



Thuc tap servo SPKT

Mechatronic Servo System Control (Trường Đại học Sư phạm Kỹ Thuật Thành phố Hồ Chí Minh)



Scan to open on Studocu

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM



HCMUTE

BÁO CÁO THỰC TẬP SERVO

GVHD: Th.S Võ Lâm Chương

Nhóm: Chiều T5 – Đợt 2

SVTH: Nhóm 1

Họ và tên	MSSV
Bùi Chí Cường	20146167
Nguyễn Tuấn Nguyễn	20146376
Đặng Trung Nhựt	20146386

TP. Hồ Chí Minh, tháng 6 năm 2023

MỤC LỤC

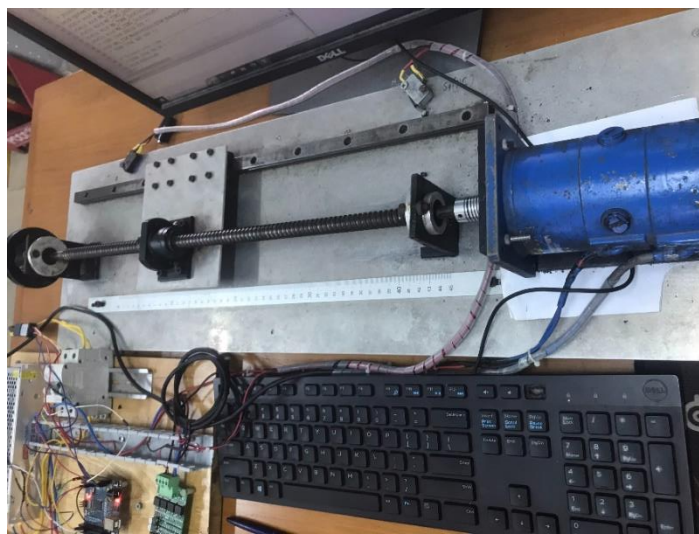
TRẠM 1: ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ BẰNG ĐỘNG CƠ DC SERVO	2
TRẠM 2: ĐIỀU KHIỂN VẬN TỐC BẰNG ĐỘNG CƠ DC SERVO	7
TRẠM 3: HỆ THỐNG ĐA TRỤC AC SERVO VÀ MODULE ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG	13
TRẠM 4: HỆ THỐNG SERVO THỦY LỰC	32

TRẠM 1: ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ BẰNG ĐỘNG CƠ DC SERVO

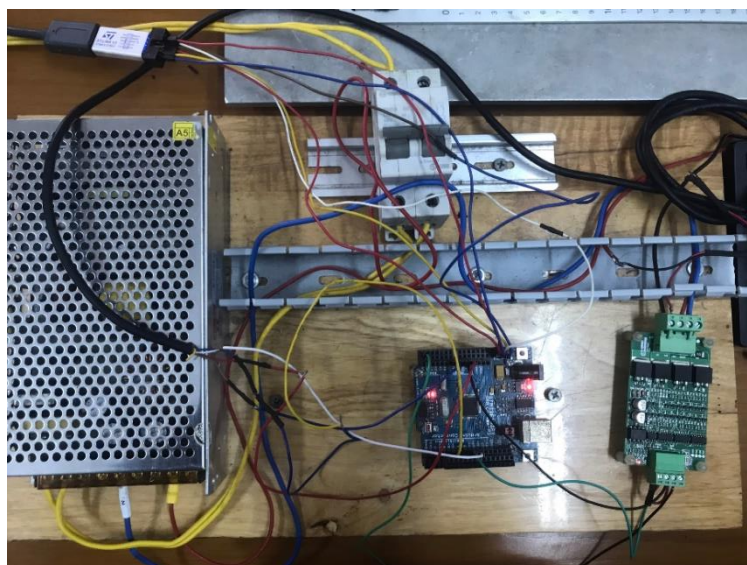
Nội dung chính:

- + Mô hình hóa hệ thống servo một trục
- + Sử dụng Simulink/Matlab để minh hoạt hiệu suất hệ thống
- + Lập trình STM32F103
- + Kiểm soát vận tốc của động cơ DC
- + Kiểm soát vị trí của hệ thống servo mỗi trục

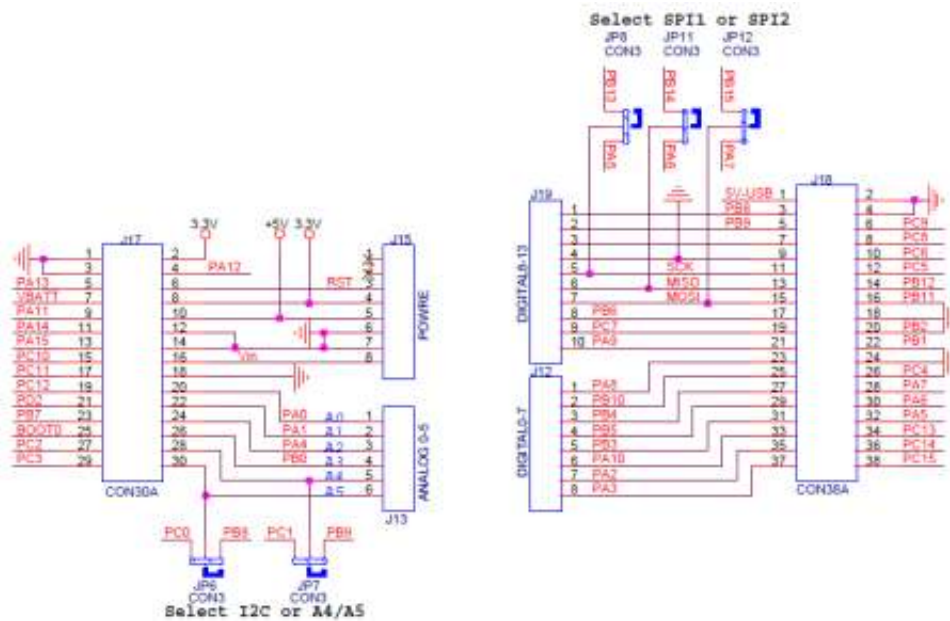
1.1 Giới thiệu hệ thống



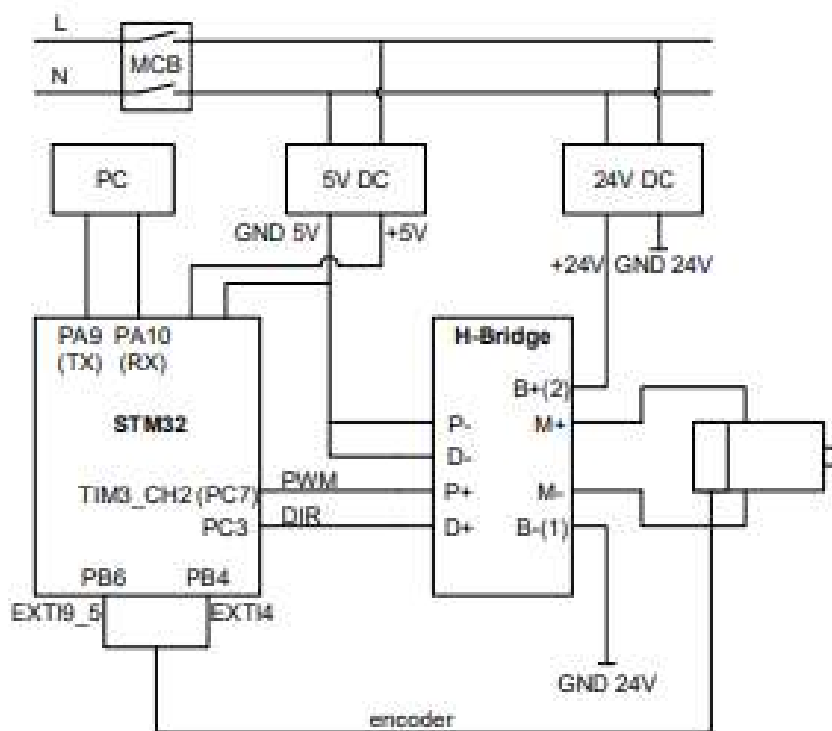
Hình 1.1 Động cơ servo DC và encoder



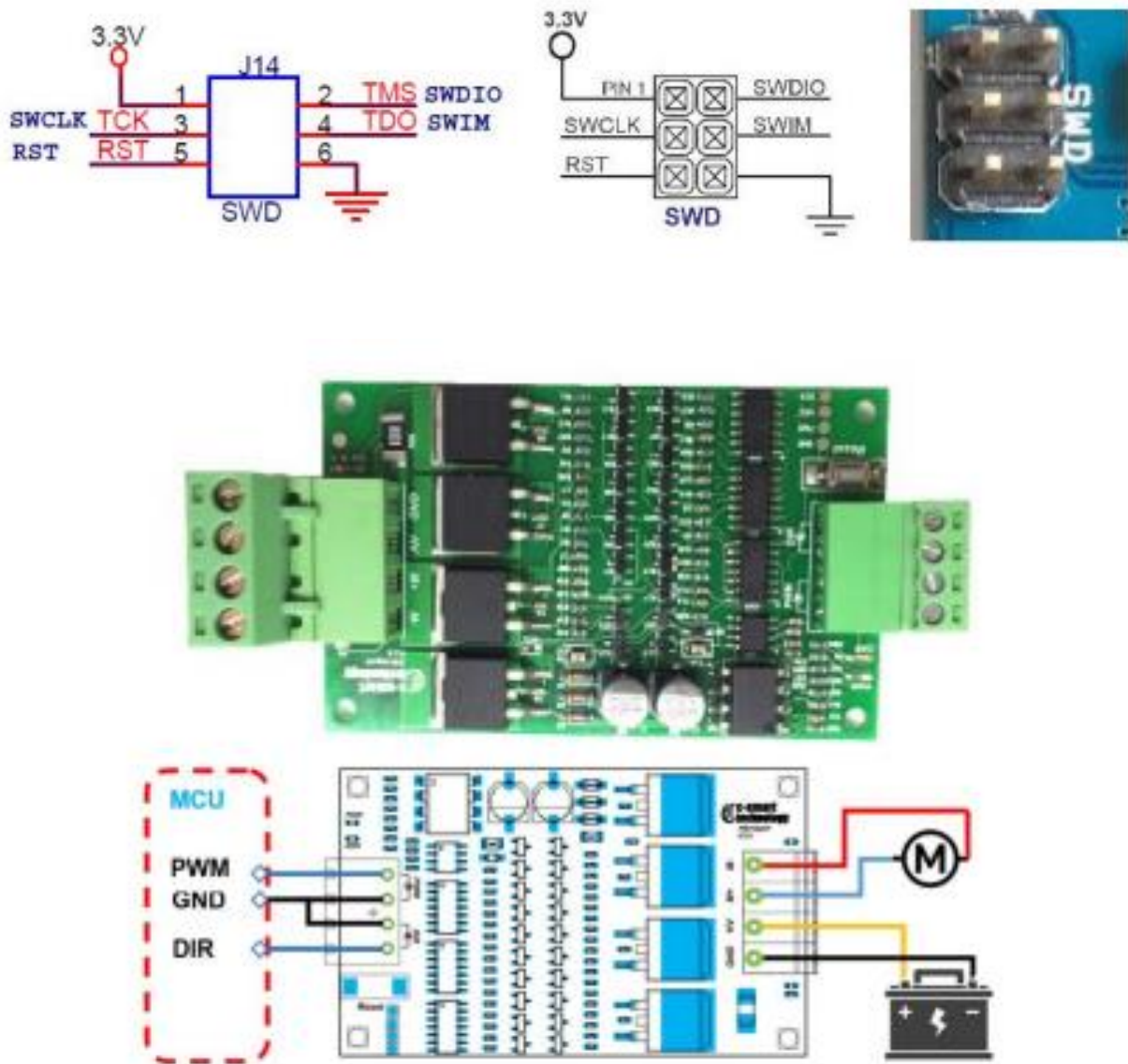
Hình 1.2 Driver và STM32F103



Hình 1.3 Sơ đồ chân của STM32



Hình 1.4 Sơ đồ phân cứng



Hình 1.5 Mạch cầu H

```

//-----PID_controller-----
void PID_position(void) {
    kp = 0.3;
    kd = 0.1;
    HILIM = 100;
    LOLIM = 0;

    //Chuyen vi tri thanh rad
    DesiredPos = setPoint*(2*pi)/10;

    //Tinh sai so
    err = DesiredPos - CurPos;

    //PD
    up = kp*err;
    ud = kd*(err - err_p)/2;

    //Low pass filter
    udf = (1 - alpha)*udf_p + alpha*ud;

    err_p = err;
    udf_p = udf;

    //u_PD co loc
    u = up + udf;

    if (u > HILIM) {
        pwm = HILIM;
    }
    else if (u < LOLIM) {
        pwm = LOLIM;
    }
    else {
        pwm = u;
    }
}

void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim) { // ngat timer 4 tinh van toc
    if(htim->Instance==TIM4) // ngat do timer 4 5ms
    {
        CurPos = PosCnt*2*pi+CountValue*p2r; // Position calculation
        Cnttmp = CntVel;
        CntVel = 0;
        RealVel = Cnttmp*3; //RPM
        CurVel = Cnttmp*pi/10; //rad/s

        PID_position();
        //chinh chan dir
        dir = 1;
        //dir = 0;
    }
}

```

Giải thích

Giải thuật của code trên là một thuật toán PID (Proportional-Integral-Derivative) để điều khiển một hệ thống đạt giá trị mong muốn.

