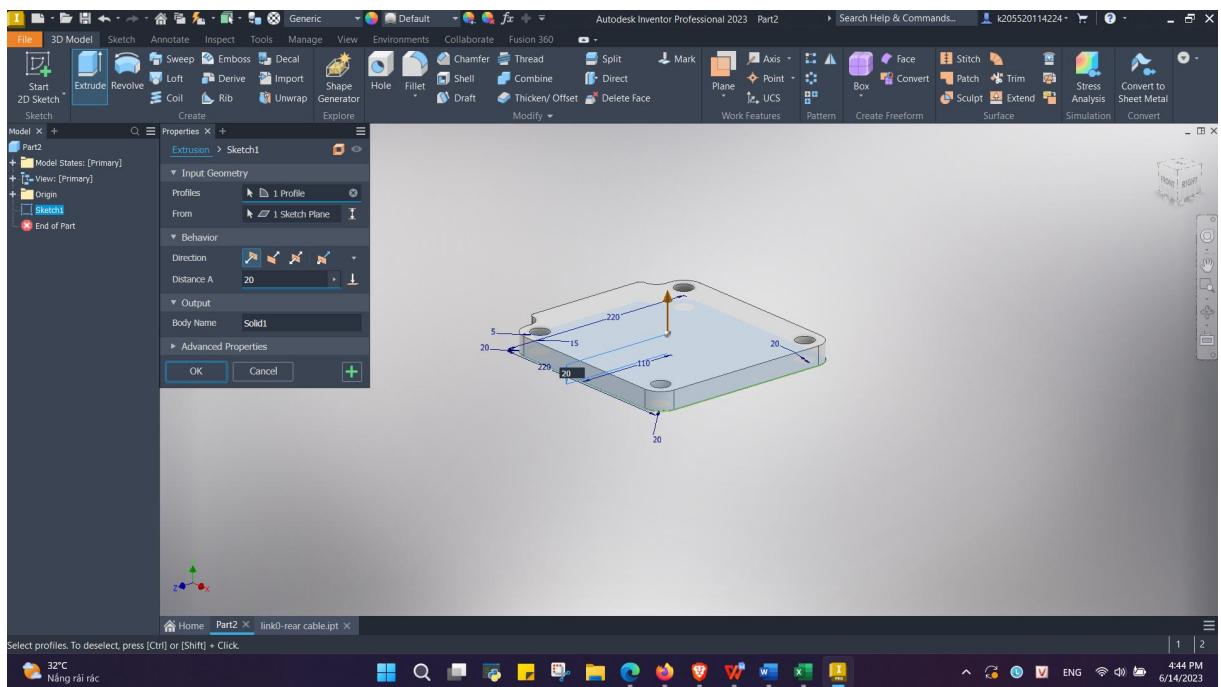
4.2 Vẽ chi tiết



Hình 4.3 : Chọn mặt phẳng vẽ sketch

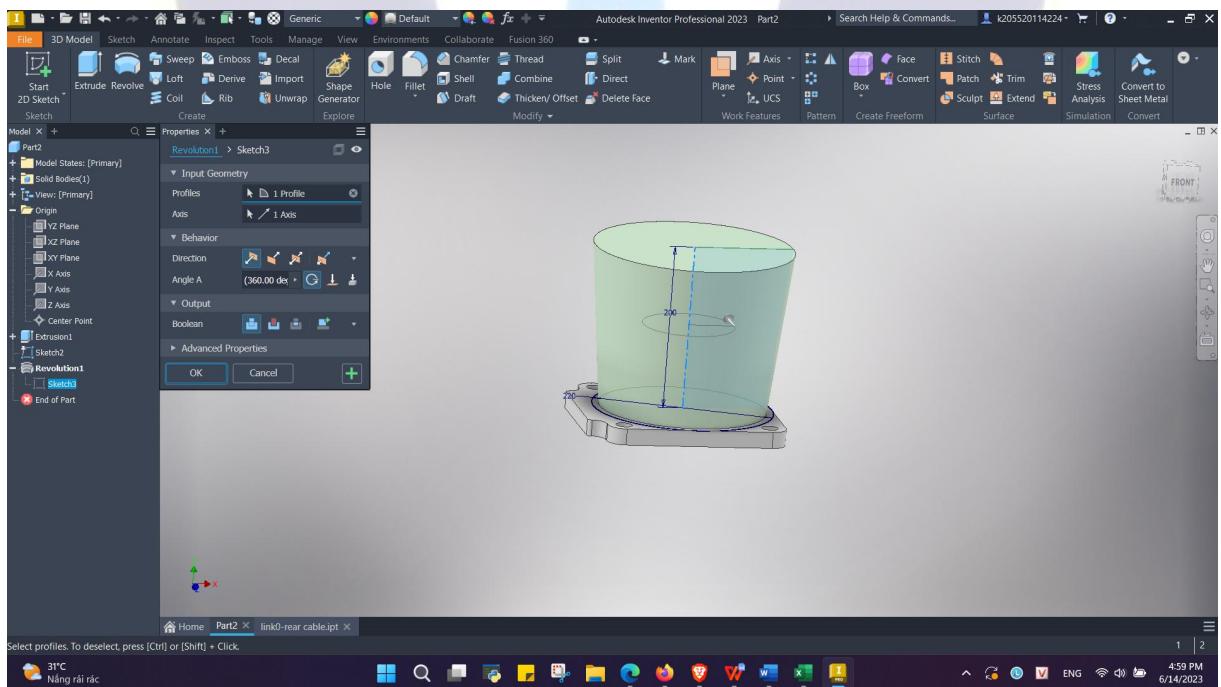


Hình 4.4 Tạo sketch 2D



Hình 4.5 Tạo khối

