

ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
AUTOMATIC CONVEYOR SYSTEMS



ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
AUTOMATIC CONVEYOR SYSTEMS



ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC CONVEYOR SYSTEMS



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
AUTOMATIC CONVEYOR SYSTEMS

ผู้จัดทำ	นายไตรวิเชียร	จันทพิมพ์	53010559
	นายยุทธนา	ชาลีกุล	53011321
	นายศักดิ์ศิพงษ์	คำดี	53011557

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์สุเชียร เกียรติสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

โดย

นายไตรวิเชียร	จันทพิมพ์	53010559
นายยุทธนา	ชาลีกุล	53011321
นายศักดิ์ศิพงษ์	คำดี	53011557

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์สุเจียร เกียรติสุนทร

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและการออกแบบชุดอุปกรณ์เครื่องคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ โดยโครงสร้างของระบบประกอบด้วย รางคัดแยกวัตถุ สายพานลำเลียง และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จุดมุ่งหมายของโครงการนี้คือสามารถคัดแยกวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกันได้ โดยใช้พีแอลซีเป็นตัวสั่งการในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบตามแผนที่วางไว้

ขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากการออกแบบโครงสร้างของเครื่องคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์ก ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์แสงอินฟราเรด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เซอร์โวมอเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการนี้ แล้วทำการประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ เขียนโปรแกรมสั่งการพีแอลซีเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ทั้งหมดให้ทำงานโดยอัตโนมัติ ลำดับขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ โดยจะใช้เซนเซอร์แสงอินฟราเรด สองตัวในการตรวจจับวัตถุ โดยวัตถุที่จะคัดแยกนั้นมีขนาดแตกต่างกันออกไป เมื่อมีวัตถุผ่านเข้ามาในสายพานลำเลียง เซนเซอร์จะทำการตรวจจับวัตถุที่สายพานลำเลียงเข้ามา แล้วส่งค่าเอาต์พุตที่ตรวจวัดได้ว่าเป็นขนาดเท่าใดไปยังพีแอลซี เพื่อสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปยังองศาที่กำหนดเพื่อเปลี่ยนทิศทางของวัตถุไปยังที่ต้องการ วัตถุที่มีขนาดเท่ากันจะถูกคัดแยกไปยังที่เดียวกันเสมอ

AUTOMATIC CONVEYOR SYSTEM

By

Mr. Trivichien Jantapim 53010559

Mr. Yutthana Chaleegul 53011321

Mr. Saksipong Camdee 53011557

Advisor

Assoc.Prof. Suthian Kiatsunthorn

Academic Year 2013

ABSTRACT

This thesis presented a study on the theory and design of object sorting unit with automatic conveyor. The structure of the system consists of rails sorting objects conveyor and other devices related. The aim of this project is to isolate objects with different sizes by using a PLC to control a device such as a system to work as planned.

The project has been conducted as in the following steps. First, the structural design of automated conveyor sorting objects by using Solidwork. Second, study the infrared sensor DC motor Servo motor, includes devices used in this project and then assemble the devices as it was designed. PLC programming commands used to control the entire device to run automatically. Using infrared light sensors two built-in object detection the object is to separate different size away. When objects passed into the conveyor. Sensors to detect objects into the conveyor then send the output of measurement to PLC to command the servo motor rotated to a given angle to change the direction of the object.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษารองศาสตราจารย์สุเชียร เกียรติสุนทร เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำปรึกษาแนวทางในการแก้ปัญหาความคิดริเริ่ม ตลอดจนการฝึกฝนให้คณะผู้จัดทำมีความสามารถในการทำวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงให้ความเอาใจใส่ดูแลสอบถามถึงความก้าวหน้าอย่างสม่ำเสมอ ทำให้คณะผู้จัดทำทำงานอย่างเป็นระบบและใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยจนผู้จัดทำสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้น

ขอขอบคุณบริษัท พรีเมียร์ ออโตเมชัน เซ็นเตอร์ จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงการนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงการอยู่เสมอ จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

คณะผู้จัดทำ

นายไตรวิเชียร

นายยุทธนา

นายศักดิ์ศิพงษ์

จันทพิมพ์

ชาลีกุล

คำดี

สารบัญ

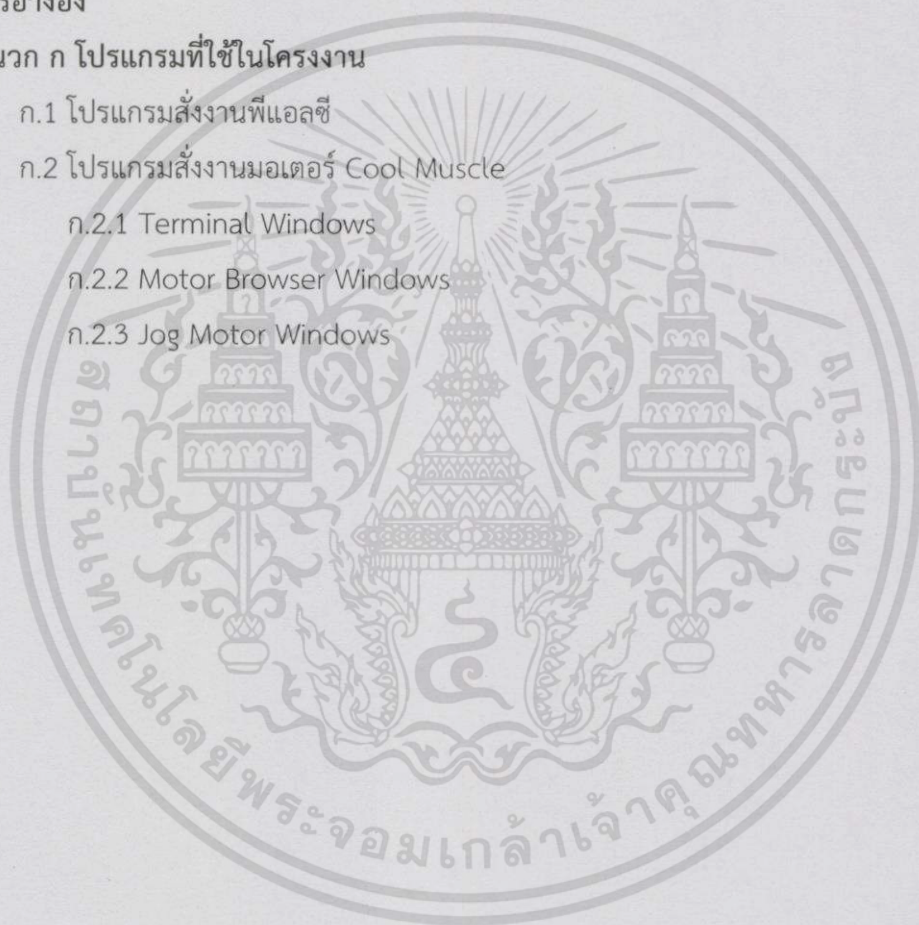
	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 หลักการทำงานของพีแอลซี	4
2.1.1 พีแอลซีกับอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ	7
2.1.1.1 พีแอลซีกับระบบควบคุมที่ใช้คอมพิวเตอร์	7
2.1.1.2 พีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	8
2.1.2 พีแอลซีขนาดต่างๆ	9
2.1.3 การเขียนแลตเตอร์ไคอะแกรม	11
2.1.3.1 การใช้คำสั่ง LOAD (LD), LOAD NOT (LD NOT)	11
2.1.3.2 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT	12
2.1.3.3 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT	12
2.1.3.4 การใช้คำสั่ง OUT	13
2.1.3.5 การใช้คำสั่ง AND LOAD (AND LD), OR LOAD (OR LD)	13
2.1.3.6 การใช้คำสั่ง END (END)	14
2.1.3.7 คำสั่ง SET/RESET	14

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.1.3.8 คำสั่งไทม์เมอร์ (TIMER)	16
2.1.3.9 คำสั่งเคาท์เตอร์ (COUNTER)	17
2.1.3.10 คำสั่ง Master Control Relay (MCR)	17
2.2 ทฤษฎีและหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	18
2.2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	19
2.2.1.1 สเตเตอร์	19
2.2.1.2 โรเตอร์	20
2.2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า	21
2.3 มอเตอร์ Cool Muscle	23
2.3.1 ชนิดของ Cool Muscle	24
2.3.2 การใช้งาน Cool Muscle เบื้องต้น	25
2.3.2.1 Dynamic Command	25
2.3.2.2 Program Command	26
2.3.2.3 ตัวอย่าง การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน	28
บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้าง	30
3.1 การออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องคัดแยกวัตถุ	30
3.1.1 โครงสร้างส่วนฐาน	30
3.1.2 โครงสร้างรางสายพานลำเลียง	30
3.2 การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกวัตถุ	32
3.2.1 เซนเซอร์แสง	32
3.2.2 พีแอลซี	33
3.2.3 มอเตอร์ Cool Muscle	34
บทที่ 4 ผลการจำลอง	35
4.1 การเซตค่ามอเตอร์ Cool Muscle ในโครงการนี้	35
4.1.1 โปรแกรม Cool Works ที่ใช้สั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle	35
4.1.2 โค้ดที่เราเขียนสั่งงานมอเตอร์สำหรับโครงการนี้	36
4.1.3 ลักษณะของการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ Cool Muscle	37
4.1.4 การต่อใช้งาน Cool Muscle	37

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการทดลอง	38
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ปัญหา	38
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ	42
ก.1 โปรแกรมสั่งงานพีแอลซี	42
ก.2 โปรแกรมสั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle	44
ก.2.1 Terminal Windows	45
ก.2.2 Motor Browser Windows	47
ก.2.3 Jog Motor Windows	47



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แบบจำลองเครื่องตัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ	1
2.1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของพีแอลซี	4
2.2 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบหน่วยประมวลผลกลาง	5
2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง	6
2.4 แสดงอินพุตและเอาต์พุตอินเตอร์เฟซ (I/O Interface)	6
2.5 อุปกรณ์ที่ใช้เขียนโปรแกรมของพีแอลซี	7
2.6 แสดงระบบพีแอลซีที่มีตัวประมวลผลหลายตัวซึ่งสามารถทำงานหลายๆ งานพร้อมกันได้	8
2.7 การใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้เป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์หลัก	9
2.8 แสดงการแบ่งพีแอลซีออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต	9
2.9 แสดงพีแอลซีกลุ่มต่างๆ ตามจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต	10
2.10 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง LD และ LD NOT	11
2.11 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง AND, AND NOT	12
2.12 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง OR, OR NOT	12
2.13 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง OUT	13
2.14 ตัวอย่างชุดคำสั่งในรูปการเชื่อมแบบอนุกรมจะใช้คำสั่ง AND LD	13
2.15 ตัวอย่างชุดคำสั่งในรูปการเชื่อมแบบขนานจะใช้คำสั่ง OR LD	14
2.16 แสดงการทำงานคำสั่ง SET/RESET	14
2.17 แสดงแผนภูมิเวลาของคำสั่ง SET/RESET	15
2.18 คำสั่ง Flip-Flop ของ Siemens	15
2.19 แสดงการใช้ไทม์เมอร์แบบ Non-Retentive และ Retentive	16
2.20 แผนภูมิเวลาของไทม์เมอร์แบบ Non-Retentive และ Retentive	16
2.21 ไดอะแกรมแลตเตอร์ของคำสั่งเคาท์เตอร์	17
2.22 ไดอะแกรมแลตเตอร์ของคำสั่ง MCR	18
2.23 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	19
2.24 สเตเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 โพล และแบบ 4 โพล	19
2.25 โรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	20
2.26 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	21
2.27 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	22

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 มอเตอร์ Cool Muscle ที่ใช้ในโครงการนี้	23
2.29 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด P Type	24
2.30 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด V Type	24
2.31 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด C Type	25
2.32 การเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน	28
2.33 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วต่างกัน	29
2.34 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน	29
2.35 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่อัตราเร่งต่างกัน	29
3.1 โครงสร้างของเครื่องตัดแยกวัสดุ	30
3.2 รางสายพานลำเลียง	31
3.3 เครื่องตัดแยกวัสดุที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์	31
3.4 แผนผังการทำงานของเครื่องตัดแยกวัสดุ	32
3.5 เซนเซอร์แสงที่ใช้ตรวจจับวัสดุ	33
3.6 พีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX1N-24MT	33
3.7 มอเตอร์ Cool Muscle ที่ใช้ในโครงการนี้	34
4.1 หน้าต่างโปรแกรม Cool Work	35
4.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ Cool Muscle	37
4.3 การต่อใช้งาน Cool Muscle	37
ก.1 หน้าต่างโปรแกรม GX Developer	42
ก.2 โค้ดโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ส่วนที่ 1	43
ก.3 โค้ดโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ส่วนที่ 2	43
ก.3 โค้ดโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ส่วนที่ 3	44
ก.5 หน้าต่างโปรแกรม Cool Work	44
ก.6 ปุ่มสั่งงานบนหน้าต่างใช้งาน	45
ก.7 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Terminal Windows	46
ก.8 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Motor Browser Windows	47
ก.9 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Jog Motor Windows	48

VIII

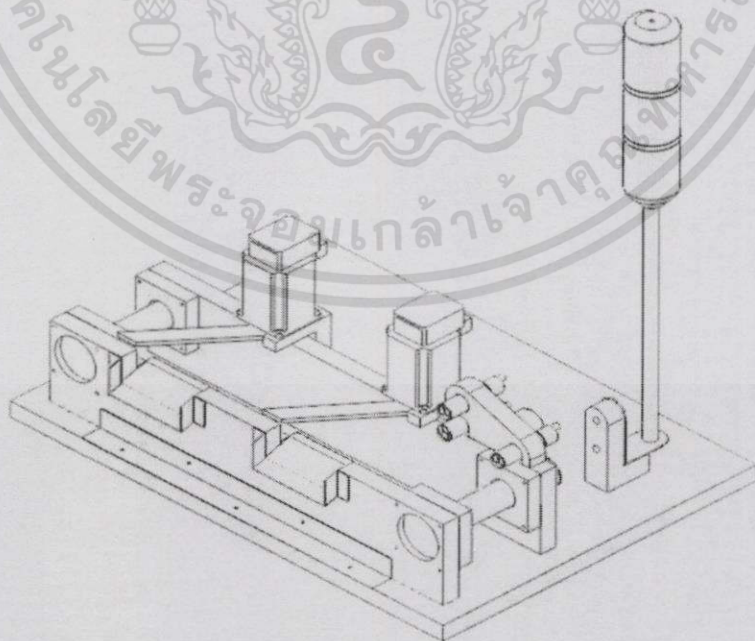
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องด้วยในอุตสาหกรรมมีระบบการผลิต การคัดแยกและการขนส่ง ซึ่งระบบต่างๆ เหล่านี้มีการทำงานที่เชื่อมต่อกันแต่อยู่ในระยะทางที่ห่างกัน หากในอุตสาหกรรมใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการปฏิบัติงาน การส่งต่อหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจะทำให้เกิดความล่าช้า สูญเสียพลังงาน สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน และอาจทำให้เกิดการเสียหายของชิ้นส่วนระหว่างการเคลื่อนย้าย ในระบบอุตสาหกรรมจึงมีการนำระบบการคัดแยกผลิตภัณฑ์ด้วยสายพานลำเลียงเข้ามาเป็นตัวช่วยในการลำเลียงสินค้าและผลิตภัณฑ์ เพื่อลดการเสียเวลาของสายการผลิต ทำให้สายการผลิตไม่หยุดชะงัก การเคลื่อนย้ายของวัสดุหรือวัตถุที่มีน้ำหนักหรือมีขนาดใหญ่ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและรวดเร็ว และไม่ทำให้เกิดการเสียหายของชิ้นส่วน อีกทั้งมีการทำงานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นในอุตสาหกรรมจึงมีการนำมาใช้กันมาก แต่การใช้งานก็ยังคงมีข้อจำกัดในการใช้อยู่บ้าง เช่น หากอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่ต้องการเคลื่อนย้ายสูงมากเกินกำลังที่สายพานลำเลียงจะรับได้สายพานก็จะไหม้ หากมีน้ำหนักมากเกินก็จะทำให้สายพานหย่อนได้ ฉะนั้นทางผู้จัดทำจึงได้ทำการจำลองระบบคัดแยกสิ่งของด้วยสายพานลำเลียงแบบย่อขนาดขึ้นเพื่อทำการศึกษาการทำงาน คติวิเคราะห์ หาทางแก้ไขปัญหาของระบบสายพานลำเลียง และเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมให้เครื่องคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงทำงานโดยอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.1 แบบจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาถึงการทำงานของระบบคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ โดยสร้างขนาดจำลองของการทำงานให้เล็กลง
2. เพื่อศึกษาการเขียนคำสั่งการทำงานของระบบของเครื่องคัดแยกวัตถุด้วยพีแอลซี โดยใช้ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และประยุกต์การใช้งานเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ
3. เพื่อเป็นโครงการต้นแบบและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดและขยายผลสำหรับเป็นอุปกรณ์ที่ใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมได้
4. เพื่อเป็นการฝึกฝนให้นักศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมได้รู้จักการค้นคว้าหาความรู้และฝึกฝนทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นทีม เพิ่มประสบการณ์การทำงานแบบองค์กร
5. เพื่อเป็นกิจกรรมเสริมการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ได้เห็นภาพของการนำความรู้ที่ได้รับมาไปประยุกต์สร้างเป็นผลงานที่เกิดประโยชน์
6. เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถควบคุมการทำงานของระบบโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับได้
2. สามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้
3. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของพีแอลซีได้
4. สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ได้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานของระบบคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ
2. ศึกษาการออกแบบและจำลองตัวชิ้นงานจริงโดยใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์ก
3. ศึกษาการใช้โปรแกรมโซลิดเวิร์กกัดและขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC
4. ศึกษาการควบคุมมอเตอร์ Cool Muscle
5. ศึกษาการทำงานของพีแอลซี
6. ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์เพื่อควบคุมการทำงานของพีแอลซี
7. ทำการทดลองตามทีออกแบบไว้ พร้อมทั้งค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น
8. ปรับปรุงและแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และตัวชิ้นงานจริง
9. สรุปผลและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าให้แข็งแรงและตกแต่งชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการนำเอาพีแอลซีมาควบคุมและสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
2. ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานของพีแอลซี เช่น เซอร์แสก มอเตอร์ Cool Muscle และการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์เพื่อควบคุมการทำงานของพีแอลซี
3. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเขียนแบบโซลิดเวิร์ก
4. สามารถออกแบบและจำลองเครื่องคัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงให้สามารถทำงานได้จริงตามที่ออกแบบไว้

