

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ



BÁO CÁO CUỐI KỲ

ROBOT ĐÁNH CỜ CARO

Bộ môn: Kỹ Thuật Robot

GVHD: PGS.TS Nguyễn Trường Thịnh

SVTH: Lê Trung Kiên

MSSV: 20146163

SVTH: Nguyễn Phúc Dũng

MSSV: 20146486

SVTH: Đỗ Trọng Anh

MSSV: 20146474

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2022

Điểm số

Nhận xét

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ký tên

PGS.TS Nguyễn Trường Thịnh

Mục lục

Tổng quan về đề tài và ý tưởng thiết kế

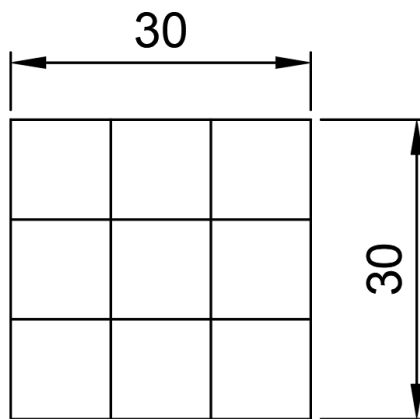
I. Thiết kế cơ khí	1
1.1 Nguyên lí:	1
1.2 Thiết kế:	1
_ Bộ truyền vít me đai ốc (cho trục Z)	1
_ Bộ truyền đai (cho khâu thứ I và II)	2
_ Động cơ	2
_ Cơ cấu viết	3
II. Thuật toán điều khiển	4
2.1 Giải các bài toán động học.....	4
2.1.1 Bài toán động học thuận	4
2.1.2 Bài toán động học nghịch.....	5
2.1.3 Tìm ma trận Jacobi	6
2.2 Code sử dụng.....	7
2.2.1 Code vẽ dấu X và O.....	7
2.2.2 Code AI.....	7
2.2.3 Giao diện điều khiển	7
III. Kết quả	10
IV. Kết luận	12
TÀI LIỆU THAM KHẢO	

Tổng quan đề tài

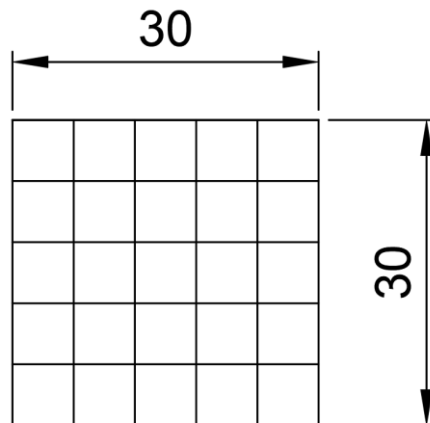
Cờ caro là một trò chơi phổ biến trên toàn thế giới bởi lối chơi đơn giản nhưng mang tính đấu trí cao. Với lịch sử phát triển lâu dài thì bộ môn cờ caro cũng có sự đa dạng trong cách chơi, từ các ô 3x3, 5x5 và các ô lớn hơn. Một ván cờ caro thường có hai người chơi thi đấu với nhau nên trò chơi có tính đối kháng và tư duy rất cao. Do vậy thiết kế và chế tạo robot đánh cờ caro được chọn làm đề tài của đồ án kỳ của bộ môn Kỹ Thuật Robot năm nay. Việc tạo ra Robot đánh cờ caro cần sự kết hợp của nhiều thành phần như thiết kế và thi công cơ khí, sử dụng trí tuệ nhân tạo để xử lý các nước đi. Với việc được tạo sân chơi giao lưu giữa các nhóm thì đây vừa là sân chơi vừa là những bài học bổ ích cho sinh viên.

