

ระบบควบคุมความเร็วแป้นรองรับเส้นใยนาโนจากเครื่องปั่นเส้นใย
Nanofiber Collecting Control System for Electrospinning

ธนพงศ์ แสงแก้ว
วิทธิกร กาวิวน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2558

Nanofiber Collecting Control System for Electrospinning

TANAPONG SANGKAEW
WITTIGORN KAWEEWON

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
BURAPHA UNIVERSITY 2015

ปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมความเร็วแป้นรองรับเส้นใยนาโนจากเครื่องปั่นเส้นใย
โดย	นายธนพงศ์ แสงแก้ว
	นายวิทธิกร กาวิวัน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.เฉลิมภรณ์ ฟองสมุทร
จำนวนหน้า	71 หน้า
ปีการศึกษา	2558

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติปริญญานิพนธ์นี้ เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ด้านกลาง)

.....กรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ ดร.นรรัตน์ วัฒนมงคล)

.....กรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(อาจารย์ สุรชาติ เหล็กงาม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.เฉลิมภรณ์ ฟองสมุทร)

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
(อาจารย์ ดร.ภาณุวัฒน์ ด้านกลาง)

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอระบบควบคุมความเร็วแป้นรองรับเส้นใยนาโนจากเครื่องปั่นเส้นใย ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบแลตเตอร์ไดอะแกรมของพีแอลซี วงจรควบคุมมอเตอร์ และหน้าจอสัมผัสสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยมีหลักการคือเมื่อป้อนค่าความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย ความเร็วของหัวฉีดเส้นใย ระยะทางในการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย รวมทั้งตั้งเวลาให้เครื่องทำงาน ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะถูกส่งไปยังพีแอลซีให้ทำการประมวลผลตามการออกแบบของแลตเตอร์ไดอะแกรม แล้วส่งสัญญาณควบคุมออกไปยังการ์ดอนาล็อกเอาต์พุต เพื่อควบคุมวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยทดสอบควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใยระหว่าง 40-640 รอบต่อนาที ความเร็วของหัวฉีดเส้นใยระหว่าง 10-174 รอบต่อนาที และระยะทางในการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใยในช่วง 10 เซนติเมตร ผลจากการทดลองพบว่าความผิดพลาดในการควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย ความเร็วของหัวฉีดเส้นใย และระยะทางในการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใยมีค่าประมาณ 0.62 เปอร์เซ็นต์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องปั่นเส้นใย, พีแอลซี, วงจรควบคุมมอเตอร์

Abstract

This thesis presents the fiber collecting control system. It consists the ladder diagram of PLC, motor control circuit and touch screen for user interface. The basic principle is to set the speed of fiber collector, the speed and distance for movement of the fiber injector as well as the time of operation. The parameters pass to the PLC according to the designs of the ladder diagram. Then it sent out the signal to control the analog output card for driving the motor control. During the experiment, we use the speed of fiber collector between 40-640 rpm, the speed of fiber injector between 10-174 rpm and the distance for movement of the fiber injector 10 cm. The experimental results showed that the error of speed for fiber collecting, the error of speed and distance for movement of the fiber injector are about 0.62%, 0.2% and 0.9%, respectively.

Keyword: Electrospinning, PLC, Motor control circuit

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.เฉลิมภรณ์ พองสมุทร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์มา โดยตลอด ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ผู้ดำเนินโครงการ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการดำเนินโครงการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญรูป	vii
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบควบคุม	4
2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	5
2.3 พีแอลซี (Programmable Logic Controller)	6
2.3.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี	7
2.3.2 การแบ่งชนิดของพีแอลซี	9
2.3.3 ภาษาที่ใช้สำหรับพีแอลซี	10
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor)	11
2.4.1 โครงสร้างมอเตอร์	11
2.4.2 เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor)	13
2.4.3 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Driver)	14
2.4.4 สเตปปิงมอเตอร์ (Stepping Motor)	14
การควบคุมสเตปปิงมอเตอร์ (Stepping Driver)	16
2.5 การพิจารณาในการเลือกขนาดมอเตอร์	16
2.5.1 การคำนวณเพื่อเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ต่อกับบอลสกรู	16
2.5.2 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่ต่อกับโพลด	17
2.6 ระบบแสดงสถานะ (Human machine interface: HMI)	17
2.7 การติดต่อสื่อสาร	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบโครงการ.....	23
3.1 หลักการออกแบบ	23
3.2 การออกแบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใย.....	24
3.3 การออกแบบควบคุมตำแหน่งและความเร็วของหัวฉีดเส้นใย	26
3.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้.....	28
3.5 การออกแบบส่วนของพีแอลซี (PLC).....	41
3.6 การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์	45
3.6.1 วงจรควบคุมความเร็วส่วนแป้นรับเส้นใย.....	45
3.6.2 วงจรควบคุมตำแหน่งและความเร็วของส่วนหัวฉีดเส้นใย	45
บทที่ 4 ผลการทดลอง	47
4.1 การทดสอบหาความเร็วรอบที่คลาดเคลื่อนของแป้นรองรับเส้นใย.....	47
4.2 การทดสอบหาความคลาดเคลื่อนของความเร็วในการเคลื่อนที่ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย	48
4.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งการเคลื่อนที่ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย	48
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	52
5.1 สรุปผลการทดลอง	52
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
5.3 ปัญหาที่พบในโครงการ	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก การกำหนดตำแหน่งแอตเดรส.....	56
ภาคผนวก ข การแสดงพื้นที่และคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโครงการ	63
ภาคผนวก ข.1 ตารางแสดงการจองพื้นที่เก็บข้อมูล (I/O Memory area)	63
ภาคผนวก ข.2 สำหรับคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโครงการโดยใช้ภาษาแลดเดอร์	64
ภาคผนวก ค การควบคุมเครื่อง.....	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงองค์ประกอบของระบบควบคุมแบบเปิด.....	4
2.2 ระบบควบคุมวงปิด (Close – Loop Control System)	5
2.3 องค์ประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติ.....	5
2.4 พีแอลซี (PLC)	6
2.5 ส่วนประกอบหลักของชุดควบคุมพีแอลซี	7
2.6 ตัวอย่างชนิดของหน่วยความจำ	8
2.7 ตัวอย่างของหน่วยอินพุต.....	8
2.8 ตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral devices).....	9
2.9 แสดงชนิดของพีแอลซี (PLC) แบบสำเร็จรูป (Block Type).....	9
2.10 แสดงตัวอย่างของพีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)	10
2.11 ลักษณะของโรเตอร์.....	11
2.12 ลักษณะของสเตเตอร์	12
2.13 ตัวอย่างของช่องว่างอากาศ.....	12
2.14 ตัวอย่างของขดลวด.....	12
2.15 ลักษณะการทำงานของตัวสับเปลี่ยน.....	13
2.16 ตัวอย่างของ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณพัลส์.....	14
2.17 ตัวอย่างของ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณอนาล็อก	14
2.18 แสดงลักษณะของสเต็ปปีงมอเตอร์ stepping motor.....	15
2.19 ภาพแสดงส่วนประกอบของการนำมอเตอร์ไปขับโหลด	16
2.20 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen).....	18
2.21 หน้าจอแบบรีสทิฟทัชสกิน	18
2.22 หน้าจอแบบคาปาซิทิฟทัชสกิน	19
2.23 หน้าจอแบบคัสติกเวฟทัชสกิน.....	20
2.24 หน้าจอแบบอินฟาเรดทัชสกิน	20
2.25 ส่วนประกอบของขาสัญญาณของพอร์ต (Rs-232)	21
2.26 การต่อสายสัญญาณ (RS-232)	22
3.1 โครงสร้างของระบบ	23
3.2 อุปกรณ์ทั้งหมดเมื่อติดตั้งแล้ว	23
3.3 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor).....	25
3.4 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor)	27
3.5 โพล์ชาร์ตหน้าเมนูหลัก (Main Menu)	28
3.6 หน้าหลัก (Main Menu).....	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 โพล์ชาร์ตการใช้งานหน้าจอบคุมความเร็ว (Motor Speed Control).....	30
3.8 หน้าจอบคุมความเร็ว (Motor Speed Control).....	31
3.9 โพล์ชาร์ตการใช้งานหน้าจอบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control).....	33
3.10 หน้าจอบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control).....	34
3.11 โพล์ชาร์ตการใช้งานหน้าควบคุมหลัก (Main Control).....	37
3.12 หน้าควบคุมหลัก (Main Control).....	38
3.13 หน้าแสดงผู้จัดทำ.....	39
3.14 โพล์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) พังข้อมูลจากหน้าจอสัมผัส (touch screen).....	40
3.15 โพล์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) ควบคุมความเร็วมอเตอร์แปรผันรับสัญญาณ.....	40
3.16 โพล์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) ควบคุมตำแหน่งมอเตอร์หัวฉีดสัญญาณ.....	41
3.17 โพล์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) หน้าควบคุมหลัก.....	42
3.18 วงจรชุดควบคุมความเร็วแปรผันรับสัญญาณ.....	43
3.19 เอาต์พุต (Output) ของชุดควบคุมความเร็วแปรผันรับสัญญาณ.....	44
3.20 วงจรชุดควบคุมตำแหน่งหัวฉีดสัญญาณ.....	45
3.21 เอาต์พุต (Output) ของชุดควบคุมตำแหน่งหัวฉีดสัญญาณ.....	46
4.1 ชุดทดสอบระบบควบคุมแปรผันรองรับสัญญาณจากเครื่องปั่นสัญญาณ.....	47
4.2 การทดสอบความเร็วแปรผันรองรับสัญญาณที่ความเร็วรอบ 40 ถึง 640 รอบต่อนาที.....	48
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัด.....	48
4.4 การทดสอบความเร็วรอบระบบควบคุมหัวฉีดสัญญาณที่ความเร็วรอบ 10 ถึง 174 รอบต่อนาที.....	49
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัด.....	50
4.6 การทดสอบตำแหน่งระบบควบคุมหัวฉีดสัญญาณที่ระยะทางรอบ 1 ถึง 10 เซนติเมตร.....	50
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ใช้ในการทดสอบ กับระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการวัด.....	51
ก.1 หน้าจอโปรแกรม EB8000 Project Manager.....	56
ก.2 หน้าจอโปรแกรม EasyBuilder 8000.....	57
ก.3 หน้าจอตั้งค่าการเลือกใช้พีแอลซี.....	57
ก.4 หน้าจอตั้งค่าติดต่อสื่อสาร.....	58
ก.5 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer.....	58
ก.6 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer (ต่อ).....	59
ก.7 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer (ต่อ).....	59
ก.8 หน้าจอโปรแกรม EasyBuilder 8000.....	60
ก.9 หน้าจอควบคุมหลัก.....	60
ก.10 หน้าต่างกำหนดปุ่มกด ON Bit Address W0.00.....	61
ก.11 หน้าต่างกำหนดปุ่มกด Stop system Bit Address W0.02.....	61

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.12 หน้าต่างกำหนดลักษณะหลอดไฟ Status.....	62
ก.13 หน้าจอหลัก	62
ข.2 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของสตาร์ทระบบและเคลียร์ค่าเอาต์พุต.....	64
ข.3 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการสเกลค่าของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor).....	64
ข.4 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการสเกลค่าของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) (ต่อ).....	65
ข.5 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการหาจุดศูนย์กลาง (Origin) สเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor).....	65
ข.6 แลตเตอร์ไดอะแกรมของสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย.....	66
ข.7 แลตเตอร์ไดอะแกรมของสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมความเร็วการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย.....	66
ข.8 แลตเตอร์ไดอะแกรมของสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมความเร็วการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย (ต่อ).....	67
ข.9 แลตเตอร์ไดอะแกรมส่วนการตั้งเวลาหยุดระบบ	67
ค.1 หน้าจอเมนูหลัก (Main Menu).....	68
ค.2 หน้าจอควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control).....	68
ค.3 การป้อนค่าความเร็วในหน้าจอควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control).....	69
ค.4 การป้อนค่าเพื่อควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control)	69
ค.5 การป้อนค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ (Speed value).....	70
ค.6 การป้อนค่าระยะทางในการเคลื่อนที่ (Move Value)	70
ค.7 หน้าจอเมนูหลัก (Main Control)	71
ค.8 แสดงการตั้งเวลาหยุดอัตโนมัติ	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
ข.1 ตารางแสดงพื้นที่ I/O Memory area.....	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นนาโนเทคโนโลยีเป็นกระแสใหม่ของการพัฒนาเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้าง สังเคราะห์ ควบคุม และใช้ประโยชน์จากวัสดุหรือโครงสร้างที่มีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร นาโนเทคโนโลยีจะทำให้วัสดุมีสมบัติพิเศษที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ เป็นประตูลู่สู่นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกแขนง ไม่ว่าจะเป็นทางการแพทย์สามารถนำมาใช้เป็นผ้าปิดแผลเนื้อเยื่อเทียม ทางด้านวัสดุเป็นเส้นใยเสริมโครงสร้างและพลังงาน เป็นองค์ประกอบในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ดังนั้นจึงมีความสนใจในการนำนาโนเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เทคนิคในการเตรียมเส้นใยนาโนด้วยเทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงคือการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตสามารถปั่นเส้นใยนาโนของวัสดุพอลิเมอร์และสารอนินทรีย์ออกไซด์โดยอาศัยแรงทางไฟฟ้าที่เกิดจากศักย์ไฟฟ้ากำลังสูงในการทำให้เกิดแรงดึงของสารละลายเพื่อให้ได้เส้นใยนาโนเทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงจัดเป็นระบบที่ไม่มี ความซับซ้อน โดยการทำงานของเครื่องนี้จะมีส่วนประกอบหลักพื้นฐาน 3 ส่วน คือแหล่งกำเนิดศักย์ไฟฟ้ากำลังสูง หลอดบรรจุสารละลายที่ติดเข็มโลหะและวัสดุรองรับที่เป็นโลหะ แต่การทำงานของเทคนิคอิเล็กโตรสปินนิงยังคงพบปัญหาที่เกิดขึ้นคือ หัวฉีดเส้นใยไม่สามารถขยับเขยื้อนตามแป้นรองรับเส้นใยได้ และการผลิตเส้นใยไม่มีความต่อเนื่องรวมถึงการไม่สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ส่งผลให้มอเตอร์ไม่สามารถหมุนด้วยความเร็วที่ต้องการได้ในกระบวนการผลิตเส้นใยทำให้ได้ปริมาณเส้นใยที่น้อยเมื่อเทียบกับการใช้เวลาในการผลิต

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนาระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใย โดยสร้างชุดควบคุมหัวฉีดเส้นใยให้สามารถปรับเลื่อนซ้าย เลื่อนขวา และระยะทางในการเคลื่อนที่รวมทั้งให้แป้นรองรับเส้นใยสามารถปรับความเร็วการหมุนเพื่อให้สามารถรับเส้นใยได้อย่างต่อเนื่องโดยการสั่งงานผ่านชุด HMI (หน้าจอสั่งการ) ทำงานร่วมกับโปรแกรมพีแอลซีทำให้ง่ายต่อการควบคุมการทำงานและสามารถทราบอัตราการหมุนอย่างเหมาะสมในการผลิตเส้นใย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบระบบควบคุมความเร็วแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใย

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถใช้ระบบสั่งงานหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) ป้อนค่าความเร็วและแสดงผลความเร็วได้
2. สามารถใช้พีแอลซีเพื่อเขียนโปรแกรมสั่งงานระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใยได้

1.4 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานประกอบด้วย

1. เขียนแผนเสนอโครงการ
2. ศึกษาการทำงานของพีแอลซีและจอแสดงผล
3. ออกแบบการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานจอสัมผัสและควบคุมพีแอลซี
4. สั่งซื้ออุปกรณ์และจัดทำชุดควบคุมระบบควบคุมมอเตอร์ของเครื่องปั่นเส้นใย
5. ทดสอบและรวบรวมผลที่ได้
6. วิเคราะห์ข้อมูล และแก้ไขโปรแกรม (ในกรณีที่ระบบไม่ทำงานตามที่ต้องการ)
7. แก้ไขโปรแกรมและทดสอบควบคุมปั่นรองรับเส้นใยนาโนจากเครื่องปั่นเส้นใย
8. สรุปเขียนรายงานโครงการและเตรียมนำเสนอโครงการ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ในระควบคุมที่ใช้พีแอลซีและสามารถใช้พีแอลซีควบคุมมอเตอร์ได้
2. มีความรู้และเข้าใจหลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์
3. สามารถเขียนระบบแสดงสถานะ สั่งการระบบควบคุมต่างๆ
4. สามารถนำไปพัฒนาเครื่องปั่นเส้นใยนาโนให้มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

เดือน	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม				มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ขั้นตอน / สัปดาห์ที่																																
เขียนแผนนำเสนอโครงการ																																
ศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำโครงการ																																
ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมของ จอห์นสันและพีแอลซี																																
ศึกษาวิธีการติดต่อสื่อสาร																																
ออกแบบแลตเตอร์เตแกรม, วงจรควบคุมและสั่งข้ออุปกรณ์																																
ทดสอบการทำงานและบันทึกผลการทดสอบ																																
วิเคราะห์ผลการทดสอบที่ได้ และปรับปรุงแก้ไข (ในกรณีผลการทดสอบไม่ได้ตามที่ต้องการ)																																
เขียนสรุปรายงานโครงการ และเตรียมนำเสนอโครงการ																																

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุม

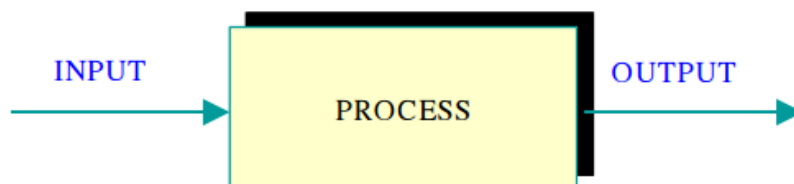
ระบบควบคุม หมายถึง รูปแบบของระบบใดๆ ที่มีการจัดองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบเพื่อให้มีผลตอบสนองของระบบเป็นไปตามที่ต้องการส่วนมากอาศัยพื้นฐานทฤษฎีระบบเชิงเส้นมาวิเคราะห์พิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลของแต่ละองค์ประกอบของระบบ ไม่ว่าระบบนี้จะมีขนาดซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

พื้นฐานของระบบควบคุมจะมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

- วัตถุประสงค์ของการควบคุม (Input)
- กระบวนการขั้นตอนที่ใช้ในการควบคุม (Process)
- ค่าที่ได้รับจริง (Output)

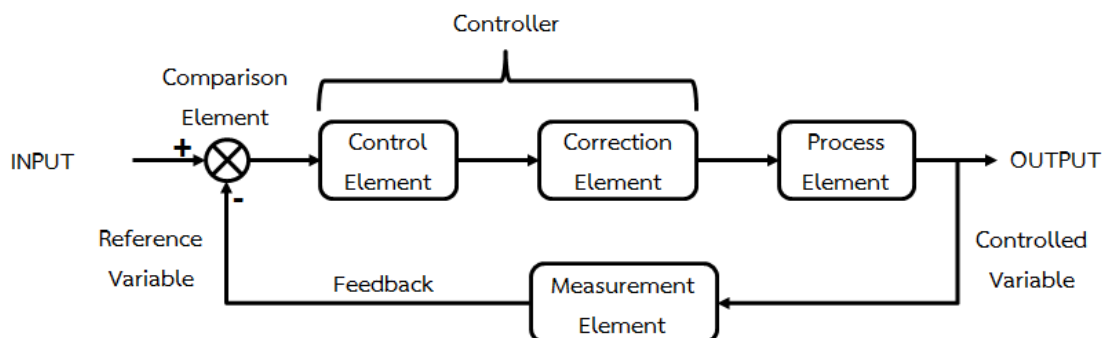
ประเภทของระบบควบคุม

ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop control system) คือระบบที่มีการควบคุมในลักษณะการสั่งงานไปยังอุปกรณ์ควบคุมเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการอ่านค่าผลลัพธ์ของระบบป้อนกลับซึ่งแสดงดังในรูปที่ 2.1 ดังนั้นจึงเป็นระบบที่ทำงานง่าย และไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยค่าเอาต์พุตที่ได้จะไม่ป้อนกลับมาที่ชุดควบคุม ทำให้ไม่มีผลต่อการควบคุมกระบวนการของระบบตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ระบบควบคุมแบบเปิดคือพัดลมไฟฟ้า เมื่อเปิดพัดลมผู้ใช้สามารถเลือกความเร็วพัดลมได้ตามความต้องการเมื่อเลือกความเร็วสัญญาณอินพุตจะส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมส่งสัญญาณเอาต์พุตสั่งการให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วตามต้องการ



รูปที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของระบบควบคุมแบบเปิด

ระบบควบคุมแบบวงปิด (Close – Loop Control System) หรือมีอีกชื่อว่า ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.2 เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่มีการนำเอาสัญญาณทางด้านเอาต์พุต (Output) ของระบบป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับสัญญาณทางด้านอินพุต (Input) ซึ่งจะมีการเปรียบเทียบเพื่อควบคุมให้สัญญาณเอาต์พุต (Output) มีค่าเท่ากับ หรือใกล้เคียงสัญญาณอินพุต (Input) มากที่สุด ค่าผลต่างที่ได้เรียกว่า ค่าความผิดพลาด (Error) โดยค่าความผิดพลาด (Error) นี้ จะป้อนให้กับตัวควบคุม (Controller) เพื่อทำการปรับสัญญาณเอาต์พุต (Output) ของระบบ ให้ออกมามีค่าเท่ากับสัญญาณอินพุต (Input) อยู่ตลอดเวลา โดยระบบควบคุมวงปิดนี้ นิยมใช้กับการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม โดยจะใช้ควบคุมให้หุ่นยนต์นั้นสามารถทำงานได้ตามต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมความเร็ว การควบคุมตำแหน่ง เป็นต้น



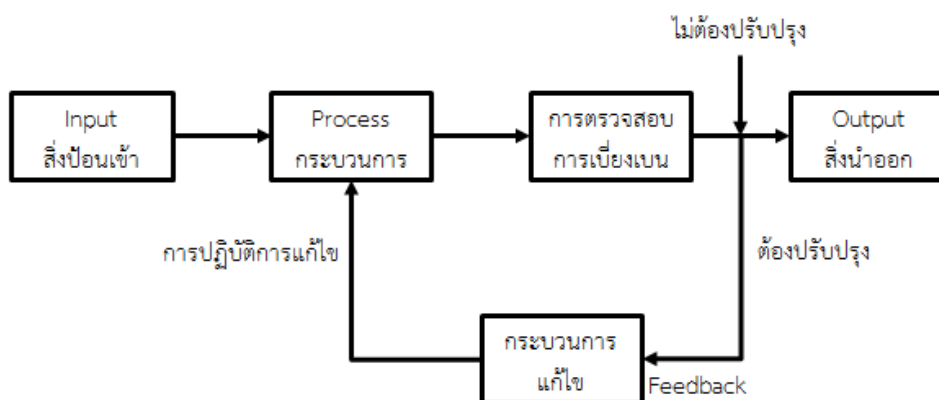
รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมวงปิด (Close – Loop Control System)

การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้กระบวนการที่เราต้องการควบคุมมีคุณลักษณะที่ต้องการ 3 อย่าง ต่อไปนี้ตรงตามข้อกำหนดคือ

- Transient Response เป็นการตอบสนองของเอาต์พุตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอินพุต
- Steady-State Response เป็นสภาวะหลังจาก Transient response เป็นสภาพที่ผลการตอบสนองเกือบได้ตามคำสั่งหรือตามความต้องการ สำหรับระบบที่เสถียรเท่านั้น
- Stability ระบบที่เสถียรคือระบบที่ให้เอาต์พุตที่มีค่าจำกัดเมื่อป้อนอินพุตที่มีค่าจำกัดให้กับระบบ

2.2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ระบบควบคุมอัตโนมัติ หมายถึง ระบบที่มีเครื่องควบคุม (controller) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุม การทำงานของเครื่องจักรให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการโดยมีองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม ในงานอุตสาหกรรมจะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญ คือ



รูปที่ 2.3 องค์ประกอบของระบบควบคุมอัตโนมัติ

- สัญญาณอินพุต (Input signal) เป็นสัญญาณที่ใช้ในการสั่งการระบบ แสดงสถานการณ์ทำงานของระบบเพื่อให้ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมวิเคราะห์และประมวลผลทำงาน
- กระบวนการหรือระบบที่ต้องการควบคุม (Process) เป็นระบบทำงานหรือเครื่องจักรที่ต้องการควบคุมการทำงานของระบบหรือเครื่องจักรอย่างละเอียด เพื่อที่จะกำหนดรูปแบบการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

- สัญญาณเอาต์พุต (output) เป็นสัญญาณที่ทำหน้าที่ในการส่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพตามส่วนควบคุม
- สัญญาณป้อนกลับ (Feedback signal) เป็นสัญญาณที่ทำหน้าที่ในการบอกสถานการณ์ทำงานของระบบเพื่อให้ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมวิเคราะห์ผลที่ได้จากเอาต์พุตว่ามีความเที่ยงตรงหรือไม่ และประมวลผลส่งงานอุปกรณ์ควบคุม
- อุปกรณ์ควบคุม (Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ออกแบบคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามเงื่อนไขการควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2.3 พีแอลซี (Programmable Logic Controller)

พีแอลซี (Programmable logic Control) เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ที่สามารถจะโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ สามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด, เซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC แล้วการใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

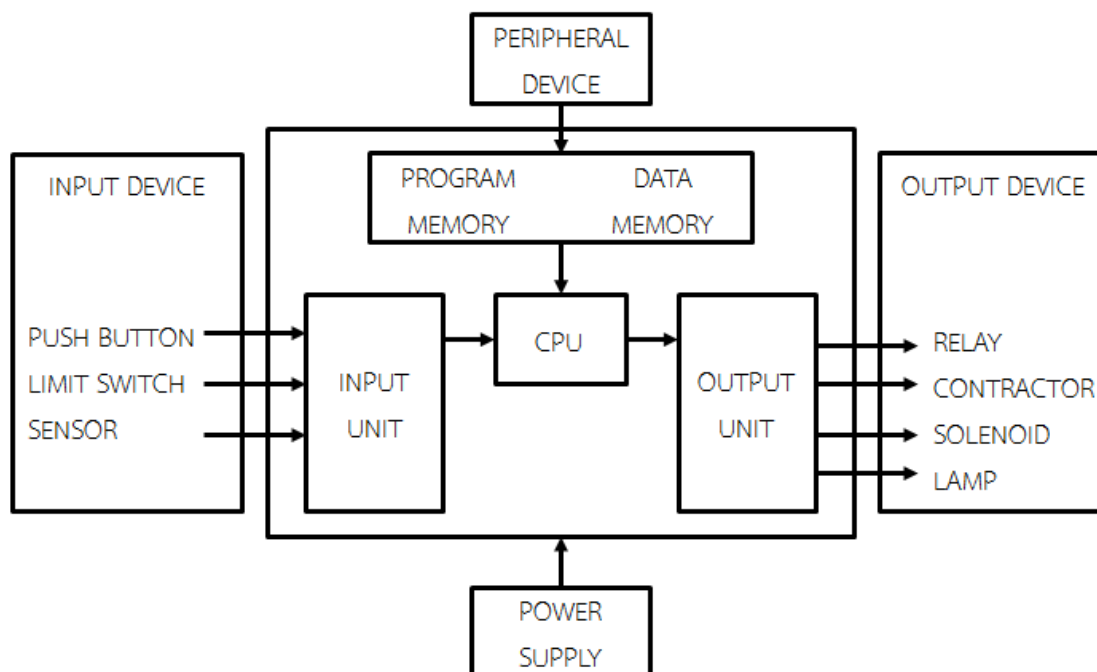


รูปที่ 2.4 พีแอลซี (PLC)

ข้อดีของพีแอลซี PLC

- ลดเวลาในการออกแบบวงจรการประกอบตู้ควบคุม และสะดวกในการแก้ไขวงจร
- ป้องกันปัญหาในเรื่องหน้าสัมผัส สายหลุดของวงจรรีเลย์ ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- พีแอลซีมีโปรแกรมตรวจสอบตัวเอง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความผิดปกติของเครื่องทำการบำรุงรักษาได้ง่าย
- ประหยัดค่าใช้จ่ายเมื่อการทำงานจำเป็นต้องต่ออุปกรณ์รีเลย์ และไทม์เมอร์มากกว่าสิบตัวขึ้นไป

2.3.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี (PLC)