Đầu tiên, khai báo và khởi tạo các biến và hằng số cần thiết cho thuật toán PID như hệ số k_p , k_i , k_d , thời gian mẫu (sample time) và các biến lưu giá trị lỗi

(err), tích phân (ui), đạo hàm (u), góc mong muốn (target_Angle) và giá trị lỗi trước đó (err_p).

Tiếp theo, chuyển đổi giá trị mong muốn (DesiredValue) thành góc mong muốn (target_Angle) bằng cách nhân với một hệ số chuyển đổi (360/10).

Sau đó, tính giá trị lỗi (err) bằng hiệu của giá trị mong muốn (DesiredValue) và giá trị hiện tại (CurrentValue).

Tiếp theo, tính giá trị tích phân (ui) bằng cách cộng dồn giá trị lỗi (err) nhân với thời gian mẫu (sample time).

Tiếp theo, tính giá trị điều khiển (u) bằng tổ hợp tuyến tính của giá trị lỗi (err), giá trị tích phân (ui) và đạo hàm của giá trị lỗi (err-err_p) chia cho thời gian mẫu (sample time) và nhân với các hệ số kp, ki, kd tương ứng.

Tiếp theo, kiểm tra giá trị điều khiển (u) nếu lớn hơn 100 thì gán bằng 100, nếu nhỏ hơn -100 thì gán bằng -100.

Cuối cùng, trả về giá trị điều khiển (uout) dưới dạng số nguyên và thực hiện việc điều khiển động cơ dựa trên giá trị điều khiển (pwm). Nếu giá trị điều khiển (pwm) lớn hơn 0, đặt chân GPIOC_PIN_3 thành mức thấp và cài đặt giá trị điều khiển (pwm) cho kênh 2 của TIM3. Nếu giá trị điều khiển (pwm) nhỏ hơn 0, cũng đặt chân GPIOC_PIN_3 thành mức thấp và cài đặt giá trị điều khiển tuyệt đối của (pwm) cho kênh 2 của TIM3.

Chú ý: Độ phân giải encoder bài vị trí = 500

TRẠM 2: ĐIỀU KHIỂN VẬN TỐC BẰNG ĐỘNG CƠ DC SERVO

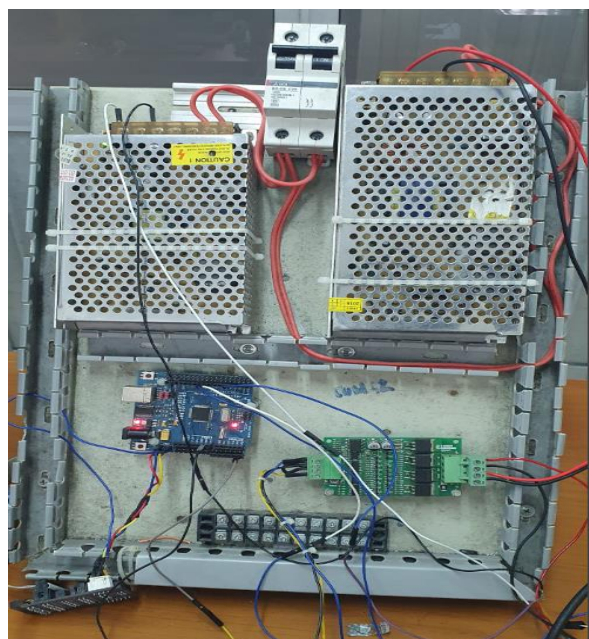
Nội dung chính:

- + Mô hình hóa hệ thống servo một trục
- + Sử dụng Simulink/Matlab để minh hoạt hiệu suất hệ thống
- + Lập trình STM32F103
- + Kiểm soát vận tốc của động cơ DC
- + Kiểm soát vị trí của hệ thống servo mỗi trục

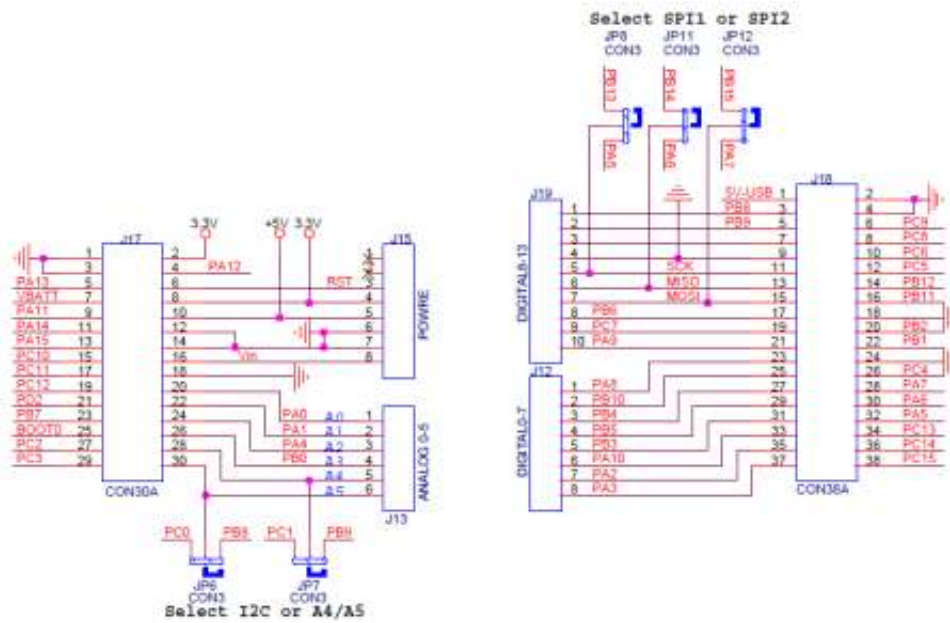
2.1 Giới thiệu hệ thống



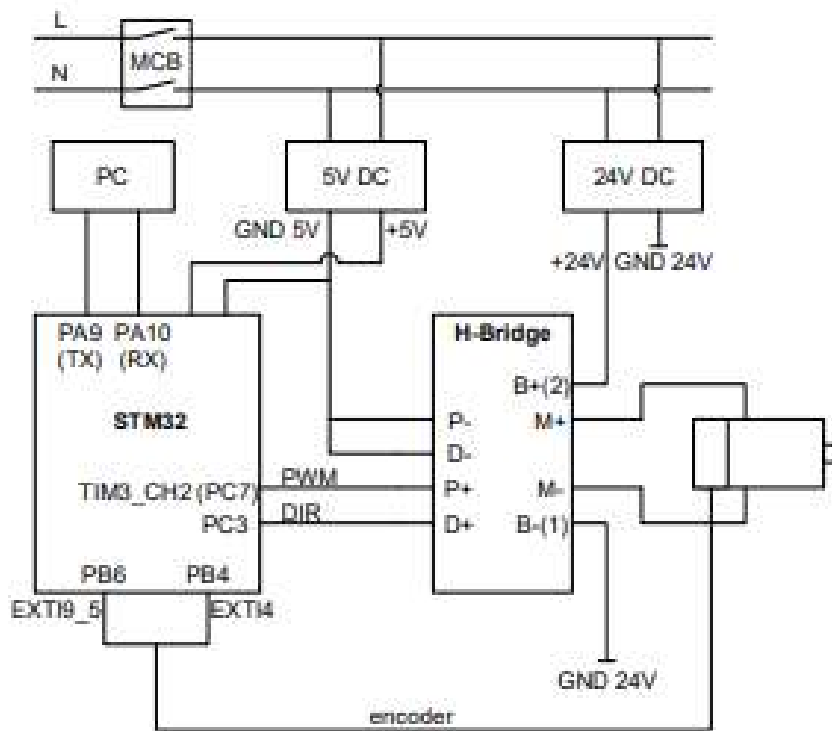
Hình 2.1 Động cơ servo DC và encoder



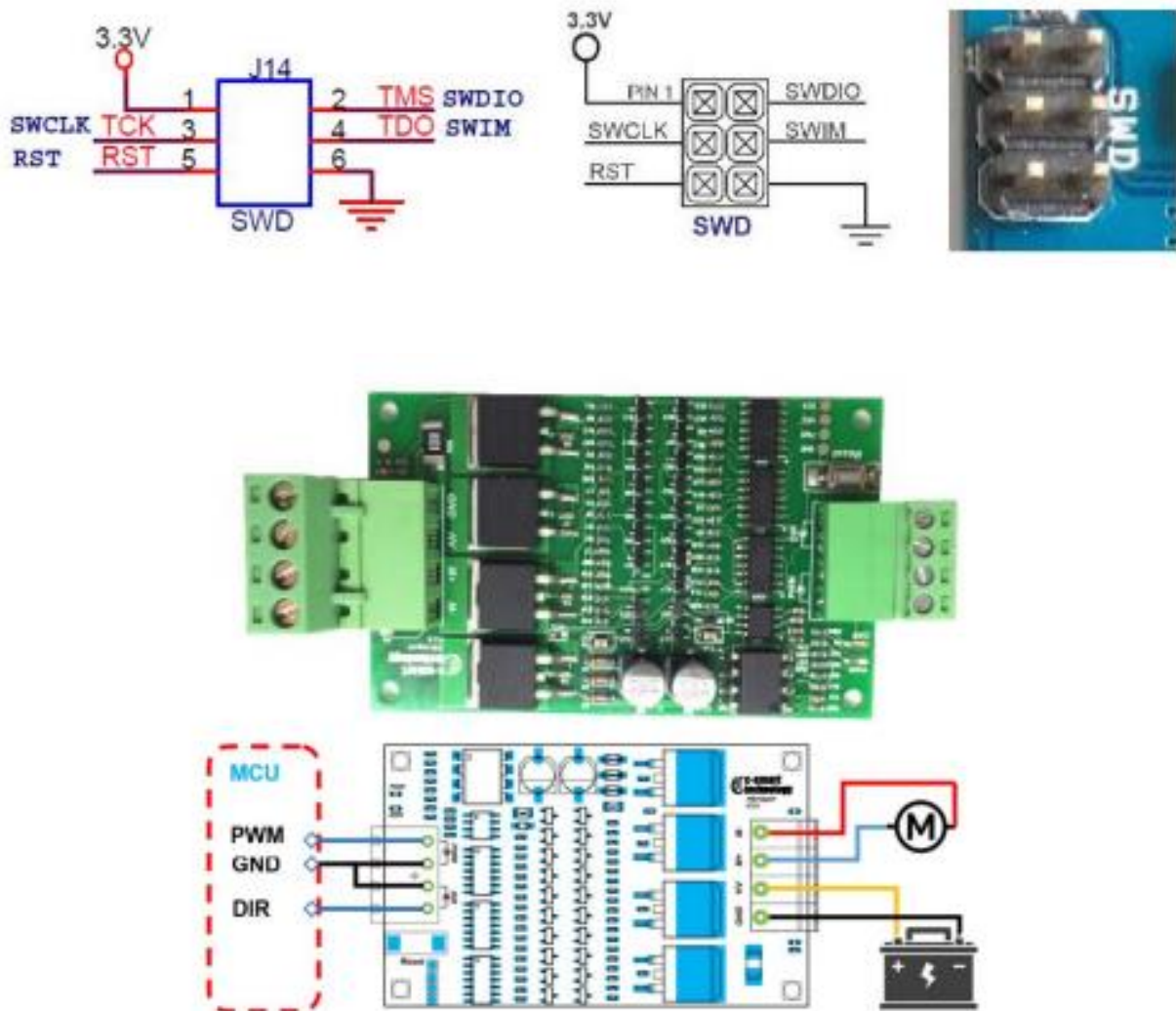
Hình 2.2 Driver và STM32F103



Hình 2.3 Sơ đồ chân của STM32



Hình 2.4 Sơ đồ phân cứng



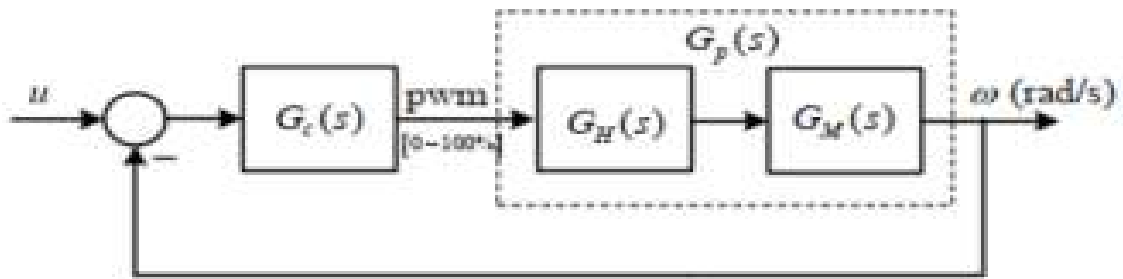
Hình 2.5 Mạch cầu H

Thông số kỹ thuật của động cơ

Table 4.1. The characteristics of the DC servo motor

No.	Parameters	Symbol	Units	DCM50205
1	Continuous Torque (Max)	T_c	N.m	0.25
2	Peak Torque (Stall)	T_{pk}	N.m	1.59
4	Rated Speed	S_R	rpm	3400
5	Rotor Inertia	J_M	$kg.m^2$	3.11×10^{-5}
10	Rated Voltage	E	V	24
11	Rated Current	I	A	2.95
12	Torque Constant	K_T	N.m/A	52×10^{-3}
13	Resistance	R_T	Ω	0.8
15	Peak Current (Stall)	I_p	A	21.6
16	Encoder Resolution	-	Steps/rev.	1000

Sơ đồ khối



Trong đó:

$G_c(s)$: Bộ điều khiển PID

$G_H(s)$: Hàm truyền của cầu H

$G_M(s)$: Hàm truyền của motor và tải

Tính vận tốc

$$\omega = \frac{60 \times CountValue}{T \times MaxCnt} \text{ (RPM)}$$

Trong đó:

CountValue = số xung đếm trong thời gian T(s)

T là thời gian thực hiện ngắt cho mỗi lần đọc encoder, hay còn gọi là thời gian lấy mẫu. Thường là 0.005s.