1.6 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปฏิญานิพนธ์ของแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหลักการการทำงานของพีแอลซี การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นเพื่อสั่งการพีแอลซี รวมถึงหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และมอเตอร์ Cool Muscle

บทที่ 3 หลักการออกแบบ นำเสนอการประกอบโครงสร้างของเครื่องคัดแยกวัตถุ รวมถึงแนวคิดในการออกแบบระบบควบคุม

บทที่ 4 การจำลอง ในบทนี้เป็นการแสดงวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อเซตค่าอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้เครื่องจำลองทำงานได้ตรงตามที่เรากำหนดไว้ เป็นส่วนการทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในระบบ ตลอดจนการทดสอบระบบควบคุมมอเตอร์

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงงานนี้ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

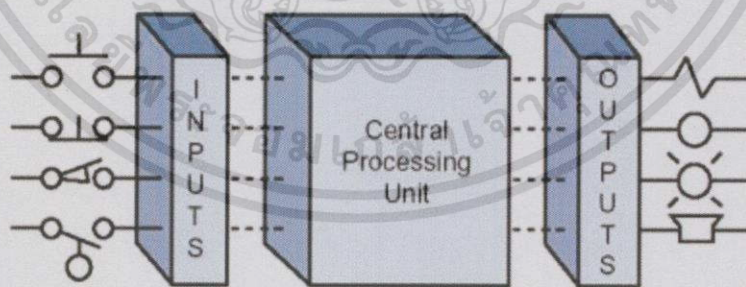
ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและหลักการการทำงานของพีแอลซีว่ามีหน้าที่อย่างไร รวมถึงหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ Cool Muscle

2.1 หลักการทำงานของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นมันสมองสิ่งสำคัญ พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่องพีแอลซี จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้พีแอลซีมากขึ้น

พีแอลซีที่แสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1 มีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 2 องค์ประกอบ คือ

- หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)
- หน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุต (Input / Output Interface Systems)



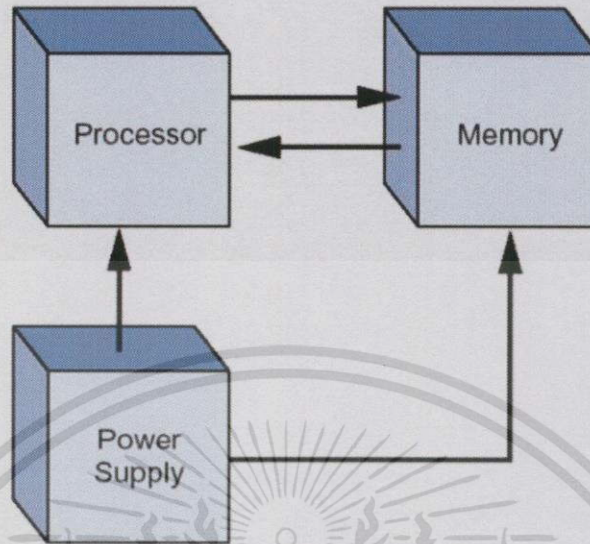
รูปที่ 2.1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของพีแอลซี

ในส่วนของหน่วยประมวลผลกลางจะมีหน้าที่ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของพีแอลซีทั้งหมด โดยหน่วยประมวลผลกลางจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังแสดงในรูปที่ 2.2 ดังนี้

1. ส่วนของโปรเซสเซอร์ (Processor)
2. ส่วนของระบบหน่วยความจำ (Memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนของระบบจ่ายพลังงาน (Power Supply)



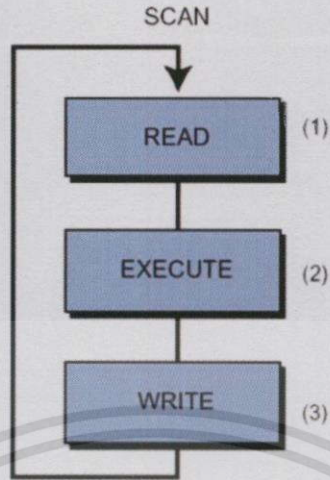
รูปที่ 2.2 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของระบบหน่วยประมวลผลกลาง

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าพีแอลซีมีหลักการทำงานค่อนข้างง่าย ในส่วนของอินพุตและเอาต์พุตสามารถต่อกับอุปกรณ์จริงๆ ของเครื่องจักรหรือระบบควบคุม แต่ต้องเลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้องเพื่อป้องกันความเสียหาย อุปกรณ์พวกอินพุตและเอาต์พุตนี้อาจเป็นอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณประเภทไบนารี ดิจิตอล หรือสัญญาณแอนาล็อกก็ได้ ตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต เช่น อุปกรณ์พวกลิ้มิต สวิตช์ ทรานสดิวเซอร์วัดความดัน สวิตช์แบบกดติดปลายนิ้ว (Push Button) ส่วนอุปกรณ์พวกเอาต์พุต เช่น อุปกรณ์สตาร์ทมอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว หลอดไฟฟ้า กริ่งไฟฟ้า เป็นต้น โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะทำการสื่อสารข้อมูลกับหน่วยประมวลผลกลาง โดยตัวส่งคือ อุปกรณ์พวกอินพุตต่างๆ จะส่งข้อมูลให้หน่วยประมวลผลกลาง เมื่อหน่วยประมวลผลกลางรับข้อมูลแล้วก็จะประมวลผล และส่งข้อมูลมาควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุต

ระหว่างการดำเนินการ หน่วยประมวลผลกลางจะทำงาน 3 ขั้นตอนดังนี้

1. Reads หรือ Accept คือ กระบวนการรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ผ่านทางอินพุตอินเทอร์เฟซ
2. Executes หรือ Perform คือกระบวนการที่โปรแกรมควบคุมเก็บเข้าไปในหน่วยความจำและดำเนินการตามโปรแกรมที่อยู่ในเมมโมรี
3. Writes หรือ Update เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ทางเอาต์พุตกับอินเทอร์เฟซทางเอาต์พุตว่าจะให้อาต์พุตมีสถานะเช่นใด โดยจะมีการอัปเดต (Update) เอาต์พุตซึ่งรู้จักกันว่าสแกนไทม์ (Scan Time) ซึ่งเป็นกระบวนการต่อจาก 2 กระบวนการที่แล้วคือ อ่านอินพุตและดำเนินการตามโปรแกรมที่อยู่ในเมมโมรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

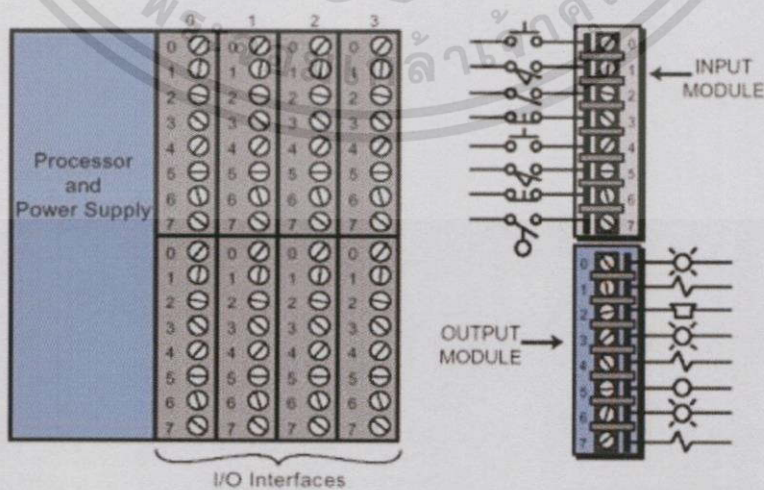


รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

ระบบอินพุตและเอาต์พุตของพีแอลซีจะอยู่ในรูปแบบของอินเทอร์เฟซ ซึ่งให้อุปกรณ์ภายนอกต่อเข้าถึงคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของอินเทอร์เฟซคือ เพื่อรับหรือส่งสัญญาณต่างๆ จากอุปกรณ์ภายนอกหรือส่งให้อุปกรณ์ภายนอก

อุปกรณ์ให้สัญญาณเข้าได้แก่พวกเซนเซอร์ต่างๆ เช่น ลิมิตสวิตช์ อะนาล็อกเซนเซอร์ สวิตช์สำหรับเลือก สวิตช์แบบกดติดปลั๊กลอยดับ เป็นต้น โดยการต่อเข้าไปที่เทอร์มินอลของอินพุตอินเทอร์เฟซ

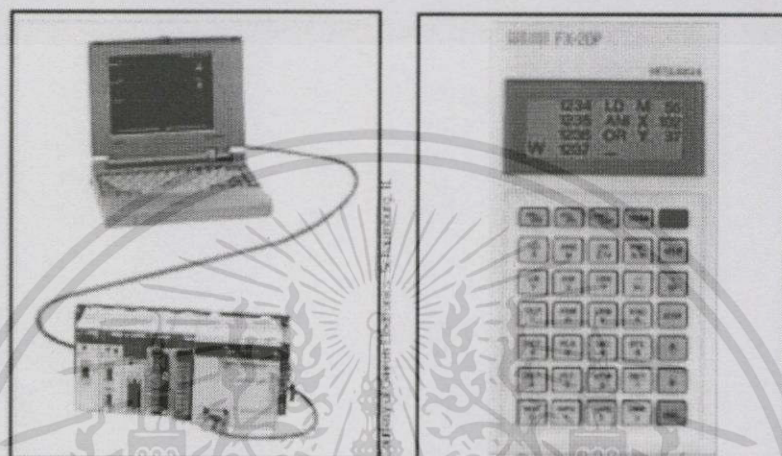
อุปกรณ์ที่ถูกควบคุม เช่น อุปกรณ์สตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า โซลินอยด์วาล์ว สัญญาณไฟส่องสว่าง เป็นต้น โดยการต่อเข้าไปที่เทอร์มินอลของเอาต์พุตอินเทอร์เฟซ



รูปที่ 2.4 แสดงอินพุตและเอาต์พุตอินเทอร์เฟซ (I/O Interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่าจะไม่เกี่ยวข้องกับส่วนของการควบคุม แต่อุปกรณ์ที่สำคัญอีกอุปกรณ์หนึ่งที่ต้องกล่าวถึงคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม (Programming Device) ซึ่งปกติจะใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล อุปกรณ์ประเภทคอนโซล (Console) หรืออุปกรณ์ตัวเขียนโปรแกรมจากผู้ผลิตพีแอลซีเอง ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องใช้เพื่อใส่โปรแกรมควบคุมเข้าไปในหน่วยความจำของพีแอลซี ดังรูปที่ 2.5 ตัวเขียนโปรแกรมต้องต่อเข้ากับพีแอลซี เมื่อต้องการใส่หรือมอนิเตอร์โปรแกรมควบคุม



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ที่ใช้เขียนโปรแกรมของพีแอลซี

2.1.1 พีแอลซีกับอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

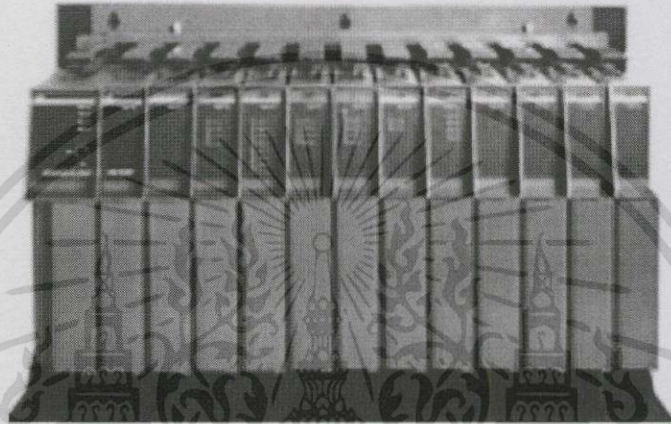
2.1.1.1 พีแอลซีกับระบบควบคุมที่ใช้คอมพิวเตอร์

สถาปัตยกรรมในหน่วยประมวลผลกลางของพีแอลซี จะมีลักษณะพื้นฐานเหมือนกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วๆ ไป แต่หน่วยประมวลผลกลางของพีแอลซี จะมีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วๆ ไปเช่น

- ถูกออกแบบให้ทนกับสภาวะแวดล้อมของอุตสาหกรรม เช่น สภาวะแวดล้อมที่เต็มไปด้วยคลื่นรบกวนจากระบบไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสั่นสะเทือน และความชื้น
- ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ถูกออกแบบให้ใช้งานง่ายสำหรับช่างไฟฟ้าและช่างเทคนิค เช่น ตัวเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ (Hardware Interface) ติดมากับตัวพีแอลซี เลยและง่ายต่อการต่อใช้งาน
- วงจรเชื่อมต่อ (Interface Circuit) แบบโมดูลาร์และแบบวินิจฉัยข้อผิดพลาดด้วยตนเอง (Self Diagnosing Interface) มีลักษณะที่ง่ายในการเชื่อมต่อ โดยสามารถถอด หรือ ใส่เข้าไปได้ง่ายซึ่งแตกต่างจากระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในโปรแกรมที่ใช้เขียนนั้นก็มีภาษาแลดเดอร์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับวงจรีเลย์ ซึ่งทำให้ช่างไฟฟ้าเข้าใจได้ง่าย
- ในอดีตพีแอลซีมาตรฐานจะประกอบด้วยตัวประมวลผลตัวเดียวเหมือนกับระบบคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปสามารถที่จะประมวลคำสั่งแบบซีแควนซ์ได้ที่ละซีแควนซ์ แต่ปัจจุบันนี้พีแอลซีจะมีตัวประมวลผลหลายๆ ตัวในพีแอลซีตัวเดียวกัน ซึ่งสามารถทำงานพร้อมๆ กันหลายซีแควนซ์ได้



รูปที่ 2.6 แสดงระบบพีแอลซีที่มีตัวประมวลผลหลายตัวซึ่งสามารถทำงานหลายๆ งานพร้อมกันได้

2.1.1.2 พีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

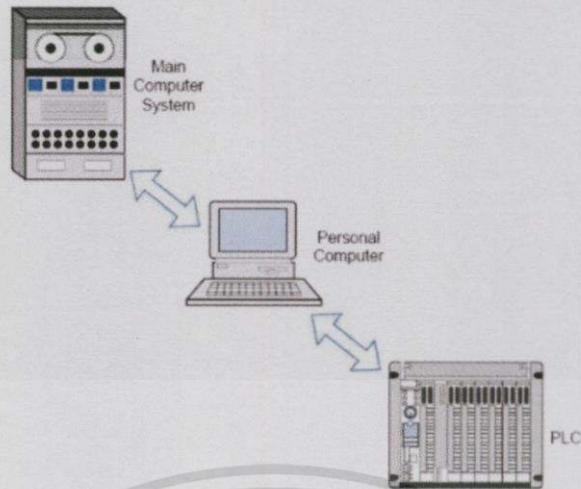
ถึงแม้ว่าปัจจุบันคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้มีการพัฒนาไปอย่างมากและเป็นที่แพร่หลายโดยทั่วไป แต่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลก็หาใช่จะเป็นคู่แข่งของระบบพีแอลซี เพราะ

1. ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไม่ได้เน้นการติดต่อสื่อสารโดยการใช้ อินพุตและเอาต์พุตจากอุปกรณ์ภายนอก

2. ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไม่ใช่เป็นภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจของช่างไฟฟ้า เช่น ภาษาซี ภาษาแอสแซมบลี เป็นต้น เหมือนภาษาแลดเดอร์ในพีแอลซีแต่นำมาใช้ร่วมกับพีแอลซี เช่น