Bàn cờ thi đấu:

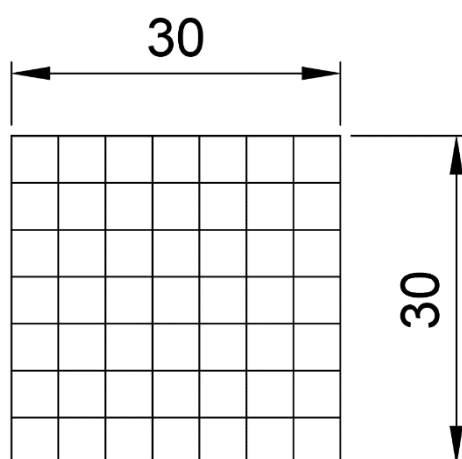
- Bàn cờ 3x3



- Bàn cờ 5x5

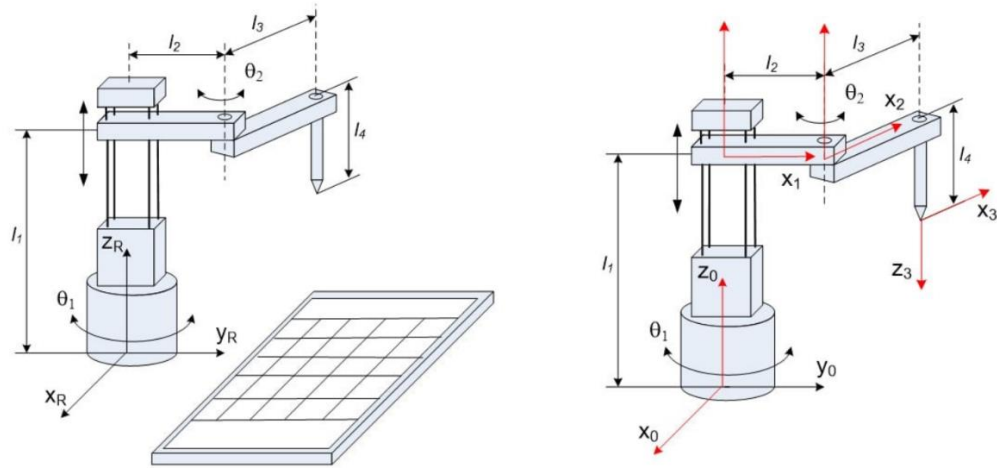


- Bàn cờ 7x7



I. Nguyên lí và thiết kế Robot:

1.1. Nguyên lí:



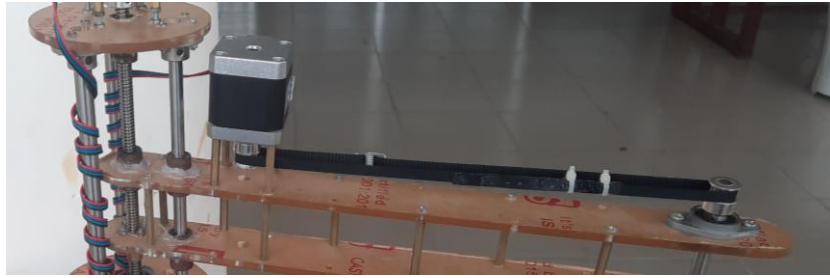
STT	Đặc tính	Thông số
1	l_1	20
2	l_2	25
3	l_3	16
4	l_4	14

1.2. Thiết kế:

- Sử dụng vật liệu mica dày 5mm gọn nhẹ định hình robot
- Các trục trơn kim loại làm cơ cấu cố định các thành phần
- Bộ truyền trục vít được ứng dụng cho trục Z
 - Bước vít: 8mm/vòng
 - Chiều dài trục vít: 180mm



- Bộ truyền đai: tỷ số truyền là 1:1 (hai pulley dẫn và bị dẫn đều có 20 răng)