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบหลักของชุดควบคุมพีแอลซี

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยประมวลผลกลางเป็นส่วนสำคัญที่ควบคุมการทำงานของพีแอลซี มีไมโครเซ็นเซอร์เป็นสมองสั่งงาน หน้าที่หลัก คือ รับข้อมูลหรือโปรแกรมจากอินพุตมาประมวลผล ทำเช่นนี้ซ้ำเรื่อยๆไปจนกว่าหยุดจ่ายไฟให้กับพีแอลซี (PLC) การประมวลผลโดยการอ่านครบหนึ่งรอบเราเรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งถ้าใช้เวลาจำนวนหนึ่งในการสแกนเรียกว่าการ สแกนไทม์ (Scan Time) เวลาในการสแกนเวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดหน่วยความจำและความเร็วของหน่วยประเมินผล รวมถึงจำนวนโปรแกรมที่ป้อน เข้าไปในหน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

- หน่วยความจำ (Memory Unit) หน่วยความจำทำหน้าที่สำคัญคือเก็บโปรแกรมและคำสั่งจัดเป็นโปรแกรมขนาดของหน่วยความจำเป็นความสามารถในการจัดเก็บโปรแกรมในการเก็บโปรแกรมมีขนาดวัดเป็นบรรทัดของโปรแกรมหรือจำนวนสเตป (Step) พีแอลซีแบ่งหน่วยความจำที่สำคัญเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ หน่วยความจำระบบ (System Memory) และ หน่วยความจำผู้ใช้ (User Memory) สามารถแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ RAM, ROM, EPROM และ EEPROM

- หน่วยความจำ RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้หน่วยความจำนี้แบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อนำไปเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับข้อมูลจะยังอยู่การอ่านและเขียนโปรแกรมจะทำ ได้ง่ายเหมาะกับงานที่มีการเปลี่ยนข้อมูลบ่อยๆส่วนใหญ่เป็นการเก็บโปรแกรมในช่วงพัฒนา

- หน่วยความจำ ROM (Read Memory) เป็นหน่วยความจำไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลภายในได้ง่าย หน่วยความจำนี้เมื่อไม่มีกระแสไฟเลี้ยงก็ยังคงเก็บโปรแกรมข้อมูลไว้ได้หน่วยความจำนี้จะอ่านโปรแกรมได้อย่างเดียว ผู้ใช้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปได้เหมาะสมสำหรับใช้เป็นโปรแกรมบริหารระบบเป็นโปรแกรมที่เสร็จสิ้นสมบูรณ์

○ หน่วยความจำ EPROM (Erasable Programmable Read Only) หน่วยความจำชนิดนี้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ในเขียนโปรแกรมเครื่องมือเขียนโปรแกรมนี้นี้เรียกว่า PROM WRITE หน่วยความจำ EPROM ใช้เก็บโปรแกรมที่มีการพัฒนาที่สมบูรณ์ดีแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้อีกเมื่อไฟดับโปรแกรมที่เก็บไว้จะไม่มีการสูญหายถ้าจะลบโปรแกรมต้องใช้เครื่องลบโปรแกรม หรือใช้แสงอัลตราไวโอเลต

○ หน่วยความจำ EEPROM (Electrical Erasable Programmable) หน่วยความจำชนิดนี้เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมที่พัฒนาสมบูรณ์แบบแล้วหน่วยความจำนี้มีลักษณะคล้ายหน่วยความจำ EPROM เมื่อเกิดไฟดับโปรแกรมนี้นี้จะไม่สูญหายเช่นกัน การอัปเดตโปรแกรมเข้าไปใช้เครื่องอัปเดตชนิดพิเศษ ในการลบโปรแกรมและข้อมูลนั้นทำได้โดยใช้วิธีการป้อนสัญญาณพัลส์ ในการลบข้อมูลนั้นไม่จำเป็นต้องลบหมดก็ได้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างชนิดของหน่วยความจำ

● หน่วยอินพุต (Input Unit) หน่วยอินพุตทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ PLC หน้าที่ของหน่วยอินพุตได้ โดยแปลงระดับสัญญาณจากภายนอกให้เหมาะสมกับระบบการทำงานของ CPU แบ่งสัญญาณภายนอกและภายในออกจากกัน เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ประมวลผลเกิดการเสียหายเมื่อหน่วยอินพุตลัดวงจร แก้ปัญหาการสั้นสะเทือนของหน้าสัมผัสได้หน่วยอินพุตมี 2 ประเภทด้วยกันคือ หน่วยอินพุตกระแสตรงและหน่วยอินพุตกระแสสลับ



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของหน่วยอินพุต

● หน่วยเอาต์พุต (Output Unit) หน่วยเอาต์พุตจะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง CPU อุปกรณ์ภายนอกโดยให้ค่าสถานะต่างๆ แก่อุปกรณ์ด้านเอาต์พุตซึ่งอยู่ในลักษณะของการเปิดและปิดเท่านั้นหน้าที่หลักของเอาต์พุต คือ รับสัญญาณจาก CPU แล้วแยกสัญญาณระหว่าง CPU กับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อขยายสัญญาณให้มีค่าสูงส่งออกไปยังเอาต์พุต หน่วยเอาต์พุตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ หน่วยเอาต์พุตกระแสตรงและหน่วยเอาต์พุตกระแสสลับ

● หน่วยติดต่อกับระบบภายนอก (Peripheral devices) เป็นอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ PC ชนิดเดียวกันได้หลายเครื่อง หน้าที่ของอุปกรณ์ภายนอก คือ ใช้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำ ใช้ในการเก็บรักษาและแก้ไขโปรแกรม รวมไปถึงใช้ในการพิมพ์

โปรแกรมและใช้ในการแสดงสถานะการควบคุมอุปกรณ์ติดต่อภายนอกมีหลายชนิดและรูปที่ 2.8 เป็นตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral devices)



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral devices)

2.3.2 การแบ่งชนิดของพีแอลซี (PLC)

เราสามารถจำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- พีแอลซีชนิดบล็อก (Block Type PLCs) PLC ประเภทนี้ จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซี (PLC) อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็น ตัวประมวลผล หน่วยความจำภาคอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟสามารถแสดง ตัวอย่างพีแอลซี (PLC) แบบสำเร็จรูป (Block Type) ให้เห็นดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงชนิดของพีแอลซี (PLC) แบบสำเร็จรูป (Block Type)

- พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs) PLC ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต/เอาต์พุตจะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวขนาด 8/16 จุด หรือ เป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของพีแอลซี (PLC) ด้วย ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น C200HA จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่นรุ่น C200HE-CPU11E จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น C200HX-CPU65 (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล C200HA เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น ส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูลที่กล่าวมา เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกัน

ระหว่างยูนิต เช่นรุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้



รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างของพีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)

2.3.3 ภาษาที่ใช้สำหรับพีแอลซี (PLC)

การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้พีแอลซี (PLC) ทำงานตามความต้องการนั้นตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

- แลตเตอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram Language) จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่ง แลตเตอร์ไดอะแกรม จะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวา ของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวด หรือ คอยล์ เป็นเอาต์พุต

- แบบซีควেনซ์ (Sequential Flow Chart Language) จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative step sequence และ Parallel step sequence เป็นต้น

- แบบเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย (Function Block Diagram Language) เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟิกเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจาก ลอจิกไดอะแกรม

- รูปแบบของข้อความ (Instruction List Language) จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

- รูปแบบของคำสั่ง (Structure Text Language) จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจาก ภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วย นิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR , WHILE เป็นต้น

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor)

เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนกำลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานกลซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ได้ถูกออกแบบให้มีความแม่นยำและความเร็วสูง ทำให้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) แตกต่างจากอินดักชันมอเตอร์ (Induction Motor) ที่เรารู้จักกันเป็นอย่างดี คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) จะต้องมิดังนี้คือ

- มีอัตราเร่งที่ดี
- ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว
- ย่านการควบคุมกว้าง
- ความเร็วในการหมุนต้องคงที่

ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างของมอเตอร์และวัสดุที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเหล็กที่นำมาทำมอเตอร์ (Motor) รวมถึงขดลวดที่นำมาเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก เนื่องจากการควบคุมการทำงาน เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับดังนั้นที่ตัวเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) จะต้องมิตัวนับรอบ (Encoder) ติดอยู่กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ด้วยทุกตัว

ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) แบ่งออกได้ดังนี้

- ดีซี เซอร์โวมอเตอร์ (DC Servo motor)
- เอซี เซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo motor)

ปัจจุบันนิยมใช้ AC Servo ที่เป็นแบบ Synchronous servo motor กันมากที่สุด เพราะการใช้งานและการบำรุงรักษาทำได้ง่าย

2.4.1 โครงสร้างมอเตอร์

โรเตอร์ เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ในมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะหมุนเพลาเพื่อจ่ายพลังงานกล โรเตอร์มักจะมีขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบ ซึ่งเมื่อมีกระแสไหลผ่านจะเกิดอำนาจแม่เหล็กที่จะไปทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กถาวรของสเตเตอร์ขั้วเพลาให้หมุนได้ อย่างไรก็ตามโรเตอร์บางตัวจะเป็นแม่เหล็กถาวรและสเตเตอร์จะมีขดลวดตัวนำสลับที่กัน



รูปที่ 2.11 ลักษณะของโรเตอร์

- Stator เป็นส่วนที่ไม่เคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า มักจะมีขดลวดหรือแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.12 ลักษณะของสเตเตอร์

○ ช่องว่างอากาศคือ ส่วนที่อยู่ระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์จะเป็นช่องว่างอากาศ ซึ่งจะต้องมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ช่องว่างขนาดใหญ่จะมีผลกระทบทางลบอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงาน



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของช่องว่างอากาศ

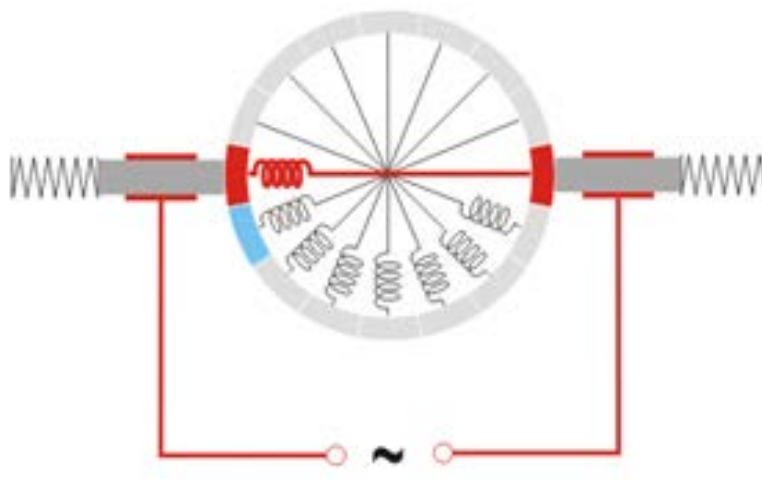
○ ขดลวดจะพันโดยรอบเป็นคอยล์ ปกติจะพันรอบแกนแม่เหล็กอ่อนที่เคลือบฉนวน เพื่อให้เป็นขั้วแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน มอเตอร์ไฟฟ้ามีขั้วสนามแม่เหล็กในสองรูปแบบ ได้แก่แบบขั้วที่เห็นได้ชัดเจนและแบบขั้วที่เห็นได้ไม่ชัดเจน ในขั้วที่ชัดเจน สนามแม่เหล็กของขั้วจะถูกผลิตโดยขดลวดพันรอบแกนด้านล่าง ในขั้วที่ไม่ชัดเจน หรือเรียกว่าแบบสนามแม่เหล็กกระจาย หรือแบบรอบๆโรเตอร์ ขดลวดจะกระจายอยู่ในช่องบนแกนรอบโรเตอร์ มอเตอร์แบบขั้วแฝงมีขดลวดรอบส่วนหนึ่งของขั้วเพื่อเหนี่ยวนำเฟสของสนามแม่เหล็กของขั้วนั้นให้ช้าลง มอเตอร์บางตัวขดลวดเป็นโลหะหนากว่า เช่นแท่งหรือแผ่นโลหะที่มักจะเป็นทองแดง บางทีก็เป็น อะลูมิเนียม มอเตอร์เหล่านี้โดยปกติจะถูกขับเคลื่อนโดยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของขดลวด

○ ตัวสับเปลี่ยน เป็นกลไกที่ใช้ในการสลับอินพุตของมอเตอร์ AC และ DC เพื่อให้กระแสที่ไหลในขดลวดในโรเตอร์ไหลทางเดียวตลอดเวลาในระหว่างการหมุน ประกอบด้วยวงแหวนลื่น (slip ring) ขึ้นเล็กน้อยแยกจากกันด้วยฉนวน วงแหวนนี้ยังแยกจากเพลลาของมอเตอร์ด้วยฉนวนอีกด้วย วงแหวนแต่ละคู่ที่อยู่ตรงข้ามกันจะเป็นขดลวดหนึ่งชุด กระแสที่จ่ายให้มัดขั้วต้ม หรือที่เรียกว่า armature ของมอเตอร์จะถูกส่งผ่านแปรงถ่าน (brush) สองตัวที่แตะอยู่กับตัวสับเปลี่ยนแต่ละด้านที่กำลังหมุนอยู่ ซึ่งจะทำให้กระแสจากแหล่งจ่ายไฟ AC ที่ไหลกลับทาง ไหลในขดลวดทิศทางเดียวในขณะที่โรเตอร์หมุนจากขั้วหนึ่งไปอีกขั้วหนึ่ง ในกรณีที่ไม่มีกระแสแหล่งจ่ายไม่กลับทางมอเตอร์จะเบรคหยุดอยู่กับที่ ในแง่ของความก้าวหน้าที่สำคัญในช่วงไม่กี่

ทศวรรษที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากเทคโนโลยีที่ดีขึ้นในการควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ควบคุมโดยไม่ใช้เซ็นเซอร์ และมอเตอร์ที่มีสนามแม่เหล็กถาวร มอเตอร์ที่มีตัวสับเปลี่ยนแบบกลไกไฟฟ้ากำลังถูกแทนที่เพิ่มขึ้นด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ใช้ตัวสับเปลี่ยนภายนอกและมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.15 ลักษณะการทำงานของตัวสับเปลี่ยน

2.4.2 เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor)

เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ตำแหน่ง (Position) โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

โครงสร้างของเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC servo Motor) จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ สเตเตอร์ และ โรเตอร์ ซึ่งคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่วๆ ไป โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุดที่สมดุล ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรัลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน ไม่มีคอมมิวเตเตอร์และไม่มีแปรง (Brushless)

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงาน (เมื่อป้อนไฟ 3 เฟสเข้าขดลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน และส่งผลให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรวิ่งตาม) ดังที่กล่าวมาจึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันไป เช่น เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC servo Motor) เอซีบัสเลส (AC Brushless) หรือ บัสเลสมอเตอร์ (Brushless Motor) เป็นต้น

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดที่ราคาถูกเช่น เซรามิก (เฟอร์ไรต์) จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพงอย่างเช่น ซามาเรียม โคบอลต์ หรือ นีโอไดเมียม เป็นต้น (ปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบ นีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก และความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่นๆ)

2.4.3 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

แบ่งออกตามประเภทของสัญญาณควบคุมได้ 2 แบบคือ

- การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณพัลส์ (Pulse train input driver) อินพุตของไดรฟ์เวอร์แบบนี้จะรับเป็นพัลส์ หรือสัญญาณดิจิทัล ดังนั้นจึงต้องสร้างสัญญาณพัลส์มาจาก PLC เพื่อป้อนให้กับชุดไดรฟ์ การนำไปประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปใช้ควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ หรืออาจนำไปควบคุมความเร็วก็สามารถทำได้เช่นกัน



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างของ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณพัลส์

- การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณอนาล็อก (Analog input driver) โดยสัญญาณที่รับเข้ามายังไดรฟ์จะต้องเป็นสัญญาณอนาล็อก โดยสัญญาณนี้จะใช้ปรับแรงบิด และความเร็วของมอเตอร์ โดยการประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปควบคุมแรงบิดของการบิดผาขวด นำไปควบคุมการหมุนกระดาษเข้าโรลล์ หรือนำไปคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่

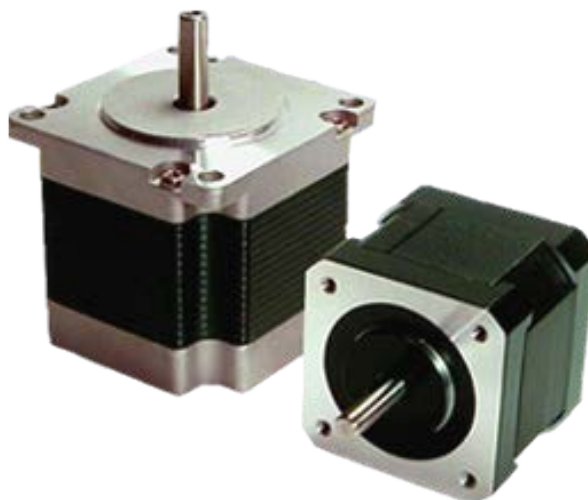


รูปที่ 2.17 ตัวอย่างของ การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้สัญญาณอนาล็อก

2.4.4 สเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping Motor)

สเต็ปปีงมอเตอร์เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถนำอุปกรณ์ควบคุมเช่น PLC มาทำการควบคุมได้สะดวก และเป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุน ที่ต้องการตำแหน่ง และทิศทางที่แน่นอน การทำงานของ สเต็ปปีงมอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้นๆ ละ (Step) 0.9, 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศา ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปปีงมอเตอร์ตัวนั้นๆ สเต็ปปีงมอเตอร์จะแตกต่างจากมอเตอร์กระแสตรงทั่วไป (DC MOTOR) โดยการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงจะหมุนไปแบบต่อเนื่อง ไม่สามารถหมุนเป็นแบบ สเต็ปๆ ได้ ดังนั้นในการนำไปกำหนดตำแหน่งจึงควบคุมได้ยากกว่า แต่ในส่วนใหญ่เราจะใช้สเต็ปปีงมอเตอร์มาทำการการควบคุมโดยใช้วิธีในระบบดิจิทัล เช่น พรินเตอร์ (Printer) พล็อตเตอร์ (X-Y Plotter) ดิสก์ไดรฟ์ (Disk drive) ฯลฯ

การควบคุมโดยทางวงจรดิจิทัลหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก วิธีการขับสเต็ปปีงมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส ซึ่ง Stepping motor จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะของสเต็ปปีงมอเตอร์ stepping motor

การควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping Driver)

ในการควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปปีงมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆ เป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสเต็ปปีงมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1. การกระตุ้นเฟส แบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีด้วยกันคือ

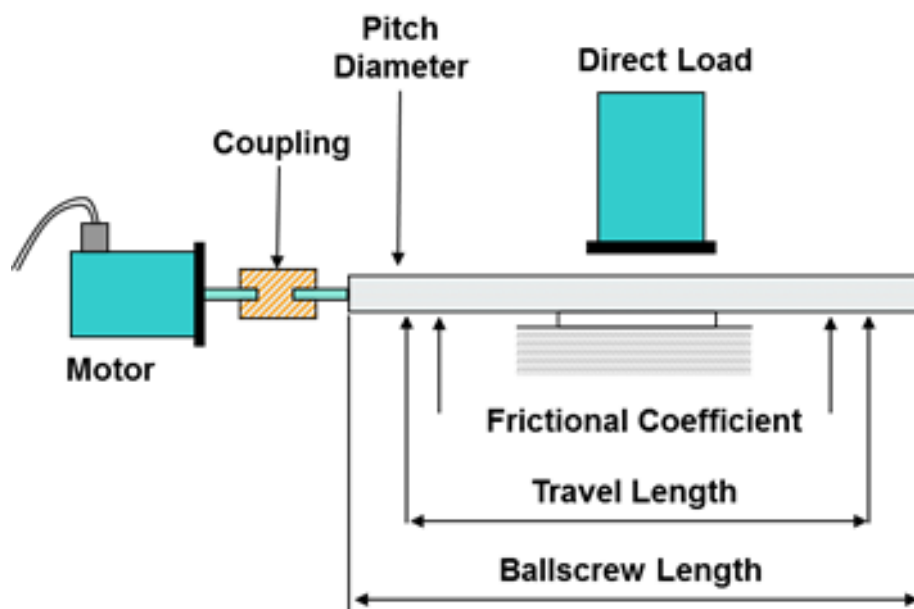
○ การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบจะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเต็ปปีงมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวด จะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปปีงมอเตอร์มีน้อย

○ การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปปีงมอเตอร์พร้อมๆ กันไป และจะกระตุ้นเรียงติดกันไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

2. การกระตุ้นเฟส แบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือ one-two phase Driver คือการกระตุ้นเฟสแบบ ฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปปีงมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้ เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของ สเต็ปปีงเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น

2.5 การคำนวณเพื่อหาขนาดของมอเตอร์

หากเรานำมอเตอร์มาใช้แบบไม่มีการคำนึงถึงว่ามันสามารถทำงานได้จริงหรือไม่ก็จะทำให้มอเตอร์ไม่สามารถขับโหลดได้ ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณเพื่อใช้สำหรับเลือกขนาดมอเตอร์ให้เหมาะสมกับงานดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ภาพแสดงส่วนประกอบของการนำมอเตอร์ไปขับโหลด

2.5.1 การคำนวณเพื่อเลือกขนาดของมอเตอร์ที่ต่อกับบอลสกรู

แรงบิดแรงเสียดทาน (Friction torque) สามารถคำนวณได้จากค่า Friction coefficient linear guide และ Efficiency of ball screw หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$T_F = \mu M g \left\{ \frac{P}{2\pi\eta} \right\} \times 10^{-3} \quad (2.1)$$

เมื่อ μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรางสไลด์ (Friction coefficient linear guide)

η คือ ประสิทธิภาพของบอลสกรู (Efficiency of ball screw)

P คือ ระยะพิทของบอลสกรู (มิลลิเมตร)

M คือ มวลของแท่นรองรับกับ มวลที่วางบนแท่นรองรับ (กิโลกรัม)

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงโลก (9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)

เมื่อรู้แรงบิดแรงเสียดทาน (Friction torque) โดยการนำค่าที่ได้ไปแทนในสมการที่ (2.1) ก็สามารถนำไปเลือกมอเตอร์ว่ามอเตอร์ตัวนั้นสามารถนำไปใช้งานได้หรือไม่โดยเทียบกับ Specification of motor ที่กำหนดใน Datasheet

แรงบิดการใช้งาน (Effective Torque) เป็นแรงบิดที่เราต้องใช้งานในการขับโหลดในสภาวะปกติ ซึ่งโดยปกติแรงบิดนี้จะน้อยกว่าแรงบิดขณะออกตัว โดยการเลือกขนาดมอเตอร์จะต้องพิจารณาแรงบิดใช้งานนี้ด้วยความสัมพันธ์ด้านล่าง

$$\text{Effective Torque} = \text{Torque of motor} \times 0.8 \quad (2.2)$$

โดยที่ Torque of motor คือ มาจากแรงบิดของมอเตอร์ที่ทำได้โดยการอ่านจาก Data sheet ของมอเตอร์รุ่นนั้นๆ โดยที่ Instantaneous maximum torque คือ อ่านจากสเปคของมอเตอร์รุ่นนั้น

2.5.2 การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่ต่อกับโหลด

กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์สามารถหาได้จาก รัศมีของโหลดที่ต้องการขับเคลื่อนและน้ำหนักของโหลด รวมทั้งความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P = (mg) \left(N \times \frac{2\pi r}{60} \right) \times SF \quad (2.3)$$

- เมื่อ r คือ รัศมีของแป้นรองรับเส้นใย (เมตร)
 N คือ ความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ (รอบต่อนาที)
 m คือ มวลของแป้นรองรับเส้นใย (กิโลกรัม)
 SF คือ ค่าที่เผื่อไว้ในงานจริงเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์
 g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงโลก (9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)

เมื่อทราบค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ได้จากการคำนวณแล้ว ก็นำมาเปรียบเทียบกับมอเตอร์ที่เลือกใช้งานหากค่ากำลังไฟฟ้าจากที่คำนวณได้น้อยกว่าค่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เราเลือกใช้ในคู่มือ (Data sheet) ก็สามารถนำมอเตอร์ตัวนั้นมาใช้งานจริงได้ แต่ถ้าพบว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณมากกว่ากำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เราเลือกใช้ในคู่มือ (Data sheet) แสดงว่ามอเตอร์ตัวนั้นไม่สามารถใช้งานกับงานนี้ได้

2.6 ระบบแสดงสถานะ (Human machine interface: HMI)

เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในระบบกับผู้ใช้โดยผ่านหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) จะไปสั่งการควบคุมการทำงานของพีแอลซีตามการใช้งานจากคำสั่งที่เขียนภายในพีแอลซี และยังแสดงผลที่เกิดขึ้นออกมายังตัวของมันเอง ภายในหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) มีลูกเล่นมากมาย แล้วแต่ผู้ใช้นำไปใช้งานสามารถนำไปประยุกต์เข้าใช้งานกับอุปกรณ์อื่นๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมได้มากมาย เช่น เซอร์โวมอเตอร์ ลิมิทสวิตช์ เป็นต้น และภายในของ HMI มีฟังก์ชันมากมาย ไม่ว่าจะเป็น กราฟแท่ง กราฟวงกลม การแสดงผลค่าตัวเลขรวมทั้งสวิตช์ เป็นต้น แล้วแต่ผู้ใช้ออกแบบการใช้งาน



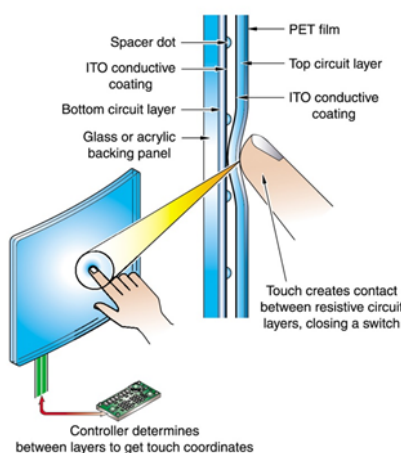
รูปที่ 2.20 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) เพื่อความสะดวกในการใช้งานสามารถแบ่งได้ 4 แบบดังนี้

- รีซิสทีฟทัชสกรีน (Resistive touch screen) เทคโนโลยีนี้เป็นแบบที่ประหยัดที่สุดการใช้งานได้กว้างขวางเช่น ร้านอาหาร ร้านค้า งานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น หน้าจอประกอบด้วย เลเยอร์ด้านบนที่ยืดหยุ่น ด้านล่างที่อยู่บนพื้นแข็งคั่น 2 เลเยอร์ด้วยเม็ดฉนวนทำหน้าที่แยกไม่ให้อันในของ 2 เลเยอร์ติดกัน และด้านในทั้งสองจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติโปร่งแสงดู ในเวลาที่มีการปล่อยกระแสไฟฟ้าที่เลเยอร์สารตัวนำเมื่อกดให้ 2 เลเยอร์ติดกันวงจรควบคุมก็จะคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่สัมผัส เมื่อคำนวณค่ากระแสตามแนวตั้งแนวนอน ก็จะได้ตำแหน่งที่สัมผัสบนหน้าจอ ดังรูปที่ 2.21

ข้อดีของรีซิสทีฟทัชสกรีน (Resistive touch screen)

1. ราคาไม่แพง
2. สามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้
3. หาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด
4. ใช้กระแสไฟน้อย

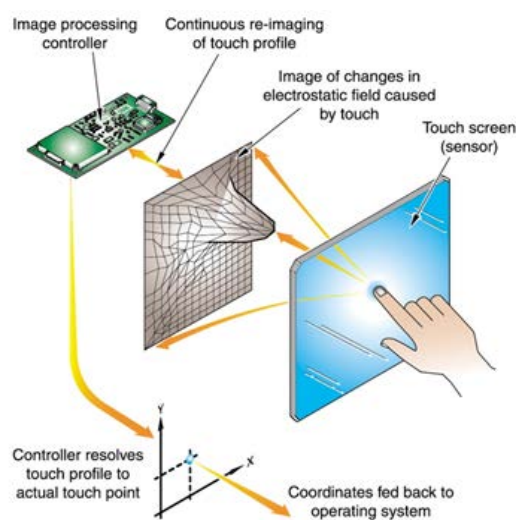


รูปที่ 2.21 หน้าจอแบบรีซิสทีฟทัชสกรีน

- คาปาซิทีฟทัชสกรีน (Capacitive touch screen) เทคโนโลยีนี้มีคุณสมบัติที่ทนทานมีความโปร่งแสงเป็นที่นิยมใช้กันมากในประเภทเกมส์ Entertainment, ATM, Kiosk อุปกรณ์ทางอุตสาหกรรม และ POS (Point of Sale) โครงสร้างประกอบด้วยผ่านแก้วเคลือบผิวด้วยออกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เมื่อถึงเวลาใช้งานจะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มุมทั้งสี่ของหน้าจอสัมผัส เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความเข้มสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่นผู้ต้องใช้ต้องใช้นิ้วมือเปล่าๆ สัมผัสที่จอเพื่อตั้งกระแสให้ตกลง จากนั้นแผงวงจรควบคุมก็จะคำนวณเป็นตำแหน่งที่สัมผัสได้ดังรูปที่ 2.22

