



Thiết kế, chế tạo và khảo sát robot Scara

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Dương Xuân Biên

Thành viên:

Hoàng Văn Kiên

Đỗ Đức Mạnh

Lê Phấn Nam

Nội dung



1. Giới thiệu



2. Thiết kế robot



3. Cơ cấu chấp hành



4. Cơ cấu truyền động



5. Các bước chế tạo



6. Điều khiển



7. Kết quả và thực nghiệm



1. Giới thiệu

a. Scara

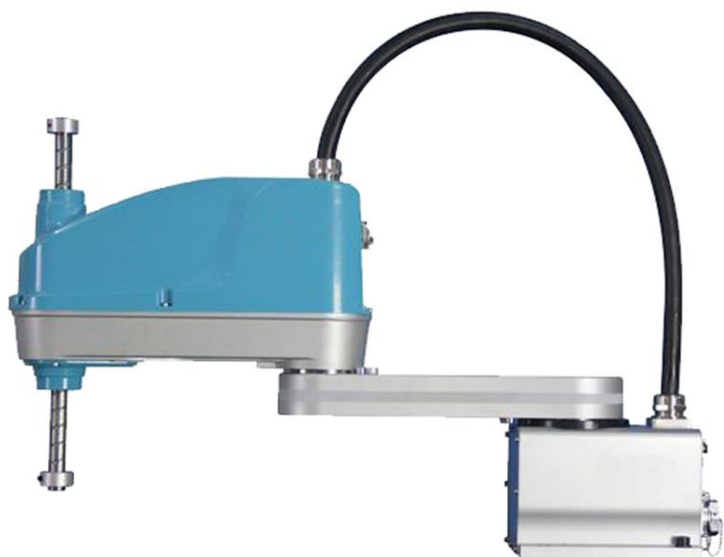


Robot Scara công nghiệp

- Robot Scara được đề xuất đầu tiên vào năm 1979 tại Nhật Bản
- Ưu điểm:
 - Tốc độ
 - Chính xác tuyệt đối
 - Độ lặp lại
 - Khả năng linh động

1. Giới thiệu

b. Mục tiêu



Robot Scara công nghiệp

Tay máy công nghiệp kích thước lớn,
độ chính xác tuyệt đối, giá thành cao.



Thiết kế robot Scara quy mô nhỏ, phù
hợp với sinh viên nghiên cứu và học tập.

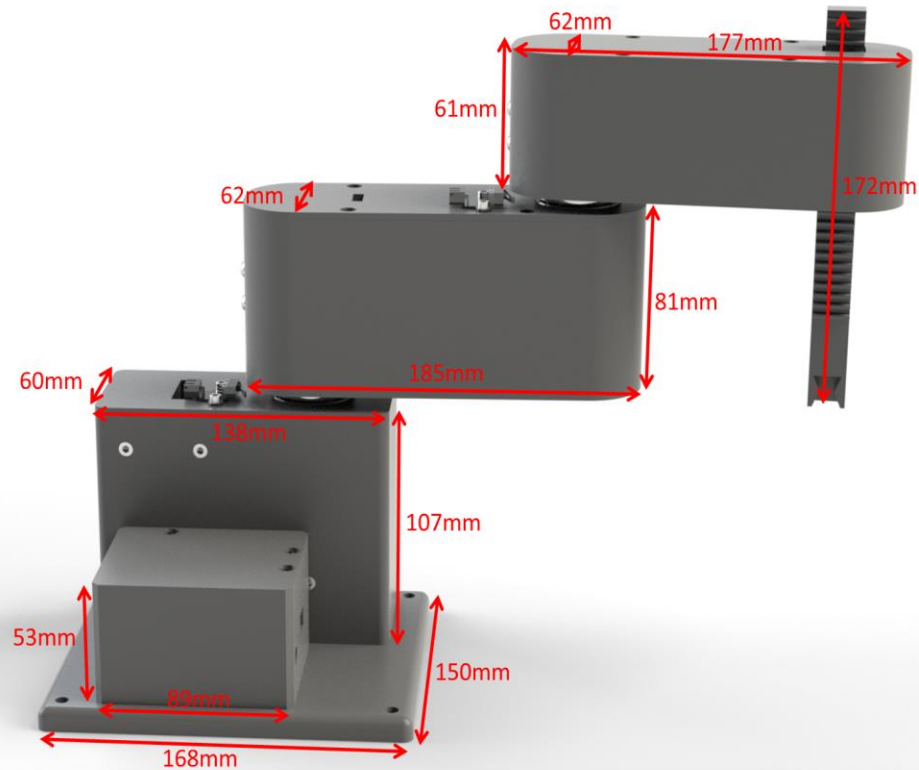
1. Giới thiệu

c. Đề xuất thiết kế

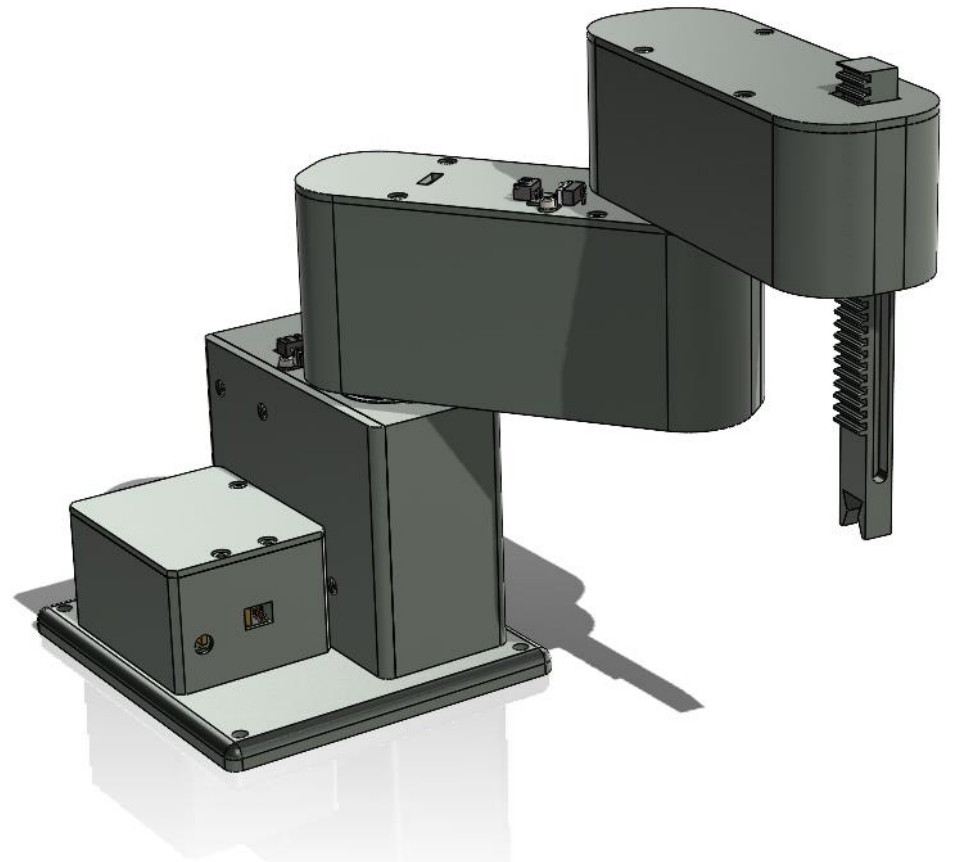
Các tham số	Yêu cầu
Loại tay máy	Scara
Số bậc tự do	3 bậc
Phạm vi hoạt động	Bán kính 20-30cm
Khối lượng	$\leq 2\text{kg}$
Vật liệu	Nhựa in PLA công nghệ in 3D
Chi phí	3.000.000đ