- นำมาเป็นตัวคอนโซลในการเขียนโปรแกรม ซึ่งทำได้สะดวกและยืดหยุ่นมากกว่าการใช้ตัวเขียนโปรแกรมที่มากับตัวพีแอลซี
- จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานเป็น HMI (Human Machine Interface) เพื่อติดต่อกับพีแอลซีโดยเมื่อทำการเปิดออกมาจะมีลักษณะ GUI (Graphic User Interface)
- ใช้เป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์หลักเพื่อเชื่อมโยงระบบเน็ตเวิร์คชั้นสูงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

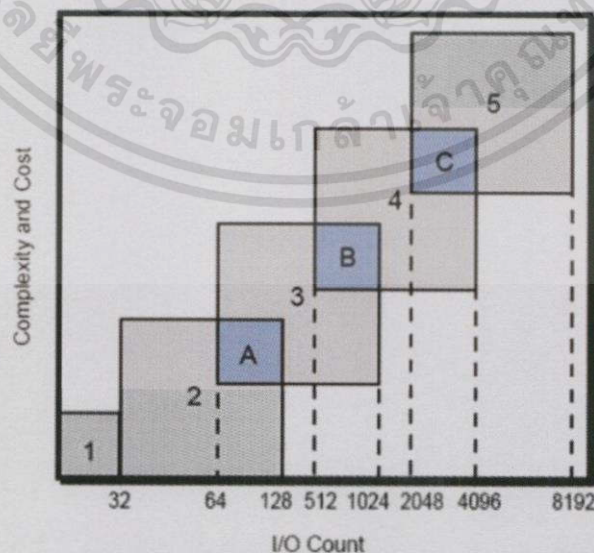


รูปที่ 2.7 การใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้เป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์หลัก

2.1.2 พีแอลซีขนาดต่างๆ

จากรูปที่ 2.8 เป็นการจำแนกพีแอลซีออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังต่อไปนี้

1. พีแอลซีขนาดเล็กมาก (Micro PLC)
2. พีแอลซีขนาดเล็ก (Small PLC)
3. พีแอลซีขนาดกลาง (Medium PLC)
4. พีแอลซีขนาดใหญ่ (Large PLC)
5. พีแอลซีขนาดใหญ่มาก (Very Large PLC)



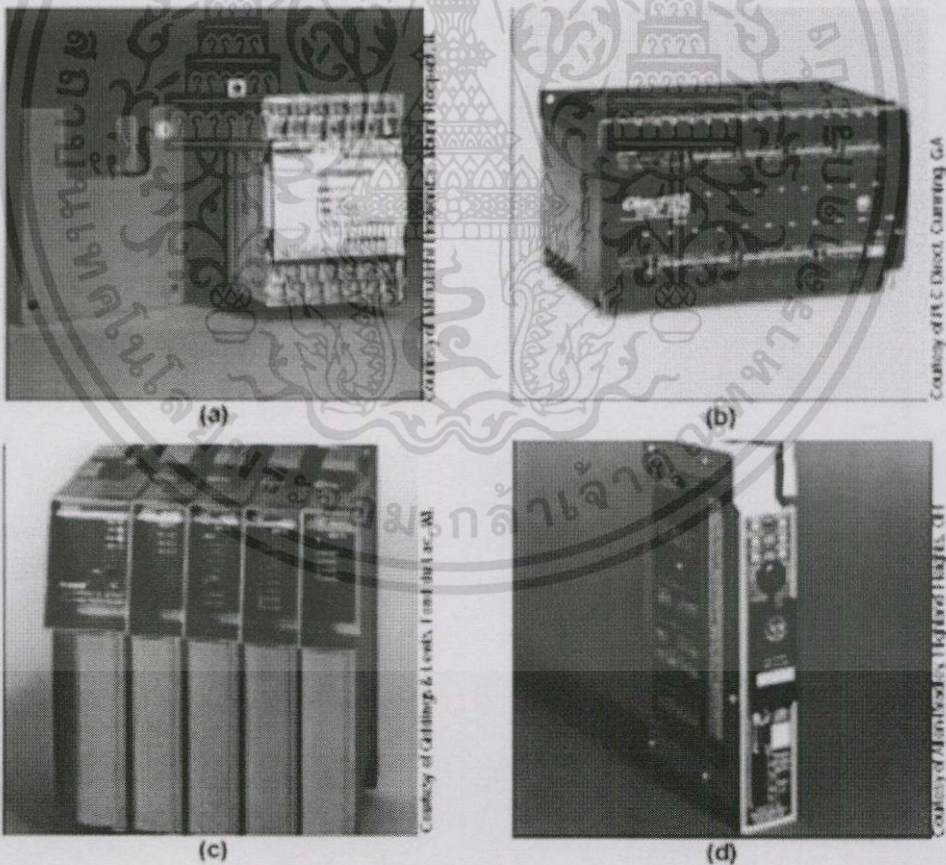
รูปที่ 2.8 แสดงการแบ่งพีแอลซีออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.8 พบว่าพีแอลซีขนาดเล็กมาก โดยปกติจะมีอินพุตและเอาต์พุตรวมกันไม่เกิน 32 จุด ส่วนพีแอลซีขนาดเล็ก โดยปกติจะมีอินพุตและเอาต์พุตรวมกัน ระหว่าง 32-128 จุด ส่วนพีแอลซีขนาดกลางจะมีอินพุตและเอาต์พุตรวมกันระหว่าง 64 – 1024 จุด พีแอลซีขนาดใหญ่ จะมีอินพุตและเอาต์พุตรวมกันระหว่าง 512 – 4096 จุด และ พีแอลซีขนาดใหญ่มากจะมีอินพุตและเอาต์พุตรวมกันระหว่าง 2048 – 8192 จุด

จากรูปที่ 2.8 ในส่วนพื้นที่ A , B และ C ซึ่งเป็นส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่นั้น สะท้อนถึงส่วนขยายของพีแอลซี เช่น ในทางปฏิบัติจริงถ้าเรามีพีแอลซีขนาดเล็กที่มีขนาดอินพุตและเอาต์พุตรวมกัน 64 จุด (พื้นที่ A) แต่เราอาจไปเพิ่มเติมส่วนขยายซึ่งจะขยายอินพุตและเอาต์พุตสูงสุดได้ที่ 128 จุด เป็นต้น โดยไม่จำเป็นจะต้องไปซื้อพีแอลซีขนาดกลางมาใช้ก็ได้ ส่วนพื้นที่ B และพื้นที่ C ก็เช่นเดียวกันสำหรับรายละเอียดของพื้นที่ที่ซ้อนทับกัน นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวนอินพุตและเอาต์พุตแล้ว ยังมี การเพิ่มเติมขนาดของหน่วยความจำ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ฟังก์ชันต่างๆ ของพีแอลซี

ดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจถึงคุณสมบัติของพีแอลซีแต่ละรุ่นให้ละเอียด จะทำให้เราสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ได้ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล



รูปที่ 2.9 แสดงพีแอลซีกลุ่มต่างๆ ตามจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

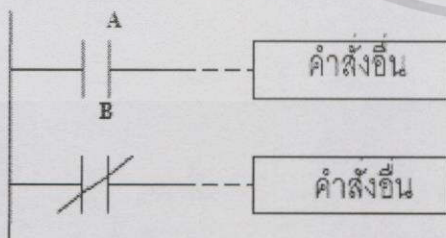
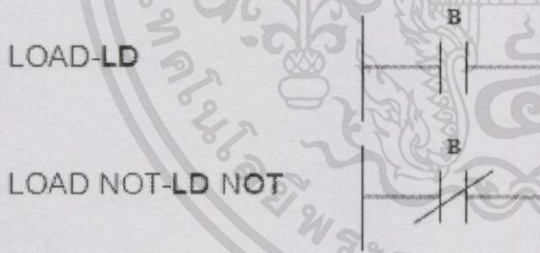
2.1.3 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม

การเขียนโปรแกรมสั่งการพีแอลซีในปัจจุบันนิยมใช้ภาษาที่เรียกว่าแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) หรือลอจิกแลดเดอร์ (Ladder Logic) จัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่เทียบเคียงมาจากวงจรรีเลย์ สามารถทำความเข้าใจการทำงานได้ง่ายด้วยรูปภาพสัญลักษณ์ จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีโดยเฉพาะมือใหม่ทั้งหลาย

ปัจจุบันการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ของพีแอลซี ส่วนใหญ่จะใช้ซอฟต์แวร์ในการเขียนภาพสัญลักษณ์ซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกมากขึ้น แต่ในการทำงานจริงของพีแอลซี ไม่ได้ทำงานด้วยรูปภาพ แต่จะอาศัยชุดคำสั่ง (Instructions) โดยการเขียนลงในหน่วยความจำเป็นรหัส (Mnemonic Code) ซึ่งไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของแลดเดอร์ไดอะแกรมได้โดยตรง ดังนั้นผู้ใช้งานจึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจชุดคำสั่งซึ่งเป็นลอจิกพื้นฐานต่างๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้

พีแอลซีแต่ละยี่ห้อจะมีรูปแบบของคำสั่ง (Mnemonic) ที่คล้ายกัน ในที่นี้เราจะอ้างอิงคำสั่งพีแอลซีของ Omron เพื่อใช้ประกอบคำอธิบาย ส่วนแอดเดรสในตารางคำสั่งหมายถึงตำแหน่งหน่วยความจำที่พีแอลซี เก็บคำสั่งและลำดับในการประมวลผล การเขียนแลดเดอร์ของ Omron น่าจะเป็นต้นแบบในการเรียนรู้ที่ดีสำหรับผู้เริ่มต้น

2.1.3.1 การใช้คำสั่ง LOAD (LD), LOAD NOT (LD NOT)



แอดเดรส	คำสั่ง	Operands
0000	LD	A
0001	คำสั่งอื่น	
0002	LD NOT	B
0003	คำสั่งอื่น	

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลดเดอร์ คำสั่ง LD และ LD NOT

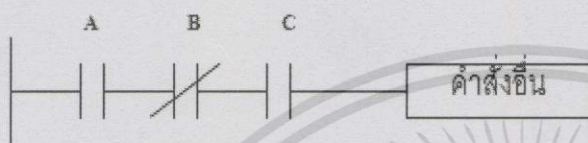
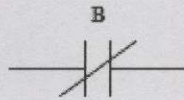
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT

AND-AND



AND NOT-AND NOT

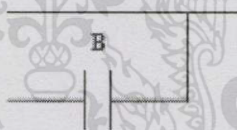


แอดเดรส	คำสั่ง	Operands
0000	LD	A
0001	AND NOT	B
0002	AND	C
0003	คำสั่งอื่น	

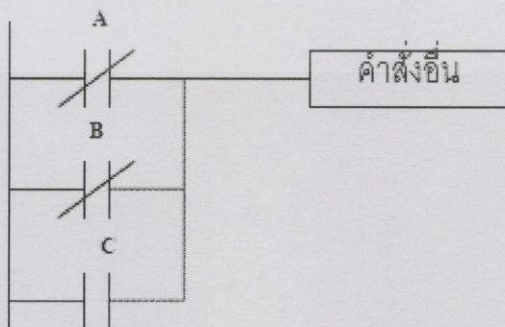
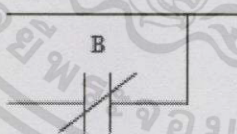
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง AND, AND NOT

2.1.3.3 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT

OR-OR



OR NOT-OR NOT



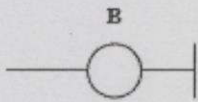
แอดเดรส	คำสั่ง	Operands
0000	LD NOT	A
0001	OR NOT	B
0002	OR	C
0003	คำสั่งอื่น	

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง OR, OR NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.4 การใช้คำสั่ง OUT

OUTPUT-OUT

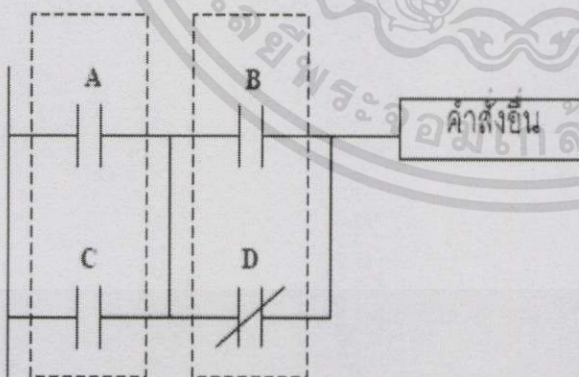


แอดเดรส	คำสั่ง	Operand
0000	LD	A
0001	OUT	X

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการเขียนไดอะแกรมแลตเตอร์ คำสั่ง OUT

2.1.3.5 การใช้คำสั่ง AND LOAD (AND LD), OR LOAD (OR LD)

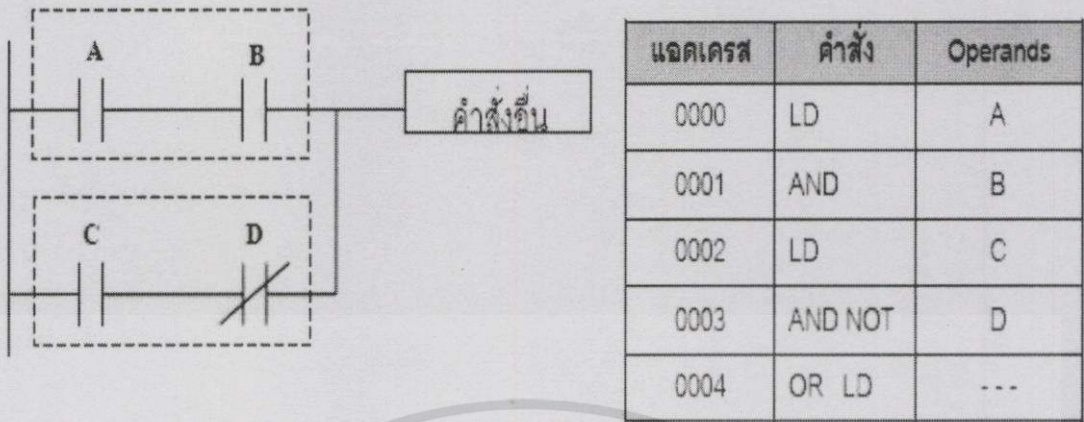
คำสั่งทั้งสองจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่มแลตเตอร์ไดอะแกรม ในกรณีที่ต่ออนุกรม หรือขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส ซึ่งการใช้คำสั่ง AND หรือ OR นั้น จะกระทำทีละ 1 หน้าสัมผัสเท่านั้นจึงต้องใช้ AND LD หรือ OR LD



แอดเดรส	คำสั่ง	Operands
0000	LD	A
0001	OR	C
0002	LD	B
0003	OR NOT	D
0004	AND LD	

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างชุดคำสั่งในรูปการเชื่อมแบบอนุกรมจะใช้คำสั่ง AND LD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างชุดคำสั่งในรูปแบบการเชื่อมแบบขนานจะใช้คำสั่ง OR LD

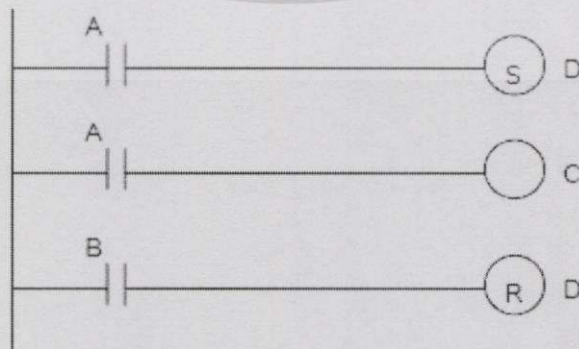
2.1.3.6 การใช้คำสั่ง END (END)

เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมแล้วจะต้องจบด้วยคำสั่ง END เสมอ ถ้าไม่มีคำสั่งนี้ เมื่อผู้ใช้สั่งให้พีแอลซีทำงานจะเกิด Error โดยสังเกตได้จากไฟ Error/Alarm สีแดงจะติดค้าง แต่ซอฟต์แวร์ของพีแอลซีหลายยี่ห้อจะช่วยเพิ่มคำสั่งนี้ให้อัตโนมัติเพื่อป้องกันการลืม

2.1.3.7 คำสั่ง SET/RESET

คำสั่ง SET จะทำงานคล้ายกับสวิตช์หยุดฉุกเฉิน เมื่อกดมันจะทำงานค้างจนกว่าจะมีการรีเซ็ต นอกจากนั้นคำสั่ง SET ยังมีลักษณะการทำงานคล้าย Latching Relay ที่มีคอยล์ 2 ชุด ชุดหนึ่งเรียกว่า SET สั่งให้ Relay ทำงาน และอีกชุดหนึ่งเรียกว่า RESET สั่งให้ Relay หยุดทำงาน

นอกจากนั้นพีแอลซีบางยี่ห้อ อาจใช้คำสั่งอื่นแทน SET และ RESET เช่น LATCH และ UNLATCH คำสั่ง SET (หรือ LATCH) ในโปรแกรมแลตเตอร์จะใช้สั่งเพื่อให้บิตนั้นๆ ทำงาน และใช้ RESET (หรือ UNLATCH) เพื่อให้หยุดทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.16

