

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY

BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ



HCMUTE

THỰC TẬP SERVO

BÁO CÁO 2

GVHD: ThS. Võ Lâm Chương

SVTH:	Trần Ngọc Hiểu	20146127
	Đỗ Sĩ Hoài	20146491
	Phạm Quang Huy	20146126
	Tiết Nguyễn Hoàng Tấn Đạt	20146488
	Dương Nhật Huy	20146125
	Lê Nhựt Linh	20146159
	Lê Văn Mạnh Quỳnh	20146147

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2023

MỤC LỤC

MODULE 1: HỆ THỐNG SERVO ĐA TRỤC SỬ DỤNG AC SERVO MOTOR	3
1. Nội dung thí nghiệm	3
2. Giới thiệu hệ thống	3
2.1 Hệ thống phần cứng.....	3
3. Tiến hành thí nghiệm.....	6
3.1 Tính toán BLU	6
3.2 Tiến hành lập trình.....	7
MODULE 2: HỆ THỐNG SERVO THỦY LỰC	14
1. Nội dung thí nghiệm	14
2. Giới thiệu hệ thống	14
3. Tiến hành thí nghiệm.....	18
3.1 Tính toán phương trình liên hệ giữa vị trí (mm) và giá trị ADC đọc được	18
3.2 Chương trình điều khiển	18
3.3 Lựa chọn thông số PID phù hợp và kết quả	20

MODULE 1: HỆ THỐNG SERVO ĐA TRỤC SỬ DỤNG AC SERVO MOTOR

1. Nội dung thí nghiệm

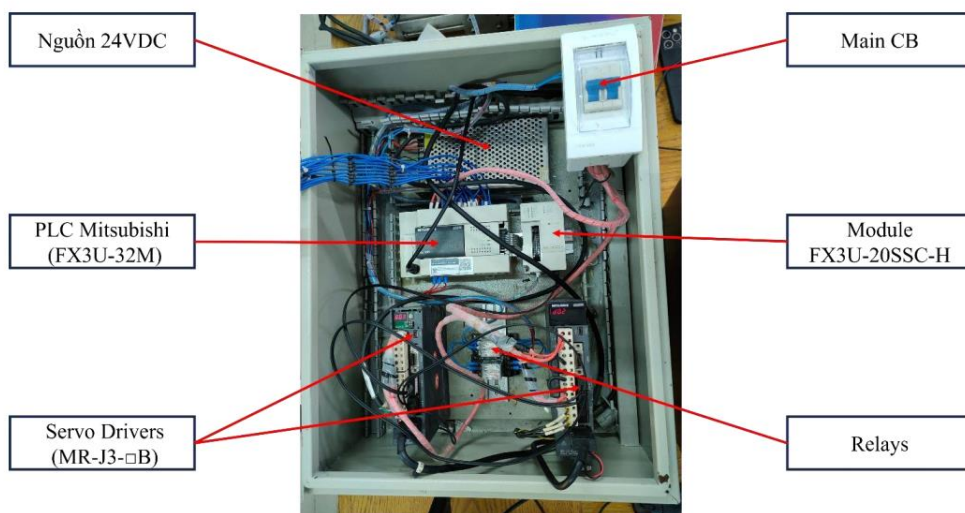
- Điều khiển AC Servo Motor.
- Lập trình điều khiển PLC Mitsubishi.
- Bộ điều khiển chuyển động FX3U-20SSC-H.
- Nội suy tuyến tính và đường tròn.

2. Giới thiệu hệ thống

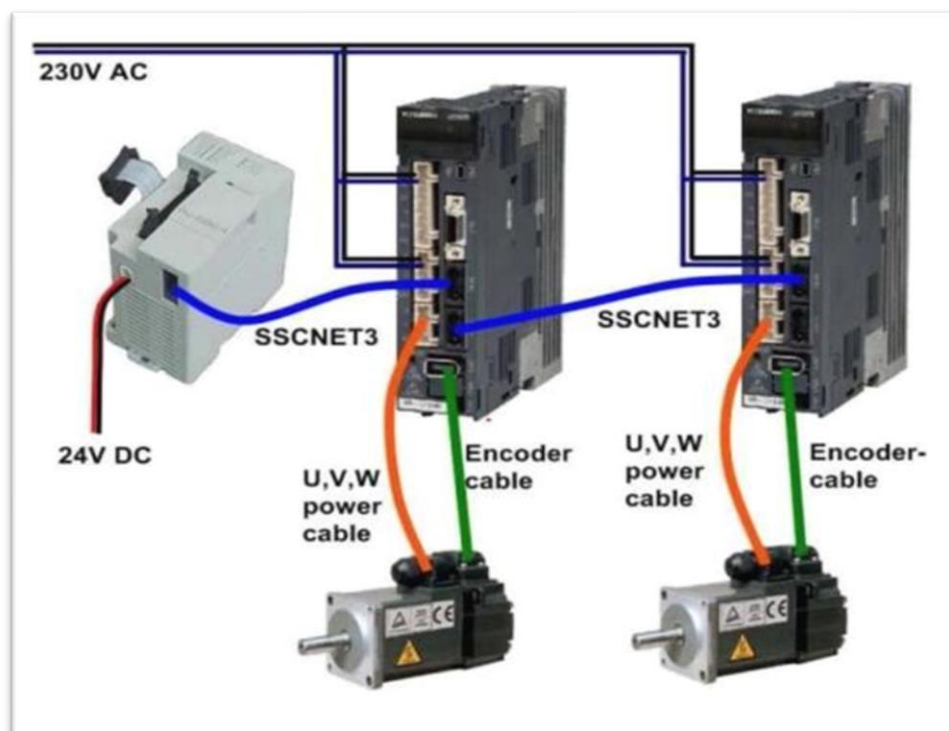
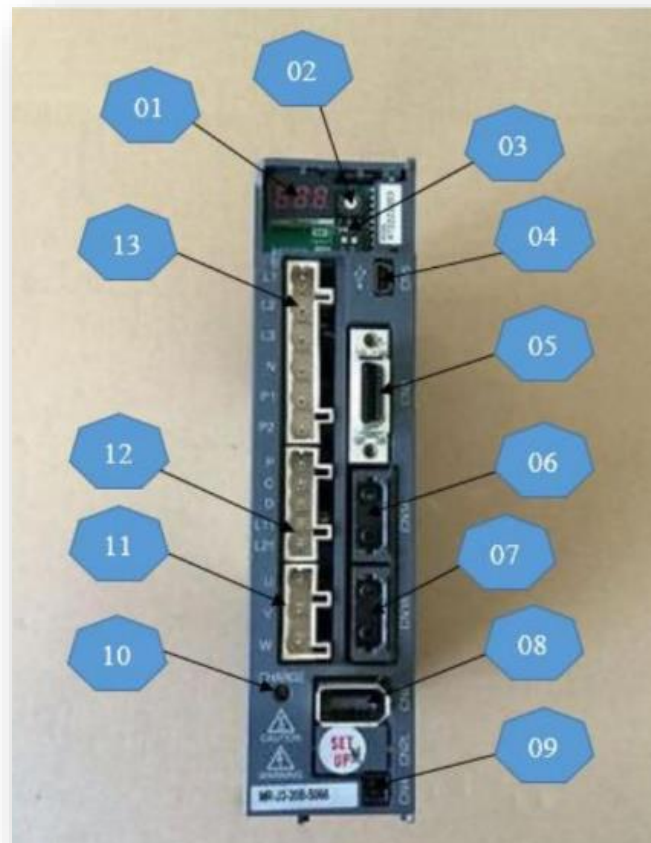
2.1 Hệ thống phần cứng