2. Thiết kế robot

a. Thiết kế và mô phỏng trên Solidworks



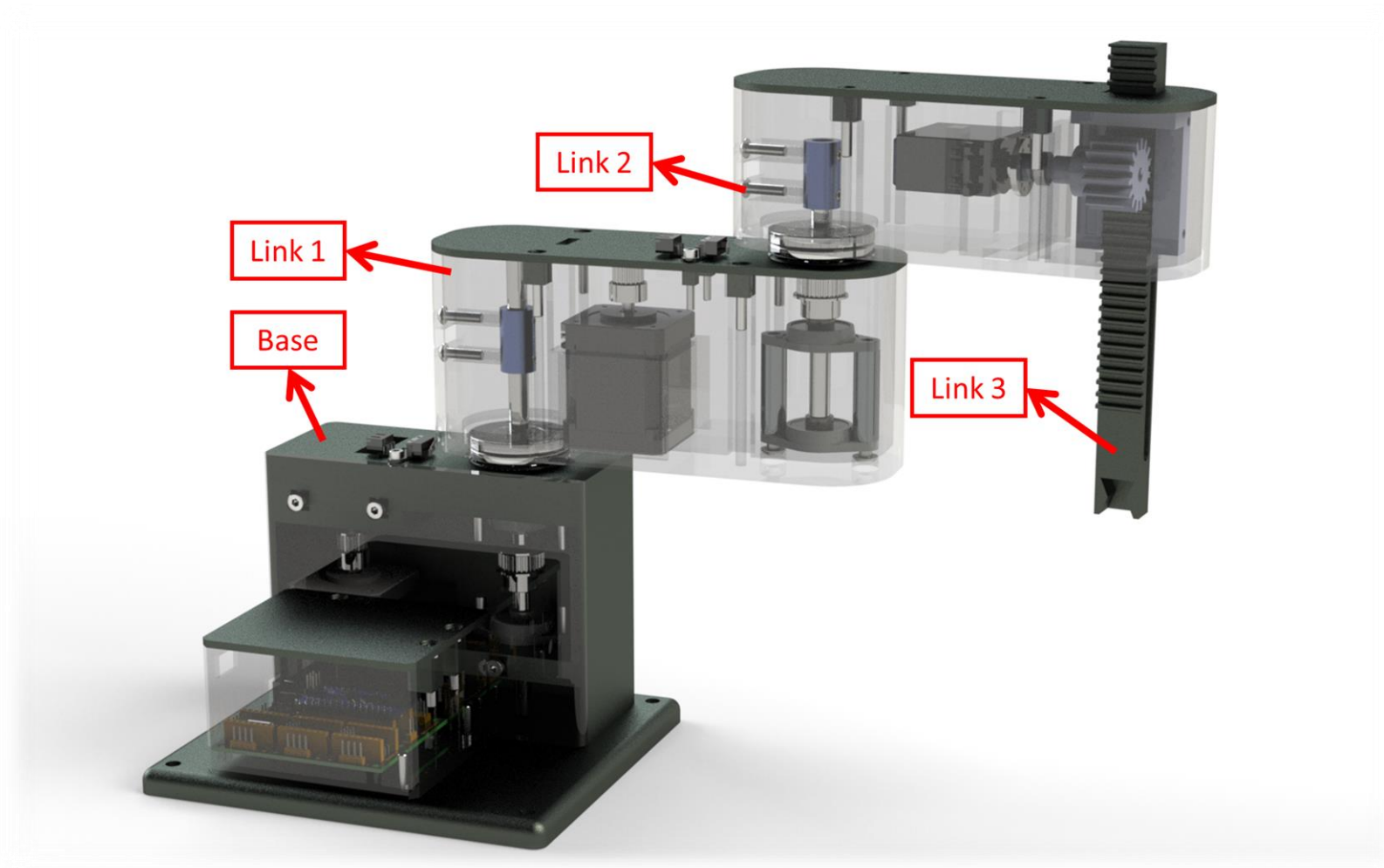
Kích thước robot



Mô hình 3D tay máy

2. Thiết kế robot

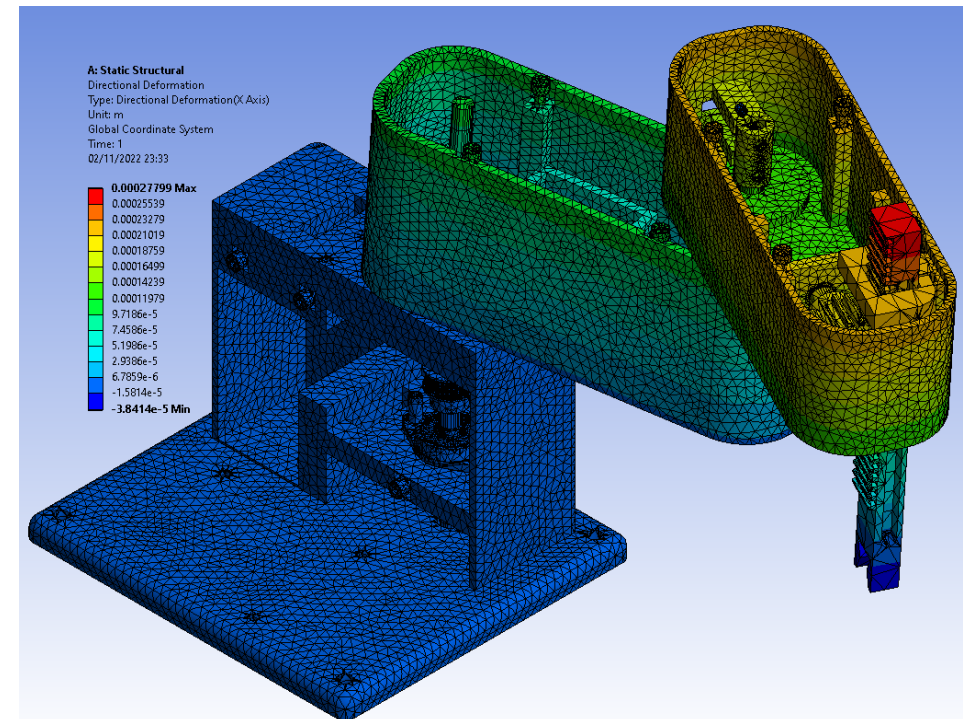
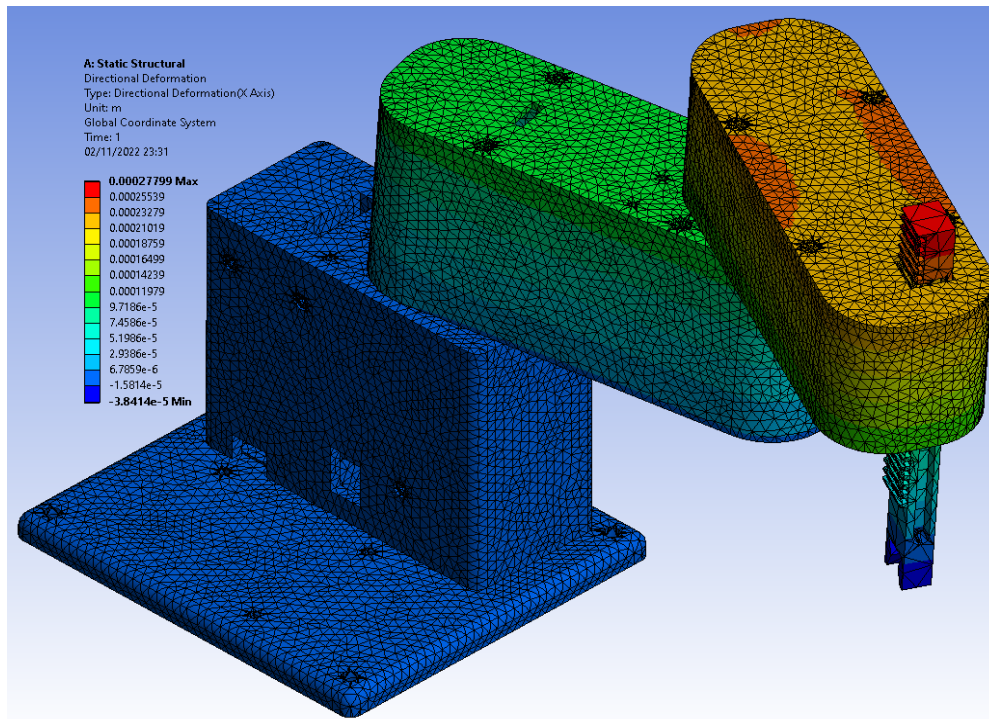
a. Thiết kế và mô phỏng trên Solidworks



2. Thiết kế robot

b. Đánh giá thiết kế

- Vật liệu vỏ: Nhựa PLA-F
- Các chi tiết khác: Nhôm, Crom



3. Cơ cấu chấp hành

a. Lựa chọn động cơ

Tiêu chí

- Độ chính xác cao
- Điều khiển dễ dàng
- Tuổi thọ tốt
- Giá thành hợp lý



a) RC Servo TD8120MG



b) RC Servo FT5330M



c) RC Servo DS 5160SSG



d) EZI Servo



e) Nema 17

Các loại động cơ thường dùng trong tay máy robot

3. Cơ cấu chấp hành

a. Lựa chọn động cơ



Servo motor



Step motor

Đặc điểm	Servo	Step
Bước	1°	1.8° – 1.8/16°
Vận tốc	Không	Có
Gia tốc	Không	Có
Driver	Tích hợp sẵn	Có
Encoder	Có	Không

3. Cơ cấu chấp hành

b. Thông số động cơ



Nema 17HS8401s

Thông số	Nema 17HS8401s
Nguồn (V)	12 - 24
Dòng (A)	1.8
Momen xoắn (Ncm)	2.6
Kích thước (mm)	42 × 42 × 48
Khối lượng (g)	368