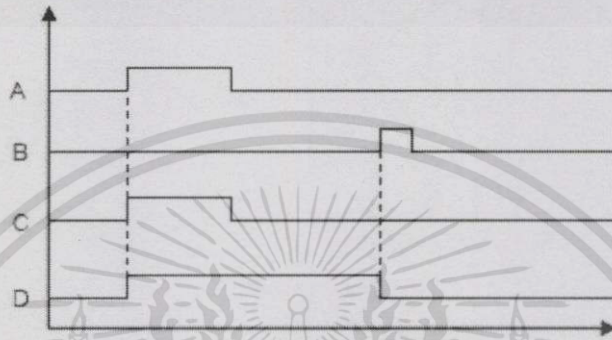


รูปที่ 2.16 แสดงการทำงานคำสั่ง SET/RESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 คำสั่ง S (SET) จะสั่งให้ D ทำงาน (ON) เมื่ออินพุต A ทำงาน (ON) และ D จะคงสภาวะทำงาน (ON) ต่อไปแม้ว่าอินพุต A จะหยุดทำงาน (OFF) แล้วก็ตาม D จะหยุดทำงาน (OFF) เมื่ออินพุต B ทำงาน (ON) เพราะคำสั่ง R (RESET) จะสั่งให้ D หยุดทำงาน

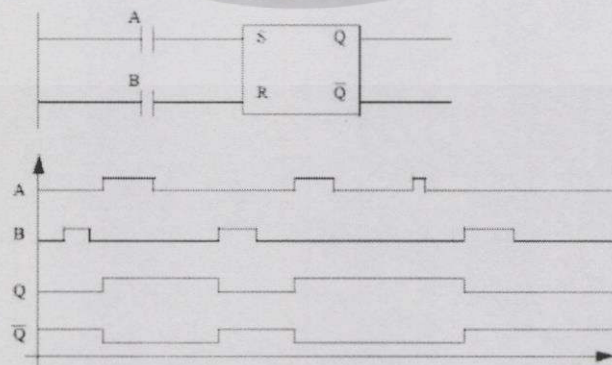
เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น เราสามารถแสดงการทำงานของคำสั่ง SET/RESET ด้วยแผนภูมิเวลา (Timing Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงแผนภูมิเวลาของคำสั่ง SET/RESET

โดยปกติแล้ว เอาต์พุตในโปรแกรมแลตเตอร์จะถูกใช้เพียงตำแหน่งเดียวในโปรแกรมเพื่อป้องกันการทำงานซ้ำซ้อน แต่คำสั่ง SET และ RESET จะสามารถใช้ได้หลายตำแหน่งในโปรแกรมแลตเตอร์ตามที่ต้องการ

ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า คำสั่ง SET อาจไม่มีใช้กับพีแอลซีทุกยี่ห้อ เช่น Siemens ใช้คำสั่ง Flip-Flop ซึ่งทำงานเช่นเดียวกันกับคำสั่ง SET/RESET ในรูปที่ 2.18 แสดงการทำงานของคำสั่ง Flip-Flop ของ Siemens ในที่นี้จะมีเอาต์พุต 2 ชุด ซึ่งจะทำงานตรงกันข้ามกัน ส่วนอินพุต S คือสัญญาณ SET สั่งให้ Q ทำงาน และอินพุต R คือสัญญาณ RESET สั่งให้ Q หยุดทำงาน ส่วนพีแอลซี ยี่ห้อ Mitsubishi จะใช้คำสั่ง SET/RESET ซึ่งก็คือคำสั่ง SET และ RESET นั่นเอง

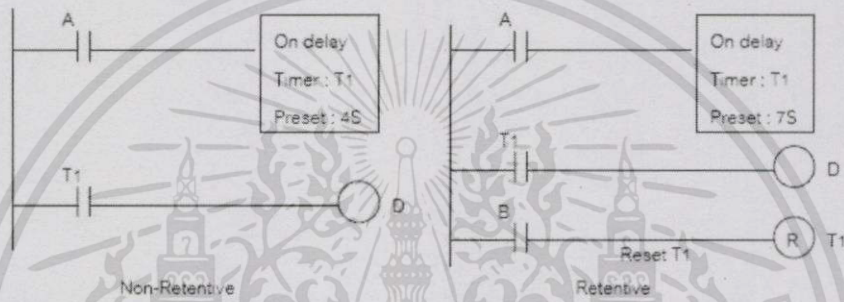


รูปที่ 2.18 คำสั่ง Flip-Flop ของ Siemens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

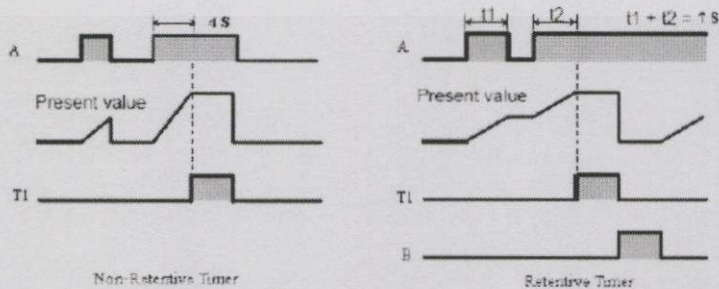
2.1.3.8 คำสั่งไทม์เมอร์ (TIMER)

ไทม์เมอร์เป็นคำสั่งที่ใช้นับเวลา โดยไทม์เมอร์จะเริ่มต้นนับเวลาเมื่อลอจิกก่อนหน้าคำสั่งไทม์เมอร์เป็นจริง (ON) และเริ่มนับเวลาจนถึงค่าที่ตั้งไว้เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ไทม์เมอร์จะทำงาน (ON) และลอจิก (หรือหน้าคอนแทค) ต่างๆ ที่มีชื่อเดียวกับไทม์เมอร์นั้นจะเปลี่ยนสถานะด้วย ไทม์เมอร์ที่ใช้งานทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ไทม์เมอร์แบบไม่ค้างค่าเวลา (Non-Retentive) กับ ไทม์เมอร์แบบค้างค่าเวลา (Retentive) ในรูปที่ 2.19 แสดงวงจรแลตเตอร์ของไทม์เมอร์ชื่อว่า T1 เป็น On Delay ตั้งค่าเวลาไว้ที่ 4 วินาทีกับ 7 วินาที สำหรับไทม์เมอร์แบบ Non-Retentive และ Retentive



รูปที่ 2.19 แสดงการใช้ไทม์เมอร์แบบ Non-Retentive และ Retentive

คำสั่งไทม์เมอร์ของแต่ละยี่ห้ออาจมีรูปแบบแตกต่างกันบ้าง แต่หลักการใช้งานจะคล้ายกันในรูปที่ 2.20 แสดงแผนภูมิเวลาของไทม์เมอร์ทั้งสองชนิด จากรูปด้านซ้ายเป็นไทม์เมอร์ชนิดไม่ค้างค่าเวลาจะนับเวลาเมื่อลอจิกก่อนหน้าคำสั่งเป็นจริง (ON) และค่าเวลาจะถูกรีเซ็ตทันทีที่ลอจิกก่อนหน้าเป็นเท็จ (OFF) ในทางตรงกันข้ามไทม์เมอร์ชนิดค้างค่าเวลา (Retentive) จะค้างค่าเวลาไว้ได้ถึงแม้ว่าลอจิกก่อนหน้าคำสั่งจะเป็นเท็จ (OFF) และจะนับเวลาต่อเมื่อลอจิกก่อนหน้าคำสั่งเป็นจริง (ON) อีกครั้งจนกว่าค่าที่นับจะถึงค่าที่ตั้งไว้ (Preset) เอาต์พุตไทม์เมอร์จึงทำงาน (ON) และการรีเซ็ตต้องใช้คำสั่ง RESET(R)



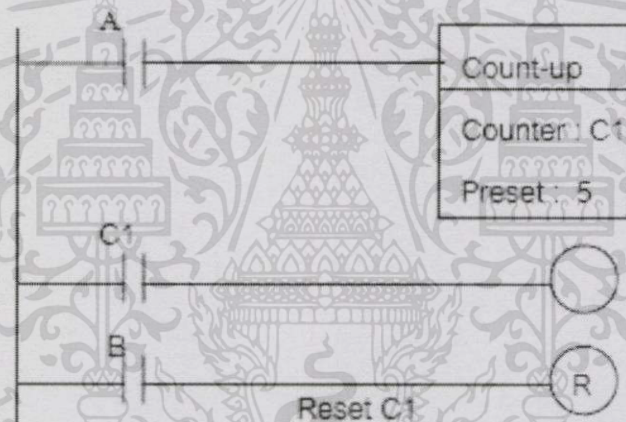
รูปที่ 2.20 แผนภูมิเวลาของไทม์เมอร์แบบ Non-Retentive และ Retentive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.9 คำสั่งเคาท์เตอร์ (COUNTER)

มีการแบ่งเคาท์เตอร์ออกได้เป็น 2 แบบ ตามหลักการนับคือ นับขึ้น (Count-Up) และนับลง (Count-Down) ตัวอย่างเช่น เมื่ออินพุตที่ต่อเข้าเคาท์เตอร์นับขึ้นเป็นจริง (ON) มันจะเริ่มนับการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่อินพุตเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 โดยไม่สนใจว่าอินพุตจะเป็นจริง (ON) นานเท่าใด และจะนับอีกครั้งเมื่อลอจิกอินพุตเป็นเท็จ (OFF) แล้วเปลี่ยนเป็นจริง (ON) อีกครั้งหนึ่ง

ถ้าค่าที่นับได้สะสมครบตามค่าตั้ง (Preset) จะทำให้เคาท์เตอร์ทำงาน (ON) ในทางตรงกันข้ามเคาท์เตอร์นับลงจะลดค่าลงครั้งละ 1 เมื่อได้รับสัญญาณจากอินพุตจนกระทั่งครบตามค่าที่ตั้งไว้โดยปกติแล้วเคาท์เตอร์จะมีหน่วยความจำเฉพาะสำหรับเก็บค่าที่นับ และสถานะเอาต์พุตของเคาท์เตอร์ การอ้างถึงพื้นที่หน่วยความจำนี้ ผู้ผลิตหลายยี่ห้อมักให้หมายเลข (Counter number) แล้วจะเห็นว่าคำสั่ง RESET(R) เพื่อใช้ในการรีเซ็ตค่าเคาท์เตอร์กลับไปยังค่าตั้งต้นด้วย ถ้าไม่มีคำสั่งรีเซ็ตเคาท์เตอร์จะคงค้างการทำงาน (ON) เมื่อนับครบแล้วตลอดไปจนกว่าได้รับคำสั่ง RESET



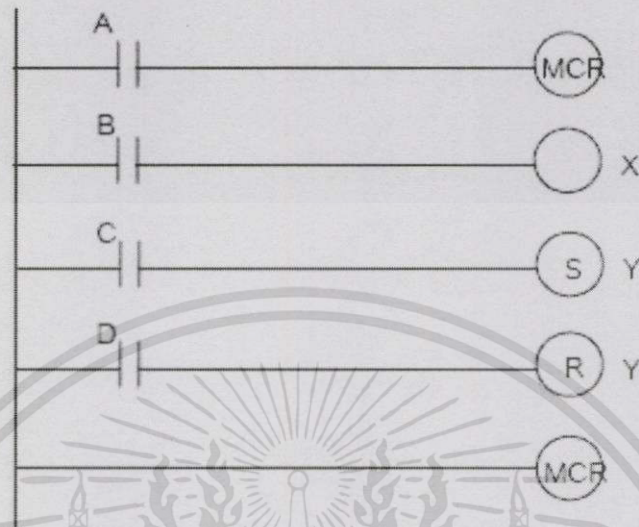
รูปที่ 2.21 ไดอะแกรมแลตเตอร์ของคำสั่งเคาท์เตอร์

2.1.3.10 คำสั่ง Master Control Relay (MCR)

ในระบบควบคุมไฟฟ้าโดยทั่วไปจะมี Master Control Relays (MCR) ใช้งานเพื่อสั่งปิด (Shut Down) ระบบไฟฟ้าออกเป็นส่วนๆ ซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมแลตเตอร์ด้วย วงจรแลตเตอร์บางส่วนอาจอยู่ระหว่างคำสั่ง MCR นี้ เมื่อใดที่คำสั่งหรือคอล์ย MCR ทำงาน (ON) วงจรแลตเตอร์ทั้งหมดที่อยู่ระหว่าง MCR จะทำงาน และจะหยุดทำงานเมื่อคอล์ย MCR ไม่ทำงาน (OFF) ที่จริงแล้ววงจรแลตเตอร์ระหว่างคำสั่ง MCR จะถูกประมวลผลตลอดเวลาตามลำดับการทำงานแต่เอาต์พุตทั้งหมดจะถูกบังคับไม่ทำงาน (OFF) จนกว่าคอล์ย MCR จะทำงาน (ON)

ลองพิจารณาตัวอย่างในรูปที่ 2.22 ถ้า A เป็นจริง (ON) จากนั้นวงจรแลตเตอร์ที่อยู่ถัดไปจะทำงานเป็นปกติ ถ้า A เป็นเท็จ (OFF) วงจรแลตเตอร์ที่อยู่ถัดไปจะยังคงประมวลผลตามปกติ แต่เอาต์พุตทั้งหมดจะถูกบังคับให้หยุดทำงาน (OFF) ส่วนคำสั่ง MCR ที่เห็นอีกบรรทัดหนึ่งนั้นเป็นตัวอย่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าถึงจุดสิ้นสุดของบล็อกคำสั่ง MCR การใช้ MCR เพื่อแยกส่วนโปรแกรมจะไม่มีผลต่อเวลาสแกน (Scan time) ของโปรแกรมเพราะแลตเตอร์ยังคงถูกประมวลผลตามปกติ



รูปที่ 2.22 ไตอะแกรมแลตเตอร์ของคำสั่ง MCR

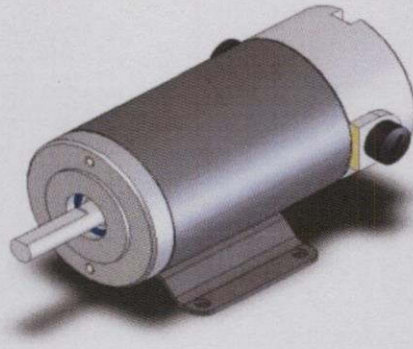
จากรูปที่ 2.22 จะเห็นว่า มีคำสั่ง SET และ RESET อยู่ภายในบล็อกของคำสั่ง MCR ดังนั้น บิตที่ถูก SET ให้ทำงาน (ON) ขณะที่คำสั่ง MCR ทำงานอยู่นั้น จะไม่หยุดทำงาน (OFF) แม้ว่าคำสั่ง MCR จะหยุดทำงานไปแล้ว ซึ่งจะแตกต่างกับคำสั่งเอาต์พุตปกติที่จะถูกบังคับให้หยุดทำงาน (OFF) ทั้งหมด ถ้าภายในบล็อกของคำสั่ง MCR มีคำสั่งอื่น เช่น Timer การเปิดคอล์ย MCR จะทำให้ Timer ถูกบังคับให้หยุดทำงาน (OFF) เช่นกัน ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วเอาต์พุตของยูนิตเอาต์พุตไม่ควรอยู่ในบล็อกคำสั่ง MCR เว้นแต่ว่าต้องการให้เอาต์พุตเหล่านั้นหยุดทำงานเมื่อปิดคอล์ยของคำสั่ง MCR

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นหลักการสร้างไตอะแกรมแลตเตอร์จากคำสั่งต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ ในทางปฏิบัติอาจต้องทำความเข้าใจกับวิธีการใช้คำสั่งของพีแอลซี จากผู้ผลิตแต่ละรายอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีรูปแบบและสัญลักษณ์ที่แตกต่างจากตัวอย่างในเนื้อหาไปบ้าง แต่แนวทางการใช้งานจะเหมือนกัน

2.2 ทฤษฎีและหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์คือเครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical Energy) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ถูกนำไปร่วมใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าถึงประมาณ 80-90% ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) แสดงดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



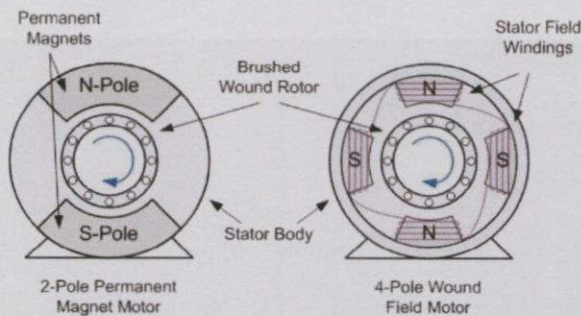
รูปที่ 2.23 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตมาใช้งาน มีโครงสร้างและส่วนประกอบคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกัน มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกัน แตกต่างกันตรงการนำไปใช้งาน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิดไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟตรงออกมา ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนเกิดพลังกลขึ้นมา ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ สเตเตอร์ (Stator) และโรเตอร์ (Rotor)

2.2.1.1 สเตเตอร์ (Stator)

สเตเตอร์คือส่วนที่ยึดอยู่กับที่ ประกอบด้วย เฟรม (Frame) เป็นโครงภายนอก ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ดังรูปที่ 2.24 และยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด โดยแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบาง กั้นด้วยฉนวน ประกอบกับแท่งยึดติดกับเฟรม และส่วนขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) พันอยู่รอบแกนของขั้วแม่เหล็ก ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็ก และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาร์เมเจอร์ (Armature) ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