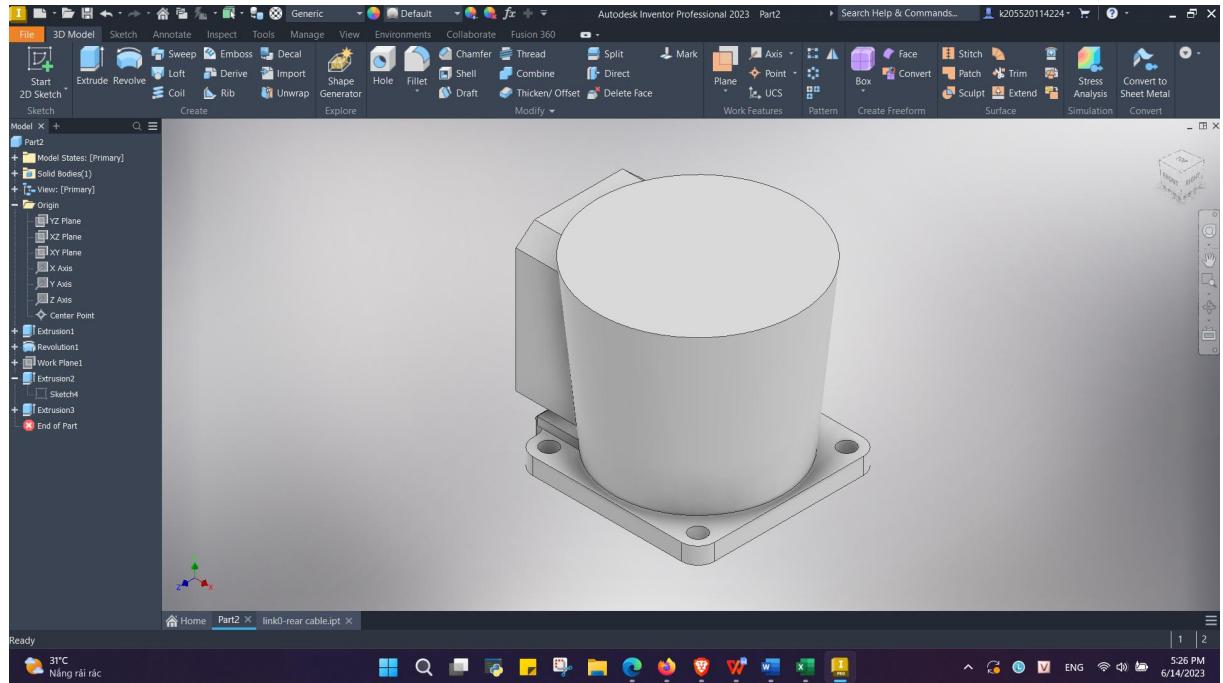
Tiếp tục vẽ sketch 2D , dùng lệnh revolve tạo khối thứ 2



Hình 4.6

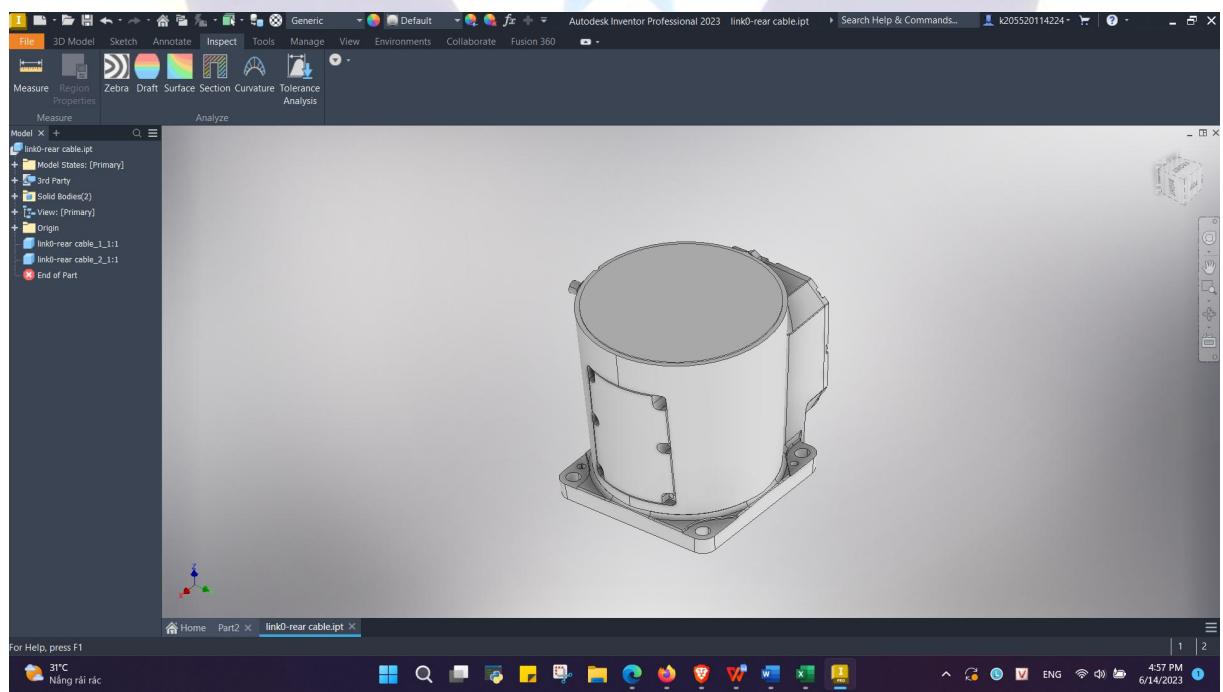
Dùng plane mặt phẳng song song với mặt yz một khoảng 220mm ,