ข้อดีของคาปาซิทีฟทัชสกรีน (Capacitive touch screen)

1. มีความคมชัด
2. แสงจากหน้าจอสามารถผ่านออกมาได้ภาพจึงชัด
3. หากตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียดสามารถสัมผัสด้วยนิ้ว

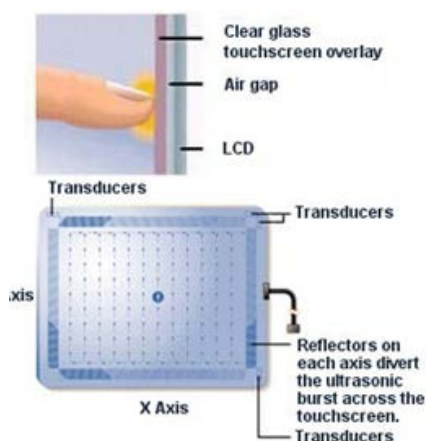


รูปที่ 2.22 หน้าจอแบบคาปาซิทีฟทัชสกรีน

- อคูสติกเวฟทัชสกรีน (Acoustic wave touch screen) เทคโนโลยีนี้โดดเด่นเรื่องความคมชัดสูงมาก มีการใช้ใน Application Kiosk Touch Screen แบบนี้จะมีการส่งสัญญาณ ซึ่งยึดติดที่ขอบกระจกเพื่อส่งสัญญาณอัลตราโซนิกลงไปทั้งสองระนาบคลื่นเสียงนี้จะสะท้อนไปที่พื้นผิวของกระจกมายังเซ็นเซอร์อีกด้านหนึ่ง เมื่อมีการสัมผัสด้วยนิ้วหรือสไตลัสที่มีปลายอ่อนจะมีการดูดซับพลังงานจากคลื่นเสียงทำให้แผงควบคุมสามารถวัดตำแหน่งการสัมผัสจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของคลื่นเสียงดังรูปที่ 2.23

ข้อดีของ акуสติกเวฟทัชสกรีน (Acoustic wave touch screen)

1. ภาพจะมีความคมชัด
2. มีความทนทานมาก
3. มีความแม่นยำสูง
4. มีความสามารถตรวจจับในแนวลึกได้

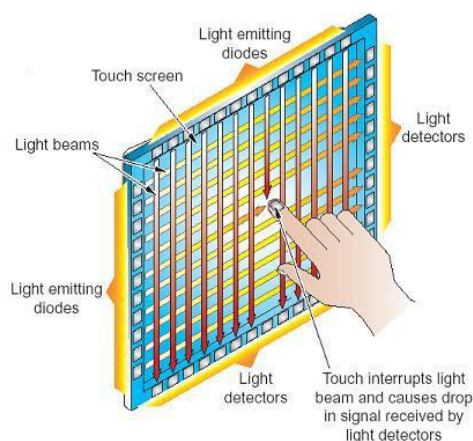


รูปที่ 2.23 หน้าจอแบบคูลสติคเวฟทัชสกรีน

- อินฟราเรดทัชสกรีน (Infrared touch screen) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในจอแสดงผลขนาดใหญ่ เช่น ในสถาบันการเงินและทางการทหารทำงานโดยการตรวจจับแสง ดังนั้นแทนที่จะมีแผ่นแก้วอยู่หน้าจอแต่จะเป็นกรอบแทนในกรอบจะมีแหล่งกำเนิดแสงที่เรียกว่าแอลอีดี (LED) ที่ด้านหนึ่งพร้อมกับตัวตรวจจับแสงที่ด้านตรงข้ามกันเหมือนกริดลำแสงทั่วจอเมื่อมีวัตถุไปตัดลำแสงไม่ให้ผ่านไปยังตัวตรวจจับแสงทำให้แผงควบคุมทราบตำแหน่งพิกัดสัมผัสได้

ข้อดีของอินฟราเรดทัชสกรีน (Infrared touch screen)

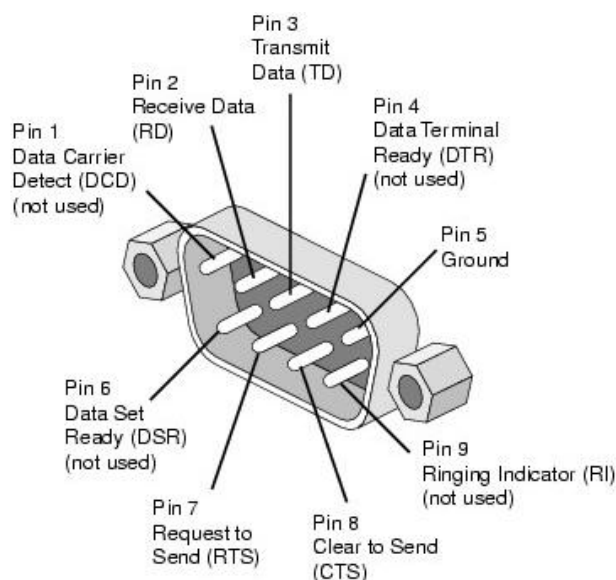
1. แสงผ่านได้ 100% เนื่องจากไม่มีอะไรบังหน้าจอ
2. มีความแม่นยำสูง



รูปที่ 2.24 หน้าจอแบบอินฟราเรดทัชสกรีน

2.7 การติดต่อสื่อสาร

การทำ Communication Cable (RS-232 Connectors) ใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างหน้าจอสัมผัส (touch screen) กับพีแอลซี (PLC) โดยพอร์ต Rs-232 จะมีส่วนประกอบของขาสัญญาณดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ส่วนประกอบของขาสัญญาณของพอร์ต Rs-232

โดยการทำงานของสัญญาณแต่ละขาของพอร์ต Rs-232 มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- Transmit Data (TD) เป็นสัญญาณที่ส่งออกจาก ตัวไมโครคอมพิวเตอร์ (DTE) ไปยังโมเด็มหรือต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ตัวอื่น เมื่อไม่มีสัญญาณส่งออกสถานะภาพของลอจิกที่ขานี้มีค่าเท่ากับ 1
- Received Data (RD) เป็นทางสัญญาณเข้าไปยัง ไมโครคอมพิวเตอร์ (DTE) เมื่อไม่มีสัญญาณรับเข้าขานี้จะมีสถานะภาพลอจิกเป็น 1
- Request to Send (RTS) ใช้สำหรับส่งสัญญาณไปยังโมเด็มหรือเครื่องพิมพ์เป็นการเรียกร้องที่จะส่งสัญญาณมาทาง TD สัญญาณนี้จะใช้คู่กับ CTS ที่อุปกรณ์รับ หากได้รับ สัญญาณ RTS จะตรวจตัวเองว่าพร้อมจะรับสัญญาณได้หรือยัง หากพร้อมก็จะส่งสัญญาณออกไปที่สาย CTS
- Clear to Send (CTS) เมื่อสายสัญญาณนี้อยู่ในสถานะออฟ (Negative Voltage) หมายความว่าอุปกรณ์รับกำลังบอกว่าพร้อมจะรับข้อมูลแล้วคำอธิบายการทำงานของแต่ละขาที่ใช้งาน
- Data Set Ready (DSR) เมื่อสายสัญญาณนี้อยู่ในสถานะออนลอจิก 0 จะเป็นการบอก ไมโครคอมพิวเตอร์ว่า พร้อมที่จะส่งได้แล้ว
- Signal Ground (SG) ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงสำหรับทุกๆสาย สัญญาณจะมี แรงดันเป็น 0 เมื่อเทียบกับสายสัญญาณอื่นๆ
- Data Terminal Ready (DTR) ทำหน้าที่คอมพิวเตอร์เปิดสัญญาณนี้ให้ออนลอจิก 0 เมื่อพร้อมที่จะติดต่อรับส่งข้อมูล

โดยหากจะนำไปต่อกับอุปกรณ์อื่นๆเช่น พีแอลซีต่อกับจอสั่งการ จะต้องทำสาย (wiring) เพื่อนำไปใช้งาน โดยดูจากคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆว่ามีรูปแบบการเชื่อมต่อแบบใด เช่น DB-9 ซึ่งเป็นรูปแบบการทำสาย (wiring) เพื่อนำไปใช้งานจริงแบบหนึ่งของการติดต่อสื่อสารแบบพอร์ต Rs-232 ดังรูปที่ 2.26

Wiring Diagram:

9P D-Sub to 9P D-Sub:

MT6000/8000 series except MT6050i/MT8050i

COM1 RS232 9P D-Sub Female	COM2 RS232 9P D-Sub Female	COM3 RS232 9P D-Sub Male	RS232 9P D-Sub Male
2 RX	6 RX	8 RX	2 SD
3 TX	4 TX	7 TX	3 RD
5 GND	5 GND	5 GND	9 GND
			4 RS
			5 CS
			circuit
			

MT6050i/MT8050i

COM1 RS232 9P D-Sub Female			RS232 9P D-Sub Male
9 RX			2 SD
6 TX			3 RD
5 GND			9 GND
			4 RS
			5 CS
			circuit
			

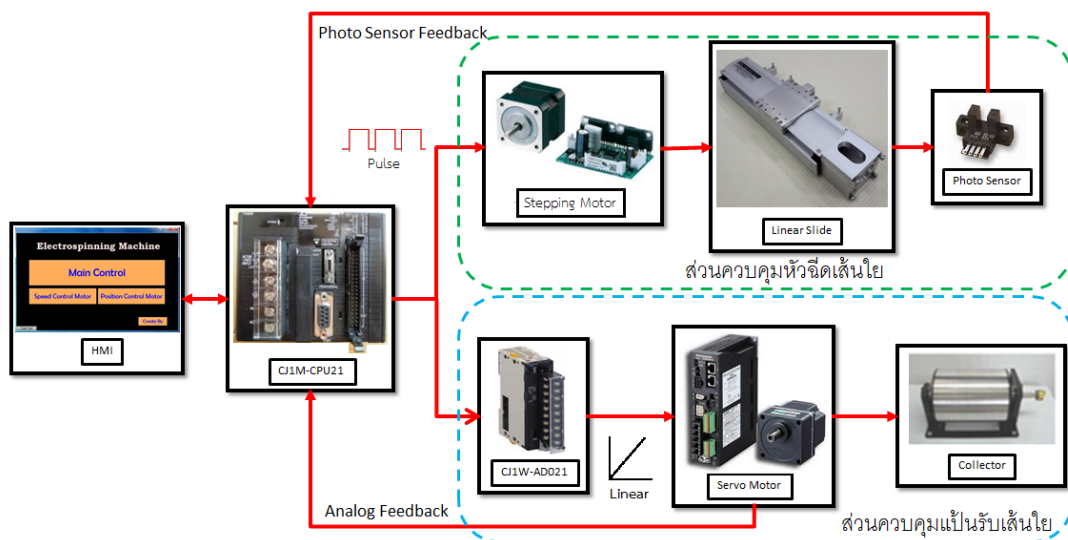
รูปที่ 2.26 การต่อสายสัญญาณ Rs-232 ระหว่างหน้าจอสัมผัส (touch screen) กับพีแอลซี (PLC)

บทที่ 3

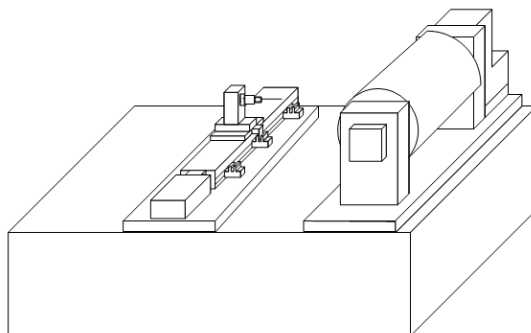
การออกแบบโครงงาน

3.1 หลักการออกแบบ

ในการออกแบบระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใย (Electrospinning) ซึ่งจะมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน นั่นก็คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ได้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้โปรแกรม Cx-programmer ของ Omron เขียนโปรแกรมลงในพีแอลซี (PLC) และเลือกใช้โปรแกรม EB8000 Project Manager ของ Easy View ในการออกแบบชุดหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งานจากบล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว ซึ่งทำงานต่างหน้าที่ต่างกัน คือ ตัวที่ 1 ทำหน้าที่ควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย ส่วนตัวที่ 2 ทำหน้าที่ควบคุมการปรับเส้นของหัวฉีดเส้นใยนาโน ซึ่งผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ดังรูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ และรูปที่ 3.2 อุปกรณ์ทั้งหมดเมื่อติดตั้งแล้ว



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ทั้งหมดเมื่อติดตั้งแล้ว

องค์ประกอบโดยรวมฮาร์ดแวร์ (Hardware) ของการออกแบบระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใย ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมด 4 ส่วนดังต่อไปนี้

- ส่วนป้อนข้อมูลผู้จัดทำได้ใช้หน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ EasyView รุ่น 8070iH ในการเป็นสื่อกลางในการรับค่าเพื่อใช้แสดงผลและส่งค่าควบคุมเข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งอยู่ภายในพีแอลซี (PLC) โดยค่าที่ได้จากการควบคุมตำแหน่ง (Position control) ของระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยนาโนและการควบคุมความเร็ว (Speed control) ของระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใย
- ส่วนประมวลผลกลาง ผู้จัดทำได้ใช้พีแอลซี (PLC) ของ Omron รุ่น CJ1M-CPU21 ซึ่งมีฟังก์ชันการควบคุมแบบพัลส์ (Pulse control) และเพิ่มอนาล็อกการวัดโดยใช้ CJ1W-AD021 เพื่อใช้ควบคุมสแตปมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์
- ส่วนควบคุมหัวฉีดเส้นใยโดยใช้ฟังก์ชันการควบคุมแบบพัลส์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและทางด้านขวา รวมไปถึงการควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 170 รอบต่อนาที การเพิ่มหรือลดจำนวนพัลส์ที่จ่ายออกไปจะทำให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้นหรือช้าลงได้ และในส่วนนี้เรายังได้เพิ่มตัวป้องกันการกระแทกของหัวฉีดซึ่งใช้สวิทช์แสง (photo sensor) โดยมีระยะการเคลื่อนที่ของหัวฉีดสูงสุดที่ 15 เซนติเมตร เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ได้เรายังกำหนดให้ขนาดของแผ่นเส้นใยนาโนมีความกว้างมากที่สุดที่ 10 เซนติเมตร และให้มีระยะปลอดภัยที่ข้างละ 2.5 เซนติเมตร
- ส่วนควบคุมแป้นรองรับเส้นใย โดยใช้สัญญาณอนาล็อกในการควบคุมความเร็วของแป้นรับ ต่อเข้าการ์ด CJ1W-AD021 ซึ่งตั้งค่าเอาต์พุตไว้ที่ 0-10 Vdc ส่งให้ไดรเวอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงานส่วนการควบคุมความเร็วนั้นทำได้โดยเพิ่มโวลต์เพื่อให้มอเตอร์หมุนเร็วหรือลดโวลต์เพื่อให้ความเร็วลดลง และยังนำค่าที่กลับมาจากตัวไดรเวอร์ของมอเตอร์มาเปรียบเทียบกับค่าความเร็วที่ป้อนเข้าไปเพื่อควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย (collector) ให้คงที่อีกด้วย

3.2 การออกแบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใย

● การคำนวณเพื่อเลือกใช้แป้นรองรับเส้นใย

การคำนวณเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เพื่อนำไปใช้ควบคุมแป้นรองรับเส้นใย โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาว่าเซอร์โวมอเตอร์ที่ผู้จัดทำโครงการเลือกใช้สามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ ดังสมการที่ (2.3) โดยเลือกใช้ข้อมูลที่ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบการทดลองไว้ดังต่อไปนี้

รัศมีของแป้นรองรับเส้นใย คือ 0.1 เมตร

ความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ คือ 640 รอบต่อนาที

มวลของแป้นรองรับเส้นใย คือ 1 กิโลกรัม

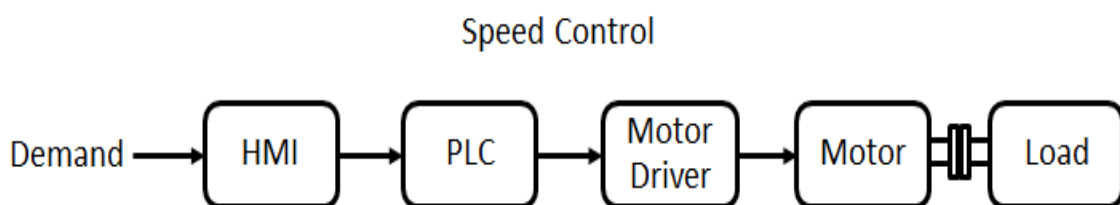
เฟื่อไว้ในงานจริง 30 เปอร์เซ็นต์ คือ 1.3

ค่าแรงโน้มถ่วงโลก คือ 9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของเซอร์โวมอเตอร์

$$\begin{aligned}
 P &= (mg) \left(N \times \frac{2\pi r}{60} \right) \times SF \\
 &= (1 \times 9.81)(640) \times \left(\frac{2\pi \times 0.1}{60} \right) \times 1.3 \\
 &= 85 \text{ วัตต์}
 \end{aligned}$$

จากที่ทำการทดลองคำนวณเพื่อเลือกใช้เซอร์โวมอเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมแป้นรองรับเส้นใย พบว่าสามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าได้ 85 วัตต์ ซึ่งมอเตอร์ที่เลือกใช้มีขนาด 100 วัตต์ มากกว่าจากที่คำนวณได้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เพียงพอสำหรับการใช้งาน



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)

จากรูปที่ 3.3 ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หน้าจอสัมผัส (touch screen) ใช้สำหรับแสดง/ป้อนค่าควบคุมความเร็ว (Speed control) จากผู้ส่งค่าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในพีแอลซี (PLC) เพื่อควบคุมความเร็วแป้นรองรับเส้นใย
- พีแอลซี (PLC) ได้เลือกใช้ CJ1M-CPU21 ทำหน้าที่เป็นชุดประมวลผล (Processor) เนื่องจากทางผู้จัดทำโครงการต้องการศึกษาการใช้งาน Cx programmer โดยจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ตามค่าการควบคุมความเร็ว (Speed control) จากผู้ใช้งานผ่านตัวหน้าจอสัมผัส (touch screen)
- ชุดควบคุมวงจรมอเตอร์ (Motor Driver) ใช้ BLEED12CM ของ Oriental Motor เพื่อควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย
- มอเตอร์ชนิดไร้แปรงถ่าน (Brushless Motor) รับแรงดันไฟฟ้าขนาด 220 Vac จากชุดควบคุมวงจรมอเตอร์ (Motor Driver) เพื่อควบคุมความเร็วของแป้นรับเส้นใย

ในส่วนของการควบคุมการทำงานนั้น ได้ออกแบบเป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) ผู้ใช้ควบคุมผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) โดยป้อนค่าค่าการควบคุมความเร็ว (Speed control) ตามที่ต้องการจากผู้ใช้งานและส่งค่าไปยังพีแอลซี (PLC) ทำการประมวลผล และส่งค่าควบคุมผ่านเอาต์พุต (Output Q2002 ของ CJ1W-AD021) ไปควบคุมความเร็วของแป้นรับเส้นใยตามต้องการ และเราสามารถกำหนดเวลาทำงานผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อให้หยุดแบบอัตโนมัติ (Automatic) ได้

3.3 การออกแบบควบคุมตำแหน่ง (Position control) และความเร็ว (Speed control) ของหัวฉีดเส้นใย

- การคำนวณเพื่อเลือกใช้มอเตอร์

การคำนวณเลือกใช้สเต็ปป์มอเตอร์เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมหัวฉีดเส้นใย

โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาว่าสเต็ปป์มอเตอร์ที่ผู้จัดทำโครงการเลือกใช้สามารถนำไปใช้งานได้จริงหรือไม่ ดังต่อไปนี้

ระยะพิทของบอลสกรู (Pitch of ball screw) คือ 5 มิลลิเมตร

ความยาวของบอลสกรู (Length of ball screw) คือ 150 มิลลิเมตร

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรางสไลด์ (Friction coefficient linear guide) คือ 0.05

มวลของงานกับมวลของแท่นวาง (Mass of work and table) คือ 2 กิโลกรัม

ประสิทธิภาพของบอลสกรู (Efficiency of ball screw) คือ 0.9

ค่าแรงโน้มถ่วงโลก คือ 9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง

คำนวณหาแรงบิดแรงเสียดทาน

$$T_F = \mu M_w g \left(\frac{P}{2\pi\eta} \right) = (0.05)(9.8) \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{2\pi(0.9)} \right)$$

$$= 8.66 \times 10^{-4} \text{ N.m}$$

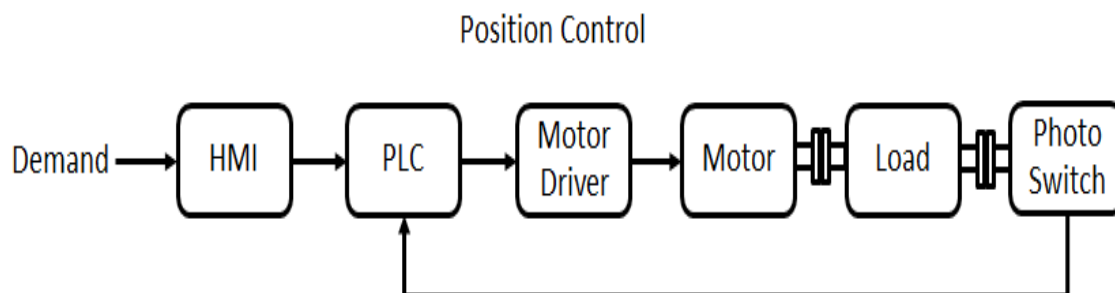
แรงบิดใช้งาน (Effective torque) สามารถคำนวณเพื่อเลือกสเต็ปป์มอเตอร์ได้จาก แรงบิดของ สเต็ปป์มอเตอร์ (Torque of motor) ในคู่มือการใช้งาน (Data sheet) ของมอเตอร์ตัวที่เราต้องการนำมาเลือกใช้โดยในโครงการนี้ผู้จัดทำได้ใช้ stepping motor รุ่น KH56 นำมาใช้ในการทดสอบ ซึ่งแรงบิดของมอเตอร์ (Torque of motor) มีค่าเท่ากับ $2 \times 10^{-3} \text{ N.m}$ สามารถคำนวณแรงบิดใช้งานได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Effective torque} \leq \text{Torque of motor} \times 0.8$$

$$8.66 \times 10^{-4} \leq 2 \times 10^{-3} \times 0.8$$

$$8.66 \times 10^{-4} \leq 1.6 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

จากการคำนวณที่ทำการทดลองคำนวณพบว่า แรงบิดใช้งานมีค่าน้อยกว่าค่าแรงบิดของมอเตอร์ ในคู่มือการใช้งาน (Data sheet) ทำให้มอเตอร์ตัวนี้สามารถเคลื่อนย้ายโหลดหนัก 2 กิโลกรัมได้



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุม Stepping motor

จากรูปที่ 3.4 ระบบควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping motor) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หน้าจอสัมผัส (touch screen) ใช้สำหรับแสดง/ส่ง ค่าควบคุมตำแหน่ง (Position control) และความเร็ว (Speed control) จากผู้ใช้ผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อส่งค่าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในพีแอลซี (PLC) เพื่อควบคุมส่วนของหัวฉีดเส้นใย

- พีแอลซี (PLC) ได้เลือกใช้ CJ1M-CPU21 ทำหน้าที่เป็นชุดประมวลผล (Processor) เนื่องจากทางผู้จัดทำโครงการต้องการศึกษาการใช้งาน Cx programmer โดยจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ตามค่าควบคุมตำแหน่ง (Position control) และความเร็ว (Speed control) จากผู้ใช้ผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) โดยการควบคุมมอเตอร์จะใช้พัลส์ในการควบคุมตำแหน่ง เมื่อมีการจ่ายจำนวนพัลส์มากในช่วงเวลาเดียวกันก็จะทำให้มีความเร็วของการเคลื่อนที่มากขึ้น (Pulse train) ทำให้ความเร็วของมอเตอร์มากขึ้นตามที่ต้องการและทำให้หัวฉีดเส้นใยเคลื่อนที่ซ้ายและขวาไปตามรางสไลด์ (Linear slide) เร็วขึ้น

- ส่วนการควบคุมหัวฉีดเส้นใย เราจะใช้สเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping motor) ในการควบคุม เพราะมีราคาถูกหาซื้อได้ง่ายทำให้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตและสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เราสามารถหาค่าของความเร็วของสเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping motor) ได้จากการคำนวณ โดยใช้ความเร็วรอบและระยะพีทของบอลสกรู (ball screw)

- โฟโตสวิตช์ (photo switch) เป็นตัวป้องกันการกระแทกของแท่นหัวฉีดเส้นใย และหาจุดศูนย์กลาง (Origin)

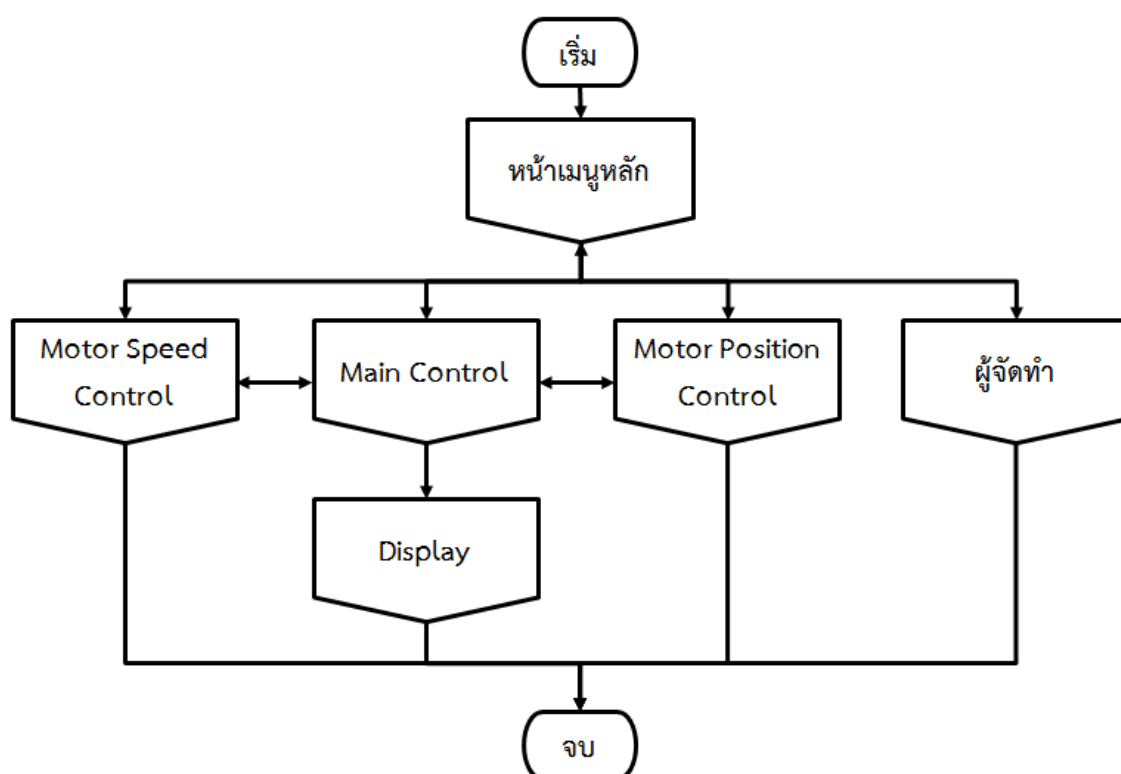
ในส่วนของการควบคุมการทำงานนั้น ได้ออกแบบเป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) ผู้ใช้ควบคุมผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) โดยป้อนค่าควบคุมตำแหน่ง (Position control) และความเร็ว (Speed control) ตามต้องการค่าที่ได้ส่งไปยังพีแอลซี (PLC) ทำการประมวลผล และส่งค่าควบคุมผ่านเอาต์พุต (Output Q2001 ของ CJ1W-AD021) ไปควบคุมความเร็วของแป้นรับเส้นใยตามต้องการ และเราสามารถกำหนดเวลาทำงานผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อให้หยุดแบบอัตโนมัติ (Automatic) ได้