MaxCnt đại diện cho độ phân giải của bộ mã hóa, được tính bằng cách nhân độ phân giải của bộ mã hóa với chế độ của nó (x1, x2 hoặc x4). Độ phân giải cho biết số lượng thông tin chi tiết được mã hóa bởi bộ mã hóa.

ω (omega) là biểu thị của vận tốc góc (angular velocity) của động cơ, được tính bằng đơn vị vòng/phút (RPM). Vận tốc góc là tốc độ xoay của động cơ.

Phương trình sử dụng hằng số 4.6 để chuyển đổi từ đơn vị xung/giây sang RPM.

Hàm PID

```
//-----PID CONTROLLER-----
void PID_vel(void) {
    HILIM = 100;
    LOLIM = 0;
    kp = 0.3;
    ki = 0.009;
    kb = 0.6;
    //Tinh sai so
    err = DesiredSpeed - CurVel;

    //PID term
    up = kp*err;
    ui = ip + ki*Tss*err + kb*Tss*err_reset;

    ip = ui;
    u = up + ui;

    //
    if (u > HILIM) {
        pwm = HILIM;
    }
    else if (u < LOLIM) {
        pwm = LOLIM;
    }
    else {
        pwm = u;
    }
    err_reset = pwm - u;
}
```

Hàm ngắt để tính vận tốc

```
void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim) { // ngắt timer 4 tính vận tốc
    if(htim->Instance==TIM4) // ngắt do timer 4 5ms
    {
        CurPos = PosCnt*2*pi+CountValue*p2r; // Position calculation
        Cnttmp = CntVel;
        CntVel = 0;
        RealVel = Cnttmp*3; //RPM
        CurVel = Cnttmp*pi/10; //rad/s

        PID_vel();
        dir = 1;
        if (dir==1){
            HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_3, GPIO_PIN_SET);
            __HAL_TIM_SetCompare(&htim3,TIM_CHANNEL_2,pwm); // set pwm
        }
        else {
            HAL_GPIO_WritePin(GPIOC,GPIO_PIN_3, GPIO_PIN_RESET);
            __HAL_TIM_SetCompare(&htim3, TIM_CHANNEL_2,pwm); // set pwm
        }
        return;
    }
}
```


Chart

START ACQUISITION

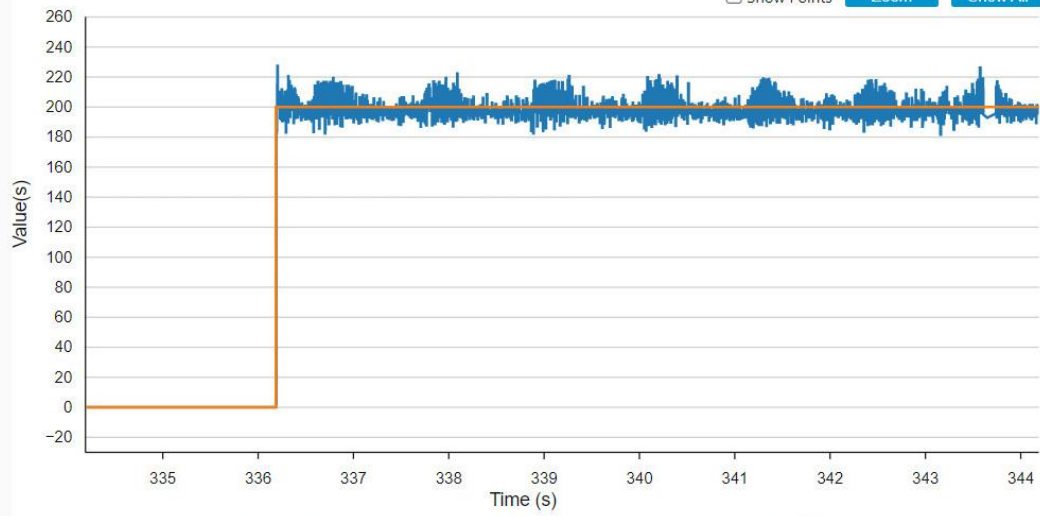
STOP ACQUISITION

CLEAR GRAPHS

☐ Show Points

Zoom

Show All



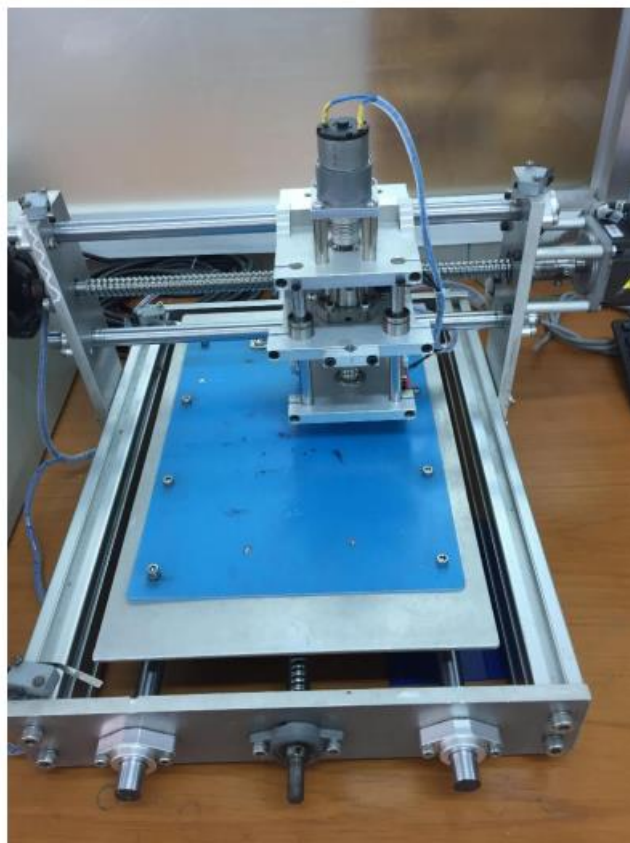
IMPORT DATA

TRẠM 3: HỆ THỐNG ĐA TRỤC AC SERVO VÀ MODULE ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG

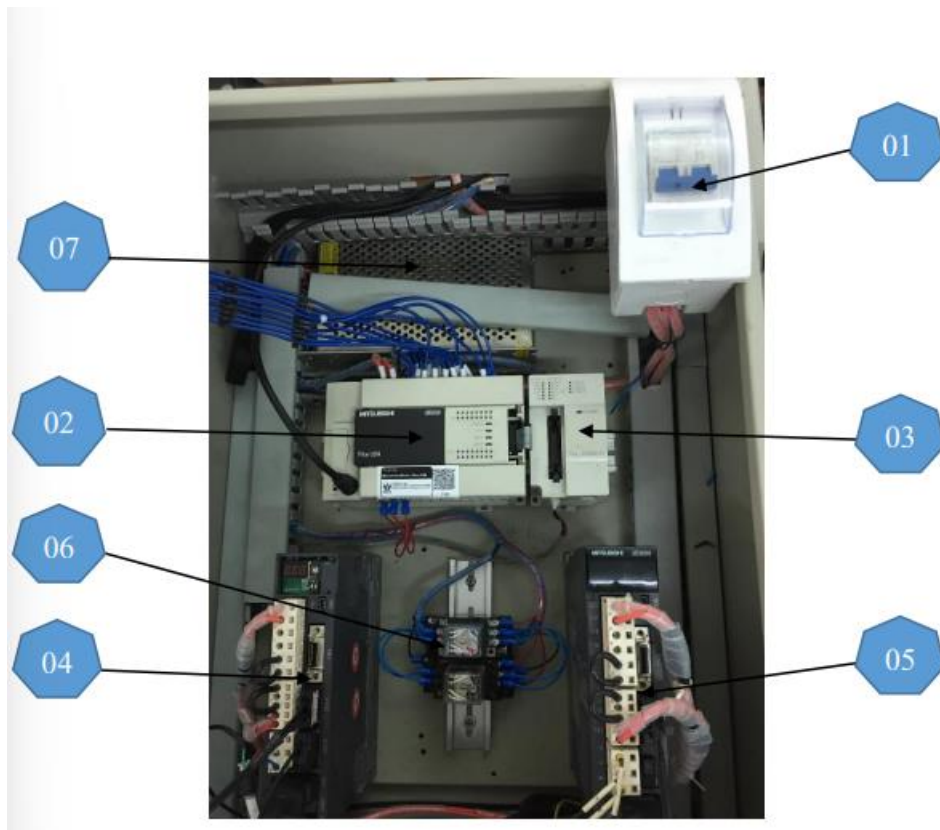
Nội dung chính:

- + Giới thiệu hệ thống
- + Kết nối phần cứng
- + Lập trình mô hình

3.1 Giới thiệu hệ thống



Hình 3.1 Hệ thống servo 3 trục sử dụng modul Mitsubishi



Hình 3.2 Hệ thống điều khiển

Chú thích:

- 01: Main CB
- 02: PLC Mitsubishi (FX3U-32M)
- 03: Module FX3U-20SSC-H)
- 04, 05: Servo Drivers (MR-J3-B)
- 06: Relays
- 07: Nguồn 24V – 10A

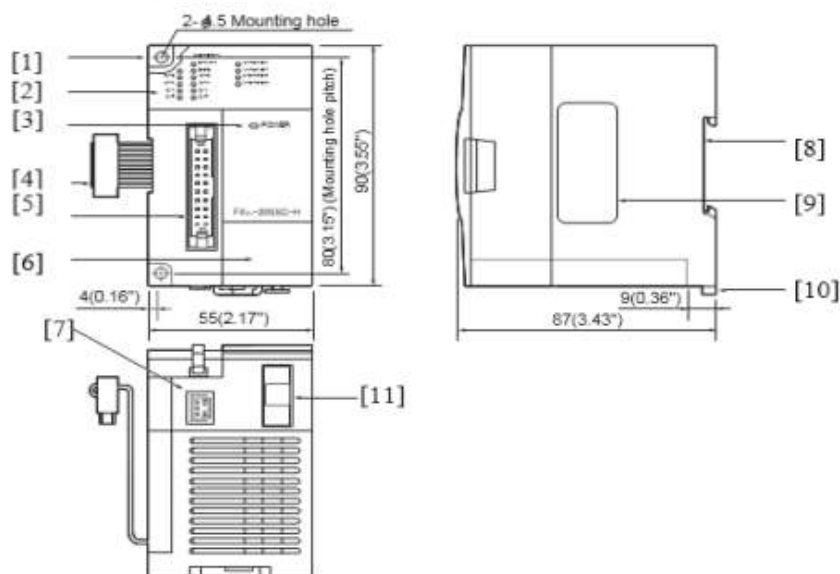
3.2 Module điều khiển chuyển động trục FX3U-20SSC-H

Đây là 1 khối điều khiển vị trí, tốc độ của động cơ AC servo qua cáp SSCNETIII, tương thích với AC Servo MR-J3-B. Nó có thể điều khiển 2 động cơ AC servo với nội suy đường thẳng và đường tròn.



Thông số kỹ thuật:

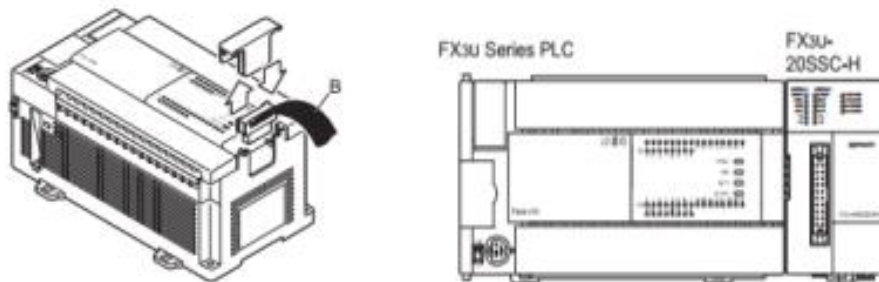
- + Số trục điều khiển: 2 trục
- + PLC áp dụng: FX3U/ FX3UC
- + Tương thích động cơ MR-J3-B/W
- + Chiều dài dây: 50 cm
- + Nối mạng cáp quang SSCNET-III



Hình 3.3 Sơ đồ kết nối FX3U-2SSC-H

3.2.1 Kết nối PLC

FX3U – 20SSC-H được kết nối với PLC bằng phần mở rộng



Hình 3.4 Kết nối FX3U-2SSC-H với PLC

3.2.2 Melservo MR-J3-B

Đặc điểm chung:

- Dòng servo Mitsubishi cao cấp với tính năng vượt trội, độ chính xác cao.
- Bộ điều khiển tốc độ cao với tần số đáp ứng lớn 2100 Hz, Endcoder độ phân giải lên tới 18 bit(262144/rev)
- Có khả năng tự động nhận diện động cơ Servo, tăng cường tốc độ đáp ứng nâng thêm dải tốc độ và moment động cơ
- Có thể đấu dây Servo MR-J3 series đơn giản
- Melservo MR-J3 có chức năng giao tiếp USB, sử dụng PC để thực hiện cài đặt thông số, giám sát trạng thái, kiểm soát độ lợi và AC servo thông qua phần mềm MR Configurator.