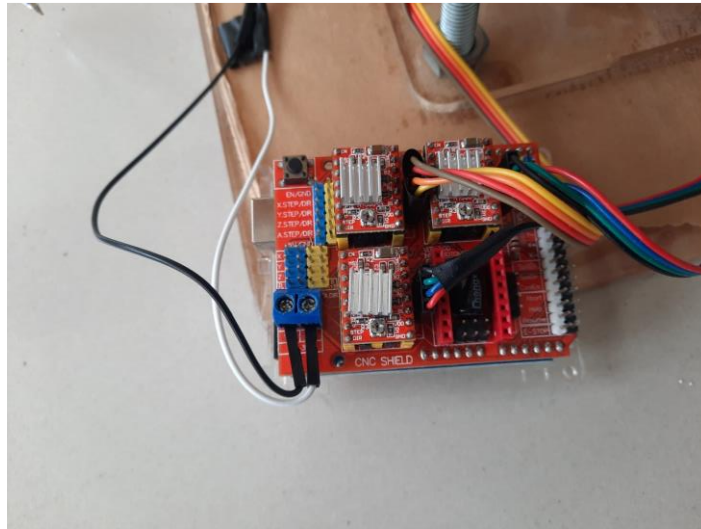


- Sử dụng ba Step Motor NEMA 17 size 42x40mm

- Góc bước: $1,8^\circ/\text{step}$
- Đường kính trục 5mm
- Momen xoắn: 0,45Nm



- Dùng ARDUINO UNO và ARDUINO CNC SHELĐ để điều khiển động cơ



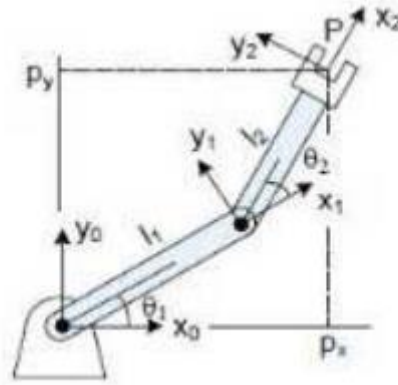
- Sử dụng mặt bích 10mm và bút bi gắn cố định vào cánh tay làm cơ cấu viết



II. Thuật toán điều khiển

2.1. Giải các bài toán động học thuận

2.1.1. Bài toán động học thuận



Bảng tham số D-H của robot :

	θ	l	α	d
1	θ_1	l_1	0	0
2	θ_2	l_2	0	0

Gọi :

$$c_1 = \cos\theta_1$$

$$s_1 = \sin\theta_1$$

$$c_2 = \cos\theta_2$$

$$s_2 = \sin\theta_2$$

$$c_{12} = \cos(\theta_1 + \theta_2)$$

$$s_{12} = \sin(\theta_1 + \theta_2)$$

Ma trận chuyển vị tổng là :

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^1T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & l_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^2T_3 = \begin{bmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & 0 \\ s_2 & c_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^3T_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & l_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Cơ cấu chấp hành cuối trong hệ trục tham chiếu :

$${}^0T_4 = \begin{bmatrix} c_{12} & -s_{12} & 0 & c_{12}l_2 + c_1l_1 \\ s_{12} & c_{12} & 0 & s_{12}l_2 + s_1l_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Gọi P_x, P_y là tọa độ vị trí cần đến :

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{12}l_2 + c_1l_1 \\ s_{12}l_2 + s_1l_1 \end{bmatrix}$$

2.1.2. Bài toán động học nghịch

Từ phương trình động học vị trí :

$$P_x = c_{12}l_2 + c_1l_1$$

$$P_y = s_{12}l_2 + s_1l_1$$

$$\cos\theta_1 = \frac{P_x - c_{12}l_2}{l_1}$$

$$\sin\theta_1 = \frac{P_y - s_{12}l_2}{l_1}$$

$$\rightarrow P_x^2 + P_y^2 = l_1^2 \cos^2\theta_1 + l_2^2 \cos^2(\theta_1 + \theta_2) + 2l_1l_2 \cos\theta_1 \cos(\theta_1 + \theta_2)$$

$$= l_1^2 + l_2^2 + 2l_1l_2 \cos\theta_2$$

$$\begin{cases} \cos\theta_2 = \frac{P_x^2 + P_y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2} \\ \sin\theta_2 = \pm \sqrt{1 - \cos^2\theta_2} \end{cases}$$

$$\theta_2 = \arctan\left(\frac{\sin\theta_2}{\cos\theta_2}\right)$$

$$\begin{cases} P_x = c_1(l_1 + l_2c_2) + s_1(-l_1s_2) \\ P_y = c_1(l_2s_2) + s_1(l_1 + l_2c_2) \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 + l_2 c_2 & -l_2 s_2 \\ l_2 s_2 & l_1 + l_2 c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ s_1 \end{bmatrix}$$

$$c_1 = \frac{\begin{vmatrix} P_x & -l_2 s_2 \\ P_y & l_1 + l_2 c_2 \end{vmatrix}}{X}$$

$$s_1 = \frac{\begin{vmatrix} l_1 + l_2 c_2 & P_x \\ l_2 s_2 & P_y \end{vmatrix}}{X}$$

$$\begin{vmatrix} P_x & -l_2 s_2 \\ P_y & l_1 + l_2 c_2 \end{vmatrix} = P_x(l_1 + l_2 c_2) + P_y l_2 s_2$$

$$\begin{vmatrix} l_1 + l_2 c_2 & P_x \\ l_2 s_2 & P_y \end{vmatrix} = P_y(l_1 + l_2 c_2) - P_x l_2 s_2$$

$$\tan \theta_1 = \frac{P_y(l_1 + l_2 c_2) - P_x l_2 s_2}{P_x(l_1 + l_2 c_2) + P_y l_2 s_2}$$