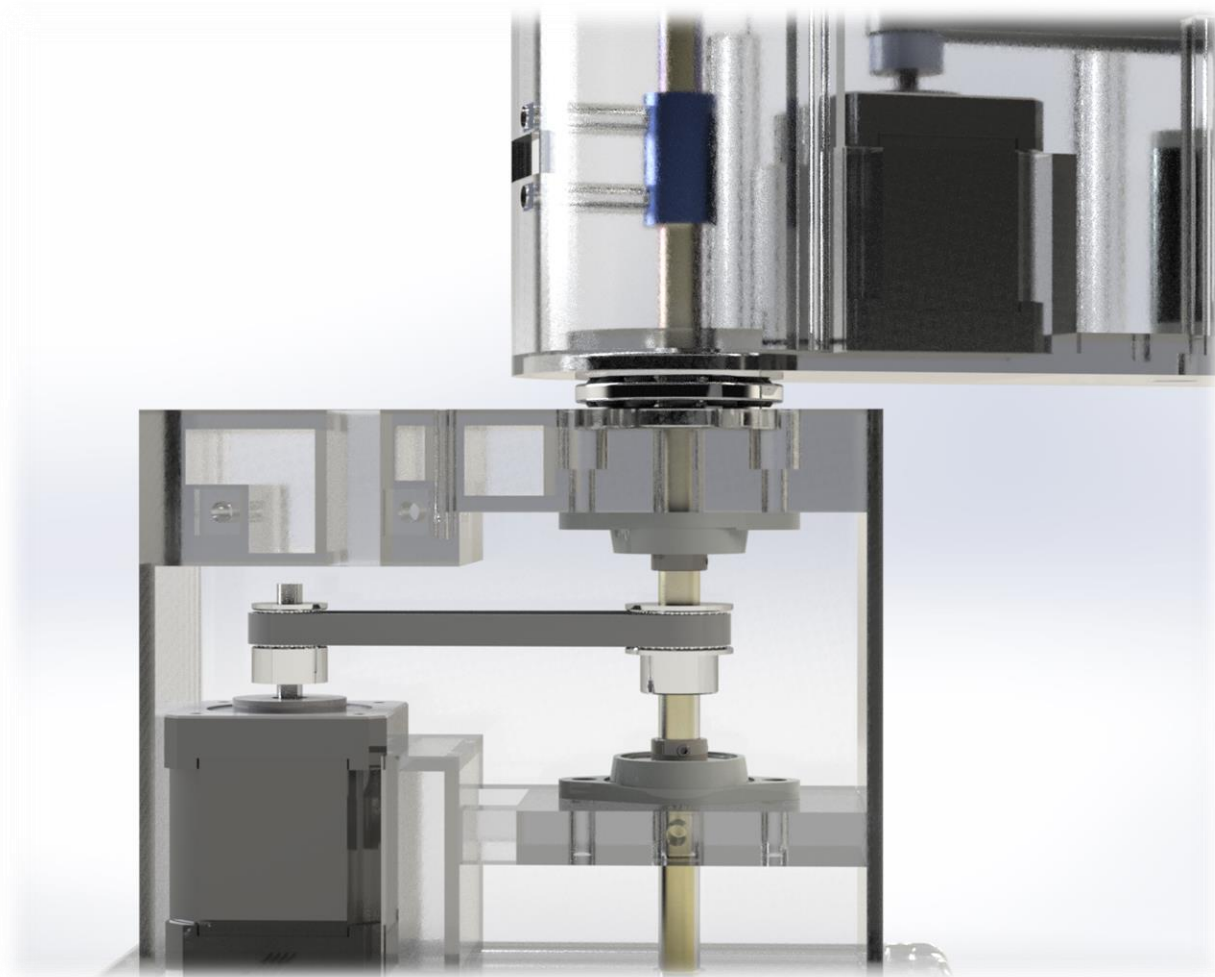
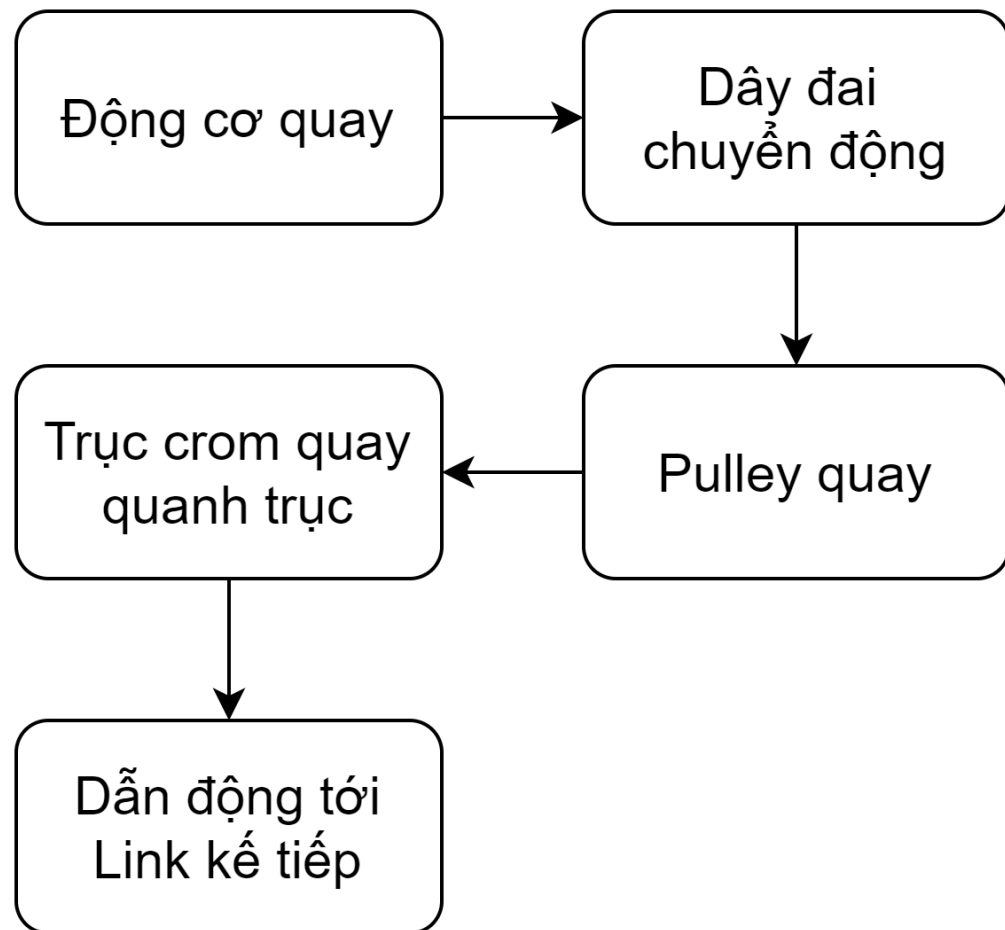


Công tắc hành trình

Trạng thái nút bấm	Giá trị trả về
Kích hoạt	1
Chưa kích hoạt	0

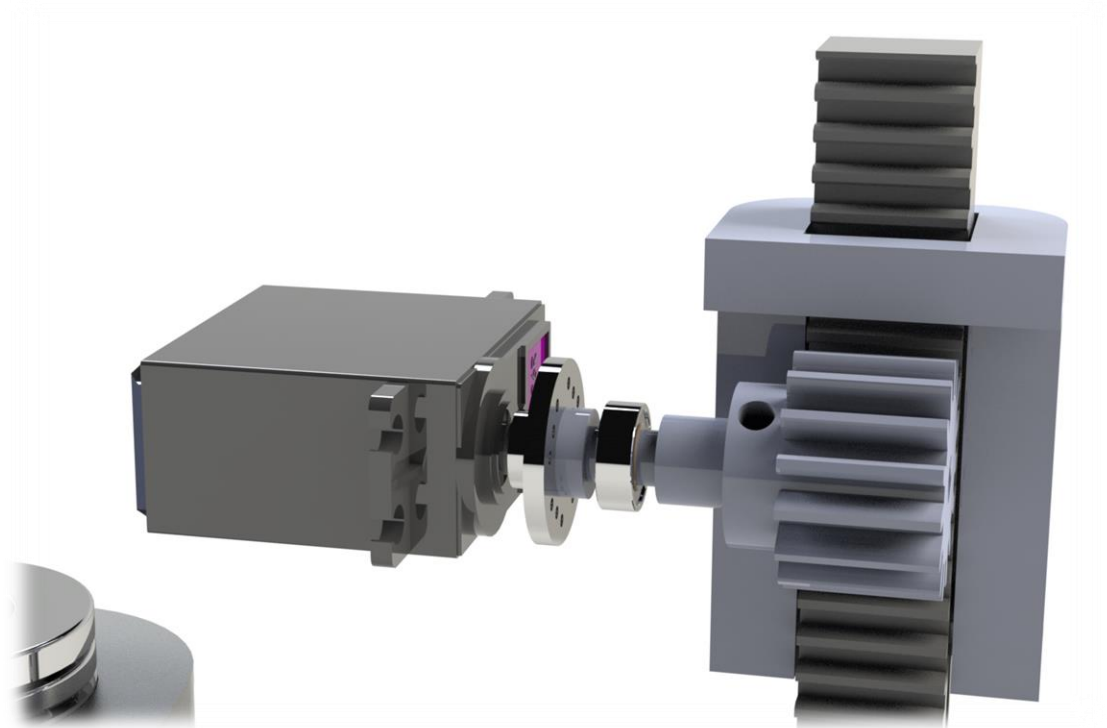
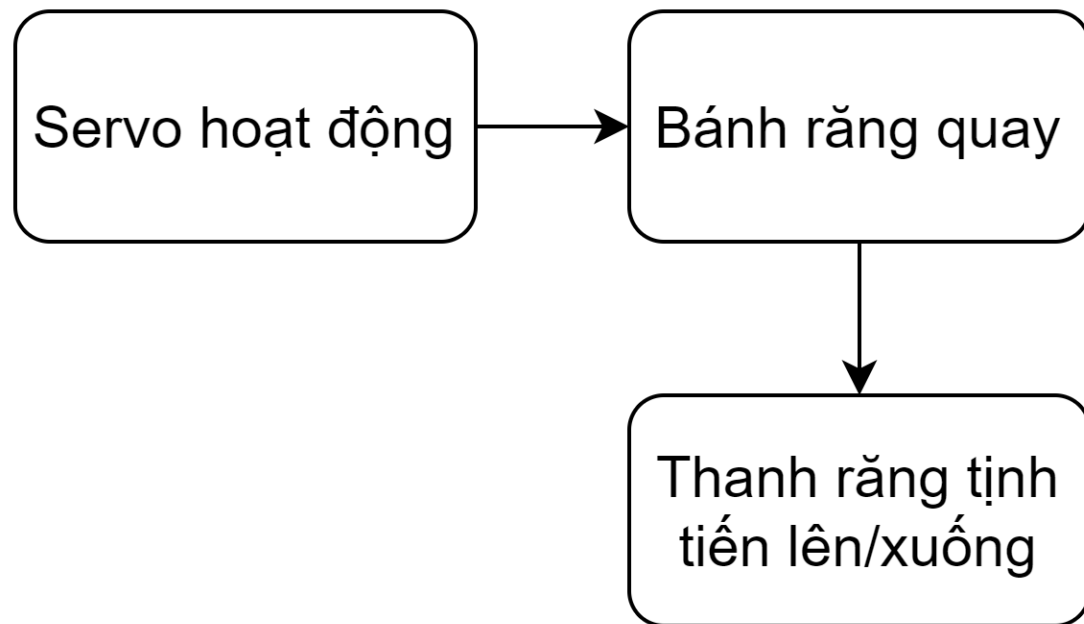
4. Cơ cấu truyền động