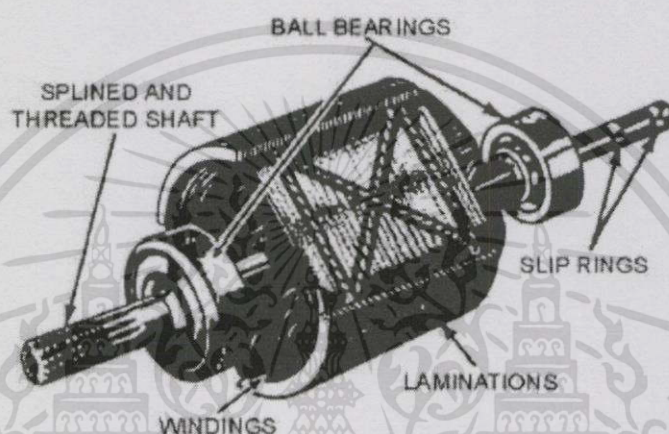


รูปที่ 2.24 สเตเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรงแบบ 2 โพล และแบบ 4 โพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 โรเตอร์ (Rotor)

โรเตอร์คือส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งมีขดลวดอาร์เมเจอร์พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) และมีคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ยึดติดอยู่ที่ส่วนปลายของขดลวดอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 2.25 ในส่วนนี้คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวสัมผัสกับแปรงถ่านคาร์บอน (Carbon Brushes) ที่อยู่ในมอเตอร์เพื่อให้กระแสไหลผ่านไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น จึงเกิดการหักล้างและการเสริมกันกับสนามแม่เหล็ก ที่เกิดจากขดลวดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนได้



รูปที่ 2.25 โรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบที่สำคัญของโรเตอร์มีดังนี้

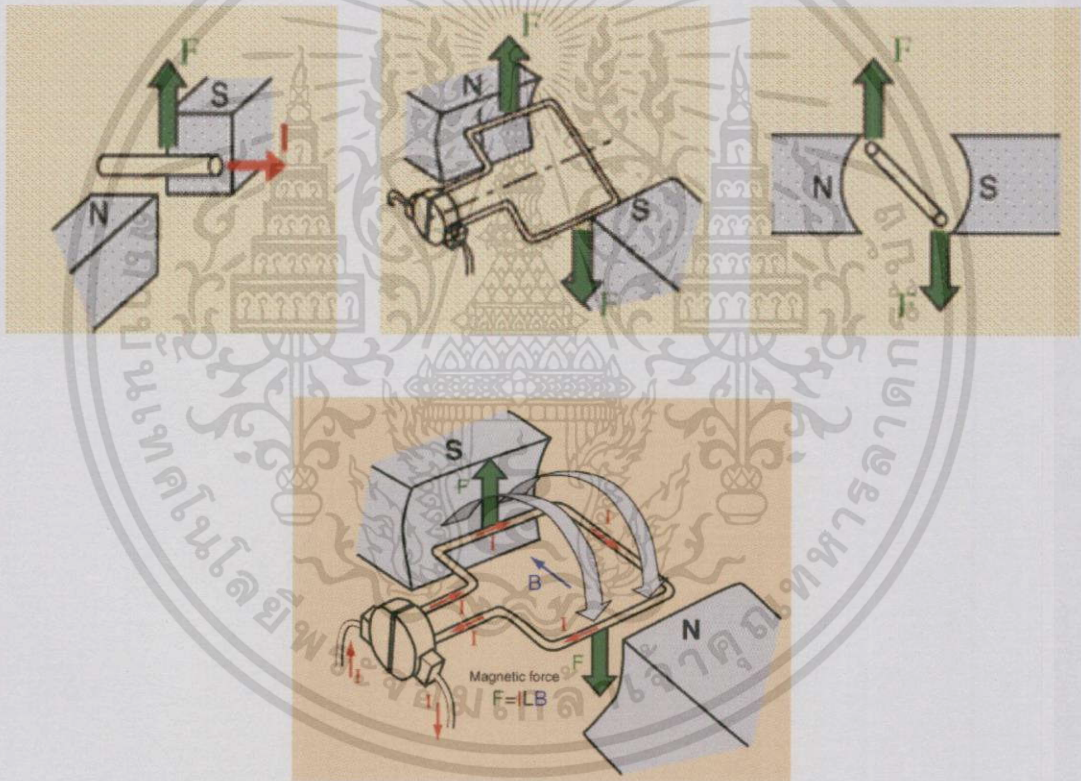
1. แกนเพลลา (Shaft) ใช้สำหรับยึดตัวคอมมิวเตเตอร์และแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ประกอบกันเป็นตัวโรเตอร์ แกนเพลลานี้วางอยู่บนแบริ่งเพื่อบังคับให้หมุนอยู่หนึ่งไม่มีการสั่นสะเทือน
2. แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ อัดจนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับใช้พันขดลวดอาร์เมเจอร์
3. คอมมิวเตเตอร์ ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่ แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (Mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลาเป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่านเพื่อรองรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้าง และเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนที่เกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้ว
4. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดที่พันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์เมเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) เป็นมอเตอร์แบบเบื้องต้นที่ถูกผลิตมาใช้งาน และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Source) มอเตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากมอเตอร์กระแสตรง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตัวนำจะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ขั้ว มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน เกิดแรงผลักกันทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้ การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.26

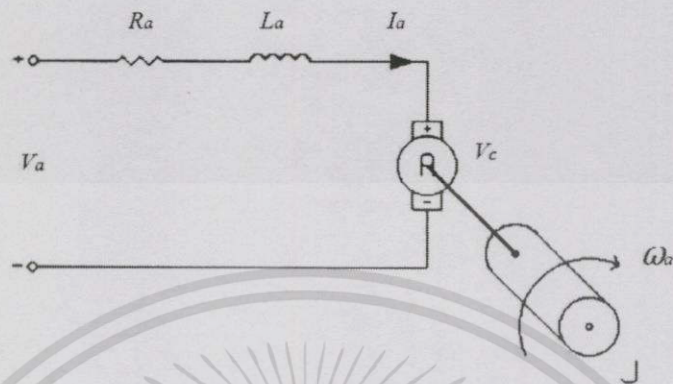


รูปที่ 2.26 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 2.26 เป็นการดำเนินงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนไป ในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์ เหมือนกับ ขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไป ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน



รูปที่ 2.27 วงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เมื่อพิจารณาวงจรสมมูลของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมดังรูปที่ 2.27 พบว่า แรงดันไฟฟ้าต้านกลับในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าดังสมการที่ (2.1)

$$V_c = V_a - I_a R_a - L \frac{dI_a}{dt} \quad (2.1)$$

และสำหรับสมการแรงบิดที่มอเตอร์สร้างขึ้นสามารถหา T_d ได้ดังสมการที่ (2.2)

$$T_d = K_a \phi I_a \quad (2.2)$$

เมื่อ

- K_a คือ ค่าคงที่อาร์เมเจอร์
- ϕ คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก
- V_a คือ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- V_c คือ แรงดันไฟฟ้าต้านกลับที่เกิดขึ้นในอาร์เมเจอร์
- I_a คือ กระแสที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์
- R_a คือ ค่าความต้านทานของอาร์เมเจอร์
- L คือ ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มอเตอร์ Cool Muscle

Cool Muscle คือ นวัตกรรมใหม่ของระบบมอเตอร์ในงานอุตสาหกรรม โดยได้นำคุณสมบัติพิเศษของ Servo Motor และ Stepping Motor มาพัฒนาเพื่อลดช่องว่างระหว่างมอเตอร์ทั้งสอง โดยปัจจุบันได้รับความนิยมสูงในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยลักษณะเด่นที่ทำให้ได้รับความนิยมดังนี้

1. **Integrated Controller** ภายในจะติดตั้ง CPU RISC ขนาด 32 Bit โดยจะมีที่เป็นโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ และโปรแกรมการติดต่อแบบ Network

2. **Intergrated Driver** เป็น Driver 24 Vdc โดยมีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบ Vector Driver สามารถเคลื่อนที่ 3000 รอบต่อนาที และเคลื่อนที่แบบ Close Loop

3. **High Resolution Magnetic Encoder** ภายในจะติดตั้ง Encoder โดยสามารถปรับแต่งความละเอียดจาก 200-50000 PPS จะทำให้มอเตอร์มีความละเอียดสูงถึง 0.0072° หรือ 0.43 arch minute

จากคุณสมบัติข้างต้นทำให้ Cool Muscle เหมาะในการนำไปพัฒนาเครื่องจักร โดยมีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ ความสามารถสูงซึ่งจะเป็นทางเลือกใหม่ในการพัฒนาเครื่องจักร



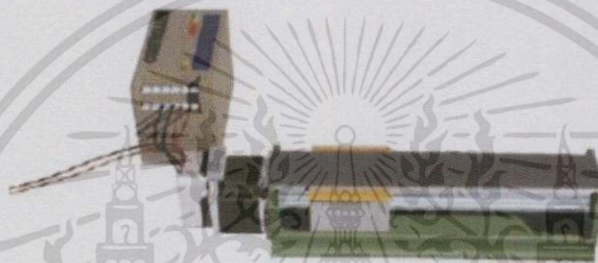
รูปที่ 2.28 มอเตอร์ Cool Muscle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ชนิดของ Cool Muscle

P Type คือ Cool Muscle ที่สามารถรับสัญญาณ Pulse จาก Controller หรือพีแอลซี สั่งงานให้เคลื่อนที่ โดยมีรูปแบบของการรับสัญญาณ Pulse แบบ CW/CCW และ Step/Direction โดยสามารถรองรับความต้องการดังนี้

- ต้องการควบคุมด้วยระบบ Pulse
- ต้องการเพิ่มความสามารถของเครื่องจักร
- ต้องการแก้ไขปัญหาของระบบ Open Loop
- ต้องการลดพื้นที่และต้นทุน



A typical Slider system with P type Cool Muscle

รูปที่ 2.29 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด P Type

V Type คือ Cool Muscle ที่สามารถเคลื่อนที่ตามสัญญาณ Analog โดยสามารถควบคุมความเร็วและตำแหน่งได้โดยสามารถรองรับความต้องการดังนี้

- ต้องการควบคุมด้วยสัญญาณ Analog
- ต้องการลดพื้นที่และต้นทุน
- ต้องการวิธีควบคุมที่ง่าย ๆ



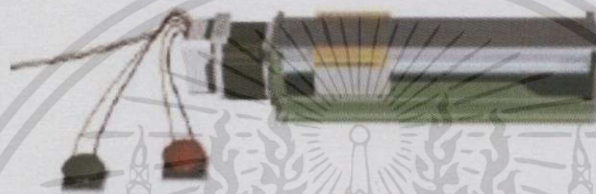
A slider system with V type Cool Muscle controlled by a joy stick

รูปที่ 2.30 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด V Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C Type คือ Cool Muscle ที่สามารถโปรแกรมตำแหน่งการเคลื่อนที่ไว้ในตัวมอเตอร์ แล้วใช้สวิทช์ในการสั่งงาน สามารถรองรับ Command จากคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถต่อแบบ Network ได้ด้วยโดยสามารถรองรับความต้องการดังนี้

- ต้องการควบคุมการทำงานแบบ Motion
- ใช้สัญญาณ Digital สั่งการทำงาน
- ต้องการควบคุมการทำงานผ่าน Computer
- ต้องการใช้งาน Multi Axis



A slider system with a pre-programmed C type Cool Muscle.

รูปที่ 2.31 มอเตอร์ Cool Muscle ชนิด C Type

2.3.2 การใช้งาน Cool Muscle เบื้องต้น

การใช้งาน Cool Muscle จะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

- การควบคุมโดยใช้ Dynamic Command (สามารถใช้ได้ใน Cool Muscle ทุกรุ่น)
- การใช้งานแบบ Programming Command (สามารถใช้ได้กับ C Type)

2.3.2.1 Dynamic Command

Dynamic Command คือ การสั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle โดยอาศัยการส่งคำสั่ง ASCII Code ผ่าน Comport PLC หรือ Microcontroller ซึ่งสัญลักษณ์ต่างๆ จะมีความหมายและหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

Motion Command คือ คำสั่งที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ได้แก่

P คือ ตำแหน่ง หรือระยะทางที่มอเตอร์เคลื่อนที่ไปมีหน่วยเป็น Pulse เช่น $P=10000$

S คือ ความเร็วของการเคลื่อนที่มีหน่วยเป็น PPS (Pulse Per Second) เช่น $S=100$

A คือ อัตราเร่งและอัตราลดของการเคลื่อนที่มีหน่วยเป็น $Kpps^2$ เช่น $A=100$

โดยในการที่มอเตอร์จะเคลื่อนที่ได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการอ้างถึงตำแหน่งที่จะเคลื่อนที่ อ้าง

ถึงความเร็วและอัตราเร่งของการเคลื่อนที่เป็นอันดับแรกก่อนที่จะสั่งงานมอเตอร์ให้เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Execution Command คือ คำสั่งที่เกี่ยวกับการสั่งงานมอเตอร์

^ คือ การสั่งงานให้มอเตอร์เคลื่อนที่

P=100000

S=100

A=1000

^

~ คือ การสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ตามระยะทางโดยจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและอัตราเร่ง

สูงสุด

P=10

~

P=1000

~

P=10000

~

| คือกลุ่มคำสั่งการ Origin

| คือ การเคลื่อนที่เข้าหา Origin

| 1 คือ Origin Sensor

| 2 คือ การกำหนดให้ตำแหน่งของมอเตอร์เป็น 0

] คือ คำสั่งหยุด

) คือ สั่งให้มอเตอร์ Free

(คือ สั่งให้มอเตอร์ทำงาน

2.3.2.2 Program Command

การใช้งาน Cool Muscle ด้วยการเขียนโปรแกรมลงในมอเตอร์ซึ่งจะใช้ภาษาของ Cool Muscle โดยลักษณะการควบคุมการเคลื่อนที่คล้ายกับ Dynamic Command ต่างกันเพียงผู้ใช้สามารถกำหนดการเคลื่อนที่ครั้งละหลายๆ ตำแหน่งและสามารถบันทึกลงในตัวของมอเตอร์โดยตรง นอกจากนี้ ได้มีการเพิ่มคำสั่งในส่วนการกระโดด เงื่อนไขเป็นต้น โดยกลุ่มคำสั่งสามารถแบ่งและอธิบายได้ดังนี้

Motion Command

P คือ ตำแหน่งมืออยู่ 25 Memory ค่าสูงสุดคือ 999999999

S คือ ความเร็วมืออยู่ 15 Memory ค่าสูงสุดคือ 32767

A คือ อัตราเร่งมืออยู่ 8 Memory ค่าสูงสุดคือ 32767

T คือ การหน่วงเวลามีหน่วยเป็น msec มี 8 Memory ค่าสูงสุดคือ 32767

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การโปรแกรมสามารถทำได้โดย ต้องกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ต้องการก่อน

$P1=100000, S1=100, A1=50, T1=1000$

การเริ่มเขียนโปรแกรมและการอ่านโปรแกรม

$S1, A1, P1, T1$

คือการเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่ง P1 ด้วยความเร็ว S1 และอัตราเร่ง A1 และหยุดหน่วงเวลาด้วย T1

Program Bank คือ Bank ต่างๆ ของ Memory ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมของ Cool Muscle โดยมีทั้งหมด 15 Bank ตั้งแต่ Bank 1-15 ซึ่งปกติในการใช้ C Type และ Run Stand Alone จะสามารถใช้งาน Bank 1-3 ในการเริ่มต้นโปรแกรมที่บันทึกในตัวมอเตอร์

B1

$S1, A1, P1$

$P2, P3$

C คือ การเรียก Bank Program ต่างๆ มาทำงานเมื่อจบโปรแกรมใน Bank นั้น ก็ทำงานในลำดับถัดไป

B1 (beginning of program bank 1)

C2 (call B2 and execute)

C3 (call B3 and execute)

B2 (beginning of program bank 2)

$S3, A1, P1$

B3 (beginning of program bank 3)

$S2, A2, P3$

J คือ การกระโดดไปทำงานใน Bank Program ต่างๆ

B1 (beginning of program bank 1)

$A1, S1, P3$

J2 (jump to B2 and execute)

B2 (beginning of program bank 2)

x10(loop 10 times)

$S3, A1, P1$

(It does not go back to B1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน

1. การเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน (Point to Point)