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{s_1}{c_1}\right)$$

2.1.3. Tìm ma trận Jacobi

Từ phương trình động học vị trí :

$$P_x = c_{12} l_2 + c_1 l_1$$

$$P_y = s_{12} l_2 + s_1 l_1$$

=> Vecto vận tốc dài :

$$v = \begin{bmatrix} \dot{P}_x \\ \dot{P}_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(s_{12} l_2 + l_1 s_1) & -s_{12} l_2 \\ c_{12} l_2 + c_1 l_1 & l_2 c_{12} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix} = J \begin{bmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix}$$

Trong J là ma trận Jacobi :

$$J = \begin{bmatrix} -(s_{12} l_2 + l_1 s_1) & -s_{12} l_2 \\ c_{12} l_2 + c_1 l_1 & l_2 c_{12} \end{bmatrix}$$

2.2. Code sử dụng

2.2.1. Code vẽ dấu X và O

[Code Arduino Điều Khiển](#)

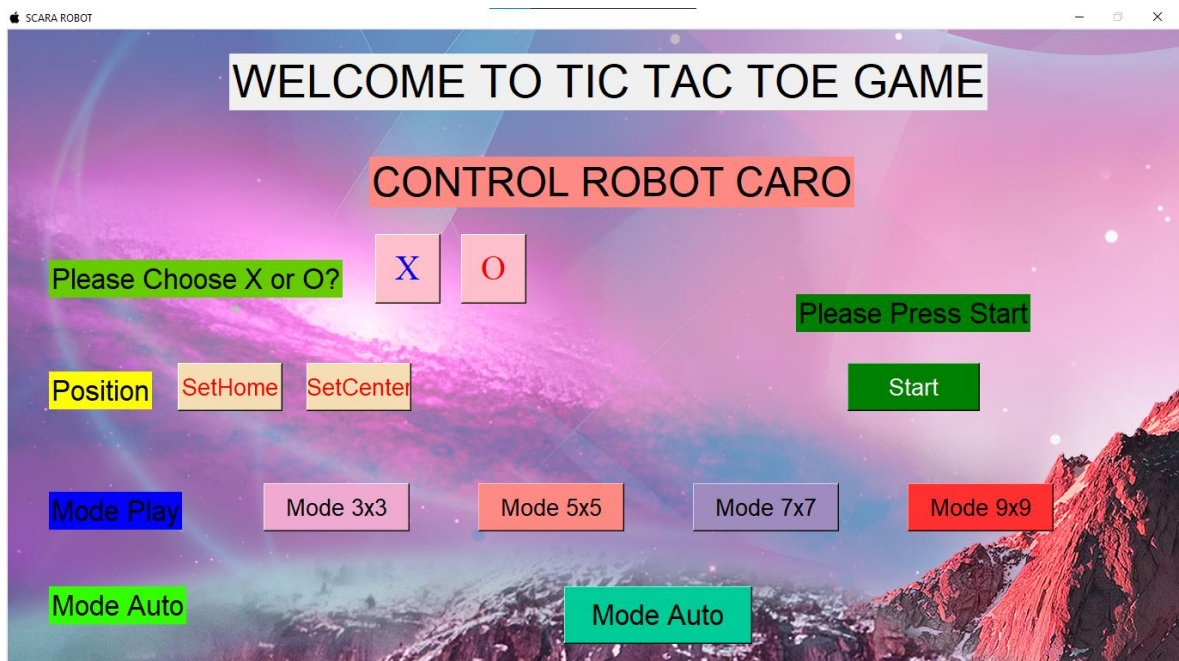
2.2.2. Code AI

[Code AI Python](#)

[Code Arduino AI](#)