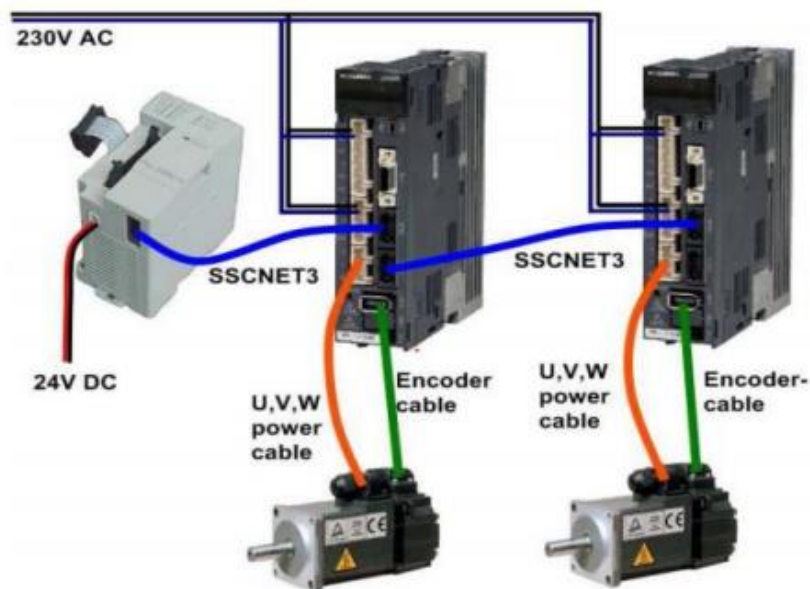


Hình 3.5 Melservo MR-J3-20B

Ưu điểm:

- Thiết bị được chế tạo và sản xuất với công nghệ hiện đại.
- Khả năng kháng nước kháng bụi MR-J3-20B Mitsubishi đạt tiêu chuẩn IP67 chuẩn quốc tế.
- Có độ chính xác cao, điều khiển với tốc độ cao. Thân thiện với môi trường và an toàn với người dùng.

3.2.3 Kết nối phần cứng



Hình 3.6 Kết nối chương trình giữa Melservo và FX3U-20SSC-H

3.2.4 Cáp SSCNET III

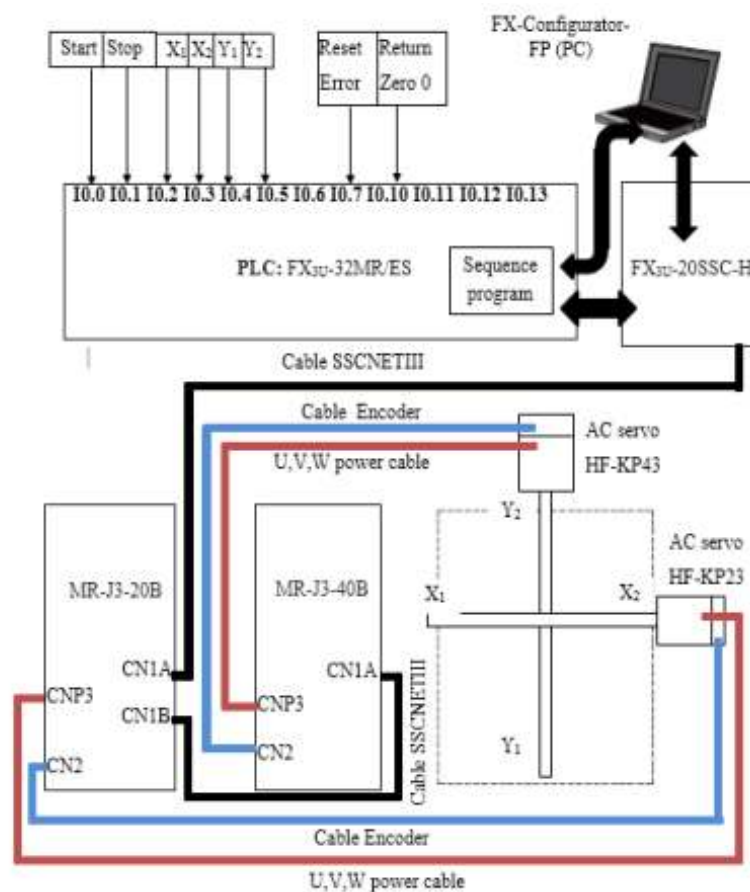
- Cáp SSCNET III sử dụng giao tiếp quang, giao tiếp hai chiều với tốc độ truyền tải cao. Đây là loại cáp chuyên dụng có thể kết nối và ngắt kết nối dễ dàng. Vì sử dụng phương thức thông tin quang học nên có khả năng nhiễu cao.



Hình 3.7 SSCNET III

3.3 Lập trình mô hình:

3.3.1 Sơ đồ kết nối:



Hình 3.8 Sơ đồ nguyên lý điều khiển của mô hình

3.3.2 Quá trình truyền dữ liệu

Bật nguồn, quá trình truyền dữ liệu (A):

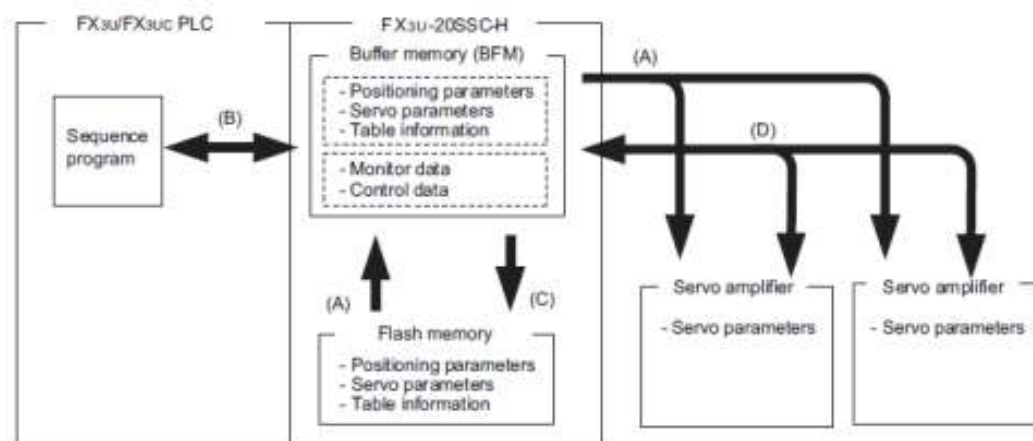
- Dữ liệu trong bộ nhớ flash 20SSC-H được chuyển đến bộ nhớ đệm (BFM). Các thông số servo được chuyển đến bộ khuếch đại servo

Truyền dữ liệu giữa PLC và BFM(B):

- Áp dụng những hướng dẫn như trong MOV hoặc lệnh FROM/TO được sử dụng để đọc/ghi các tham số dữ liệu giữa PLC và bộ nhớ đệm.

Ghi dữ liệu vào bộ nhớ flash (C):

- Sử dụng FX Configurator – FP để sửa lỗi dữ liệu bộ nhớ đệm bao gồm các định vị tham số, tham số servo và bảng thông tin, sau đó kích hoạt lệnh lưu từ bộ nhớ đệm sang bộ nhớ flash



Hình 3.9 Quá trình truyền dữ liệu giữa các modules

Quá trình truyền dữ liệu giữa 20SSC và bộ khuếch đại servo (D)

- Khi thông số servo trên bộ khuếch đại servo side được sửa đổi, bộ nhớ đệm của 20SSC-H được tự động cập nhật

3.3.3 Phần mềm điều khiển - FX Configurator FP

- Các dữ liệu bảng người dung được khai báo trên phần mềm FX – Configurator FP và được tải lên Mitsubishi FX3U-20SSC-H.
- Các phần mềm được chuyển sang chế độ ‘ Test mode’ có các chế độ điều khiển (định vị ở 1 tốc độ bước, nội suy tuyến tính, hoạt động bảng trục X, hoạt động bảng trục XY)

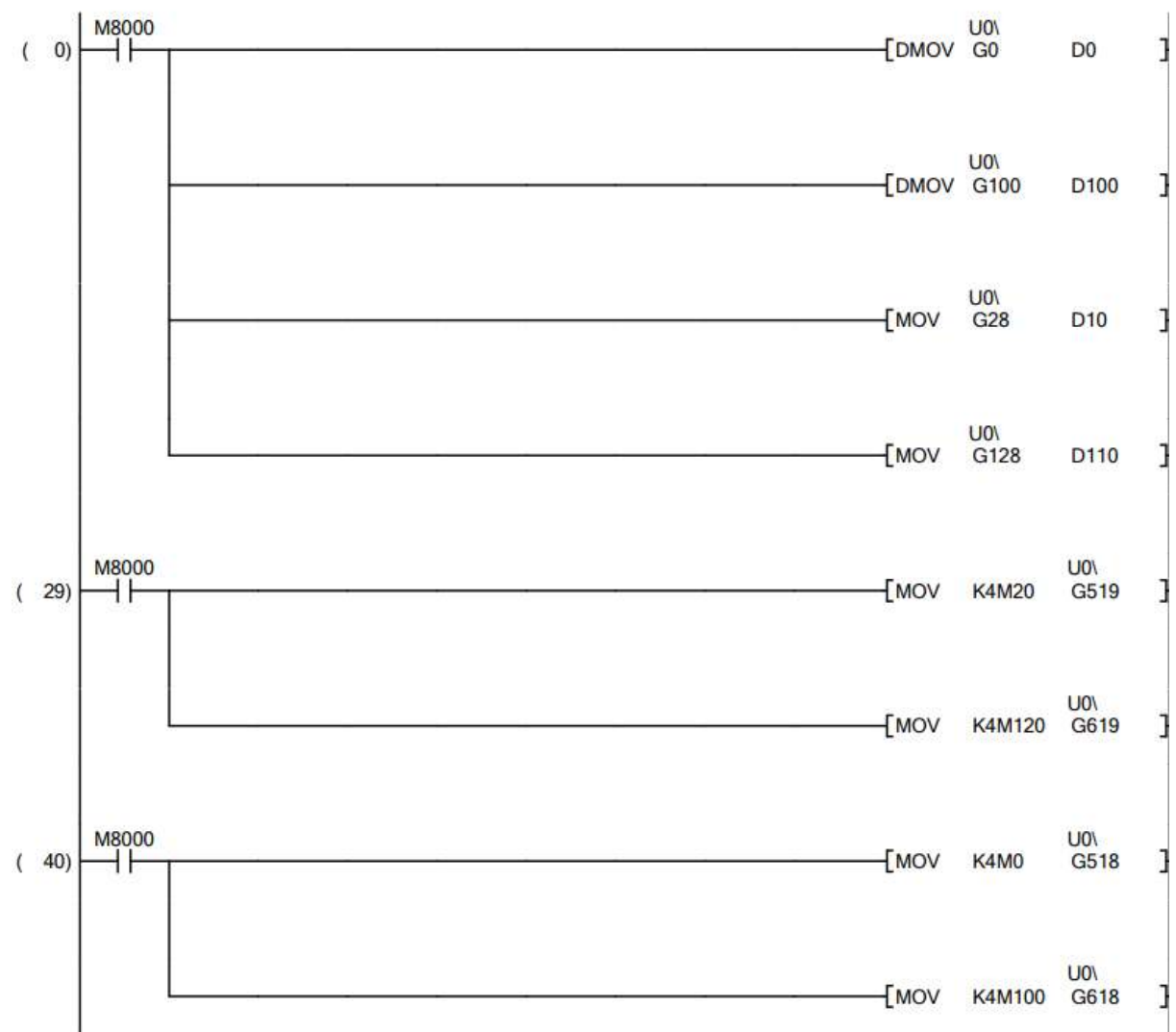
- Chọn địa chỉ mục tiêu và bắt đầu, mô hình sẽ chuyển đến địa chỉ bạn đã chọn qua USB sang bộ chuyển đổi RS422.
- Cáp SSCNETH III được sử dụng để giao tiếp dữ liệu với Melservo chuyên dụng (MR – J3 – xB)

PLC FX3U-32M

- Chương trình viết trên phần mềm GX-Developer/ Work 2 được tải vào PLC
- Khi nhấn nút start trên bản điều khiển, bảng dữ liệu đã khai báo sẽ được trích xuất từ vùng bộ nhớ của FX3U – 20SSC – H và điều khiển chuyển động của các trục theo thông tin cho trước. Cáp SSCNETH III được sử dụng để liên lạc dữ liệu
- Ta sử dụng PLC để giao tiếp với phần mềm FX-Configurator FP và đọc toàn bộ thông tin mà người dùng nhập vào (tọa độ của vị trí, tuyến tính hoặc chuyển động tròn đều)

3.3.4 Thực nghiệm

- Chương trình PLC



-Chương trình trên GX-Work 2

Bước 1: Bật nguồn lên.