Hình 1.1 Tủ điện điều khiển

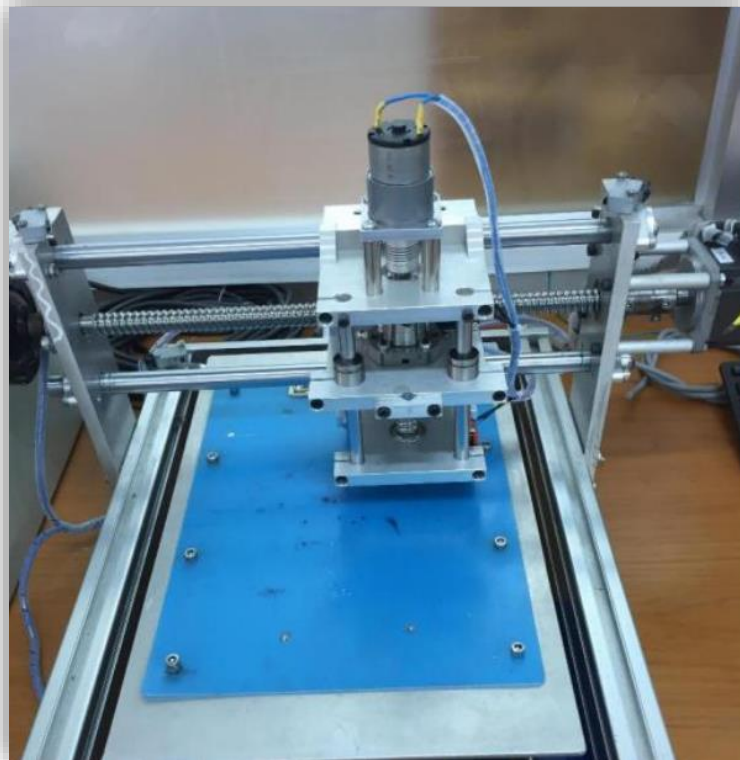


Hình 1.2 Cấu trúc tủ điện



Hình 1.4 Sơ đồ kết nối giữa Melservo và FX3U-20SSC-H

- Bộ khuếch đại servo MR-J3-20B đọc trực tiếp dữ liệu vị trí từ bộ mã hóa. Các
- servo.
- Điều khiển tốc độ và hướng và độ chính xác định vị của động cơ với độ chính
- xác cao đạt được bằng cách đọc dữ liệu từ mô-đun FX3U-20SSC-H qua cáp
- SSCNETIII. SSCNETIII.
- Cải thiện đáng kể tốc độ truyền thông và khả năng chống ồn bằng cách sử dụng quang học hệ thống thông tin liên lạc



Hình 1.5 Hệ thống Servo 3 trục



Hình 1.6 Thông số AC Servo Motor

3. Tiến hành thí nghiệm

3.1 Tính toán BLU

Ta tiến hành tìm giá trị quãng đường đi được khi kích cho xung đi lần lượt các quãng đường từ 200 000 xung đến 2 500 000 xung. Sau đó tiến hành tính BLU cho mỗi trường hợp. Tiến hành cộng trung bình các kết quả để lấy kết quả chính xác nhất.

No.	Position and frequency (PLS; Hz)	Measure the distance traveled (mm)	BLU
1	200,000PLS; 1000000Hz	4	0.00002
2	500,000PLS; 1000000Hz	9	0.000018
3	600,000PLS; 1000000Hz	12	0.00002
4	700,000PLS; 1000000Hz	13	0.0000186
5	900,000PLS; 1000000Hz	17	0.0000189
6	1,000,000PLS; 1000000Hz	19	0.000019
7	1,200,000PLS; 1000000Hz	23	0.0000192
8	1,500,000PLS; 1000000Hz	28	0.0000187
9	2,000,000PLS; 1000000Hz	37	0.0000185
10	2,500,000PLS; 1000000Hz	47	0.0000188

Từ các kết quả BLU tính được, ta tính ra giá trị trung bình cho BLU:

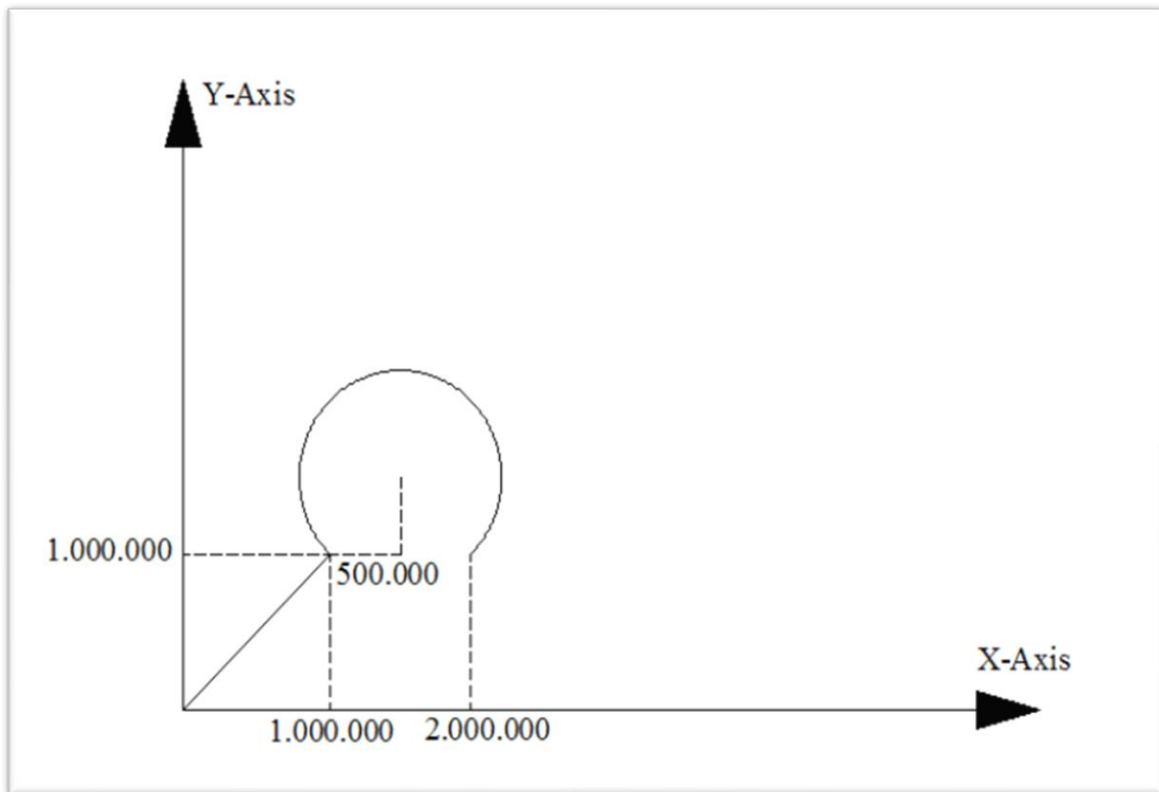
1 BLU =

$$\frac{0,00002+0,000018+0,0000186+0,0000189+0,000019+0,0000187+0,0000185+0,0000188}{10}$$

$$= 18,97 \mu m$$

3.2 Tiến hành lập trình

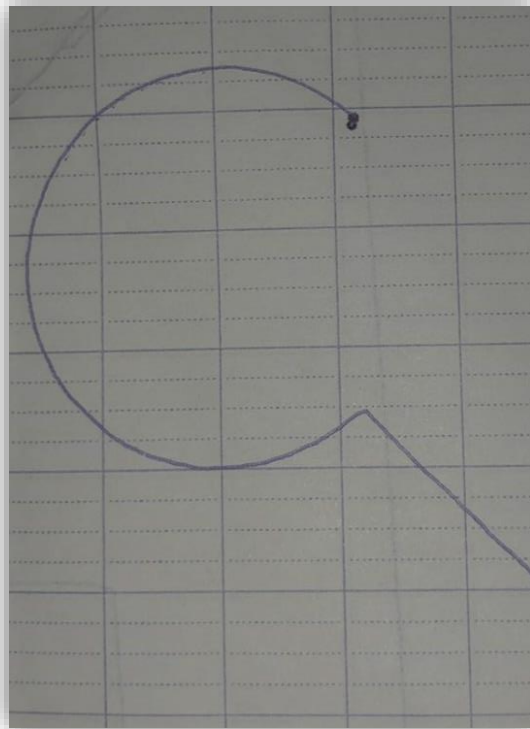
Bài số 1:



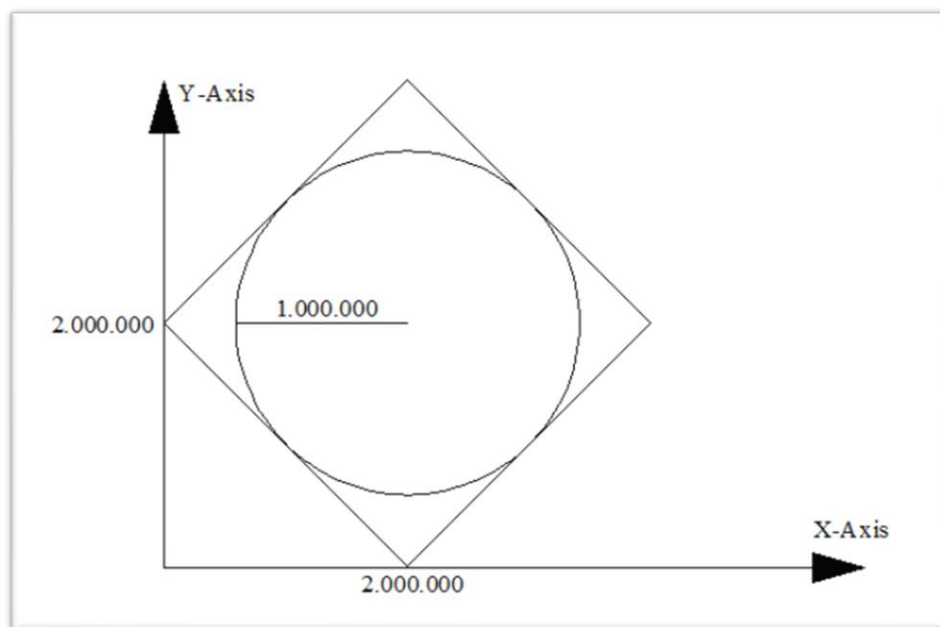
Chương trình điều khiển:

N3-ST5_Ex3a / FX3U-20SSC-H / XY-axis Table information (module:0)								
No.	Command code	Address x:[PLS] y:[PLS]	Speed fx:[Hz] fy:[Hz]	Arc center i:[PLS] j:[PLS]	Arc radius r:[PLS]	Time [10ms]	Jump No.	m code
0	Incremental address specification							-1
1	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
3	Dwell					30		-1
4	Circular interpolation(CNT,CCW)	x: 1000000 y: 0	fx: 1000000	i: 500000 j: 500000				-1
5	End							

Kết quả thực tế:



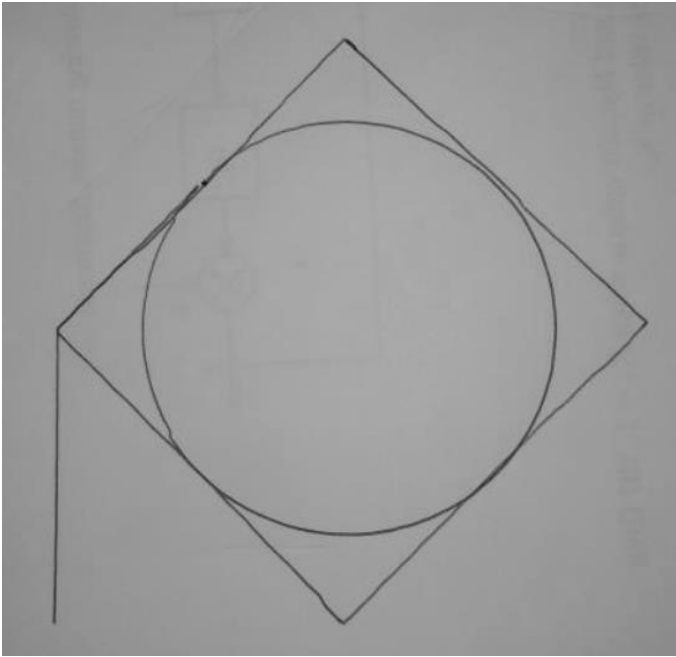
Bài số 2:



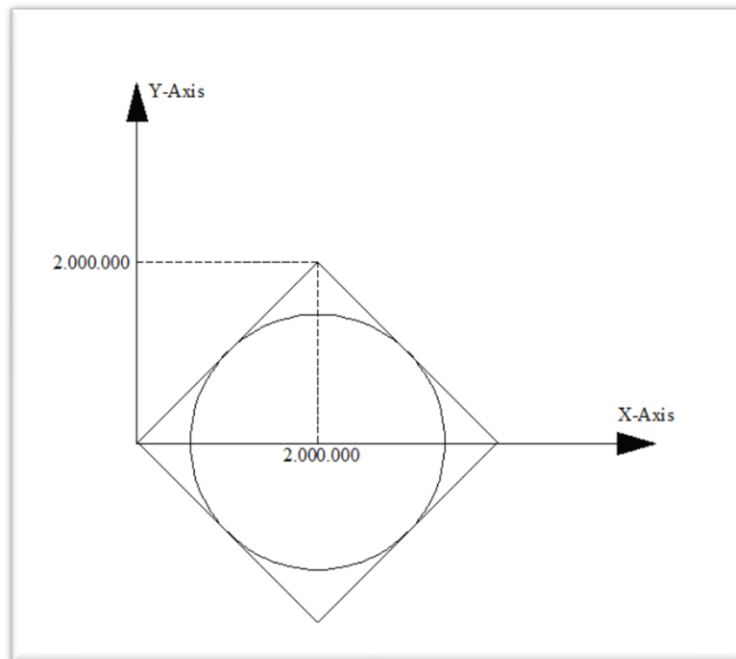
Chương trình điều khiển:

No.	Command code	Address x [PLS] y [PLS]	Speed fx [Hz] fy [Hz]	Arc center i [PLS] j [PLS]	Arc radius r [PLS]	Time [10ms]	Jump No.	m code
0	Incremental address specification							-1
1	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
3	Dwell					30		-1
4	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
5	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
6	Dwell					30		-1
7	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
8	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: 2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
9	Dwell					30		-1
10	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
12	Dwell					30		-1
13	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
15	Dwell					30		-1
16	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
17	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
18	Dwell					30		-1
19	Circular interpolation(CNT,CW)	x: 0 y: 0	fx: 1000000	i: -1000000 j: 1000000				-1
20	End							-1

Kết quả thực tế:



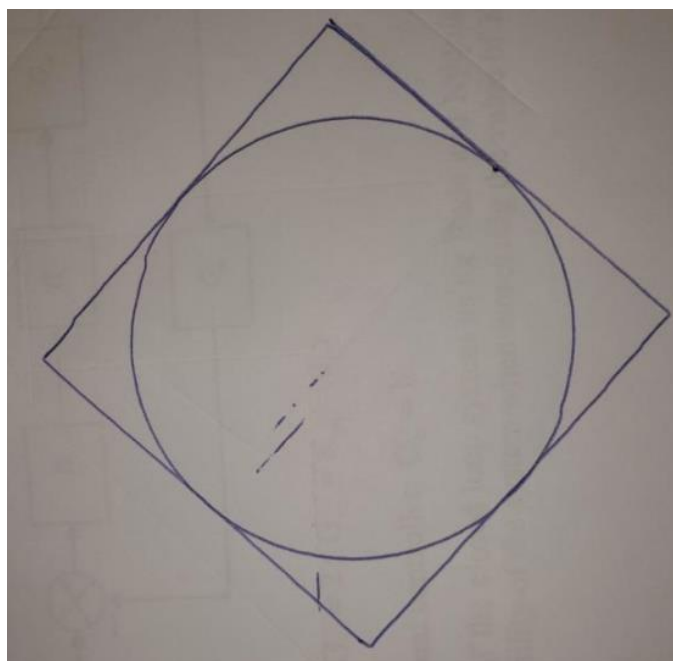
Bài số 3:



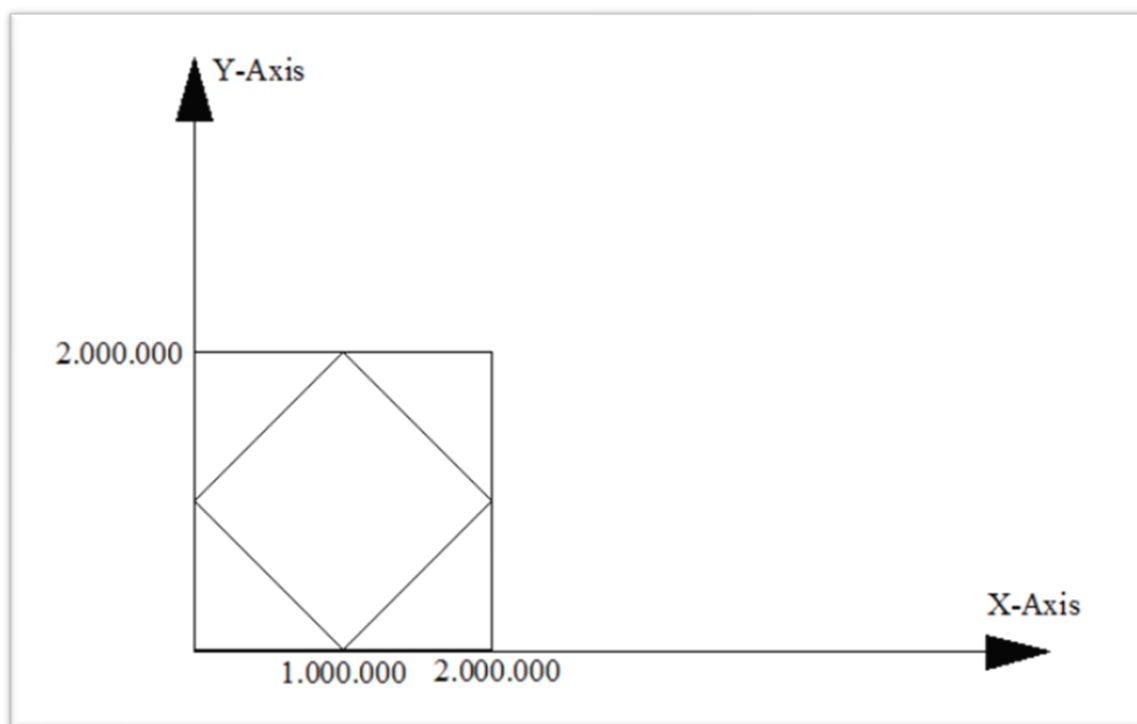
Chương trình điều khiển:

N3-ST5_Ex3c / FX3U-205SC-H / XY-axis Table information (module:0)								
No.	Command code	Address x:[PLS] y:[PLS]	Speed fx:[Hz] fy:[Hz]	Arc center i:[PLS] j:[PLS]	Arc radius r:[PLS]	Time [10ms]	Jump No.	m code
0	Incremental address specification							-1
1	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
3	Dwell					30		-1
4	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
5	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
6	Dwell					30		-1
7	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
8	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
9	Dwell					0		-1
10	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: 2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
12	Dwell					30		-1
13	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
15	Dwell					30		-1
16	Circular interpolation(CNT,CW)	x: 0 y: 0	fx: 1000000	i: 1000000 j: -1000000				-1
17	End							

Kết quả thực tế:



Bài số 4:

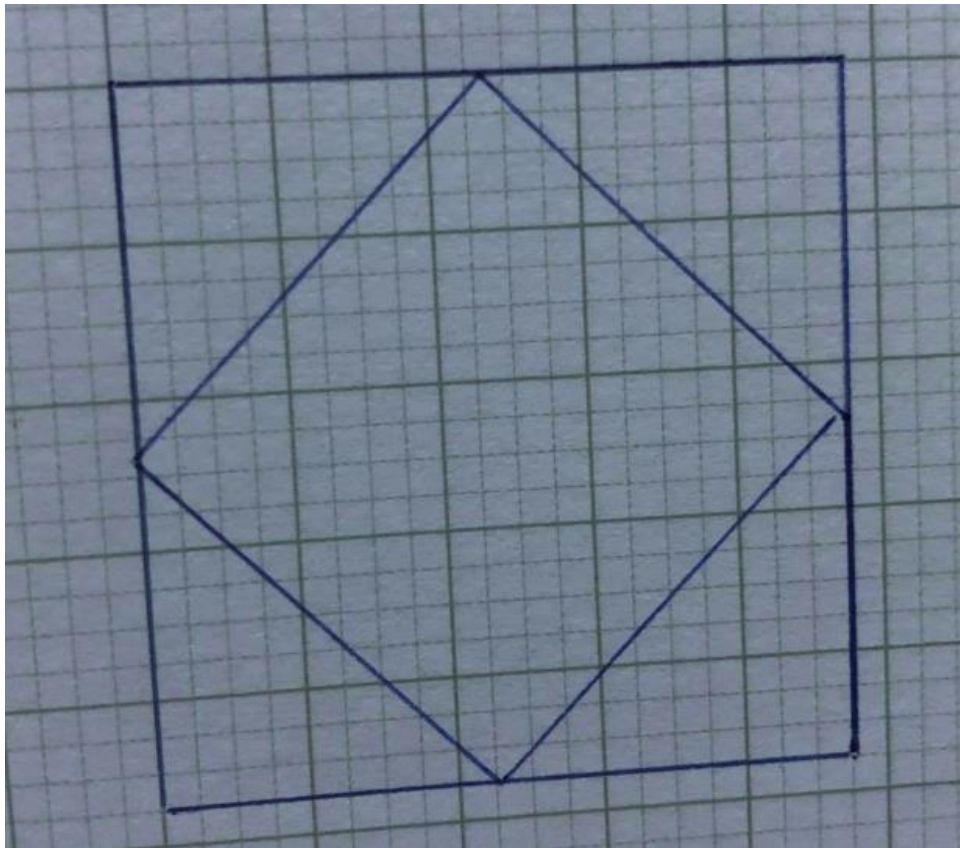


Chương trình điều khiển:

No.	Command code	Address x:[PLS] y:[PLS]	Speed fx:[Hz] fy:[Hz]	Arc center i:[PLS] j:[PLS]	Arc radius r:[PLS]	Time [10ms]	Jump No.	m code
0	Incremental address specification							-1
1	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					
3	Dwell					30		-1
4	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
5	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
6	Dwell					30		-1
7	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
8	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					
9	Dwell					30		-1
10	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: -2000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
12	Dwell					30		-1
13	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					
15	Dwell					30		-1
16	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1