การกำหนดค่าต่างๆ

$$P1=20000$$

$$P2=72000$$

$$P3=120000$$

$$P4=500000$$

$$S1=5500$$

$$S2=7000$$

$$S3=8500$$

$$S4=10000$$

$$A1=200$$

$$A2=500$$

$$A3=800$$

การเรียกใช้ค่าต่างๆ

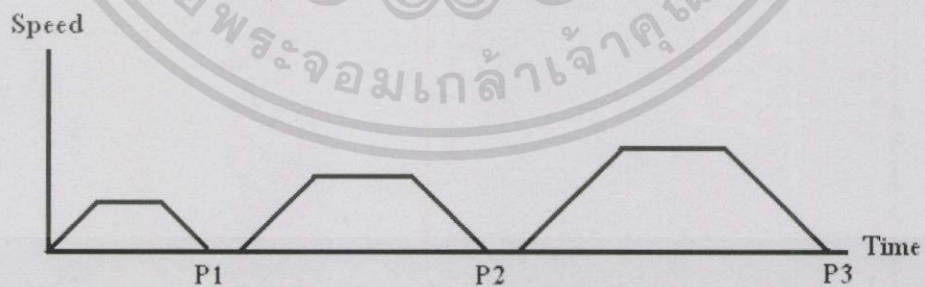
B1

A1,S1,P1

S2,P2

S3,P3

ลักษณะของการเคลื่อนที่



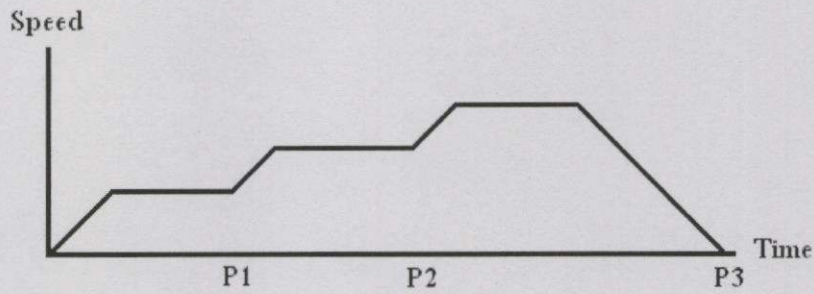
รูปที่ 2.32 การเคลื่อนที่โดยใช้ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน

2. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วต่างกัน (Continue Point to Point)

B2

A1,S1,P1,S2,P2,S3,P3

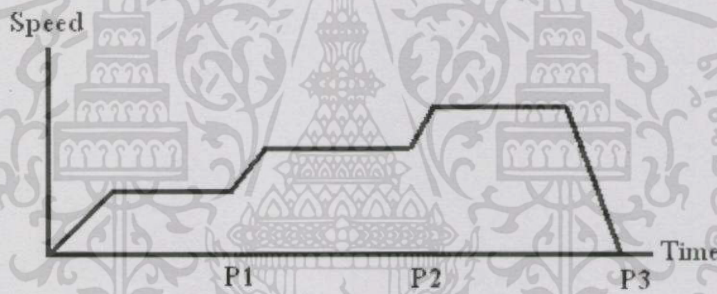
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วต่างกัน

3. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน (Continue Point to Point)

B3
A1,S1,P1,A2,S2,P2,A3,S4,P3

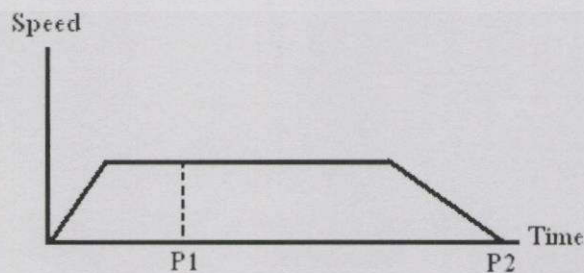


รูปที่ 2.34 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่ความเร็วและอัตราเร่งต่างกัน

4. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่อัตราเร่งต่างกัน (Continue Point to Point)

B5

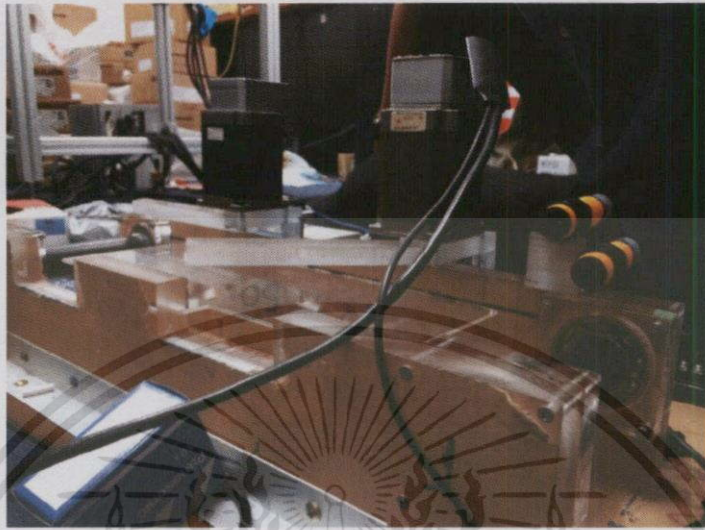
A1,S1,P1,A2,P2



รูปที่ 2.35 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องแต่อัตราเร่งต่างกัน

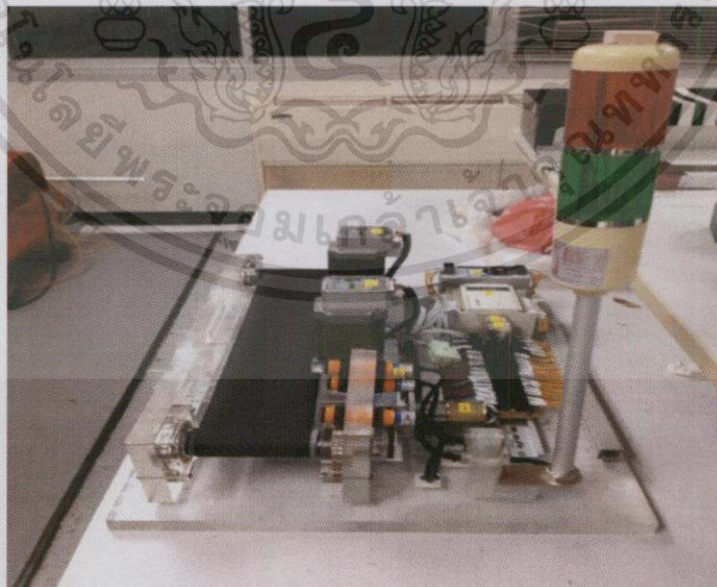
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายพานหมุน วัสดุที่ใช้ทำรางสายพานลำเลียงเป็นอคริลิก (Acrylic) เช่นเดียวกับกับส่วนที่เป็นโครงสร้างของฐาน โดยรางสายพานลำเลียงจะมีขนาด 10 x 50 x 2 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 รางสายพานลำเลียง

หลังจากที่ได้ขึ้นรูปชิ้นงานในส่วนที่เป็นฐานและรางสายพานลำเลียง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเครื่องคัดแยกวัตถุเสร็จแล้ว จากนั้นเราจะนำชิ้นส่วนย่อยต่างมาประกอบเข้ากับชิ้นส่วนหลัก พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรมโซลิดเวิร์ก ดังรูปที่ 3.3

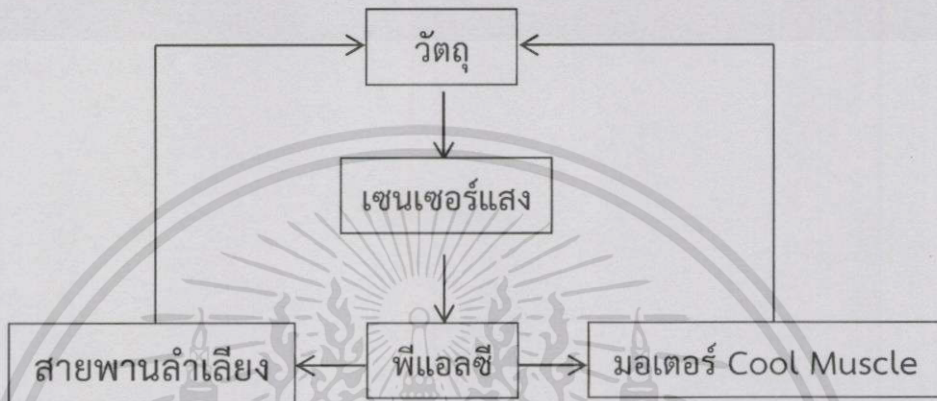


รูปที่ 3.3 เครื่องคัดแยกวัตถุที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องตัดแยกวัตถุ

การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่องตัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติ ในเบื้องต้นนั้นต้องเข้าใจถึงหลักการทำงานในภาพรวมของระบบการทำงานทั้งหมดก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงนำมาเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้เครื่องตัดแยกวัตถุสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ หลักการทำงานในภาพรวมของเครื่องตัดแยกวัตถุ ดังแผนผังในรูปที่ 3.4



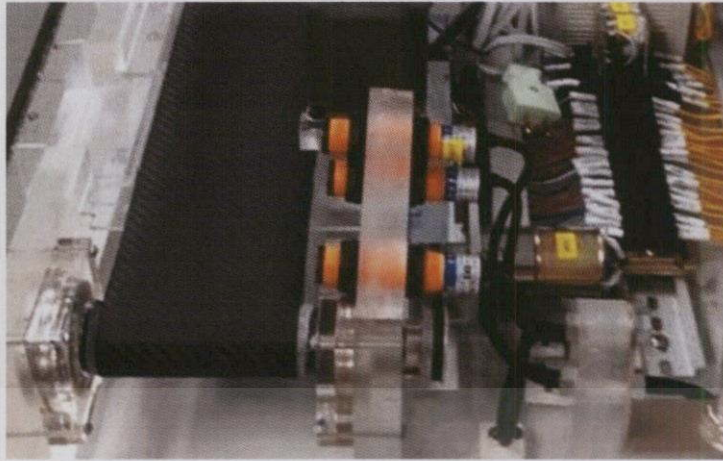
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของเครื่องตัดแยกวัตถุ

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าระบบการทำงานของเครื่องตัดแยกวัตถุด้วยสายพานลำเลียงอัตโนมัติประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

- เซนเซอร์แสง
- พีแอลซี
- มอเตอร์ Cool Muscle

3.2.1 เซนเซอร์แสง

เซนเซอร์แสงเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับโครงการนี้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุ แล้วส่งค่าที่วัดได้ไปที่พีแอลซีเพื่อสั่งงานให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหมุนสายพาน จากนั้นจะมีเซนเซอร์แสงอีกสองตัวทำหน้าที่ในการตรวจจับวัตถุเพื่อวัดขนาดความสูงของวัตถุที่ผ่านเข้ามา และส่งค่าที่วัดได้ไปที่พีแอลซีอีกครั้ง เพื่อพีแอลซีประมวลผลแล้วสั่งการให้มอเตอร์ Cool Muscle ผลักวัตถุ

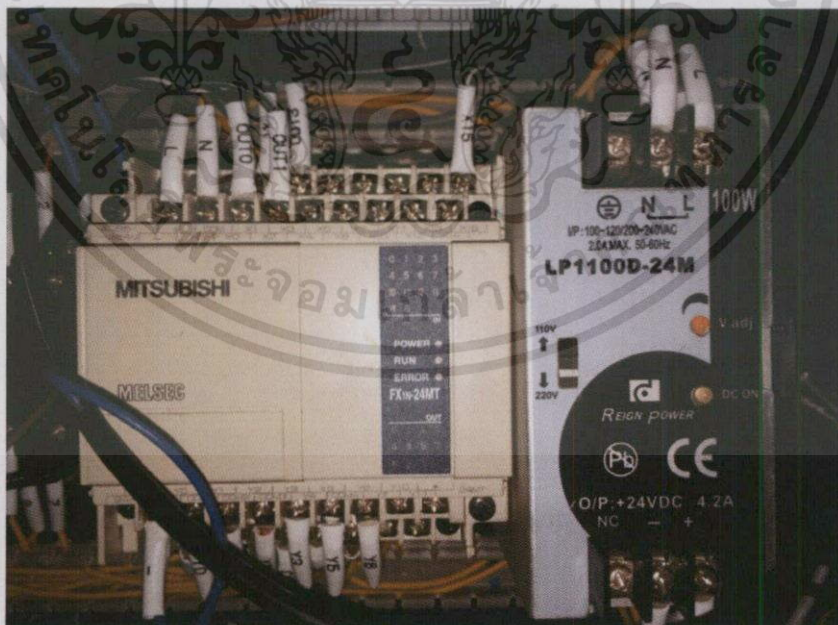


รูปที่ 3.5 เซนเซอร์แสงที่ใช้ตรวจจับวัตถุ

3.2.2 พีแอลซี

พีแอลซีเปรียบเสมือนหัวใจหลักของโรงงานขึ้นนี้เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการสั่งการอุปกรณ์ทั้งหมดให้ทำงานอัตโนมัติ ในที่นี้เราจะใช้ภาษาแลตเตอร์ในการเขียนคำสั่งการลงบนพีแอลซีเพื่อสั่งการให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานตามแผนงานที่ได้ออกแบบไว้

สำหรับพีแอลซีที่ใช้ในโรงงานนี้เป็นยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX1N-24MT มีเอาต์พุต 15 จุด อินพุต 8 จุด ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 พีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX1N-24MT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 มอเตอร์ Cool Muscle

มอเตอร์ Cool Muscle ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นมอเตอร์ชนิด P Type สามารถรับสัญญาณ Pulse จาก Controller หรือพีแอลซี สั่งงานให้เคลื่อนที่ โดยมีรูปแบบของการรับสัญญาณ Pulse แบบ CW/CCW และ Step/Direction โดยจะนำมาประกอบเข้ากับรางสายพานลำเลียง เพื่อใช้เป็นตัวผลักดันวัตถุให้ตกลงช่องที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.7 มอเตอร์ Cool Muscle ที่ใช้ในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

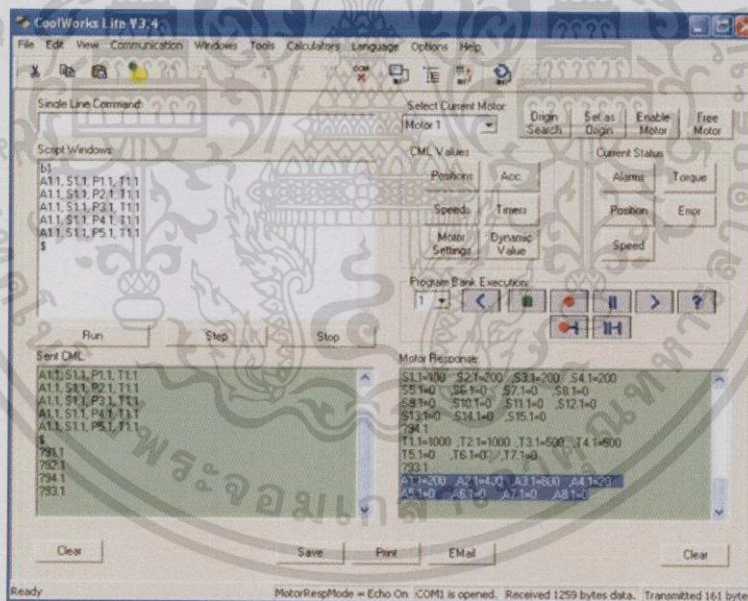
ผลการจำลอง

ในบทนี้เป็นการแสดงวิธีการเขียนโปรแกรมเซตค่าอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องตัดแยกวัสดุ เพื่อให้เครื่องจำลองทำงานได้ตรงตามที่เราออกแบบไว้ ทั้งการเขียนโปรแกรมสั่งงานให้พีแอลซีและมอเตอร์ Cool Muscle

4.1 การทดลองเซตค่ามอเตอร์ Cool Muscle ในโครงการนี้

ในการเขียนโปรแกรมการใช้งาน Cool Muscle นั้นจะใช้วิธีการกำหนดค่าตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่งและค่าต่างๆ ก่อนจากนั้นจึงเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกใช้งาน โดยเราจะเริ่มต้นทดลองเซตค่าให้มอเตอร์ Cool Muscle สามารถทำได้ดังนี้

4.1.1 โปรแกรม Cool Works ที่ใช้สั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle



รูปที่ 4.1 หน้าต่างโปรแกรม Cool Work

โดยโปรแกรมนี้อาจจะเคลื่อนที่ไป 5 ตำแหน่ง โดยระยะการเคลื่อนที่จะถูกระบุโดยค่าในตำแหน่งของ p1, p2, p3, p4 และ p5 โดยตัวโปรแกรม A1,S1,P1,T1 คือการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่ 1 ความเร็วที่ 1 ความเร่งที่ 1 และเมื่อถึงตำแหน่งที่หนึ่งแล้วจะหน่วงเวลาเท่ากับ t1 นอกจากการเขียนโปรแกรมข้างต้นแล้ว สามารถพัฒนาให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น Sensor หรือ Switch โดยการกำหนดค่าให้กับ Input/Output โดยผู้ใช้งานจะต้องกำหนดในส่วนของ Motor Browser เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Windows โดยค่าพารามิเตอร์จะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งย่อยเป็นหมวดต่างๆ โดยเข้าไปที่เมนู User Parameter จากตัวอย่างจะใช้

- input 1 : Run Program
- input 2 : Run Single Step
- input 3 : Origin Sensor
- input 4 : Go Origin