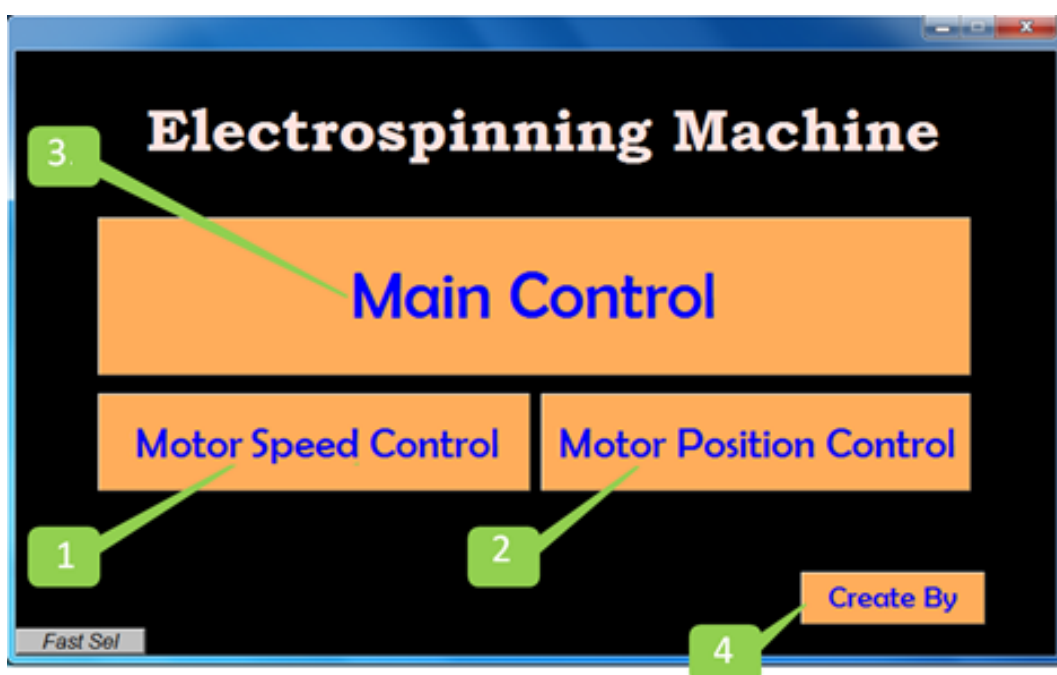
3.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ในโครงการนี้ได้เลือกใช้หน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ Easy View ในการสร้างและออกแบบในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยในการออกแบบนั้นจะต้องทำการกำหนดค่าอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล (Baud Rate) กับคอมพอร์ท (Comport) ของทั้งจอสัมผัส (touch screen) และพีแอลซี (PLC) ให้ตรงกันเสียก่อน ถึงจะส่งข้อมูลระหว่างกันได้ ซึ่งสามารถแบ่งรายละเอียดของหน้าจอออกได้เป็น 5 ส่วนคือ

- หน้าเมนูหลัก (Main Menu) สามารถอธิบายการทำงานได้ด้วยโฟลว์ชาร์ต ดังรูปที่ 3.5 และ 3.6



รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ตหน้าเมนูหลัก (Main Menu)

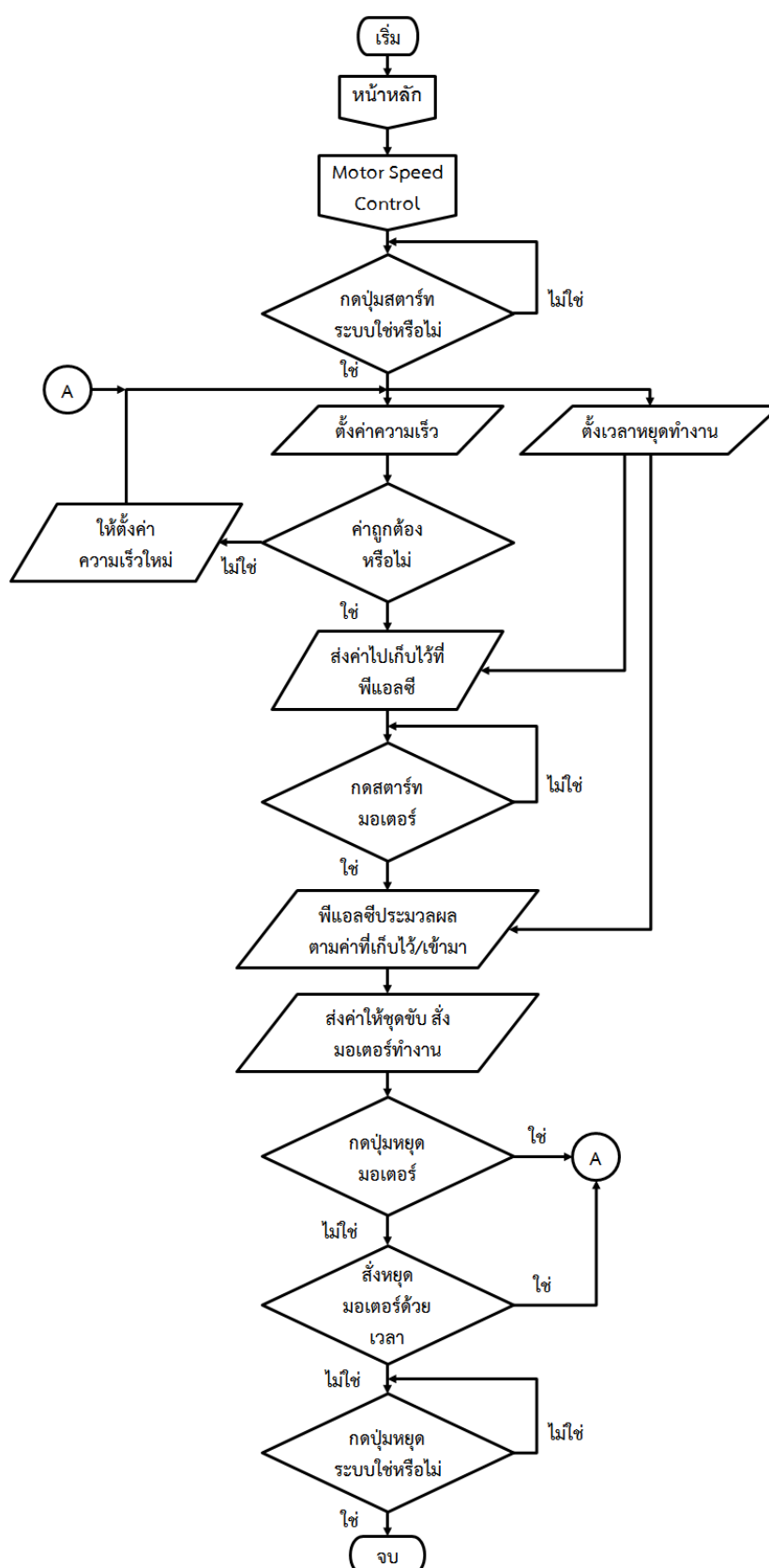


รูปที่ 3.6 หน้าหลัก (Main Menu)

- หมายเลข 1 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)
 หมายเลข 2 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control)
 หมายเลข 3 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าควบคุมหลัก (Main Control)
 หมายเลข 4 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าผู้จัดทำ (Create By)

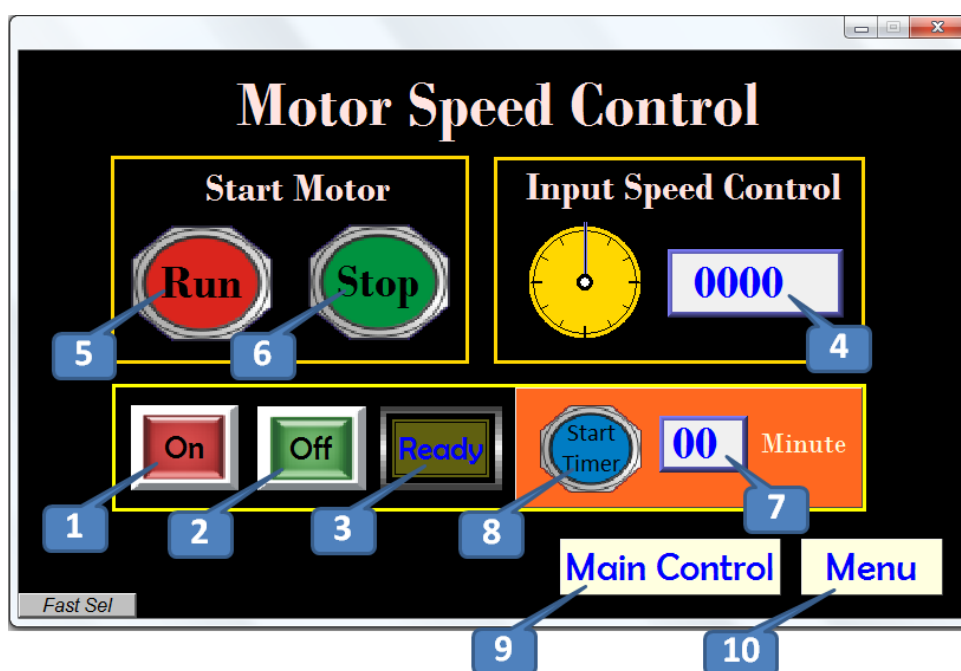
โดยสามารถอธิบายการทำงานของหน้าจอย่อยทั้ง 4 ส่วนได้ดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ 1 คือ หน้าควบคุมความเร็วของแป้นรองรับเส้นใย (Motor Speed Control) ป้อนค่าความเร็วรอบของแป้นรองรับเส้นใยโดยกดปุ่ม Start ในส่วนของ Start System เพื่อให้ระบบพร้อมทำงานโดยสังเกตได้จากไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (ready) หลังจากนั้นให้ป้อนค่าความเร็วแป้นรับที่สามารถรับได้สูงสุดที่ 640 รอบต่อนาที โดยค่าที่เราป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล (data memory) จากนั้นเรากดปุ่มเริ่มทำงาน (Start) ในส่วนของการสั่งงานมอเตอร์ (Start Motor) ระบบก็จะทำงานตามค่าที่เราป้อนทันที และเรายังสามารถกำหนดเวลาเพื่อให้ระบบทำงานตามเวลาที่เรต้องการโดยระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่เรากำหนดไว้ ถ้าต้องการให้หยุดทำงานกดปุ่มหยุด (Stop) ส่วนของแป้นหัวฉีดเส้นใยหยุดทำงาน



รูปที่ 3.7 โพล์ซาร์ตการใช้งานหน้าจอบควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)

ส่วนการควบคุมแป้นรับเส้นใยนั้นจะมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้ ผู้ใช้งานสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ ได้ตั้งแต่ 40 – 640 รอบต่อนาทีจากการใส่ค่าที่ชุดหน้าจอสัมผัส (touch screen) เมื่อพีแอลซีได้รับค่าก็จะทำการปรับความเร็วของมอเตอร์จากค่าที่ตั้งไว้ไปยังชุดวงจรขับมอเตอร์ (Motor Driver) และก็จะส่งค่าออกไปทาง Q2002 (ปรับค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 - 10 VDC) ซึ่งเป็นช่องสัญญาณควบคุมความเร็วแป้นรับเส้นใยให้เพิ่มขึ้นจนกระทั่งได้ค่าตามที่ป้อนเข้าไปจึงส่งเอาต์พุตหยุดส่งสัญญาณ แต่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ และในทางกลับกันกรณีที่สั่งให้ลดความเร็วของแป้นรับเส้นใยลง พีแอลซีก็จะส่งค่าออกออกไปทางเอาต์พุต Q2002 (ปรับค่าลดลงจาก 10 - 0 VDC) เพื่อลดความเร็วลงแสดงดังรูปที่ 3.7 และ 3.8



รูปที่ 3.8 หน้าจอควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)

หมายเลข 1 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มระบบจะพร้อมทำงานโดยสังเกตได้จากไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 2 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบทั้งหมดจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานดับ (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 3 คือ ไฟแสดงสถานะของระบบ

หมายเลข 4 คือ ส่วนป้อนค่าความเร็วของมอเตอร์ควบคุมแป้นรับเส้นใย มีความย่านความเร็วที่ปรับได้คือ 40 - 640 รอบต่อนาทีค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 5 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะทำงานตามค่าที่อยู่ในฐานข้อมูลของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปนั่นเอง (หมายเลข 4)

หมายเลข 6 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงาน (ready) ที่หมายเลข 3 ยังติดอยู่

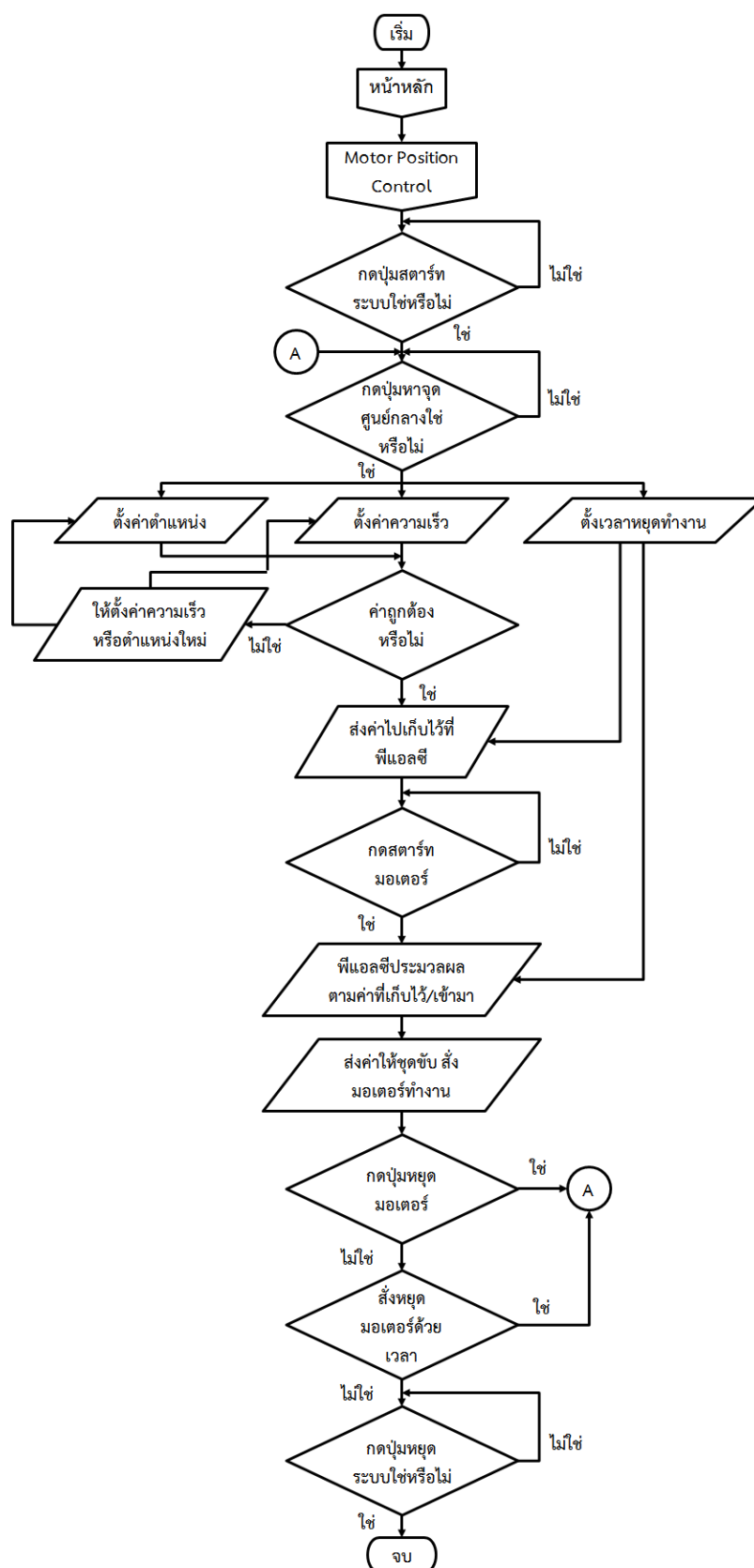
หมายเลข 7 คือ ส่วนป้อนค่าเวลาเพื่อให้ระบบหยุดทำงานตามเวลาที่กำหนดสามารถใส่ค่าได้ตามที่ต้องการ ค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 8 คือ ปุ่มเริ่มต้นเวลา (Timer Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบเริ่มต้นนับถอยหลังหยุดระบบตามค่าเวลาที่อยู่ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปในตัวเอง (หมายเลข 7)

หมายเลข 9 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าควบคุมหลัก (Main Control) กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปหน้าควบคุมหลัก (Main Control)

หมายเลข 10 คือ หน้าหลัก (Main Menu) กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปหน้าหลัก (Main Menu)

- ส่วนที่ 2 คือ หน้าควบคุมความเร็วและตำแหน่งของหัวฉีดเส้นใย (Motor Position Control) เป็นส่วนที่เราสามารถป้อนค่า ความเร็วในการเคลื่อนที่, ระยะทางในการเคลื่อนที่, ทำการเคลื่อนที่แบบจ็อก (jog) และสามารถสั่งให้ส่วนของหัวฉีดเส้นใยทำงานได้ โดยกดปุ่มเริ่มทำงาน (Start) ซึ่งไฟแสดงสถานะของระบบพร้อมทำงานติด (ready) หลังจากนั้นให้กดปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin) เพื่อสั่งให้ระบบหาจุดศูนย์กลางของแป้นหัวฉีดเส้นใย ไฟแสดงสถานะจะติด แสดงว่าส่วนของระบบควบคุมความเร็วและตำแหน่งของหัวฉีดเส้นใย (Motor Position Control) พร้อมทำงาน ป้อนค่าความเร็วและขนาดตามที่เราต้องการ ค่าที่ป้อนเข้าไปในนั้นถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล (data memory) จากนั้นเราก็ทำการกดปุ่มเริ่มทำงาน (Start) ในส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย (Control Sliding) แป้นของหัวฉีดเส้นใยจะทำงานตามค่าในฐานข้อมูลที่เราป้อนเข้าไปและเรายังสามารถกำหนดเวลาเพื่อให้ระบบทำงานตามเวลาที่เรากำหนดโดยระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่เรากำหนดไว้ ถ้าต้องการให้หยุดทำงานกดปุ่มหยุดทำงาน (Stop) ส่วนของแป้นหัวฉีดเส้นใยหยุดทำงาน

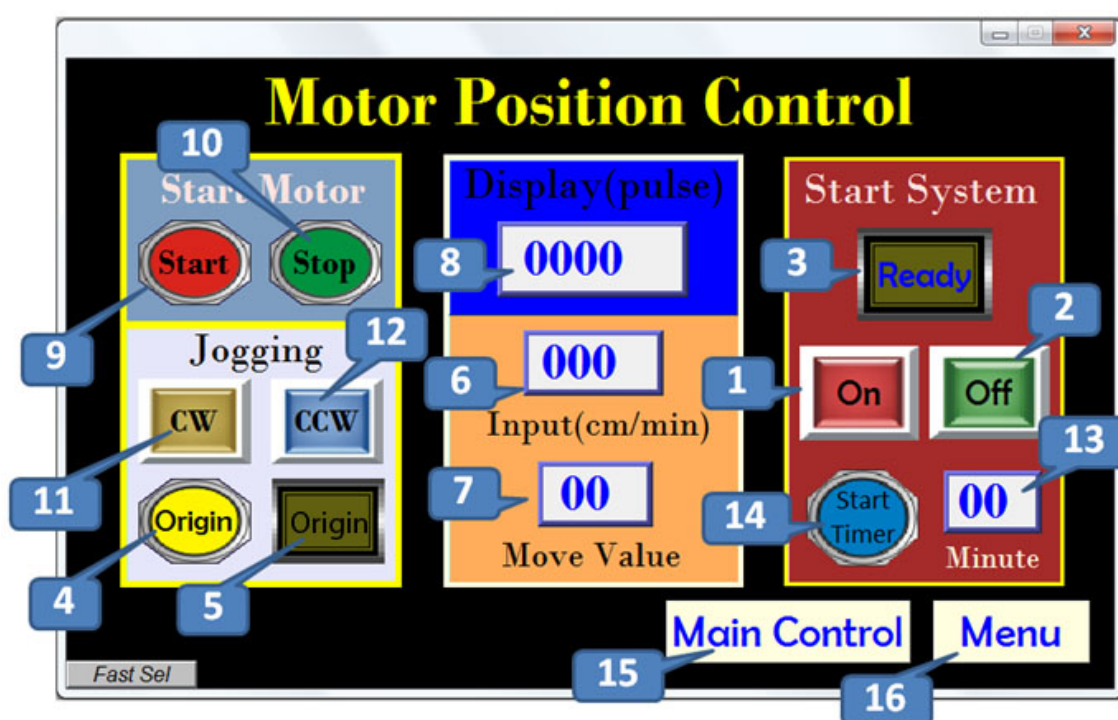


รูปที่ 3.9 โพล์ซาร์ตการใช้งานหน้าจอควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control)

ส่วนการควบคุมหัวฉีดเส้นใยนั้นจะมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

- เมื่อเราป้อนค่าผ่านชุดหน้าจอสัมผัส (touch screen) ซึ่งได้กำหนดค่าปรับเลื่อน ข้าย-ขวาของหัวฉีดเส้นใยไว้ที่ระยะทางสูงสุด ± 5 เซนติเมตร โดยแผ่นเส้นใยที่ความกว้างรวม 10 เซนติเมตร โดยมีหลักการทำงานคือ ก่อนการทำงานหัวเข็มจะอยู่ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง (Origin) เมื่อเราป้อนค่าขนาดความกว้างที่เราต้องการเข้าพีแอลซีก็จะทำการประมวลผล โดยนำสองมาหารค่าที่รับเข้ามาและส่งค่าออกไปทางเอาต์พุต Q2001 จะเป็นการขับหัวฉีดเส้นใยนาโนและเมื่อค่าเข้าใกล้ค่าที่ตั้งไว้ (Setting) พีแอลซีก็จะสั่งให้กลับทางหมุน ไปในทิศทางตรงกันข้ามและจะทำงานกลับปามาจนกว่าเราจะสั่งหยุดระบบเมื่อเราได้ขนาดที่ต้องการแล้ว

ในส่วนของการควบคุมความเร็วของหัวฉีดเส้นใยนั้นก็เช่นเดียวกันคือรับค่าดีมานด์ (Demand) จากหน้าจอสัมผัส (touch screen) โดยการปรับความเร็วสามารถปรับได้โดยการกำหนดค่าพัลส์ (Pulse control) เมื่อจ่ายพัลส์ในความเร็วสูงความเร็วของมอเตอร์ก็จะเร็วขึ้นแต่ถ้าต้องการลดความเร็วก็ต้องจ่ายพัลส์ (Pulse control) ในความเร็วที่ลดลงจากเดิมในช่วงเวลาเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.10 หน้าจอควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control)

หมายเลข 1 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มระบบจะพร้อมทำงานโดยสังเกตได้จากไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 2 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบทั้งหมดจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานดับ (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 3 คือ ไฟแสดงสถานะของระบบ

หมายเลข 4 คือ ปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะสั่งงานให้มอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใยนาโนวิ่งไปที่จะศูนย์กลางทันทีและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติดที่หมายเลข 5

หมายเลข 5 คือ ไฟแสดงสถานะพร้อมทำงาน เมื่อมอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใยจะแสดงสถานะติดสว่างเมื่ออยู่ที่จุดศูนย์กลาง

หมายเลข 6 คือ ส่วนป้อนค่าความเร็วของมอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใย มีความเร็วสูงสุดที่ 170 รอบต่อนาทีค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 7 คือ ส่วนป้อนค่าขนาดความกว้างของแผ่นเส้นใย มีความกว้างมากที่สุดที่ 10 เซนติเมตรค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 8 คือ ส่วนแสดงจำนวนพัลส์ที่จ่ายออกไปให้มอเตอร์หมุน จำนวนพัลส์น้อยมอเตอร์หมุนช้า จำนวนพัลส์มากมอเตอร์หมุนเร็ว

หมายเลข 9 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะทำงานตามค่าที่อยู่ในฐานข้อมูลของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปนั่นเอง (หมายเลข 6 – 7)

หมายเลข 10 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงาน (ready) ที่หมายเลข 3 ยังติดอยู่

หมายเลข 11 คือ ปุ่ม CW สั่งให้มอเตอร์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา สำหรับทดสอบมอเตอร์

หมายเลข 12 คือ ปุ่ม CCW สั่งให้มอเตอร์ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา สำหรับทดสอบมอเตอร์

หมายเลข 13 คือ ส่วนป้อนค่าเวลาเพื่อให้ระบบหยุดทำงานตามเวลาที่กำหนดสามารถใส่ค่าได้ตามที่ต้องการ ค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

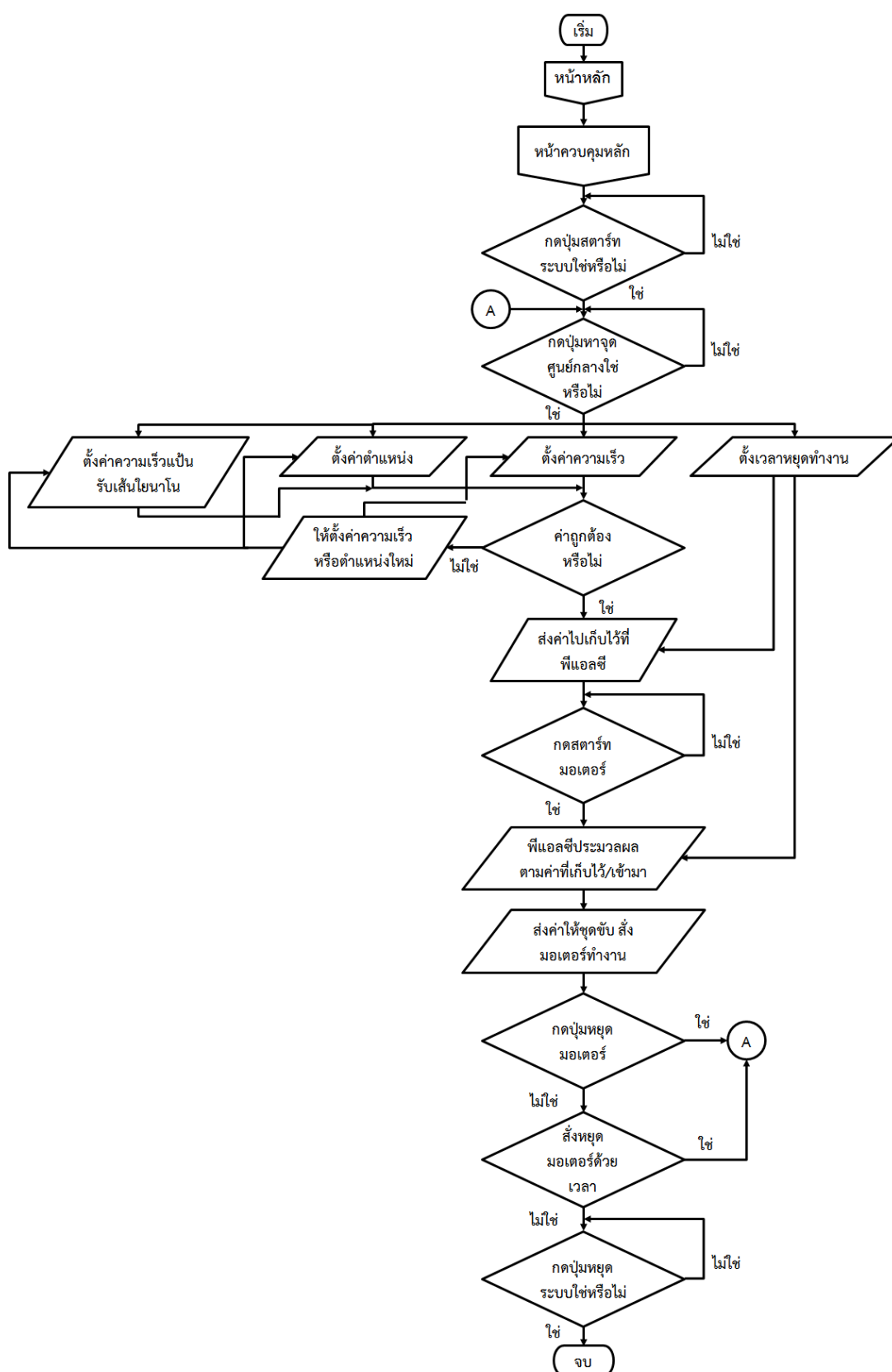
หมายเลข 14 คือ ปุ่มเริ่มนับเวลา (Timer Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบเริ่มนับถอยหลังหยุดระบบตามค่าเวลาที่อยู่ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปนั่นเอง (หมายเลข 13)

หมายเลข 15 คือ แถบสำหรับเลือกเข้าไปที่หน้าควบคุมหลัก (Main Control) กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปหน้าควบคุมหลัก (Main Control)