a. Cơ cấu bánh răng – dây đai



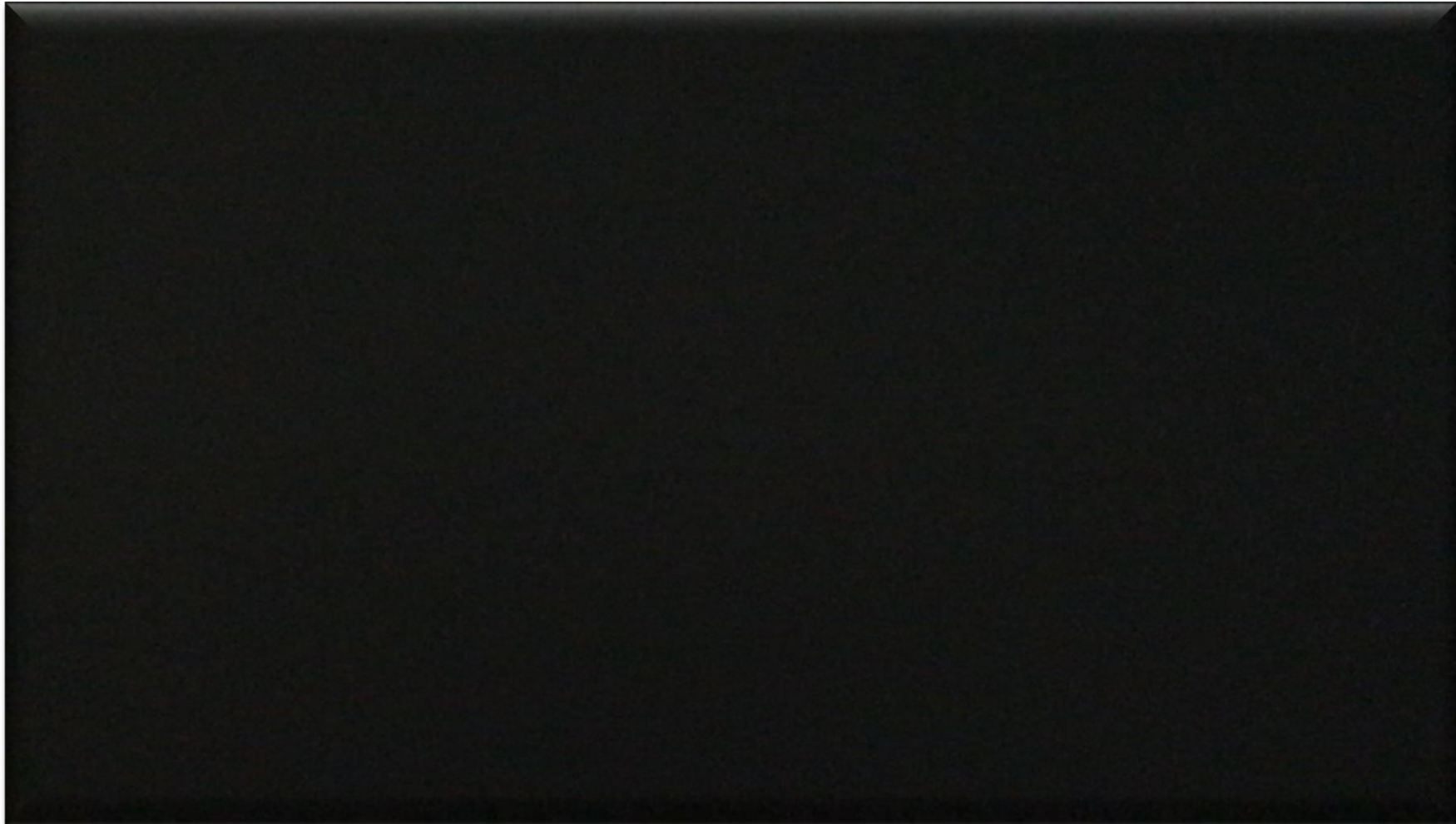
4. Cơ cấu truyền động

b. Cơ cấu bánh răng – thanh răng



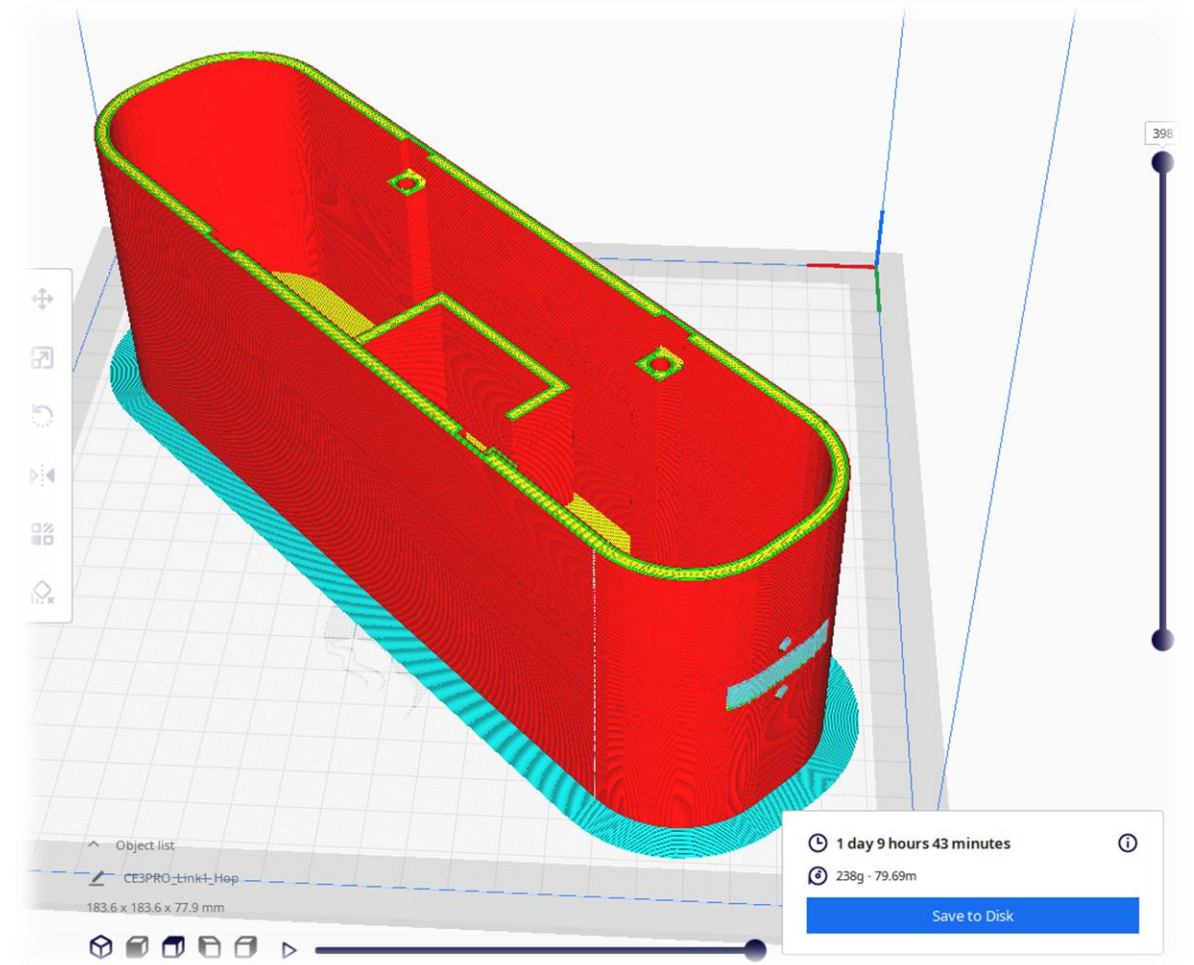
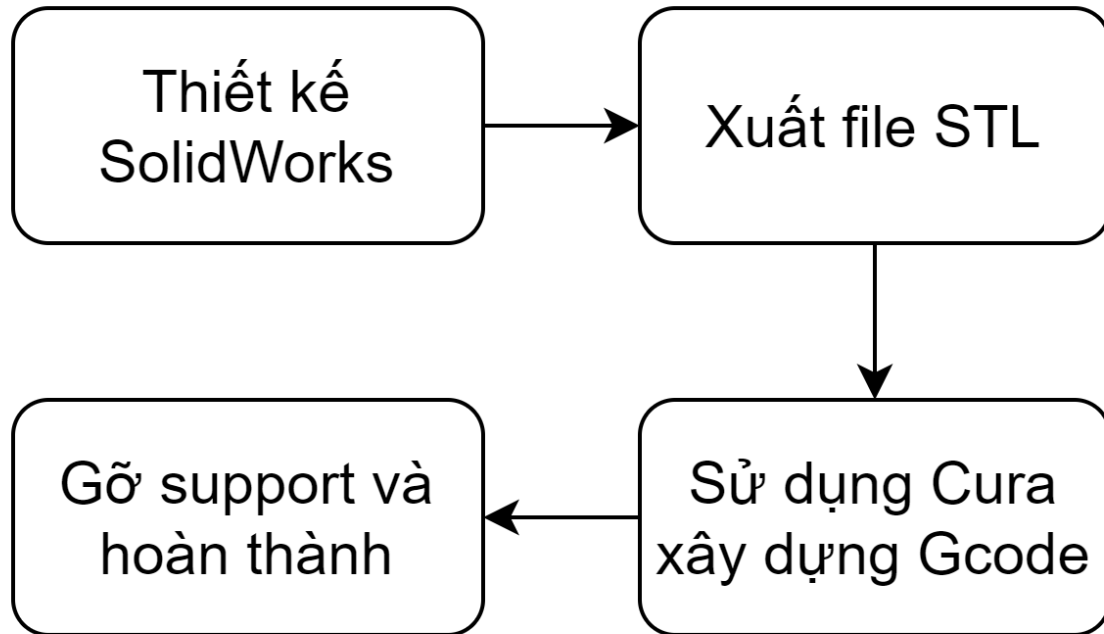
5. Các bước chế tạo