4.1.2 โค้ดที่ใช้เขียนสั่งงานมอเตอร์สำหรับโครงการนี้

?1.1

A1.1, S1.1, P1.1, T1.1

A1.1, S1.1, P25.1

?91.1

P1.1=153 ,P2.1=2000 ,P3.1=3000 ,P4.1=10850

P5.1=10 ,P6.1=0 ,P7.1=0 ,P8.1=0

P9.1=0 ,P10.1=0 ,P11.1=0 ,P12.1=0

P13.1=0 ,P14.1=0 ,P15.1=0 ,P16.1=0

P17.1=0 ,P18.1=0 ,P19.1=0 ,P20.1=0

P21.1=0 ,P22.1=0 ,P23.1=0 ,P24.1=0

P25.1=0

?93.1

A1.1=10 ,A2.1=200 ,A3.1=200 ,A4.1=500

A5.1=0 ,A6.1=0 ,A7.1=0 ,A8.1=0

?92.1

S1.1=5 ,S2.1=250 ,S3.1=500 ,S4.1=100

S5.1=0 ,S6.1=0 ,S7.1=0 ,S8.1=0

S9.1=0 ,S10.1=32767 ,S11.1=0 ,S12.1=0

S13.1=0 ,S14.1=0 ,S15.1=0

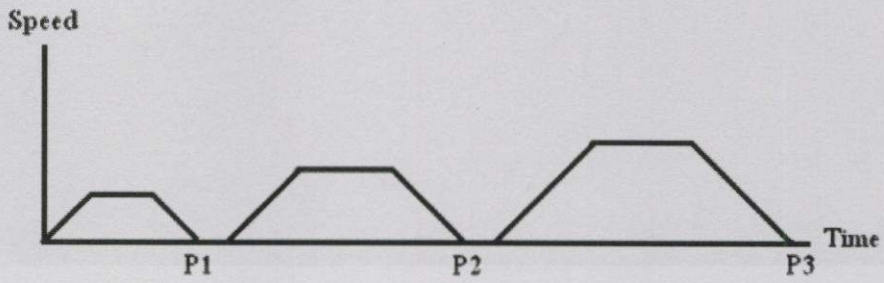
?94.1

T1.1=5000 ,T2.1=1000 ,T3.1=2000 ,T4.1=10

T5.1=0 ,T6.1=0 ,T7.1=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ลักษณะของการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ Cool Muscle



รูปที่ 4.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ Cool Muscle

4.1.4 การต่อใช้งานมอเตอร์ Cool Muscle ร่วมกับพีแอลซี



รูปที่ 4.3 การต่อใช้งานมอเตอร์ Cool Muscle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองระบบสายพานลำเลียงและคัดแยก ซึ่งเราได้กำหนดขนาดความสูงต่ำของวัตถุเอาไว้ โดยที่วัตถุต่ำกว่าจะตกไปที่ช่องแรก และวัตถุสูงจะตกไปที่ช่องที่สอง ซึ่งเป็นไปตามที่เราได้กำหนดและออกแบบไว้ แต่ยังมีคามผิดพลาดอยู่เล็กน้อยหากวางวัตถุต่อเนื่องหรือถี่เกินไปหาที่เรากำหนดและออกแบบไว้ แต่ยังมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อยหากวางวัตถุต่อเนื่องหรือถี่เกินไปหาที่เรากำหนดและออกแบบไว้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ปัญหา

จากการทดลองเราพบปัญหาที่ตามมาหลายอย่างทั้งปัญหาการออกแบบ ตัวแบบจำลองสายพาน และการเขียนโปรแกรม ทั้งนี้เราจะบอกปัญหาเป็นข้อๆ ดังนี้

1. การตัดตัวชิ้นงานโดยใช้เครื่อง CNC บางครั้งก็ตัดออกมาผิดขนาด ไม่เป็นไปตามที่เราต้องการหรือออกแบบไว้ ทำให้ตัวชิ้นงานผิดเพี้ยนจากขนาดที่เรากำหนด
 - วิธีแก้ไข เราจะวัดค่าหรือขนาดชิ้นงานใหม่และดูว่าเครื่องตัดเกิดข้อผิดพลาดไปเท่าไร เราก็จะปรับลดหรือเพิ่มสเกลจากของจริง เพื่อห้กลับกับค่าความผิดพลาดของเครื่องตัด
2. ตัวไม้กั้นวัตถุที่เราออกแบบมามีความจำกัดในการคัดแยก โดยถ้าเราทดลองใช้กล่องที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมหรือเป็นทรงลูกบาศร์ วัตถุจะไม่สามารถไหลลงช่องและจะติดอยู่ที่ไม้กั้น
 - วิธีแก้ไข ใช้วัตถุที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมาใช้แทน เมื่อวัตถุกระทบกับไม้กั้น วัตถุก็จะไหลลงช่องตามต้องการ
3. เราพบว่าบางครั้งวัตถุมากระทบกับไม้กั้นวัตถุยังไม่ตกช่องไม้กั้นจะมีการตีกลับไปที่ก่อนทำให้วัตถุไม่ตกลงไปในช่อง
 - วิธีแก้ไข เมื่อพบว่าไม้กั้นตีกลับก่อนที่วัตถุจะตกลงช่อง แสดงว่าเราเขียนโปรแกรมหน่วงเวลาน้อยไป เราก็ไปปรับที่ตัวโปรแกรมควบคุมให้ไม้กั้นหน่วงเวลานานขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

1. สามารถนำชุดจำลองสายพานลำเลียงและคัดแยกไปประยุกต์ใช้งานได้จริง และสามารถออกแบบวิธีการคัดแยกวัตถุในรูปแบบอื่นๆ ได้อีก
2. สามารถนำคุณสมบัติของมอเตอร์ Cool Muscle ไปออกแบบใช้งานในลักษณะอื่นๆ ได้อีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงการนี้ได้ใช้เซนเซอร์แบบสะท้อนแสงเพื่อตรวจจับวัตถุ ผู้ที่สนใจในโครงการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ โดยเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดอื่นๆ ก็สามารถทำได้ไม่ว่าจะเป็นเซนเซอร์คัดแยกสีหรือเซนเซอร์คัดแยกขนาด

4. โครงการนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการออกแบบสายพานลำเลียงให้ยาวขึ้นตามความต้องการ และออกแบบไม้กั้นให้ตื้นขึ้นได้ เพื่อลดข้อจำกัดในการคัดแยกวัตถุได้

5. มอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมไม้กั้นวัตถุในโครงการนี้ สามารถปรับไปใช้มอเตอร์แบบอื่นๆ ได้อีกตามความต้องการของผู้ที่สนใจจะพัฒนา

6. โครงการนี้สามารถใช้ตัวควบคุมแบบอื่นได้นอกจากพีแอลซี โดยอาจเขียนเป็นภาษาซี โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมแล้วแต่ความถนัดของผู้ที่จะพัฒนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกียรติศักดิ์ จันทร์แดง. Solidworks การออกแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : วิตตี้กรุ๊ป. 2549.
- [2] Mr.premiera. “การควบคุม Servo motor.” [Online]. Available : http://www.premier-ac.co.th/index.php?lay=boardshow&ac=webboard_show&No=1195843



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

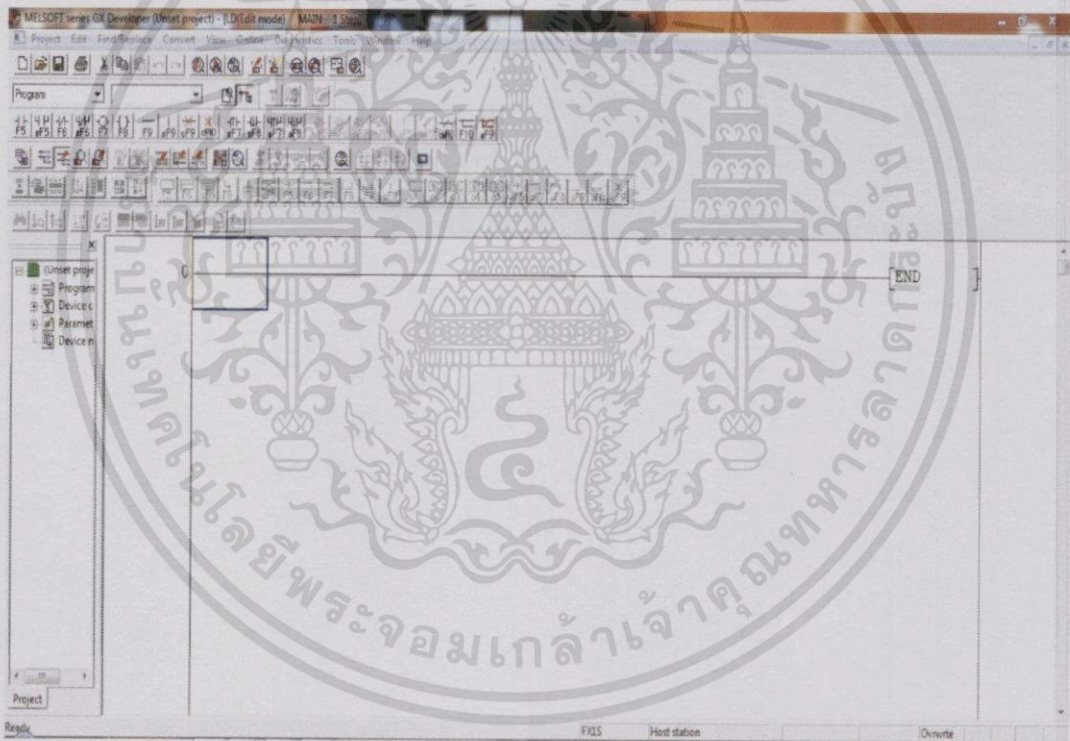
ภาคผนวก ก

โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ

ในบทนี้จะอธิบายถึงส่วนของโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนโปรแกรมสั่งงานที่ใช้สั่งงานพีแอลซี และโปรแกรมที่ใช้สั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle

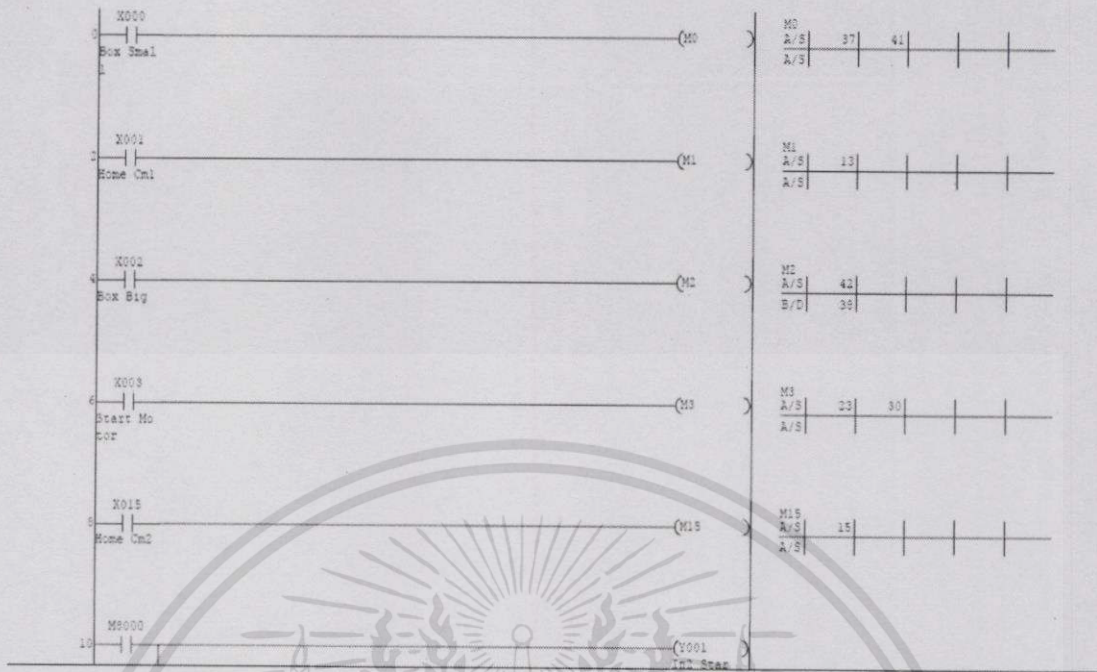
ก.1 โปรแกรมสั่งงานพีแอลซี

โปรแกรมที่ใช้สั่งงานพีแอลซีในโครงการนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม GX Developer ในการเขียนโปรแกรมภาษาแลตเตอร์ ดังรูปที่ ก.1 และโค้ดโปรแกรมภาษาแลตเตอร์ ดังรูปที่ ก.2, ก.3, ก.4 ตามลำดับ

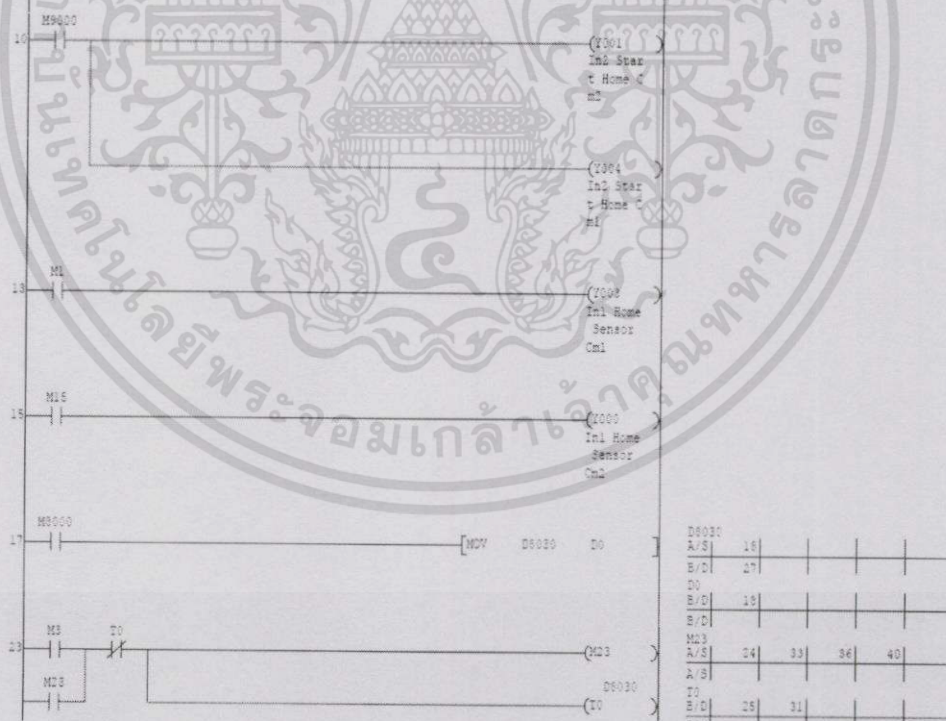


รูปที่ ก.1 หน้าต่างโปรแกรม GX Developer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

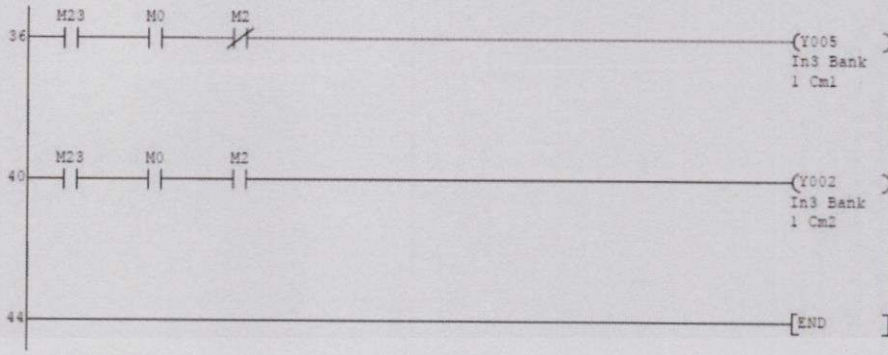


รูปที่ ก.2 โค้ดโปรแกรมภาษาแลตเตอร์ส่วนที่ 1



รูปที่ ก.3 โค้ดโปรแกรมภาษาแลตเตอร์ส่วนที่ 2

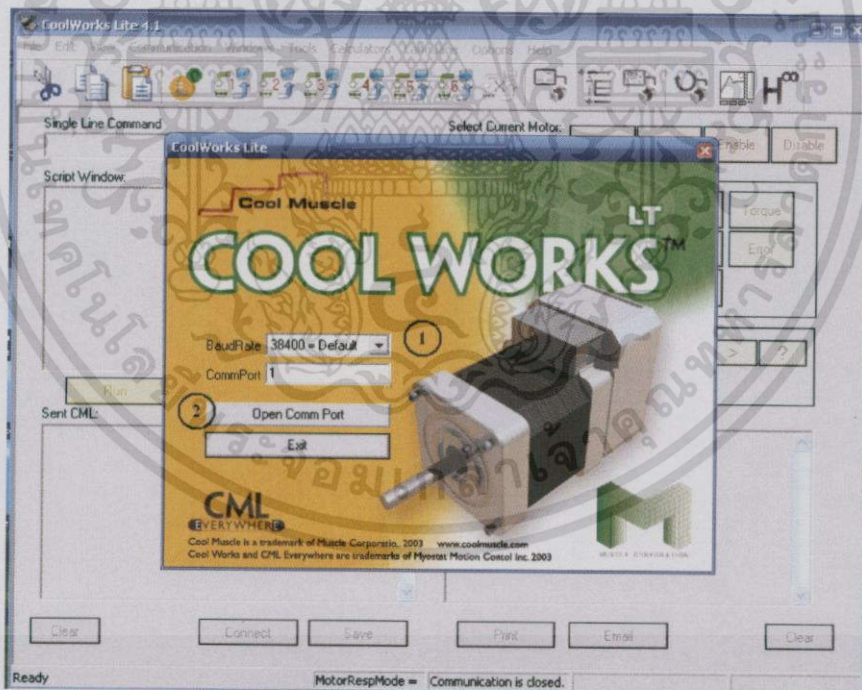
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 โค้ดโปรแกรมภาษาแลตเตอร์ส่วนที่ 3