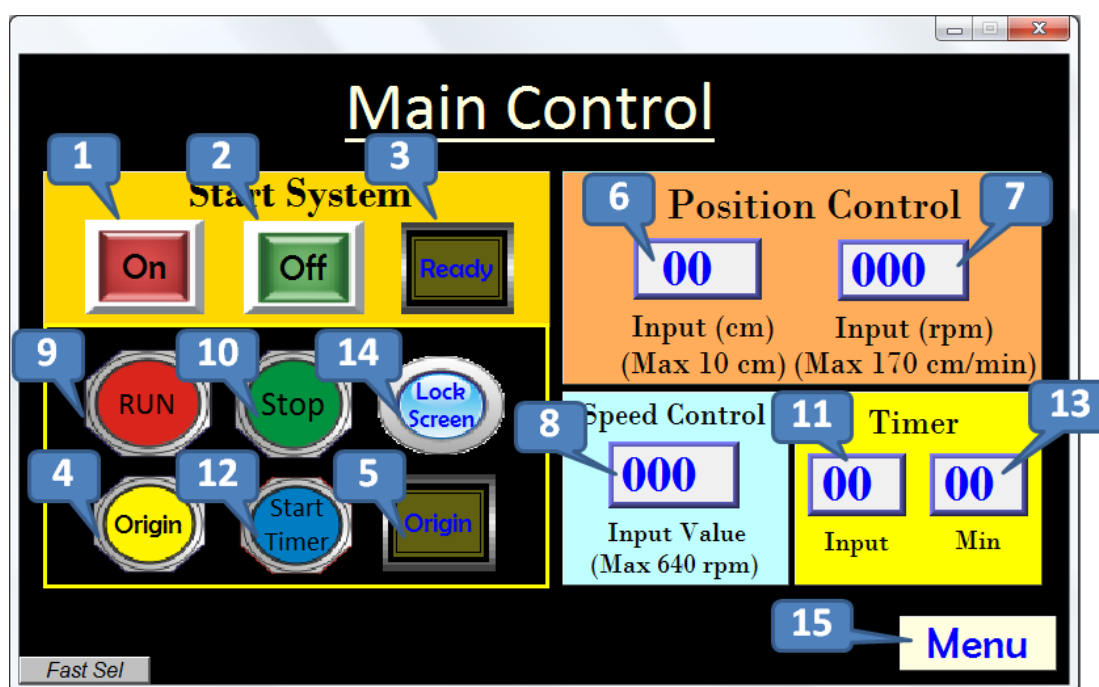
หมายเลข 16 คือ แถบหน้าหลัก (Main Menu) กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปหน้าหลัก (Main Menu)

- ส่วนที่ 3 คือ หน้าควบคุมหลัก (Main Control) โดยการทำงานของหน้าสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้คือกดปุ่มสตาร์ท (Start) เพื่อให้ระบบพร้อมทำงานโดยสังเกตได้จากไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (ready) หลังจากนั้นกดปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin) เพื่อเป็นการหาจุดศูนย์กลางของส่วนหัวฉีดเส้นใยโดยให้สังเกตไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (Origin) เมื่อระบบพร้อมทำงานแล้วให้ใส่ค่าขนาดของแผ่นเส้นใย ที่ต้องการ ค่าที่ป้อนเข้าไปนั้นถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล (data memory) ซึ่งค่าสูงสุดที่ใส่ได้เท่ากับ 10 เซนติเมตร จากทั้งหมดของการเคลื่อนที่ของส่วนหัวฉีดเส้นใยที่ 15 เซนติเมตร เนื่องจากต้องป้องกันการกระแทกของแป้นหัวฉีดเส้น ซึ่งมีระยะปลอดภัยที่ข้างละ 1.5 เซนติเมตร แต่ถ้ายังไม่หยุดก็มีตัวป้องกันตัวสุดท้ายคือโฟโตสวิตช์ที่ระยะ 1 เซนติเมตร จะสั่งให้ระบบหยุดทำงานก่อนกระแทกเข้ากับขอบทั้งสองข้าง ความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัวฉีดนั้นสามารถป้อนค่าได้สูงสุดที่ 170 รอบต่อนาที ค่าที่ป้อนเข้าไปนั้นถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล (data memory) หลังจากนั้นให้ป้อนค่าความเร็วแป้นรับที่สามารถรับได้สูงสุดที่ 640 รอบต่อนาที ค่าที่ป้อนเข้าไปนั้นถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูล (data memory) และจากนั้นเรากดปุ่มเริ่มทำงาน (RUN) ระบบก็จะนำค่าที่อยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมดออกมาประมวลผลสั่งให้ทำงานตามค่าที่เราป้อนทันที และเรายังสามารถกำหนดเวลาเพื่อให้ระบบทำงานตามเวลาที่เรต้องการโดยระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่เรากำหนดไว้ แต่ถ้าเราต้องการให้หยุดทำงานทันทีให้กดปุ่มหยุดทำงาน (Stop) จะมีอยู่ด้วยสองจุดคือ หมายเลข 2 ระบบก็จะหยุด

ทำงานทันทีและเราต้องกลับไปเริ่มต้นระบบอีกครั้ง และหมายเลข 10 ระบบจะหยุดแต่สามารถสั่งให้ทำงานอีกครั้งได้โดยไม่ต้องกดปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin) อีกครั้ง ซึ่งหน้าควบคุมหลัก (Main Control) เป็นส่วนควบคุมระบบทั้งหมด โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของหน้าควบคุมหลัก (Main Control) สามารถอธิบายการทำงานได้ด้วยโฟลว์ชาร์ต ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.11 โฟลว์ชาร์ตการใช้งานหน้าควบคุมหลัก (Main Control)



รูปที่ 3.12 หน้าควบคุมหลัก (Main Control)

หมายเลข 1 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มระบบจะพร้อมทำงานโดยสังเกตได้จากไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 2 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบทั้งหมดจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานดับ (ready) ที่หมายเลข 3

หมายเลข 3 คือ ไฟแสดงสถานะของระบบ

หมายเลข 4 คือ ปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะสั่งงานให้มอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใยนาโนวิ่งไปที่จุดศูนย์กลางทันทีและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติดที่หมายเลข 5

หมายเลข 5 คือ ไฟแสดงสถานะพร้อมทำงาน เมื่อมอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใยนาโนจะแสดงสถานะติดสว่างเมื่ออยู่ที่จุดศูนย์กลาง

หมายเลข 6 คือ ส่วนป้อนค่าขนาดความกว้างของแผ่นเส้นใย มีความกว้างมากที่สุดที่ 10 เซนติเมตรค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 7 คือ ส่วนป้อนค่าความเร็วของมอเตอร์ควบคุมหัวฉีดเส้นใย มีความเร็วสูงสุดที่ 170 รอบต่อนาทีค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 8 คือ ส่วนป้อนค่าความเร็วของมอเตอร์ควบคุมแป้นรับเส้นใยนาโน มีความยาวความเร็วที่ปรับได้คือ 40 - 640 รอบต่อนาทีค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC)

หมายเลข 9 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะทำงานตามค่าที่อยู่ในฐานข้อมูลของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปนั่นเอง (หมายเลข 6 - 8)

หมายเลข 10 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะหยุดทำงานและไฟแสดงสถานะพร้อมทำงาน (ready) ที่หมายเลข 3 ยังติดอยู่

หมายเลข 11 คือ ส่วนป้อนค่าเวลาเพื่อให้ระบบหยุดทำงานตามเวลาที่กำหนดสามารถใส่ค่าได้ตามที่ต้องการ ค่าที่ป้อนเข้าไปจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลภายในของ PLC

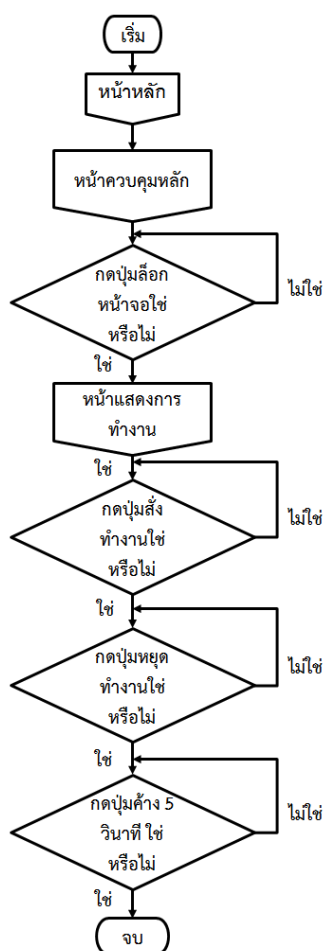
หมายเลข 12 คือ ปุ่มเริ่มต้นเวลา (Timer Start) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบเริ่มต้นนับถอยหลังหยุดระบบตามค่าเวลาที่อยู่ในฐานข้อมูลภายในของพีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นค่าที่เราป้อนเข้าไปนั่นเอง (หมายเลข 11)

หมายเลข 13 คือ แสดงเวลานับถอยหลังหยุดระบบ

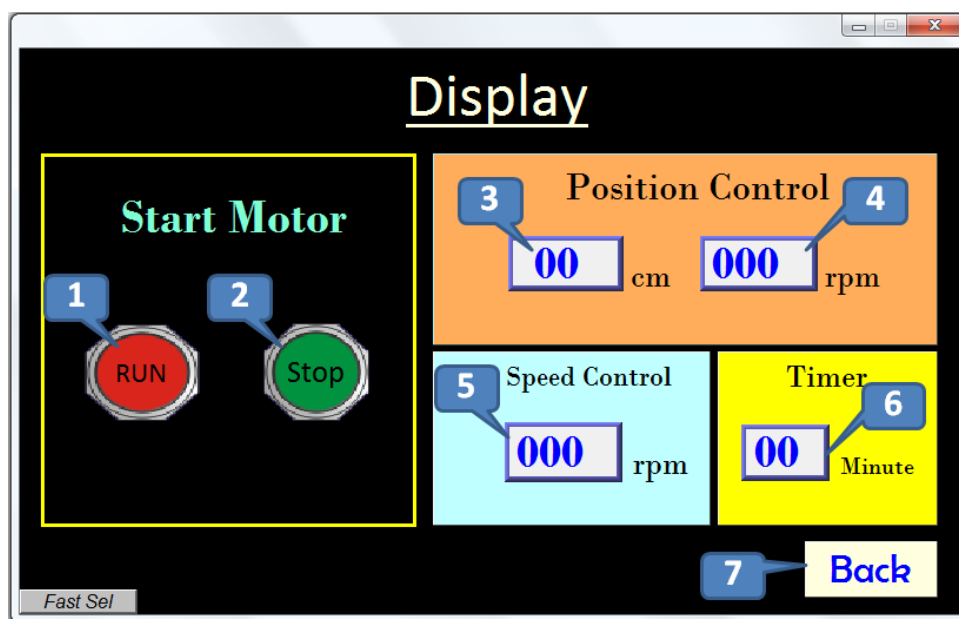
หมายเลข 14 คือ ปุ่มเพื่อนำไปสู่หน้าต่างสำหรับการป้องกันไม่ให้มีการแก้ไขข้อมูลในขณะที่ตัวเครื่องกำลังถูกใช้งาน

หมายเลข 15 คือ แถบหน้าต่างหลัก (Main Menu) กดปุ่มนี้เพื่อกลับไปหน้าต่างหลัก (Main Menu)

- ส่วนที่ 4 คือ หน้าแสดงการทำงาน (Display) โดยการทำงานของหน้าสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้คือกดปุ่มล็อกหน้าจอ (Lock Screen) ระบบจะสลับจากหน้า ควบคุมหลัก (Main Control) เข้าสู่ หน้าหน้าแสดงการทำงาน (Display) ซึ่งจะไม่สามารถแก้ค่าได้ แต่สามารถที่จะสั่งหยุดการทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 3.13



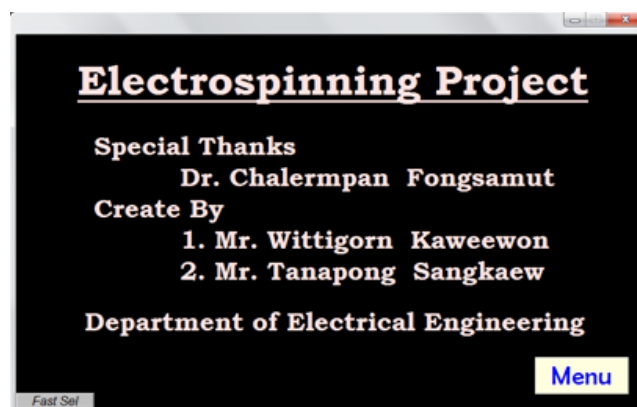
รูปที่ 3.13 โฟลว์ชาร์ตการใช้งานหน้าควบคุมหลัก (Main Control)



รูปที่ 3.14 หน้าแสดงการทำงาน

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มเริ่มทำงาน (Start) เมื่อกดปุ่มนี้จะสั่งให้ระบบทำงาน
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มหยุดทำงาน (Stop) เมื่อกดปุ่มนี้ระบบจะหยุดทำงาน
- หมายเลข 3 คือ แสดงค่าตำแหน่งของส่วนควบคุมหัวฉีดเส้นใย
- หมายเลข 4 คือ แสดงค่าความเร็วของส่วนควบคุมหัวฉีดเส้นใย
- หมายเลข 5 คือ แสดงค่าความเร็วของส่วนควบคุมแป้นรับเส้นใย
- หมายเลข 6 คือ แสดงเวลาที่เหลือในการทำงาน
- หมายเลข 7 คือ ปุ่มย้อนกลับ (Back) ในกรณีที่กลับไปหน้า ควบคุมหลัก (Main Control) ต้องกดค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาที

- ส่วนที่ 5 คือ หน้าผู้จัดทำ (Create By) จะแสดงชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและผู้จัดทำ ดังรูปที่ 3.15



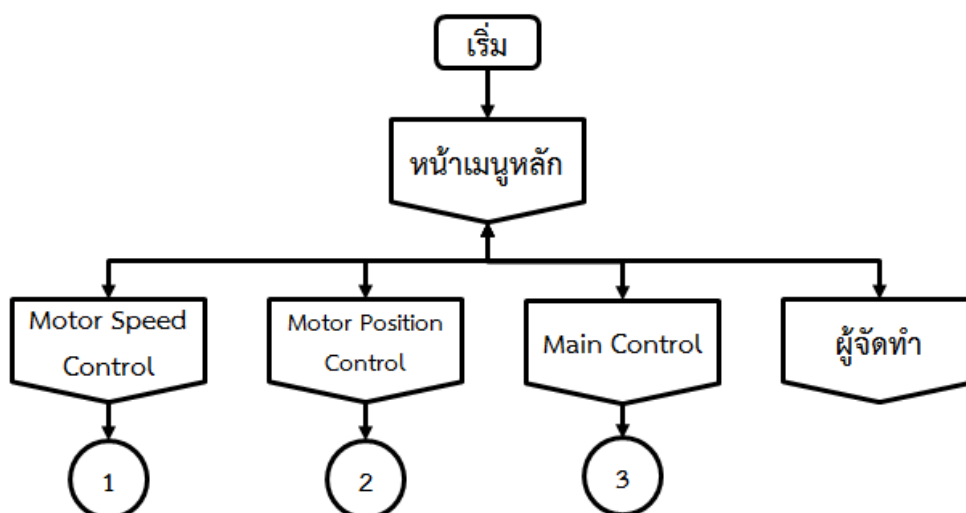
รูปที่ 3.15 หน้าแสดงผู้จัดทำ

3.5 การออกแบบส่วนของพีแอลซี (PLC)

โครงการนี้ได้เลือกใช้พีแอลซี (PLC) ของ CJ1M-CPU21 ของ Omron เป็นชุดคอนโทรลเลอร์ (Controller) ทำงานร่วมกับชุดหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อควบคุมการทำงานที่ชุดควบคุมวงจรมอเตอร์ (Motor Driver) ให้ขับมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมความเร็วและปรับเลื่อนตำแหน่งของแป้นรับสัญญาณตามที่ต้องการ

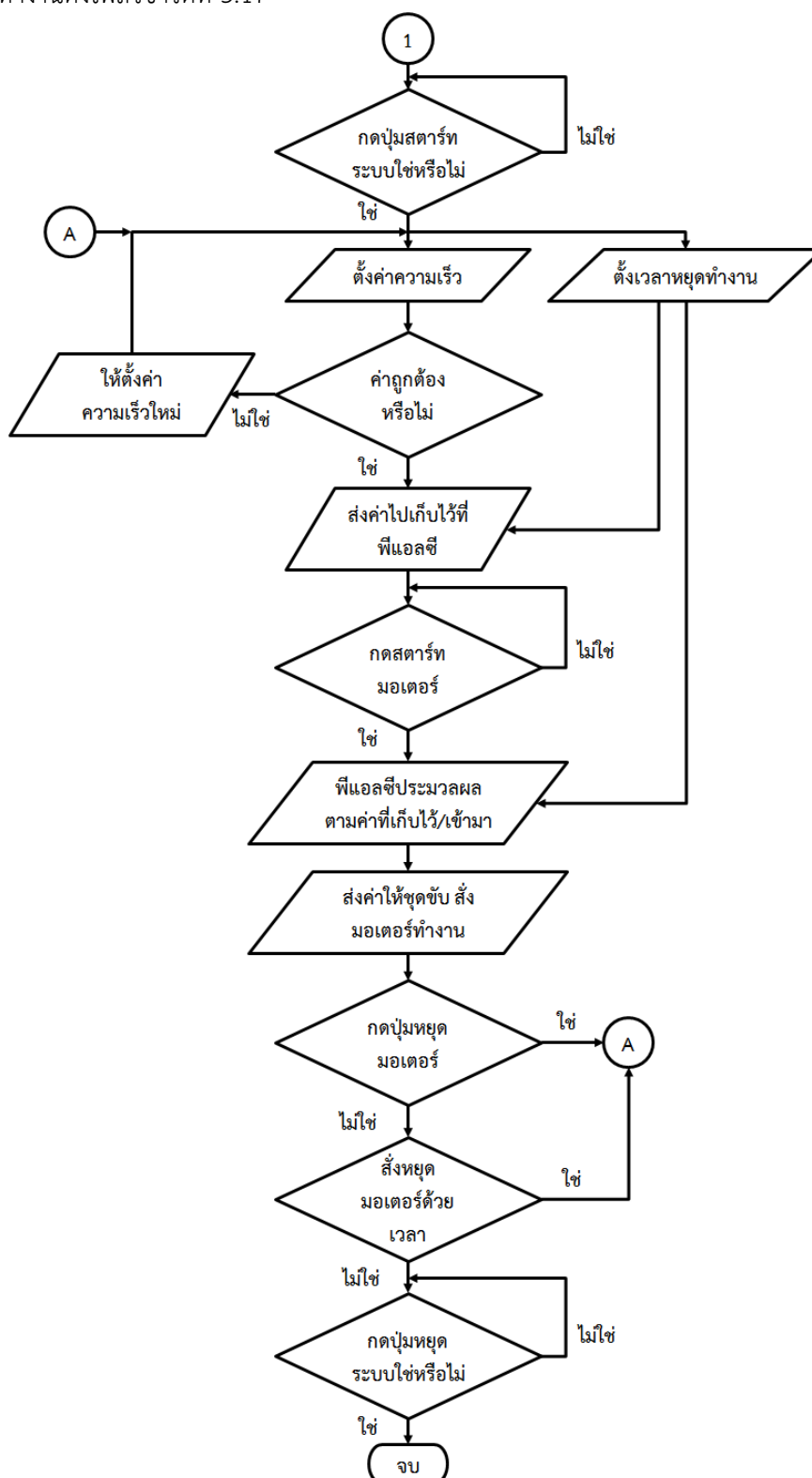
ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานของพีแอลซี (PLC) ได้ด้วยโฟลว์ชาร์ต ดังรูปที่ 3.16 เมื่อพีแอลซี (PLC) ได้รับข้อมูลจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) ก็จะนำค่านี้มาทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้เขียนไว้เพื่อส่งสัญญาณควบคุมออกไปที่ชุดควบคุมวงจรมอเตอร์ (Motor Driver) เพื่อควบคุมความเร็วของแป้นรับสัญญาณ

ส่วนการปรับเลื่อนตำแหน่งของหัวฉีดสัญญาณ ให้เคลื่อนที่ไปตามค่าควบคุมตำแหน่ง (Position control) และความเร็ว (Speed control) ที่ผู้ใช้ป้อนจนกระทั่งตำแหน่งที่ความเร็วและปรับเลื่อนตำแหน่งของแป้นรับสัญญาณนั้นเคลื่อนที่ไปเท่ากับตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการ



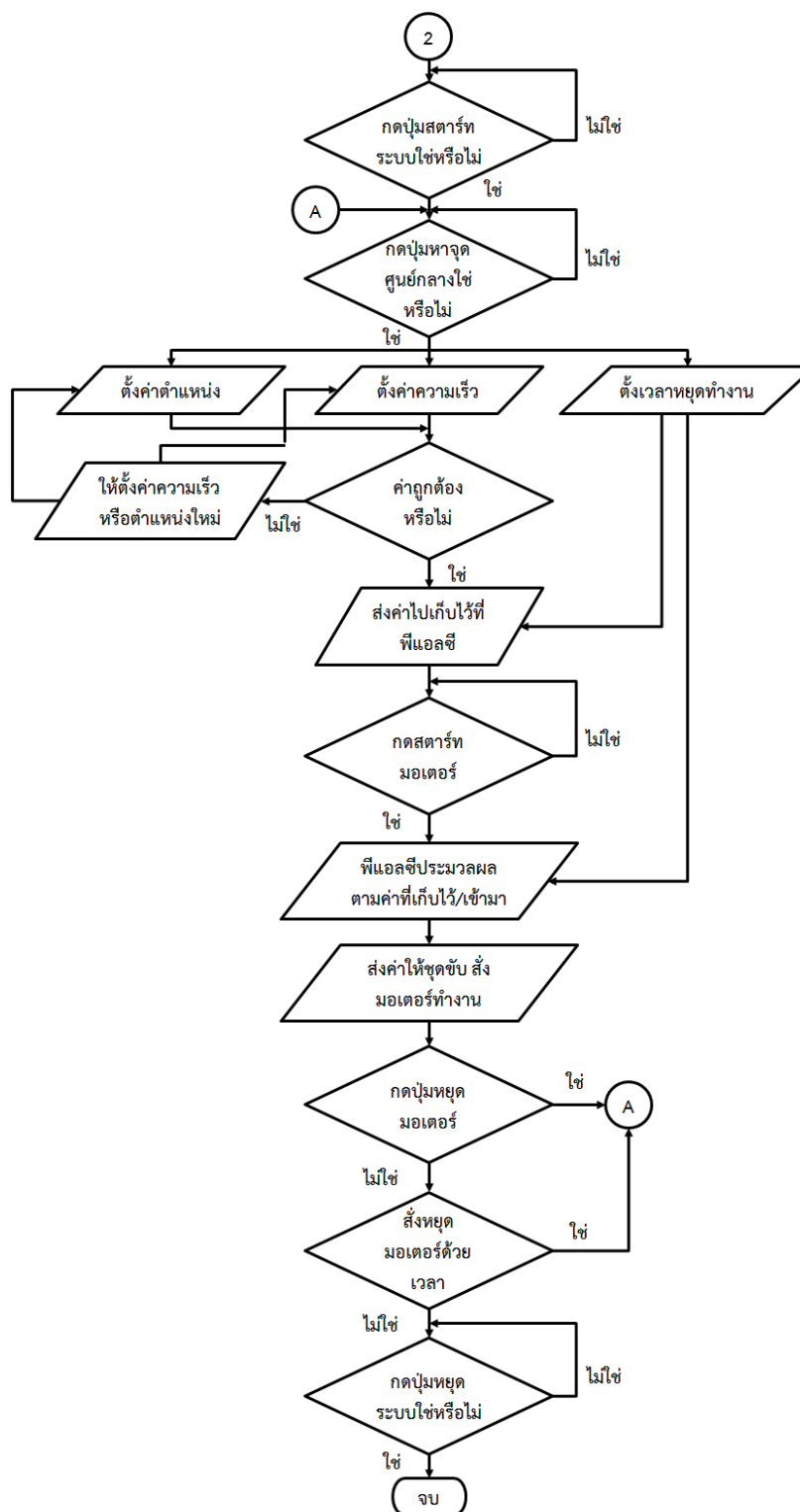
รูปที่ 3.16 โฟลว์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) พังข้อมูลจากหน้าจอสัมผัส (touch screen)

เลือกหมายเลข 1 คือ ควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบรับสัญญาณ (Motor Speed Control) จะมีขั้นตอนการทำงานดังโฟลว์ชาร์ตที่ 3.17



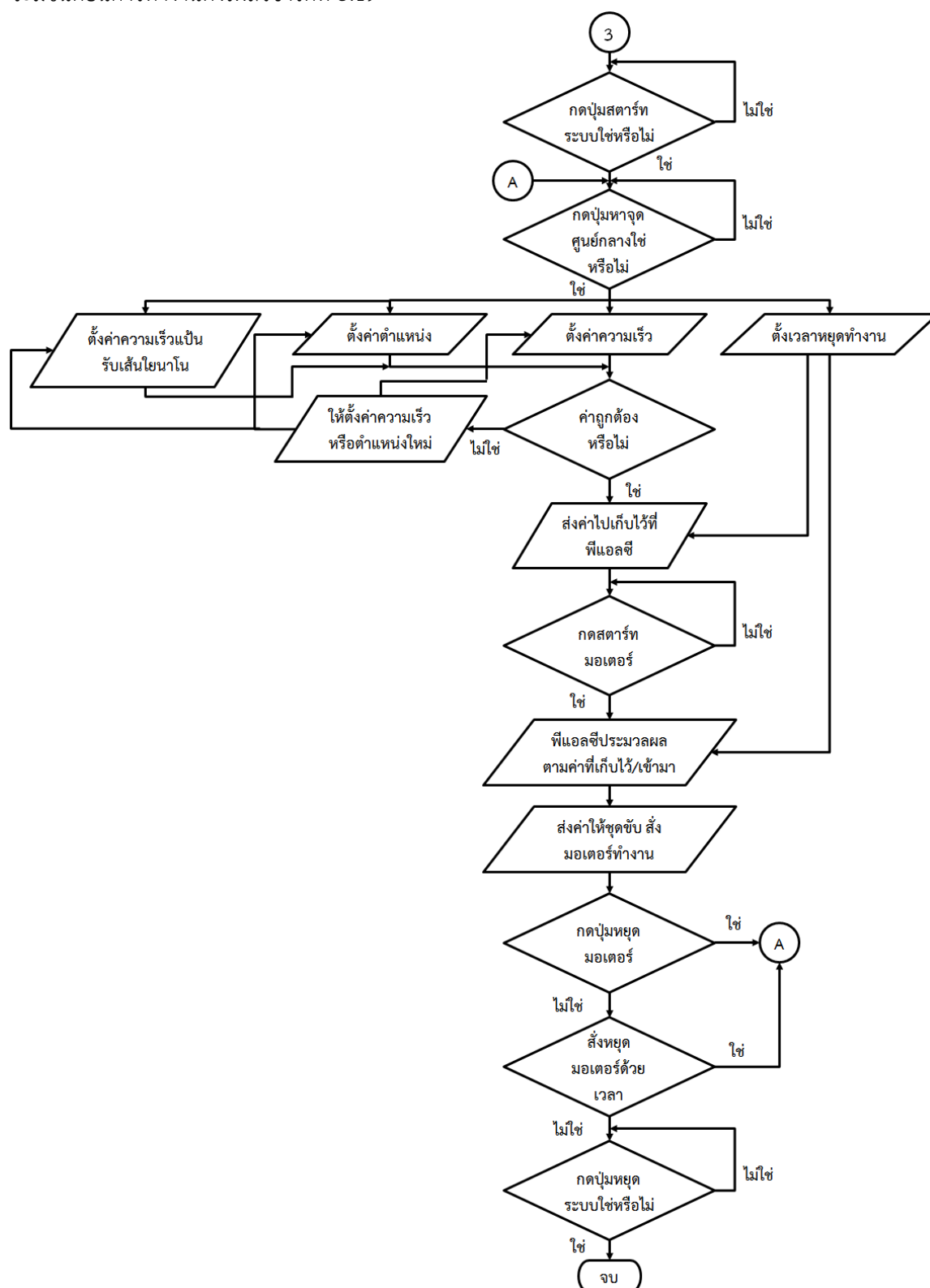
รูปที่ 3.17 โฟลว์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) ควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบรับสัญญาณ

เลือกหมายเลข 2 คือ ควบคุมความเร็วและตำแหน่งมอเตอร์หัวฉีดเส้นใย (Motor Position Control)
จะมีขั้นตอนการทำงานดังโฟลว์ชาร์ตที่ 3.18



รูปที่ 3.18 โฟลว์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) ควบคุมตำแหน่งมอเตอร์หัวฉีดเส้นใย

เลือกหมายเลข 3 คือ ควบคุมความเร็วและตำแหน่งมอเตอร์หัวฉีดเส้นใย (Motor Position Control) จะมีขั้นตอนการทำงานดังโฟลว์ชาร์ตที่ 3.19