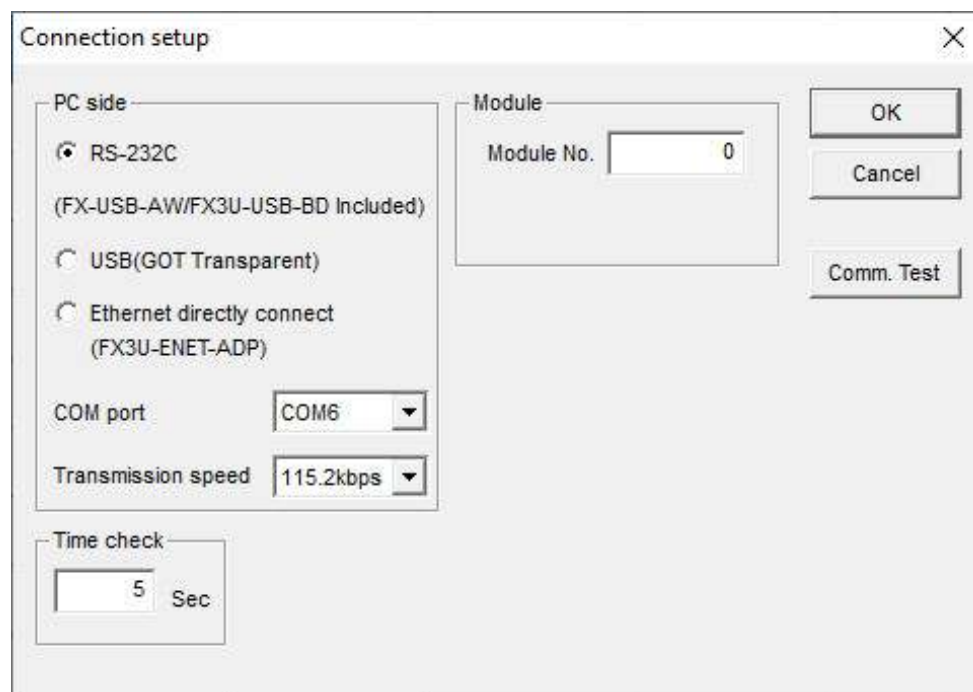
Kiểm tra 2 cái driver hiện ký hiệu d01 d02.

Bước 2: Mở phần mềm FX Configurator-FP.

Tạo New file, đặt tên, tìm chỗ lưu.

Bước 3: Bảo đảm các kết nối.

[Online] -> [Connection setup] -> [Com Test].



***Lưu ý:** Máy trong phòng thí nghiệm sử dụng COM 6

Bước 4: Sep up positioning parameters.

Đúp chuột [Positioning parameters] và thay đổi một số thông số sau:

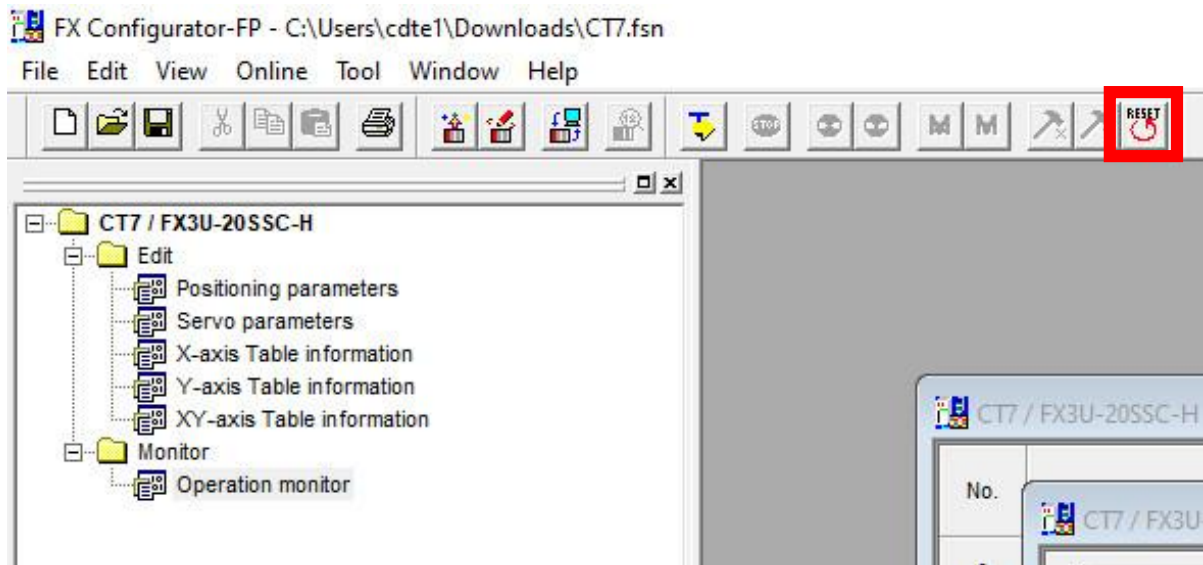
CT7 / FX3U-20SSC-H / Positioning parameters (module:0)			
Item		X-axis	Y-axis
System of units		0:Motor(PLS,Hz)	0:Motor(PLS,Hz)
Pulse rate	Pulse per rotation	262144 PLS/REV	262144 PLS/REV
Feed rate	Travel per rotation	52428800 PLS/REV	52428800 PLS/REV
Position data magnification		0:X 1 times	0:X 1 times
Ring counter setting		0:Invalid	0:Invalid
Ring counter upper limit value		359999 PLS	359999 PLS
Maximum speed		13107200 Hz	13107200 Hz
JOG speed		2000000 Hz	2000000 Hz
JOG instruction evaluation time		300 ms	300 ms
ACC/DEC mode		0:Trapezoid ACC/DEC	0:Trapezoid ACC/DEC
ACC time		200 ms	200 ms
ACC time 2		200 ms	200 ms
DEC time		200 ms	200 ms
DEC time 2		200 ms	200 ms

CT7 / FX3U-20SSC-H / Positioning parameters (module:0)			
Item		X-axis	Y-axis
Torque limit		3000 x0.1 %	3000 x0.1 %
Servo ready check		1:Valid	1:Valid
Servo end check		1:Valid	1:Valid
Servo end evaluation time		5000 ms	5000 ms
Servo startup ON/OFF selection		0:Servo startup ON	0:Servo startup ON
Positioning completion signal output waiting time		0 ms	0 ms
OPR mode		1:Data set	1:Data set
OPR direction		0:Decrease present value	0:Decrease present value
Machine zero point address		0 PLS	0 PLS
OPR speed(High speed)		4000000 Hz	4000000 Hz
OPR speed(Creep)		100000 Hz	100000 Hz
OPR torque limit value		3000 x0.1 %	3000 x0.1 %
OPR interlock setting		0:Invalid	0:Invalid
Zero signal count start timing		0:Backward end of DOG	0:Backward end of DOG

Bước 5: Set the servo parameters.

CT7 / FX3U-20SSC-H / Positioning parameters (module:0)		
Item	X-axis	Y-axis
Torque limit	3000 x0.1 %	3000 x0.1 %
Servo ready check	1:Valid	1:Valid
Servo end check	1:Valid	1:Valid
Servo end evaluation time	5000 ms	5000 ms
Servo startup ON/OFF selection	0:Servo startup ON	0:Servo startup ON
Positioning completion signal output waiting time	0 ms	0 ms
OPR mode	1:Data set	1:Data set
OPR direction	0:Decrease present value	0:Decrease present value
Machine zero point address	0 PLS	0 PLS
OPR speed(High speed)	400000 Hz	400000 Hz
OPR speed(Creep)	100000 Hz	100000 Hz
OPR torque limit value	3000 x0.1 %	3000 x0.1 %
OPR interlock setting	0:Invalid	0:Invalid
Zero signal count start timing	0:Backward end of DOG	0:Backward end of DOG

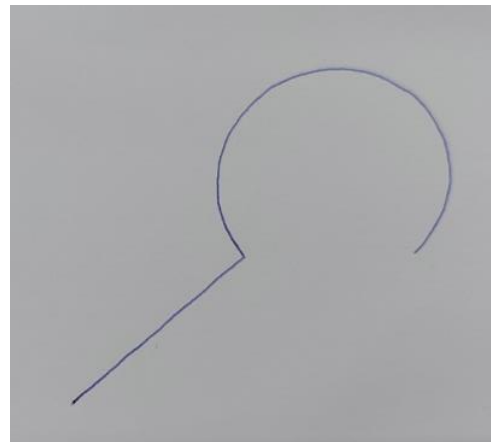
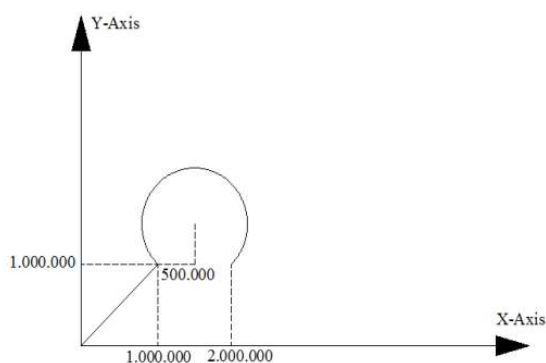
CT7 / FX3U-20SSC-H / Servo parameters (module:0)				
Kind	Item		X-axis	Y-axis
Servo amplifier series	Servo amplifier series		1:MR-J3-B	1:MR-J3-B
	Control mode	Control loop composition selection	0:standard control 350 maximum torque setting of HF-KP servo motor(Invalid)	0:standard control 350 maximum torque setting of HF-KP servo motor(Invalid)
	Regenerative brake option	Selection of regenerative brake option	00: Regenerative brake option is not used	00: Regenerative brake option is not used
	Absolute position detection system	Selection of absolute position detection system	0:Used in incremental system	0:Used in incremental system
Basic setting parameters	Function selection A-1	Servo forced stop selection	1:Invalid (Do not use the forced stop signal.) /01:Not using EM1 or EM2 The electromagnetic brake interlock (MBR) turns off without the forced stop deceleration.	1:Invalid (Do not use the forced stop signal.) /01:Not using EM1 or EM2 The electromagnetic brake interlock (MBR) turns off without the forced stop deceleration.
	Auto tuning	Gain adjustment mode setting	1:Auto tuning mode 1	1:Auto tuning mode 1
	Auto tuning response		12:37.0Hz	12:37.0Hz
	In-position range		100 pulse	100 pulse
	Rotation direction selection		0:Forward rotation (CCW) with the increase of the positioning address.	0:Forward rotation (CCW) with the increase of the positioning address.
	Encoder output pulse		4000 pulse/rev	4000 pulse/rev



Lưu ý: Bấm reset trước khi write to module

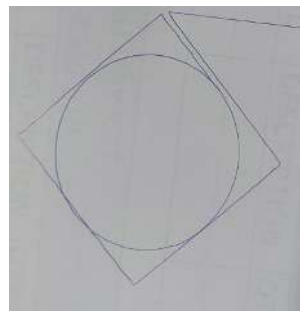
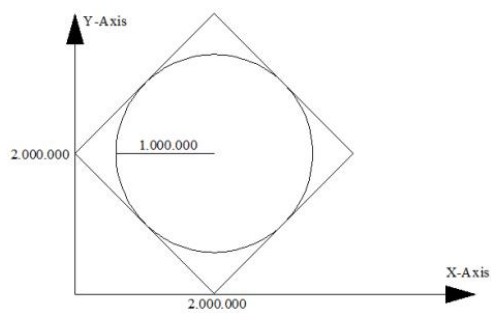
Bước 6: Viết chương trình trên FX Configurator-FP để vẽ các hình theo yêu cầu đề bài.

a.



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	Linear interpolation	x: 1000000 y: 1000000	fx: 2000000					-1
2	Dwell					30		-1
3	Circular interpolation(CNT,CCW)	x: 0 y: 1000000	fx: 1500000	i: 500000 j: 500000				-1
4	Dwell					0		-1
5	End							

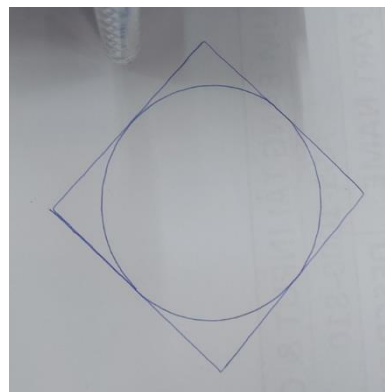
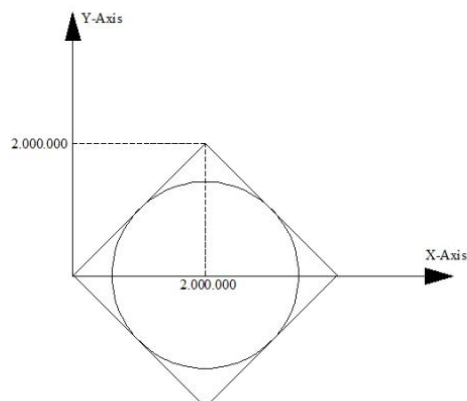
b.



bai2 / 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	X-axis positioning at 1-step speed	x: 2000000	fx: 1000000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
3	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: 2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
4	Dwell					0		-1
5	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
6	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
7	Dwell					0		-1
8	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
9	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: -2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
10	Dwell					0		-1
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
12	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: -2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
13	Dwell					0		-1
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
15	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: 1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
16	Dwell					0		-1
17	Circular interpolation(CNT,CW)	x: 0 y: 0	fx: 1500000	i: 1000000 j: 1000000				-1

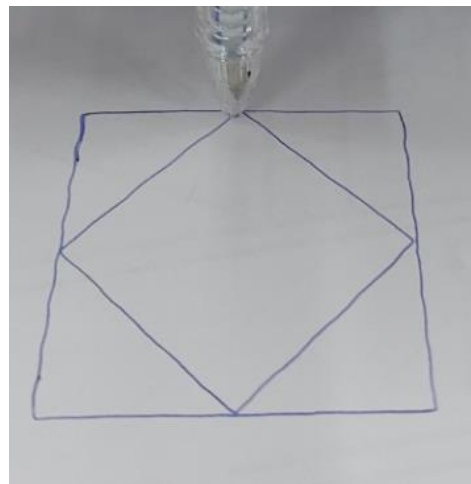
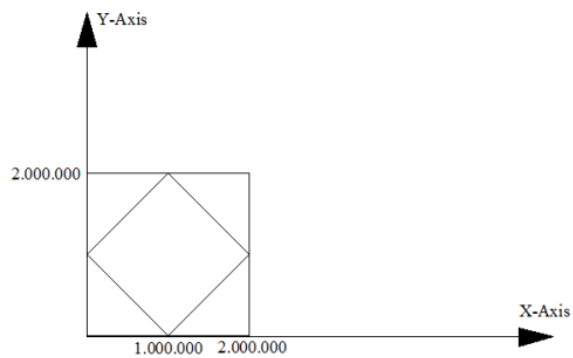
15	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: 1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
16	Dwell					0		-1
17	Circular interpolation(CNT,CW)	x: 0 y: 0	fx: 1500000	i: 1000000 j: 1000000				-1
18	Dwell					0		-1
19	End							

c.