Vẽ tiếp 1 sketch , dùng extrude đến mặt côn được hình như dưới



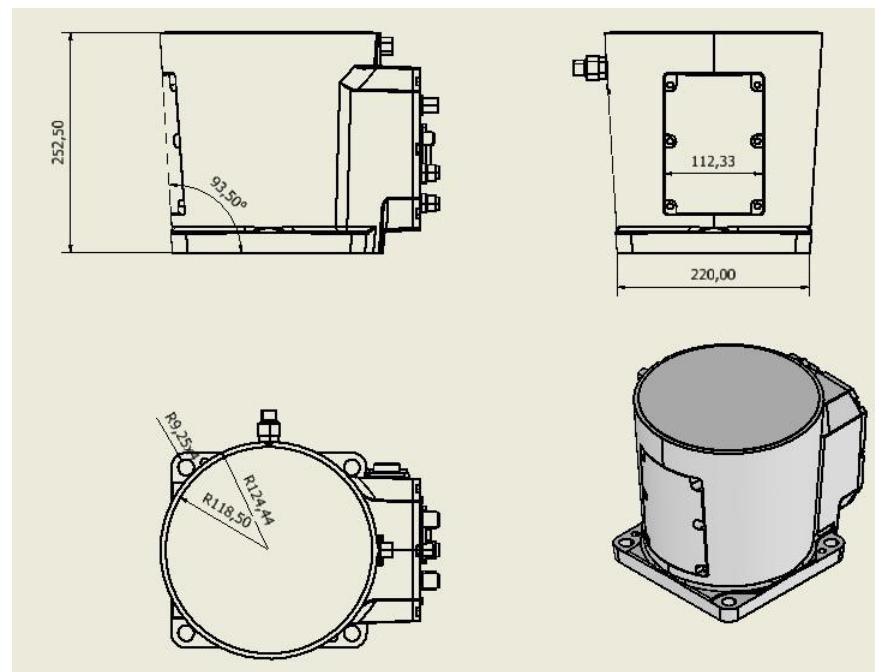
Hình 4.7

Tiếp tục lặp lại các thao tác vẽ tên cho đến khi chi tiết hoàn thành

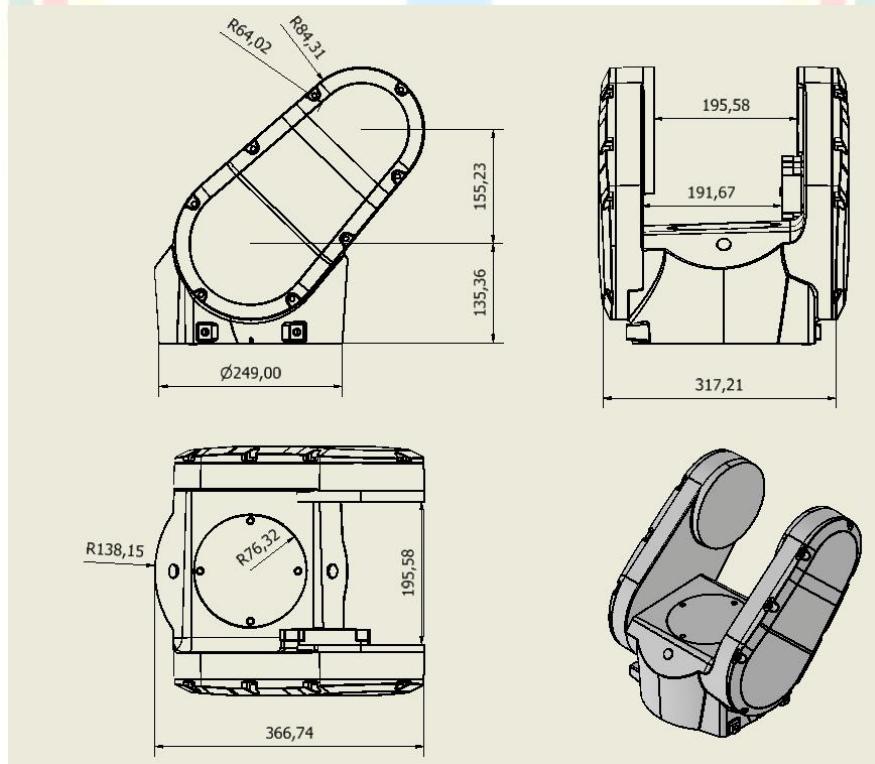
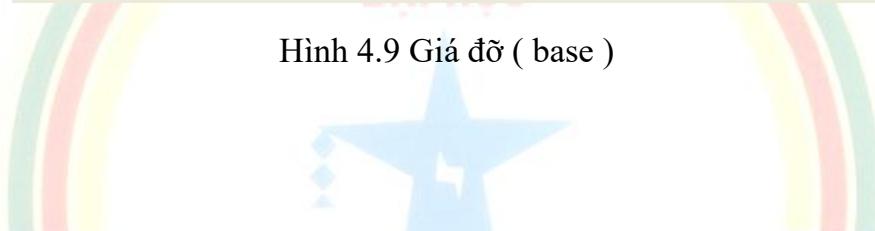