17	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
18	Dwell					30		-1
19	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
20	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: 1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
21	Dwell					30		-1
22	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
23	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: -1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
24	Dwell					30		-1
25	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1000000 fy: 1000000					-1
26	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: -1000000	fx: 1000000 fy: 1000000					
27	End							

Kết quả thực tế:



MODULE 2: HỆ THỐNG SERVO THỦY LỰC

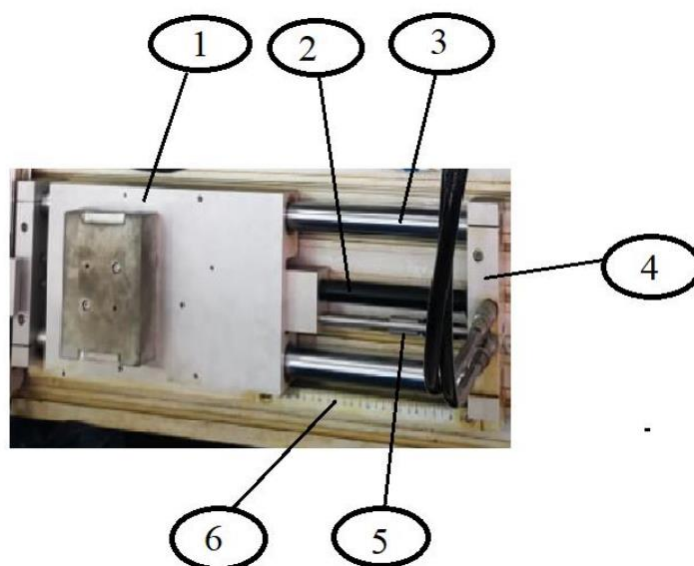
1. Nội dung thí nghiệm

- Điều khiển hệ thống Servo thủy lực.
- Lập trình điều khiển PLC Mitsubishi.
- Tìm bộ thông số PID ổn định cho hệ thống.

2. Giới thiệu hệ thống



Hình 2.1 Tổng quan hệ thống



Hình 2.2 Cấu tạo của xi-lanh thủy lực

+ Cấu tạo của xy lanh thủy lực bao gồm các thành phần:

- (1) Bàn trượt
- (2) Xylanh thủy lực tác động kép
- (3) Thanh dẫn hướng
- (4) Hai vấu kẹp
- (5) Bộ mã hóa dịch chuyển
- (6) Thanh thước đo

+ Các thông số của xy lanh thủy lực:

Dimensions	
Length	625 mm
Width	200 mm
Stroke	200 mm
Slide size (Length x Width)	320 x 198 mm
Mounting holes in the yokes	M6

Useful load	
loads	maximum 50 kg

Displacement encoder, electrical	
Design	Potentiometer of 200 mm measured length, impedance converter and connecting cable
Supply voltage	+13 – +30 V
Output voltage	0 – 10 V
Linearity	±0,5 %
Mechanical stroke	204 mm
Maximum traversing speed	1.5 m/s
Operating temperature range	-40 – +150 °C
Protection class	IP 64

Drive unit	
Cylinder	16 x 10 x 200 mm
Area ratio	1 : 1.64
Medium	Mineral oil
Maximum operating pressure	12 MPa (120 bar)
Hydraulic connection	quick connection coupling
Drive force extending	2400 N
Drive force retracting	1450 N

Hình 2.3 Các thông số của xy lanh thủy lực

+ Bộ nguồn thủy lực:



Hình 2.4 Bộ nguồn thủy lực

Electrical	152962	159328	539004
Motor	AC current, single-phase, convection-cooled		
Nominal power rating	650 W	550 W	650 W
Nominal voltage	230 V	110 V	230 V
Nominal current	3.1 A	8.4 A	3.1 A
Frequency	50 Hz	60 Hz	60 Hz
Nominal speed	1320 rpm	1680 rpm	1650 rpm
Protection class	IP20		
Duty cycle	50%		
Actuation	Manual via ON/OFF switch		
Connection	Power supply plug to DIN 49441/CEE7 with additional earthing system.	Power supply plug to NEMA 5-15P	Power supply plug to NEMA 6-20P

Hydraulic	152962	159328	539004
Medium	Mineral oil, recommended viscosity 22 cSt (mm ² /s)		
Pump design	External gear pump		
Volumetric delivery rate	1.6 cm ³	1.6 cm ³	1.6 cm ³
Delivery rate at nominal speed	2.2 l/min	2.7 l/min	2.7 l/min
Operating pressure	0.5 – 6 MPa (5 – 60 bar)		
Setting	Manual		
Pressure gauge Indicating range	0 – 10 MPa (0 – 100 bar)		
Pressure gauge accuracy class	1.6		
Oil tank capacity	approx. 5 l		
Return filter, grade of filtration	90 µm		
Connections	One quick coupling socket for P and T, one coupling for tank line of reservoir (order no. 152859), one connection for discharge measurement tank (order no. 535816)		

Hình 2.5 Các thông số của bộ nguồn thủy lực

3. Tiến hành thí nghiệm

3.1 Tính toán phương trình liên hệ giữa vị trí (mm) và giá trị ADC đọc được

Ta có:

- + Giá trị vị trí chạy trong khoảng từ 0 cho đến 200mm
- + Giá trị ADC đọc được chạy trong khoảng từ 80 cho đến 4010

Cho phương trình liên hệ dạng tổng quát là phương trình bậc nhất có dạng:

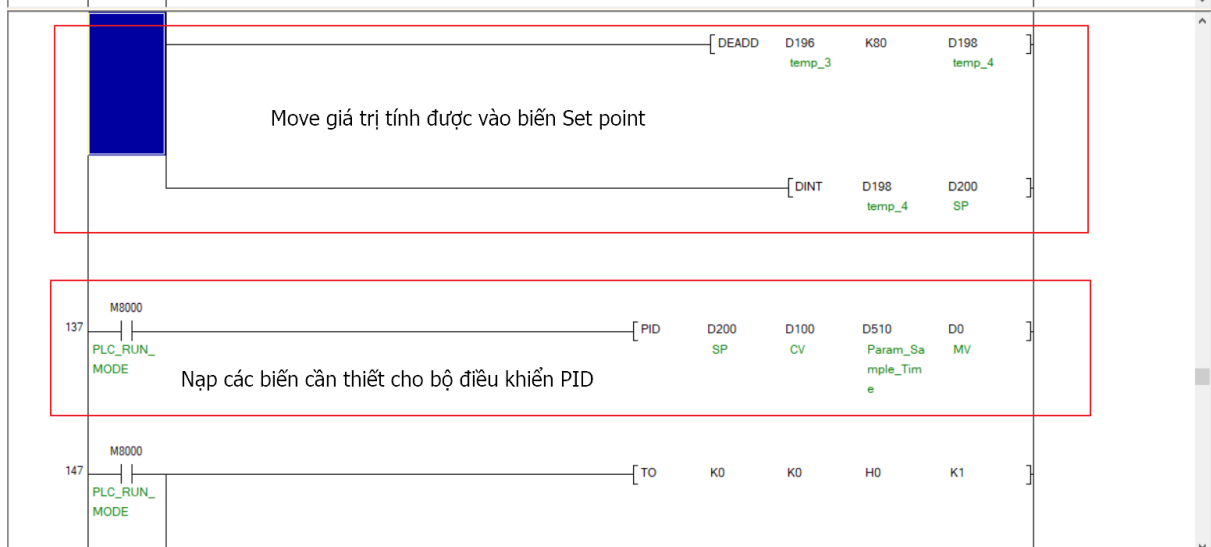
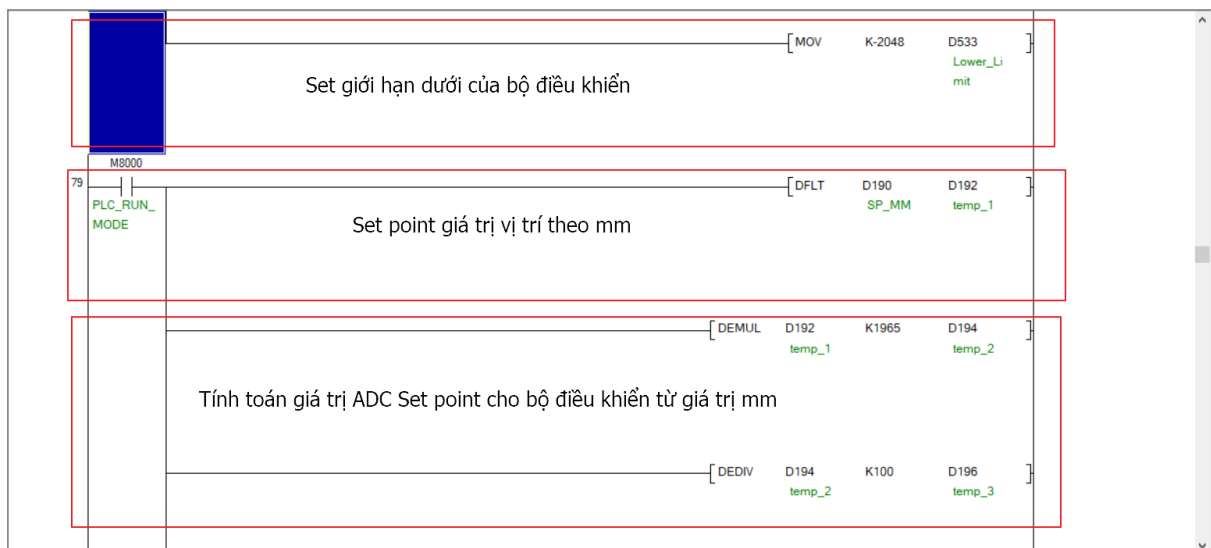
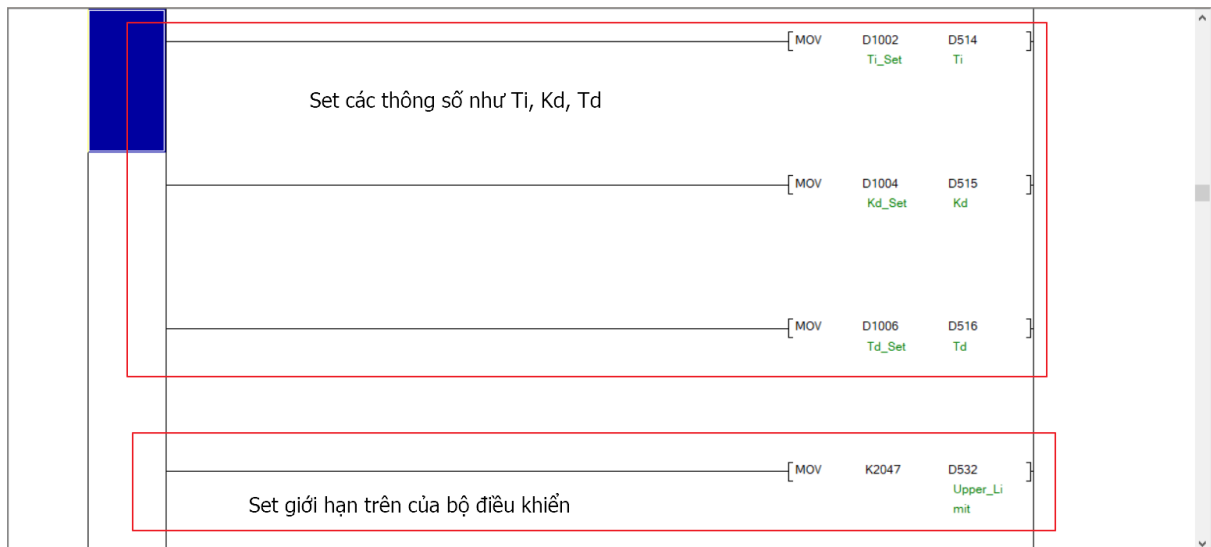
$y = ax + b$, với y là giá trị ADC, x là giá trị vị trí (mm)