รูปที่ 3.19 โฟลว์ชาร์ตการออกแบบในส่วนของพีแอลซี (PLC) หน้าควบคุมหลัก

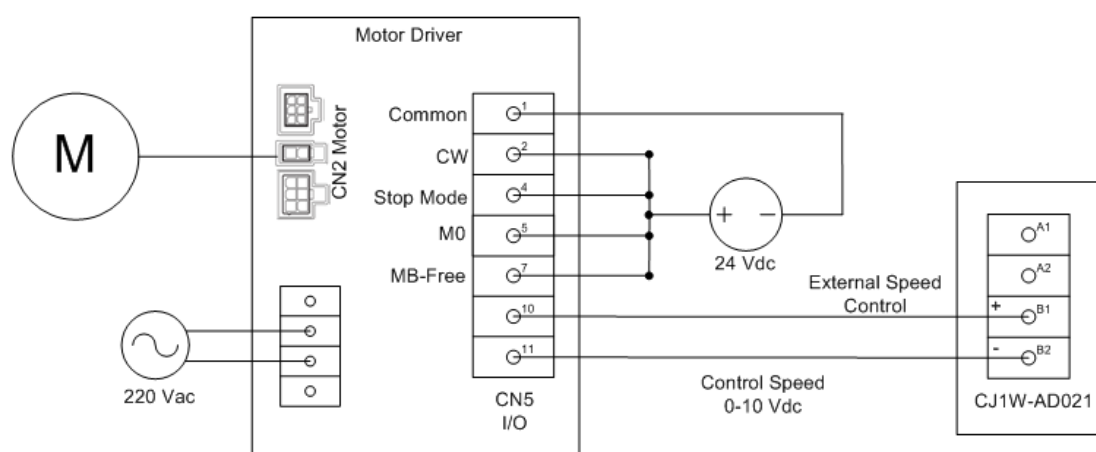
3.6 การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์

3.6.1 วงจรควบคุมความเร็วส่วนป็นรับสัญญาณ

ในการออกแบบวงจรควบคุมความเร็วนั้นเราจำเป็นต้องจ่ายไฟบวกกระแสตรง (dc) ให้กับ CN5 I/O ซึ่งอยู่ที่ชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor Driver) ที่ตำแหน่งดังต่อไปนี้

- CW (2) เพื่อให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
- Stop Mode (4) เพื่อให้ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์อยู่ในสถานะพร้อมทำงาน
- M0 (5) เพื่อให้ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์รู้ว่าการควบคุมความเร็วจากภายนอก
- MB-Free (7) เพื่อให้ชุดเบรกของมอเตอร์ปลดล็อก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์นั้นเรากำหนดสัญญาณเอาต์พุตของพีแอลซีไว้ที่แอดเดรส (Address) Q2002 โดยต่อขั้วบวกของ CN5 I/O ที่ตำแหน่ง 10 และ ขั้วลบที่ตำแหน่ง 11 เข้ากับอนาล็อกเอาต์พุตการ์ด CJ1W-AD021 ที่ตำแหน่ง B1 และ B2 ตามลำดับ กำหนดค่าควบคุมความเร็วไว้ที่ 0-10 Vdc ที่ย่านความเร็ว 0-640 รอบต่อนาทีดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 วงจรชุดควบคุมความเร็วป็นรับสัญญาณในนาโน

3.6.2 วงจรควบคุมตำแหน่งและความเร็วของส่วนหัวฉีดสัญญาณ

ในการออกแบบวงจรควบคุมตำแหน่งและความเร็วนั้นจะมีการต่อเข้าใช้ระหว่างพีแอลซีกับชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor Driver) ที่ตำแหน่งดังต่อไปนี้

- ที่ตำแหน่ง P1 บนชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Motor Driver) คือ
 - P1.2 สัญญาณนาฬิกา (Step Clock) เพื่อใช้ในการควบคุมความเร็ว คือ คลื่นสัญญาณน้อยจะหมุนช้าในทางกลับกันคลื่นสัญญาณมากจะหมุนเร็วโดยตั้งค่าความละเอียดไว้ที่ 3200 Steps/Revolution
 - P1.3 ทิศทางการหมุน (Direction) เพื่อสั่งให้มอเตอร์กลับทางหมุน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในส่วนของการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกควบคุมในส่วนของแป้นรองรับเส้นใยว่าจะมีความเร็วจากการสั่งการผ่านจอสั่งการ (HMI) ไปที่แป้นรองรับเส้นใยเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จริง โดยวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ของความเร็วแป้นรองรับเส้นใย

ส่วนที่สอง จะทำการควบคุมในส่วนของระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย โดยจะทดสอบในสองส่วนคือส่วนของ ความเร็วในการเคลื่อนที่และในส่วนของการเคลื่อนที่ไปซ้ายขวาเพื่อไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการ โดยวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากความเร็วของระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยและระยะทางที่ต้องการให้เคลื่อนที่

ในการทดลองนั้นได้กำหนดจำนวนครั้งในการบันทึกค่าไว้ที่ 3 ครั้งต่อหนึ่งค่าที่ทำการทดลอง แล้วนำค่าทั้งหมดนั้นมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนครั้งในการทดลอง หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาทำการวาดกราฟซึ่งนำไปใช้กับทั้งสามการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 ชุดทดสอบระบบควบคุมแป้นรองรับเส้นใยจากเครื่องปั่นเส้นใย

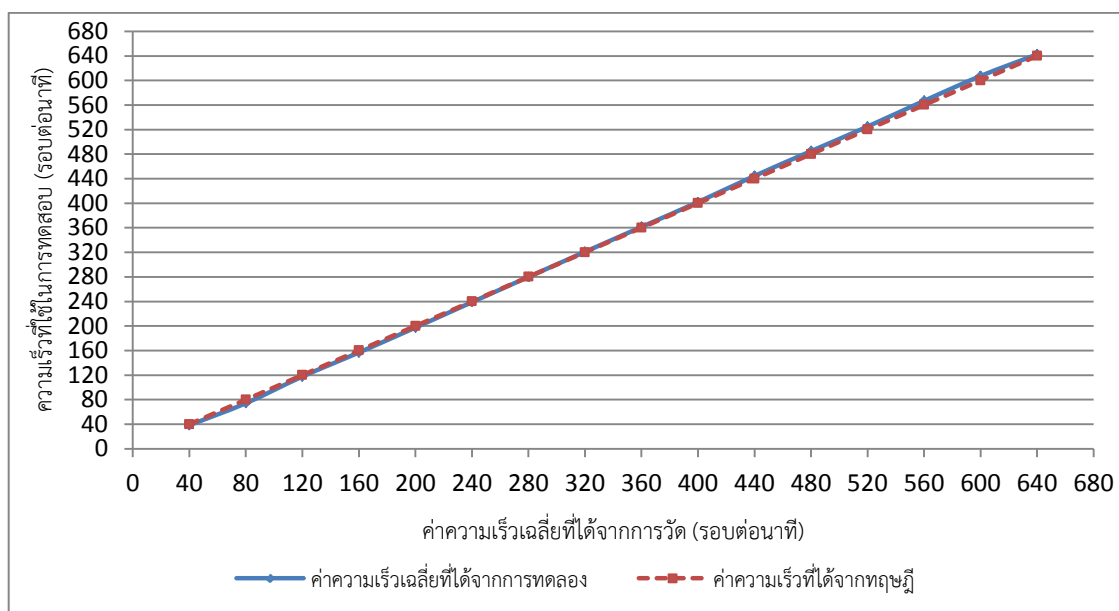
4.1 การทดสอบความคลาดเคลื่อนความเร็วรอบของแป้นรองรับเส้นใย

ในการทดสอบจะป้อนค่าความเร็วรอบที่ต้องการผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ Easyview โดย หน้าจอสัมผัส (touch screen) จะทำการป้อนค่าดีมานด์ (Demand) และส่งข้อมูลไปยังพีแอลซี (PLC) เพื่อสั่งการความเร็วรอบไปที่ แป้นรองรับเส้นใย



รูปที่ 4.2 การทดสอบความเร็วแป้นรองรับเส้นใยที่ความเร็วรอบ 40 ถึง 640 รอบต่อนาที

จากรูปที่ 4.2 ได้กำหนดความเร็วของแป้นรองรับเส้นใยและใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบมอเตอร์ (Tachometer) เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 40 ถึง 640 รอบต่อนาที โดยจะทดสอบความเร็วเพิ่มขึ้นทีละ 40 รอบต่อนาที จนถึงความเร็วสูงสุดคือ 640 รอบต่อนาที โดยแต่ละความเร็วจะทดสอบจำนวนสามครั้ง และนำความเร็วที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำผลที่ได้มาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัดได้ ดังนี้



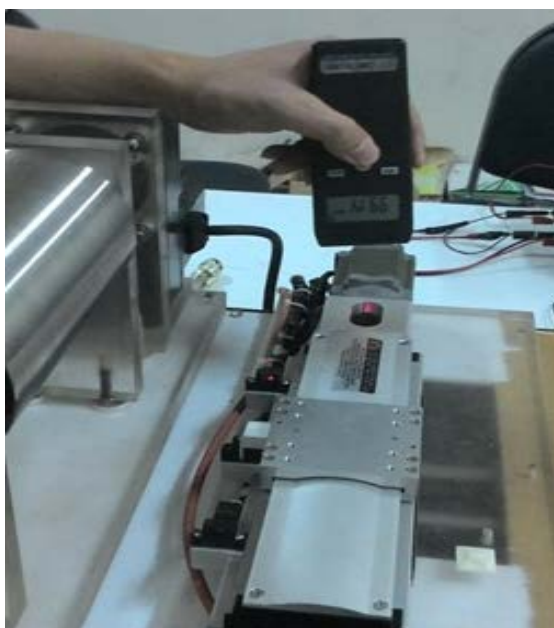
รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัด

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่า เมื่อทำการทดสอบความเร็วแบบรองรับเส้นใยที่ความเร็ว 40-640 รอบต่อนาที (rpm) จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.97 รอบต่อนาที คิดเป็น 0.62 เปอร์เซ็นต์และมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ความเร็ว 80 รอบต่อนาที

จากผลการทดลองของรูปที่ 4.3 พบว่าการเคลื่อนที่เข้าสู่ความเร็วเป้าหมายของแบบรองรับเส้นใยมีความคลาดเคลื่อนไม่มากนัก และเมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดจะเห็นดังในรูปที่ 4.3 สามารถสรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วในการเคลื่อนของเครื่องมือวัดที่อาจจะให้ค่าที่คลาดเคลื่อนได้และย่านการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ที่จะเริ่มทำงานที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาทีแต่ที่ความเร็ว 20 รอบต่อนาทีมอเตอร์ไม่ทำการเคลื่อนที่ทำให้ความเร็วรอบมีค่าเป็น 0 รอบต่อนาที ซึ่งทำให้ทราบย่านการใช้งานที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงคือที่ 40-640 รอบต่อนาที

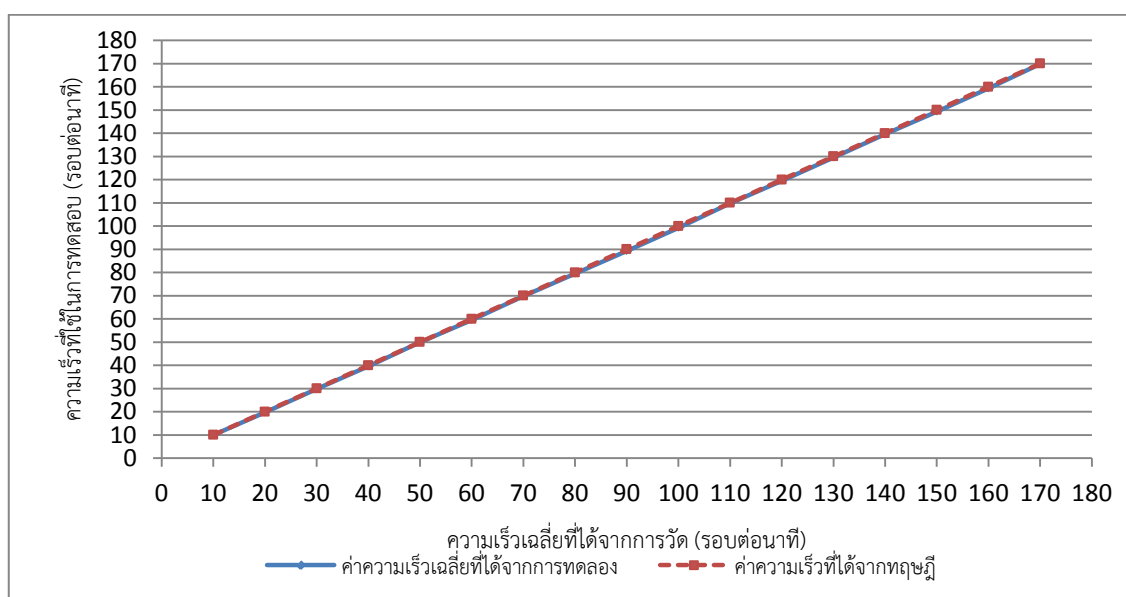
4.2 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของความเร็วในการเคลื่อนที่ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย

ในการทดสอบจะป้อนค่าความเร็วที่ต้องการผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ Easyview โดยหน้าจอสัมผัส (touch screen) จะทำการส่งค่าดีมานด์ (Demand) ไปยังพีแอลซี (PLC) เพื่อสั่งการความเร็วในการเคลื่อนที่ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย



รูปที่ 4.4 การทดสอบความเร็วรอบระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยที่ความเร็วรอบ 10 ถึง 174 รอบต่อนาที

จากรูปที่ 4.4 ได้กำหนดความเร็วของหัวฉีดเส้นใยและใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบมอเตอร์ (Tachometer) เพื่อทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 10 ถึง 174 รอบต่อนาที โดยจะทดสอบความเร็วเพิ่มขึ้นทีละ 10 รอบต่อนาที จนถึงความเร็วสูงสุดคือ 174 รอบต่อนาที โดยแต่ละความเร็วจะทดสอบจำนวนสามครั้ง และนำความเร็วที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำผลที่ได้มาแสดงเป็น กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัดได้ ดังนี้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ กับความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการวัด

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการสั่งการหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อทดสอบความเร็วระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยที่ความเร็วรอบ 10-174 รอบต่อนาที พบว่า ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 รอบต่อนาที คิดเป็น 0.20 เปอร์เซ็นต์และ ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 0.73 รอบต่อนาที คิดเป็น 0.42 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า การเคลื่อนที่เข้าสู่ความเร็วรอบที่ต้องการนั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยไม่มากนักและเมื่อเปรียบค่าที่ทำการทดสอบกับค่าที่ได้จริง สามารถสรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นจากเครื่องวัดรอบมอเตอร์ และจากสเต็ปป์มอเตอร์ (stepping motor)

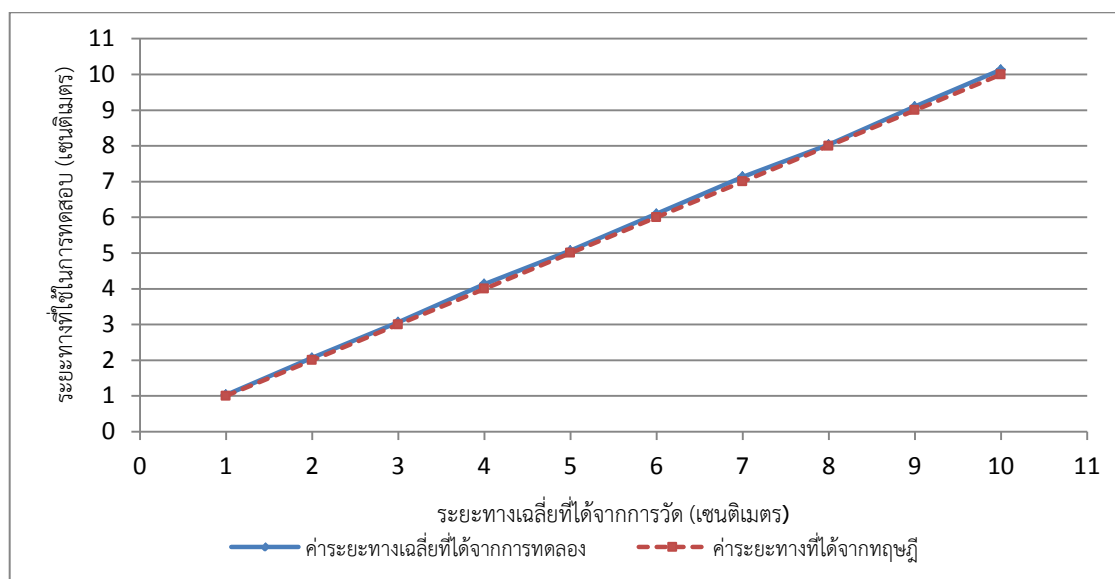
4.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งการเคลื่อนที่ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย

ในการทดสอบจะป้อนค่าตำแหน่งการเคลื่อนที่ที่ต้องการผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ Easyview โดยหน้าจอสัมผัส (touch screen) จะทำการส่งค่าดีมานด์ (Demand) ไปยังพีแอลซี (PLC) เพื่อสั่งการให้ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยนาโนเคลื่อนที่ตามตำแหน่งที่กำหนด



รูปที่ 4.6 การทดสอบตำแหน่งระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใยที่ระยะทางรอบ 1 ถึง 10 เซนติเมตร

จากรูปที่ 4.6 ได้กำหนดค่าตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย และได้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดระยะทางในการเคลื่อนที่คือ ไม้มารวัดไว้กับด้านข้างของระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย เพื่อทำการทดสอบระยะทางในการเคลื่อนที่ ที่ระยะทาง 1 ถึง 10 เซนติเมตร โดยจะทดสอบระยะทางเพิ่มขึ้นทีละ 1 เซนติเมตร จนถึงระยะทางสูงสุดคือ 10 เซนติเมตร โดยแต่ละระยะทางจะทดสอบจำนวนสามครั้ง และนำระยะทางที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาผลที่ได้มา แสดงเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ใช้ในการทดสอบ กับระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการวัด ดังนี้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ใช้ในการทดสอบ กับระยะทางเฉลี่ยที่ได้จากการวัด

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า เมื่อทำการสั่งการหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อทดสอบการควบคุมระบบหัวฉีดเส้นใยนาโนที่ระยะทาง 1-10 เซนติเมตร พบว่า ความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.09 เซนติเมตร คิดเป็น 0.9 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 2 เซนติเมตร คิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองพบว่าการเคลื่อนที่เข้าสู่ระยะทางเป้าหมายนั้น มีความคลาดเคลื่อนไม่มากนัก และเมื่อนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาเปรียบเทียบกับค่าจริง สามารถสรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากสเต็ปมิ่งมอเตอร์ (stepping motor) เอง หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดในการสังเกตของผู้ทำโครงการเอง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการที่ได้ทำการทดลองควบคุมการทำงานของระบบควบคุมแบบรองรับเส้นใย โดยสั่งการผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) ซึ่งป้อนค่าควบคุมเพื่อทำการทดสอบความเร็วรอบแบบรองรับเส้นใยและหัวฉีดเส้นใยรวมทั้งทดสอบตำแหน่งที่ได้จากการเคลื่อนที่ของระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการเคลื่อนที่ไปสู่ความเร็วและตำแหน่งที่ต้องการ

สำหรับรูปแบบการทดสอบ ได้ทำการทดสอบเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วในหลายระดับ และทดสอบการเข้าสู่ระยะทางเป้าหมาย

จากผลการทดลองที่ได้พบว่า สามารถควบคุมความเร็วรอบแบบรองรับเส้นใย และระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย รวมทั้งการเคลื่อนที่ไปสู่ระยะทางเป้าหมายที่ต้องการได้ นั้นแสดงว่า หลักการคำนวณ เพื่อหาระยะทางที่สเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) เคลื่อนที่ได้ จากทฤษฎีการคำนวณมอเตอร์ และ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีไม่สูงมาก โดยที่ระบบควบคุมความเร็วแบบรองรับเส้นใยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 5.99 รอบต่อนาที (rpm) ระบบควบคุมความเร็วหัวฉีดเส้นใยมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 0.8 รอบต่อนาที (rpm) และระยะทางในการเคลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งที่ต้องการของระบบหัวฉีดเส้นใย มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 2 เซนติเมตร (cm) ในส่วนของสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) เคลื่อนที่จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่า เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เนื่องจากการ ควบคุมแบบเปิด (Open loop) จึงไม่มีสัญญาณป้อนกลับ (Feedback signal) กลับมาแสดงผล เพื่อทำการแก้ไขภายหลัง เมื่อความเร็วหรือระยะทางไม่ถูกต้องตามกำหนด นอกจากนี้ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดได้อาจเกิดจากการวัดของผู้วัด และอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม เช่น เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) และ สเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การควบคุมสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) อาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการหาตำแหน่งการเคลื่อนที่ เนื่องจากไม่มี Feedback กลับมา จึงทำให้ผู้ใช้ต้องคำนวณระยะทางการเคลื่อนที่เอง จากพัลส์ (Pulse) ที่จ่ายไปแตกต่างจาก เซอร์โวมอเตอร์ ที่มีสัญญาณป้อนกลับ (Feedback signal) ไม่ต้องคำนวณยุ่งยาก สามารถนำค่าพัลส์ (Pulse) ที่ได้มาหาระยะทางหรือความเร็วในการเคลื่อนที่ได้เลย

2. ในส่วนของหน้าจอสัมผัส (touch screen) นั้น สามารถออกแบบได้หลายรูปแบบซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบว่าต้องการออกแบบหน้าจอในรูปแบบใด ไม่จำเป็นต้องออกแบบให้เหมือนกับหน้าจอเครื่องงานนี้ได้

3. ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าผ่านจอสั่งการ (HMI) จะเป็นข้อมูลแบบอักขระ (String) ทั้งหมด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เมื่อส่งมาที่ พีแอลซี (PLC) จะนำตัวเลขเหล่านี้ไปประมวลผลลงใน ฐานข้อมูล (Data memory) ของ พีแอลซี (PLC) เช่น ข้อมูลของความเร็วแบบรองรับเส้นใย เมื่อป้อนค่าความเร็ว 300 รอบต่อนาที (rpm) ที่จอสั่งการ (HMI) ข้อมูลจะถูกส่งมายังฐานข้อมูล (Data memory) ตำแหน่ง D0 ของ พีแอลซี เป็นต้น ขึ้นอยู่กับผู้เขียนโปรแกรมพีแอลซี ว่าจะออกแบบการเขียนโปรแกรม พีแอลซีว่าจะเก็บค่าอย่างไร

4. ระบบควบคุมหัวฉีดเส้นใย มีความเร็ว และระยะทางในการเคลื่อนที่ ไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการ ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเป็น สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping motor) ถ้าหากต้องการความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่งมากขึ้น ควรพิจารณาใช้ เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)

5. ในการควบคุม พีแอลซี (PLC) โดยใช้หน้าจอสัมผัส (touch screen) นั้นจะต้องเขียนสวิตช์ ที่ใช้จำลองการใน พีแอลซีในลักษณะของ Work bit ซึ่งเป็นตำแหน่งเสมือนในพีแอลซีแทน เช่น เราต้องการเขียนพีแอลซี (PLC) สั่งงาน หน้าจอสัมผัส (touch screen) ที่ตำแหน่งอินพุต 0.00 ถ้าต้องการจะสั่ง หน้าจอสัมผัส (touch screen) จะต้องเขียนเป็นตำแหน่ง Work bit ที่ W0 เป็นต้น

5.3 ปัญหาที่พบในโครงการ

1. การส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัส (touch screen) ของ Easy view รุ่น 8070 IH กับ PLC ของ Omron รุ่น CJ1M-CPU21 ผ่าน Port RS-232 ต้องกำหนด Baud rate ให้ตรงกัน ไม่เช่นนั้น พีแอลซี (PLC) จะไม่สามารถติดต่อกับหน้าจอสัมผัส (touch screen) ได้

2. เนื่องจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) มีการเสื่อมสภาพตามกาลเวลาทำให้เวลาจะทำการสั่งค่าควบคุมต่างๆ โดยการสัมผัสที่หน้าจอไม่ทำงานในบางครั้งทำให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน

3. บางครั้งพบว่าพอร์ต ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับพีแอลซี (PLC) ไม่สามารถใช้งานได้ เช่น พอร์ตขนาน (RS-232) ใช้งานไม่ได้จึงใช้ พอร์ตอนุกรม (Peripheral port) แทนเป็นต้น จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการโอนย้าย (Transfer) ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ ไปยังพีแอลซี (PLC)

4. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) มีขนาดกำลังไฟฟ้ามากทำให้เกิดทอร์ค (Torque) มากและเกิดการสั่นของแป้นรองรับเส้นใยอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก เนื่องจากต้องกำลังขับเคลื่อนมากกว่าโหลดที่ใส่เข้าไป

เอกสารอ้างอิง

- วารสาร CORPORATE THAILAND, ธันวาคม 2544, “นาโนเทคโนโลยี : The next small thing”,
หน้า 84-86 นาโนเทคโนโลยีโดยการสังเคราะห์ . สถาบันนวัตกรรมและพัฒนการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยมหิดล เข้าถึงได้ จาก
<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/scibook/nanotech/Page/Unit3-11.htm> สืบค้น 29 มกราคม 2557
- วารสาร PLASTIC BI-WEEKLY NEWS, July 2012,(52) “เทคนิคการปั่นเส้นใยพอลิเมอร์ระดับนาโนด้วย
ไฟฟ้าสถิตเพื่อประโยชน์ด้านการแพทย์” เข้าถึงได้จาก
http://www.ftiplastic.com/images/download/111/52%20ปกัษ%20แรก_15%20July.pdf สืบค้น 29 มกราคม 2557
- Threepopnatkil, P., Murphy, D., Zukas, W., and Mead, J., “Fiber Structure and Mechanical
Properties of Electrospun Butyl Rubber with Different Type of Carbon Black”,
Rubber Chemistry and Technology Journal, 80(2), 2007, pp. 231-250
- Gibson, P., Schreuder-Gibson, H., and Rivin, D. (2001), “Transport Properties of Porous
Membranes Based on Electrospun nanofibers” Colloids and Surfaces, 469-481
- อ.ดร. พูนทรัพย์ ตรีภพนาถกุล ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัย
ศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม เข้าถึงได้จาก
<http://www.thaitextile.org/main/documents/ผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากกระบวนการ%20Electrospinning.pdf> สืบค้น 30 มกราคม 2557
- บริษัท ออมรอน อิเลคทรอนิกส์ จำกัด, (2558), คัมภีร์มือใหม่, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : บริษัท ออมรอน
อิเลคทรอนิกส์จำกัด
- รศ. สุเจียร เกียรติสุนทร, (2558), พีแอลซีกับระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ :
บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- รศ. อธิสิทธิ์ ทุมวิภาต และสุภาพร จำปาทอง, (2547), เรียนรู้ PLC ขั้นกลางด้วยตนเอง, พิมพ์ครั้งที่ 1,
กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การกำหนดตำแหน่งแอดเดรส

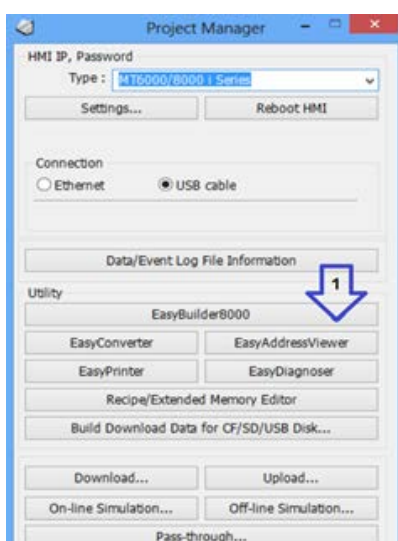
การใช้งานพีแอลซี (PLC) กับหน้าจอสัมผัส (touch screen) จะต้องมีการกำหนดตำแหน่ง (address) ของอินพุต (Input) และ เอาต์พุต (Output) เพื่อที่จะส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์อินพุต (Input) เอาต์พุต (Output) ภายนอกกับพีแอลซี (PLC) โดยพื้นที่หน่วยความจำภายในพีแอลซี (PLC) แบ่งเป็นพื้นที่ส่วนย่อย ดังนี้

1. พื้นที่เก็บข้อมูลสำหรับผู้ใช้งาน (User program memory) เป็นหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder diagram)
2. พื้นที่เก็บข้อมูลอินพุต/เอาต์พุต (I/O Memory area) เป็นหน่วยความจำที่นำไปใช้ร่วมกับคำสั่งต่างๆ ที่ใช้งานในพีแอลซี โดยการกำหนดเป็นพื้นที่ที่ถูกดำเนินการ (Operand) ต่างๆ เพื่อให้คำสั่งเหล่านั้นนำไปใช้งาน
3. พื้นที่รับข้อมูลต่างๆ (Parameter area) หน่วยความจำนี้ไม่สามารถกำหนดเป็นพื้นที่ที่ถูกดำเนินการ (Operand) ได้แต่สามารถเข้าไปแก้ไขได้โดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก

การออกแบบหน้าจอสั่งการ (HMI)