Hình 4.8 Chi tiết đé sau khi hoàn thành

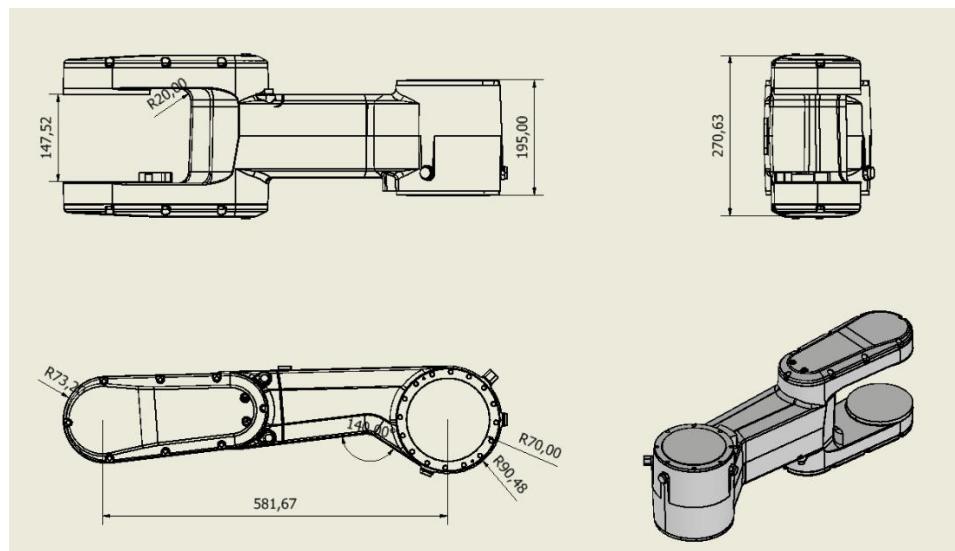
4.3 Bản vẽ chi tiết bộ phận của robot



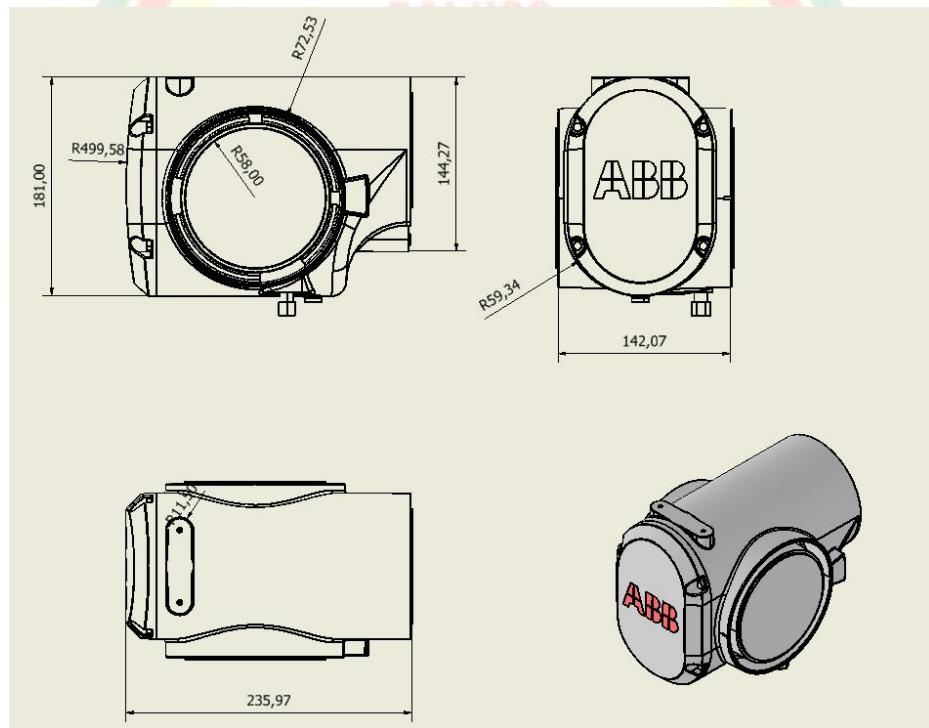
Hình 4.9 Giá đỡ (base)



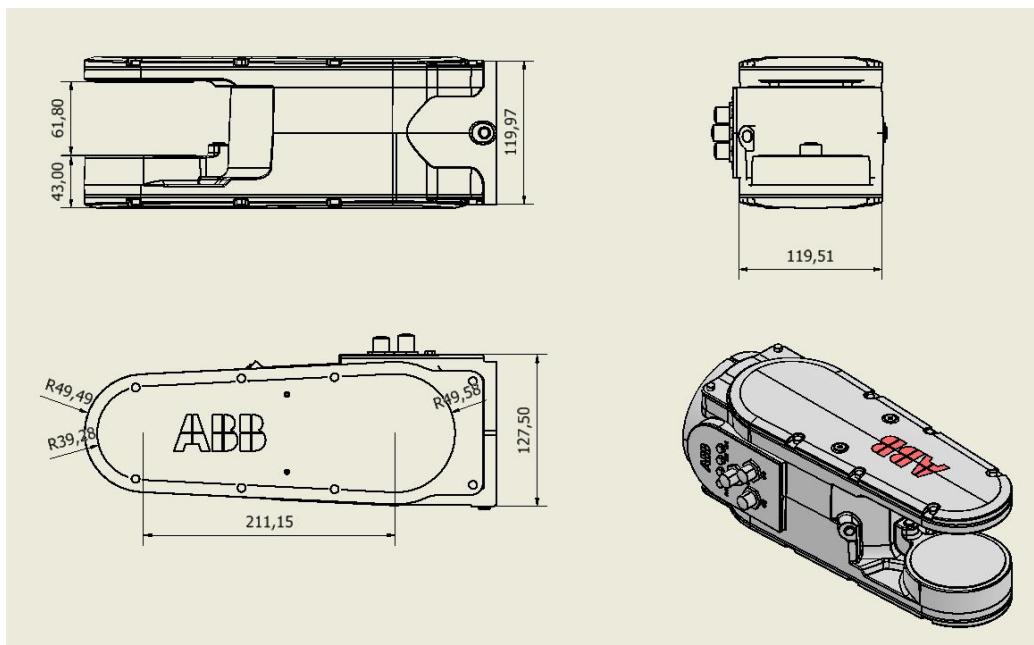
Hình 4.10 Khâu 1 (Link 1)



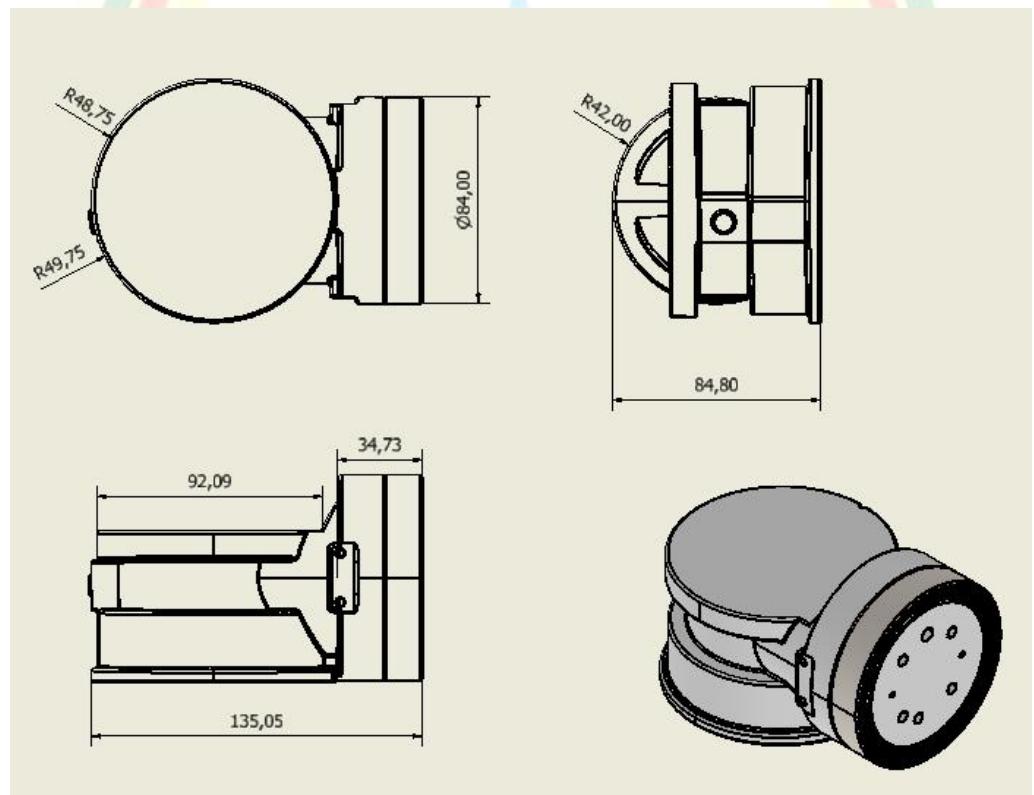
Hình 4.11 Khâu 2 (link 2)