2.2.3. Giao diện điều khiển

- Giao diện chính



- Giao diện 3x3



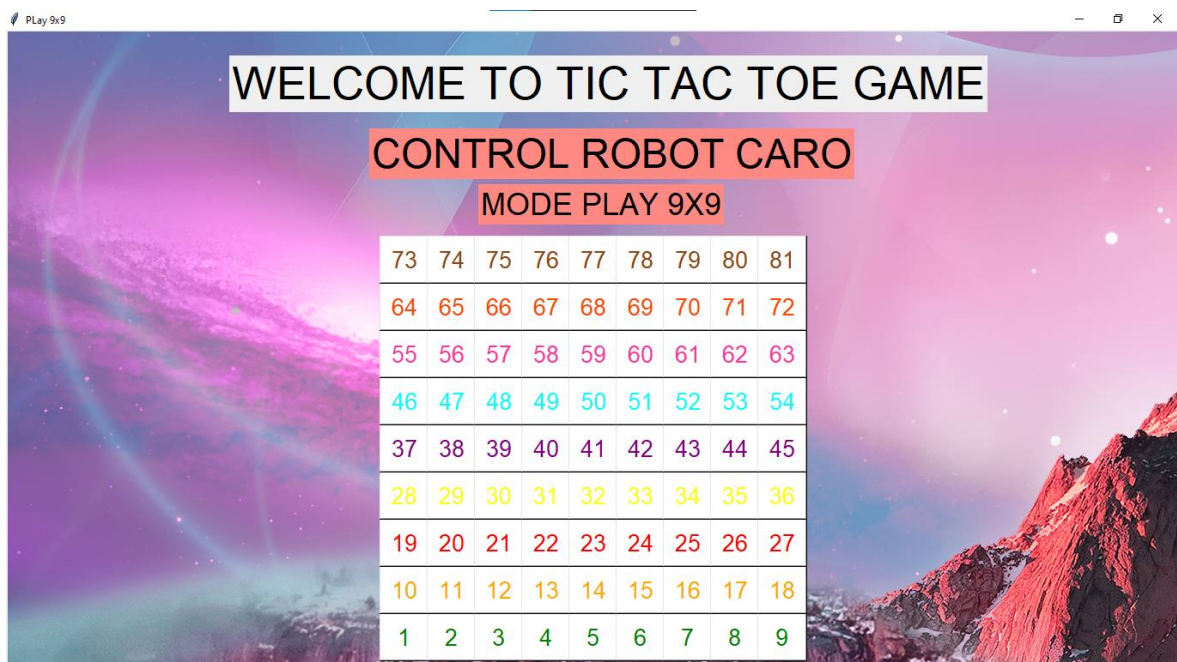
- Giao diện 5x5



- Giao diện 7x7



- Giao diện 9x9



- Code Giao Diện Điều Khiển trên Python

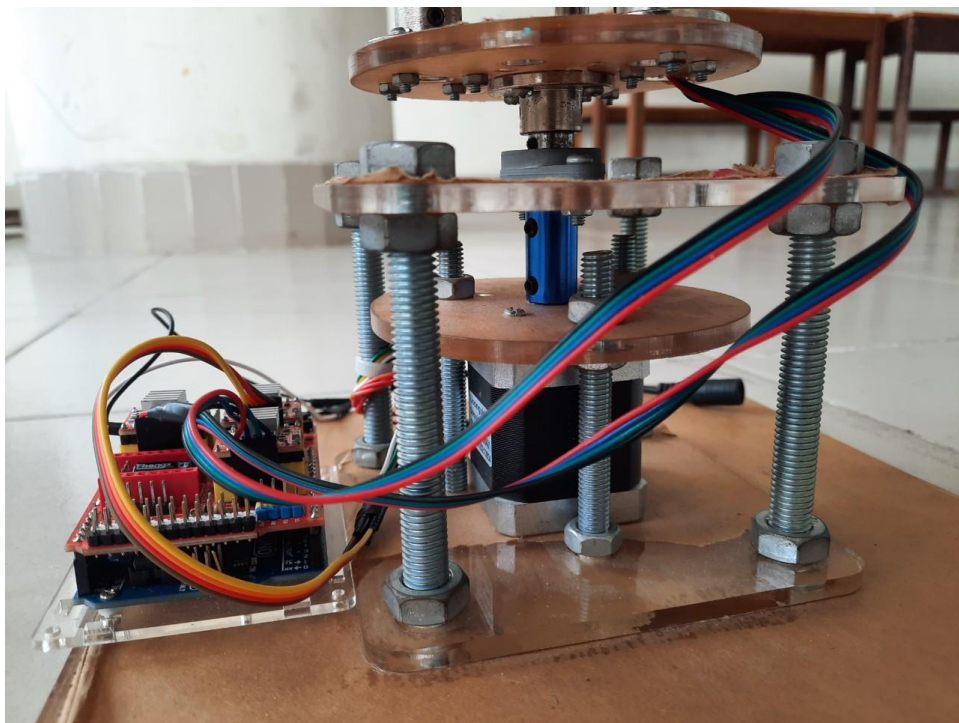
[Code Giao Diện Điều Khiển trên Python](#)