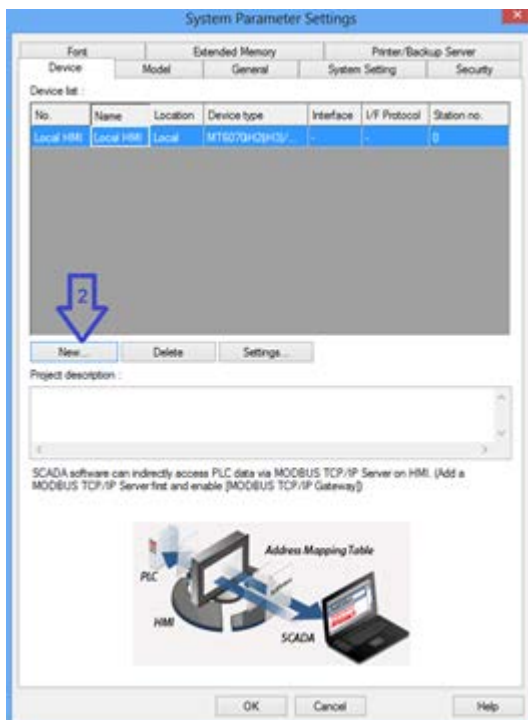
การส่งค่าจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) ไปที่อุปกรณ์พีแอลซี (PLC) เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าและส่งให้อุปกรณ์ทำงานตามที่ออกแบบไว้จำเป็นต้องมีการสร้างรูปแบบหน้าจอ และกำหนดแอดเดรสสำหรับเป็นช่องทางในการส่งข้อมูลจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) และกำหนดแอดเดรสสำหรับเป็นช่องทางในการส่งข้อมูลจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) ผ่านสายสัญญาณเข้าที่ตำแหน่งรับส่งข้อมูล (Port RS-232) ของอุปกรณ์พีแอลซี (PLC)

1. เมื่อเข้าสู่โปรแกรม EB8000 Project Manager แล้วให้เลือก EasyBuilder8000 ดังรูปที่ ก.1



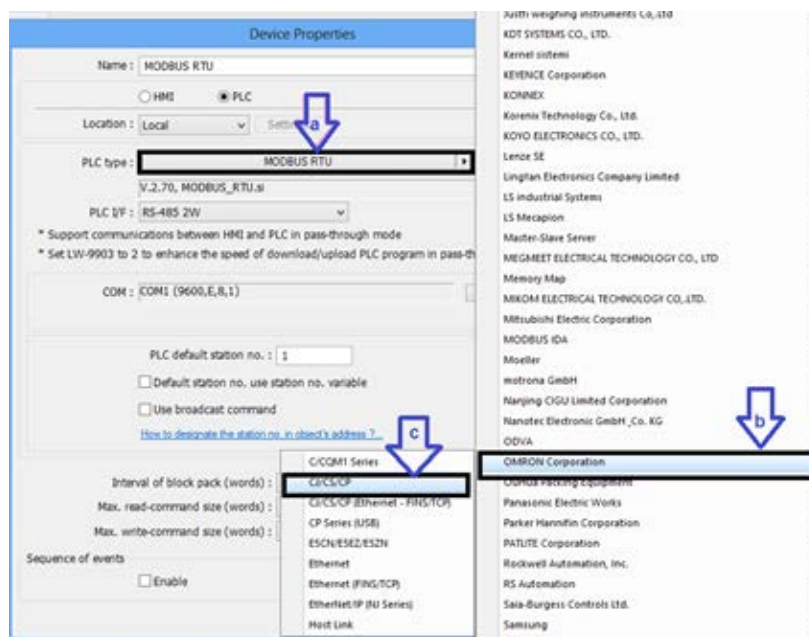
รูปที่ ก.1 หน้าจอโปรแกรม EB8000 Project Manager

2. หลังจากเราเลือก EasyBuilder8000 จะพบหน้า System Parameter Settings ให้ทำการเลือก NEW ดังรูปที่ ก.2



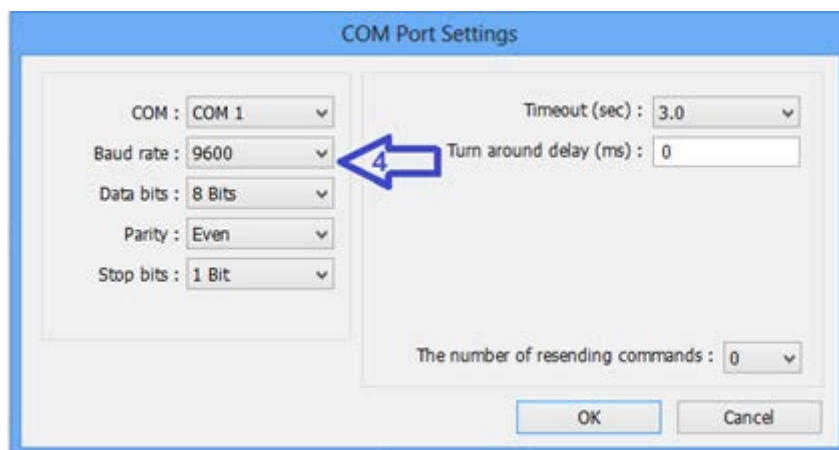
รูปที่ ก.2 หน้าจอโปรแกรม EasyBuilder 8000

3. ทำการเลือก PLC type เลือกรุ่นของ PLC และ Driver ที่เราต้องการดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 หน้าจอตั้งค่าการเลือกใช้พีแอลซี

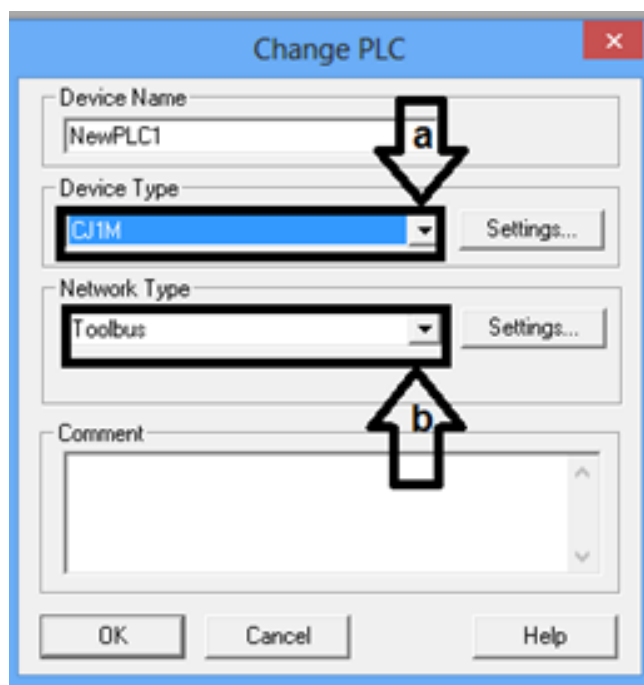
4. เลือก setting แล้วทำการ ตั้งค่า Baud rate ตามที่เราต้องการดังรูปที่ ก.4
กำหนดค่า baud Rate ให้ตรงกับ PLC โดยในโครงงานนี้ได้กำหนดค่า baud Rate เท่ากับ 9600



รูปที่ ก.4 หน้าจอตั้งค่าติดต่อสื่อสาร

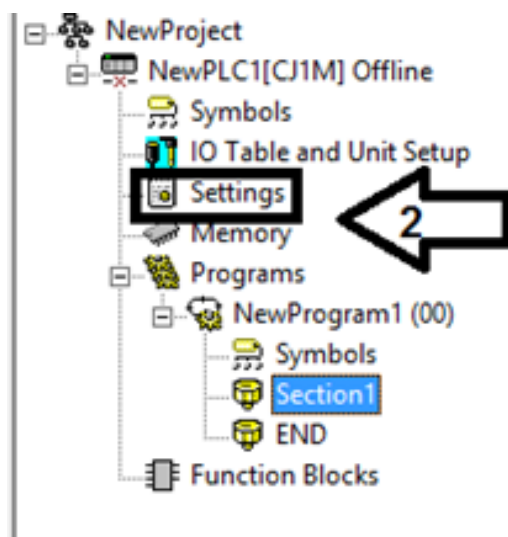
การกำหนดค่าที่พีแอลซี (PLC)

1. กำหนดค่าที่โปรแกรม Cx-programmer นั้นเอง จากนั้นเลือก NEW เลือก Device Type และ network type และทำการกด OK เพื่อเข้าสู่หน้าคำสั่งโปรแกรมถัดไปดังรูปที่ ก.5



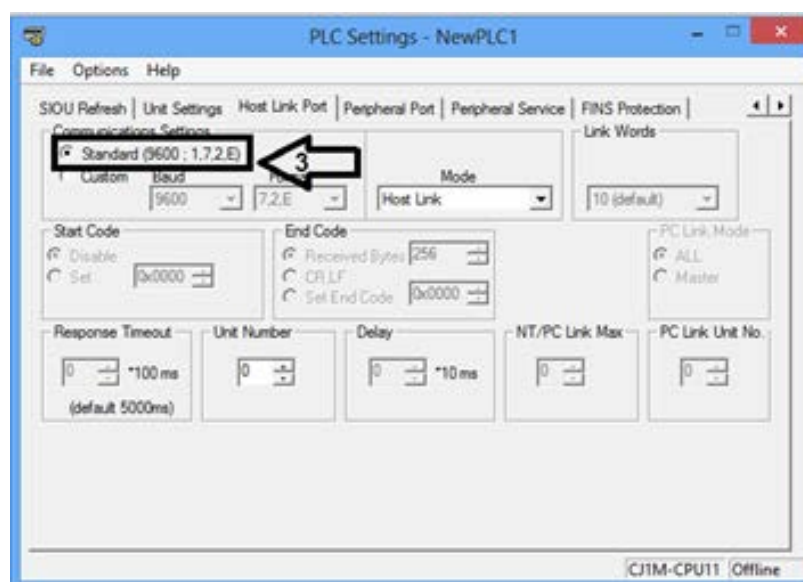
รูปที่ ก.5 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer

2. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้วก็มาทำการเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรม Setting โดยการ Double click ที่ Setting เพื่อเข้าสู่เมนูถัดไปดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer

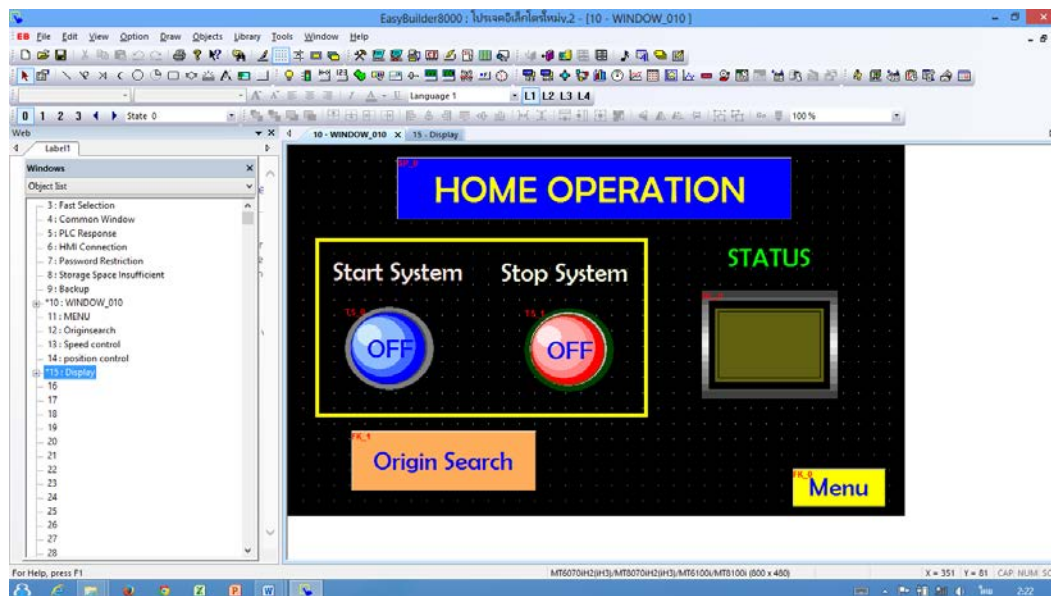
3. จากนั้นเข้าไป Setting เพื่อทำการตั้งค่า baud rate โดยในที่นี้ผู้จัดทำได้ตั้ง Baud rate ไว้ที่ค่ามาตรฐานคือ 9600 แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงก็สามารถทำการเปลี่ยนแปลงได้จากทั้งตัวจอสั่งการ (HMI) และ พีแอลซี (PLC) โดยการตั้งค่า baud rate สามารถทำได้ดังรูปที่ ก.7



รูปที่ ก.7 หน้าจอโปรแกรม Cx-programmer

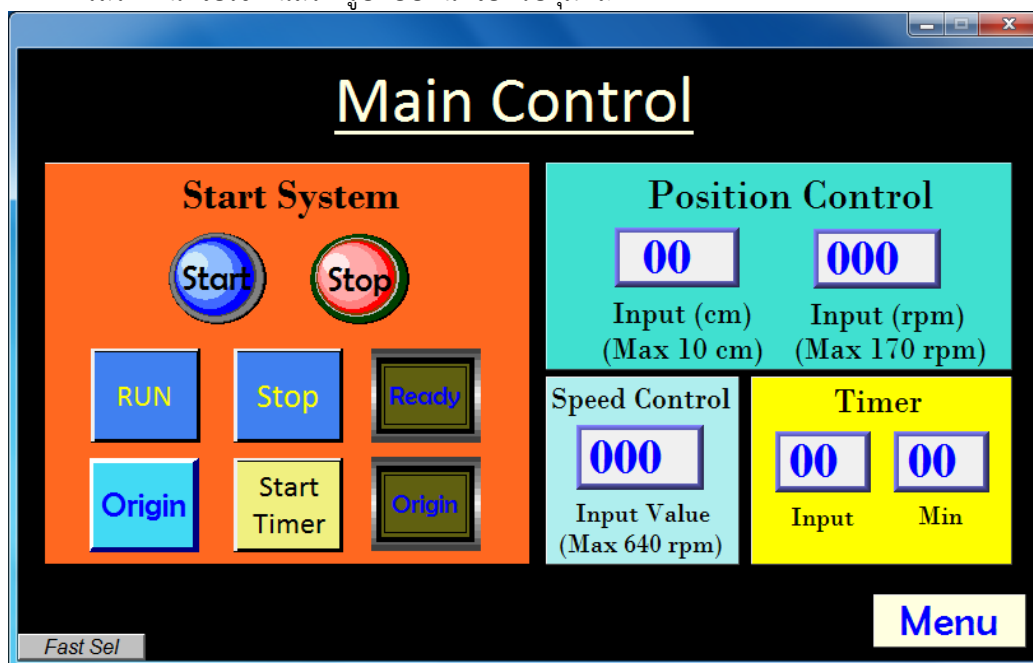
การออกแบบหน้าจอสัมผัส (touch screen)

จะใช้โปรแกรม EasyBuilder 8000 เพื่อกำหนดรูปแบบของหน้าจอ EasyView รุ่น 8070ih ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลการป้อนค่าหน้าจอมีรูปแบบดังนี้



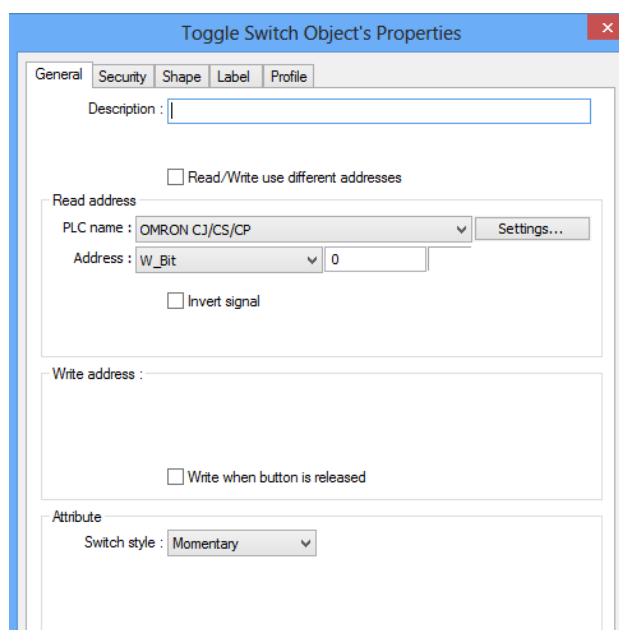
รูปที่ ก.8 หน้าจอโปรแกรม EasyBuilder 8000

การสร้างหน้าจอใช้งานสร้างรูปแบบหน้าจอควบคุมหลัก



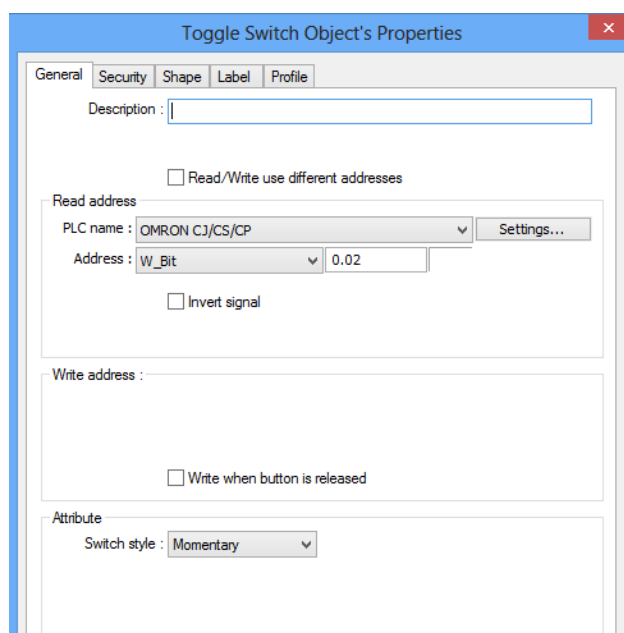
รูปที่ ก.9 หน้าจอควบคุมหลัก

1. กำหนด Bit Address ของปุ่มกด Start system ที่ W0.00



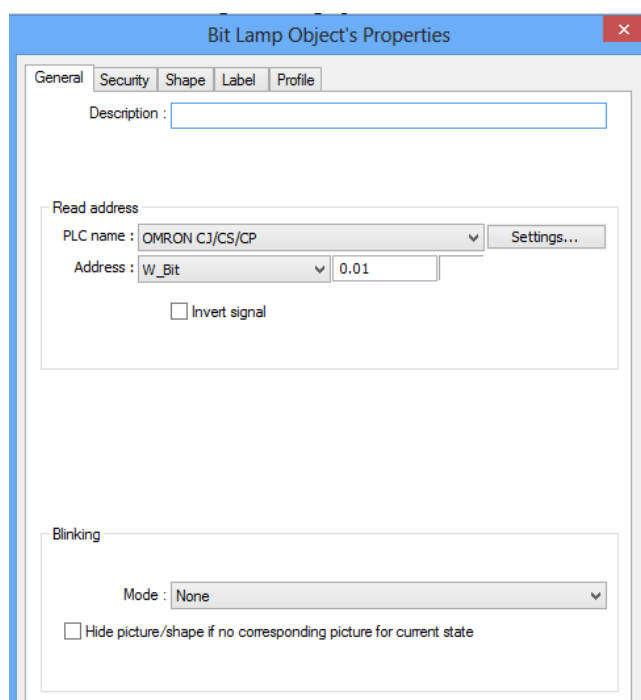
รูปที่ ก.10 หน้าต่างกำหนดปุ่มกด ON Bit Address W0.00

2. กำหนด Bit Address ของปุ่มกด Stop system ที่ W0.02



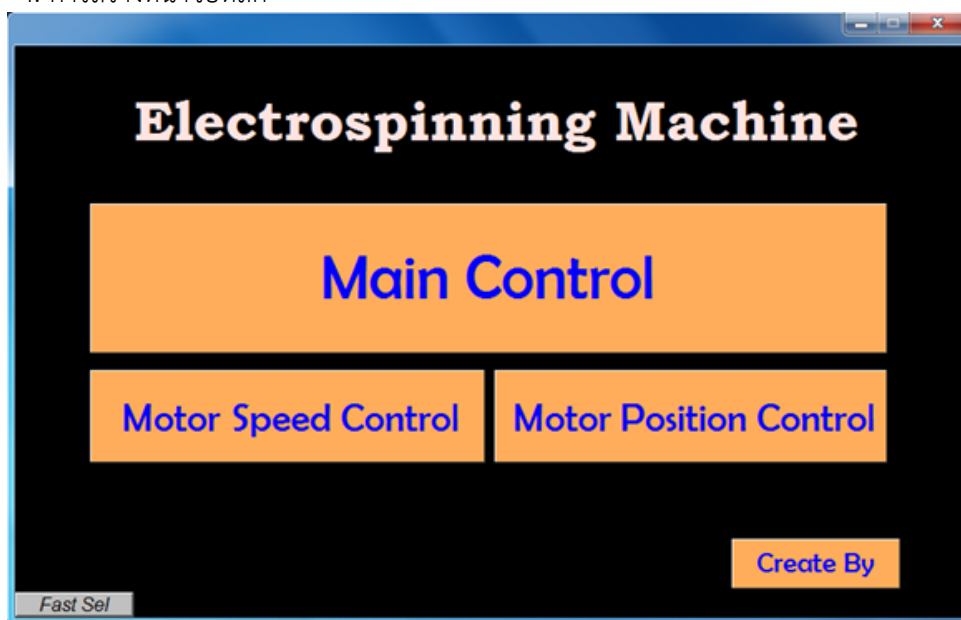
รูปที่ ก.11 หน้าต่างกำหนดปุ่มกด Stop system ที่ Bit address W0.02

3. กำหนดลักษณะของหลอดไฟ Status เป็นสีเหลือง



รูปที่ ก.12 หน้าต่างกำหนดลักษณะหลอดไฟ Status

4. การสร้างหน้าจอหลัก



รูปที่ ก.13 หน้าจอหลัก

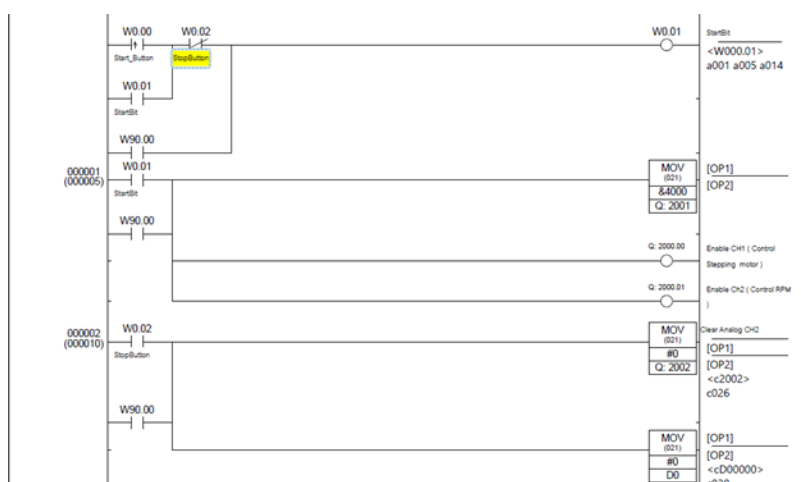
ภาคผนวก ข

ข.1 การจองพื้นที่เก็บข้อมูล (I/O Memory area)

Item	Specification	
Internal I/O area (work bits)	4,800 (300 words): CIO 120000 to CIO 149915 (words CIO 1200 to CIO 1499) 37,504 (2,344 words): CIO 380000 to CIO 614315 (words CIO 3800 to CIO 6143) These bits in the CIO Area are used as work bits in programming to control program execution. They cannot be used for external I/O.	These bits can be used as work bits when not used for the applications described on the left.
Work area	8,192 (512 words): W00000 to W51115 (words W000 to W511) These bits are used as work bits in programming to control program execution. They cannot be used for external I/O. Note When using work bits in programming, use bits in the Work Area first before using bits from other areas.	
Holding area	8,192 (512 words): H00000 to H51115 (words H000 to H511) Holding bits are used to control program execution, and maintain their ON/OFF status when PLC is turned OFF or the operating mode is changed.	
Auxiliary area	Read-only: 7,168 (448 words): A00000 to A44715 (words A000 to A447) Read/write: 8,192 bits (512 words): A44800 to A95915 (words A448 to A959) Auxiliary bits are allocated specific functions.	
Temporary area	16 bits (TR0 to TR15) Temporary bits store ON/OFF execution conditions at program branches.	
Timer area	4,096: T0000 to T4095 (used for timers only)	
Counter area	4,096: C0000 to C4095 (used for counters only)	
DM area	32 Kwords: D00000 to D32767 Special I/O Module DM Area: D20000 to D29599 (100 words × 96 Module). Used to set parameters for Special I/O Modules. CPU Bus Module DM Area: D30000 to D31599 (100 words × 16 Module). Used to set parameters for CPU Bus Modules.	Used as a general-purpose data area for reading and writing data in word units (16 bits). Words in the DM Area maintain their status when the PLC is turned OFF or the operating mode is changed.
Index registers	IR0 to IR15 Store PLC memory addresses for indirect addressing.	
Task flag area	32 (TK0000 to TK0031) Task Flags are read-only flags that are ON when the corresponding cyclic task is being executed and OFF when the corresponding task is not being executed or is in standby status.	
Trace memory	4,000 words (trace data: 31 bits, 6 words)	
File memory	Memory Cards: OMRON Memory Cards with 15-MB, 30-MB, or 64-MB capacities can be used. (MS-DOS format).	