Hình 4.12 Khâu 3 (Link 3)



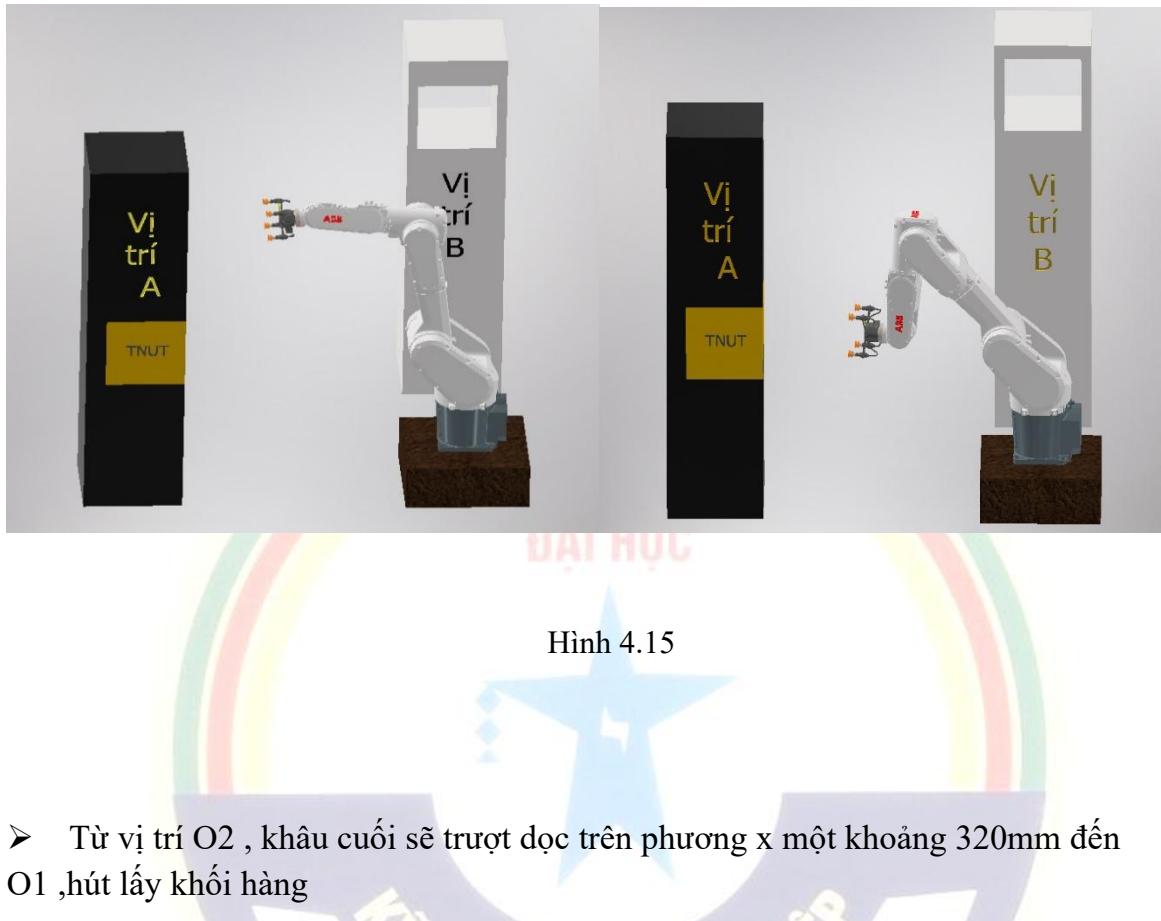
Hình 4.13 Khâu 4 (Link 4)



Hình 4.14 Khâu 5 (Link 5)

4.4 Mô phỏng robot trong không gian làm việc

- Từ vị trí O3 , khâu cuối sẽ trượt dọc phương z một khoảng 671mm đến O2. .(trượt xuống)



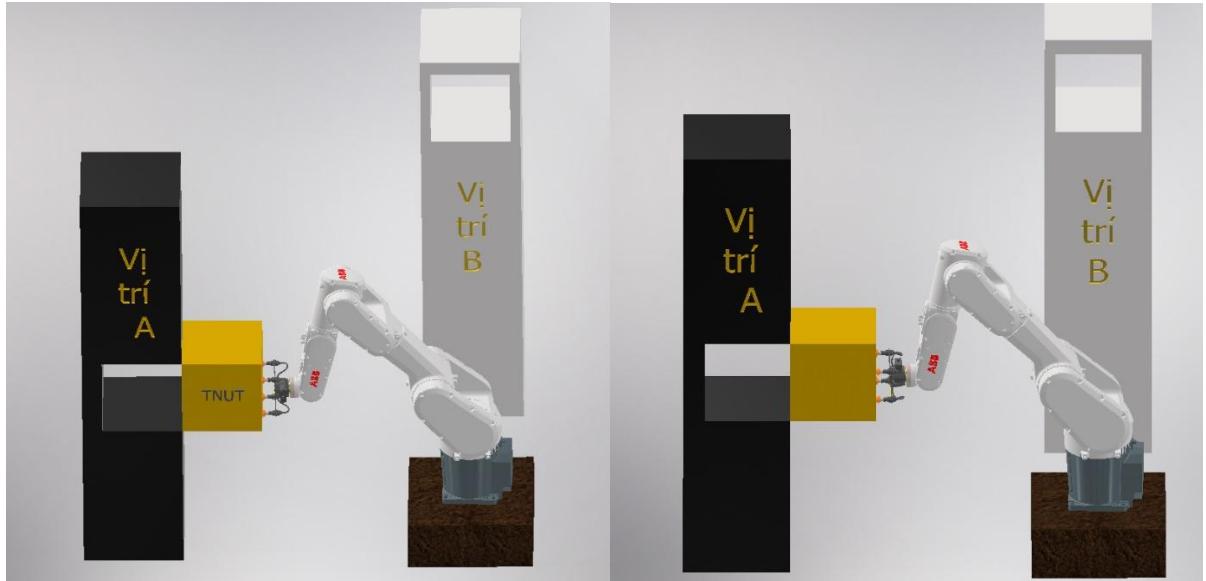
Hình 4.15

- Từ vị trí O2 , khâu cuối sẽ trượt dọc trên phương x một khoảng 320mm đến O1 ,hút lấy khối hàng