III. Kết quả

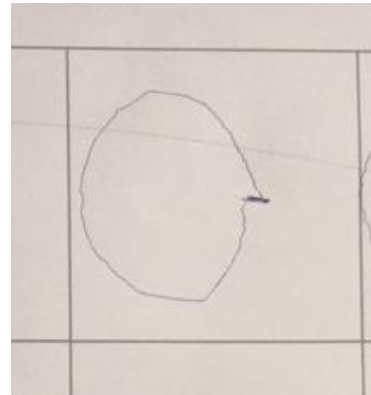
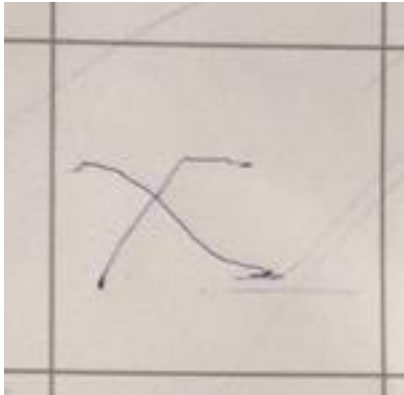
- Hình ảnh Robot hoàn thiện



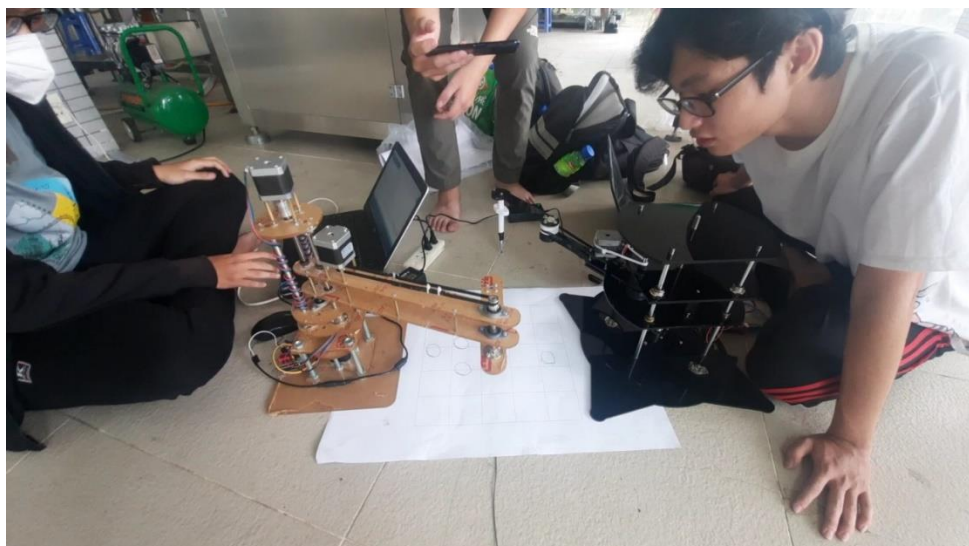
- Kết nối mạch điều khiển và động cơ



- Dấu X và O do Robot vẽ



- Hình ảnh Robot thi đấu thực tế



IV. Kết luận

Nhóm đã hoàn thiện được Robot đánh caro và chạy được theo yêu cầu 3x3, 5x5, 7x7, ngoài ra còn ứng dụng thêm AI để cho Robot tự thi đấu và đạt được kết quả khá tốt.

Xây dựng được trình điều khiển dựa trên ngôn ngữ Python cho các yêu cầu.

Robot vẫn còn gặp vài lỗi trong khâu điều khiển và sai số trong di chuyển nên trong tương lai nhóm sẽ chỉnh sửa và hoàn thiện Robot hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Giáo trình Kỹ thuật robot: Phần 1 - PGS.TS. Nguyễn Trường Thịnh