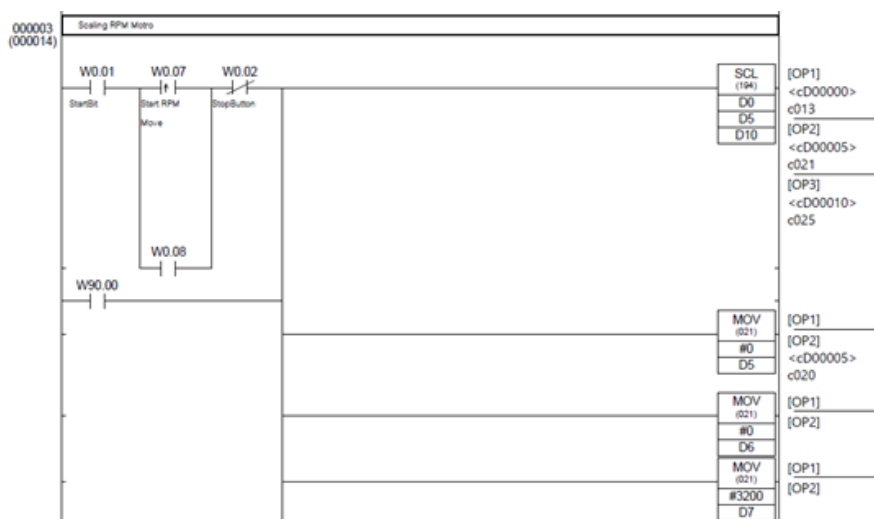
ข.2 สำหรับคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโครงงานโดยใช้ภาษาแลตเตอร์มีรูปแบบดังต่อไปนี้

1. ส่วนการสั่งงานให้ระบบพร้อมทำงานนั้น เมื่อเรากดสตาร์ท (Start) ที่ตำแหน่งแอดเดรส W0.00 จะเป็นการเคลียร์ค่าที่เอาต์พุต Q2001 และ Q2002 ที่ค้างอยู่ให้มันเป็นศูนย์โดยใช้คำสั่ง MOV (021) และระบบพร้อมทำงานดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.1 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของสตาร์ทระบบและเคลียร์ค่าเอาต์พุต

1. ส่วนการสเกลค่าของการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) นั้นเราใช้คำสั่ง SCL (194) ในการสเกล ซึ่งมีการรับค่าจากหน้าจอสัมผัส (touch screen) ที่แอดเดรส D0 เป็นป้อนค่าความเร็วที่ต้องการควบคุมแป้นรับเส้นใย แล้วทำการเข้าฟังก์ชันแปลงค่าจากดิจิตอลเป็นอนาล็อกส่งออกไปควบคุมที่ตำแหน่งเอาต์พุต Q2002 ซึ่งอยู่ในส่วนของการควบคุมความเร็วของแป้นรับเส้นใย ดังรูปที่ ข.3 และ ข.4

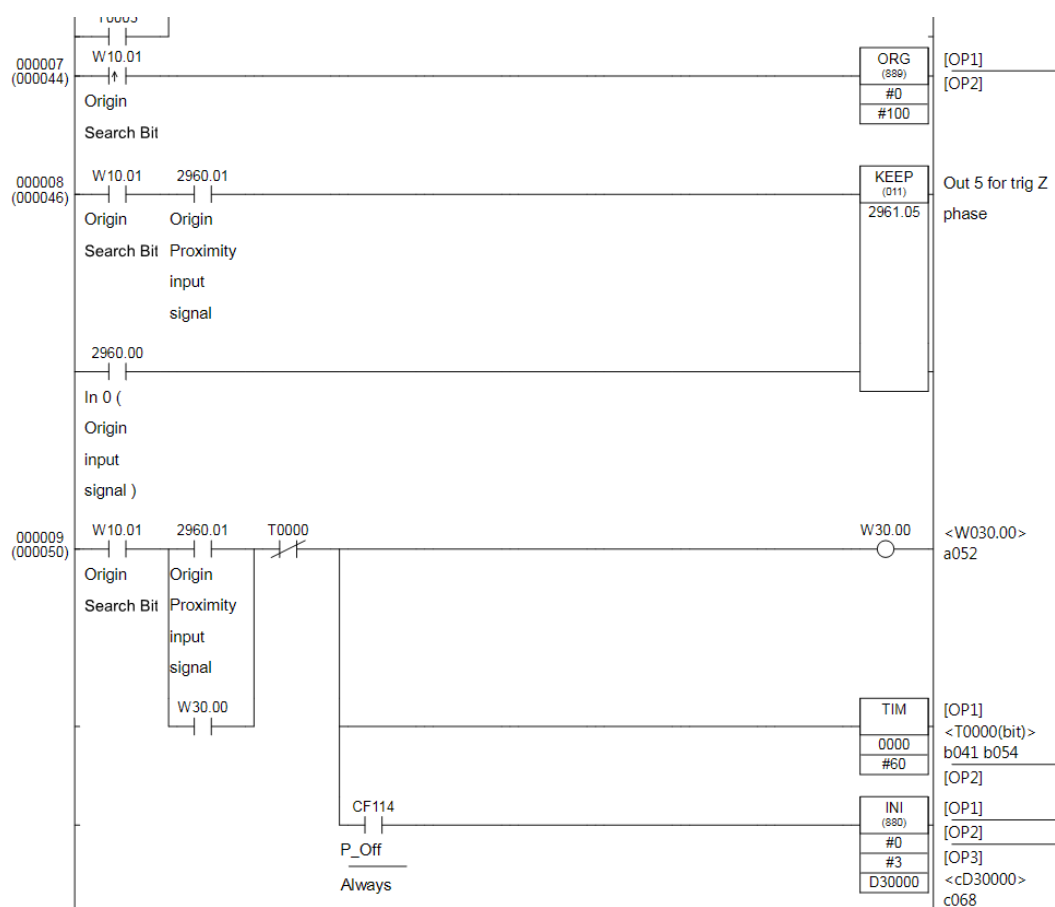


รูปที่ ข.2 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการสเกลค่าของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)



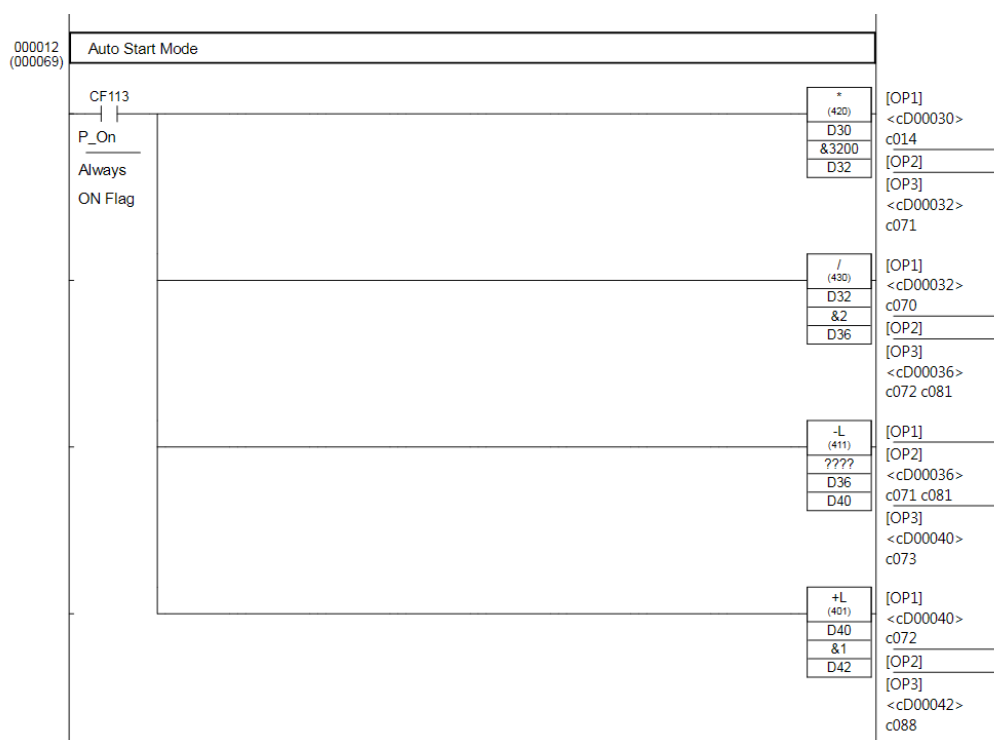
รูปที่ ข.3 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการสเกลค่าของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) (ต่อ)

2. การเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการสแต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนของการหาจุดศูนย์กลาง (Origin) ของส่วนควบคุมตำแหน่ง

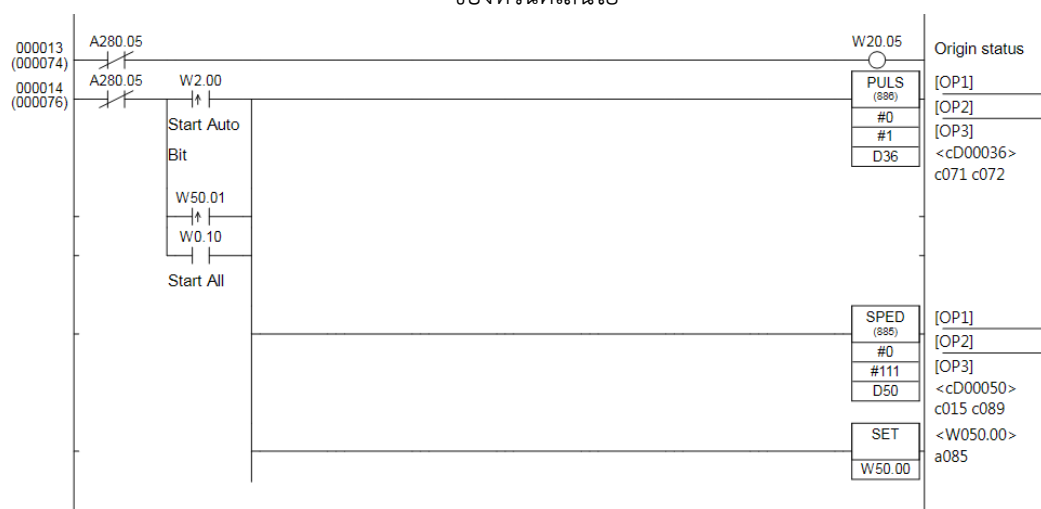


รูปที่ ข.4 แลตเตอร์ไดอะแกรมในส่วนของการหาจุดศูนย์กลาง (Origin) สแต็ปมอเตอร์ (Stepping motor)

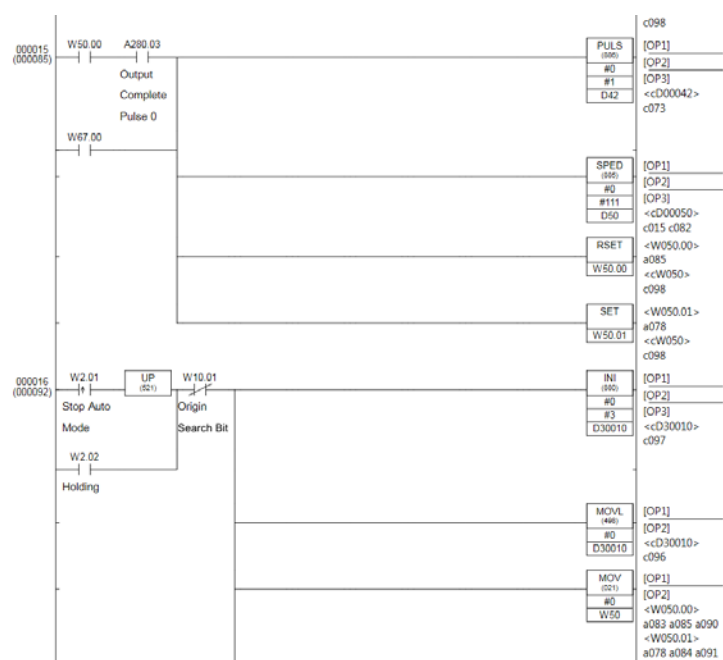
3. การสเกลค่าในส่วนของสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนของใส่ค่าตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใยที่แอดเดรส D30 มีการทำงานดังนี้ นำค่าไปเข้า ฟังก์ชัน *(420) Binary Multiply คือนำค่าที่ตำแหน่ง แอดเดรส D30 คูณกับ 3200 Steps/Revolution จะเท่ากับค่าการเคลื่อนที่ทั้งหมดของหัวฉีดเส้นใย เสร็จแล้วนำค่านี้ไปเข้า ฟังก์ชัน /(430) Binary Divide เพื่อทำการหาร 2 แบ่งการเคลื่อนที่ออกเป็นสองด้านเท่าๆ กัน ส่วนความเร็วในการเคลื่อนที่นั้นจะเป็นการใส่ค่าจำนวนพัลส์ผ่านแอดเดรส D50



รูปที่ ข.5 แลตเดอร์ไคอะแกรมของสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย

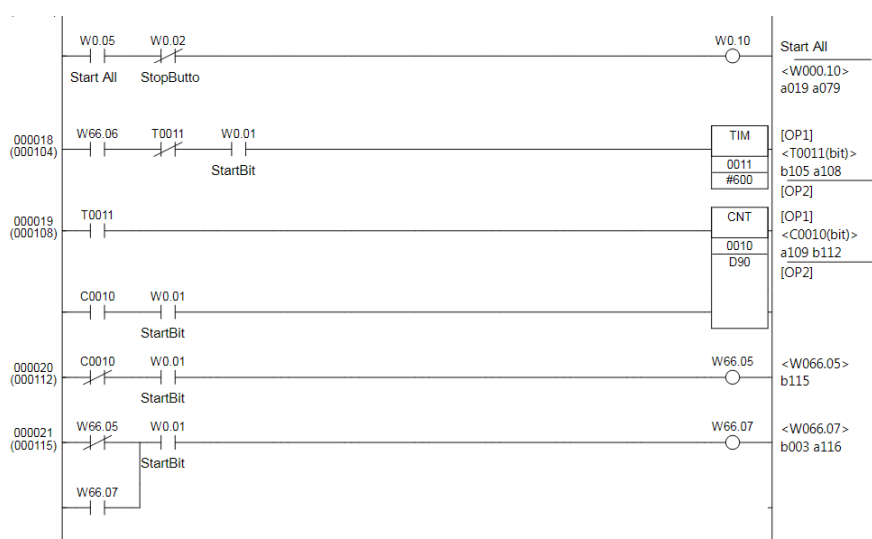


รูปที่ ข.6 แลตเดอร์ไคอะแกรมของสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย



รูปที่ ข.7 แลตเดอร์ไคอะแกรมของสเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) ในส่วนควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัวฉีดเส้นใย (ต่อ)

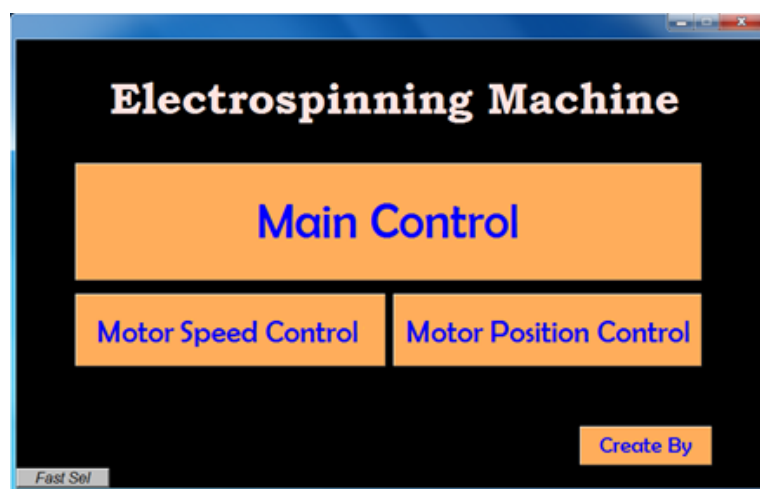
4. การตั้งเวลาหยุดระบบ มีการทำงานดังต่อไปนี้ เราป้อนค่าเวลาหน่วยเป็นนาฬิกาที่ตำแหน่งแอดเดรส D90 ฟังก์ชัน CNT เมื่อเราสั่งให้เริ่มนับเวลาถอยหลังโดยกดปุ่มสตาร์ท ที่แอดเดรส W66.6 ฟังก์ชัน TIM ที่เรากำหนดค่าการนับไว้ที่ 600 เมื่อนับถอยจนถึงศูนย์ เอาต์พุตของ TIM จะเปลี่ยนสถานะเป็นทำงาน ที่แอดเดรส T0011 สั่งให้เคาเตอร์นับหนึ่งและจะนับไปเรื่อยๆเมื่อ T0011 สั่งให้เคาเตอร์นับจนถึงค่าที่เรากำหนด ระบบก็จะหยุดทำงาน



รูปที่ ข.8 แลตเดอร์ไคอะแกรมส่วนการตั้งเวลาหยุดระบบ

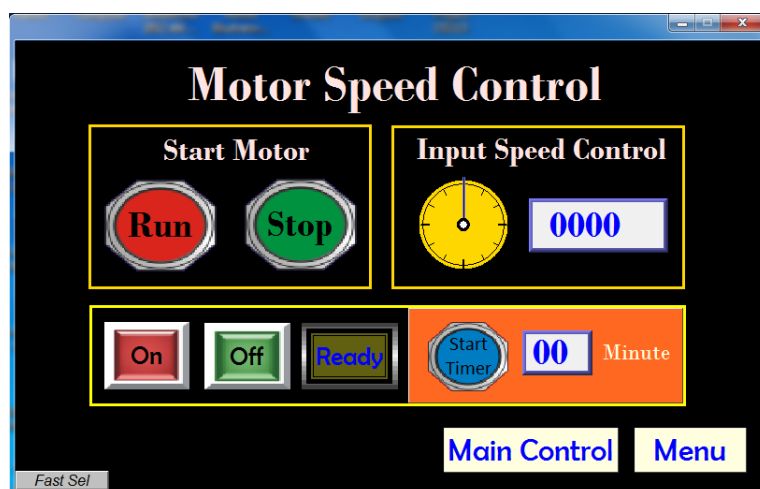
ภาคผนวก ค การควบคุมเครื่อง

เมื่อเปิดเครื่องทุกครั้งจะพบหน้าจอเมนูเป็นหน้าแรก กรณีจะสั่งให้ตัวแปรรองรับเส้นใยทำงานนั้นจะต้องอ้างอิงค่าผ่านพีแอลซี โดยพีแอลซีจะทำการสั่งงานไปยังหน้าควบคุมส่วนต่างๆ ที่หน้าเมนูหลัก (Main Menu) โดยการสัมผัสที่หน้าจอสัมผัส (touch screen) ดังรูปที่ ค.1 เพื่อเข้าหน้าควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)

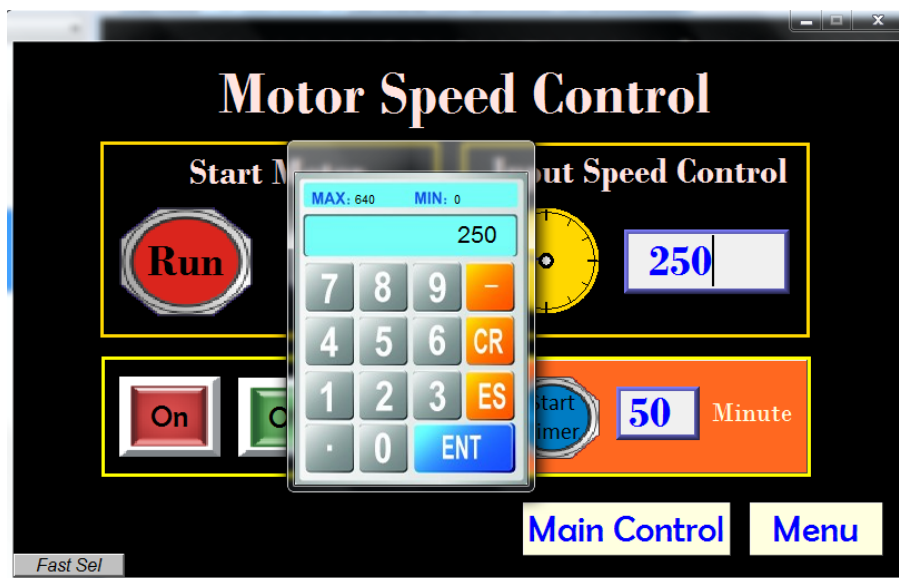


รูปที่ ค.1 หน้าจอเมนูหลัก (Menu)

เมื่อเข้ามายังหน้าควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control) สามารถทำการสั่งงานโดยกดปุ่มสตาร์ท (Start) และควบคุมมอเตอร์โดยการป้อนค่าผ่านหน้าจอสัมผัส (touch screen) เพื่อส่งค่าไปให้พีแอลซี (PLC) ให้ทำงานในระดับความเร็วที่ต้องการดังรูปที่ ค.2 และ ค.3

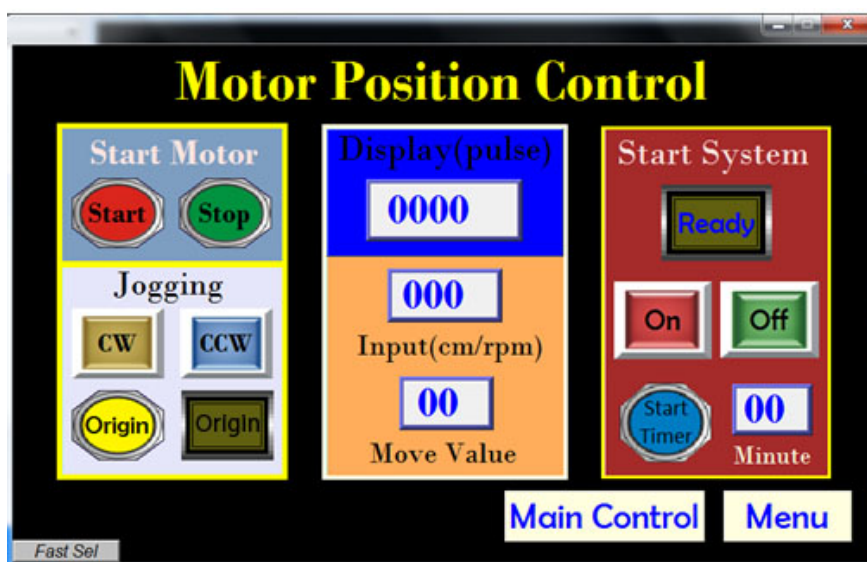


รูปที่ ค.2 หน้าจอควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)

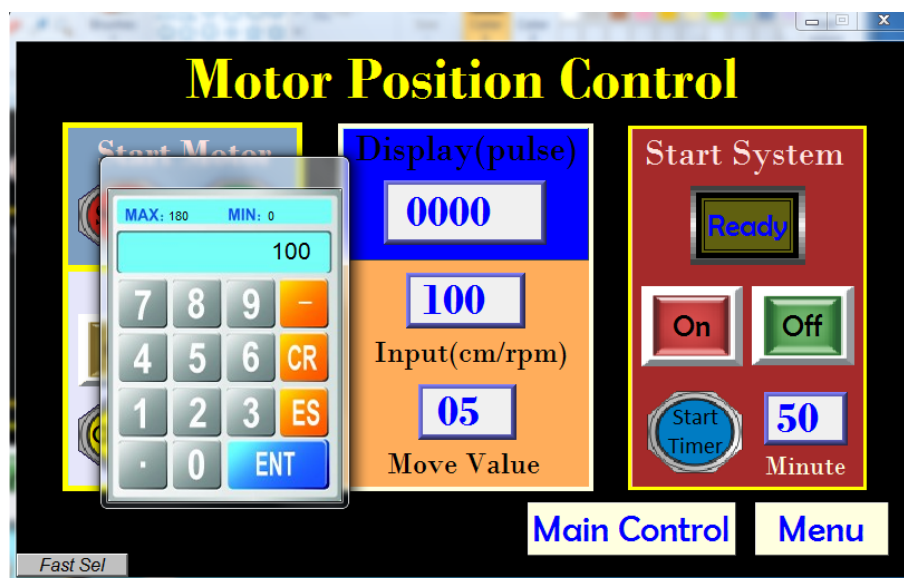


รูปที่ ค.3 การป้อนค่าความเร็วในหน้าจอควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control)

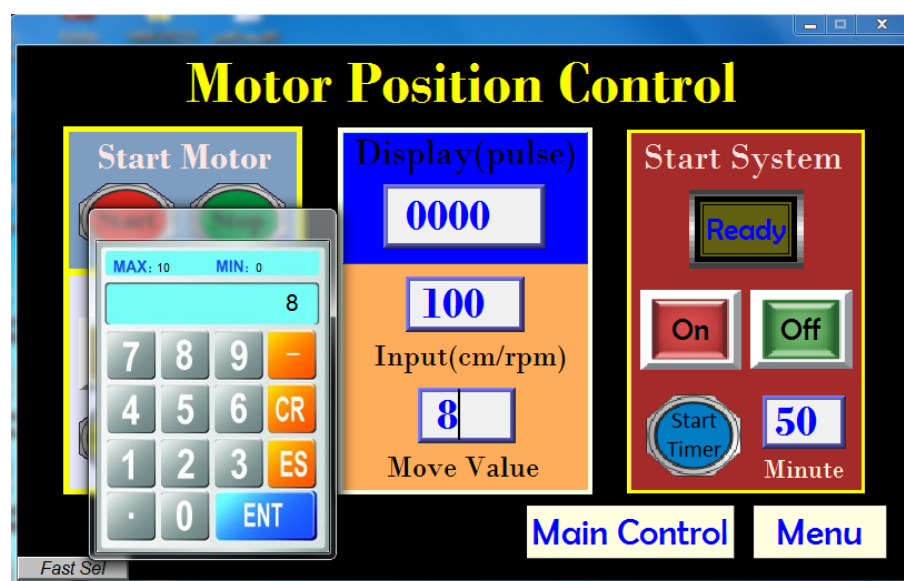
กรณีจะสั่งงานหัวฉีดเส้นใย นั้นให้สามารถทำการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและระยะทางตามที่ต้องการ มีวิธีดังที่หน้าเมนูหลัก (Main Menu) ให้เลือกเมนูควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control) แล้วจะเข้าสู่หน้าจอควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control) ดังรูปที่ ค.4 ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของตัวหัวฉีดเส้นใย โดยมีการควบคุมอยู่ 2 ลักษณะ 1 คือความเร็วในการเคลื่อนที่ดังรูปที่ ค.5 และระยะทางในการเคลื่อนที่ดังรูปที่ ค.6 เมื่อสั่งการทำงานเสร็จก็กดปุ่มสตาร์ท (Start) เพื่อเริ่มการทำงานและกดปุ่มหยุด (Stop)



รูปที่ ค.4 การป้อนค่าเพื่อควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control)



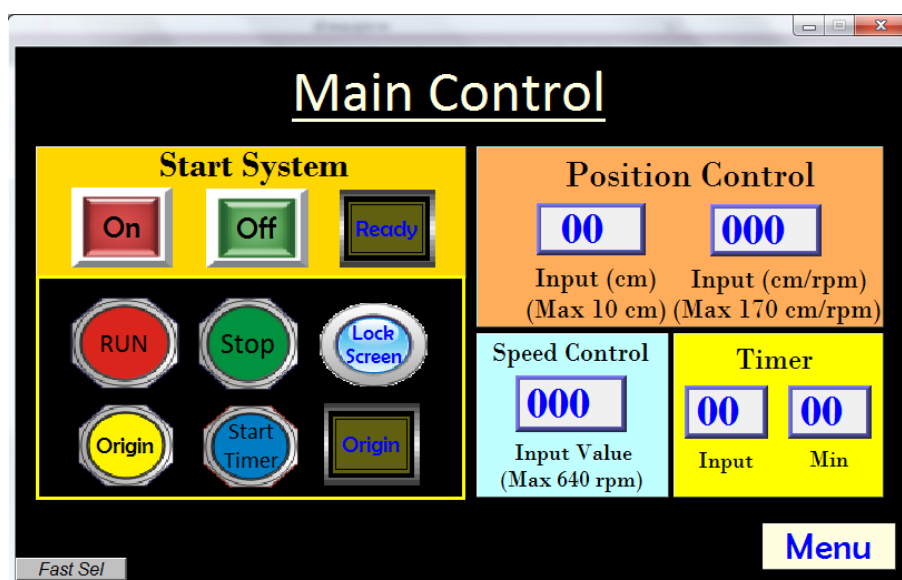
รูปที่ ค.5 การป้อนค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ (Speed value)



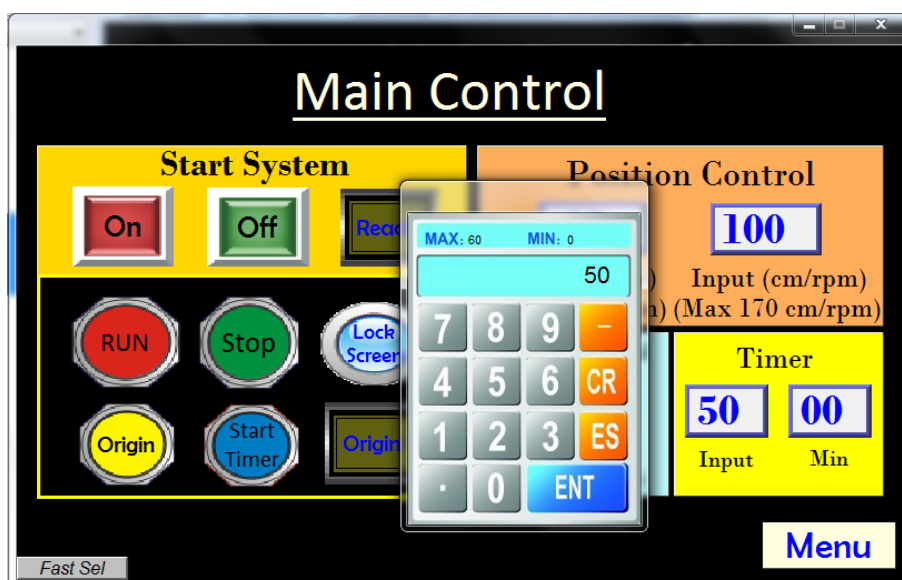
รูปที่ ค.6 การป้อนค่าระยะทางในการเคลื่อนที่ (Move Value)

สำหรับหน้าควบคุมหลัก (Main Control) สามารถเข้ามาหน้านี้ได้ 3 ทางด้วยกันคือ จากหน้าเมนูหลัก (Main Menu) จากหน้าควบคุมตำแหน่ง (Motor Position Control) จากหน้าควบคุมความเร็ว (Motor Speed Control) เมื่ออยู่ที่หน้าควบคุมหลัก (Main Control) ดังรูปที่ ค.7 เพื่อให้ระบบพร้อมทำงานกดปุ่มสตาร์ท (Start) ไฟแสดงสถานะพร้อมทำงานติด แล้วกดปุ่มหาจุดศูนย์กลาง (Origin search) เพื่อหาจุดอ้างอิงของหัวฉีดเส้นใยนาโนดังรูปที่ ค.7 ทีแอลซีจะเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากในโปรแกรมเพื่อให้สแตมป์มอเตอร์ของหัวฉีดเส้นใยจะทำการหาจุดอ้างอิงตำแหน่งในการเคลื่อนที่เพื่อพร้อมที่จะใช้งานต่อไป และเมื่ออยู่ที่จุดศูนย์กลาง (Origin search) พร้อมใช้ไฟแสดงสถานะติด

เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานผู้จัดทำโครงการได้นำเมนูที่สำคัญทั้งหมดมาไว้ที่หน้าจอบควบคุมเดียวกันคือในหน้าจอบควบคุมหลัก (Main Control) เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยหน้าจอนี้จะในการกดปุ่มสตาร์ท (Start) จะทำการเริ่มทำงานของระบบทั้งหมดทั้งส่วนของระบบควบคุมแบบและส่วนของระบบควบคุมหัวฉีด รวมทั้งยังสามารถสั่งงานความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ ตั้งเวลาหยุดทำงานอัตโนมัติได้จากเมนูนี้ได้เลย ดังรูปที่ ค.7 และยังสามารถตั้งเวลาการทำงานได้ดังรูปที่ ค.8



รูปที่ ค.7 หน้าจอเมนูหลัก (Main Control)



รูปที่ ค.8 แสดงการตั้งเวลาหยุดอัตโนมัติ