ก.2 โปรแกรมสั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle

โปรแกรมสั่งงานมอเตอร์ Cool Muscle ที่ใช้ในโครงงานนี้เลือกใช้โปรแกรม Cool Work ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาให้ใช้งานกับชิปที่ติดอยู่บนตัวของมอเตอร์ Cool Muscle โดยเฉพาะ มีลักษณะหน้าต่างโปรแกรม ดังรูปที่ ก.5 และโค้ดโปรแกรมสั่งการ

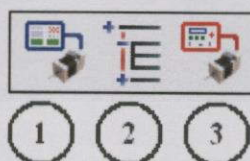


รูปที่ ก.5 หน้าต่างโปรแกรม Cool Work

โดยหน้าต่างนี้จะเป็นส่วนของการเริ่มต้นใช้โปรแกรมโดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกความเร็วของ Baud Rate โดยจะเป็นความเร็วของสัญญาณ RS 232 ที่ติดต่อกับมอเตอร์โดยปกติจะอยู่ที่ 38400 Hz (Default) และผู้ใช้งานจะต้องเลือก Port ของ Com Port ที่ติดต่อกับมอเตอร์ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ของลูกค้า โดยปรับแต่งทั้งสองจะอยู่ที่หมายเลขที่ 1 เมื่อปรับแต่งเรียบร้อยแล้วก็ทำการเปิด Port โดยกดปุ่มที่หมายเลขที่ 2

โดยโปรแกรม Cool Work จะแบ่งหน้าต่างการทำงานเป็นโหมดต่างๆ ซึ่งจะแยกกันอิสระต่อกันโดยสามารถแยกได้ดังนี้



รูปที่ ก.6 ปุ่มสั่งงานบนหน้าต่างใช้งาน

1. Terminal Window คือ ส่วนที่ใช้ในการโปรแกรมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ การกำหนดค่าต่างๆ ของการเคลื่อนที่ และการดูค่าต่างๆ จากการเคลื่อนที่ของมอเตอร์
2. Motor Browser Windows คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับมอเตอร์
3. Jog Motor Window คือ ส่วนที่ใช้ในการสั่งงานมอเตอร์ใน Mode Manual และการทดสอบมอเตอร์โดยในแต่ละส่วนสามารถอธิบายการใช้งานดังนี้

ก.2.1 Terminal Windows

Terminal Windows คือ ส่วนหลักที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมในการควบคุมมอเตอร์ ทั้งการเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ การกำหนดพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ โดยจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ส่วนที่ใช้ในการสั่งงานมอเตอร์แบบ Dynamic Command โดยเมื่อผู้ใช้พิมพ์คำสั่งแล้วทำการกด Enter โปรแกรมจะส่งคำสั่งให้มอเตอร์เลย
2. ส่วนที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมการเคลื่อนที่ และค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่เพื่อส่งให้กับมอเตอร์เพื่อใช้งาน เช่น ค่าตำแหน่ง (p) ความเร็ว (s) เป็นต้น
3. ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงคำสั่งที่โปรแกรมส่งไปยังมอเตอร์ โดยจะเป็นแอสกีโค้ดจริงที่มอเตอร์รับคำสั่งใช้งานซึ่งผู้ใช้สามารถศึกษาเพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมต่อไป
4. ส่วนนี้จะป็นกลุ่มของคำสั่งพื้นฐานของมอเตอร์ ได้แก่
 - Origin Search คือ คำสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปตำแหน่ง Home
 - Set as Origin คือ ส่วนในการกำหนดตำแหน่งที่มอเตอร์กำลังเคลื่อนที่อยูเป็นตำแหน่ง Home
 - Enable Motor คือ คำสั่งที่กำหนดให้มอเตอร์อยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน
 - Free Motor คือ คำสั่งที่กำหนดให้มอเตอร์อยู่ในสภาวะอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

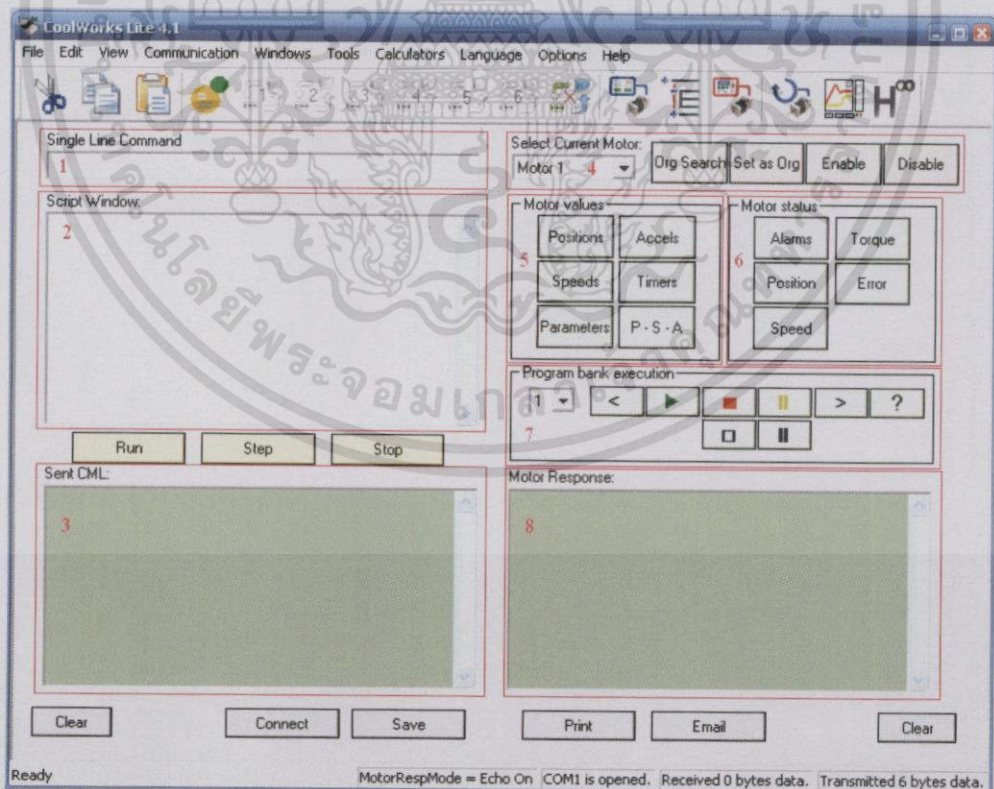
5. ส่วนนี้จะเป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการดูค่าต่างๆ ของมอเตอร์ได้แก่

- Position คือ ตำแหน่งต่างๆ ที่ถูกกำหนดในมอเตอร์ซึ่งสามารถกำหนดได้ 25 ตำแหน่ง โดยอยู่ในรูปค่า p
- Speed คือ ความเร็วต่างๆ ที่ถูกกำหนดในมอเตอร์ซึ่งสามารถกำหนดได้ 15 ตำแหน่งโดยอยู่ในรูปค่า s
- Acc. คือ ค่าอัตราเร่งต่างๆ ที่ถูกกำหนดในมอเตอร์ซึ่งสามารถกำหนดได้ 8 ตำแหน่ง โดยอยู่ในรูปค่า a
- Timer คือ เวลาต่างๆ ที่ถูกกำหนดในมอเตอร์ซึ่งสามารถกำหนดได้ 7 ตำแหน่งโดยอยู่ในรูปค่า t
- Motor Setting คือ ค่าพารามิเตอร์ที่อยู่ในตัวมอเตอร์ซึ่งอยู่ในรูปของ Kxx
- Dynamics Value คือ ค่าตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง ของการเคลื่อนที่ในรูปแบบ Dynamics

6. ส่วนนี้จะเป็นส่วนแสดงผลค่าต่างๆ ของมอเตอร์ ซึ่งสามารถแสดงตำแหน่ง ความเร็ว

7. ส่วนนี้จะเป็นปุ่มคำสั่งที่ใช้ในการ Start/Stop และเลือกโปรแกรม

8. ส่วนนี้จะเป็นแสดงการตอบสนองของมอเตอร์ว่าได้รับคำสั่งใดบ้าง

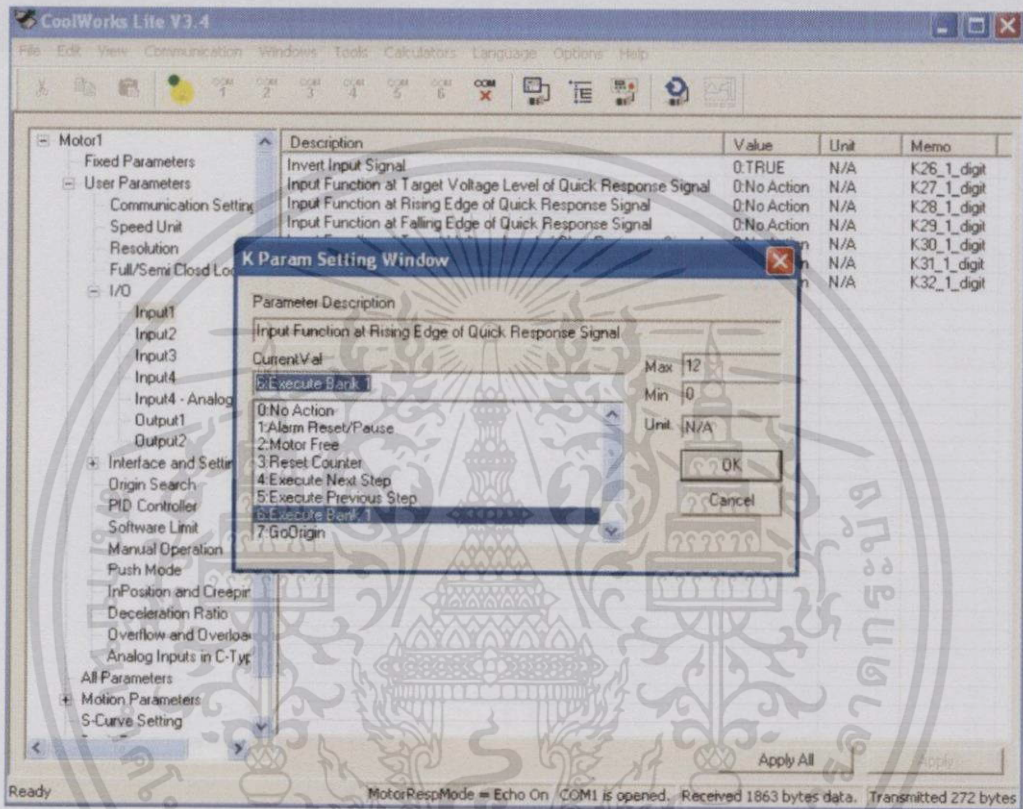


รูปที่ ก.7 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Terminal Windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2.2 Motor Browser Windows

Motor Browser Windows คือส่วนที่ใช้ในการแสดงค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์โดยจะแบบเป็นหมวดหมู่ไว้ ซึ่งในแต่ละหมวดหมู่จะมีคำอธิบายสำหรับการปรับแต่งค่าต่างๆ ของมอเตอร์ นอกจากนี้ยังมีส่วนในการกำหนดค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ เช่น ค่าตำแหน่ง ความเร็ว และสามารถเขียนโปรแกรม โดยจะแบ่งหน้าต่างตามจำนวน Bank Program



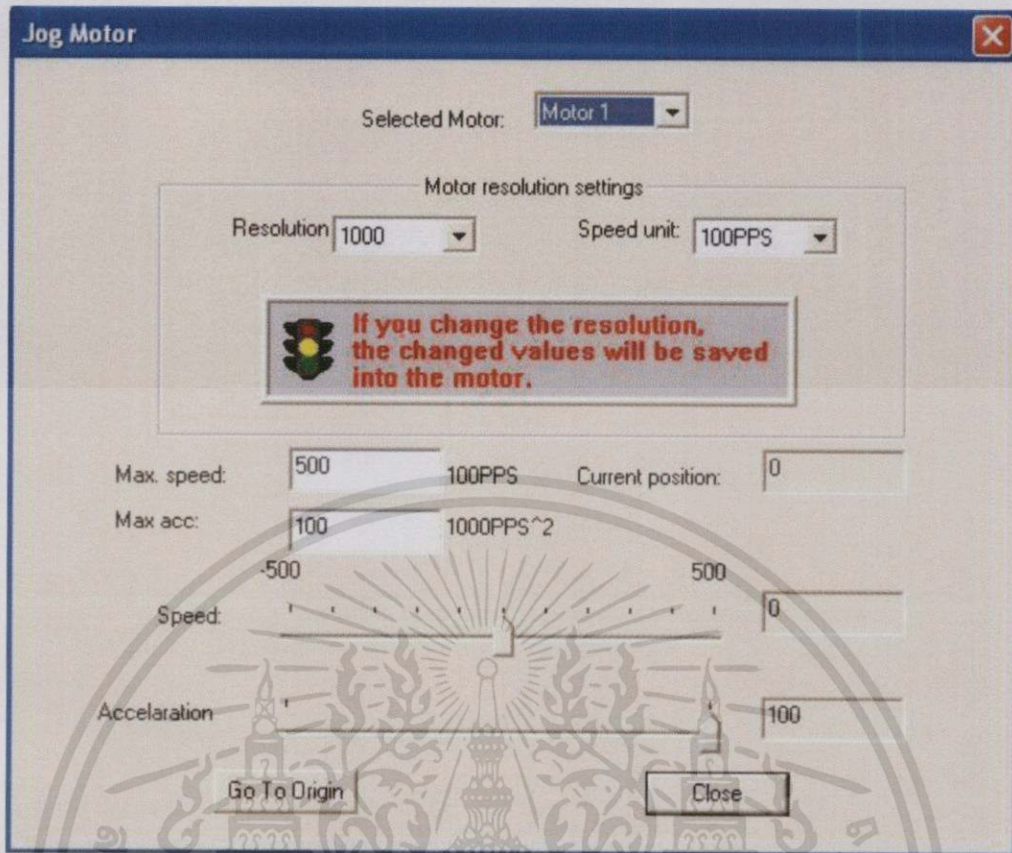
รูปที่ ก.8 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Motor Browser Windows

ก.2.3 Jog Motor Windows

Jog Motor Windows คือหน้าต่างที่ใช้ในการทดสอบมอเตอร์ การเคลื่อนที่มอเตอร์ในโหมด Jog เพื่อหาตำแหน่งของการเคลื่อนที่

โดยการใช้งานนั้นเราสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ที่ Speed Bar ซึ่งสามารถเลื่อนได้ทั้งซ้ายและขวา มอเตอร์ก็จะเลื่อนตามการเลื่อนบาร์ โดยสามารถดูค่าของ Current Position เพื่อไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ นอกจากนี้เมื่อเรามี Home SW แล้วเราสามารถ กดปุ่ม Go To Origin เพื่อกำหนดตำแหน่ง Home จากนั้นให้เลือก Resolution และ Speed Unit ให้ตรงค่าที่กำหนดไว้ จากนั้นเราสามารถสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่โดยเคลื่อนที่ Speed Bar และสามารถดูตำแหน่งได้จาก Current Position ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 หน้าต่างโปรแกรมในส่วน Jog Motor Windows

โค้ดที่ใช้เขียนโปรแกรม

?1.1

A1.1, S1.1, P1.1, T1.1

A1.1, S1.1, P25.1

?91.1

P1.1=153 ,P2.1=2000 ,P3.1=3000 ,P4.1=10850

P5.1=10 ,P6.1=0 ,P7.1=0 ,P8.1=0

P9.1=0 ,P10.1=0 ,P11.1=0 ,P12.1=0

P13.1=0 ,P14.1=0 ,P15.1=0 ,P16.1=0

P17.1=0 ,P18.1=0 ,P19.1=0 ,P20.1=0

P21.1=0 ,P22.1=0 ,P23.1=0 ,P24.1=0

P25.1=0

?93.1

A1.1=10 ,A2.1=200 ,A3.1=200 ,A4.1=500

A5.1=0 ,A6.1=0 ,A7.1=0 ,A8.1=0

?92.1

S1.1=5 ,S2.1=250 ,S3.1=500 ,S4.1=100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S5.1=0 ,S6.1=0 ,S7.1=0 ,S8.1=0
 S9.1=0 ,S10.1=32767,S11.1=0 ,S12.1=0
 S13.1=0 ,S14.1=0 ,S15.1=0
 ?94.1
 T1.1=5000 ,T2.1=1000 ,T3.1=2000 ,T4.1=10
 T5.1=0 ,T6.1=0 ,T7.1=0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้