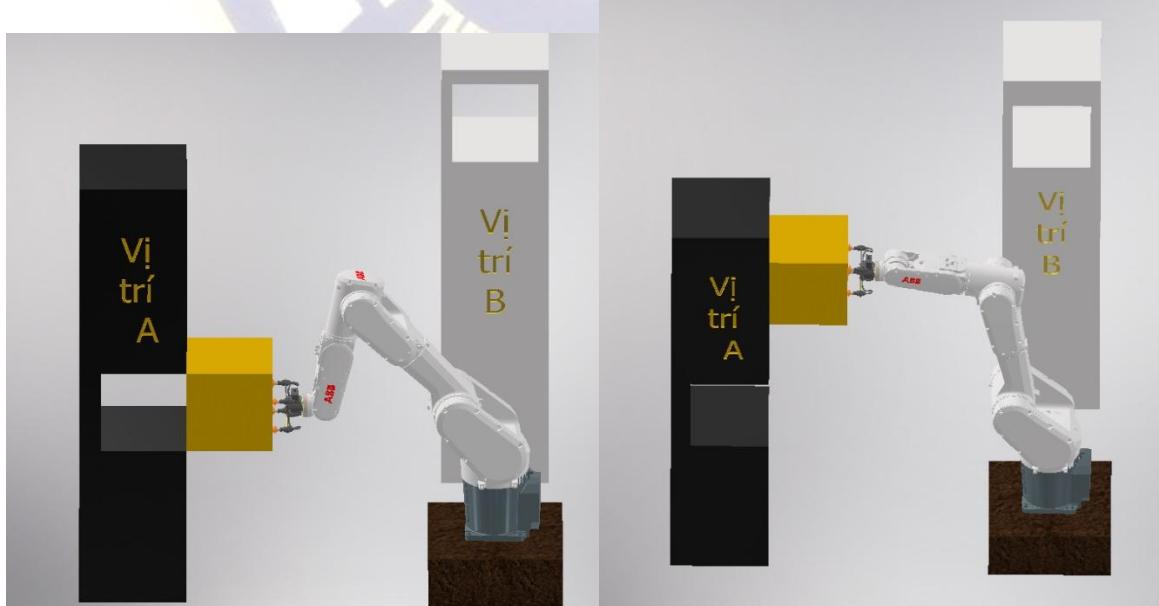
Hình 4.16

- Từ vị trí O1, khâu cuối sẽ trượt dọc trên phương x một khoảng 320mm đến O2 , xoay khớp quay 6 một góc $\theta_6 = -\pi/2$ (do yêu cầu vị trí tương quan chữ “ TNUT” ở hai vị trí A,B)



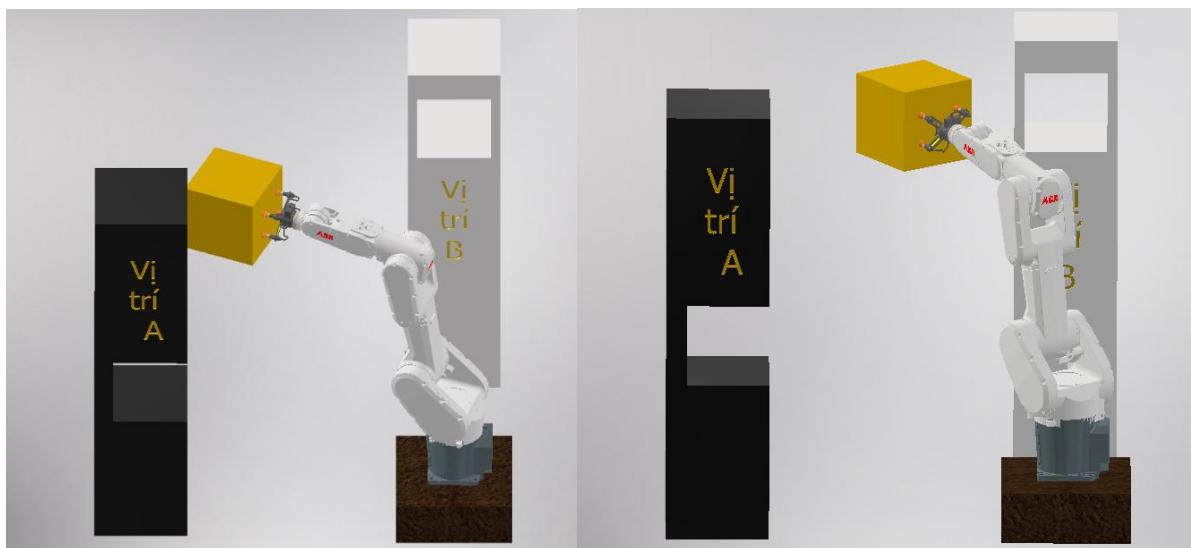
Hình 4.17

- Từ vị trí O2 ,khâu cuối sẽ trượt dọc trên phương z một đoạn 671mm đến O3 (trượt lên)