a. Video toàn cảnh



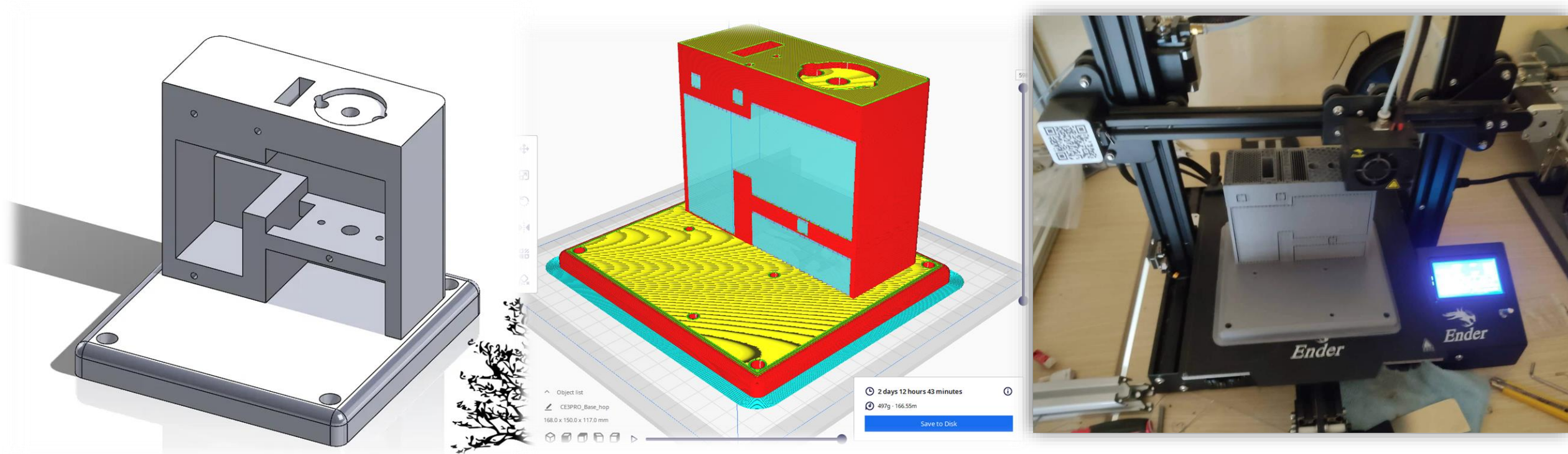
5. Các bước chế tạo

b. Chế tạo



5. Các bước chế tạo

b. Chế tạo



Mô phỏng SolidWorks



Xuất Gcode trên Cura



Bắt đầu in trên máy

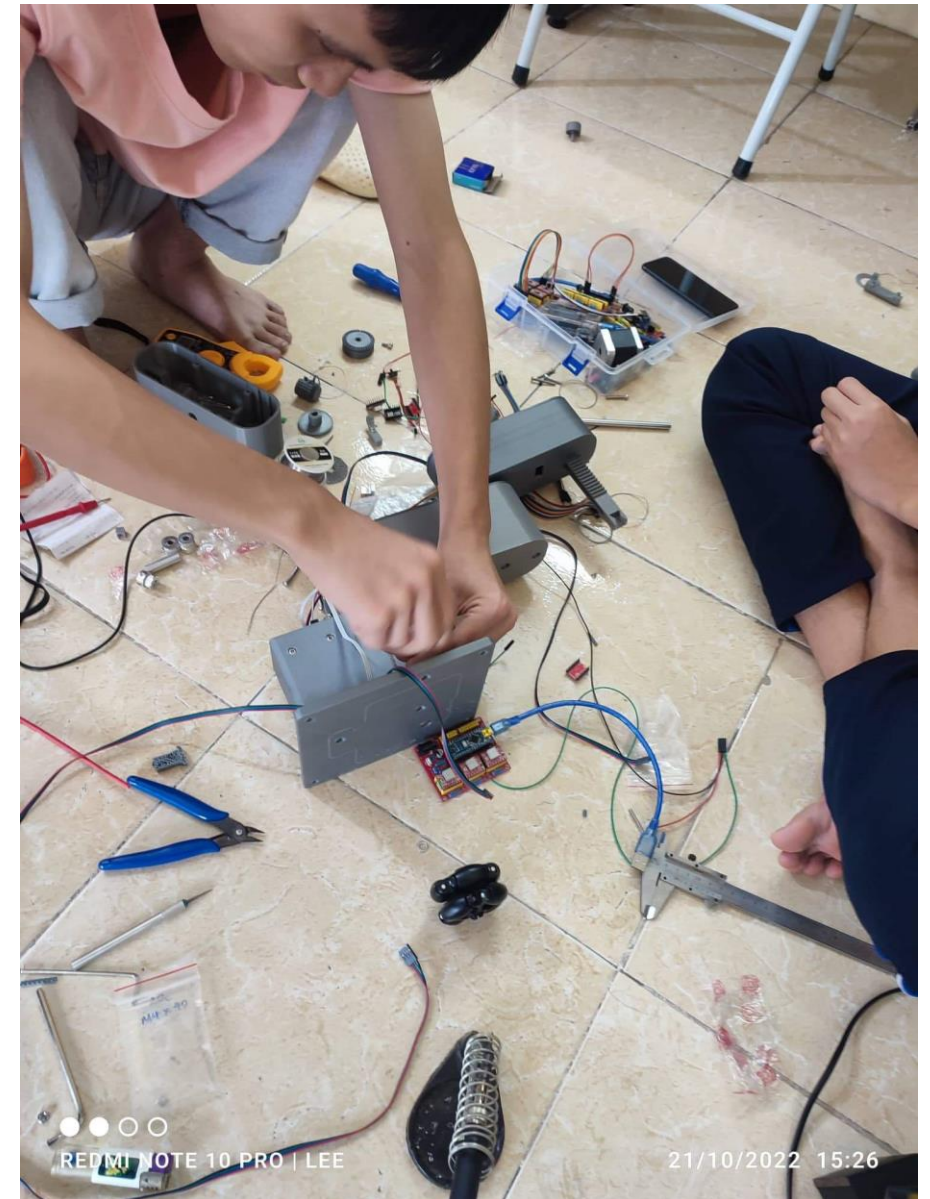
5. Các bước chế tạo

c. Lắp ráp



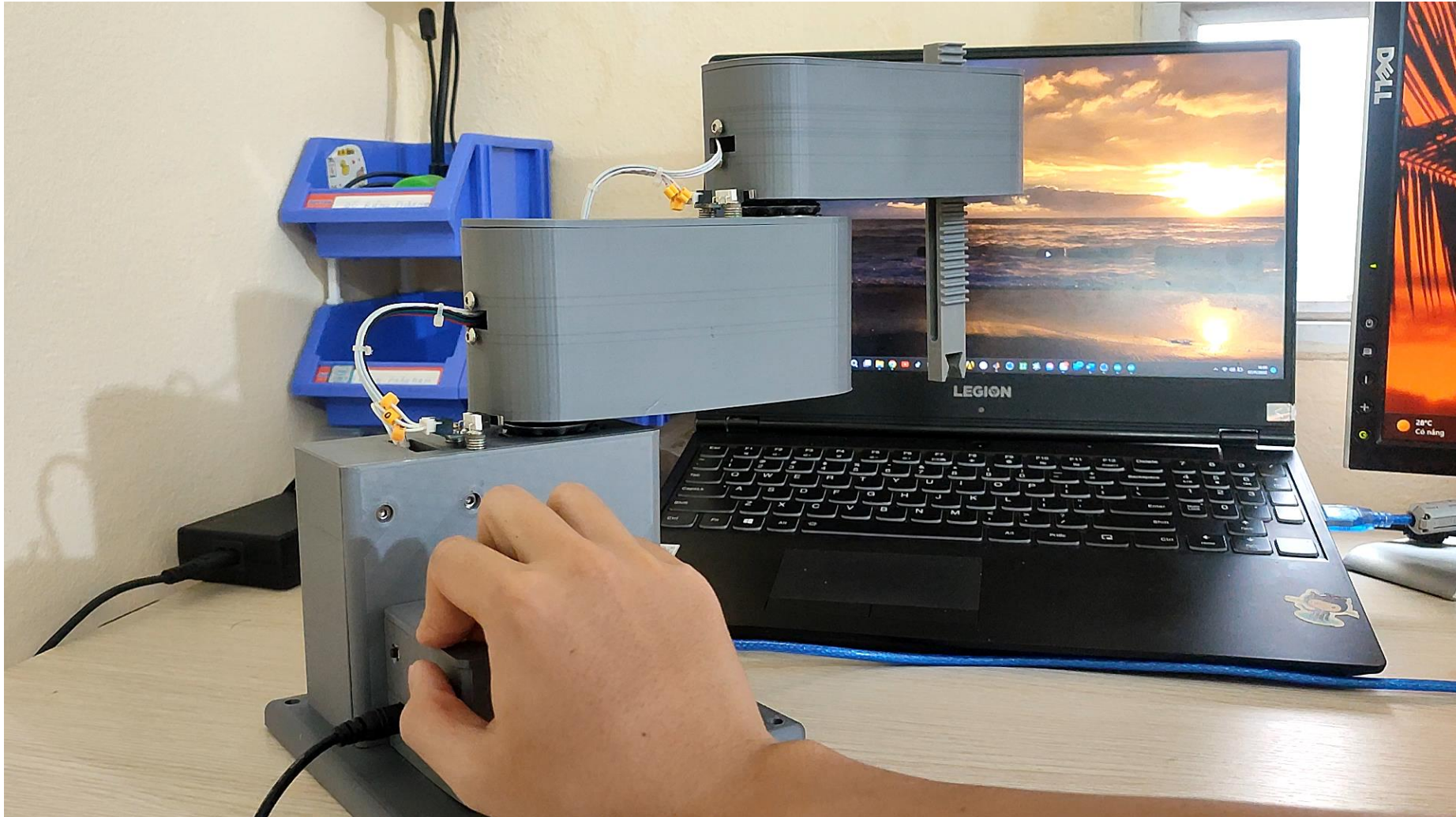
Các phần sau khi in xong

*Lắp ghép khung
và các cơ cấu*



5. Các bước chế tạo

d. Sản phẩm

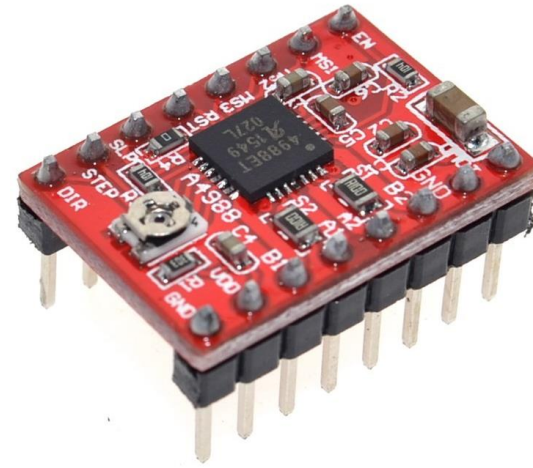


6. Điều khiển

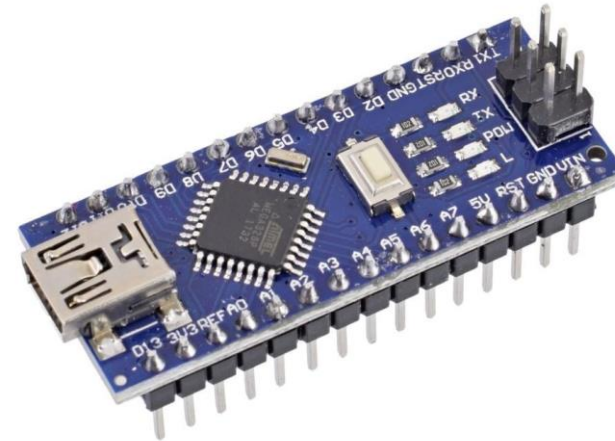
a. Mạch và driver



CNC shield v4



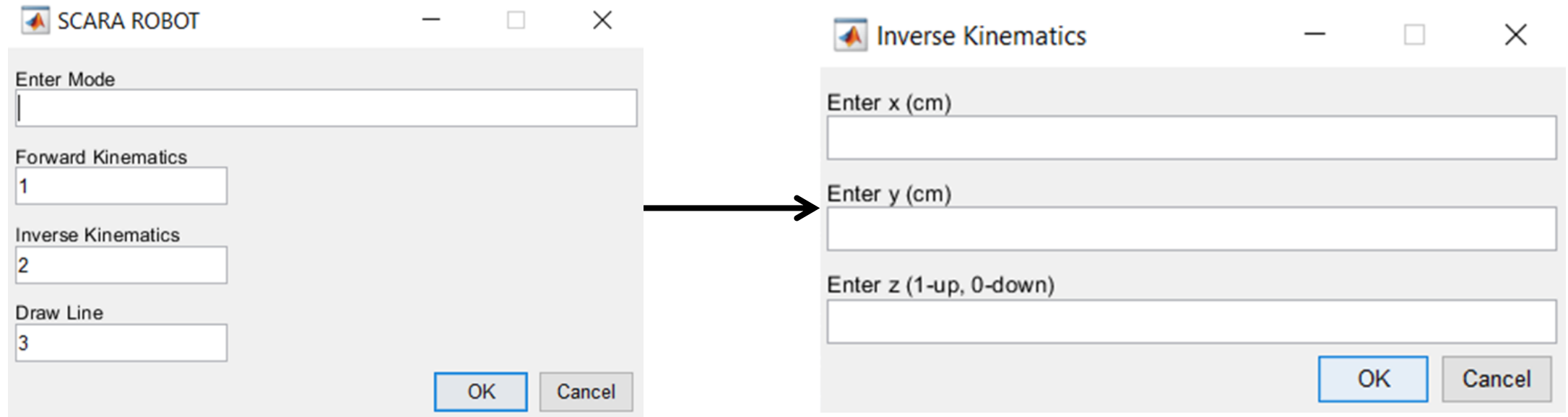
Driver a4988



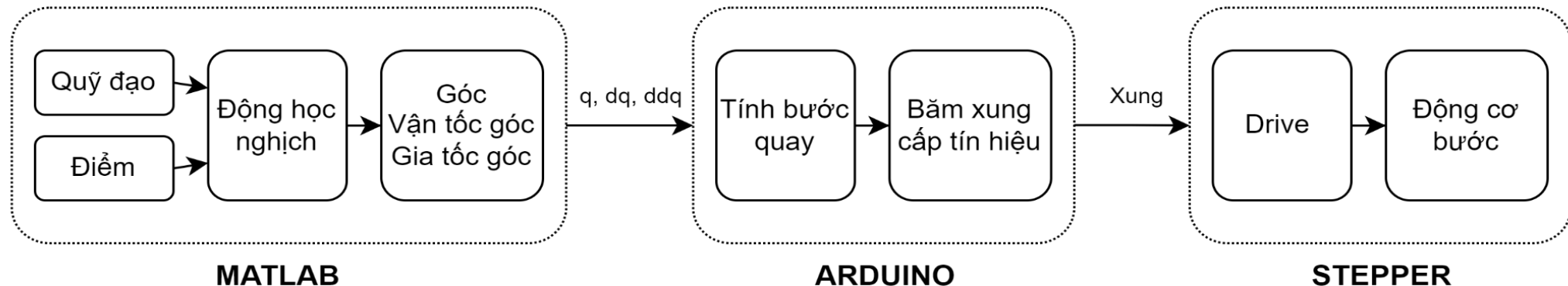
Arduino Nano

6. Điều khiển