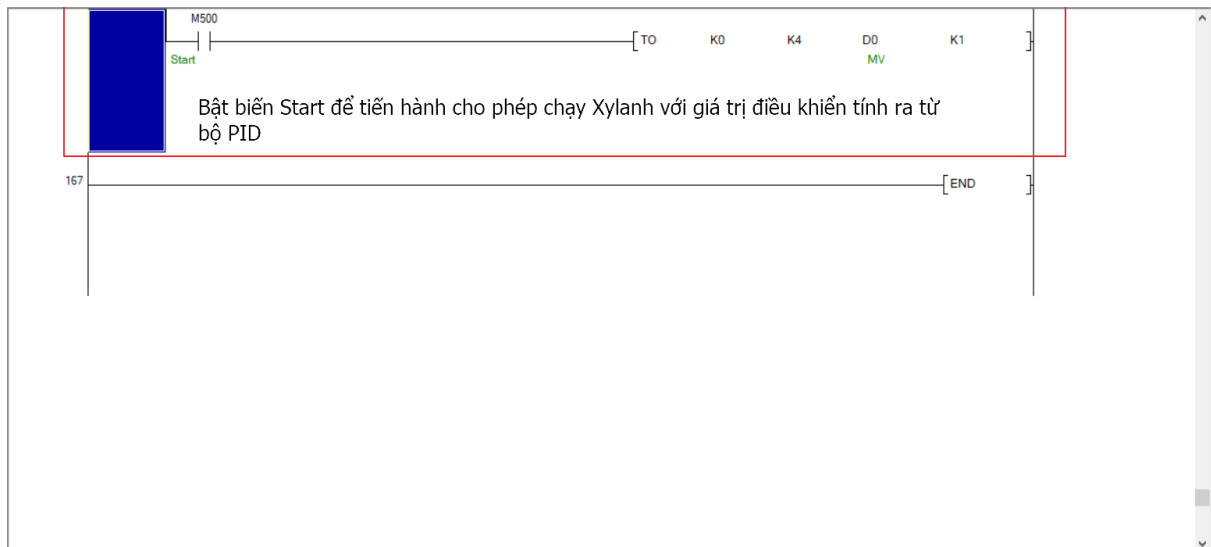
Giải hệ phương trình ta tìm được a và b lần lượt là 19.65 và 80.

Vậy phương trình liên hệ là $y = 19.65 * x + 80$

3.2 Chương trình điều khiển







Hình 2.6 Chương trình điều khiển

3.3 Lựa chọn thông số PID phù hợp và kết quả

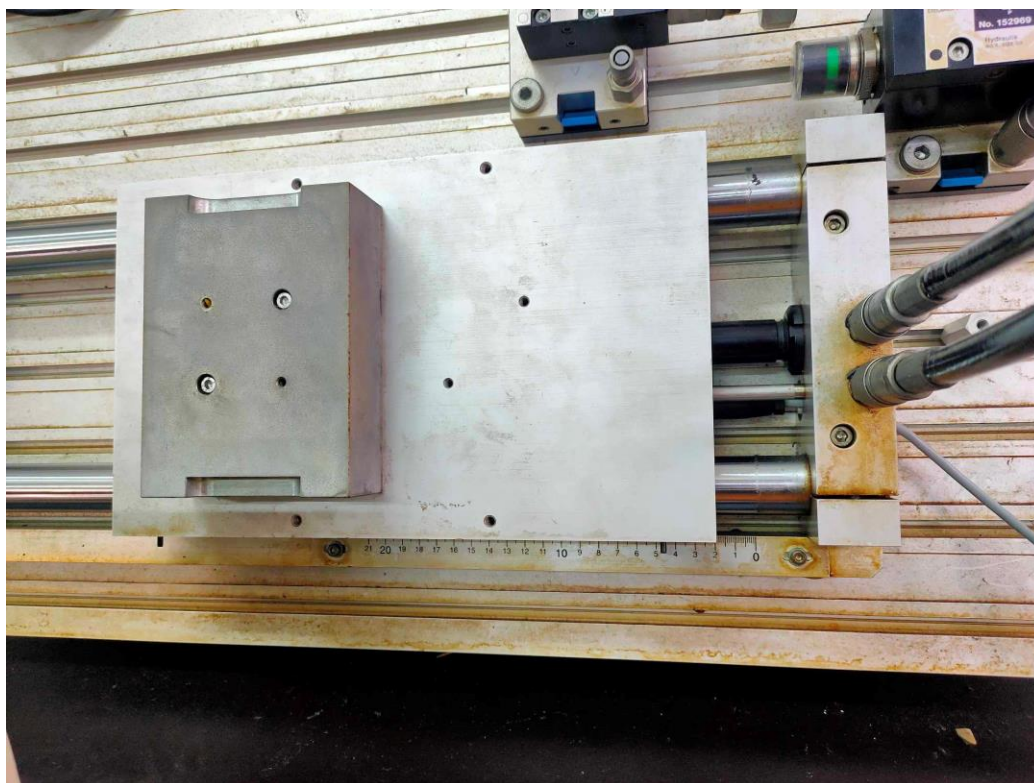
Vì không thể xác định được hàm truyền hệ thống, các thông số PID được xác định bằng kết quả thí nghiệm thực tế. Với thời gian lấy mẫu chọn là 5ms, ta tăng dần lần lượt các giá trị K_c , T_i , K_d để tìm được giá trị thỏa mãn các điều kiện:

- + Đáp ứng được chính xác vị trí.
- + Thời gian đáp ứng nhanh.
- + Độ vọt lố xảy ra ít nhất có thể.

Từ các tiêu chí trên, nhóm đã tìm được 1 bộ số PID phù hợp với các giá trị:

$$K_c = 70, T_i = 160, K_d = 10, T_d = 10.$$

Chọn mức setpoint là 20 mm, ta có kết quả như hình bên dưới:



Hình 2.7 Kết quả khi Setpoint 200 mm

Nhận xét:

- + Với các thông số PID đã chọn, xy lanh đáp ứng nhanh, không xảy ra vọt lố và đạt được giá trị Setpoint.
- + Sai số thực tế đo được khoảng 1 mm, đạt được yêu cầu về độ chính xác.