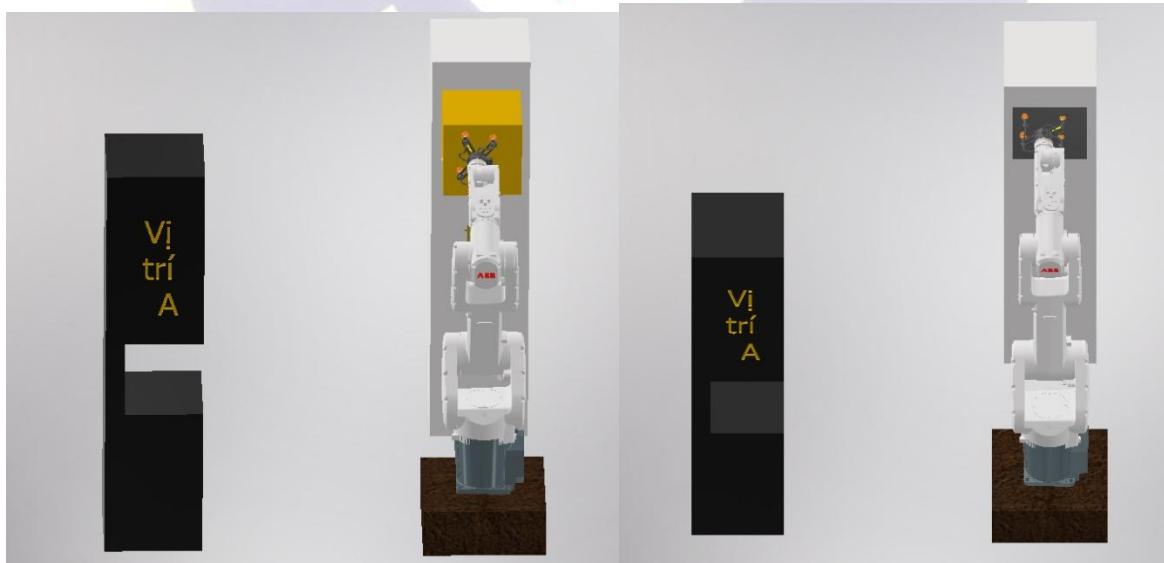
Hình 4.18

➤ Từ vị trí O3 , khâu cuối sẽ quay quanh z một góc 9° đến O4,O5,O13 (khớp quay 1 quay, các khớp quay khác giữ nguyên)



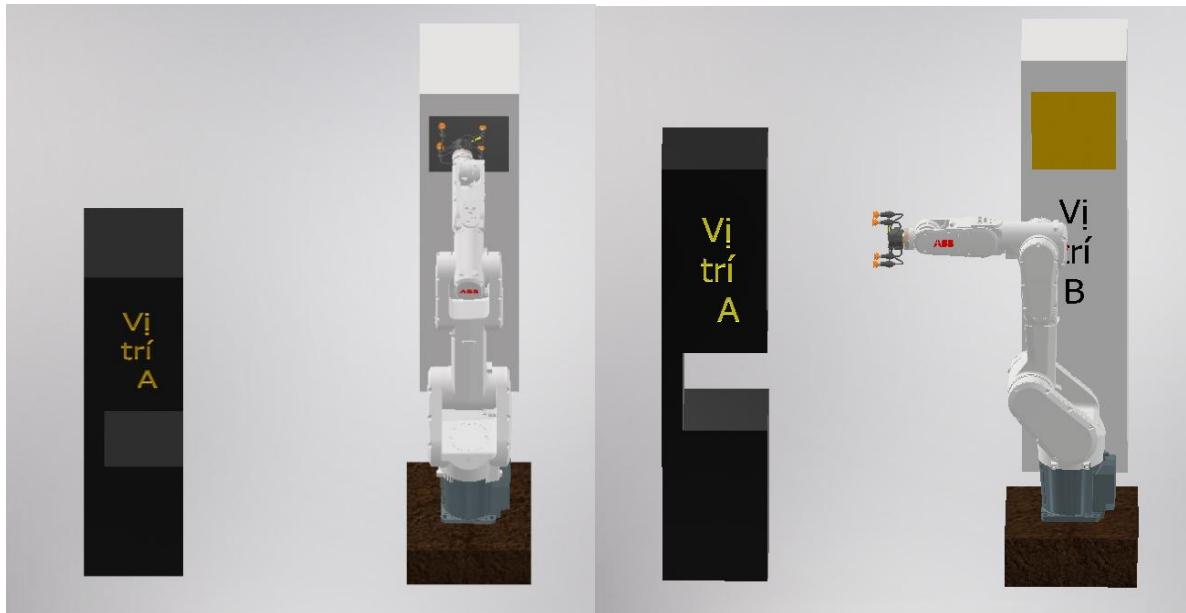
Hình 4.19

➤ Tương tự như trên , đến O13 , khâu cuối sẽ trượt dọc trên phương y một khoảng 320mm để đặt khối hang trên vào O14.