b. Quy trình hoạt động



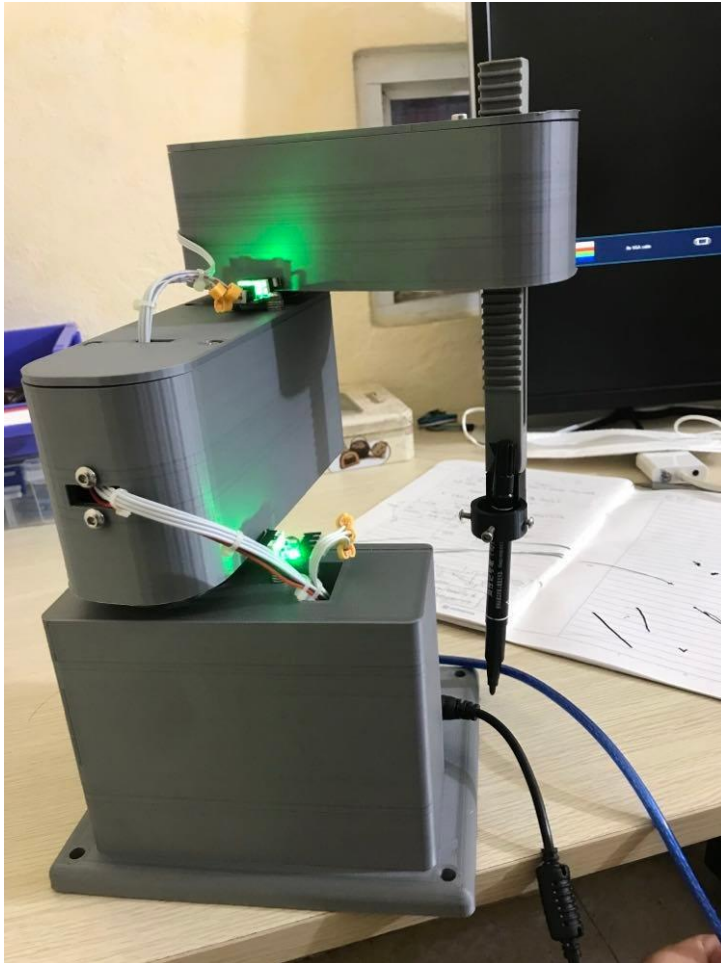
Giao diện matlab



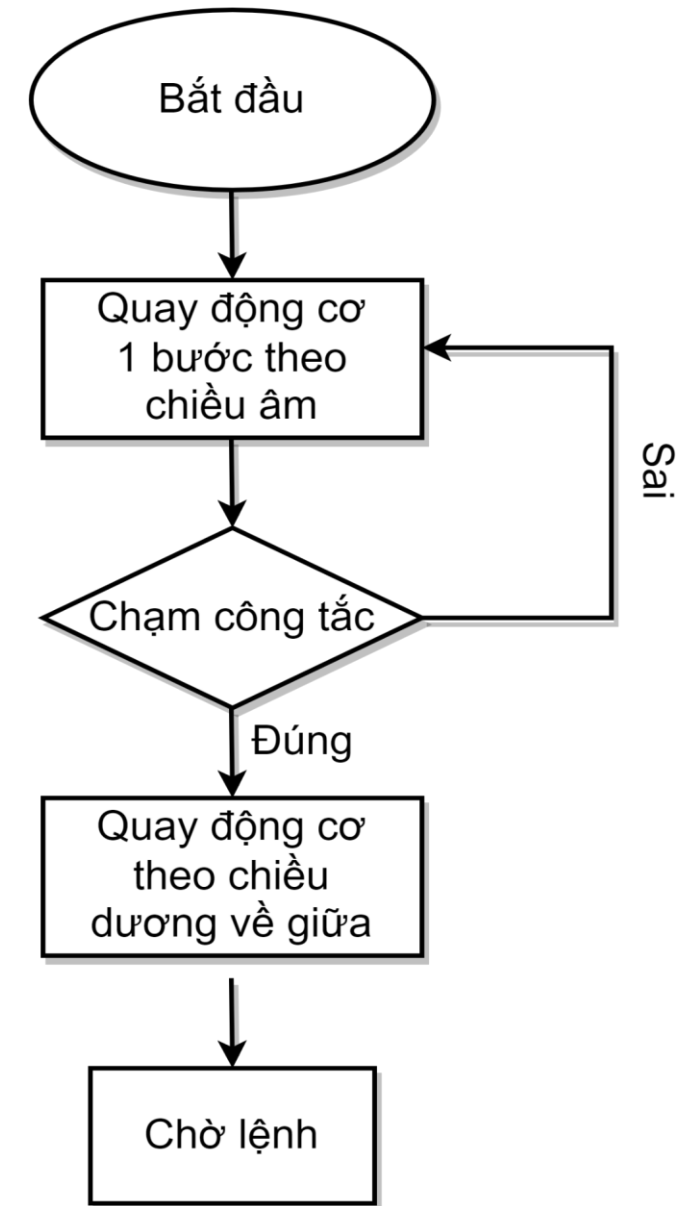
Quy trình hoạt động

6. Điều khiển

c. Xác định vị trí ban đầu – Homing procedure



Phát hiện vị trí gốc



Lưu đồ khởi tạo vị trí ban đầu

6. Điều khiển

d. Phương pháp điều khiển

	Phương pháp hình học	Phương pháp toán học
Động học thuận	$x_2 = L_1 \sin \theta_1 + L_2 \sin (\theta_1 + \theta_2)$ $y_2 = L_1 \cos \theta_1 + L_2 \cos (\theta_1 + \theta_2)$	
Động học nghịch	$\theta_1 = \arctan \frac{L_1 x_2 + L_2 x_2 \cos \theta_2 - L_2 y_2 \sin \theta_2}{L_1 y_2 + L_2 y_2 \cos \theta_2 + L_2 x_2 \sin \theta_2}$ $\theta_2 = \arccos \frac{x_2^2 + y_2^2 - (L_1^2 + L_2^2)}{2 L_1 L_2}$	$\tilde{\theta}_{k+1} = \theta_k + \mathbf{J}^+ \left(\theta_k \right) \mathbf{E}_k \Delta t$

Trong đó:

$$\mathbf{E} = \mathbf{f}(\theta), \mathbf{E} \in \mathbf{R}^m, \theta \in \mathbf{R}^n$$
$$\mathbf{J}^+ (\theta) = \mathbf{J}^T (\theta) \left[\mathbf{J} (\theta) \mathbf{J}^T (\theta) \right]^{-1}$$
$$\mathbf{E}_k = \frac{\partial \mathbf{f}}{\partial \theta} \theta = \mathbf{J} (\theta) \theta$$

7. Kết quả và thực nghiệm

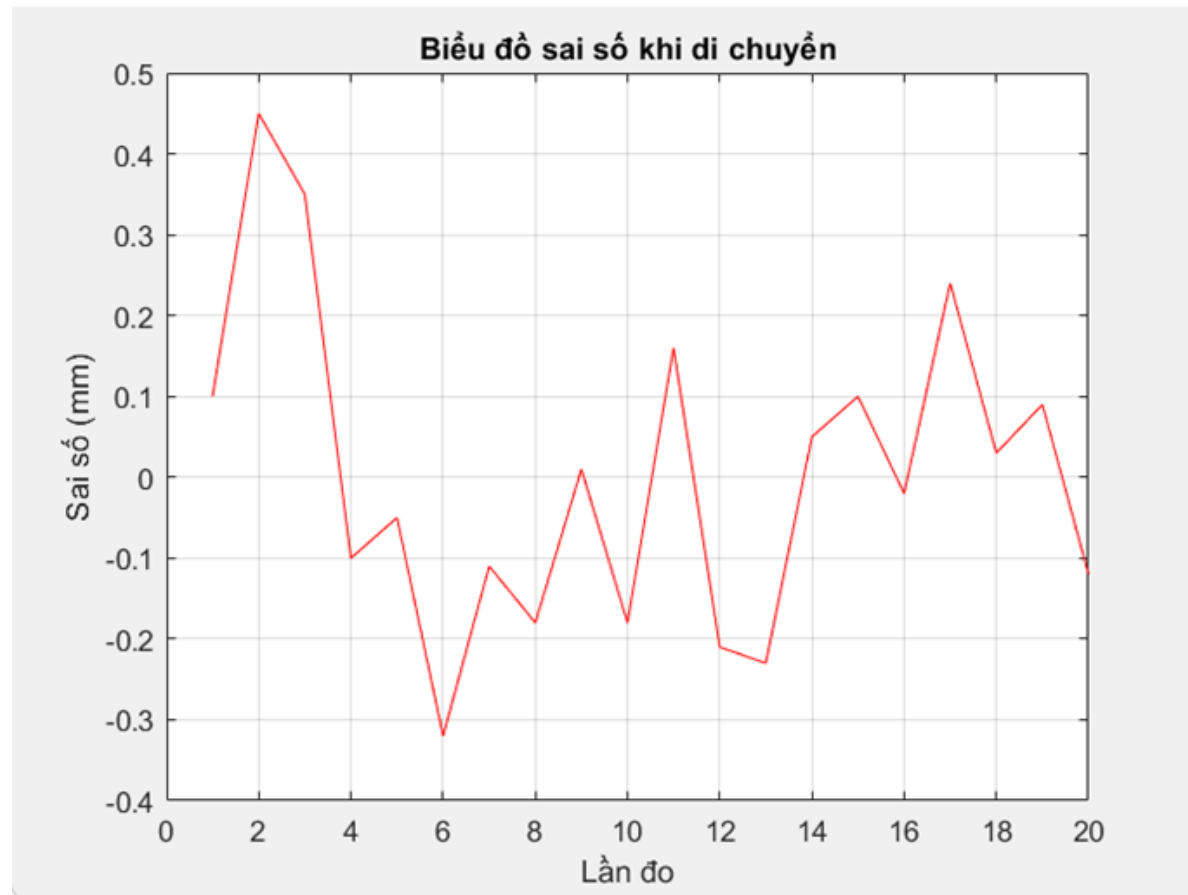
a. Video demo, chuyển động theo chữ A



7. Kết quả và thực nghiệm

b. Đánh giá sai số

Đồ thị sai số của tay máy robot khi di chuyển từ vị trí ban đầu (123, -116, 0) đến (0, 23.9, 0):