CT7 / FX3U-20SSC-H / XY-axis Table information (module:0) [TEST MODE]									
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	
9	Dwell					0		-1	
10	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 150000 fy: 150000					-1	
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: -2000000	fx: 150000 fy: 150000						
12	Dwell					0		-1	
13	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 150000 fy: 150000					-1	
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 0	fx: 150000 fy: 150000						
15	Dwell					0		-1	
16	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 150000 fy: 150000					-1	
17	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 150000 fy: 150000						
18	Dwell					0		-1	
19	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 150000 fy: 150000					-1	
20	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: 1000000	fx: 150000 fy: 150000						
21	Dwell					0		-1	
22	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 150000 fy: 150000					-1	
23	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: -1000000	fx: 150000 fy: 150000						
24	Dwell					0		-1	
25	Linear interpolation	x: 1000000 y: -1000000	fx: 150000					-1	
26	End								
27									
28									

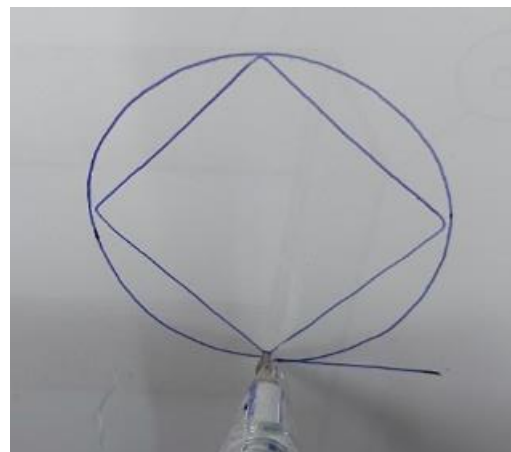
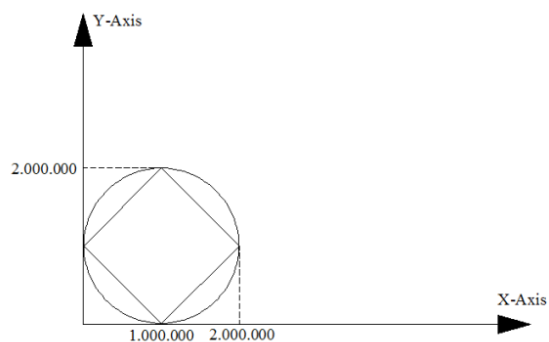
d.



CT7 / FX3U-20SSC-H / XY-axis Table information (module:0) [TEST MODE]								
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: 1500000 fy: 1500000					-1
2	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 2000000 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					
3	Dwell					0		-1
4	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
5	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
6	Dwell					0		-1
7	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
8	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -2000000 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					
9	Dwell					0		-1
10	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
11	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: -2000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
12	Dwell					0		-1
13	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
14	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					
15	Dwell					0		-1
16	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
17	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
18	Dwell					0		-1

17	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
18	Dwell					0		-1
19	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
20	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: 1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
21	Dwell					0		-1
22	XY-axis positioning at 2-step speed	x: 0 y: 0	fx: 1500000 fy: 1500000					-1
23	XY-axis positioning at 2-step speed	x: -1000000 y: -1000000	fx: 1500000 fy: 1500000					
24	Dwell					0		-1
25	Linear interpolation	x: 1000000 y: -1000000	fx: 1500000					-1
26	End							

e.



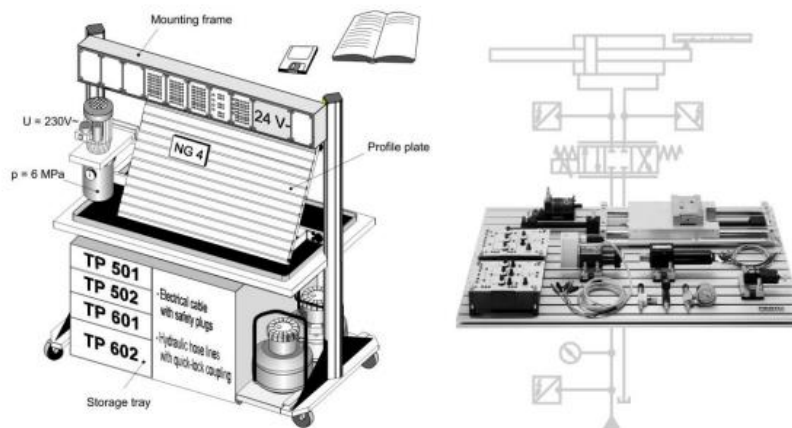
CT7 / FX3U-20SSC-H / XY-axis Table information (module:0) [TEST MODE]									
No.	Command code	Address x:[PLS] y:[PLS]	Speed fx:[Hz] fy:[Hz]	Arc center i:[PLS] j:[PLS]	Arc radius r:[PLS]	Time [10ms]	Jump No.	m code	
0	Incremental address specification								-1
1	Linear interpolation	x: 1000000 y: 0	fx: 1000000						-1
2	Dwell					0			-1
3	Circular interpolation(CNT,CW)	x: 0 y: 0	fx: 1000000	i: 0 j: 1000000					-1
4	Dwell					0			-1
5	Linear interpolation	x: -1000000 y: 1000000	fx: 1000000						-1
6	Linear interpolation	x: 1000000 y: 1000000	fx: 1000000						-1
7	Linear interpolation	x: 1000000 y: -1000000	fx: 1000000						-1
8	Linear interpolation	x: -1000000 y: -1000000	fx: 1000000						-1
9	End								
10									
11									
12									

TRẠM 4: HỆ THỐNG SERVO THỦY LỰC

Nội dung chính:

- + Giới thiệu hệ thống
- + Kết nối phần cứng
- + Bộ điều khiển PID của PLC FX3U

4.1 Giới thiệu hệ thống:



Hình 4.1 Mô hình



Fig 3.2: Linear hydraulic drive module

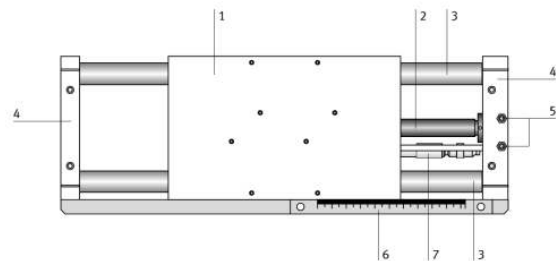
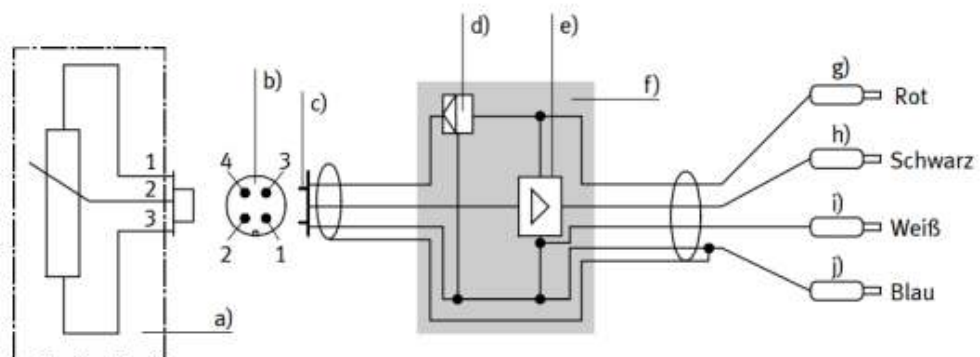


Fig 3.3: A diagram of linear hydraulic drive module

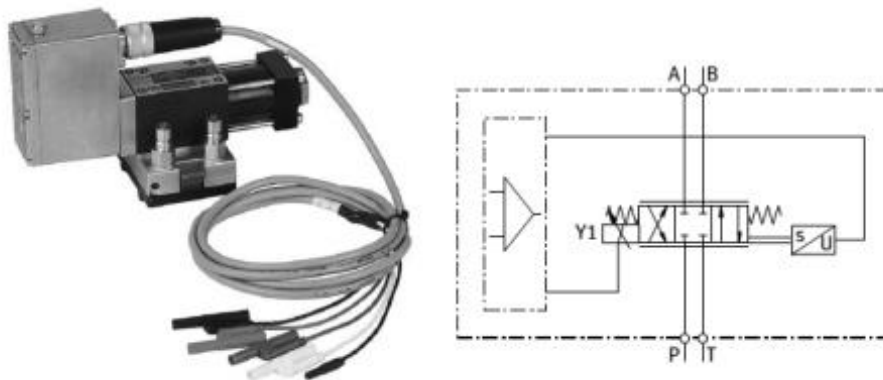
Hình 4.2 Module điều khiển thủy lực khí nén

Thành phần:

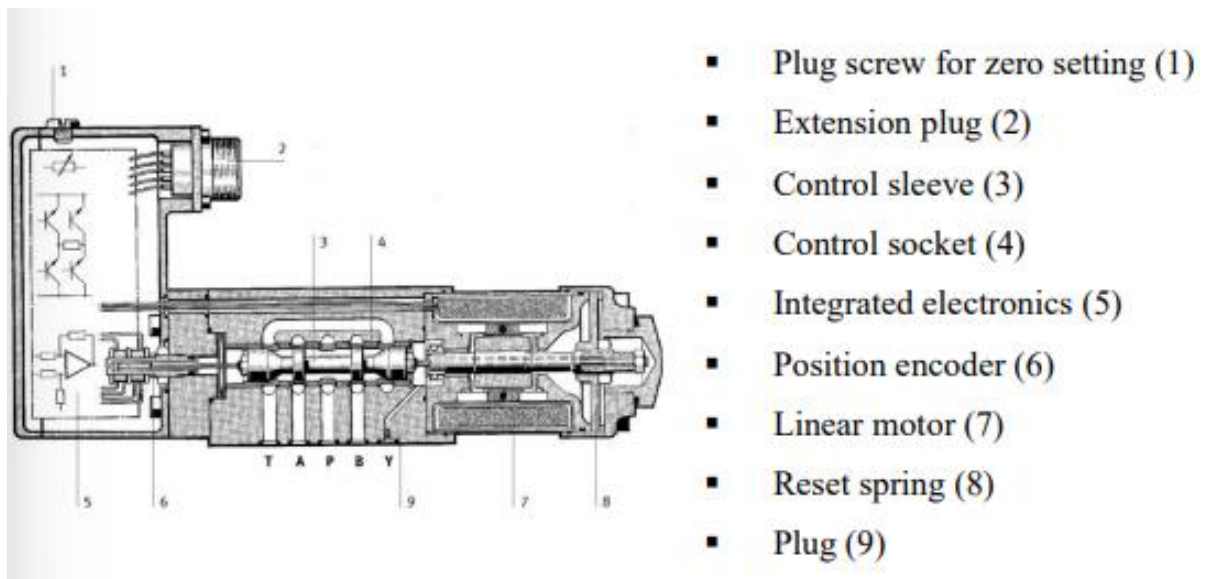
- Bảng
- Xi lanh
- Hai thanh giữ
- Hai đòn gánh
- Hai thanh kết nối nhanh thủy lực
- Thước kẻ
- Encoder khoảng cách