Hình 4.20

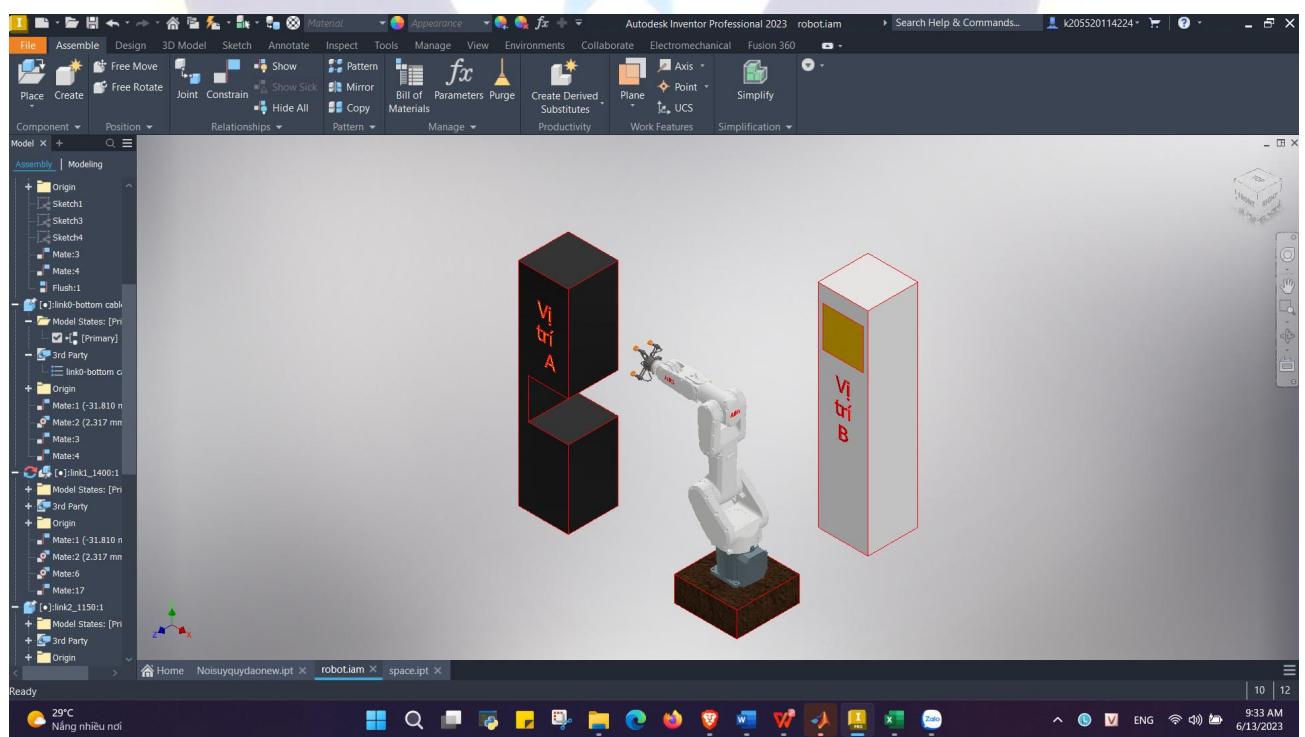
- Từ vị trí O14, khâu cuối sẽ đi ngược các bước trên về vị trí O3, kết thúc hành trình.



Hình 4.21

- Kết quả sẽ thực hiện như yêu cầu vận chuyển khối hàng từ A sang B vẫn giữ nguyên chữ "TNUT" ở phía dưới

❖ Video mô phỏng:



KẾT LUẬN ĐỒ ÁN

1. Khái quát lại nội dung đồ án.

- ❖ Từ yêu cầu công nghệ thực hiện gấp khói hàng từ vị trí A sang vị trí B cách nhau 1100 mm, đảm bảo sự tương quan vị trí của chữ “TNUT”.
- ❖ Tiến hành lựa chọn robot đáp ứng được yêu cầu công nghệ, robot IRB 1300-10/1.15 có tầm với 1151 mm.
- ❖ Tiến hành giải bài toán động học, mô hình hóa, xây dựng phương trình động học cho robot, giải bài toán động ngược robot.
- ❖ Tiến hành thiết kế quỹ đạo chuyển động cho robot, nội suy quỹ đạo trong không gian khống.
- ❖ Tiến hành mô phỏng.

2. Những thứ đã học được.

- ❖ Đây là đồ án đầu tiên mà em được làm, nhờ làm đồ án này, em rèn luyện tính tự giác, độc lập và đặc biệt rèn luyện được tính kiên trì chủ động.
- ❖ Em đã tự mình học được cách sử dụng cơ bản những phần mềm matlab, autoCAD, inventor, solidworks,...
- ❖ Em đã tìm hiểu được thêm những thông tin tổng quan về Robot công nghiệp và thấy được tầm quan trọng của Robot trong cuộc sống hiện đại. Qua đây, em đã học được quy trình về thiết kế một sản phẩm robot và biết được cách kết hợp được những kiến thức lý thuyết được học trên lớp cộng với việc tra cứu tài liệu để giải được bài toán yêu cầu.

3. Ưu - nhược điểm.

- ❖ Đồ án của em về cơ bản đã hoàn thành được nội dung lý thuyết các yêu cầu thiết kế và đã đạt được yêu cầu về kỹ thuật và ứng dụng. Robot có thể di chuyển được cánh tay, mang theo tay kẹp để kẹp gấp vật từ vị trí này đến vị trí kia.
- ❖ Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian làm đồ án như kiến thức chuyên môn chưa thật tốt và cũng là lần đầu tiên làm đồ án nên chưa có kinh nghiệm, đồ án bọn em chắc chắn vẫn còn nhiều hạn chế như tốc độ xử lý, điều khiển chưa thể hoàn hảo vẫn còn thiếu sót...
Em rất mong được sự góp ý của các thầy cô để đề tài đồ án của em có thể hoàn thiện hơn.

Em trân thành xin cảm ơn và chúc thầy cô luôn mạnh khỏe

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thành Long: *Robot Công nghiệp*, 2010. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội – 2010.
 2. Nguyễn Văn Khang: *Động lực học hệ nhiều vật*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.
 3. Bộ môn Cơ điện tử; *Bài giảng Rô bót Công nghiệp*; Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.
 4. Nguyễn Thiện Phúc; *Robot Công nghiệp*, 2002. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội – 2002.
 5. Nguyễn Văn Khang: *Robot Công nghiệp*, 2011. NXB Giáo dục, Hà Nội, 2011.
 6. Trần Thế San, TS Nguyễn Tiến Dũng: *Cơ sở nghiên cứu & sáng tạo ROBOT*- Nhà xuất bản thống kê – 2003.
 7. Cơ điện tử ;GS .TSKH. B. Heimann; GS TSKH. W.Gerth;GS TSKH K. Popp ; NXB Khoa học và Kỹ thuật 2010
- Các tài liệu liên quan khác:
- "Unimate PUMA Mark III Robot 560C Series Models 561/562 Equipment Manual 398Z1" Unimation Westinghouse. 1986.
 - John J. Craig, "Introduction to robotics", *Addition-Wesley Publishing Company, Inc*, 1986.
 - Phạm Thành Long, Giáo trình robot công nghiệp, Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên.
 - Trần Quanh Khánh, Giáo trình cơ sở Matlab ứng dụng, NXB KHKT.
 - Lê Hoài Quốc, "Kỹ thuật người máy. Phần 1: Robot công nghiệp", *NXB Đại Học Quốc Gia Tp Hồ Chí Minh*, 2005.
 - Phạm Thành Long-Nguyễn Hữu Công-Lê Thị Thu Thủy “Ứng dụng phương pháp giảm Gradient tổng quát trong kỹ thuật robot, NXB Khoa Học Và Kỹ Thuật.