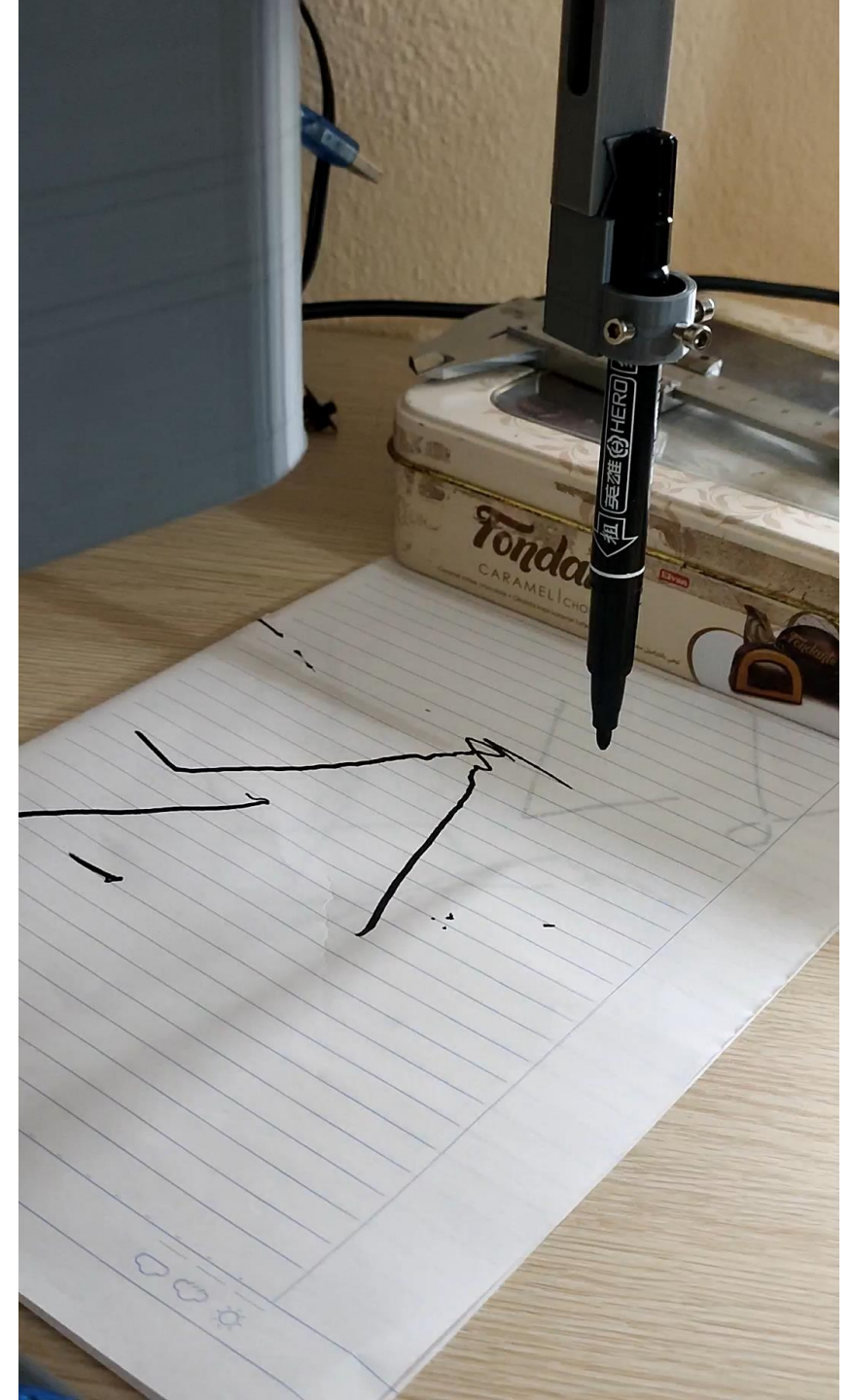
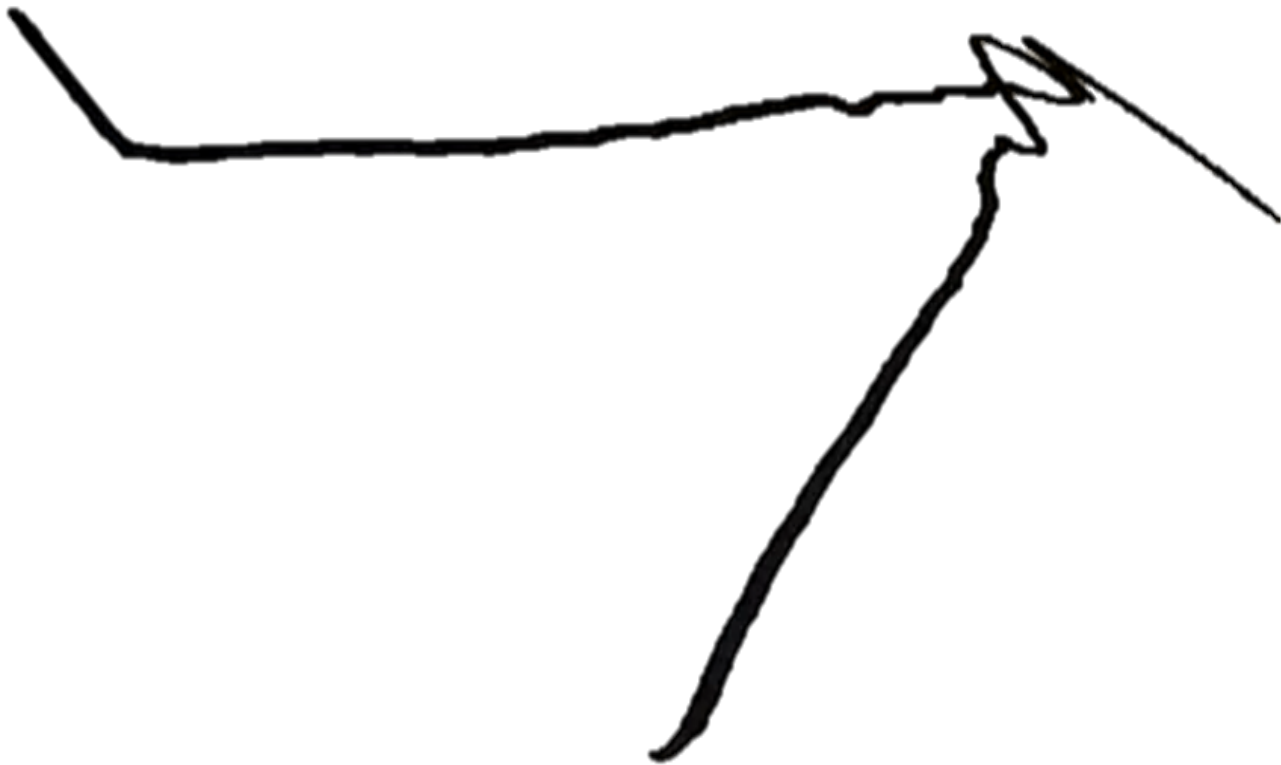
Độ lệch chuẩn:

$$\sigma = 0.19778mm$$



7. Kết quả và thực nghiệm

c. Video demo, chuyển động lặp lại quỹ đạo



7. Kết quả và thực nghiệm

d. Video demo, chuyển động vẽ dấu tick “✓”



7. Kết quả và thực nghiệm

d. Video demo, chuyển động vẽ dấu tick “✓”



7. Kết quả và thực nghiệm

e. Bảng đánh giá thực tế

Tiêu chí	Thực tế
Phạm vi hoạt động	24.1 cm
Khối lượng	1.4 kg
Độ chính xác	± 0.1977 mm
Tốc độ	1.5 rpm
Giá thành	4,000,000 VNĐ

Khó khăn và khắc phục

a. Khó khăn

- Khung máy in 3D gây ra sai số so với mô hình mô phỏng ví dụ như mặt đế hơi cong, các góc bo không được tròn.
- Mạch điều khiển giá thành rẻ, xuất hiện nhiều nhiều.
- Động cơ chưa đáp ứng được tải khi robot hoạt động .
- Giao tiếp matlab to Arduino chưa ổn định.
- Giao diện điều khiển chưa hoàn chỉnh.
- Phương pháp điều khiển hình học còn tồn tại điểm kì dị gây ra tính toán góc sai.

Khó khăn và khắc phục

b. Định hướng tương lai

- Tích hợp thêm cảm biến khoảng cách, giúp phần cân bàn cho điểm E được tự động hoá và chính xác hơn.
- Sử dụng thêm camera, xử lý ảnh phát hiện vật và gấp vật.
- Tích hợp xử lý ảnh, nhận diện ảnh có sẵn và vẽ theo mẫu.
- Cải thiện về tốc độ cho robot, nâng cao tính ổn định khi chuyển động với vận tốc cao đồng thời giảm sai số, khi hoạt động của robot.

Thank you