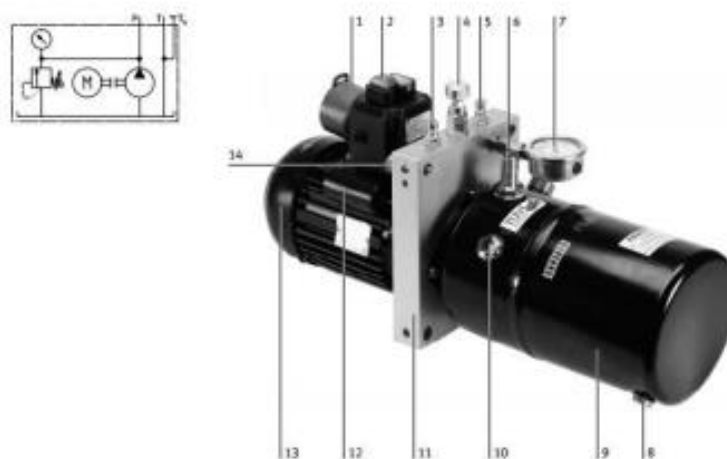
Hình 4.3 Kết nối Incoder



Hình 4.4 Van giữ vị trí

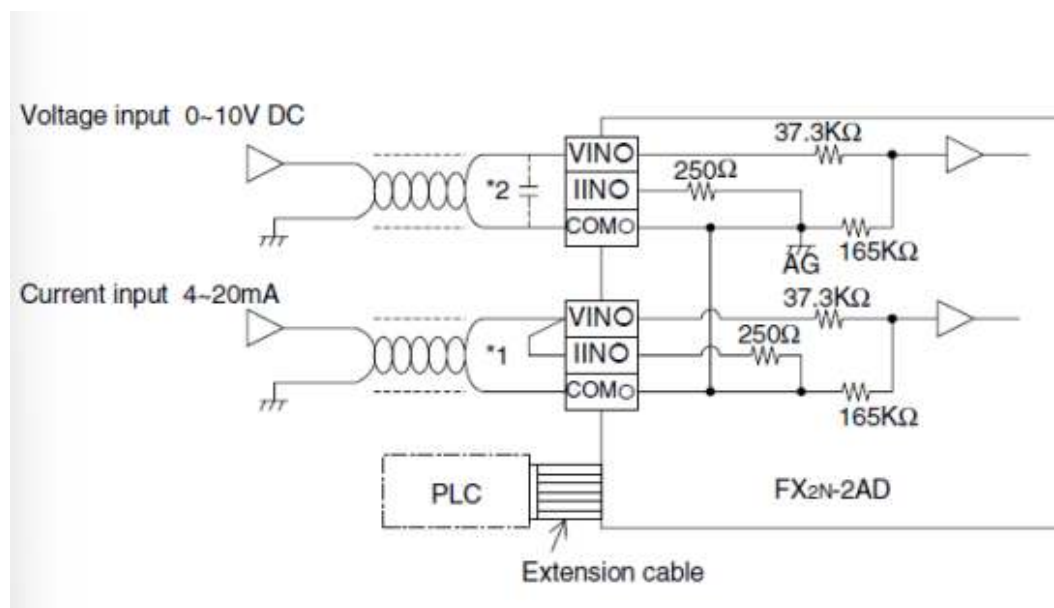


Hình 4.5 Hoạt động của van



Hình 4.6 Nguồn thủy lực

4.2 Kết nối phần cứng



Hình 4.7 Kết nối của module FX2N-2AD

- FX2N-2AD không thể có 1 kênh làm đầu vào điện áp tương tự và kênh kia là đầu vào hiện tại vì cả 2 kênh sử dụng cùng một giá trị bù và khuếch đại

4.2.1 Thanh ghi Buffer (BFM)

BFM number	b15 to b8	b7 to b4	b3	b2	b1	b0
#0	Reserved	Current value of input data (lower 8bit data)				
#1	Reserved		Current value of input data (higher 4bit data)			
#2 to 16	Reserved					
#17	Reserved				Analog to digital conversion beginning	Analog to digital conversion channel
#18 or more	Reserved					

+ BFM#0: Giá trị hiện tại của dữ liệu đầu vào cho kênh được chỉ định với BFM#17 được lưu trữ

+ BFM#1: Giá trị hiện tại của dữ liệu đầu vào được lưu trữ. BFM#17: b0 để chỉ định kênh (CH1,CH2) b0 = 0: CH1 b0 = 1: CH2 b1:0 Quá trình chuyển đổi A/D bắt đầu.

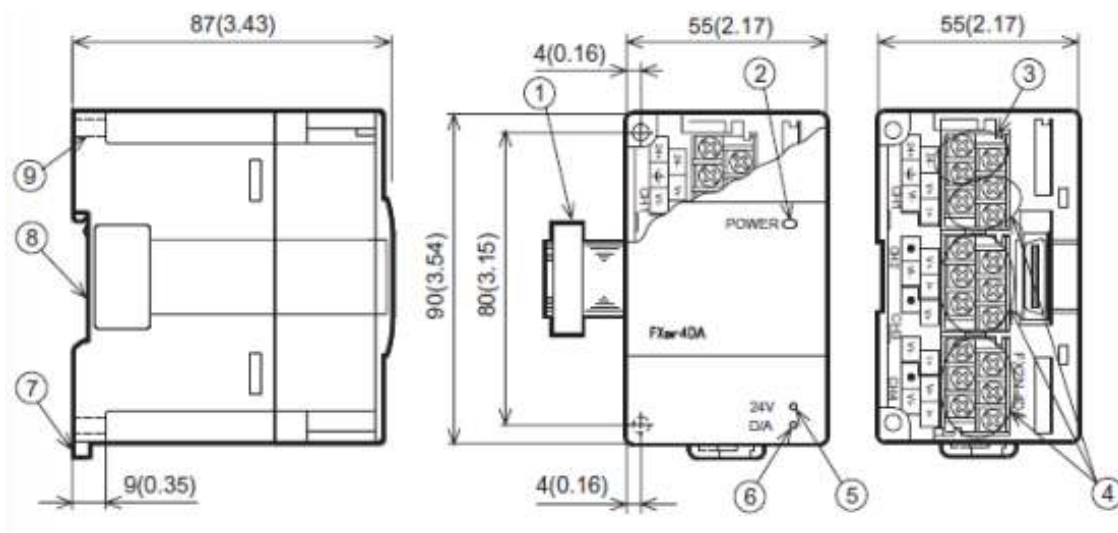
4.2.2.Module FX2N-4DA

Khối chức năng đặc biệt tương tự FX2N-4DA có 4 kênh đầu ra. Nó có độ phân giải tối đa 12 bit.

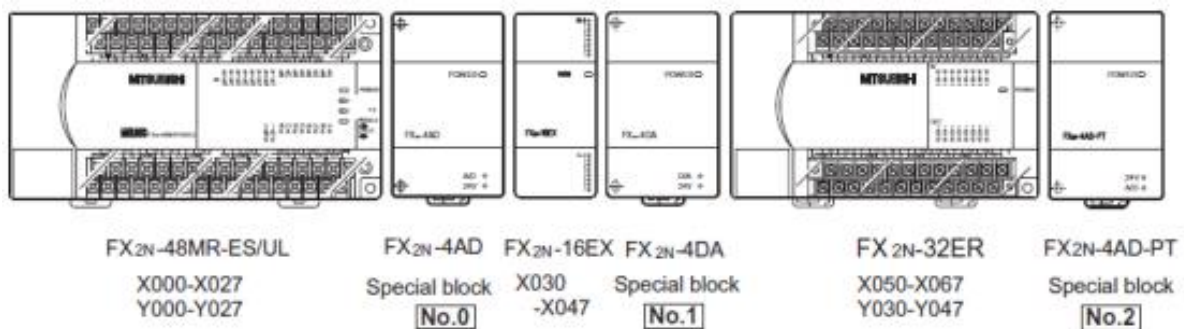
+ Việc lựa chọn đầu vào / đầu ra dựa trên điện áp hoặc dòng điện là do người dung đầu dây. Analog phạm vi -10 đến 10V DC (độ phân giải: 5mV) và / hoặc 0 đến 20mA (độ phân giải: 20mA) có thể được chọn độc lập cho mỗi kênh.

+ Truyền dữ liệu giữa FX2N-4DA và thiết bị chính PLC bằng bộ đệm trao đổi trí nhớ. Có 32 bộ nhớ đệm (mỗi bộ 16 bit) trong FX2N-4DA

+ FX2N-4DA chiếm 8 điểm I/O trên bus mở rộng FX2N. 8 điểm có thể được phân bổ từ đầu vào hoặc đầu ra. FX2N-4DA rút ra 30mA từ đường ray 5V của thiết bị chính FX2N hoặc thiết bị được mở rộng được cấp nguồn.

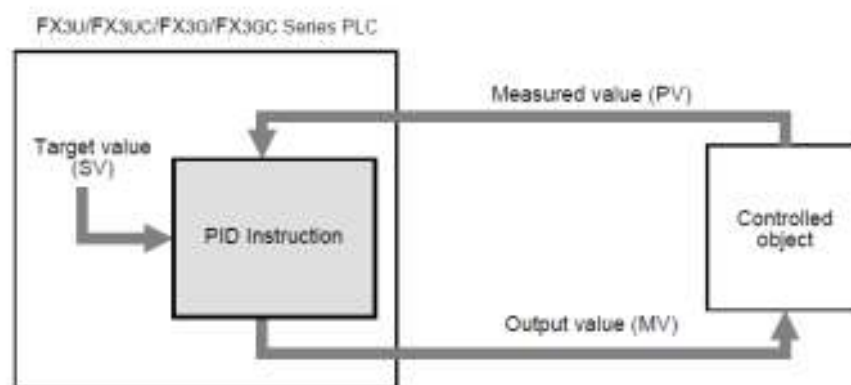


4.2.3 Kết nối PLC

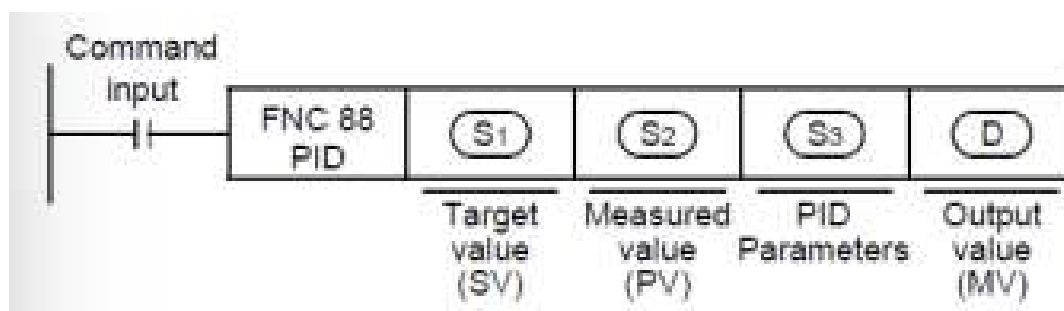


Hình 4.8 PLC và modules

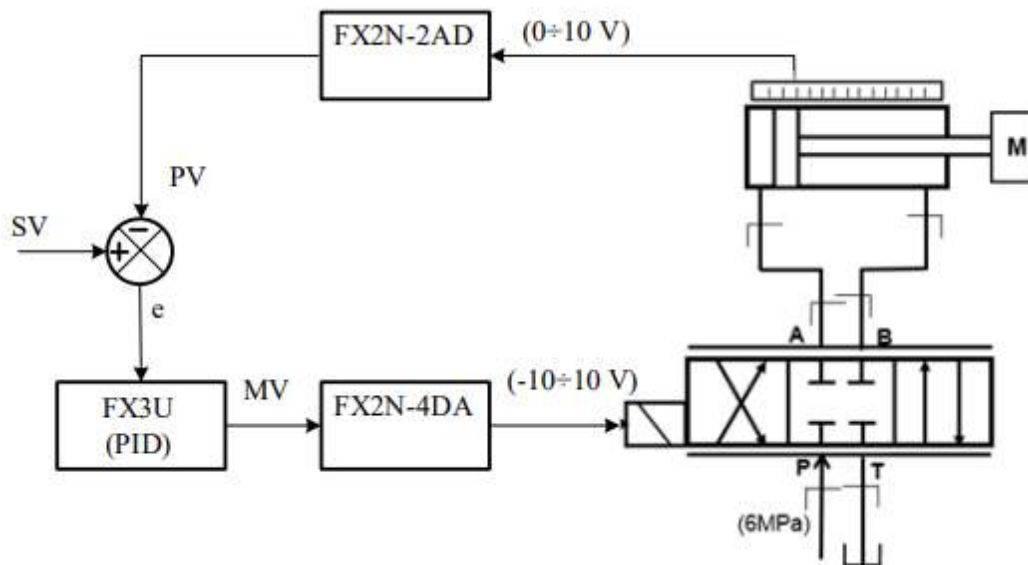
4.3 Bộ điều khiển PID



Hình 4.9 Kết nối PLC sử dụng PID

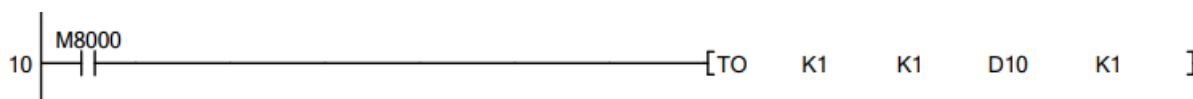


Hình 4.10 Cấu trúc câu lệnh PID



Hình 4.11 Điều khiển PID

4.3.1 Thực nghiệm



K1 : Thực hiện lệnh một lần

M8000 : Tiếp điểm tín hiệu thường đóng.

K1 : Phản cứng

K1 : Số nguyên là 1

D10 : Một ô nhớ chứa dữ liệu số nguyên K1 = 1 → D1 BFM #2 (output to CH2)

If the factory-set I/O characteristics are not changed and the status information is not used, you can operate the FX2N-4DA using the following simple program.

- ✓ CH1 and CH2: Voltage output mode (-10 V to +10 V)
- ✓ CH3: Current output mode (+4 mA to +20 mA)
- ✓ CH4: Current output mode (0 mA to +20 mA)

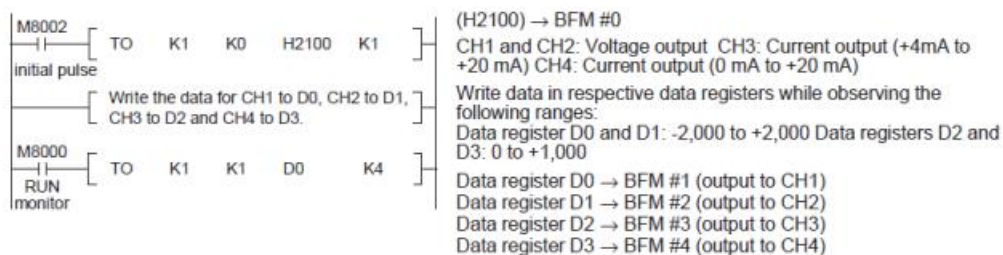
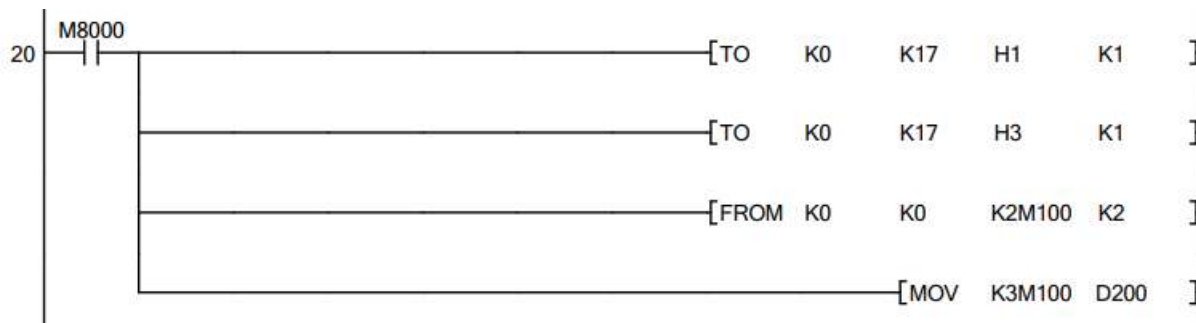
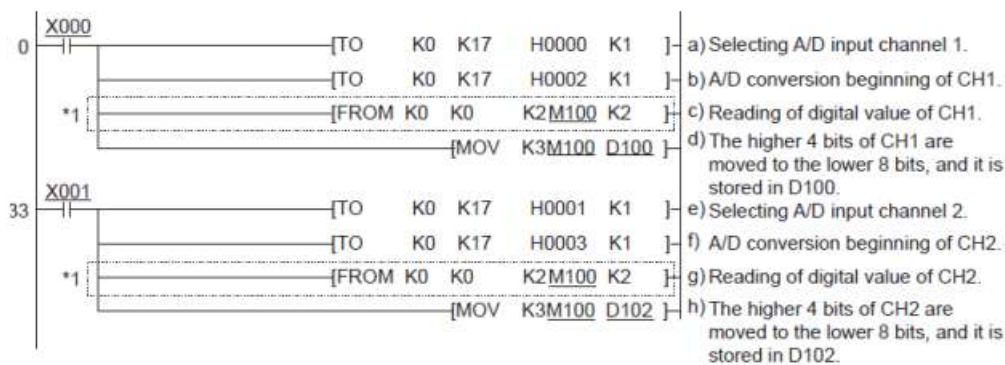


Fig 3.21: Code example using TO command



Dựa theo ví dụ, chọn kênh 2 do phần cứng là kênh 2.

Example 1: Reading analog values from 2 channels



BFM number	b15 to b8	b7 to b4	b3	b2	b1	b0
#0	Reserved	Current value of input data (lower 8bit data)				
#1	Reserved		Current value of input data (higher 4bit data)			
#2 to 16	Reserved					
#17	Reserved				Analog to digital conversion beginning	Analog to digital conversion channel
#18 or more	Reserved					

BFM#0: The current value of the input data for the channel specified with BFM#17 (lower 8bit data) is stored.

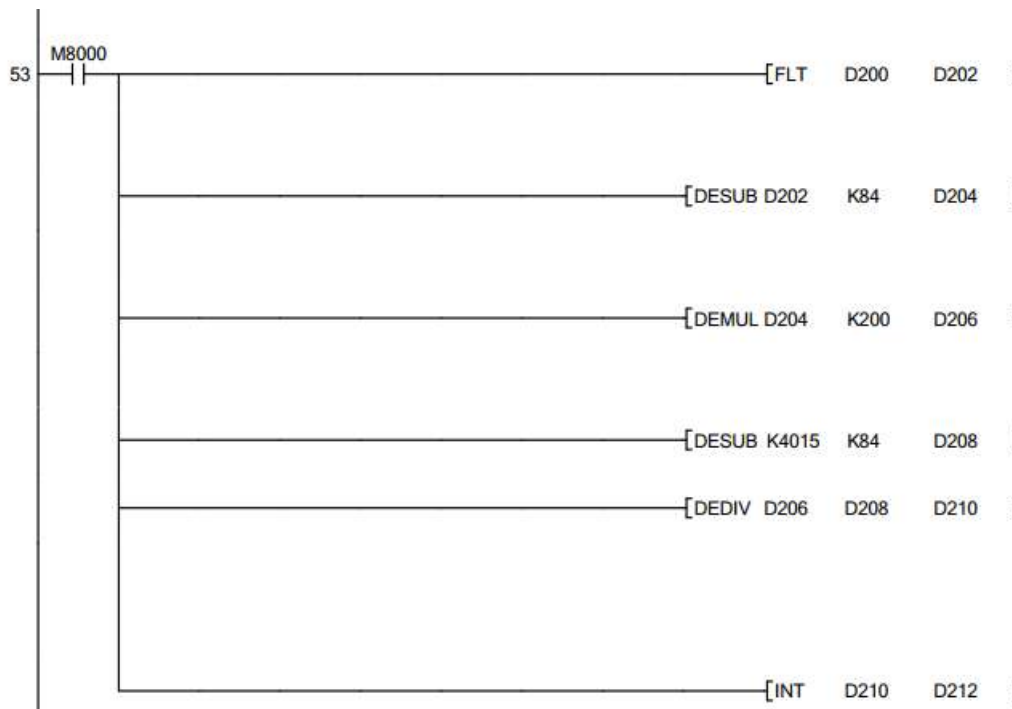
BFM#1: The current value of the input data (higher 4bit data) is stored.

BFM#17: b0 to specify the Channel (CH1, CH2)

b0 = 0: CH1

b0 = 1: CH2

b1: 0→1 The A/D conversion process is started.



Ta có:

Số xung ở ngưỡng lớn nhất $P = 4015 \rightarrow$ Đọc ở setpoint D200 khi cho máy chạy đến max $x = 20\text{cm}$

Số xung ở ngưỡng nhỏ nhất $P = 84 \rightarrow$ Đọc ở setpoint D200 khi cho máy chạy đến min $x = 0\text{cm}$

Vậy phương trình toán học:

$$y = \frac{P - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} (x_{\max} - x_{\min}) + x_{\min}$$

$$y = \frac{P - 84}{4015 - 84} (200 - x_{\min}) + 0$$

FLT : Chuyển sang số thực để tính toán \rightarrow INT : Chuyển sang số nguyên để PLC xử lý.

S1 : D300 target value (SV)

S2 : D212 input value in PID control loop (PV)

S3 : D400 PID parameters

D : D10 velocity (MV)

Set item		Description
(S1)	Target value (SV)	<ul style="list-style-type: none">Set the target value (SV).PID instruction does not change the contents of setting.Caution on using the auto tuning (limit cycle method) If the target value for auto tuning is different from the target value for PID control, it is necessary to set a value including the bias value first, and then store the actual target value when the auto tuning flag turns OFF.
(S2)	Measured value (PV)	This is the input value in PID control loop.
(S3)	Parameter*1	<ol style="list-style-type: none">Auto tuning: In the case of limit cycle method Twenty-nine devices are occupied from the head device specified in (S3).Auto tuning: In the case of step response method<ol style="list-style-type: none">Operation setting (ACT): When bits 1, 2 and 5 are not all "0" Twenty-five devices are occupied from the head device specified in (S3).Operation setting (ACT): When bits 1, 2 and 5 are all "0" Twenty devices are occupied from the head device specified in (S3).
(D)	Output value (MV)	<ol style="list-style-type: none">In case of PID control (normal processing) Before driving PID instruction, the user should set the initial output value. After that, the operation result is stored.Auto tuning: In the case of limit cycle method During auto tuning, the ULV or LLV value is output automatically. When auto tuning is finished, the specified MV value is set.Auto tuning: In the case of step response method Before driving PID instruction, the user should set the initial output value. During auto tuning, PID instruction does not change the MV output.

$S3 = D400 \rightarrow S3 + 1 = D401; \dots$

D401 : Có 8 bit. Chọn các chức năng:

+ bit0 : Backward operation

+ bit1 bit2 bit3 bit4 : 0

+ bit5 : Chọn giới hạn có giá trị.

+ bit6 : 0

➔ D401 ghi 00100001 hexa = 21. Ghi H21 vào ô nhớ D401

D402 D404 D406 không sử dụng

D403 : Thiết lập thông số Kp

D405 : Thiết lập thông số Kd (giảm dao động)

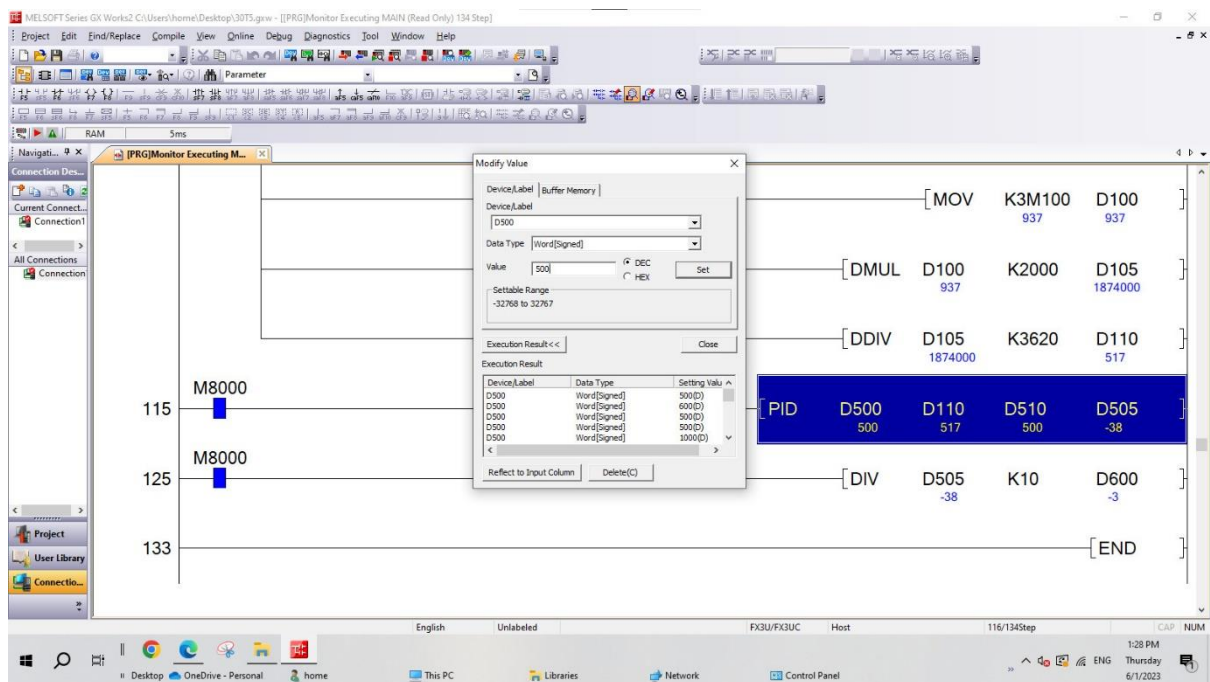
D422 và D423 : max và min của range [-2000,2000]

Set item		Setting	Remarks
(S3)	Sampling time (Ts)	1 to 32767 (ms)	It cannot be shorter than operation cycle of the PLC.
(S3) +1	Operation setting (ACT)	bit0	0: Forward operation 1: Backward operation Operation direction
		bit1	0: Input variation alarm is invalid. 1: Input variation alarm is valid.
		bit2	0: Output variation alarm is invalid. 1: Output variation alarm is valid. Do not set to ON bit 2 and bit 5 at same time.
		bit3	Not available
		bit4	0: Auto-tuning is not executed. 1: Auto-tuning is executed.
		bit5	0: Upper and lower limits of output value are not valid. 1: Upper and lower limits of output value are valid. Do not set to ON bit 2 and bit 5 at same time.
		bit6	0: Step response method 1: Limit cycle method Select auto-tuning mode.
		bit7 to bit15	Not available

(S3) +2	Input filter constant (α)	0 to 99 (%)	When "0" is set, input filter is not provided.
(S3) +3	Proportional gain (KP)	1 to 32767 (%)	
(S3) +4	Integral time (TI)	0 to 32767 ($\times 100$ ms)	When "0" is set, it is handled as " ∞ " (no integration).
(S3) +5	Differential gain (KD)	0 to 100 (%)	When "0" is set, differential gain is not provided.
(S3) +6	Differential time (TD)	0 to 32767 ($\times 10$ ms)	When "0" is set, differential is not executed.
(S3) +7 : (S3) +19	These devices are occupied for internal processing of PID operation. Do not change data.		

Set item		Setting	Remarks
(S3) +20*1	Input variation (incremental) alarm set value	0 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 1 of (S3) +1) is "1".
(S3) +21*1	Input variation (decremental) alarm set value	0 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 1 of (S3) +1) is "1".
(S3) +22*1	Output variation (incremental) alarm set value	0 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 2 of (S3) +1) is "1" or (ACT) (bit 5 of (S3) +1) is "0".
	Output upper limit set value	-32768 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 2 of (S3) +1) is "0" or (ACT) (bit 5 of (S3) +1) is "1"
(S3) +23*1	Output variation (decremental) alarm set value	0 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 2 of (S3) +1) is "1" or (ACT) (bit 5 of (S3) +1) is "0"
	Output lower limit set value	-32768 to 32767	It is valid when operation direction (ACT) (bit 2 of (S3) +1) is "0" or (ACT) (bit 5 of (S3) +1) is "1"

Đáp ứng:



Kết quả thực nghiệm:

