สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC

CONTROL CONVEYER USING PLC DEMONSTRATOR

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวเพียรผจง	สุภาพพรชัย	รหัสประจำตัว	41031518
2. นายวุฒิพงศ์	นิลผาย	รหัสประจำตัว	41031533
3. นายสมพร	ชื่นอารมณ์	รหัสประจำตัว	41031534

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
2. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
3. อาจารย์อำพล	ทองระอา	.....
4. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 เวลา 12.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 9 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37175
วัน, เดือน, ปี - 5 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียง โดยใช้ PLC

CONTROL CONVEYER USING PLC DEMONSTATOR

นางสาวเพียรผจง สุภาพพรชัย

นายวุฒิพงศ์ นิลผาย

นายสมพร ชื่นอารมณ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียง โดยใช้ PLC

Control Conveyer Using PLC Demonstrator

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานควบคุมสายพานลำเลียง โดยใช้ PLC
2. เพื่อออกแบบวงจรที่ใช้ในควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC
3. เพื่อสร้างชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC
4. เพื่อนำชุดทดลองไปประกอบการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจหลักการทำงานของชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC
2. ได้วงจรชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ได้
3. ได้ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ได้
4. สามารถนำชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียง ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC
นักศึกษา	นางสาวเพียรผจง สุภาพพรชัย
	นายวุฒิพงศ์ นิลผาย
	นายสมพร ชื่นอารมณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ในการเคลื่อนย้ายสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ไปตามจุดต่างๆในทางอุตสาหกรรม เพื่อทำการชั่งน้ำหนัก คัดแยก ประทับตรา และอื่นๆ เพื่อให้มีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ระบบที่ทำการลำเลียงสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นคือ ระบบสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ควบคุมโดยการโปรแกรม ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการออกแบบ และสร้างชุดทดลอง ชุดควบคุมระบบสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งทำการตรวจสอบน้ำหนักสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ ส่วนที่สองเป็นชุดประทับตราสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Control Conveyer Using PLC Demonstrator
Students	Miss Peanpajong Supporncha i
	Mr.Wuttipong Ninpai
	Mr.Somporn Chernarom
Advisor	Mr.Peerawut Suwannajan
Co - Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	1999

ABSTRACT

In the movement of good all products to each point in the industrial, we need system is a convenient, rapid and correct way of weighting, sorting, stamping and others. The popular system in now days is a conveyer with use PLC for controlling by program. This thesis is a design, demonstrator and controled set for belt the move products by using PLC which separate into part. Part one is a checking weight of good all products. Part two is a stamping set. This demonstrator will hope in understanding working system of controled set of belt by using PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์วิศรุต ศรีรัตนะ ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และ อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม รวมทั้ง อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทุกท่านที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวคิดความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ปัญหาในการจัดทำ ปริญญานิพนธ์ ขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดวิศวกรรมศาสตร์ที่อำนวย ความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูลสุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดาที่ เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็น ผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ขอคุณอำนาจพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธ์ทั้งหลายช่วยดลบันดาลให้ทุกท่านที่กล่าวมา แล้วนั้น มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์แข็งแรง ประสบความสำเร็จ มีความสุข ความเจริญ ในหน้าที่ การงานทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โครงสร้างของ PLC	4
2.3 องค์ประกอบของ PLC	6
2.4 MNEMONIC-LIST (L)-PROGRAM	16
2.5 หลักการทำงานของ PLC	37
2.6 ข้อดีของ PLC	40
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์	41
2.8 ระบบอินฟราเรด	46
2.9 เครื่องส่งอินฟราเรด	48
2.10 เครื่องรับแสงอินฟราเรด	50
2.11 คุณสมบัติของ LED อินฟราเรด	52
2.12 วาล์วและสัญลักษณ์ในระบบนิวเมติกส์	53
2.13 หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล	58
2.14 อุปกรณ์ทรานดิวเซอร์	64
2.15 พรีอกซิมิตี้สวิตช์	74
2.16 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	84
3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	84
3.2 วงจรตรวจจับอินฟราเรด	85
3.3 วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์	86
3.4 วงจรขับมอเตอร์	88
3.5 การออกแบบ และการสร้าง	90
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	92
4.1 การทดลองการชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์	92
4.2 การทดลองการทำงานของสายพานลำเลียง	93
4.3 การทดลองวงจรนับร่วมกับสายพานลำเลียง	94
4.4 การทดลองการทำงานของชุดประทับตรา	96
4.5 การทดลองการทำงานของสายพานลำเลียงร่วมกับชุดประทับตรา พร้อมด้วยวงจรนับ	98
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	100
5.1 บทสรุป	100
5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข	100
5.3 แนวทางการพัฒนา	101
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	102
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ FPC 202	105
ภาคผนวก ค ใบงานการทดลอง	123
ภาคผนวก ง โปรแกรมการใช้งาน	167
บรรณานุกรม	169
ประวัติผู้แต่ง	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่และตัวแปรของตารางรีจิสเตอร์	10
ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตราฐานของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต	12
ตารางที่ 2.3 Ladder Symbols	17
ตารางที่ 2.4 การใช้ key C/A ในโปรแกรมแบบ MNEMONIC-LIST	18
ตารางที่ 2.5 ขั้นตอนการสั่งเลือกหลายโปรแกรม และโปรแกรมชนิด LIST	20
ตารางที่ 2.6 LD Command	20
ตารางที่ 2.7 คำสั่ง SET และ RST	21
ตารางที่ 2.8 Label (LAB) และ jump (JMP)	22
ตารางที่ 2.9 Input (IN)	23
ตารางที่ 2.10 คำสั่ง output ในส่วน action	23
ตารางที่ 2.11 คำสั่ง output ด้วยคำสั่ง assignment	24
ตารางที่ 2.12 And Operation	25
ตารางที่ 2.13 OR Operation	25
ตารางที่ 2.14 การใช้คำสั่ง And และ OR	26
ตารางที่ 2.15 คำสั่ง NOT ในส่วน condition	26
ตารางที่ 2.16 คำสั่ง NOT ในส่วน action	27
ตารางที่ 2.17 คำสั่งตรงกันข้ามโดยใช้ NOT ในส่วน action	27
ตารางที่ 2.18 คำสั่งตรงกันข้ามโดยใช้ NOT ในส่วน condition	27
ตารางที่ 2.19 คำสั่ง AND LD	28
ตารางที่ 2.20 คำสั่ง OR LD	29
ตารางที่ 2.21 การใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD	29
ตารางที่ 2.22 การใช้ flag ในส่วน condition	30
ตารางที่ 2.23 การใช้ flag ในส่วน action	30
ตารางที่ 2.24 Timer proselection	31
ตารางที่ 2.25 การใช้ Timer ในส่วน action	32
ตารางที่ 2.26 การใช้ Timer ในส่วน condition	32
ตารางที่ 2.27 Counter proselection	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.28 การใช้ flag ในส่วน condition	33
ตารางที่ 2.29 การใช้ Counter ในส่วน action	34
ตารางที่ 2.30 การใช้ Counter ร่วมกับคำสั่ง RST	34
ตารางที่ 2.31 Increment (INC)	35
ตารางที่ 2.32 Decrement (DEC)	36
ตารางที่ 2.33 การใช้ Counter ร่วมกับคำสั่ง SET	36
ตารางที่ 2.34 การเริ่มใช้งาน Counter ด้วยคำสั่ง IMT	37
ตารางที่ 2.35 ลักษณะและข้อดีของ PLC	41
ตารางที่ 2.36 เปรียบเทียบระบบควบคุมไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง	47
ตารางที่ 2.37 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว	54
ตารางที่ 2.38 การกำหนดสัญลักษณ์รูอุปกรณ์	55
ตารางที่ 2.39 เส้น และหัวลูกศรที่เป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	56
ตารางที่ 2.40 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	57
ตารางที่ 2.41 คุณสมบัติของแฟลทโหลดเซลล์	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1โครงสร้างของ PLC	5
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC	5
รูปที่ 2.3โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง	6
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบทีทีแอล	12
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบทีทีแอล	13
รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบAC	13
รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบDC	14
รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์	14
รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อหน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์	15
รูปที่ 2.10โครงสร้างโปรแกรม MNEMONIC-LIST	16
รูปที่ 2.11 การใช้ Timer Status	32
รูปที่ 2.12 การเริ่มต้นคำสั่งด้วย คำสั่ง INIT	35
รูปที่ 2.13 การใช้ Counter กับคำสั่ง SET	36
รูปที่ 2.14 การเริ่มต้นใช้งาน Counter ด้วยคำสั่ง INIT	37
รูปที่ 2.15โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	42
รูปที่ 2.16 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	44
รูปที่ 2.17 ลักษณะ และขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Pin และแบบ Pad	45
รูปที่ 2.18โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย	46
รูปที่ 2.19 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย	48
รูปที่ 2.20 วงจรพัลซ์ของแสงอินฟราเรด	49
รูปที่ 2.21 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น	50
รูปที่ 2.22 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีกำลังขยายสูง	51
รูปที่ 2.23 การเปล่งแสงของ LED แบบ GaAs และ AIGaAs	53
รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ของวาล์ว 3/2	57
รูปที่ 2.25 แสดงการตอบสนองของเวลาแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์	58
รูปที่ 2.26 ขบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.27 วงจรแซมเปิ้ลแอนด์โฮลด์	60
รูปที่ 2.28 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์	60
รูปที่ 2.29 ตัวแปลงสัญญาณ A/D คอนเวอร์เตอร์ แบบแรมป์	61
รูปที่ 2.30 กราฟเอาต์พุตของส่วน D/A และ A/D คอนเวอร์เตอร์	62
รูปที่ 2.31 คอนเวอร์เตอร์ที่ใช้เทคนิค SAR	63
รูปที่ 2.32 กราฟของส่วน D/A สำหรับการแปลงสัญญาณ	63
รูปที่ 2.33 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์	64
รูปที่ 2.34 โหลดเซลล์แบบคาน	67
รูปที่ 2.35 โหลดเซลล์แบบวงแหวน	70
รูปที่ 2.36 โหลดเซลล์แบบเฉือน	72
รูปที่ 2.37 ภาพตัดขวางส่วนหัวของพร็อกซิมิตี้สวิตซ์และลักษณะการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	74
รูปที่ 2.38 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร็อกซิมิตี้สวิตซ์ที่ติดตั้งแบบ Flush Mounted	75
รูปที่ 2.39 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร็อกซิมิตี้สวิตซ์ที่ติดตั้งแบบ Non-Flush Mounted	76
รูปที่ 2.40 แรงบิด (T) กับกระแสอาร์เมเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบขนาน	77
รูปที่ 2.41 ความเร็วรอบ (S) กับกระแสอาร์เมเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบขนาน	78
รูปที่ 2.42 ความเร็วรอบ (S) กับแรงบิดของมอเตอร์แบบขนาน	79
รูปที่ 2.43 แรงบิด (T) กับกระแสอาร์เมเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์ควบคุม	80
รูปที่ 2.44 ความเร็วรอบ (S) กับกระแสอาร์เมเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบอนุกรม	81
รูปที่ 2.45 ความเร็วรอบ (S) กับแรงบิด (T) ของมอเตอร์แบบอนุกรม	82
รูปที่ 2.46 เส้นแรงของสนามแม่เหล็ก และลักษณะสมบัติของมอเตอร์แบบขนานและมอเตอร์แบบผสม	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 Block diagram ร่วมของการทำงาน	84
รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	84
รูปที่ 3.3 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด	85
รูปที่ 3.4 วงจรชุดรับแสงอินฟราเรด	86
รูปที่ 3.5 ผังการทำงานของ PLC	89
รูปที่ 3.6 ขนาดตัวฐานมองจากด้านข้าง	90
รูปที่ 3.7 ขนาดตัวฐานมองจากด้านบน	90
รูปที่ 3.8 ภาพตัวฐานและชุดสายพานลำเลียง	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

คุณภาพ เป็นสิ่งที่ต้องการในทุกๆงาน รวมทั้งในงานอุตสาหกรรม สินค้า หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆก่อนที่จะออกมาสู่ท้องตลาดนั้น จำเป็นที่จะต้องผ่านกระบวนการต่างๆ มากมายเพื่อให้ได้มาตราฐาน ซึ่งในการผลิตสินค้าออกมาในแต่ละวันนั้นมีจำนวนมาก จึงได้มีการนำเอาเครื่องจักรมาช่วยในการทำงาน โดยเฉพาะในการเคลื่อนย้ายสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ไปตามจุดต่างๆเพื่อที่จะทำการชั่งน้ำหนัก, คัดแยก, ประทับตรา และอื่นๆ เครื่องจักรที่ว่านั่นก็ คือระบบสายพานลำเลียง ซึ่งทำให้มีความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องยิ่งขึ้น โดยใช้ PLC (Programmable Logic Controller)ในการควบคุม เพราะสามารถควบคุมได้โดยการโปรแกรม

ในระบบการเรียนการสอนก็ได้มีการศึกษาระบบควบคุมโดยใช้ PLC เช่นกัน ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำ ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLCขึ้น เพื่อให้นักศึกษา และผู้ที่สนใจได้มีโอกาสที่จะศึกษาเรียนรู้ และเข้าใจการทำงานของระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ในการควบคุมได้ดีขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1) สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา PLC ได้
2) มีชุดสายพานลำเลียง ในการลำเลียงผลิตภัณฑ์ จำนวน 2 ชุด
3) มีชุดเซนเซอร์อินฟราเรดในตรวจเช็คผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด
4) มีเซนเซอร์น้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ จำนวน 1 ชุด
5) มีวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้ในการขับชุดสายพานลำเลียง และสำหรับคัดแยกผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด
6) มีชุดระบบนิวส์แมติกในการประทับตราผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ มีเนื้อหาดังนี้คือ ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์, ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้คือ โครงสร้างของ PLC, องค์ประกอบของPLC, คำสั่งที่ใช้ในการเขียนPLC, หลักการทำงานของPLC, ข้อดีของ PLC, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบอินฟราเรด, วาล์ว และสัญลักษณ์ในระบบนิวส์แมติกส์, หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล, อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์, พร็อกซิมิตี้สวิตซ์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง การทำงาน และรวมทั้งกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน เช่น วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน, วงจรตรวจจับแสงอินฟราเรด, วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์, วงจรขับมอเตอร์

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ประกอบด้วย การชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์, การทดลองการทำงานของสายพานลำเลียง, การทดลองใช้วงจรนับร่วมกับสายพานลำเลียง, ทดลองการทำงานของชุดประทับตรา, ทดลองการทำงานของสายพานลำเลียงร่วมกับชุดประทับตราพร้อมด้วยวงจรนับ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา ประกอบด้วยขั้นการสรุปผล ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงาน รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้มีแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ FPC 202

ภาคผนวก ค ใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ง โปรแกรมการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้เริ่มใช้ PLC (Programmable Logic Controller) แทนวงจรรีเลย์ที่ใช้แทนการควบคุมแบบอันดับเพิ่มขึ้นซึ่งระบบเก่าที่ใช้รีเลย์มีการติดตั้งและแก้ไขได้ลำบากมาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจร อิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์ และใช้การเขียนโปรแกรม ทำนองเดียวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไข การควบคุมแทนการเดินสายไฟเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่าเพื่อสะดวก ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็กและไม่มีการขยายในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์มีราคาต่ำกว่า PLC เพราะมีประสิทธิภาพความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ทำให้ PLC มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของ PLC จะแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยๆเรียกว่า โมดูลแต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง และสามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้ เพื่อให้ระบบเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือขยายขอบเขตการใช้งาน PLC ทำได้ง่าย ทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เช่นการเปลี่ยนแปลงขนาด และชนิดของอินพุตหรือเอาต์พุต เป็นต้น

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่งซึ่งลักษณะโครงสร้างของ PLC เหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปแต่ PLC ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะความแตกต่างระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปคือ

1) PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น ในสถานที่ที่มีความสูงและต่ำมากๆ มีความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีความรบกวนของสัญญาณภายนอก พื้นที่ที่มีความสั่นสะเทือน และการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง

2) การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ มีระบบการตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3) PLC ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการควบคุมสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขึ้น สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อมกันหลายโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น ระบบควบคุมที่ ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำซึ่งจะแตกต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสายทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะเงื่อนไขการควบคุมได้ง่ายและมีความคล่องตัวในการควบคุมสูง แม้อเราทำการป้อนโปรแกรมใหม่ให้กับหน่วยความจำ ซึ่งจะแตกต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงลักษณะของการควบคุม PLC มีระบบการตัดสินใจสูงนอกจากจะควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานตามความต้องการแล้วยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สามารถติดต่อตอบโต้และแสดงการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทาง จอภาพและรับเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC ทดแทนระบบรีเลย์สามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมได้ง่าย

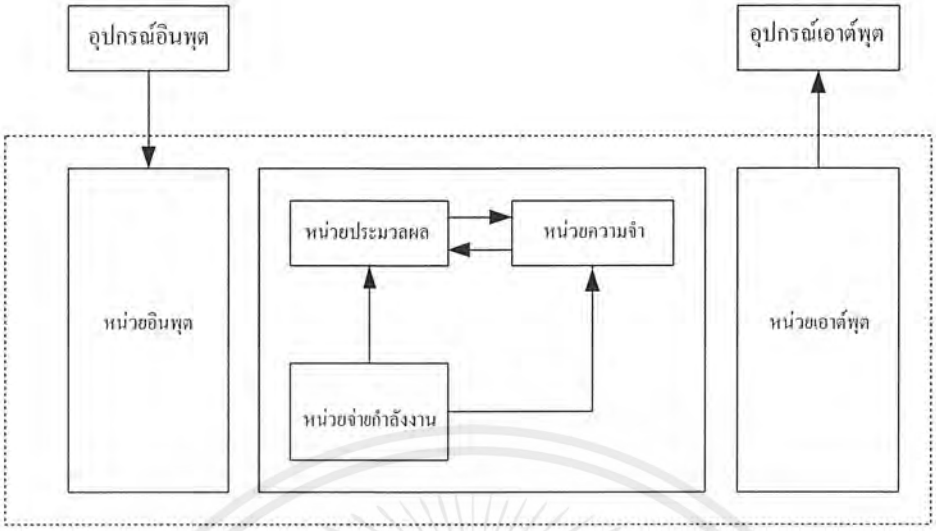
PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของตัวเองและค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับปลี่ยนโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ภายนอก ทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมง่าย PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถใช้ในการควบคุมได้ทุกประเภท และสามารถจะติดต่อกับ PLC หรือระบบควบคุมอื่นๆ พร้อมทั้งจัดทำรายงานแผนการผลิต มีระบบตรวจสอบความบกพร่องของตนเอง ในอนาคต PLC จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเนื่องจากการพัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC ต่างระบบสามารถติดต่อและใช้งานร่วมกันโดยใช้ระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง CPU และหน่วยความจำจะมีความเร็วสูงขึ้น การโปรแกรมจะใช้ภาษาระดับสูงที่คล้ายกับภาษาพูดมากยิ่งขึ้น

2.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตโดยใช้โปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุมผ่านทางหน้วยอินพุตหรือเอาต์พุต

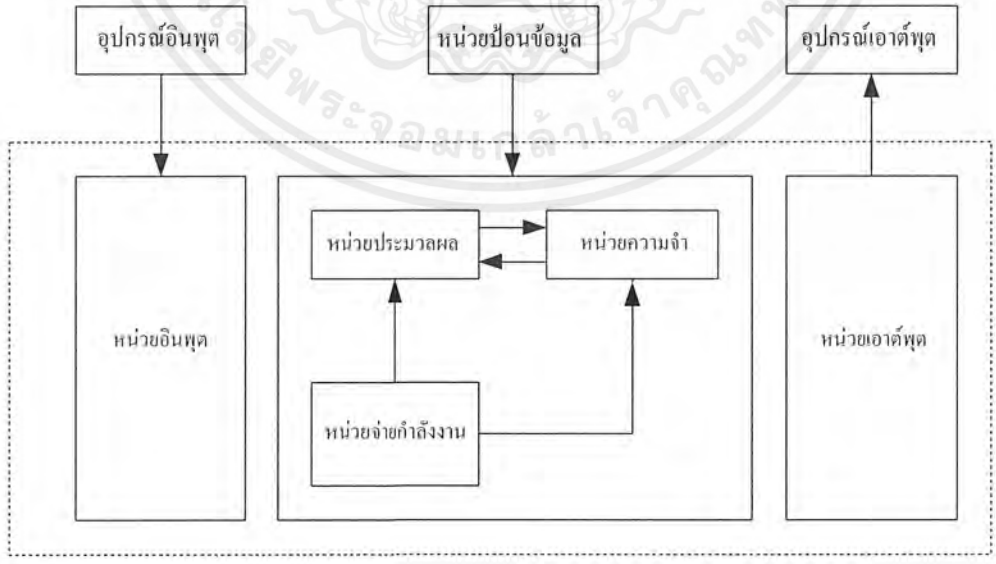
PLC ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตดังแสดงดัง รูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC

นอกจาก PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแล้วยังประกอบด้วยหน่วยป้อนโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้รับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับ PLC เมื่อผู้ใช้ต้องการป้อนโปรแกรม ตรวจสอบหรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น PLC สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรม



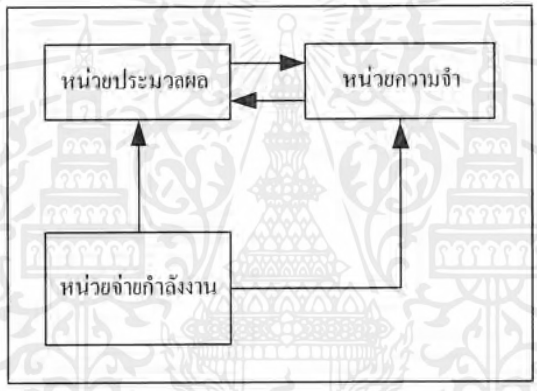
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของ PLC

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางประกอบด้วย หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายกำลังงานดังรูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบทั่วไปของหน่วยประมวลผลกลาง PLC แต่ละรุ่นอาจมีหน่วยประมวลผลกลางที่มีลักษณะแตกต่างกัน แต่อย่างน้อยจะต้องมีส่วนประกอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเสมอ เช่น PLC บางรุ่นอาจแยกหน่วยความจำ และหน่วยกำลังงานออกจากหน่วยประมวลผลกลาง



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางของ PLC หมายถึง ส่วนประกอบทั้งหมดที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PLC

หน่วยประมวลผลจะทำหน้าที่นำโปรแกรมจากหน่วยความจำมาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต หน่วยจ่ายกำลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำ

1) หน่วยประมวลผล ทำหน้าที่ดูแลการทำงานทั้งหมดของ PLC คือนำโปรแกรมผู้ใช้มาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกตามเงื่อนไขการควบคุมที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการควบคุม การติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างตัวประมวลผลกลาง กับ หน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และการติดต่อระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอกติดต่อกับผู้ใช้ และอุปกรณ์ร่วมตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC โดยมีโปรแกรมบริหารระบบเป็นผู้ควบคุมอีกทีหนึ่ง หน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ PLC อาจประกอบขึ้นจากวงจรตรรก หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ นอกจากจะทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบเปิดหรือปิดหมือนวงจรตรรก และยังสามารถคำนวนทางคณิตศาสตร์และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก ปัจจุบัน PLC เริ่มใช้หน่วยประมวลผลหลายหน่วยทำหน้าที่ร่วมกัน เพื่อเพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพในการควบคุมเรียกว่า ระบบหลายหน่วยประมวลผล ระบบนี้จะมีหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ปฏิบัติการทางลอจิก คำนวณทางคณิตศาสตร์ จัดการข้อมูลควบคุมการทำงานของ PLC และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอกโดยจะแยกเป็นอิสระ นอกจากนี้ยังมีหน่วยจากอินพุตและเอาต์พุต ที่มีหน่วยประมวลผลของตนเองเป็นอิสระจาก PLC เช่น หน่วย PID (Proposition Integral Differential) ซึ่งทำหน้าที่แทนเครื่องควบคุมแบบ PID ในการควบคุมกระบวนการ อุตสาหกรรมชนิดต่อเนื่องไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4บิต, 8บิต, หรือ 16บิต ตามขนาด หรือ ความยาวของข้อมูลที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ในการประมวลผล PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขนาดความยาวข้อมูลมาก จะทำให้ PLC ทำงานได้เร็วขึ้น เช่น PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิตจะทำงานเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เพราะจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแต่ละคำสั่งมีขนาดใหญ่กว่า

2) หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลต่างๆที่ PLC ใช้ในการประมวลผล PLC แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน

2.1) หน่วยความจำระบบ ใช้เก็บโปรแกรมบริหารระบบ และข้อมูลของระบบ

2.2) หน่วยความจำผู้ใช้ ใช้เก็บโปรแกรมผู้ใช้ ข้อมูลของหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และอุปกรณ์ภายใน

หน่วยความจำของ PLC มีลักษณะการใช้แตกต่างกัน บางส่วนต้องการหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง และไม่อนุญาติให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในหรือในบางครั้งต้องการหน่วยความจำที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ แต่ต้องเก็บข้อมูลได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยง

ข้อมูลหน่วยความจำชนิดต่างๆต่อไปนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำที่ต้องการได้ถูกต้อง

ROM (Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลภายในแต่สามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้ แม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้า เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบหรือโปรแกรมผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์และไม่ต้องแก้ไขอีก ดังนั้น PLC จึงนิยมใช้ ROM เพราะราคาถูก มีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง

RAM (Read Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่อยู่ในช่วงกำลังพัฒนา หรือต้องการเปลี่ยนแปลงบ่อยโดยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำสำรองรักษาข้อมูลไว้ RAM เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่น

PROM (Programmable Read Only Memory) เป็น ROM ชนิดหนึ่ง ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษ ไม่สามารถลบหรือแก้ไขข้อมูลภายในไม่ได้ PLC จะไม่นิยมใช้ PROM เพราะใช้งานไม่สะดวกและมีความเร็วต่ำ

EPROM (Erasable Programmable Read only Memory) เป็น PROM ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถลบข้อมูลภายในได้โดยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตประมาณ 20นาทีแล้วโปรแกรมข้อมูลใหม่ EPROM เหมาะสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EAROM การลบข้อมูลภายใน EAROM ใช้วิธีป้อนสัญญาณพัลส์แทนการฉายแสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันการใช้ EAROM ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนักเนื่องจากราคาค่อนข้างสูง

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EAROM แต่การลบข้อมูลเก่าไม่จำเป็นลบทั้งหมด ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูล เฉพาะตำแหน่งที่ต้องการได้ ข้อเสียของ EEPROM คือ การแก้ไขข้อมูล 1ไบต์ต้องใช้เวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที ถึง 15 มิลลิวินาที ซึ่งค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่น และอายุการใช้งานของ EEPROM ค่อนข้างสั้นแต่ละไบต์สามารถแก้ไขข้อมูลได้ ประมาณ 10,000 ครั้งเท่านั้น ปัจจุบัน EEPROM ถูกใช้บ้างในการเก็บโปรแกรม การจัดการของ PLC ขนาดเล็ก

วงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic core) เป็นหน่วยความจำแบบเก่าที่ใช้กับ PLC รุ่นแรกๆโดยใช้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทาง ของสนามแม่เหล็ก และทิศทางการหมุนของวงแหวนแม่เหล็กปัจจุบันหน่วยความจำชนิดนี้ไม่นิยมใช้เพราะราคาแพง ความเร็วต่ำและมีขนาดใหญ่

NOVRAM (Non-Volatile Random Access Memory) ถูกผลิตขึ้นโดยนำ RAM ซึ่งมีความความเร็วสูง และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ง่าย ทำงานร่วมกับ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า ข้อมูลแต่ละบิตของ NOVRAM ประกอบด้วยหน่วยความจำสองส่วน คือ RAM และ EEPROM การใช้งานตามปกติ RAM จะเก็บข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงและส่งไปเก็บใน EEPROM เมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยซึ่งข้อมูลจะไม่สูญหายถึงแม้จะไม่มีกระแสไฟฟ้าข้อมูล จะถูกส่งกลับให้ RAM เมื่อต้องการเรียกใช้ข้อมูลเดิม ในการแก้ไขโปรแกรมต่อไปปัจจุบันการใช้ NOVRAM ยังไม่แพร่หลายเพราะมีขนาดใหญ่และราคาแพง

การจัดหน่วยความจำของ PLC

หน่วยความจำของ PLC ทั้งหน่วยความจำระบบ และหน่วยความจำผู้ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โปรแกรมบริหารระบบ
2. ข้อมูลระบบ
3. ตารางข้อมูล
4. โปรแกรมผู้ใช้

หน่วยความจำระบบในส่วนที่1 และส่วนที่2ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูลภายใน ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลภายในหน่วยความจำส่วนข้อมูลระบบได้ หรือ ตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC

หน่วยความจำผู้ใช้ มีหน้าที่เก็บโปรแกรมผู้ใช้และตารางข้อมูล ข้อมูลของตารางข้อมูลมี 2 ลักษณะคือ บิตข้อมูล "1" หรือ "0" ซึ่งแทนสภาวะเปิดหรือปิดทางไฟฟ้า และข้อมูลแทนค่าตัวเลขในส่วนสัญญาณแอนาลอกหรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก

การจัดแบ่งหน่วยความจำผู้ใช้สามารถแบ่งเป็นตารางข้อมูลออกได้เป็น 4 ส่วน คือ

1) ตารางอินพุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลสภาวะของหน่วยอินพุต ซึ่งขนาดของตารางจะเท่ากับจำนวนหน่วยอินพุตที่มากที่สุด PLC ที่มีหน่วยอินพุต 64 จุด จะมีตารางอินพุตขนาด 64 บิต ทุกบิตของตารางจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอก อินพุตที่ต่อเชื่อมกับหน่วยอินพุต ข้อมูลของตารางอาจจะเปลี่ยนสภาวะตามอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมขณะเริ่มต้นการสแกนทุกครั้ง

2) ตารางเอาต์พุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงสภาวะเอาต์พุต ขนาดตารางเอาต์พุตจะเท่ากับจำนวนเอาต์พุตที่มากที่สุดของ PLC บิตทุกบิตของตารางเอาต์พุตจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมกับหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์ภายนอกจะเปลี่ยนสภาวะตามตารางเอาต์พุตก่อนที่จะสิ้นสุดการสแกน

3) ตารางรีเลย์ภายใน มีหน้าที่เก็บสภาวะของอุปกรณ์ภายในเช่นเดียวกับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต แต่ไม่มีจุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกรีเลย์ ภายในใช้ประโยชน์ในการเก็บสภาวะ ของการหน่วงเวลา การนับจำนวน และเก็บรักษาสภาวะการควบคุมชั่วคราว เช่นเดียวกันกับรีเลย์ควบคุมของวงจรรีเลย์

4) ตารางรีจิสเตอร์ มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่ใช้แทนค่าสัญญาณแอนาลอกหรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งไม่อาจใช้ตารางหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต หรือ รีเลย์ภายในเก็บรักษาได้เพราะมีค่าเป็นตัวเลขไม่ใช้สภาวะเปิด หรือ ปิดตารางรีจิสเตอร์ของ PLC จะประกอบด้วยส่วนอินพุตรีจิสเตอร์ และเอาต์พุตรีจิสเตอร์ รีจิสเตอร์ภายในข้อมูลภายในรีจิสเตอร์ อาจมีลักษณะเป็นเลขฐานสอง หรือ BCD

อินพุตรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อเริ่มการสแกนทุกครั้ง ในทำนองเดียวกันเอาต์พุตรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลที่ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก และจะส่งค่าเมื่อสิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสแกน รีจิสเตอร์ภายในเก็บข้อมูลชั้วคราวที่ได้จากการประเมินผลและคำนวนทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลของการหน่วงเวลา และตัวนับจำนวนตารางที่ 2.1 แสดงการจัดแบ่งข้อมูลของตาราง รีจิสเตอร์เป็นค่าคงที่ และตัวแปร

ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่และตัวแปรของตารางรีจิสเตอร์

ค่าคงที่	ตัวแปร
การกำหนดเวลาของการหน่วงเวลา	เวลาปัจจุบันของการหน่วงเวลา
การกำหนดจำนวนของการนับจำนวน	จำนวนปัจจุบันของการนับจำนวน
ระดับการควบคุมที่ต้องการ	ค่าอินพุตหรือเอาต์พุตแบบแอนาลอก
ค่าคงที่ในการคำนวณ	ผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์
ตารางตัวเลข	อินพุตหรือเอาต์พุตแบบ BCD

โปรแกรมผู้ใช้ หน่วยความจำส่วนนี้ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นหน่วยความจำส่วนนี้ของ PLC ถ้าเป็นขนาดเล็กมักมีขนาดจำกัดและขยายไม่ได้ แต่สำหรับ PLC ขนาดใหญ่ผู้ใช้สามารถขยายขนาดได้เท่าที่ต้องการ

ผู้ใช้ PLC จะต้องเลือกชนิดและขนาดหน่วยความจำให้เหมาะสม ถ้าระบบมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งควรใช้ PLC ที่มีหน่วยความจำชนิด RAM และมีหน่วยจ่ายกำลังสำรอง ถ้าระบบที่มีลักษณะแน่นอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงควรใช้หน่วยความจำชนิด ROM หรือ EPROM การเลือกขนาดหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมผู้ใช้ต้องสอบถามวิธีจัดโปรแกรมและตารางข้อมูลลงในหน่วยความจำของ PLC จากบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งทดลองเขียนโปรแกรมซึ่งจะทำให้ทราบความยาวของโปรแกรมที่แน่นอนได้

3) หน่วยจ่ายกำลังงาน ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนต่างๆของ PLC คือหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตโดยรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่และแจ้งให้หน่วยประมวลผลทราบเมื่อการทำงานผิดปกติ ความน่าเชื่อถือของ PLC ขึ้นอยู่กับการทำงานของหน่วยจ่ายกำลังงาน

3.1) แรงดันไฟฟ้าอินพุต หน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC มักรับกระแสไฟฟ้าสลับที่มีแรงดัน 110 VAC หรือ 220 VAC แต่มี PLC เฉพาะงานที่ใช้แรงดันไฟฟ้าอื่น เช่น แท่นขุดเจาะและสำรวจปิโตรเลียม ส่วนใหญ่ใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 24 VDC จะใช้ PLC ที่ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 VDC แทน 110 VAC หรือ220 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ถูกสร้างขึ้นใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแรงดันไฟฟ้ามักไม่คงที่ และมีการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยจ่ายกำลังงานสำรองของ PLC ถูกออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 10 ถึง 15 เปอร์เซนต์ให้คงที่ตลอดเวลา เช่น PLC ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 VAC ทำงานปกติเมื่อแรงดันมีค่า 194 ถึง 250 VAC ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงมากหน่วยจ่ายกำลังงานก็ต้องทนต่อสภาพผิดปกติดังกล่าว และแจ้งให้หน่วยประมวลผลกลางทราบก่อนตัดวงจรออกโดยอัตโนมัติ สาเหตุที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าผิดปกติที่พบเสมอ คือ

1. การเปิดหรือปิดเครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า, ปั๊ม เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2. แรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าระยะไกล
3. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องทำให้กระแสไฟฟ้ารั่ว

โรงงานอุตสาหกรรมที่แรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบด้วยหม้อแปลงรักษาแรงดันไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า และหม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวน

หม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้แรงดันอินพุตจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

หม้อแปลงไฟฟ้า Sola CVS ผลิตโดยบริษัท Sola Basic Industry ทำหน้าที่คล้ายหม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า แต่มีคุณสมบัติพิเศษในการกำจัดสัญญาณฮาร์มอนิก

หม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวนทำหน้าที่ตัดสัญญาณรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจาก PLC ทำให้การทำงานของ PLC และแหล่งจ่ายกำลังงานดีขึ้น เหมาะสำหรับติดตั้งให้ PLC ที่อยู่ใกล้เครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่

3.2) อัตราจ่ายกระแสไฟฟ้าของหน่วยจ่ายกำลังงาน ขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงานต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อื่นๆได้ เช่น หน่วยประมวลกลาง และหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทำงานตามปกติการคำนวนขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงานต้องทราบจำนวนของกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดต้องการโดยเฉพาะหน่วยอินพุตและเอาต์พุต ต้องทราบอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าทั้งในสภาวะเปิด และสภาวะปิดหน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC จากบริษัทผู้ผลิตจะถูกออกแบบให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้ากับหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมดที่ต้องการ แต่ในบางกรณีที่มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบพิเศษที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงเป็นจำนวนมากอาจต้องเพิ่มหน่วยจ่ายกำลังพิเศษ หน่วยจ่ายกำลังที่มีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้อุปกรณ์ทำงานผิดปกติโดยไม่พบสาเหตุ เช่น หน่วยเอาต์พุตเปลี่ยนสภาวะเปิดหรือปิดไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด หรือ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำทำงานผิดพลาดบ่อยครั้ง

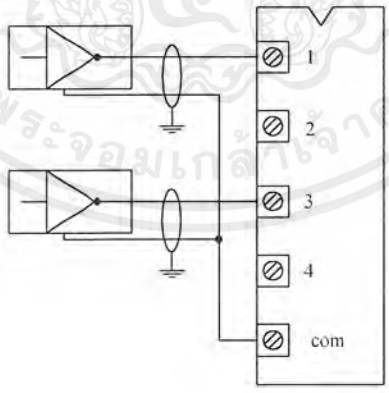
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หน่วยอินพุต และเอาต์พุต

หน่วยอินพุต และเอาต์พุตจะทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอกโดยหน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสภาวะ และวัดค่าจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น การเปิดหรือปิดสวิตช์ตำแหน่งเครื่องจักร ระดับของเหลว, อุณหภูมิ, ความดัน, ระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้าจะส่งต่อให้ PLC และ PLC จะใช้ค่า หรือ สภาวะจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตเป็นข้อมูลในการประมวลผลตามผู้ใช้และส่งผลที่ได้ไปที่หน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์, มอเตอร์ไฟฟ้าหรือปั๊มวาล์ว

ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตราฐานของอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
24 VAC / DC	12 – 48 VAC / DC
48 VAC / DC	120 VAC / DC
120 VAC / DC	220 VAC / DC
220 VAC / DC	หน้าสัมผัสรีเลย์
ระดับ TTL	ระดับ TTL

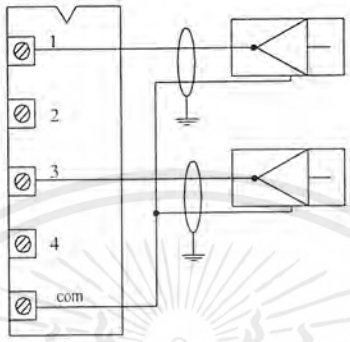


รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบทีทีแอล

1) หน่วยอินพุตแบบทีทีแอล ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทีทีแอล หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ หน่วยอินพุตประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีวงจร

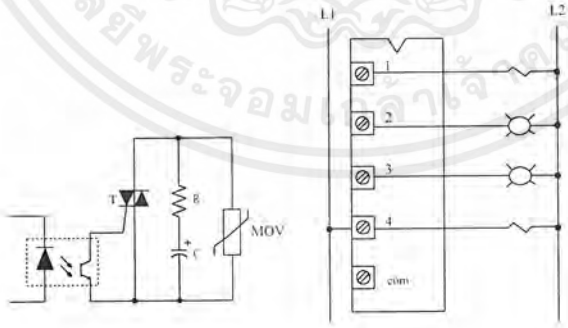
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร็กติไฟเออร์ และกรองความถี่ จึงทำให้ทำงานได้เร็วโดยใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 3 วินาที หน่วยเอาต์พุตแบบทีทีแอล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นแบบทีทีแอล หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ มีการเชื่อมต่อดัง รูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบทีทีแอล

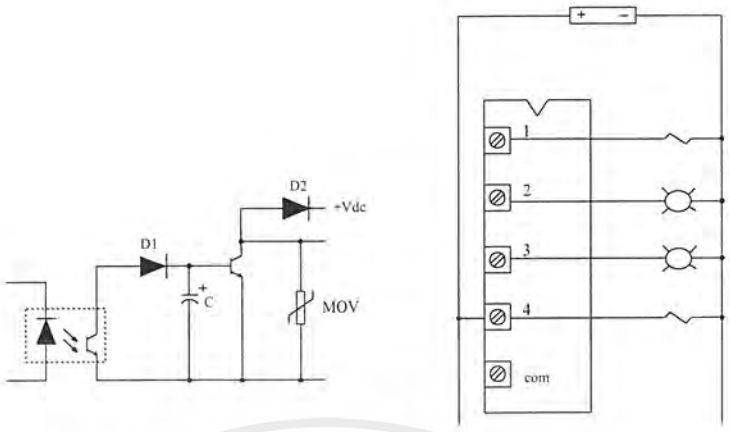
2) หน่วยเอาต์พุตแบบ AC จะเปลี่ยนสภาวะควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางให้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทางเอาต์พุตโดยประกอบด้วยวงจรตรรกซึ่งติดต่อกับ หน่วยประมวลผลกลาง วงจรเชื่อมต่อแบบออปติค สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรกรองความถี่ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ AC

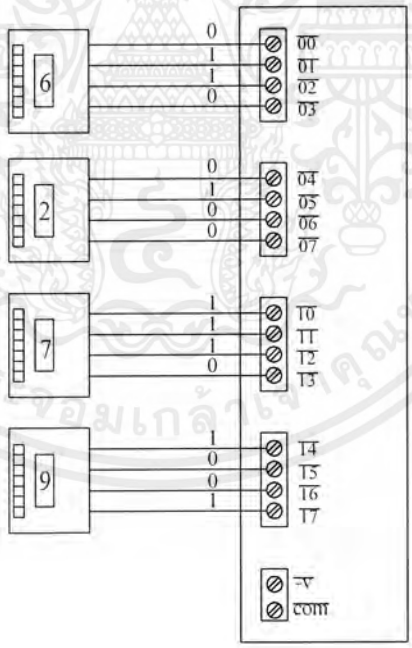
3) หน่วยเอาต์พุตแบบ DC ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ลักษณะการทำงานของวงจรคล้ายกับหน่วยเอาต์พุตของ AC แต่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวเปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แทนไตรแอค และเอสซีอาร์ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ DC

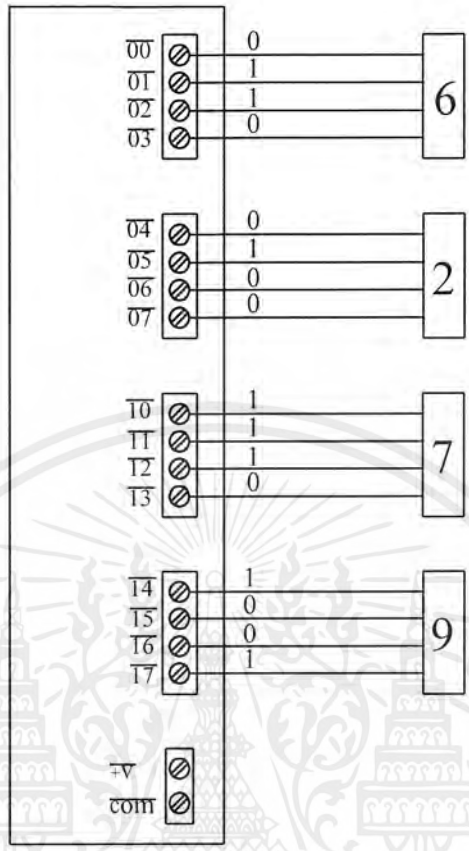
4) หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD มาจากอุปกรณ์ภายนอก ส่งให้ตัวประมวลผลกลาง อุปกรณ์อินพุตมักใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์

หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเลขรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD มาจากหน่วยประมวลผลกลางส่งให้อุปกรณ์ภายนอก เช่น ภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อหน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์

2.3.3 หน่วยป้อนข้อมูล

หน่วยป้อนข้อมูลทำหน้าที่เป็นอินพุตใช้สำหรับ ป้อนข้อมูลตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรม ในหน่วยความจำ ซึ่งโปรแกรมบริหารระบบจะนำไปประมวลผล เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก หน่วยป้อนข้อมูลของ PLC แบ่งเป็น 3 ประเภท

1) เครื่องป้อนโปรแกรมแบบจอภาพ ประกอบด้วยจอภาพ, แป้นพิมพ์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ติดต่อกับ PLC มีลักษณะคล้ายกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ หรือ สัญลักษณ์รีเลย์โดยตรง

2) เครื่องป้อนโปรแกรมขนาดเล็ก มีลักษณะคล้ายเครื่องคำนวณเลขประกอบด้วยแป้นพิมพ์ และตัวแสดงผลชนิดแอลซีดี แสดงผลได้ครั้งละ 1-2 บรรทัดแป้นพิมพ์ประกอบด้วยแป้นพิมพ์ตัวเลขคำสั่งและฟังชั่นพิเศษต่างๆ

3) คอมพิวเตอร์บริษัทผู้ผลิต PLC บางแห่งได้จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำหน้าที่ป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 MNEMONIC – LIST (L) – PROGRAM

2.4.1 โครงสร้างของโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST

โปรแกรม PLC แบบ MNEMONIC – LIST จะประกอบไปด้วยโปรแกรมเป็นบรรทัดเรียงลำดับกันไป แต่ละบรรทัดจะประกอบด้วย 1 คำสั่ง

ขณะที่เครื่อง FPC 202 ทำงานตามโปรแกรมนี้ เครื่องจะทำงานตามคำสั่งตามลำดับบรรทัดไล่ลงมาโดยไม่มีการหยุด ลักษณะนี้ดูเหมือนว่า การทำงานของเครื่องจะทำงานขนานกันทุกบรรทัด (คือทำงานตามคำสั่งแต่ละบรรทัดเหมือนกันหมด) เราเรียกว่า quasi – parallel ถ้าหากมีคำสั่ง JMP อยู่ที่ท้ายโปรแกรม จะทำให้โปรแกรมทำงานอย่างต่อเนื่อง

ในโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST นี้จะตรวจเงื่อนไขไล่ลงมา ถ้าหากเงื่อนไขไม่เป็นจริง ก็จะไม่ทำงานตาม action ของเงื่อนไขนั้น (action จะอยู่ตามหลัง condition) แต่จะข้ามไปตรวจเงื่อนไขของ condition โดยไม่มีการหยุดรอเหมือนแบบ STEPPER ดังนั้นการทำงานของแต่ละรอบ FPC จะตรวจเช็คเงื่อนไขในส่วน condition ทุกบรรทัดแต่จะทำงานเฉพาะส่วน action ของ condition ที่เป็นจริงเท่านั้น

รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโปรแกรม MNEMONIC – LIST

2.4.2 ชุดคำสั่งใน MNEMONIC – LIST

ชุดคำสั่งที่ใช้ในการโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST ประกอบด้วยคำสั่งต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

AND	OR	PREset	INITialize
JuMP	= (assignment)	NOT	INCrement
SET	LABel	Load	END
DECrement	ReSeT		

Ladder diagram

ในตารางต่อไปนี้จะแสดงถึง สัญลักษณ์มาตราฐานของ Ladder diagram ซึ่งสามารถแปลงเป็นคำสั่งในภาษา MNEMONIC – LIST

ตารางที่ 2.3 Ladder symbols

Command	Symbol	Meaning
LD		log. Start condition with interrogation of 1-signal (= start of current path)
LD NOT		log. Start condition with interrogation of 0-signal (= start of current path reversed)
AND	-] [-	logical AND operation
AND NOT	-]/[-	logical AND NOT operation
OR	-] [-+	logical OR operation
OR NOT	-]/[-+	logical OR operation
=	-( )-	logical set/assignment
= NOT	-(/)-	logical set/assignment reversed
SET	-(S)-	set
RST	-(R)-	reset
INIT	-(I)-	set (counter to) preselection value
INC	-(i)-	increment
DEC	-(d)-	decrement
PRE T/C		preset value for timer/counter
LAB x		label x for destination (JMP)
JMP x		jump to label x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37175

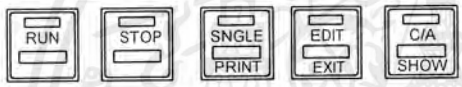
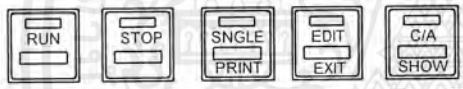
C/A Function

คีย์นี้จะใช้เฉพาะใน EDIT โหมดเท่านั้น

การใช้ key C/A ในโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST

ในโปรแกรมแบบ LIST จะเป็นการป้อน หรือแก้ไขโปรแกรมแต่ละบรรทัด ถ้าหากผู้ใช้ต้องการจะรู้ความหมายเลขของบรรทัดที่กำลังแก้ไขอยู่ ให้กด key C/A จะทำให้ display จะกลับมาแสดงคำสั่งอีกครั้ง

ตารางที่ 2.4 การใช้ key C/A ในโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST

Operating mode LED's	function
	Command code
	Line number (address)

key C/A จะเป็น key เลือกการแสดงหมายเลขบรรทัด หรือรหัสคำสั่งในแต่ละบรรทัด โดยกดเลือกสลับกัน

LED ที่ key C/A สว่าง แสดงว่า display แสดงรหัสคำสั่งอยู่

LED ที่ key C/A ดับ แสดงว่า display แสดงรหัสหมายเลขบรรทัด

STEP – FUNCTION

Key STEP สามารถใช้งานได้ทั้งในการทำงานโหมด EDIT และ SINGLE ในการเริ่มต้นสร้างโปรแกรมด้วยโหมด EDIT display จะขึ้น Ed แสดงถึงว่าไม่มีโปรแกรมอยู่ภายใน ถ้าหากเป็นการแก้ไขโปรแกรมที่ป้อนไว้แล้ว หลังจากเข้าสู่ EDIT โหมด display จะแสดงรหัสคำสั่งบรรทัดแรกสุดของโปรแกรม Key STEP สามารถใช้ไปข้ามเพื่อแก้ไขในบรรทัดที่ต้องการได้ทันทีโดยไม่ต้องไล่ทีละบรรทัด

END command

ในการป้อนโปรแกรมแบบ LIST คำสั่ง END ซึ่งเป็นคำสั่งแสดงการสิ้นสุดโปรแกรม ที่จะต่อท้ายโปรแกรมโปรแกรมให้ตลอดเวลา โดยอัตโนมัติ โดยดูจากค่า "Ed" ที่อยู่ท้ายโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดเวลา ทุกครั้งที่มีการเพิ่มคำสั่งเข้าไป คำสั่ง END จะถูกเลื่อนลงไปทำให้คำสั่ง END จะอยู่ท้ายโปรแกรมตลอดเวลาในการแก้ไขโปรแกรมในโหมด EDIT การแทรกคำสั่ง END ลงไประหว่างโปรแกรมจะหมายถึง การตัดโปรแกรมส่วนที่อยู่ต่อจากคำสั่ง END ออกไปสังเกตดูจากหลังจากแทรก END ลงในโปรแกรมคำสั่งในโปรแกรมส่วนที่อยู่หลัง END จะหายไป

ข้อควรจำ การแทรก END ไม่สามารถกลับมาได้หลังจากแทรก END คำสั่งหลัง END จะถูกลบทิ้งทันที ถ้าหากผู้ใช้พยายามจะลบคำสั่ง END จะทำให้เกิด ERROR No.6 และที่ display จะแสดง ER 06

DEL command

คำสั่ง SHIFT DEL จะใช้ในการลบบรรทัดคำสั่งในโปรแกรม MNEMONIC – LIST

การลบบรรทัด (DEL line) จะต้องเลือกบรรทัดที่จะลบเสียก่อน โดย

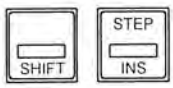
- ใช้ key up และ DOWN เลื่อนบรรทัดขึ้น หรือ
- ใช้ key <CR> เลื่อนบรรทัดไปที่บรรทัดที่ต้องการ หรือ
- ใช้ STEP key เลือกไปที่บรรทัดที่ต้องการ

เมื่อถึงบรรทัดที่ต้องการจะลบให้กด key SHIFT DEL ตามนี้

INS command

ถ้าผู้ใช้ต้องการแทรกบรรทัดของคำสั่งเข้าไปในโปรแกรมให้เลื่อนไปยังบรรทัดถัดจากบรรทัดที่จะแทรกลงไปใช้คำสั่ง INS จะทำให้เกิดบรรทัดเกิดขึ้นก่อนหน้าบรรทัดที่แสดงบน display อยู่เดิม ดูจาก display มีดสนิทป้อนคำสั่งบรรทัดที่ต้องการลงไปในบรรทัดว่างนั้น ลองเลื่อนบรรทัดลงมา 1 บรรทัดเดิมถูกเลื่อนลงมา 1 บรรทัด

ขั้นตอนการใช้ INS



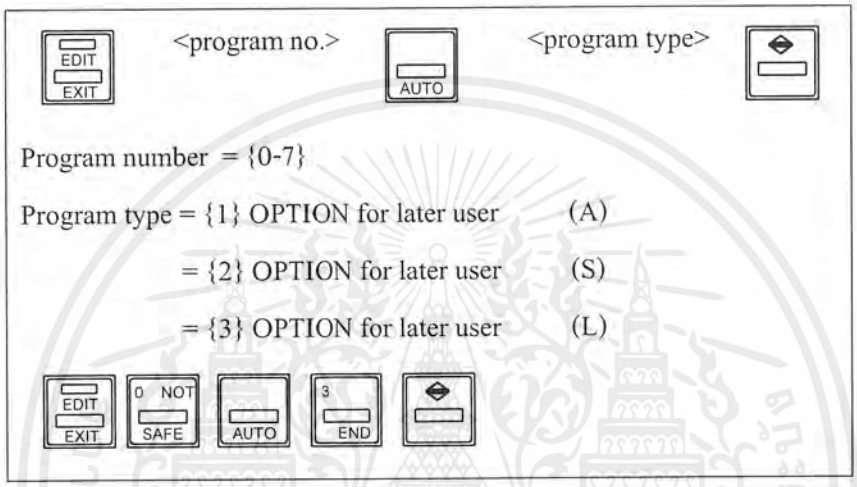
Program number และ program type

ถ้าหากไม่มีโปรแกรมถูกเก็บไว้ในเครื่อง FPC เริ่มต้นการ EDIT จะปรากฏเลข 0 ที่ display ถ้ามีโปรแกรมเก็บไว้ในเครื่อง FPC 202 หลังจากเข้าสู่ EDIT โหมดแล้วที่ display จะปรากฏหมายเลขโปรแกรมที่ต่ำสุดเก็บไว้ใน FPC 202 ก่อนเสมอหลังจากสามารถเลือกโปรแกรมที่ต้องการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย key หมายเลขโปรแกรมที่ต้องการจะปรากฏหมายเลขโปรแกรมนั้นที่ display ในการสร้างโปรแกรมใหม่ทุกครั้ง หลังจากเลือกหมายเลขโปรแกรมแล้ว จะต้องเลือกชนิดของโปรแกรมเสมอ หากไม่มีการเลือกชนิดของโปรแกรม FPC จะกำหนดว่าเป็นชนิด STEPPER โดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.5 ขั้นตอนคำสั่งเลือกหมายเลขโปรแกรม และโปรแกรมชนิด LIST



หลังจากมีการระบุชนิดของโปรแกรมสัญลักษณ์ชนิดโปรแกรมจะปรากฏด้านขวามือของ displayต่อจากหมายเลขโปรแกรมตัวอย่างโปรแกรมต่อไปจะเป็นการสร้างโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST

LD command

ในโปรแกรมแบบ LIST การเริ่มต้นส่วน condition ทุกครั้งจะใช้คำสั่ง LD เป็นตัวบอกการเริ่มต้น path function unit ที่ถูกบ่งตามหลังคำสั่ง LD จะถูกตรวจสอบสถานะเพื่อพิจารณาเงื่อนไขตามรูปข้างล่าง

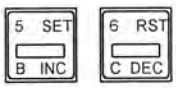
ตารางที่ 2.6 LD command

Command input:	Comments
LD FE < n >	For 1-signal
LD NOT FE < n >	For 0-signal

FE = function unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง SET และ RST



คำสั่ง SETและRST จะเป็นคำสั่งที่ใช้ set หรือ reset function unit

ตารางที่ 2.7 คำสั่ง SET และ RST

Command input:	Comments
SET FE <n>	set an FE
RST FE <n>	reset an FE

FE = function unit

ถ้าหากใช้คำ SET กับ function unit output และ FLAG สถานะของ function unit จะคง สภาวะ 1 จนกระทั่งมีคำสั่ง RST มา RESET สภาวะของ function unit ให้เป็น 0

2.4.3 การสร้างโปรแกรม

ขั้นตอนการ key

ทุกครั้งที่กด <CR> โปรแกรมจะทำงานทีละ step เมื่อการทำงานของโปรแกรมถึงบรรทัดสุดท้ายของโปรแกรมแล้ว การออกจากการทำงานแบบ SiNGLE ทำได้โดยกด SNGLE อีกครั้ง FPC จะออกจากการทำงานแบบ SiNGLE แต่เอาต์พุต 0, 1, 2 จะยังคงค้างอยู่ จะทำการ reset โดยมีขั้นตอนดังนี้

หากผู้ใช้ต้องการให้โปรแกรมทำงานอีกครั้ง สามารถทำได้โดยใช้ key RUN หรือ SNGLE

การลบโปรแกรม 0

การลบโปรแกรมที่เก็บไว้ใน หน่วยความจำ มีขั้นตอนตามข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label (LAB) และ jump (JMP)

การโปรแกรมแบบ MNEMONIC – LIST อนุญาติให้โปรแกรมมีการ jump ไปยังที่ตำแหน่งต่างๆได้

การ jump จะทำได้โดยใช้คำสั่ง JMP และตำแหน่งเป้าหมายของการ jump จะต้องบ่งชี้ด้วยคำสั่ง LABeL

ตารางที่ 2.8 Label (LAB) และ jump (JMP)

Command input:	Comment
	defining label x
x = 0, …, 99	jump to label x

คำสั่ง JMP แบบมีเงื่อนไข

ถ้าหากมีการพิจารณาสถานะของ function unit ตัวใดตัวหนึ่งเพียงสถานะเดียว(เป็น0 หรือเป็น1) ที่เป็นจริง ทำให้ผลการพิจารณาเงื่อนไขมีโอกาสเป็นจริงหรือไม่จริง คำสั่งในสอง action ที่ตามมา(เช่น JMP) จึงทำงานต่อเมื่อเงื่อนไขเป็นจริงเท่านั้น

คำสั่ง JMP แบบไม่มีเงื่อนไข

ในการ JMP แบบนี้ หมายถึงว่าเงื่อนไขในส่วน condition หน้าคำสั่ง JMP จะเป็นจริงเสมอ จะทำให้โปรแกรมมีการ JMP ทุกครั้ง ที่ทำงานถึงโปรแกรมส่วนนี้

function units ควบคุม

ในการส่งสัญญาณเข้าออก สำหรับ FPC 202 สามารถทำได้โดยผ่าน อินพุต และเอาต์พุต FPC 202 ยังมี function unit อื่นๆคือ timer, counter และ flag

Input (IN)

Input สำหรับ FPC 202 จะมี 16 input จะใช้เฉพาะเป็นเงื่อนไขในส่วน condition ซึ่งพิจารณาจากสถานะ 1, 0 และแสดงสถานะทาง LED สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะ 1 หมายถึง มีสัญญาณเข้ามาที่ input (LEDสีเขียว สว่าง)

สถานะ 0 หมายถึง ไม่มีสัญญาณเข้ามาที่ input (LEDสีเขียว ดับ)

ตารางที่ 2.9 Input (IN)

Command input:	Interrogation
7 LD D IN FLAG < input no. > ◆	For 1- signal
7 LD D 0 NOT SAFE IN FLAG < input no. > ◆	For 0- signal

Basic unit: input no. = {0-7} and {10-17}

Expansion module(s): see table on next page

Output (OUT)

OUT PROG

สำหรับชุดเบื้องต้นของ FPC 202 จะมี 16 output โดยสามารถใช้เป็นเงื่อนไขได้ในส่วน condition และในส่วน action สามารถสั่ง set หรือ reset สถานะของ output ได้สถานะของ output หลังจากถูกคำสั่ง set จะรักษาสถานะ 1 ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีคำสั่ง RST หรือ SAFE มา reset สถานะให้เป็น 0 การใช้ output เป็นเงื่อนไขในส่วน condition

สัญญาณ 1 หมายเลข output ถูก set มีสถานะเป็น 1 (LED สี เหลืองสว่าง)

สัญญาณ 0 หมายเลข output ถูก reset มีสถานะเป็น 0 (LED สี เหลืองดับ)

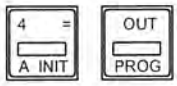
ตารางที่ 2.10 คำสั่ง output ในส่วน action

Command input:	Comment
5 SET B INC OUT PROG < output no. >	set an output
6 RST C DEC OUT PROG < output no. >	reset an output

Basic unit: output no. = 0-7 and 10-17 Expansion module (s): see table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 การสั่ง output ด้วยคำสั่ง assignment

Command input:		Comment
	< output no. >	set an output
	< output no. >	reset an output

Basic unit: output no. = 0-7 and 10-17

Expansion module (s): see table

คำสั่ง Assignment (=)

คำสั่ง = จะเป็นฟังก์ชั่นที่กำหนดให้สถานะของ output เป็นไปตามค่าความจริงที่ได้จากการพิจารณาเงื่อนไขในส่วน condition การทำงานของคำสั่ง "=" จะต่างกับคำสั่ง SET หรือ RST จะทำงาน ต่อเมื่อเงื่อนไขในส่วน condition เป็นจริง หากส่วน condition ไม่เป็นจริงก็จะข้ามไปแต่คำสั่ง "=" จะทำงานทุกครั้งโดยมี output ตามผลที่ได้จากส่วน condition ถ้าเงื่อนไข condition เป็นจริง ก็จะมีการทำตามคำสั่งส่วนหาก condition เป็นเท็จก็จะมีการทำงานแบบตรงข้ามกัน

ตัวอย่าง

1) LD IN 0 ถ้าส่วน condition เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)
= OUT 0 output 0 จะถูก set
ถ้าส่วน condition ไม่เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)
output 0 จะถูก RST

2) LD IN 0 ถ้าส่วน condition เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)
= NOT OUT 0 output 0 จะถูก reset
ถ้าส่วน condition ไม่เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)
output 0 จะถูก set

3) LD NOT IN 0 ถ้าส่วน condition เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 0 เข้ามาที่ input 0)
= OUT 0 แล้ว output 0 จะถูก set
ถ้าส่วน condition ไม่เป็นจริง (มีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว output 0 จะถูก reset

4) LD NOT IN 0 ถ้าส่วน condition เป็นจริง (จะมีสัญญาณ 0 เข้ามาที่ input 0)

= NOT OUT 0 แล้ว output 0 จะถูก reset

ถ้าส่วน condition ไม่เป็นจริง (มีสัญญาณ 1 เข้ามาที่ input 0)

แล้ว output 0 จะถูก set

AND operation (AND)

ถ้าหากในส่วน condition มีการพิจารณาเงื่อนไขจาก function unit หลายตัวพร้อมกัน จะต้องเชื่อมต่อในส่วน condition เดียวกัน ด้วยคำสั่ง AND

ตารางที่ 1.12 AND operation

Command input:	Interrogation
LD NOT IN 0	For 0 – signal on input 0
or LD IN 0	For 1- signal on input 1
AND IN 1	and For 1- signal on input 1
AND NOT IN 10	and For 0 - signal on input 10

OR Operation (OR)

การเชื่อมต่อการพิจารณา function unit ในส่วน condition อีกทางหนึ่ง คือ การใช้ OR Operation

ตารางที่ 2.13 OR Operation

Command input:	Interrogation
LD FE	for 1-signal on function unit
OR FE	for 1-signal on another function unit
OR NOT FE	for 0-signal on another function unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่ง AND และ OR

การใช้ function unitหลายๆตัวเป็นเงื่อนไขในส่วน condition ได้โดยอาจจะเชื่อมเงื่อนไขต่างๆ ด้วยคำสั่ง AND หรือ OR ก็ได้ดังเช่น

ตารางที่ 2.14 การใช้คำสั่ง AND และ OR

Command input:				Interrogation
LD		FE	<n>	for 1-signal
OR	NOT	FE	<n>	for 0-signal
AND		FE	<n>	AND for 1-signal
AND	NOT	FE	<n>	AND for 0-signal
OR		FE	<n>	OR for 1-signal
OR	NOT	FE	<n>	OR for 0-signal

การเขียนโปรแกรมนั้น เนื่องจากว่าการทำงานของเครื่อง FPC 202 จะทำงานทีละบรรทัดไล่ลงมา ดังนั้นการเขียนโปรแกรม ขั้นตอนของแต่ละคำสั่งจะต้องเรียงลำดับอย่างถูกต้อง

คำสั่ง NOT (NOT)

คำสั่ง NOT สามารถใช้ในส่วน condition และส่วน action ในส่วน action และใช้คู่กับคำสั่ง assignment (=) ในส่วน condition คำสั่ง NOT จะใช้สำหรับเช็คสถานะ 0 ของ function unit ต่างๆ คำสั่ง NOT นี้สามารถใช้กับคำสั่ง ANO และ OR ได้

ตารางที่ 2.15 คำสั่ง NOT ในส่วน condition

Command input:			Interrogation
LD	NOT	FE	for 0-signal on function unit
AND	NOT	FE	and 0-signal on another function unit
OR	NOT	FE	or 0-signal on another function unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 คำสั่ง NOT ในส่วน action

Command input:	Interrogation
= NOT	all function unit except for inputs

ตารางที่ 2.17 คำสั่งตรงข้ามโดยใช้ NOT ในส่วน action

Program	Comment
	invoke edit mode program no.0 program type 3
0 LAB 0 <CR> 1 LD IN 0 <CR> 2 = NOT OUT 1 <CR>	label 0 if 1-signal on input 0 then reset output 0
3 LD PROG 0 <CR> 4 JMP 0 <CR>	if program 0 active then jump to label 0
	exit edit mode

ตารางที่ 2.18 คำสั่งตรงข้าม NOTโดยใช้ ในส่วน condition

Program	Comment
	invoke edit mode program no.0 program type 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

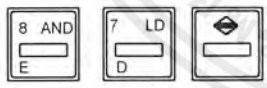
ตารางที่ 2.18 (ต่อ) คำสั่งตรงข้าม NOTโดยใช้ ในส่วน condition

Program				Comment
0 LAB 0			<CR>	label 0
1 LD NOT	IN	0	<CR>	if 0 – signal on input 0
2 =	OUT	1	<CR>	then set output 1
3 LD	PROG	0	<CR>	If program 0 active
4 JMP		0	<CR>	Then jump to label 0
				Exit edit mode

คำสั่งใช้ AND

คำสั่ง AND และ LD จะใช้เชื่อม function unit หลายตัวเข้าด้วยกัน เช่น block และ เราจะใช้ AND LD สำหรับเชื่อม block ของ condition หลายๆ block เข้าด้วยกัน

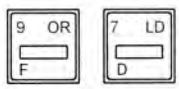
ตารางที่ 1.19 คำสั่ง AND LD

Command input :	Comment
	AND linking of Block

ใช้คำสั่ง AND LD เชื่อม condition block จำนวน N block

(N เท่ากับจำนวน blockได้สูงสุด 8 block)

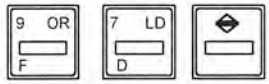
OR LD

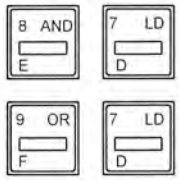


ในการเชื่อม condition block นั้น นอกจากคำสั่ง AND LD แล้ว ยังมีคำสั่ง OR LD ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.20 OR LD

Command input :	Comment
	OR linking of block



คำสั่ง OR LD และAND LD สามารถใช้ร่วมในกลุ่ม condition เดียวกันได้

ตารางที่ 2.21 การใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD

Command input :	Comment
AND LD	AND linking of block
OR LD	OR linking of block

FLAG (FLAG)

Flags จะเป็นตำแหน่งของหน่วยความจำ ที่ผู้ใช้เครื่อง สามารถ ตรวจสอบสถานะ(1,0) หรือ กำหนดสถานะให้เป็น 0 หรือ 1 ได้ด้วยคำสั่ง set, reset

การใช้งาน

-ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของ input หรือ output ที่ปรากฏเพียงชั่วเวลาอันสั้น สำหรับ นำไปใช้ทีหลัง

- เก็บข้อมูลของผลของการพิจารณาในส่วน condition ชั่วคราว ผู้ที่สามารถใช้คำสั่ง SET หรือ RST เพื่อกำหนดสถานะของ FLAG ให้เป็น 0 หรือ 1 และนำสถานะนั้นไปใช้ในส่วน condition

ข้อควรจำ หลังจากไฟดับหรือการบิดแหล่งจ่ายไฟทุกครั้ง flags ทุกตัวจะถูก reset เมื่อไม่มี battery หรือ battery เสื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.22 การใช้ Flag ในส่วน condition

Command input :	Interrogation
SHIFT + IN FLAG < flag no. >	For 1 - signal
0 NOT SAFE + SHIFT + IN FLAG < flag no. >	For 0 - signal

flag no. = {0-7} and {10-17} and {20-27} and {30-37} and {40-47}
and {50-57} and {60-67}

ตารางที่ 2.23 การใช้ Flag ในส่วน action

Command input :	Interrogation
5 SET B INC + SHIFT + IN FLAG < flag no. >	set a flag
6 RST C DEC + SHIFT + IN FLAG < flag no. >	reset a flag
flag no. = see above	

Command input :	Interrogation
4 = A INIT + SHIFT + IN FLAG < flag no. >	a flag set logically
4 = A INIT + 0 NOT SAFE + SHIFT + IN FLAG < flag no. >	a flag reset logically
flag no. = see above	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Flag ในส่วน action

ผู้ใช้สามารถใช้ flags เก็บสถานะของ input ที่เกิดขึ้นชั่วเวลาสั้นๆซึ่งจะเป็นเงื่อนไขของ output ที่ไม่สามารถใช้สัญญาณออกได้ทันที flags จะเป็นตัวเก็บสถานะ input นั้นรอจนกระทั่งเงื่อนไขต่างๆ สมบูรณ์จึงจะส่งสัญญาณ output ออกไป

Timer (T)

ในการทำงานเกี่ยวกับเวลา ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ timer ได้โดย timer แต่ละตัวประกอบด้วย preselection value, status (สถานะ) และ value สามารถนำสถานะของ timer มาใช้เป็นเงื่อนไขในส่วน condition และสามารถ SET หรือ RST การทำงานของ timer ในส่วน action

ในโปรแกรมที่ใช้งาน timer ขั้นแรกจะต้องตั้งช่วงเวลาที่ timer preselection เสียก่อน ค่าช่วงเวลา ที่ตั้งเป็นได้ตั้งแต่ 0.0 ถึง 326.7 sec โดยมีความละเอียด 0.1 sec

Timer preselection

การตั้งค่าเวลาไว้ที่ preselection มีลำดับขั้นตอนการ key ดังนี้

ตารางที่ 2.24 Timer preselection

Timer call

timer no. = {0, …, 7}

numeric preselection :

< time selected > < CR >

time selected = (0.0s – 327.6s)

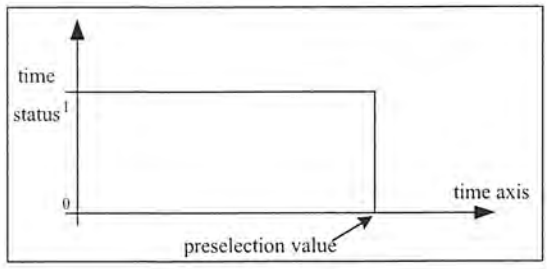
ตลอดเวลาการทำงานของโปรแกรมค่าเวลาใน preselection สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงค่าใน timer preselect สามารถทำตามขั้นตอนข้างบน

ข้อควรจำ ถ้าหลังจากไฟดับ หรือ ปิดแหล่งจ่ายไฟ timer value และ timer status จะเป็น 0

Timer status

ในส่วน action สามารถสั่ง set (สั่งใช้งาน timer), reset (ยกเลิกการใช้งาน timer) หลังจากคำสั่ง set timer จะมี status เป็น 1 เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ preselection จะทำให้มี status ของ timer เป็น 0 ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Timer status

ตารางที่ 2.25 การใช้ timer ในส่วน action

Command input :		Interrogation
5 SET B INC T EPROM	< timer no. >	setting a timer
6 RST C DEC T EPROM	< timer no. >	resetting a timer
flag no. = {0,... 7}		

การใช้ timer ในส่วน condition

ในส่วน condition ของโปรแกรม ผู้ใช้สามารถใช้ status ของ timer ทั้ง 8 ตัว เป็นเงื่อนไข (สถานะ 1 หรือ 0) ขณะที่เครื่องกำลังทำงานตามโปรแกรมอยู่ ผู้ใช้สามารถดูค่า timer value ได้โดยใช้ SHOW function

ตารางที่ 2.26 การใช้ timerในส่วน condition

Command input :		Interrogation
T EPROM	< timer no. > 0 NOT SAFE	for 1 - signal
0 NOT SAFE T EPROM	< timer no. > 0 NOT SAFE	for 0 - signal
flag no. = {0,... 7}		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COUNTER (C)

ในงานโปรแกรมที่มีการนับจำนวนการทำงานของโปรแกรม counter จะเป็นตัวช่วยให้งานเขียนโปรแกรมสะดวกขึ้นใน counter แต่ละตัวจะประกอบไปด้วย preselestion value, counter status จะใช้งื่อนไขในการพิจารณาสถานะการทำงานของ counter ในส่วน condition และจะถูกกำหนดสถานะการทำงานด้วยคำสั่ง set, reset, ในส่วน action

Counter preselection

ในการใช้ counter ก่อนใช้งานจะต้องมีการตั้งค่านับของ counter ที่ต้องการเก็บไว้ใน preselection value การตั้งค่านับของ counter ใน preselection value มีขั้นตอนดังนี้

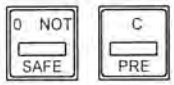
ตารางที่ 2.27 Counter preselection

Key sequence
< counter no. >
counter no. = {0, …, 7}
numeric preselection :
< preselection value > < CR >
preselection value = {0, …, 9999}

การใช้ counter ในส่วน condition

ในส่วน condition ของโปรแกรม สามารถใช้สถานะของ counter status มาเป็นเงื่อนไขในการพิจารณา (จะมีสถานะ 0 หรือ 1)

ตารางที่ 2.28 การใช้ Flag ในส่วน condition

Command input :		Interrogation
	< counter no. >	For 1 - signal
	< counter no. >	For 0 - signal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

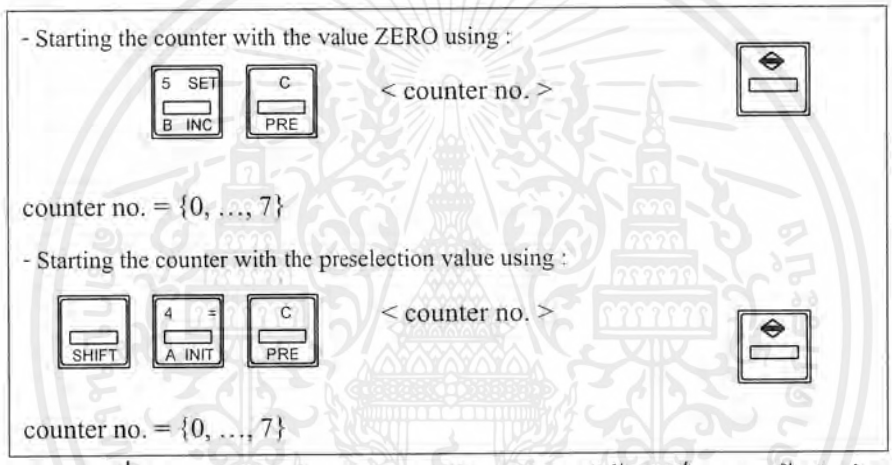
ในขณะที่ FPC 202 กำลัง RUNโปรแกรมอยู่ ผู้ใช้สามารถแสดงค่า counter value ที่เก็บอยู่ใน counter ด้วยคำสั่ง SHOW function

ข้อควรจำ ถ้าเกิดไฟดับหรือการปิดเครื่องเมื่อเปิดเครื่องใหม่ค่า preselection และค่า counter value จะถูก set ให้ เป็น 0

การใช้ counter ในส่วน action

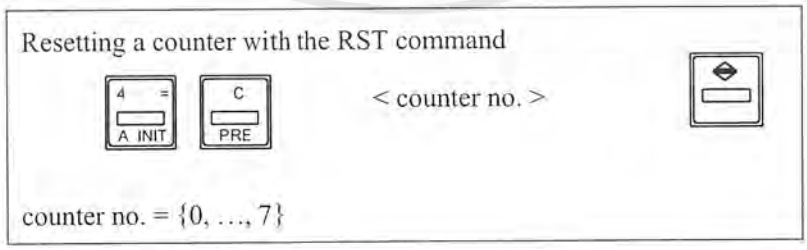
สำหรับ FPC 202 จะมี 2 คำสั่งสำหรับเริ่มใช้งาน counter ในส่วน action

ตารางที่ 2.29 การใช้ counter ในส่วน action



ตลอดเวลาที่ counter กำลังทำงาน จะมีสถานะการใช้งานเป็น 1 ถ้านับค่าจนถึงค่าใน preselection แล้ว หรือถูกคำสั่ง RST ก็จะมีค่าเป็น 0

ตารางที่ 2.30 การใช้ counter ร่วมกับคำสั่ง RST

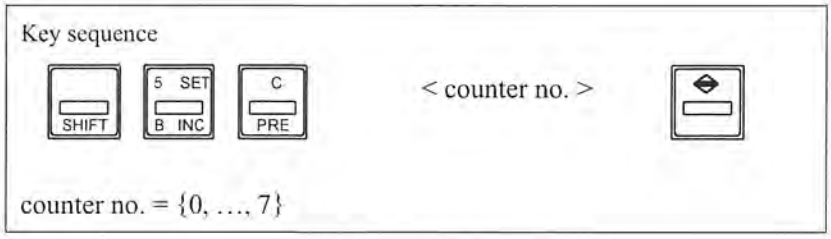


Increment (INC)

หลังจากคำสั่งใช้ counter แล้วคำสั่ง INCrement จะใช้สำหรับนับการทำงานของ counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

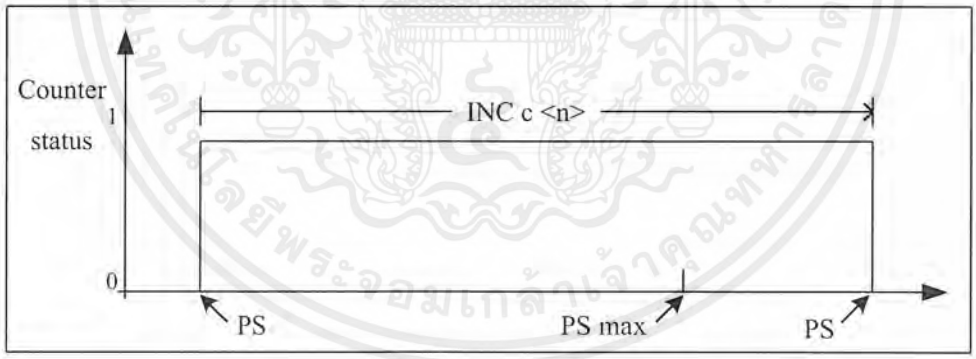
ตารางที่ 2.31 Increment (INC)



counter จะมีสถานะเป็น 1 จนกระทั่งมีการนับ จนถึงค่าใน preselection value จะทำให้ counter หยุดการทำงาน และมีสถานะเป็น 0 ถ้าหากค่าใน preselection เป็น 0 counter จะนับ 10,000 ครั้ง (เนื่องจากว่า counter จะ reset ตัวเองเป็น 0 เมื่อนับจนถึงค่า 0)

การเริ่มต้นคำสั่งด้วย คำสั่ง INIT

คำสั่งนี้ counter จะเริ่มมี counter value เท่ากับค่าใน preselection value



PS = preselection value, i.e. from PSmax +1counting

start a game from ZERO

รูปที่ 2.12 การเริ่มต้นคำสั่งด้วย คำสั่ง INIT

หากใช้ INIT คู่กับคำสั่ง INC จะทำให้ counter reset ตัวเองให้มีสถานะเป็น 0 เมื่อนับจนถึงค่าใน preselection value อีกครั้งจะไม่มีการ reset ตัวเอง ขณะค่าที่นับเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Decrement (DEC)

ในการใช้คำสั่ง DEC จะทำให้ counter ลดค่านับในลง 1 ค่าสำหรับการใช้

ตารางที่ 2.32 Decrement (DEC)

Command input :	**Comment**
SHIFT + 6 RST / C DEC + C / PRE + < counter no. > + ◆	decrement counter value by 1
counter no. = {0, …, 7}	

สถานะของ counter จะเป็นหนึ่งจนกระทั่งถูก reset หรือนับค่าสุดท้าย

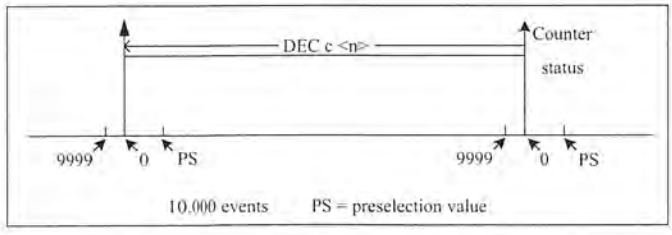
ข้อควรจำ ในการใช้คำสั่ง DEC ค่าสุดท้ายของมันคือ 0

การใช้ counter กับคำสั่ง set

ตารางที่ 2.33 การใช้ counter กับ คำสั่ง set

Command input :	**Comment**
5 SET / B INC + C / PRE + < counter no. > + ◆	start a counter from 0

ถ้าหากใช้คำสั่ง SET เริ่มทำงาน counter กับคำสั่ง DEC counter จะreset ตัวเอง มีสถานะเป็น 0 เมื่อนับจนค่านับในตัว counter เป็น 0 อีกครั้ง โดยไม่สนใจในค่าใน preselection value



รูปที่ 2.13 การใช้ counter กับ คำสั่ง set

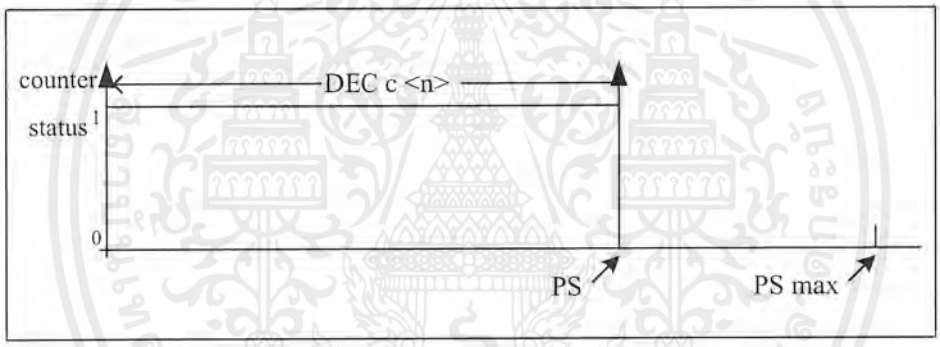
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเริ่มใช้งาน counter ด้วยคำสั่ง INIT

ตารางที่ 2.34 การเริ่มใช้งาน counter ด้วยคำสั่ง INIT

Command input :	Comment
SHIFT, 4 = A INIT, C PRE, < counter no. >, ◆	start a counter with preselection value

counter จะเริ่มค่านับที่ค่าเท่ากับใน preselection value และจะนับลง 1 ค่า ทุกครั้ง ที่มีการนับกระทั่งค่านับเป็น 0 จะทำให้ reset สถานะเป็น 0



รูปที่ 2.14 การเริ่มใช้งาน counter ด้วยคำสั่ง INIT

2.5 หลักการทำงานของ PLC

2.5.1 การสแกน

การทำงานของ PLC ประกอบด้วยการรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปที่หน่วยเอาท์พุตลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การสแกน ช่วงเวลาที่ PLC ใช้ในการสแกน 1 รอบ เรียกว่า ช่วงเวลาสแกนซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิต PLC มักกำหนดช่วงเวลาสแกนตามเวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาที ต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ภายนอกที่ทำงานร่วมกับ PLC เช่น หน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต จอภาพและเครื่องพิมพ์จะใช้ช่วงเวลาสแกนนานขึ้น

การสแกนของ PLC ประกอบด้วยการรับค่าสภาวะของอุปกรณ์จากอินพุตหรือเอาต์พุตภายนอกมาเก็บไว้ในหน่วยความจำนำโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นมาปฏิบัติทีละคำสั่งโดยเริ่มจากคำสั่งแรกจนสิ้นสุดโปรแกรมในหน่วยความจำ ถ้าโปรแกรมทำให้สภาวะของเอาท์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลงผลดังกล่าวจะถูกบันทึกในหน่วยความจำก่อน เมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้แล้วจึงนำผลการเปลงครั้งสุดท้ายที่ส่งออกไปที่หน่วยเอาพุตแล้ว PLC จึงเริ่มการสแกนใหม่

การสแกนตามปกติของ PLC อาจไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอินพุตที่มีความเร็วสูงได้ ในกรณีนี้ PLC บางรุ่นจะมีความสามารถพิเศษที่อนุญาตให้หน่วยอินพุตบางจุดส่งสัญญาณสอดแทรกการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะเกิดขึ้นหรืออนุญาตให้หน่วยอินพุต บางจุดรับค่าสภาวะข้อมูลจากอุปกรณ์จริงทุกครั้งที่ต้องการใช้อ้างอิงในการควบคุม และส่งสัญญาณควบคุมออกไปที่หน่วยเอาต์พุตทันทีที่ผลการเปลี่ยนแปลงจากโปรแกรมเกิดขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกและการควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตว่ามีมากน้อย เพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะแท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาที ถ้าใช้ PLC ดังกล่าว การควบคุมจะผิดพลาดหมด

2.5.2 การติดต่อกับระบบย่อย

การติดต่อกับระบบย่อย หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต และอุปกรณ์ร่วมภายนอก เมื่อ PLC สแกนครบ 1 รอบก่อนเริ่มต้นการสแกนใหม่หน่วยประมวลผลจะติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ร่วมภายนอกและหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต

ระยะทางระหว่าง PLC และอุปกรณ์ย่อยอยู่ในช่วง 1000 ถึง 15000 ฟุต โดยใช้สายส่งแบบที่เรียกว่าคู่สายโคแอคเชียลหรือใช้สายเส้นใยแสง ขึ้นอยู่กับระยะทางกับอัตราการส่งการรับส่ ข้อมูลระหว่าง PLC และระบบอุปกรณ์ย่อยเป็นแบบอนุกรมส่งครั้งละ 1 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตตรวจสอบ และบิตสิ้นสุด PLC มีอัตรารับส่งข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตใน 1 วินาทีขึ้นไป

2.5.3 การตรวจสอบข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากการติดต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์ย่อยจะได้รับการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าการรับส่งข้อมูลถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลของ PLC มี 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การตรวจพาริตี้ (Parity Check) เป็นวิธีการตรวจสอบที่ง่ายและสะดวกที่สุด การส่งจะนับจำนวนบิต "1" ของข้อมูลว่าเป็นจำนวนคู่ หรือ คี่ แล้วเพิ่มบิตพิเศษที่เรียกว่า บิตพาริตี้ส่งไปพร้อมกับข้อมูลเพื่อแจ้งจำนวนคู่หรือคี่ของบิต "1" การรับจะตรวจสอบข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เช่น การส่งข้อมูลตัวอักษร "C" ด้วยรหัส ASCII ขนาด 7 บิต ซึ่งมีค่า P100 0011 แบบพาริตี้คี่จะพบว่าข้อมูลทั้งหมดมีจำนวนบิต "1" จำนวน 3 บิต เป็นจำนวนคี่ บิตพาริตี้คือ "0" การส่งจะมีข้อมูลทั้งหมดคือ 0100 0011 การตรวจสอบข้อมูลแบบพาริตี้ สามารถตรวจสอบข้อมูลที่มีการส่งผิดได้เพียงบิตเดียว ถ้าข้อมูลผิดเกิน 1 บิตจะตรวจสอบไม่ได้ การตรวจสอบข้อมูลนี้บางครั้งเรียกว่า VRC (Vertical Redundancy Check)

2) การตรวจสอบผลรวม (Checksum) การส่งข้อมูลจะหาผลรวมทางคณิตศาสตร์ หรือ ตรรกของข้อมูลทั้งหมดแล้วส่งผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งเรียกว่า BCC (Block Charater Check) รวมกันไปกับข้อมูลการตรวจสอบวิธีนี้จะทำให้การรับส่งข้อมูลเร็วกว่าวิธีแรกเพราะส่งข้อมูลจำนวนน้อยกว่า การส่งข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบผลรวม การตรวจสอบผลรวมมี 2 วิธี คือ

2.1) วิธีที่ 1 แบบ CRC (Cycle Redundancy) วิธี CRC ผลรวมของข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน BCC โดยไม่มีตัวทด

2.2) วิธีที่ 2 แบบ LRC (Longitudinal Redundancy Check) วิธี LRC จะหาผลการปฏิบัติของลอจิก XOR ของข้อมูลทั้งหมดเก็บไว้ใน BCC

นอกจาก 2 วิธีดังกล่าวแล้ว PLC บางรุ่นยังอาจใช้วิธีอื่นที่คล้ายคลึงกัน การตรวจสอบข้อมูลแบบ พาริตี้ ไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลจำนวนมาก เนื่องจากมีข้อมูลที่เป็นบิตพาริตี้จำนวนมาก เช่น การส่ง ข้อมูลรหัส ASCII ทุก 8 บิต จะมีบิตพาริตี้จำนวน 1 บิตหรือประมาณ 12.5 เปอร์เซนต์เกิดขึ้น

2.5.4 การตรวจสอบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

สำหรับหน่วยประมวลผลกลางของ PLC จะตรวจสอบสภาพการทำงานของตนเองและอุปกรณ์ร่วมภายนอกทุกช่วงสแกนซึ่งประกอบด้วยการตรวจสอบหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยจ่ายพลังงานหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และอุปกรณ์ร่วม ถ้าส่วนใดผิดปกติหน่วยประมวลผลกลางจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ แผงควบคุม หรือจอภาพ สำหรับการทำงานของหน่วยประมวลผล ถ้าต้องการทำงานปกติทุกรอบการสแกน หน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรหน่วงเวลา ตรวจสอบวงจรหน่วงเวลาจะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ข้อดีของ PLC

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ PLC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย เรียกว่า โมดูล (module) ทำงานร่วมกันแต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเองแต่สามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ที่ต้องการ ทำให้เปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือขยายขอบเขตการใช้งานของ PLC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์ เช่นเปลี่ยนแปลงขนาด และชนิดของอินพุตเอาต์พุต และหน่วยความจำ

2.6.1 PLC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น

ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายนอกในหน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ซึ่งใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย มีความคล่องตัวในการควบคุมสูงเพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม ปัจจุบัน PLC มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากระบบควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานคงที่ต้องการแล้ว PLC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมอื่นๆ เช่น สามารถติดต่อโต้ตอบ แสดงภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

2.6.2 การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย

PLC ทั่วไปออกแบบให้ติดตั้งง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC แทนระบบรีเลย์ จะสามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิม และเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย

2.6.3 PLC บำรุงรักษาง่าย PLC

ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูลมีการตรวจสอบการทำงานของตนเอง ค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงสับโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะปิดหรือเปิดของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.35 ลักษณะ และข้อดีของ PLC

ลักษณะของ PLC	ข้อดีของ PLC
1. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1. ความน่าเชื่อถือสูง
2. ควบคุมด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำขนาดเล็ก	1. แก้ไขง่ายมีความคล่องตัว 2. ต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
3. ไมโครโปรเซสเซอร์	1. ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย 2. ประสิทธิภาพการทำงานสูง 3. การผลิตที่ได้มาตรฐานสูง 4. สามารถทำงานควบคุมที่ซับซ้อน
4. ระบบประกอบด้วยโมดูล	1. ติดตั้งง่าย 2. คล่องตัวในการใช้งาน 3. ขยายระบบได้ง่าย 4. บำรุงรักษาง่าย
5. อินพุตหรือเอาต์พุตหลายชนิด	1. ขอบเขตการควบคุมกว้าง 2. ป้องกันการผูกขาดจากผู้ผลิต
6. อินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต	1. ลดการเดินสาย
7. ระบบการตรวจสอบตัวเอง	1. ลดการบำรุงรักษา 2. ซ่อมแซมรักษาง่าย

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 64 กิโลไบต์

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) มีพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ

8) มีวงจรนับหรือวงจรจับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด

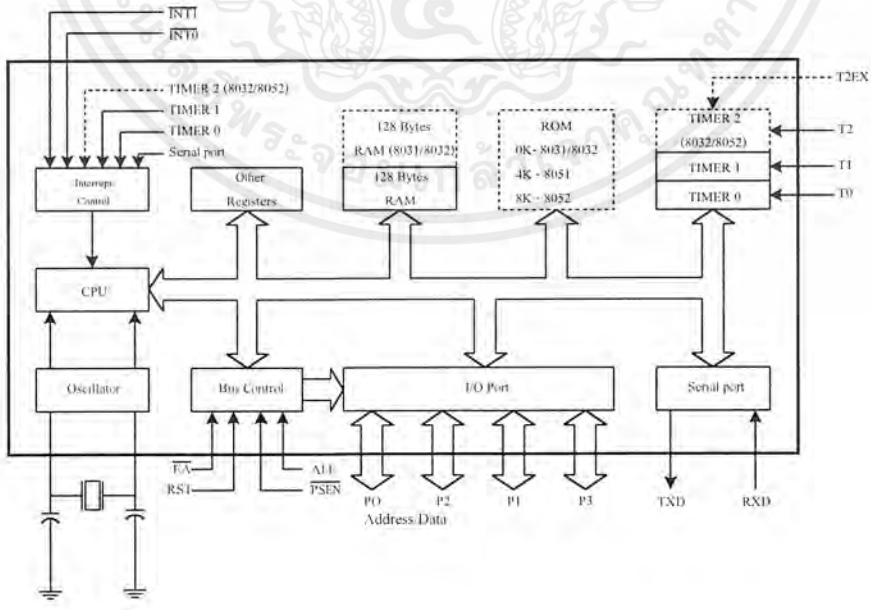
9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Reciver Transmitter: UARTรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน

2.7.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR และNOT เป็นต้น ซึ่งเหตุเหล่านี้จะนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆเช่นวงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการ ติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการ ขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจาก หน่วยประมวลผลกลาง นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะ อ้างอิงจากสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิเลเตอร์เพื่อให้ทุกๆส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล การนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ข้อมูลแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับหน่วนยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 kbytes) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐานสองทั้งหมด 16 เส้น

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจาก คำสั่งที่อ่านเข้ามาที่หน่วยความจำโปรแกรม

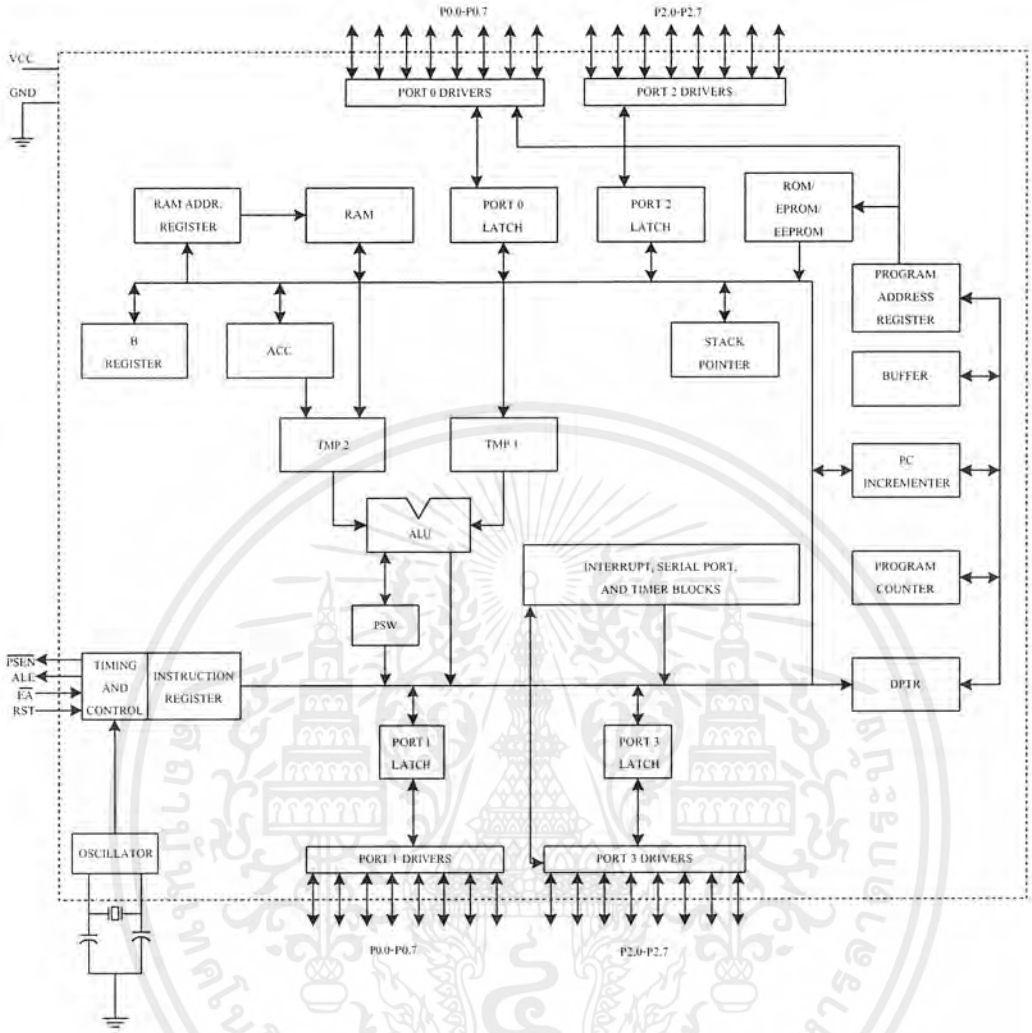
3) อุปกรณ์อินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ต (Input or Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้แก่ 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน, วงจรนับเวลา0, วงจรนับเวลา1, พอร์ตแบบอนุกรม

3.1) สี่อินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2, และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

3.2) วงจรนับเวลา 0, วงจรนับเวลา 1 เป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอกของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้สามารถตั้งค่าแรกเริ่มต้นของการนับและการอ่านค่าการนับได้โดยตัวประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม ตัวประมวลผลกลาง จะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ตัวประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



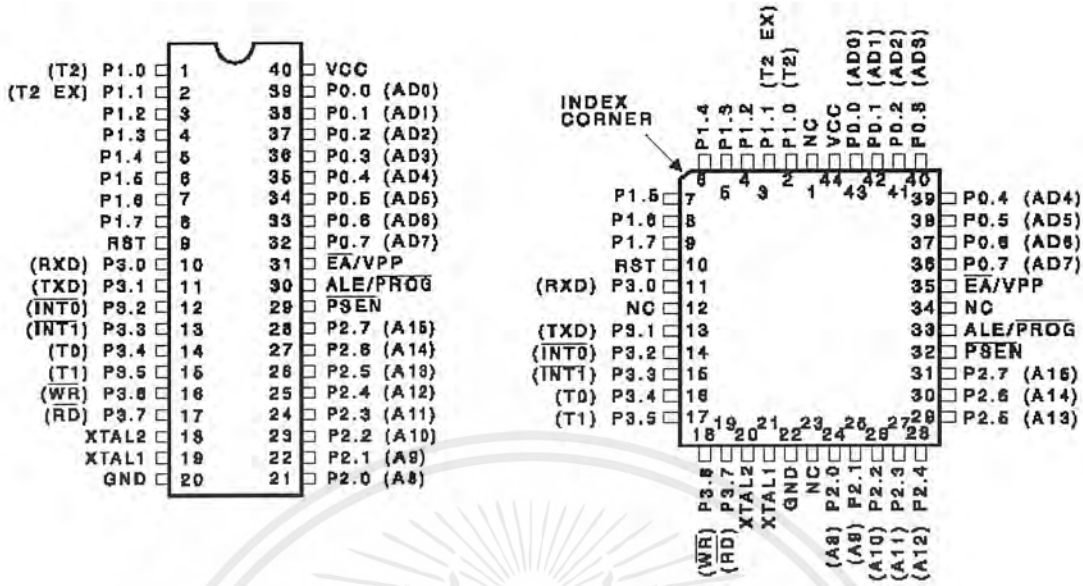
รูปที่ 2.16 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากโครงสร้างภายในของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นเราสามารถแยกส่วนต่างๆเป็นส่วนย่อยๆได้อีกแสดงไว้ในรูปที่ 2.21 ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.3 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

ในรูปที่ 2.22 แสดงลักษณะภายนอกของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบ Pin มี 40 ขา Pad มี 44 ขา ซึ่งทั้งสองแบบมีการทำงานที่เหมือนกัน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ในที่นี้จะขออธิบายเฉพาะลักษณะแบบ Pin เท่านั้นโดยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Pin เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบตีนตะขาบโดยแต่ละขามีหน้าที่การทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ลักษณะและขาภายนอกของไมโครคอนโทรลแบบ Pin และ แบบ Pad

Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิตคือ P0.0-P0.7 ใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุต พอร์ตทั่วไป ใช้เป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก

Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0-P1.7 ใช้เป็นอินพุตและเอาต์พอร์ต

Port 2 : (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P2.0-P2.7 ใช้เป็นอินพุตและเอาต์พุต พอร์ตทั่วไป และใช้เป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15) เพื่อใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0-P3.7 ใช้เป็นอินพุตและเอาต์พุต พอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

P3.0/RXD (Serial Input Port) :ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1/TXD (Serial Output Port) : ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2/INTO (External Interrupt) :ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/INT1 (External Interrupt) :ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) :ใช้อินพุตให้เป็นวงจรนับ และ วงจรจับเวลาชุดที่ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) :ใช้อินพุตให้เป็นวงจรนับและวงจรจับเวลาชุดที่ 1

P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) :ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

P3.7/RD(External Data Memory ReadStrobe) :ขาควบคุมการอ่านข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

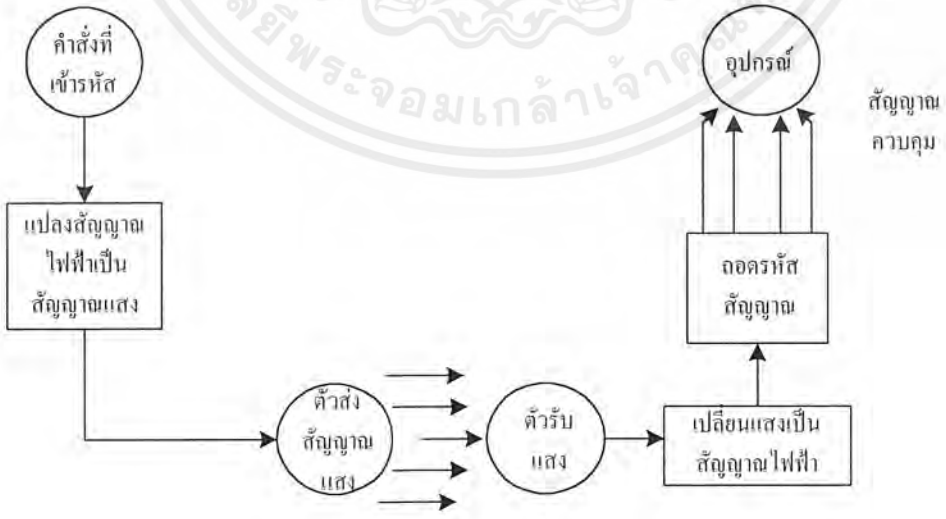
RST : (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซตต้องป้อนวงจรลอจิก "1" นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล

ALE : (ขา 30) Address Latch Enable) เป็นขา

PSEN : (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่อส่งคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

EA : (ขา31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกชิป เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น "0" จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

2.8 ระบบอินฟราเรด



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมด้วยสัญญาณแสง สัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณแสงก่อน แล้วจึงถูกส่งออกไปยังตัวรับ ซึ่งก็จะต้องมีอุปกรณ์พิเศษทำหน้าที่รับสัญญาณแสงแล้วแปลงกลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นจึงทำการแยกชนิดของสัญญาณว่าเป็นสัญญาณควบคุมที่สอดคล้องกับคำสั่งของตัวส่งอย่างไร ดังบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1 ลักษณะแสงที่ใช้ส่งสัญญาณแบ่งเป็น 2 ประเภทตามค่าความถี่ของแสง คือ ประเภทแสงที่มองเห็นได้ และประเภทแสงที่มองไม่เห็น ซึ่งมักได้แก่แสงในย่านของความถี่อินฟราเรดหรือใต้แสงสีแดง

หากทำการเปรียบเทียบระบบคอนโทรลชนิดไร้สายแบบใช้แสงกับใช้คลื่นวิทยุแล้ว ซึ่งพอจะสรุป ได้ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 2.36 ซึ่งพอจะมองเห็นได้ว่าทำไมระบบควบคุมด้วยแสงจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ตารางที่ 2.36 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง

ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสง	ควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
ส่วนของวงจร	วงจรไม่ซับซ้อนออกแบบง่าย	วงจรค่อนข้างซับซ้อน การออกแบบวงจรค่อนข้างพิถีพิถัน
รัศมีทำการควบคุม	ใกล้ แต่เหมาะกับห้องที่มีผนังเพราะมีการสะท้อนได้ดี	ไกลตามกำลังส่งมีอำนาจทะลุทะลวงสิ่งกีดขวาง เหมาะสมกับการใช้งานกลางแจ้ง
ปัญหาสัญญาณรบกวน	ไม่มีหรือน้อยมาก	อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับเครื่องใช้คลื่น
ปัญหาด้านกฎหมาย	ไม่มีกฎหมายควบคุม	ราคากลางถึงแพง
ราคา	ราคาถูก-ปานกลาง	ไม่สามารถลดขนาดให้ได้มากเท่าที่ควรเนื่องจากเหตุผลทางด้านอุปกร์ประกอบ
ขนาดรูปร่าง	สามารถปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงได้	

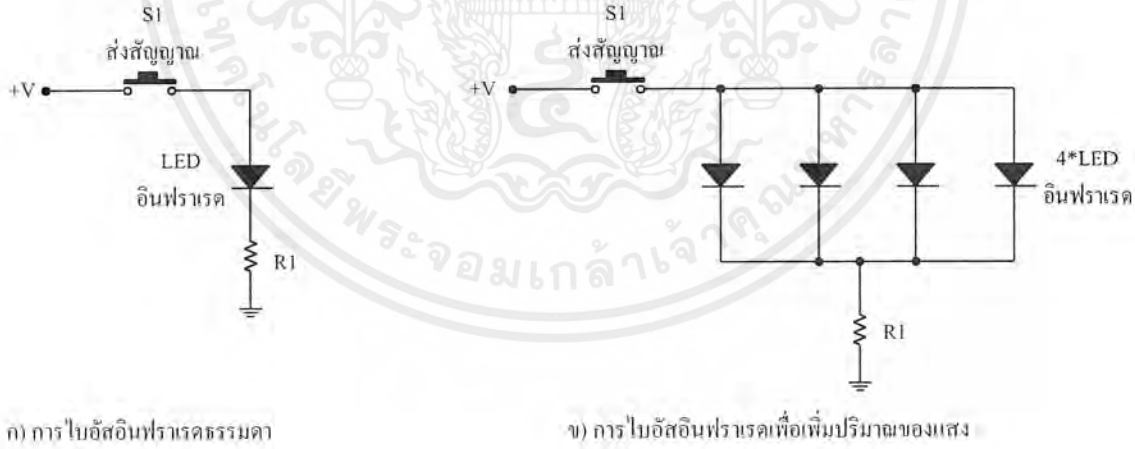
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุม สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่นๆ ลงไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรการใช้งานของระบบอินฟราเรดยังเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แถมยังมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งานได้อีกด้วย

การส่งสัญญาณแสงย่านอินฟราเรดสามารถกระทำได้ด้วยวงจรง่ายๆดังรูปที่ 2.19 (ก) ซึ่งประกอบด้วย แอลอีดี ที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยมี ตัวต้านทาน R_1 ทำหน้าที่จำกัดกระแส ตัวอย่างเช่น สำหรับ แอลอีดี ที่กินกระแสสูงสุดได้ประมาณ 150 มิลลิแอมป์ หากใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ R_1 จะมีค่าประมาณ 22 โอห์ม แต่ในทางปฏิบัติเราไม่ควรออกแบบให้ แอลอีดี กินกระแสสูงสุด R_1 ที่ใช้จึงควรมีค่ามากกว่านี้ (เช่น 100 โอห์ม)

สัญญาณแสงที่ส่งออกโดย แอลอีดี เพียงตัวเดียวจะเหมาะกับการใช้งานในระยะเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของแสงอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ แอลอีดี หลายตัวต่อขนานกันดังรูปที่ 2.19 (ข) โดยที่ R_1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิมเพราะต้องขับกระแสมากขึ้น

ปัจจุบัน แอลอีดี ย่านอินฟราเรดรุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มแสงสูง ช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิมมากดังนั้นหากเราต้องการเลือก แอลอีดี ตัวส่งสำหรับใช้งานแล้วควรจะศึกษาถึงคุณสมบัติทางเทคนิคของมันให้ละเอียดด้วย



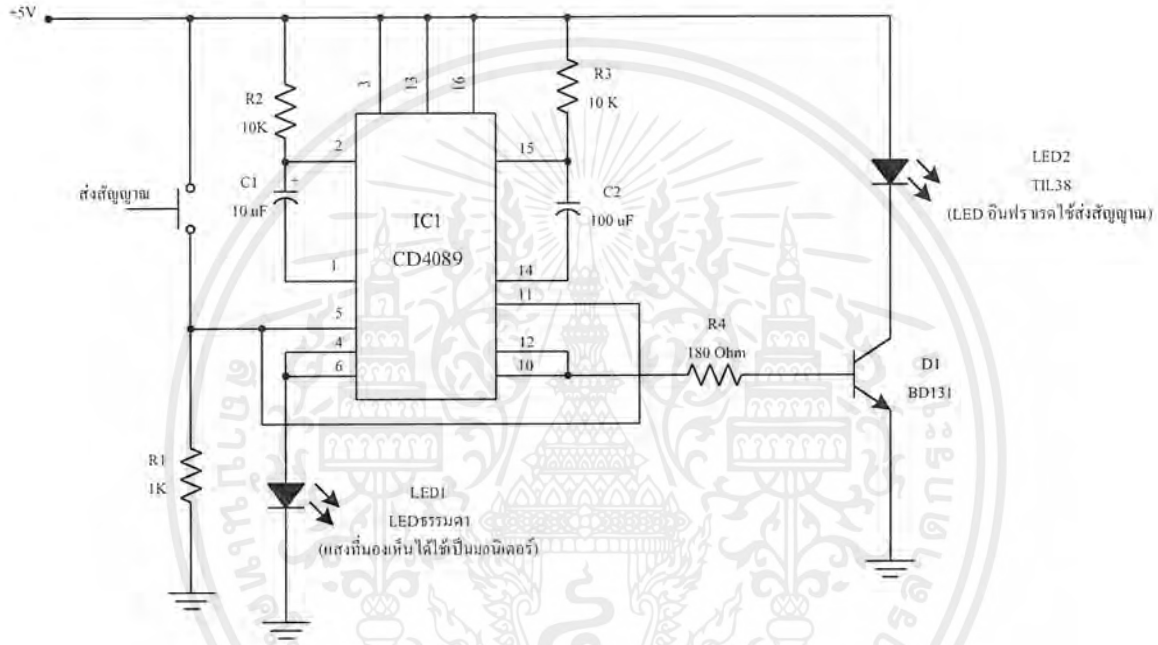
รูปที่ 2.19 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

2.9 เครื่องส่งอินฟราเรด

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน แอลอีดี ดังรูปที่ 2.19 (ข) แล้ว อาจทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก ถึงแม้ว่าจะใช้ แอลอีดี เพียงตัวเดียวก็ตาม นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มกระแส แอลอีดี ให้สูงขึ้น โดยที่ แอลอีดี ต้องไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการจำกัดช่วงเวลาการทำงานของ แอลอีดี ให้สั้นลง ด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ แอลอีดี จากวงจรในรูปที่ 2.19 (ก) หากเราป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างพัลซ์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที และมีความถี่ไม่เกิน 1 กิโลเฮิรตซ์ กระแสที่ใช้ขับ แอลอีดี อาจมีค่าสูง ถึง 2 แอมป์ โดยที่ แอลอีดี ไม่เสียหาย ซึ่งจะส่งผลให้ความเข้มแสงที่เปล่งออกมีค่าสูงมาก และสามารถเดินได้ไกลกว่าเดิม



รูปที่ 2.20 วงจรพัลซ์ของแสงอินฟราเรด

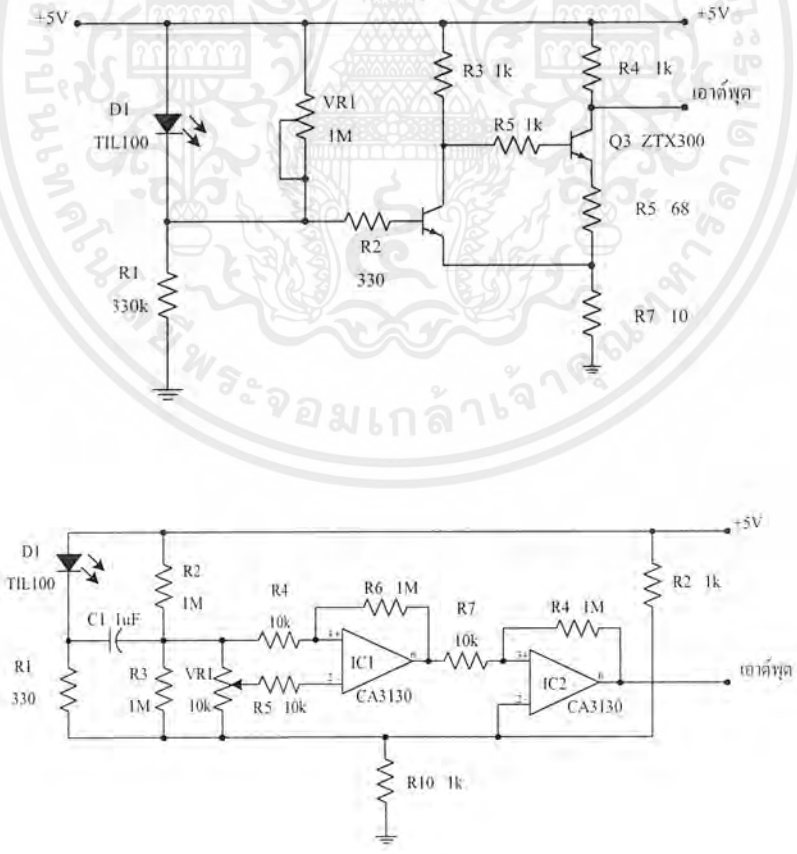
วงจรในรูปที่ 2.20 ใช้สำหรับสร้างพัลส์ขนาดเวลา 10 ไมโครวินาที ให้กับ LED โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_1 สัญญาณควบคุมทรานซิสเตอร์มาจากวงจรโมโนสเตเบิล IC1 ที่ใช้ไอซีเบอร์ CD4098 เป็นตัวสร้างสัญญาณการใช้สวิตซ์ธรรมดาต่อร่วมกันกับวงจรโมโนสเตเบิลในรูปบางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการส่งสัญญาณได้ เพราะตัวสวิตช์เองมีปัญหาด้านกลไกในตัวมันเมื่อมีการกดสวิตช์ ระบบหน้าสัมผัสภายในอาจเกิดการสั่นหรือสัมผัสกันมากกว่า 1 ครั้งทำให้สัญญาณที่ได้เสมือนเปิดหรือปิด ติดๆกันหลายครั้งส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุต ของวงจรโมโนสเตเบิลมีการผิดพลาดได้ การแก้ไขอาจทำได้โดยการเพิ่มเกจแบบชมิตต์ทริกเกอร์เข้าไป เพื่อตัดปัญหาของสวิตช์ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 เครื่องรับแสงอินฟราเรด

การรับสัญญาณแสงอินฟราเรดด้วยวงจรพื้นฐานพื้นฐานดังรูปที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสง ที่ใช้โฟโต้ไดโอดทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโต้ไดโอดเพื่อรับแสง ควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟราเรดผ่านได้ (เช่น แผ่นพลาสติกในสีแดงเข้ม) วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจตกกระทบเข้ามา

กระแสที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอดและตัวต้านทาน R_1 จะมีค่ามากขึ้นตามความเข้มของแสงที่รับได้ อันจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ Q_1 ทำงาน และเมื่อ Q_1 ทำงานกระแสเบสทรานซิสเตอร์ Q_2 จะลดลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่ทำงานทำให้เอาต์พุตของวงจรอยู่ในสภาวะ "1" เมื่อมีสัญญาณอินฟราเรดเข้ามาความไวในการรับสัญญาณของวงจร ขึ้นกับระดับที่ตกคร่อม R_1 อันเนื่องมาจากปริมาณของกระแสที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอด VR1 ที่กำหนดปริมาณกระแสไบแอสที่ขาเบสของ Q_1

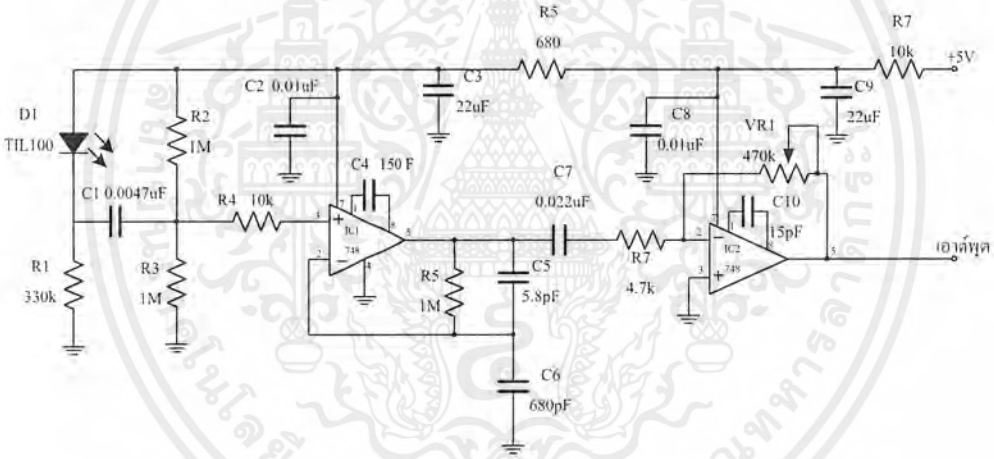


รูปที่ 2.21 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.21 เป็นวงจรรับแสงอินฟราเรดที่ถูกปรับปรุงให้มีความไวในการรับสัญญาณแสงได้ดีขึ้นโดยการใช้ตัวเก็บประจุ C_1 เป็นตัวผ่านของสัญญาณเริ่มต้นที่รับได้ ซึ่งช่วยให้วงจรมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชั่วขณะได้ดีขึ้นอันเป็นผลจากคุณสมบัติในการเก็บประจุและคายประจุของ C_1 นั่นเอง

สัญญาณอินพุตที่ได้รับส่งไปเข้าวงจรขยายโดย IC1 ซึ่งเป็นวงจรขยายแบบเปรียบเทียบแรงดัน โดยที่ขา 3 ของ IC1 เป็นขาตั้งระดับแรงดันอ้างอิงมี VR1 เป็นตัวปรับแรงดันและแรงดันอินพุตที่ขา 2 เป็นแรงดันที่นำมาทำการเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขา 3 ซึ่งแรงดันที่ขา 3 นั้น ปกติจะปรับให้เป็นครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่ายเอาต์พุตขา 6 ของ IC1 จะถูกส่งไปทำการขยายสัญญาณโดย IC2 ต่อเป็นวงจรขยายแบบกลับสัญญาณให้เอาต์พุต ออกมาที่ขา 6 เพื่อส่งไปควบคุมวงจรใช้งานอื่นๆ อีกต่อไป



รูปที่ 2.22 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีกำลังขยายสูง

วงจรรับแสงอินฟราเรดในรูปที่ 6 เป็นวงจรที่มีความไวในการรับสูงมากอีกทั้งยังมีกำลังการขยายสัญญาณของวงจรค่อนข้างสูงลักษณะวงจรในภาครับแสงจะคล้ายกับวงจรในรูปที่ 5 เพียงแต่ใช้ตัวเก็บประจุ (C_1) มีค่าต่างกัน นั่นแสดงตัวเก็บประจุ C_1 มีผลกระทบต่อการกำหนดความไวในการรับสัญญาณพอสมควร (อาจทดลองเปลี่ยนค่า C_1 มีผลกระทบต่อการกำหนดความไวในการรับ · สัญญาณพอสมควร (อาจทดลองเปลี่ยนค่า C_1 แล้วดูผลในการรับได้) ส่วนของวงจรขยายใช้ออปแอมป์มี 2 ตัว ตัวแรก ICต่อเป็นวงจรขยายแบบไม่กลับสัญญาณ ส่วน IC2 ต่อเป็นวงจรขยายแบบกลับสัญญาณมี VR_1 ทำหน้าที่ปรับระดับความไวของวงจรโดยรวม เนื่องจากวงจรนี้มีความไว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงอาจเกิดมีรบกวนจากสัญญาณทางไฟฟ้าจาก ที่อื่นได้ง่าย หากมีการนำมาใช้งานควรต่อกราวด์ของวงจรกับตัวกล่องพร้อมทั้งชีลด์ให้ดี หรือ ใช้กล่องโลหะบรรจุอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ ตัวเก็บประจุขนาดเล็กที่มีหลายตัวในวงจรนี้ส่วนใหญ่ใส่ไว้เพื่อช่วยแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนด้วยเช่นกัน

ในการออกแบบระบบคอนโทรลนี้ คงที่จะช่วยให้ผู้อ่านให้ทราบถึงการทำงานของตัวรับส่งสัญญาณแสงอินฟราเรดที่มีใช้กันได้พอสมควรแล้ว

2.11 คุณสมบัติของ หลอดอินฟราเรด

แรงดันตกคร่อมที่รอยต่อ P-N ของไดโอดต้องมีค่ามากกว่าแรงดันเทรชโฮลด์จึงจะสามารถทำให้ ไดโอดนำกระแสได้สำหรับซิลิคอนไดโอดแรงดันทำงานมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ส่วน LED ให้แสงในย่านที่มองเห็นได้ ถ้าทำจากสาร GaP ซึ่งให้แสงสีเขียวจะมีค่าแรงดันทำงานประมาณ 2.1 ถึง 2.8 โวลต์ ถ้าเป็น อินฟราเรด ที่ทำจาก AIGaAs ให้แสงสีแดงมีแรงดันทำงาน 1.75 ถึง 2.5 โวลต์ ส่วนหลอดอินฟราเรดที่ให้แสงใกล้ ย่านอินฟราเรดที่ทำจากสาร GaAs มีแรงดันทำงาน 1.5 โวลต์ โดยให้แสงที่มีความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร และถ้าทำจาก AIGaAs จะได้แสงความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร ที่แรงดัน 1.75 โวลต์

พลังงานที่ได้จากการเปล่งแสงของ หลอดอินฟราเรด หาได้จากกระแสไบแอสตรงของไดโอด และต้องระมัดระวังไม่ให้กระแสส่วนนี้มีค่าสูงจนเกินความร้อนอันจะทำอันตรายต่อชิ้นไดโอด

สิ่งที่สำคัญที่สุดของหลอดอินฟราเรดกำลังงานสูงๆคือ ชิ้นสาร AIGaAs ที่สามารถให้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตรและสาร GaAs ซิลกอนไดโอดที่ให้แสงความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร

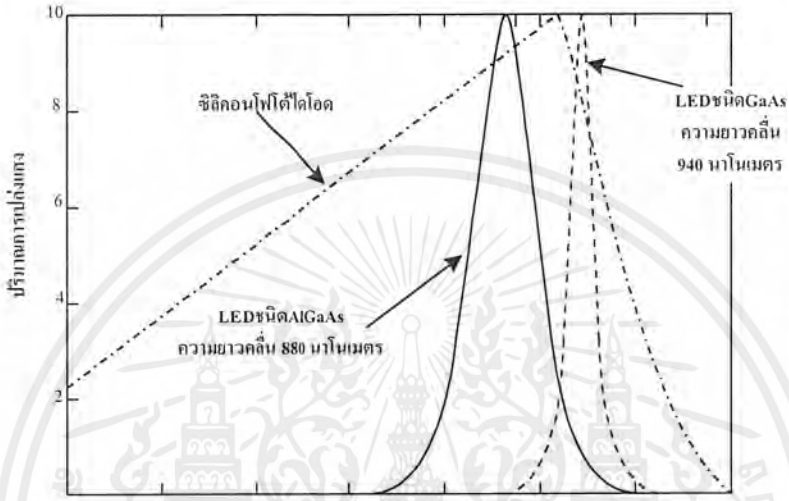
หลอดอินฟราเรดแบบซิลิกอน ทำจาก GaAs ให้กำลังงาน 5 มิลิวัตต์ที่กระแสไบแอสตรง 100 มิลิแอมป์ LED ที่ทำจาก AIGaAs จะให้กำลังงานเป็น 2 เท่า เมื่อให้กระแสไบแอสตรงค่าเดียวกัน ข้อที่ดีกว่าอีกประการหนึ่งของ LED ชนิด AIGaAs คือมี rise time และ fall time ที่เร็วกว่าคือประมาณ 0.5 ไมโครวินาที ในขณะที่ GaAs ซิลิกอนไดโอดมีค่า 1.5 ไมโครวินาที

ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ การเปล่งแสงของ LED ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร(AIGaAs) จะใกล้เคียงกับความคลื่นที่ซิลิกอนโฟโต้ทรานซิสแต่มีความไวสูงสุดจึงเป็นการเหมาะสมที่จะใช้หลอดอินฟราเรด ที่มีความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร แทน LED ที่ความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร

นอกจากนั้น หลอดอินฟราเรด ที่ให้ความยาวคลื่นแสง 880 นาโนเมตร ยังไม่ถูกดูดกลืนโดยละอองน้ำเหมือน หลอดอินฟราเรด ที่สามารถให้ความยาวคลื่น 940 นาโนเมตรจึงสามารถนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจจับไอน้ำในอากาศ หลอดอินฟราเรด ชนิด 940 นาโนเมตร ไม่เหมาะกับการสื่อสารด้วยแสงภายนอกเพราะจุดอ่อนเรื่องการถูกดูดกลืนด้วยไอน้ำในอากาศนั่นเองส่วน หลอดอินฟราเรด ชนิดซิลิกอนที่ทำจาก GaAs มักจะใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงย่านอินฟราเรด



รูปที่ 2.23 การเปล่งแสงของ LED แบบ GaAs และ AlGaAs

2.12. วาล์วและสัญลักษณ์ในระบบนิวแมติก

ระบบนิวแมติกจะทำงานได้จะต้องประกอบด้วยชุดต้นกำลังที่ทำหน้าที่ส่งลมอัดให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติก ส่วนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกนั้นจะเคลื่อนได้ตามความต้องการหรือควบคุมการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัดได้แก่วาล์วต่างๆที่มีใช้ในระบบ นิวแมติกวาล์วแต่ละชนิดก็มีหน้าที่ต่างกันออกไป เช่น การเริ่มและการหยุดการทำงานของวงจรนิวแมติกส์ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดให้เคลื่อนที่ไปบังคับอุปกรณ์นิวเมติก ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความต้องการ ควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติก

2.12.1 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้เป็นไปตามทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม สามารถทำงานได้และเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้อง โดยใช้หลักการเปิดและปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูอัดอีกรูหนึ่ง จำนวนรูลมอัดของวาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางการไหลมีอยู่หลายแบบ เช่น 2, 3, 4, 5 รูลมอัด ซึ่งจะประกอบด้วยรูลมอัดสำหรับท่อจ่ายลมอัดเข้าสำหรับต่อไปบังคับอุปกรณ์ทำงานหรือนำไปใช้งาน และรูลมอัดสำหรับระบายลมทิ้ง

1) สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล

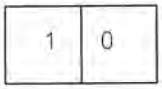
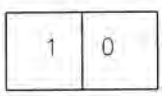
ในโรงงานอุตสาหกรรมนิยมการใช้สัญลักษณ์วาล์ควบคุมทิศทางการไหลที่คล้ายคลึงกันมีความแตกต่างกันไม่มากนักการกำหนดสัญลักษณ์มักจะกำหนดจากหลักการทำงานที่เป็นจริงของอุปกรณ์นั้นๆสำหรับสัญลักษณ์ที่จะเขียนลงไปนี้จะแสดงให้เห็นเฉพาะหน้าที่การทำงานเท่านั้น ไม่แสดงถึงโครงสร้างภายใน โดยเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายในจะมีเส้นและลูกศรแสดงทิศทางการไหล และกำหนดสัญลักษณ์ของรูที่ตัวของวาล์วด้วย เพื่อแสดงการทำงานหรือแสดงการควบคุมการทำงานในวงจร การเขียนสัญลักษณ์จะใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูปแทนตำแหน่งของวาล์ว 1 ตำแหน่ง ถ้าวาล์วควบคุมนี้มีตำแหน่งของการทำงานหลายตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหลายรูปติดต่อกัน เช่น วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยม 2 รูปติดต่อกัน โดยสามารถบอกหมายเลขกำกับลำดับการทำงานดังตัวอย่างข้างล่างนี้

เลข 0 หมายถึง ตำแหน่งปกติ คือตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อน

เลข 1 หมายถึง ตำแหน่งทำงานที่ 1

เลข 2 หมายถึง ตำแหน่งทำงานที่ 2

ตารางที่ 2.37 การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งปกติ 1 ตำแหน่ง และตำแหน่งทำงาน 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งเป็นตำแหน่งทำงานทั้ง 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.37 (ต่อ) การกำหนดสัญลักษณ์ของวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
1 0 2	วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่งมีตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งพัก (ปกติ) และมี 2 ตำแหน่งที่ทำงาน

การกำหนดสัญลักษณ์รูอุปกรณ์ มีวิธีการกำหนดอยู่ 3 วิธี คือ

1. กำหนดเป็นตัวอักษรย่อ เช่น Sup, Ex, IN, Out
2. กำหนดเป็นตัวอักษร เช่น A, B, P, R, X, Y
3. กำหนดเป็นตัวเลข เช่น 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14

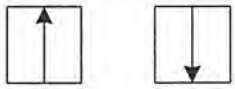
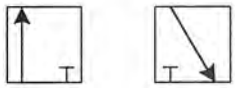
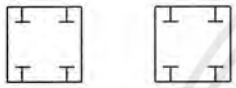
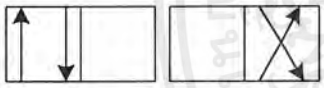
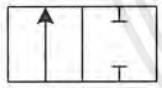
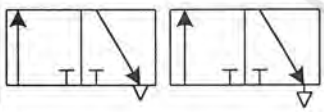
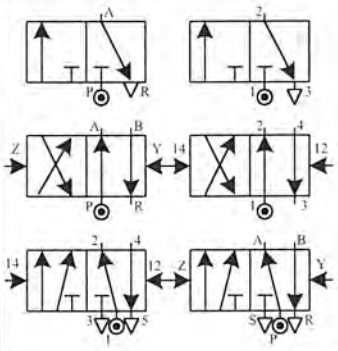
การเขียนสัญลักษณ์รูอุปกรณ์เพื่อจะได้ทราบถึงรูใดของอุปกรณ์มีหน้าที่อะไร โดยปกติตัววาล์วการกำหนดสัญลักษณ์ของรูอุปกรณ์มักกำหนดกับวาล์ที่มี 2 ตำแหน่งขึ้นไป จะเขียนกำกับไว้ที่สัญลักษณ์วาล์วตรงตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติก็จะเขียนไว้ที่ตำแหน่งที่ 2 โดยเส้นต่อออกนอกกรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้ว กำหนดสัญลักษณ์รูกำกับไว้ใกล้ๆเส้นนั้นและเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการต่อวาล์วควบคุมในวงจร

ตารางที่ 2.38 การกำหนดสัญลักษณ์รูอุปกรณ์

หน้า	ตัวอักษร	ตัวอักษร	ตัวเลข
รูต่อลมอัดเข้าวาล์ว	Sup	P	1
รูต่อลมอัดไปใช้งาน	Out	A,B	2, 4
รูระบายลมทิ้ง	Ex	R	3,5
รูต่อเข้าวาล์วควบคุมเพื่อผลในในการบังคับให้วาล์วทำงาน	Signai IN	X ,Y,A	12,14

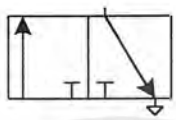
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.39 เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ท่อทางภายในวาล์วมีรูต่อ2รูให้ลมผ่านตลอดทางทิศทางหัวลูกศร
	ท่อทางภายในวาวล์มีรูต่อ3รูให้ลมผ่านตลอดตามทิศทางหัวลูกศรส่วนอีกรูหนึ่งถูกกั้นอยู่ แสดงด้วยเส้นขีดตัดสั้นๆ
	ตำแหน่งของวาลว์ที่รูต่อถูกปิดกั้นไม่ให้ลมผ่านไปได้
	ท่อทางภายในวาล์วแสดงถึงกันแสดงด้วยจุดต่อจุดใหญ่
	ท่อทางภายในวาล์วต่อร่วมกันตามทิศทางของหัวลูกศร
	แสดงถึงจุดต่อลมจะเขียนเฉพาะตำแหน่งพักหรือตำแหน่งปกติของวาล์วเท่านั้น โดยการขีดเส้นล้ำออกมานอกกรอบ
	แสดงถึงวาล์วที่มีการติดตั้งที่เก็บเสียงสัญลักษณ์ ติดกับกรอบสี่เหลี่ยม แสดงว่าการคายลมอัดภายในของตัววาล์วเอง สัญลักษณ์รูป แสดงว่าการที่การคลายลมอัดสามารถต่อท่อหรือตัวเก็บเสียงได้โดยมีรูเกลียวขัน
	แสดงถึงการกำหนดสัญลักษณ์อุปกรณ์ของวาล์วชนิดต่างๆและสัญลักษณ์ คือ เข้ารูที่ P หรือ รู1รู อุปกรณ์ A,B หรือ 2,4 จะต่อไปใช้งาน รูอุปกรณ์ R หรือ 3,5คือรูระบายลมทิ้งส่วนรูอุปกรณ์ที่ให้สัญญาณ Z,Y หรือ12,14เข้าไปทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวาล์ว

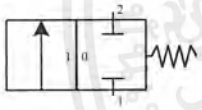
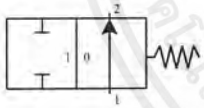
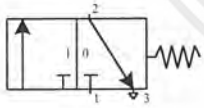
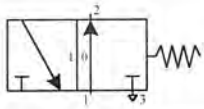
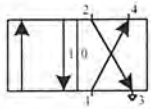
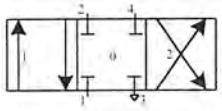
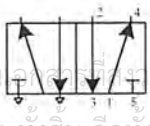
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การกำหนดโค้ดของวาล์วควบคุม เนื่องจากตำแหน่งของวาล์วจะแทนด้วยกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและภายในกรอบจะมีทางเดินของรูลมภายในวาล์วนั้นๆอยู่ อาจจะมี 2, 3, 4, 5 รูต่อหนึ่งกรอบ แล้วแต่ชนิดของวาล์ว เช่น วาล์วตัวหนึ่งมีรูภายในวาล์ว 3 รูต่อหนึ่งกรอบ และมีจำนวนกรอบติดกันอยู่สองกรอบ เรียกโค้ดของวาล์วชนิดนี้ว่า วาล์ว 3/2



รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ของวาล์ว 3 / 2

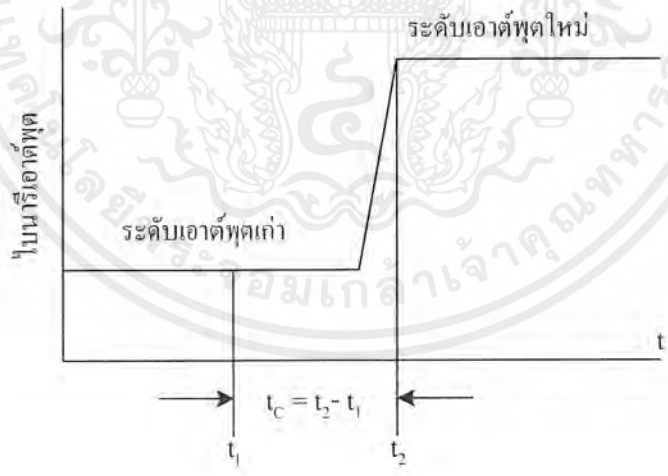
ตารางที่ 2.40 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 2/2D.V.C.
	วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด หรือ 2/2D.V.C.
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด หรือ 3/2D.V.C.
	วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด หรือ 3/2D.V.C.
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่งหรือวาล์ว 4/2D.V.C.
	วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งปิดหมด หรือ วาล์ว 4/3D.C.V.
	วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วาล์ 5/2D.C.V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 หลักการของตัวแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล มีสัญญาณอินพุต เป็นสัญญาณแอนาลอก และมีสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณเอาต์พุตจำนวน n บิต อินพุตของ วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นสัญญาณแอนาลอกที่ผ่านออกมาจากวงจร แซมเปิ้ลโฮลด์ ซึ่งส่วนของวงจรนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนาลอก ที่ต้องการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาในวงจร แล้วนำเอาต์พุตไม่ต่อเชื่อมกับอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลโดยการแปลงสัญญาณจากวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแต่ละครั้งวงจรนี้รับสัญญาณแอนาลอกแล้วส่งเข้าที่ขาอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลในช่วงเวลาที่เท่ากับเวลาแซมเปิ้ลที่กำหนดจากความถี่แซมเปิ้ลที่กำหนดในวงจร ดังนั้นในการควบคุมการทำงานของ วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลในการแปลงสัญญาณจะมีค่าจำนวนข้อมูลเท่าใด พิจารณาได้จากความถี่แซมเปิ้ลภายในชุดวงจรแซมเปิ้ลแอนด์โฮลนี้ อย่างไรก็ตามการพิจารณาเวลาการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลนี้ยังขึ้นอยู่กับผลของเวลาในการแปลงสัญญาณ(Conversion Time, T_C)ภายในวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล คือ เวลาที่ใช้ในระหว่างที่อินพุตเข้ามาจนถึงการแสดงค่าระดับเอาท์พุตใหม่

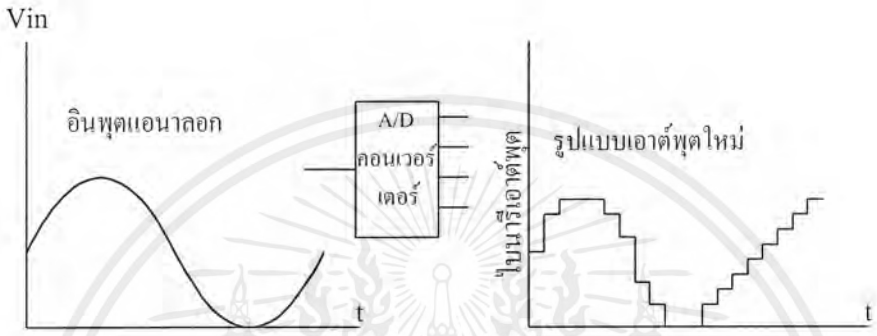


รูปที่ 2.25 แสดงการตอบสนองของเวลาแปลงสัญญาณของ A/D คอนเวอร์เตอร์

พิจารณาตาม รูปที่ 2.25 อินพุตจากสัญญาณแอนาลอก ที่เข้าในวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล จะอยู่ ณ เวลา t1 และสัญญาณตอบสนองของอินพุทจะเกิดขึ้นจากผลต่างของเวลาทั้งสอง คือ เวลาการเปลี่ยนแปลงสัญญาณซึ่งเวลาดังกล่าวนี้เป็นเวลาที่ใช้จริงของ วงจรแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

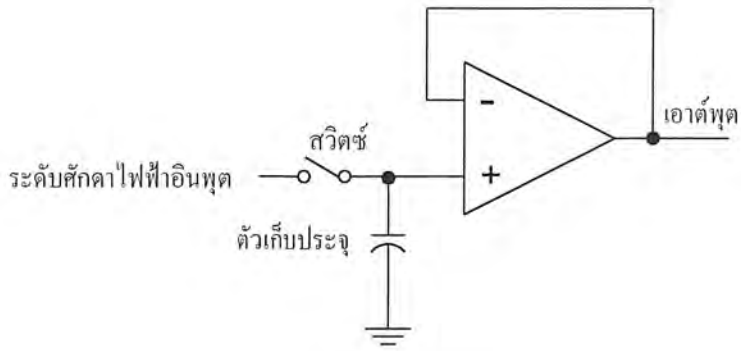
แอนาลอกเป็นดิจิตอล ในการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล ดังนั้นการกำหนดเวลาแซมเปิล จากความถี่แซมเปิลควรมีเวลามากกว่าเวลาในการแปลงสัญญาณจึงจะได้ค่าดิจิตอลเอาต์พุตที่ถูกต้องและเพื่อให้ทราบถึงผลของการแซมเปิลจนสัญญาณอินพุตแอนาลอกไปเป็นดิจิตอลเอาต์พุต พิจารณาจากกราฟ รูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 ขบวนการแปลงสัญญาณดิจิตอลด้วย A/D คอนเวอร์เตอร์

ทั้งตัวแปลงสัญญาณที่ปรับค่าต่อเนื่อง และตัวแปลงสัญญาณที่ประมาณค่าผลสำเร็จจะเปลี่ยนค่าในแต่ละครั้งเมื่อได้รับคำสั่งจากไมโครโปรเซสเซอร์เท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า ตัวแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลที่ประมาณค่าผลสำเร็จขนาด 8 บิต (ที่ใช้เวลา 1 ไมโครวินาทีในการทำงานแต่ละขั้นตอน) จะใช้เวลาทั้งหมด 8 ไมโครวินาทีในการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล ในช่วงเวลา 8 ไมโครวินาทีนี้ สัญญาณแอนาลอกที่ไม่ทราบค่าที่ป้อนเข้าตัวแปลงนั้นจะต้องมีระดับศักดาไฟฟ้าที่คงที่ มิฉะนั้นค่าเอาต์พุตที่ได้อาจไม่ถูกต้อง เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น จึงได้มีการนำวงจรแซมเปิลแอนด์โฮลด์มาใช้โดยวงจรนี้จะเก็บระดับศักดาไฟฟ้าของสัญญาณที่รับเข้ามาในตัวเก็บประจุก่อนที่ตัวแปลงสัญญาณจะเริ่มการทำงาน เมื่อสวิตช์ถูกปิด ตัวเก็บประจุจะได้รับประจุจนมีระดับศักดาไฟฟ้าตกคร่อมเท่ากับระดับศักดาไฟฟ้าของสัญญาณที่ป้อนเข้ามา และเมื่อสวิตช์ถูกเปิด ระดับศักดาไฟฟ้าในตัวเก็บประจุจะคงอยู่ที่ค่านี้จนกว่าสวิตช์จะถูกปิดอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



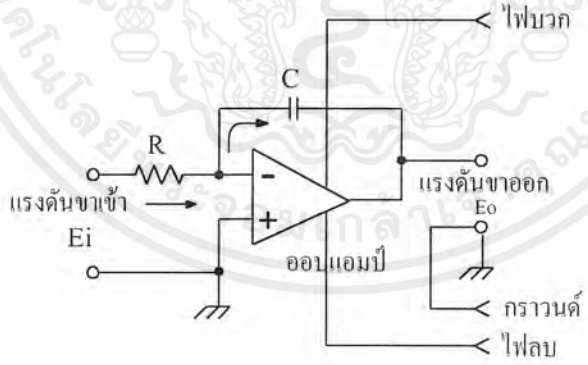
รูปที่ 2.27 วงจรแซมเปิลแอนด์โฮลด์

2.13.1 วงจร แปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี 3 แบบ คือ

1) วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล แบบสโลปคู่

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีมากนักก็สามารถแปลงสัญญาณได้อย่างแม่นยำแต่มีข้อเสียตรงที่ใช้เวลาในการแปลงสัญญาณนานมากไปจึงไม่เหมาะในการใช้วัดแรงดันในช่วงเวลาสั้น ๆ



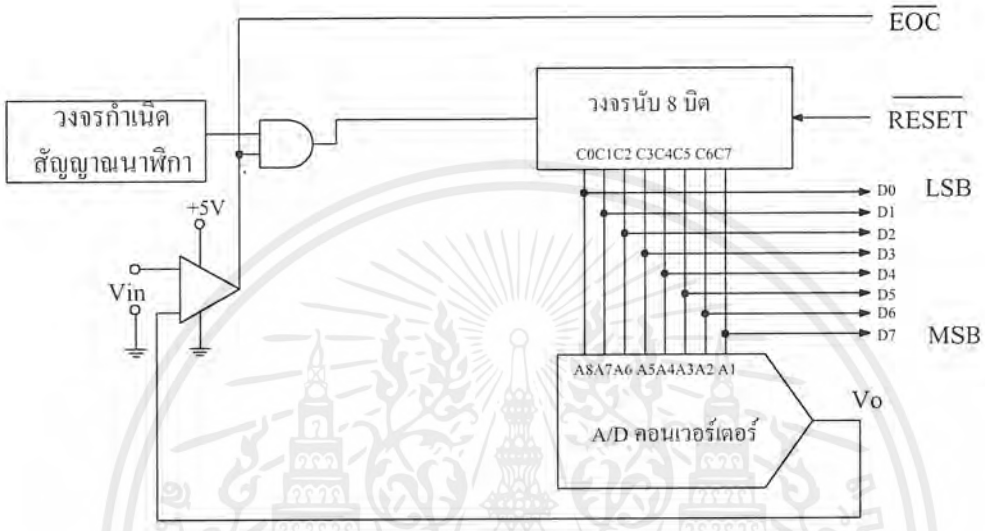
รูปที่ 2.28 การทำงานของวงจรอินทิเกรเตอร์

พิจารณารูปที่ 2.28 ซึ่งเป็นวงจรอินทิเกรเตอร์แบบพื้นฐาน ประกอบด้วยออปแอมป์ ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบแรมป์

เป็นวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลที่เข้าใจการทำงานง่ายที่สุด โดยแสดงโครงสร้างการทำงานดัง รูปที่ 2.29 เมื่อพิจารณาตามรูปแล้วสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 2.29 วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบแรมป์

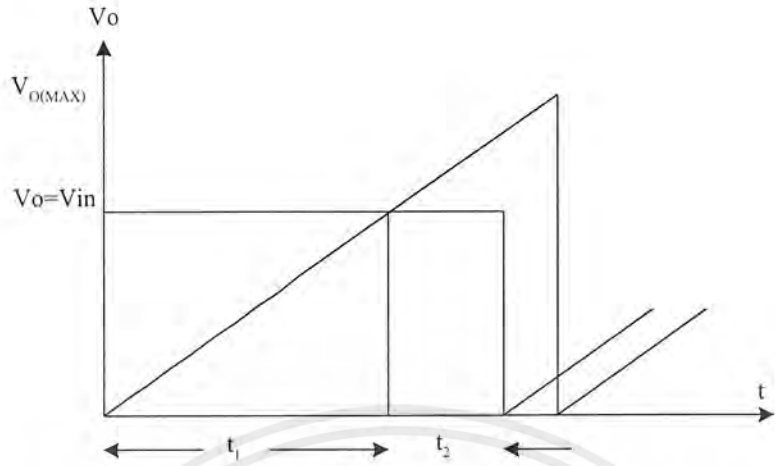
2.1) คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณรีเซตไปที่วงจรนับเพื่อให้สามารถรับสัญญาณอินพุตได้โดยขณะนั้นผลเอาต์พุตของ วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล มีค่าอยู่ที่ระดับต่ำสุด

2.2) การทำงานของวงจรมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณนาฬิกาซึ่งสัญญาณอินพุตถูกนำมา AND กับสัญญาณนาฬิกานี้ แล้วจึงส่งไปยังวงจรนับเป็นผลให้แสดงระดับแรงดันที่สูงขึ้นทีละ 1 LSB

2.3) ณ จุดเดียวกันนั้น ตัวเคาท์เตอร์จะทำการนับเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล สูงกว่าค่าแรงดันอินพุท V_{in} เมื่อถึงจุดนี้ของวงจรเปรียบเทียบจะแสดงค่าไปจนกระทั่งเป็น 0 โวลต์ เมื่อถึง 0 โวลต์ที่จะหยุด สัญญาณนาฬิกาจะหยุดนับที่จุดซึ่ง V_o เริ่มมากกว่า V_{in} ขา EOC จะลดระดับเป็นระดับต่ำ และส่งสัญญาณไปให้คอมพิวเตอร์เพื่อบอกคอมพิวเตอร์ว่าขณะนี้พร้อมที่จะอ่านได้แล้วซึ่งข้อมูลที่ส่งไปยังคอมพิวเตอร์เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านไปทางอินพุตพอร์ต

2.4) หลังจากคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเสร็จจะส่งสัญญาณรีเซตมาที่ วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล หลังจากนั้นก็เริ่มทำกระบวนการแบบเดิมอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 กราฟเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก
และวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

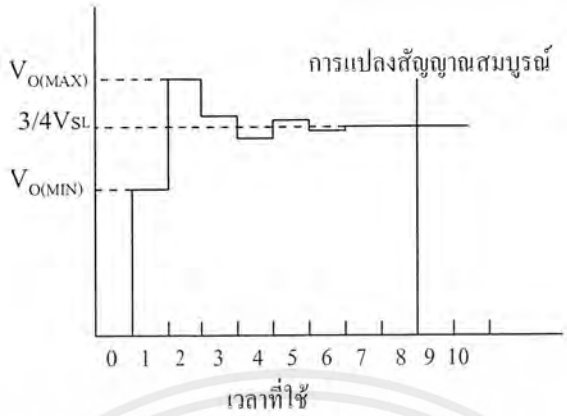
กราฟนี้จะแสดงการทำงานของแรมป์โดย t_1 แทนเวลาที่นับใช้เพื่อแรมป์เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอกที่เริ่มจะเลย V_{in} และ t_2 แทนเวลาระหว่างที่คอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลและส่งสัญญาณรีเซตมาให้วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล เริ่มต้นกระบวนการเดิมอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นในการเก็บข้อมูล 1 ค่า จะต้องใช้เวลาในการแปลงสัญญาณ 2 ช่วงด้วยกัน คือ เวลา t_1 ถูกกำหนดโดยอ่านข้อมูล และส่งสัญญาณรีเซตกลับ

3) วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบซัสเซสซีฟแอปพร็อกซิเมชัน

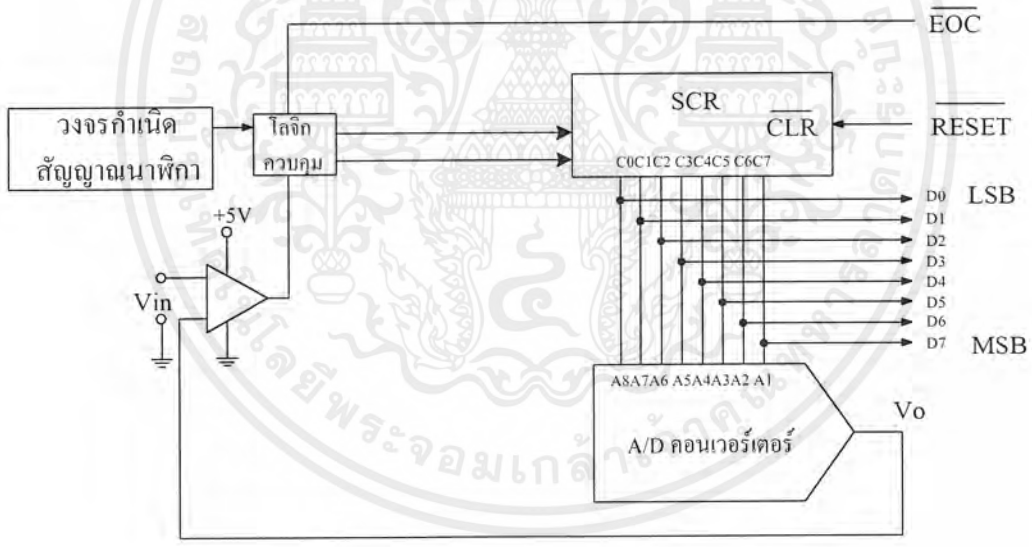
SAR เป็นตัวเลขหลักของวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลซึ่งลักษณะใกล้เคียงกับแบบแรมป์ โดยโครงสร้างการทำงานเป็นการแสดงแผนผังการทำงานสำหรับ วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบ SAR

SAR คอนเวอร์เตอร์ ต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณอดจิตอลเป็นแอนะลอก และวงจรเปรียบเทียบในการทำงานเหมือนกัน ส่วนที่แตกต่างได้แก่ ส่วนของวงจรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 คอนเวอร์เตอร์ซึ่งใช้เทคนิค SAR



รูปที่ 2.3 กราฟวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก ระหว่างการแปลงสัญญาณ

3.1) การเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงจากสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล พิจารณาจากสัญญาณนาฬิกาที่ส่งไปยังระบบควบคุมลอจิก โดยเอาต์พุตของระบบควบคุมลอจิกจะส่งพัลส์หนึ่งลูกให้กับ SAR เพื่อเซตค่าของ MSB และลบค่าเอาต์พุตที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งจะทำให้ค่าของ V_o เท่ากับค่า $V_{fs/2}$ ซึ่งจะน้อยกว่าค่า V_{in} และเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบจะยังคงอยู่ในระดับ "1" ระบบควบคุมลอจิกจะตรวจสอบว่าด้วยวงจรเปรียบเทียบยังคงเป็น "1" อยู่ที่จะส่งสัญญาณไปที่ SAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2) โดยปกติแล้ววงจรจะทดสอบเอาต์พุต์ โดยเริ่มต้นที่ MSB ของ SAR ถ้าเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอกเกินค่า V_{in} แล้วบิตนั้นจะค้างค่าลอจิก "1" ไว้หลังจากการตรวจสอบหมดแล้ว ไบนารี่เอาต์พุตจะเป็นอัตราส่วนกับ V_{in} จะเห็นว่าวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอลแบบนี้ดีกว่าแบบแรมป์ คือเวลาในการแปลงสัญญาณ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนบิตของวงจรนับ แบบ SAR

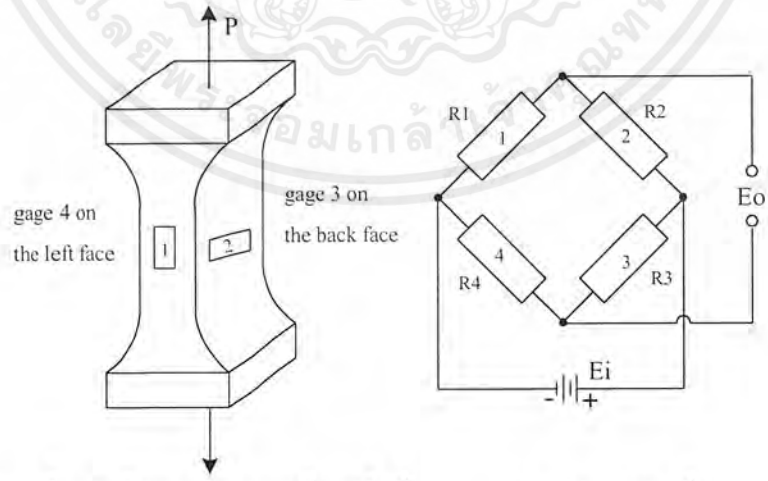
2.14 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

ทรานส์ดิวเซอร์ ซึ่งใช้วัดแรง ทอร์ค หรือ ความดันโดยทั่วไป ประกอบด้วยส่วนยืดหยุ่น หรือการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะทาง หรือ ความเครียด และการตรวจจับโดยปกติ จะใช้เกจความเครียดในการวัดสัญญาณ อย่างไรก็ตามในบางครั้ง อาจใช้ LVDT หรือ โพเทนทิออมิเตอร์ สำหรับการวัดแบบสถิต (Static) หรือ ควอไซสแตติก (Quasi Static)

2.14.1 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง

1) โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ (Link-Type Load Cell)

โหลดเซลล์แบบลิ้งค์อย่างง่ายประกอบด้วยลิ้งค์ และเกจความเครียด 4 อันแสดงในรูปที่2.33 ภาระ P สามารถนับไปได้ทั้งภาระแรงดึง (Tensile Load) หรือภาระแรงอัด (Compressive Load) เกจความเครียด 2 อันยึดติดกับลิ้งค์ในแนวแกน และอีก 2 อันในแนวขวางกับแกน



(ก) โครงสร้างของโหลดเซลล์แบบลิงค์ (ข) วงจรสมมูลย์

รูปที่ 2.33 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกจความเครียดทั้ง 4 จะต่อเป็นวงจรวีทสโทนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) โดยเกจที่อยู่ในแกนต่ออยู่ในแนวแกนต่ออยู่ในแกน 1 และ 3 ส่วนเกจที่อยู่แนวขวางต่ออยู่กับแกน 2 และ 4 ดังรูปที่ 2.33 เมื่อภาระ P กระทำต่อลิ้งค์ความเครียดตามแนวแกน และตามแนวขวางจะเกิดขึ้นในลิ้งค์และสัมพันธ์กับภาระตามสมการ

$$\varepsilon_a = P/AE$$
$$\varepsilon_t = -\upsilon P/AE \qquad \textbf{(2.1)}$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์

E = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

υ = อัตราส่วนปัวซองของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

การตอบสนองของเกจต่อโหลด P ที่กระทำเป็นไปตามสมการ

$$\Delta R_1/R_1 = \Delta R_3/R_3 = S_g\varepsilon_4 = S_g P/AE$$
$$\Delta R_2/R_2 = \Delta R_4/R_4 = S_g\varepsilon_t = -\upsilon S_g P/AE \qquad \textbf{(2.2)}$$

ถ้าหากว่าเกจความเครียดทั้ง 4 ตัวบนลิ้งค์เหมือนกันทุกประการ แรงดันออก V_0 จากวีทสโทนบริดจ์ หาได้จากการแทนค่าสมการ (2.2) ลงในสมการ

$$v_0 = \frac{r}{(1+r)^2}\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right]v_s$$

จะได้

$$V_0 = \frac{S_g P(1+\upsilon)}{2AE}v_S \qquad \textbf{(2.3)}$$
$$P = \frac{2AE}{S_g(1+\upsilon)v_S} = Cv_0 \qquad \textbf{(2.4)}$$

หรือ สมการ (2.4) แสดงว่า ภาระ P เป็นสัดส่วนเชิงเส้นกับแรงดันออก V_0 และค่าคงตัวสัดส่วนหรือค่าคงตัวปรับเทียบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C = \frac{2AE}{S_g(1+\upsilon)v_S} \tag{2.5}$$

เมื่อ C = ค่าคงตัวเปรียบเทียบ

ความไวของโหลดเซลล์วีทสโทนบริดจ์คอมไบเนชัน(LoadCell-WheatstoneBridge Combination) คือ

$$S = \frac{V_0}{P} = \frac{1}{C} = \frac{S_g(1+\upsilon)}{2AE} v_S \tag{2.6}$$

จากสมการ (2.6) ข้างบนแสดงว่า ความไวของโหลดเซลล์ขึ้นอยู่กับ พื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์ (A) โมดูลัส ของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์ (E) เกจแฟกเตอร์ (Gage Factor), S_g และแรงดัน

$$P_{\max} = S_g A \tag{2.7}$$

ที่จ่ายให้กับบริดจ์ช่วงของแรงที่ให้กับโหลดเซลล์แบบลิ้งค์หาได้จากพื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์ และความล้า S_f ของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์โดยอัตราส่วนแรงดันที่ภาระสูงสุด $(V_0/V_s)_{MAX}$ สำหรับโหลดเซลล์แบบลิ้งค์ หาได้จากการแทนสมการข้างบน ลงใน (2.3) จะได้

$$\left[\frac{V_0}{V_S}\right]_{\max} = \frac{S_g S_r(1+\upsilon)}{2E} \tag{2.8}$$

โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ กำหนดค่าเต็มสเกลของภาระ ($P = P_{MAX}$) ที่ (V_0/V_s) = 3mV/V ด้วยค่าเต็มสเกลเฉพาะของอัตราส่วนแรงดัน (V_0/V_s) นี้ ภาระ Pบนโหลดเซลล์จะหาได้จาก

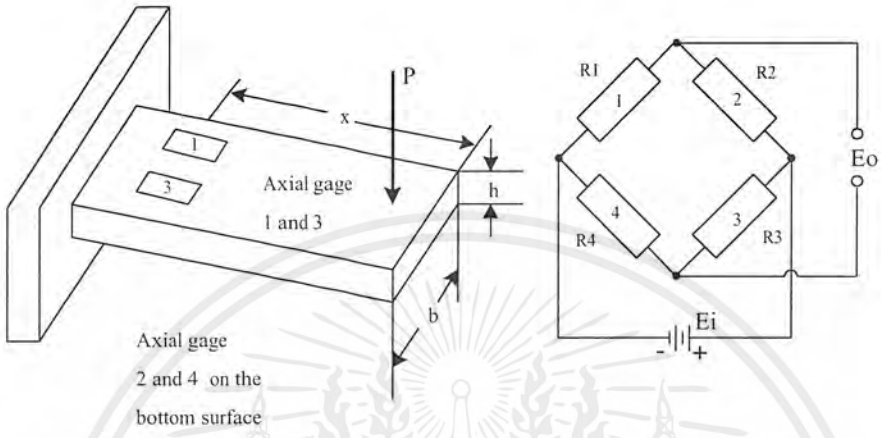
$$P = \frac{V_0/V_S}{(V_0/V_S)} P_{\max} \tag{2.9}$$

2) โหลดเซลล์แบบคาน (Beam-Type Load Cell)

โหลดเซลล์แบบคานที่นิยมใช้วัดภาระในกรณีที่ใช้โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ไม่ได้ รูปที่ 2.34 (ก) เป็นคานยื่นซึ่งมีเกจความเครียด 2 อันอยู่ที่ผิวด้านล่าง (ทั้งหมดติดอยู่ในแนวขนานกับแกนของคาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนยืดหยุ่นและเซนเซอร์สำหรับเซลล์ชนิดนี้ คือ เกจซึ่งต่อกันเป็นวงจรวีทสโทนบริดจ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.34 (ข)



(ก) โครงสร้างของโหลดเซลล์แบบคาน (ข) วงจรสมมูลย์

รูปที่ 2.34 โหลดเซลล์แบบคาน (Beam-Type Load Cell)

ภาระ P ทำให้เกิดโมเมนต์ $M = P_X$ ที่ตำแหน่ง X ทำให้ได้ผลลัพธ์

$$\varepsilon_3 = -\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_1 = \frac{\sigma M}{Ebh^2} = \frac{6p_x}{Ebj^2} \qquad \textbf{(2.10)}$$

เมื่อ b คือ ความกว้างของหน้าตัดของคาน

h คือ ความหนาของหน้าตัดของคาน

การตอบสนองของเกจความเครียดหาได้จากสมการ $R/R = S_g$ และสมการ (2.10) ดังนั้น

$$\Delta R_1/R_1 = -\Delta R_2/R_2 = \Delta R_3/R_3 = \Delta R_4/R_4 = \frac{\sigma S_g P_x}{Ebh^2} \qquad \textbf{(2.11)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันออก V_0 จากวีทสโทนบริดจ์ซึ่งเป็นผลจากการกระทำของภาระ P หาได้โดยแทนสมการ (2.11) ลงในสมการ

$$v_0 = \frac{r}{(1+r)^2}\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right] v_S$$

และสมมติว่าเกจความเครียดทั้ง 4 เหมือนกันทุกประการ จะได้

$$v_0 = \frac{\sigma S_g P_x V_S}{Ebh^2} \qquad \textbf{(2.12)}$$

หรือ

$$P = \frac{Ebh^2}{\sigma S_g X v_S} v_0 = C v_0 \qquad \textbf{(2.13)}$$

จากสมการ (2.12) แสดงว่า ภาระ P เป็นสัดส่วนกับแรงดันออก V_0 และค่าคงตัวสัดส่วนหรือ ค่าคงตัวปรับเทียบ (Calibration Constant) C คือ

$$C = \frac{Ebh^2}{\sigma S_g X v_S} \qquad \textbf{(2.14)}$$

ความไวของการรวมระหว่างโหลดเซลล์กับวีทสโทนบริดจ์ กำหนดโดยสมการ $S=V_0/P$ ดังนั้น

$$S = \frac{v_0}{P} = \frac{1}{C} = \frac{\sigma S_g X v_S}{Ebh^2} \qquad \textbf{(2.15)}$$

จากสมการ (2.15) ข้างต้นแสดงว่าความไวของโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับรูปร่างหน้าตัดของคาน (b, h) โมดูลัสของความยืดหยุ่น ของวัสดุที่ใช้คำคาน (E) ตำแหน่งของภาระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับเกจ (X) เกจแฟกเตอร์ (S_g) และแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรบริดจ์ (V_s) ช่วงของโหลด ที่ใช้กับโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับ รูปร่างหน้าตัดของคานตำแหน่งที่ภาระกระทำ และความล้าของวัสดุที่ใช้ทำคานถ้าสมมติว่าเกจติดที่ตำแหน่งใกล้กับตัวรองรับ (Bearm Support) จะได้

$$M_{gage} = M_{MAX}$$

และ

$$P_{max} = \frac{S_f bh^2}{\sigma X} \qquad \textbf{(2.16)}$$

อัตราส่วนแรงดันที่ภาระสูงสุด $(V_0/V_s)_{MAX}$ หาได้จากการแทนสมการ P_{MAX} ลงในสมการ (2.15) ดังนั้น

$$(V_0/V_S)_{max} = S_g S_f / E \qquad \textbf{(2.17)}$$

โหลดเซลล์แบบคานที่มีขายในท้องตลาดมีอัตราส่วนแรงดัน (V_0/V_s) ที่ภาระเต็มสเกลระหว่าง 4 และ 5 mV/V

3) โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring-Type Load Cell)

ส่วนประกอบของโหลดเซลล์แบบวงแหวนมีพรูววิ่งค์ริงค์ (Proving Ring) เป็นส่วนยืดหยุ่นและมีเซนเซอร์ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งเกจความเครียดและ LVDT ถ้าใช้ LVDT วัดการกระจัดอันเนื่องมาจากการอัดหรือดึงในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด กับภาระ P จะเป็นไปตามสมการ

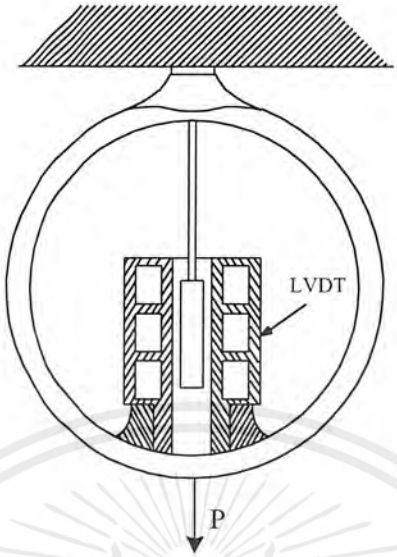
$$\delta = 1.79 PR^3 / Ewt^3 \qquad \textbf{(2.18)}$$

เมื่อ E คือ ค่าโมดูลัสที่ใช้ทำวงแหวน

w คือ ความหนา

t คือ ความหนาของวงแหวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring – Type Load Cell)

แรงดันออก V_0 ของ LVDT สามารถแสดงโดยสมการ

$$v_0 = S\delta v_S \tag{2.19}$$

เมื่อ S คือ ความไวของ LVDT

v_S คือ แรงดันที่ป้อนเข้าขดลวดปฐมภูมิของ LVDT

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันออก V_0และภาระ P หาได้จาก แทนสมการ (2.18) ลงในสมการ (2.19) ได้

$$v_0 = 1.79\frac{SPR^3}{Ewt^3}v_S \tag{2.20}$$

$$P = 0.56\frac{Ewt^3}{SR^3 v_S}v_0 = CV_0 \tag{2.21}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ

$$C = 0.56\frac{Ewt^3}{SR^3 v_S} \tag{2.22}$$

เมื่อ C คือ ค่าตัวปรับเทียบ

ความไวของริงค์แอลวีดีทีคอมบิเนชัน (RING-LVDT COMBINATION)S_t คือ

$$St = \frac{v_0}{P} = \frac{1}{C} = 1.79\frac{SR^3}{Ewt^3} v_S \tag{2.23}$$

ช่วงภาระของโหลดเซลล์แบบวงแหวนถูกควบคุมด้วยความแข็งแรงของวัสดุถ้าโหลดเซลล์ใช้วัดโหลดที่กระทำเป็นจังหวะ (Cyclic Load) ความล้า (Fatigue) S_f เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา ความเค้นสูงสุดในชิ้นส่วนวงแหวนอยู่ที่ผิดด้านในของวงแหวนตรงที่เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งฉากกับแนวโหลดค่าประมาณของความเค้นที่ตำแหน่งนี้ คือ

$$\sigma_\theta = 1.09\frac{PR}{Wt^2} \tag{2.24}$$

จากสมการ (2.24) สำหรับการวัดโหลดที่กระทำเป็นจังหวะจะได้

$$P_{\max} = 0.92\frac{Wt^{12}}{R} Sf \tag{2.25}$$

อัตราส่วนแรงดันที่โหลดสูงสุด $(V_0/V_s)_{MAX}$ จะเป็น

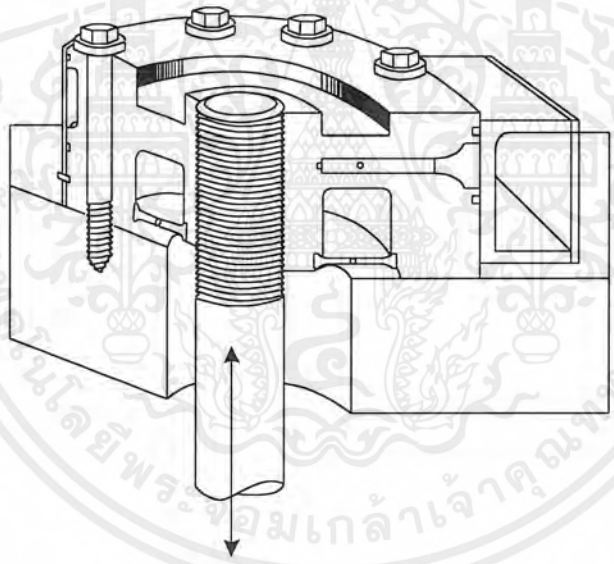
$$\left(\frac{v_0}{v_S}\right) = 1.64\frac{SR^2}{Et} Sf \tag{2.26}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ารูปอัตราส่วนแรงดันเต็มสเกล (V_0/V_s) และ ภาระสูงสุด P_{MAX} สำหรับโหลดเซลล์ โดยเฉพาะสามารถกำหนดโหลดที่สอดคล้องกับ V_0 ที่ถูกวัดโดยสมการ

$$P = \frac{\left(\frac{v_0}{v_S}\right)}{\left(\frac{v_0}{v_S}\right)} P\max \qquad (2.27)$$

4) โหลดเซลล์แบบแรงเฉือน (Shear-Web-Type Load Cell)



รูปที่ 2.36 โหลดเซลล์แบบแรงเฉือน (Shear-Web-Type Load Cell)

โหลดเซลล์ชนิดนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแฟลทโหลดเซลล์ มีประโยชน์สำหรับการใช้งานเมื่อที่ว่างในแนวโหลดกระทำมีจำกัดโหลดเซลล์แบบแรงเฉือนประกอบด้วย อินเนอร์โหลดดิ้งค์ฮับ (Inner Loading Hub) และเฮ้าท์เตอร์ซัพพอร์ตติ้งค์แฟรงค์ (Outer Supporting Flange) ซึ่งต่อกันด้วยเชียร์เว็บ (Shear Web) ดังรูปที่ 2.36 แฟลทโหลดเซลล์มีขนาดกระทัดรัดสามารถใช้ได้กับการประยุกต์แบบเคลื่อนที่ (DynamicsApplication) โดยเฉพาะเมื่อต้องการวัดโหลดในขณะที่ทำการสั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความถี่สูง ฟอสคาปาซิตี้ (Force Capacity) ที่วัดโดยใช้แฟลทโหลดเซลล์หาได้จากการวัดความถี่ธรรมชาติของโหลดเซลล์

$$f_n = 3.13\left(\frac{k}{(W_{e+}W_x)}\right) \qquad \textbf{(2.28)}$$

เมื่อ f_n คือ ความถี่ธรรมชาติของทรานดิวส์เซร์(Hz)

k คือ ค่าคงตัวของสปริง หรือสทิฟเนส (Stiffness) ของโหลดเซลล์ (Ib/in)

w_e คือ น้ำหนักประสิทธิผลของส่วนแอคทีฟของโหลดเซลล์ (Ib)

w_x คือ น้ำหนักภายนอกที่ติดกับฮับ (Ib)

ตารางที่ 2.41 คุณสมบัติของแฟลทโหลดเซลล์

ความจุแรง (P) (Ib)	K (Ib/in)	We (Ib)	f_n (kHz)
250	920,000	0.028	18.0
1,000	1,220,000	0.023	22.8
5,000	6,600,000	0.135	22.0
10,000	8,500,000	0.340	15.7

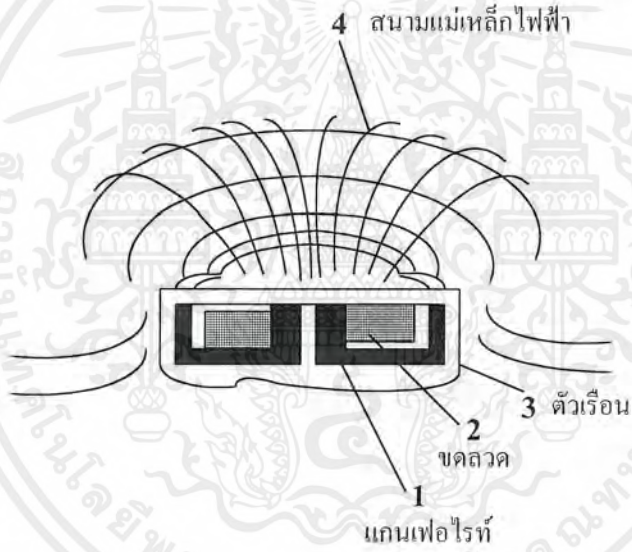
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ โดยที่เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณตรวจจับของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์มันก็จะกำเนิดสัญญาณเอาพุทออกมา

2.15.1พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดัคทีฟ

พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดัคทีฟ มีหลักการทำงานโดยอาศัยข้อดีผลทางด้านฟิสิกส์ของการเปลี่ยนแปลงค่า Q ของวงจรรีโซแนนซ์ ส่วนประกอบสำคัญของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดัคทีฟได้แก่ วงจรออสซิลเลเตอร์, วงจรควบคุมไฟเลี้ยง, วงจรชมิตทริกเกอร์ และวงจรส่วนเอาต์พุต วงจรออสซิลเลเตอร์ประกอบด้วยวงจรแอลซีซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2.37 ภาพตัดขวางส่วนหัวของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์ และเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ลักษณะการกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นจะถูกจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณ ด้านหน้าของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์เท่านั้น ซึ่งจะเรียกส่วนนี้ว่าบริเวณส่วนตรวจจับ เมื่อมีโลหะเข้ามาในบริเวณส่วนตรวจจับพลังงานส่วนหนึ่งจะถูกถ่ายเทออกจากวงจรออสซิเลเตอร์โดยวิธี Eddy Current ซึ่งมีผลทำให้เกิดการหน่วงการออสซิลเลตลงไปมาก หรือ บางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลตก็ได้และเมื่อวัตถุตัวนำนั้นออกจากบริเวณส่วนตรวจจับ ออสซิลเลเตอร์ก็จะเริ่มออสซิลเลตอีกครั้งโดยมีแอมปลิจูดเต็มเหมือนเดิม สภาวะดังกรณีที่กล่าวมาคือ ออสซิลเลเตอร์มีการออสซิลเลต (เมื่อมีวัตถุอยู่ในบริเวณส่วนตรวจจับ) และออสซิลเลเตอร์ไม่มีการออสซิลเลต (เมื่อไม่มีวัตถุอยู่ในบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตรวจจับ) จะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน และส่งผลไปเอาต์พุตให้เปิดหรือปิด โดยขึ้นอยู่กับชนิดของพร็อกซิมิตี้สวิตช์นั้นเป็นแบบปกติเปิด (NO) หรือแบบปกติปิด(NC)

เมื่อมีวัตถุตัวนำไฟฟ้าไปใกล้ด้านของส่วนตรวจจับจนถึงจุดที่เอาต์พุตของพร็อกซิมิตี้สวิตช์ที่มีการเปลี่ยนแปลง ณ จุดนั้นระยะทางระหว่างด้านส่วนตรวจจับ กับวัตถุตัวนำถูกเรียกว่า ระยะตรวจจับระยะตรวจจับมาตราฐานของอินดัคทีฟพร็อกซิมิตี้สวิตช์นั้นหาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อนเป็นวัตถุตัวนำ ดังนั้นถ้าวัตถุที่ต้องการจะตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่นๆ เช่น ทองแดง อลูมิเนียม ฯลฯ ระยะตรวจจับจะไม่ตรงตามมาตราฐานที่ระบุในเอกสารอ้างอิง คือระยะตรวจจับจะสั้นลงจะต้องมีการชดเชยด้วยการคูณด้วยมาตรากับค่าตัวประกอบแก้ไขซึ่งมีอยู่ในตารางคุณสมบัติจะได้ค่าเป็นระยะตามวัตถุชนิดนั้นๆ

รายละเอียดทางเทคนิค

1) ระยะการตรวจจับ คือ ระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนที่เข้าไปใกล้ด้านในของส่วนตรวจจับแล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดเปลี่ยนแปลง

2) ระยะการตรวจจับแบบ Nominal (Nominal Sensing Range : Sn) ค่าตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัว หรือ ผลกระทบจากภายนอก เช่น อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

3) ระยะการตรวจจับจริง (Real Sensing Range : Sr) ระยะตรวจจับซึ่งวัดได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าตามที่กำหนด อุณหภูมิตามที่กำหนด ระยะตรวจจับจริงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 110 เปอร์เซ็นต์ ของระยะตรวจจับแบบ ปกติ

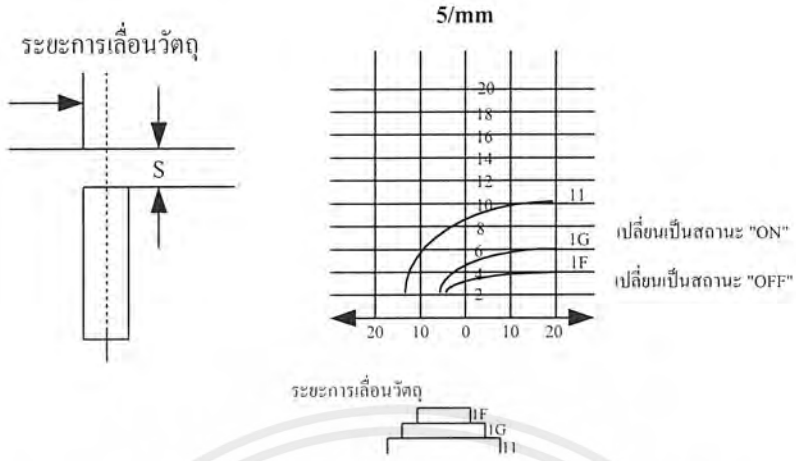
4) ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing Rang : S) คือ ระยะตรวจจับซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่ 1 ตามมาตราฐาน EN 50010 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ และอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 110 เปอร์เซ็นต์ของระยะตรวจจับจริง

5) ระยะการตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Rang : Sa) คือ ระยะตรวจจับใดๆที่พร็อกซิมิตี้สวิตช์สามารถทำงานได้ถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

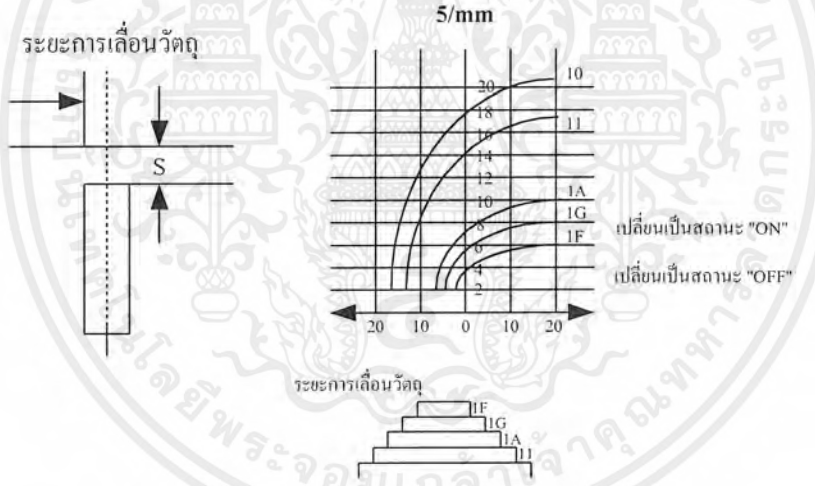
6) การวัดหาระยะตรวจจับ (Measuring Sensing Rang) ระยะตรวจจับวัดระยะโดยใช้มาตราฐาน EURO DIN EN 50010

ในรูปที่ 2.38 และรูปที่ 2.39 เป็นเส้นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาวะในการตรวจจับตัวนำไฟฟ้าสำหรับพร็อกซิมิตี้สวิตช์ที่ติดตั้งแบบ Flush-Mounted และ Non- Flush-Mounted ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะตรวจจับ กับระยะการเคลื่อนที่ของวัตถุตรวจจับเข้าไปยังบริเวณตรวจจับเป็นแผ่นโลหะเหล็กอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.38 การแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบFlush-Mounted



รูปที่2.39 การแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบNon-Flush-Mounted

2.16 ทฤษฎีมอเตอร์กระแสตรง

2.16.1 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์กระแสตรง

คุณลักษณะประจำของมอเตอร์ก็คือ เส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆที่จะพิจารณามีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แรงบิดและกระแสอาร์มาเจอร์ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง "แรงบิดกับกระแส **(T/Ia)"** นั่นเองคุณลักษณะชนิดนี้รู้จักในรูปของ "**คุณลักษณะทางไฟฟ้า"**

2) ความเร็วและกระแสอาร์มาเจอร์ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสที่ไหลในอาร์มาเจอร์ นั่นคือคุณลักษณะของ ***(S/Ia)***

3) ความเร็วและแรงบิด คือการแสดงความสัมพันธ์ โดยใช้เส้นกราฟระหว่างความเร็วกับแรงบิด ***(S/T)*** คุณลักษณะนี้เรียกว่า "**คุณลักษณะทางกล"** คุณลักษณะข้อนี้หาได้จากข้อ 1 และ ข้อ2 จากด้านบน

ในการอธิบาย หรือวิจารณ์เกี่ยวกับเรื่องคุณลักษณะของมอเตอร์นี้เราควรที่จะคำนึงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณที่ควรสนใจเอาไว้ดังนี้

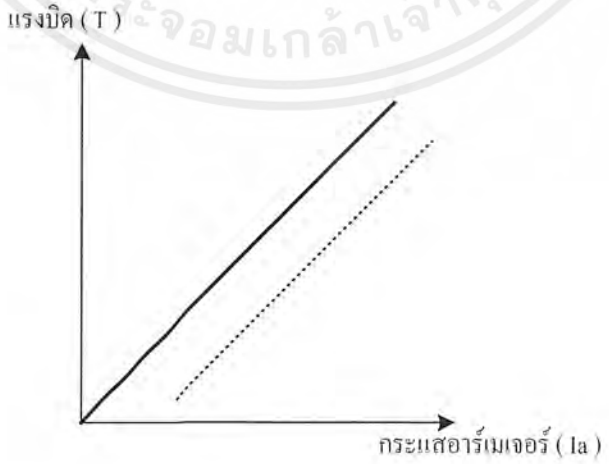
$$T \propto \varnothing I_a \qquad (2.29)$$

และ $$S \propto E_b/\varnothing \qquad (2.30)$$

2.16.2 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบขนาน (Characteristics of Shunt Motor)

คุณลักษณะที่พิจารณามีดังนี้

1) คุณลักษณะระหว่าง แรงบิด T กับกระแสอาร์มาเจอร์ Ia ในการพิจารณาคุณสมบัติเช่นนี้จะกำหนดให้ว่า เส้นแรงแม่เหล็ก ที่เกิดจากนามกระตุ้นมีค่าคงที่ตลอดไป แม้ว่าเมื่อมอเตอร์ได้รับภาระมาก $\varnothing$ จะทำให้ $\varnothing$ ลดลงไปตามนั่นคือให้ $\varnothing$ เป็นค่าคงที่กับ **I/a** คือ

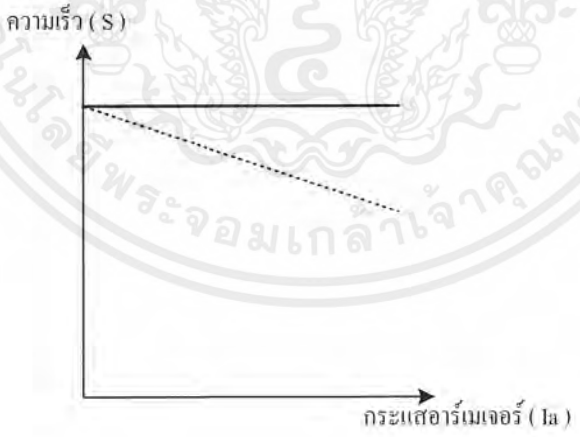


รูปที่ 2.40 แรงบิด (T) กับ กระแสอาร์มาเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T $\alpha \varnothing$ Ia ($\varnothing$ = คงที่) นั่นคือ เมื่อพล็อตกราฟระหว่าง T กับ Ia ได้กราฟเป็นเส้นตรง โดยเริ่มต้นจากค่าศูนย์ด้วยกันทั้งคู่ ดังรูปที่2.35 เส้นกราฟที่ได้นี้เป็นเส้นตรงผ่านจุดเริ่มต้น แรงบิด T ที่พล็อตนี้ เป็นแรงบิดที่เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์ ดั้งนั้น แรงบิด Tsh ที่เกิด ที่แกนของมอเตอร์เมื่อส่งออกมายังภายนอกนั้นจึงต้องมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น T ณ ที่ค่ากระแส Ia เดียวกัน ซึ่งเห็นได้ในรูปที่ 2.35 ดังเส้นประ การที่ Tsh น้อยกว่า T ที่ค่ากระแสเดียวกันนี้เนื่องจากต้องสูญเสียแรงบิดจำนวนหนึ่งไปเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานที่แกน (shaft) ได้รับค่า แรงเสียดทานนี้ถือว่าคงที่ตลอดไป ดังนั้น เส้นกราฟของ Tsh จึงมีความชันเท่ากับเส้นกราฟของ T จากรูปนี้พบว่าเราไม่อาจใช้มอเตอร์แบบขนาน สตาร์ทในขณะที่มีโหลดมากๆ ได้ เพราะการทำเช่นนี้ย่อมทำให้มอเตอร์ต้องดึงกระแสจำนวนมากมายเข้าไปใช้ด้วย นั่นคือมอเตอร์แบบขนานจะไม่ใช้ในการสตาร์ทที่มาก ๆ

2) คุณลักษณะระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณากรณีนี้ ก็ยังคงให้ $\varnothing$ คงที่ตลอดไป นั่นคือจะได้ความเร็ว S เป็นสัดส่วนโดยตรงนั่นคือ Eb ต้องคงที่ด้วย แต่ถ้าจะกล่าวกันตามความจริงแล้ว ทั้ง Eb และ $\varnothing$ ลดไปเมื่อโหลดเพิ่มขึ้น แต่การลดของ Eb นี้จะลดลงไปมากกว่าการลดของ $\varnothing$ ฉะนั้นเมื่อรวมผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นแล้ว ความเร็วย่อมลดลงไป (เนื่องจาก Eb ลดไปเป็นอัตราส่วนมากกว่า $\varnothing$) ดังรูปที่ 2.40 ที่แสดงด้วยเส้นประเมื่อมอเตอร์ได้รับโหลดทางปฏิบัติแล้ว มักใช้มอเตอร์แบบขนาน เมื่อต้องการความเร็วคงที่

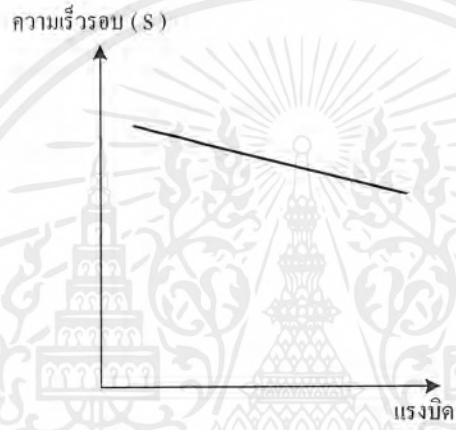


รูปที่ 2.41 ความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ขนาน

เนื่องจากมอเตอร์แบบขนานนี้ไม่มีการเปลี่ยนหรือลดความเร็วไปมากนัก จากเมื่อตอนมีภาระเต็มที่ ดังนั้นจึงต่อเข้าหรือตัดออกได้ภาระ (load) โดยไม่ต้องเกรงว่าจะมีความเร็วสูง มากเกินไปจนเป็นอันตราย อย่างไรก็ดีมอเตอร์แบบนี้ให้แรงบิดเริ่มแรกต่ำ (low starting torque) ฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงไม่นิยมใช้กับโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มแรกสูง แต่เนื่องจากว่าเป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วค่อนข้างจะคงที่มาก ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำไปใช้ขับแกนของเครื่องกลึง machine tools, wood-working machines และเครื่องจักรชนิดต่างๆที่ต้องการความเร็วคงที่คุณลักษณะประจำของเครื่องระหว่างความเร็วแรงบิดนี้ก็อาศัยจากหลักการที่ได้ในข้อ (1) และ (2) ข้างบนนั่นเองจาก ข้อ (1) ทราบว่าแรงบิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์ดัง รูปที่ 2.35 ดังนั้นจึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ กับแรงบิดดัง รูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 ความเร็วรอบ กับ แรงบิดของมอเตอร์ขนาน

2.16.3 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์ชนิดอนุกรม

เป็นคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ ในเรื่องของแรงบิด, กระแสในอาร์เมเจอร์ และความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้เช่นกัน โดยแบ่งการพิจารณาความสัมพันธ์แต่ละอย่างได้ดังนี้

1) คุณลักษณะประจำแรงบิด และกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณานี้ สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับกระแสจากสมการที่ได้พิสูจน์มาแล้วในตอนต้นคือ

$$T \propto \varnothing I_a$$

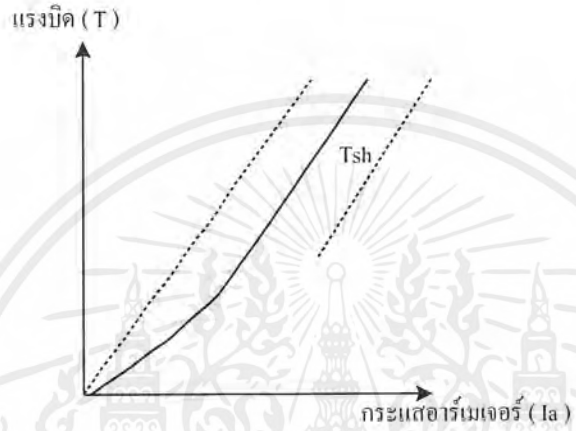
แต่ $$\varnothing \propto I_a$$

$$T \propto I_a^2 \qquad (2.31)$$

นั่นคือ T/Ia curve จะเป็นพาราโบลาดังรูปที่ 2.38 ฉะนั้นขณะที่โหลดน้อย Ia ก็จะน้อย และ $\varnothing$ ก็จะน้อย และเมื่อโหลดมากขึ้น จะได้แรงบิดเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนกับกระแสอาร์เมเจอร์กำลังสองแต่เมื่อโหลดเพิ่มมากขึ้นจนทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัวแล้ว ก็จะพบว่าแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสที่เพิ่มขึ้น (T α Ia) เพียงอย่างเดียว นั่นคือได้เส้นกราฟระหว่างแรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ เป็นเส้นตรง ส่วนแรงบิดที่จ่ายออกมาที่แกน (T_{sh} = Shaft torqe) นั้นมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น เพราะมีการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานแรงลม และค่าสูญเสียที่คงที่อื่น ๆ อีกค่าสูญเสียเหล่านี้คือ " Stray losses" แรงบิด T_{sh} นี้แสดงไว้ในรูปด้วยเส้นประแล้ว



รูปที่ 2.43 แรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ควบคุม

จากคุณลักษณะระหว่างแรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ ที่กล่าวมาแล้วจากข้างบนนี้ จึงสรุปได้ว่า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้เหมาะสำหรับที่จะฉุด Load เริ่มแรกที่มี Load หนักๆ ได้ (ในขณะที่ยังไม่มีการอิ่มตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก) ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้กับโหลดหนักๆ ในขณะเริ่มแรก เช่น ปั้นจั่น, รถไฟฟ้า เป็นต้น

2) คุณลักษณะประจำระหว่างความเร็ว กับกระแสอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์อนุกรม

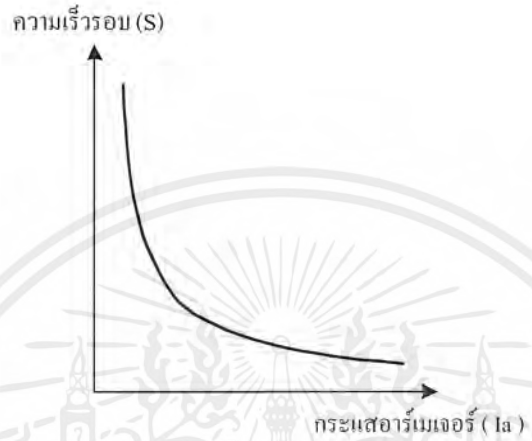
การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับกระแสที่อาร์เมเจอร์ได้รับเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้เพื่อนำไปใช้งานนั่นเอง อย่างไรก็ดีคุณลักษณะเช่นนี้ สามารถดูได้จากความสัมพันธ์ของสมการ คือ

$$S \alpha Eb/\varnothing$$

จากสมการ พบว่าความเร็ว S เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงเคลื่อนสวนกลับ Eb แต่ว่า Eb นี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากไม่ว่าที่ค่าภาระทางกลใดๆ ก็ตาม และพบว่าความเร็วแปรผกผันกับเส้นแรงแม่เหล็ก แต่เส้นแรงแม่เหล็กนี้แปรผกผันโดยตรงกับกระแสที่ผ่านอาร์เมเจอร์ นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วแปรผกผันกับกระแสอาร์มาเจอร์ ฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด จึงทำให้ความเร็วมีการแปรผกผันกับเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่า Eb นั่นคือ ความเร็วแปรผกผันกับ กระแสอาร์เมเจอร์โดยตรงนั่นเอง ดังรูปที่ 2.44

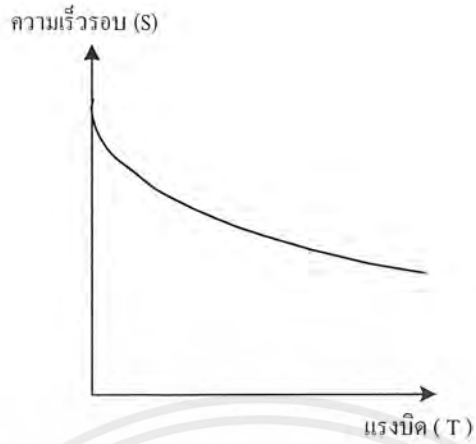


รูปที่ 2.44 ความเร็วรอบ กับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์อนุกรม

เมื่อมีโหลดมากๆ จะทำให้มอเตอร์ใช้กระแสอาร์เมเจอร์มากๆ ด้วยดังนั้นความเร็วของมอเตอร์แบบนี้จะลดลงอย่างรวดเร็ว (ซึ่งทำให้ลด Eb ลงไปด้วย และนั่นก็คือ กระแสอาร์เมเจอร์ไหลเข้าไปในมอเตอร์มากขึ้น) แต่ในกรณีที่มอเตอร์มีโหลดน้อยๆ กระแสอาร์เมเจอร์จะน้อย เส้นแรงแม่เหล็กก็จะน้อยลงไปด้วยจำนวนมาก ดังนั้นความเร็วก็จะสูงขึ้นจนอาจเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ได้ นั่นคือ สำหรับมอเตอร์แบบอนุกรมนี้ต้องไม่สตาร์ทหรือให้เริ่มหมุนในขณะไม่มีโหลดมิฉะนั้นแล้ว จะทำให้มีความเร็วสูงมากจนเกินไปจนเป็นอันตรายกับมอเตอร์ได้อันเนื่องมาจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นในที่นี้ควรจะสังเกตว่ามอเตอร์แบบนี้ เป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปมาตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด

3) คุณลักษณะทางกลของเครื่อง (Mechanical Characteristic) หรือความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็ว S กับแรงบิด T ที่เกิดขึ้น ความสัมพันธ์ในกรณีนี้ อาศัยหลักเกณฑ์จาก ข้อ(1) และ(2) ที่กล่าวมาแล้วข้างบน โดยพบว่า T เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Ia^2 เมื่อตอนที่ เส้นแรงแม่เหล็กยังไม่อิ่มตัวแต่เมื่อ เส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัวแล้ว ก็จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์เท่านั้น และยังพบจาก ข้อ (2) อีกว่า เมื่อความเร็วสูงๆ โหลดน้อยส่วนความเร็วต่ำโหลดมากดังนั้นจึงนับได้ว่าเมื่อความเร็วสูง มอเตอร์ก็ให้แรงบิดต่ำและในทำนองกลับกัน เมื่อความเร็วต่ำก็ให้แรงบิดสูง ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับความเร็วไว้ในรูปที่ 2.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



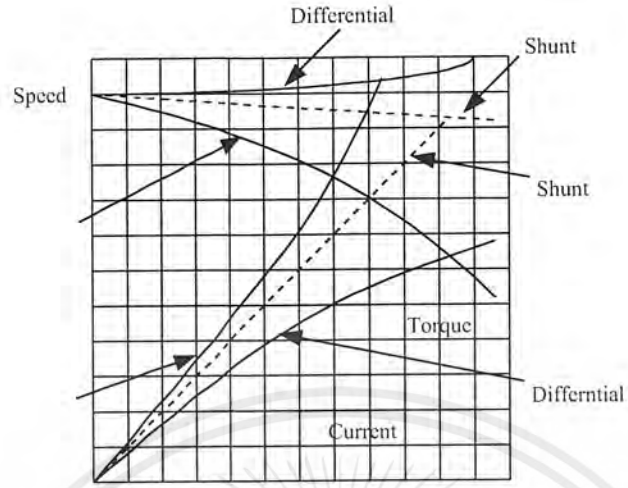
รูปที่ 2.45 ความเร็วรอบ กับแรงบิดของมอเตอร์อนุกรม

2.16.4 คุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบผสม

ลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้ก็คือ การนำเอาคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ทั้ง 2 แบบมาผสมกันทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

มอเตอร์แบบผสมชนิดสะสมหรือเสริมสนามแม่เหล็กให้มาก มอเตอร์แบบนี้จะต่อสนามอนุกรมเพิ่มเข้าไป โดยให้มีสนามแม่เหล็กที่ต่อเพิ่มเข้าไปนี้ไปช่วยเพิ่ม หรือเสริมกับสนามแม่เหล็กขนานของมอเตอร์แบบขนานดังนี้ จึงทำให้มอเตอร์แบบนี้รวมคุณลักษณะของมอเตอร์ที่เป็นทั้งแบบอนุกรมและขนานเข้าด้วยกัน นั่นคือ ขณะมอเตอร์ได้รับโหลดสนามอนุกรมเพิ่มสนามแม่เหล็กขึ้น จึงทำให้เกิดแรงบิดมากขึ้นกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนาน อาจกล่าวไปในทางอื่นก็ได้คือ จากการเพิ่มสนามแม่เหล็กนี้ย่อมทำให้ความเร็วลดลงไปรวดเร็วมากกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนาน นั่นคือ เมื่อเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กเข้าไปที่สนามแม่เหล็กทำให้ความเร็วนั้นลดลงรวดเร็วเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนานดังรูปที่ 2.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.46 เส้นแรงแม่เหล็ก และลักษณะสมบัติของมอเตอร์ขนาน และมอเตอร์อนุกรม

มอเตอร์แบบนี้ เกิดแรงบิดที่อาร์มาเจอร์สูงในขณะที่ได้รับโหลดในทันทีทันใด และยังมีความเร็วค่าหนึ่งในขณะที่ไม่มีภาระหรือโหลดนั่นก็คือแม้ว่าจะไม่มีภาระก็ไม่ทำให้มอเตอร์มีความเร็วสูงเกินไปจนอันตรายได้

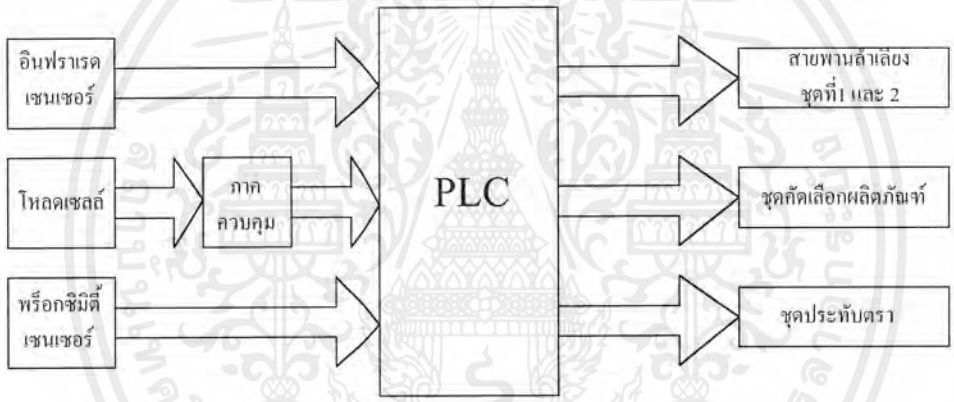
ในการนำมอเตอร์ชนิดนี้ไปใช้งานนั้น มักนำไปใช้ในการขับโหลดที่หนักๆ เช่น เครื่องโม่หิน, เครื่องตัดเหล็ก, เครื่องอัดย้ำ หรือลิฟท์เป็นต้น เครื่องจักกลต่างๆเหล่านี้มักไม่สะดวกในการนำมอเตอร์อนุกรมมาใช้เพราะมอเตอร์อนุกรมนี้ต้องต่อกับโหลดตลอดเวลา

ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของมอเตอร์แบบนี้ก็คือ สามารถปรับความเร็วของตัวเองให้ลดลงโดยอัตโนมัติ ในขณะที่ได้รับโหลดทันที ในการเริ่มพลังงานกลสะสมของเครื่องแบบนี้ ทำได้โดยการต่อสายพานเข้าไป ซึ่งจะช่วยให้มีเสถียรภาพในการใช้งานดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

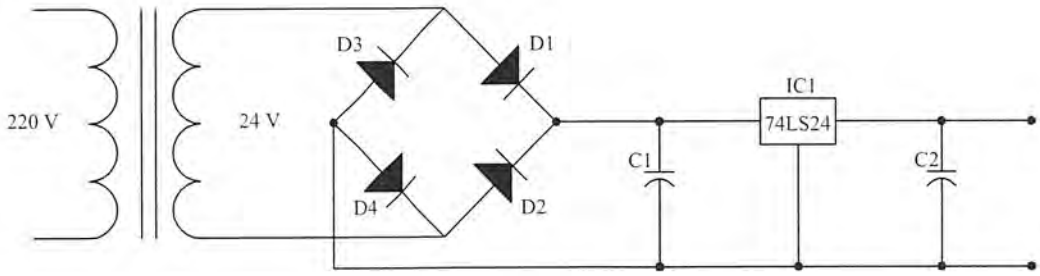
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกจะประกอบด้วยวงจรต่างๆหลายวงจรด้วยกันซึ่งวงจรต่างๆก็ได้แก่วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ชุดวงจรเซนเซอร์อินฟราเรด ชุดวงจรเซนเซอร์น้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ ชุดวงจรขับมอเตอร์สายพานลำเลียง ชุดวงจรการทำงานระบบนิวแมติกส์ วงจรแต่ละส่วนสามารถทำงานแยกกัน หรือนำมารวมกันเป็นระบบได้ ซึ่งอธิบายการออกแบบ, การสร้าง และการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 Block diagram ร่วมของการทำงาน

3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน



รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

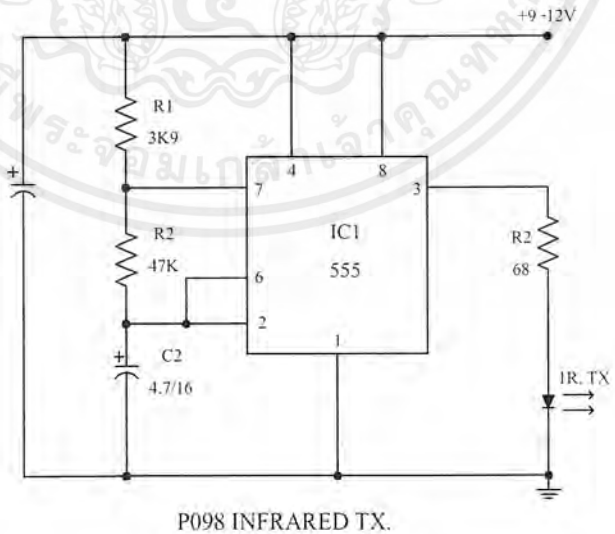
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ประกอบด้วย ไดโอด D_1 - D_4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์เพื่อเปลี่ยนแรงดันจากหม้อแปลงให้เป็นแรงดันตรง โดยใช้ C_1 เป็นตัวกรองแรงดันให้เรียบก่อนก่อนเข้า IC1 ซึ่งเป็นไอซีเรกกูเรเตอร์ จากนั้นจะมี C_2 เพื่อใช้กรองแรงดันให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

IC1 เป็น ไอซีเรกกูเรเตอร์ มีหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้มีค่าออกมาตามที่ต้องการ ในที่นี้เพื่อให้ได้ระดับระดับแรงดันออกมา 3 ระดับ จึงจำเป็นต้องใช้ไอซีเรกกูเรเตอร์ 3 บริดจ์คือ 74LS05 75LS05 สำหรับเบอร์ 74LS24 จะให้แรงดันออกมาเป็นบวก ส่วนเบอร์ 75LS05จะให้แรงดันออกมามีค่าเป็นลบ

3.2 วงจรตรวจจับอินฟาเรด

วงจรตรวจจับอินฟาเรด จะแบ่งเป็นภาคส่งและภาครับ ภาคส่งจะส่งสัญญาณอินฟาเรดมีรายละเอียดดังนี้คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จะทำให้ IC1 เป็นตัวสร้างความถี่ 5 kHz โดยใช้ไอซี 555 ให้กับอินฟาเรด ค่าวงจรความถี่จะถูกกำหนดโดยค่า R_1, R_2 และC_2 โดยที่สัญญาณเอาต์พุตจะมีช่วงสัญญาณ ON และ OFF โดย R_3 จะเป็นตัวจำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอินฟาเรดไดโอด ไม่ให้มีค่าเกิน 50 มิลลิแอมป์ สาเหตุที่จำเป็นต้องสร้างความถี่ 5 kHz เพื่อขจัดผลของสัญญาณรบกวนต่างๆ และลดพลังงานที่ป้อนให้กับไดโอดลงด้วยตาม รูปที่ 3.3

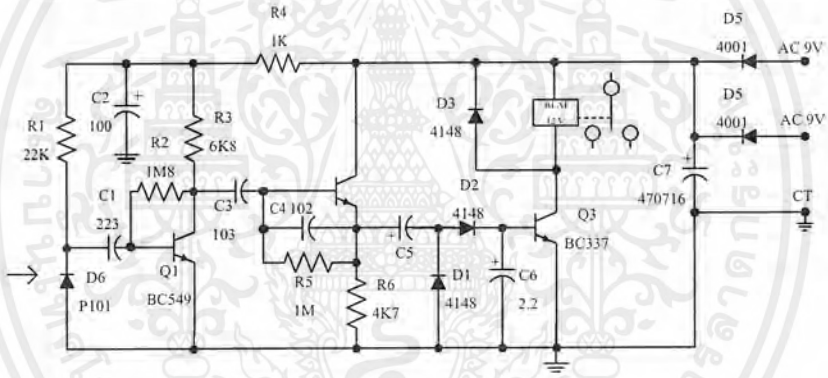


รูปที่ 3.3 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาครับอินฟาเรด จะเห็นได้ว่าโฟโต้ไดโอดจะต่อแบบรีเวิร์สไบอัส ดังนั้นในขณะที่ไม่มีแสงอินฟาเรดส่องมากระทบตัวมันจะมีกระแสไหลผ่านตัวมันน้อยมาก แต่เมื่อมีแสงอินฟาเรดส่องมากระทบ จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดอย่างมากทำให้เกิด สัญญาณเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของชุดส่งสัญญาณ ป้อนให้กับ MCS 8951 ร่วมกับ Q_2 เป็นวงจรขยายประมาณ 100 เท่า ส่วน C_2 และ C_3 จะเป็นวงจรกรองความถี่สูง ไดโอด D_2 และ D_3 ทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงไฟให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยมี C_5 เป็นตัวกรองกระแสให้เรียบ

แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะนำไปขับทรานซิสเตอร์ Q_3 ให้รีเลย์ทำงาน วงจรรีเลย์จะทำงานเมื่อมีแสงอินฟาเรดส่องมาจากจุดส่งมายังจุดรับถ้าลำแสงถูกตัดตอนหรือบังไว้ รีเลย์ก็จะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรชุดรับแสงอินฟราเรด

3.3 วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์

วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ จะทำหน้าที่ตรวจสอบน้ำหนักที่ต้องการหรือไม่ ค่าที่ได้จะมีเอาต์พุต 2 เอาต์พุต คือ สัญญาณเอาต์พุตจากวัตถุที่ทำการตรวจสอบได้น้ำหนักตามที่ต้องการกับวัตถุที่นำมาตรวจสอบ ไม่ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ เอาต์พุตที่ได้จะเป็นอินพุตให้กับ PLC เพื่อใช้ในการควบคุมระบบชุดเซนเซอร์น้ำหนัก ซึ่งวงจรจะประกอบด้วยโหลดเซลล์ซึ่งมีพิกัดในการตรวจจับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 0-2 กิโลกรัม และชุดขยายแรงดันที่ทำหน้าที่ในการขยายแรงดันส่งไปให้ตัวควบคุม และส่งเอาต์พุตออกมา ตัวควบคุมในที่นี้จะใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8951 ทำหน้าที่ควบคุม และส่งค่าเอาต์พุตออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจรมีดังนี้คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า +5โวลต์ และ-5โวลต์ให้แก่โหลดเซลล์ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นสเตรนเกจจำนวน 4 ตัวแบบบริดจ์เมื่อวัตถุที่ต้องการจับอยู่บนแผ่นเพลทชั่งน้ำหนัก ก็จะทำให้เกิดความเค้นขึ้นที่โลหะที่มีสเตรนเกจติดตั้งอยู่ ทำให้สเตรนเกจทั้ง 4 ตัว เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน และส่งผลให้วงจรบริดจ์ไม่สมดุลย์นำค่าแรงดันเนื่องจากบริดจ์ไม่สมดุลย์มาเข้าสู่วงจรขยายให้มีค่าแรงดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากถ้าวงจรบริดจ์ไม่สมดุลย์ จะทำให้มีแรงดันออกมาน้อยมากเป็นมิลลิโวลต์จึงจำเป็นต้องมีการขยายแรงดันเพื่อให้เหมาะสมกับตัวควบคุม การขยายแรงดันที่ใช้ไอซีเบอร์ ADC 620 ซึ่งภายในตัวของไอซีเป็นวงจรออปแอมป์ โดยใช้ความต้านทาน R_1 เป็นเกณฑ์ในการขยายแรงดัน และนำเอาต์พุตจากขาที่ 6 ของ IC1มาต่อกับ IC2 เบอร์ ADC 0804 ซึ่งเป็นไอซีแอนาลอกทูดิจิตอล ทำหน้าที่แปลงนั่นเอง

ไอซีเบอร์ ADC 0804 จะให้เอาต์พุตออกมาทางขาที่ 10-17 จำนวน 8 บิตสัญญาณอินพุตที่เป็นสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่เป็นเลขฐานสอง ขาที่ 1 2 และ3 เป็นขาที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของตัวไอซีเอง ขาที่ 5 จะเป็นเอาต์พุตไปยังตัวควบคุม เพื่อใช้ในการอินเตอร์รัพท์ ขาที่10 และขาที่20 เป็นขาที่ต้องการแรงดันขนาด 5 โวลต์ ขาที่19 และขาที่4 ต่อกับ R_4 และ C_1 เพื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาให้กับไอซี ขาที่6 และขาที่7เป็นอินพุตที่ถูกป้อนเข้ามาจากส่วนขยายแรงดัน โดยมี VR_1 เพื่อปรับค่าแรงดันแตกต่างที่ป้อนให้กับขาที่6 และขาที่7 ให้มีความเหมาะสม ขาที่8 ต่อกับกราวด์ ขาที่9 เป็นขาที่ใช้ปรับสแปน ของแรงดันที่จะทำการแปลงสัญญาณอะนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ในที่นี้แรงดันที่ต้องการแปลงจากอะนาลอกเป็นดิจิตอลมีค่าตั้งแต่ 0-5 โวลต์ ดังนั้นแรงดันที่ต้องทำการป้อนให้กับขาที่9 จะเป็นครึ่งหนึ่งของแรงดัน คือ (5-0)/2 = 2.5 โวลต์ จากวงจรตามรูปที่ 3.2 จะใช้ VR_2 และ R_2 เป็นตัวปรับแรงดันให้ได้ตามต้องการ ทำการแปลงสัญญาณแอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิตโดยการเปลี่ยนแปลง 1 บิตทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลง 19.531 มิลลิโวลต์ สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางดิจิตอล 1 บิตเอาต์พุตที่ได้นำมาป้อนให้แก่ พอร์ต 1 ของไมโครคอลโทรลเลอร์ เบอร์ 89C51

ไมโครคอลโทรลเลอร์ เบอร์ 89C51 ที่จะรับอินพุตจาก IC2 ทาง พอร์ต1 คือขา 1-8 เพื่อทำการประมวลผลและส่งเอาต์พุตออกมาที่พอร์ต0 ขา39 และขา38 โดยที่ขา 39 คือสัญญาณที่แสดงค่าวัตถุที่นำมาตรวจสอบมีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และขา 38 คือสัญญาณที่แสดงว่าวัตถุที่นำมาตรวจสอบมีน้ำหนักไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการสัญญาณเอาต์พุตจากไมโครคอลโทรลเลอร์ เบอร์ 89C51 ระดับแรงดัน 5 โวลต์จึงไม่สามารถที่จะเป็นอินพุตให้แก่ PLC ได้จึงต้องมการต่อรีเลย์เพื่อเป็นสัญญาณป้อนให้กับ PLC อีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. 4 วงจรขับมอเตอร์

ในโครงงานนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 3 ตัว คือ มอเตอร์ตัวที่ 1 (M1) เป็นมอเตอร์ที่ใช้สำหรับขับชุดสายพานลำเลียงชุดที่ 1, มอเตอร์ตัวที่ 2 (M2) เป็นมอเตอร์ที่ใช้สำหรับขับชุดสายพานลำเลียงชุดที่ 2, มอเตอร์ตัวที่ 3 (M3) เป็นมอเตอร์ที่ใช้สำหรับ คัดเลือกผลิตภัณฑ์

โดยชุดขับมอเตอร์จะได้รับการควบคุมโดย PLC ของบริษัท FESTO รุ่น FPC 202 โดยการควบคุมPLCมีการทำงานดังโฟร์ชาร์ทรูปที่ 3.4

1) เริ่มต้นด้วยการขับสายพานลำเลียงชุดที่ 1 โดยมีอินฟราเรดเซนเซอร์(1) ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ว่ามีผ่านมาหรือไม่ ถ้ามีอินฟราเรดเซนเซอร์(1) จะส่งค่าให้ PLC จากนั้น PLC จะสั่งให้ มอเตอร์ตัวที่ 1 (M1) ทำงานโดยทำการขับสายพานลำเลียงชุดที่ 1

2) ตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์บนตราชั่งหรือไม่ด้วยโหลดเซลล์

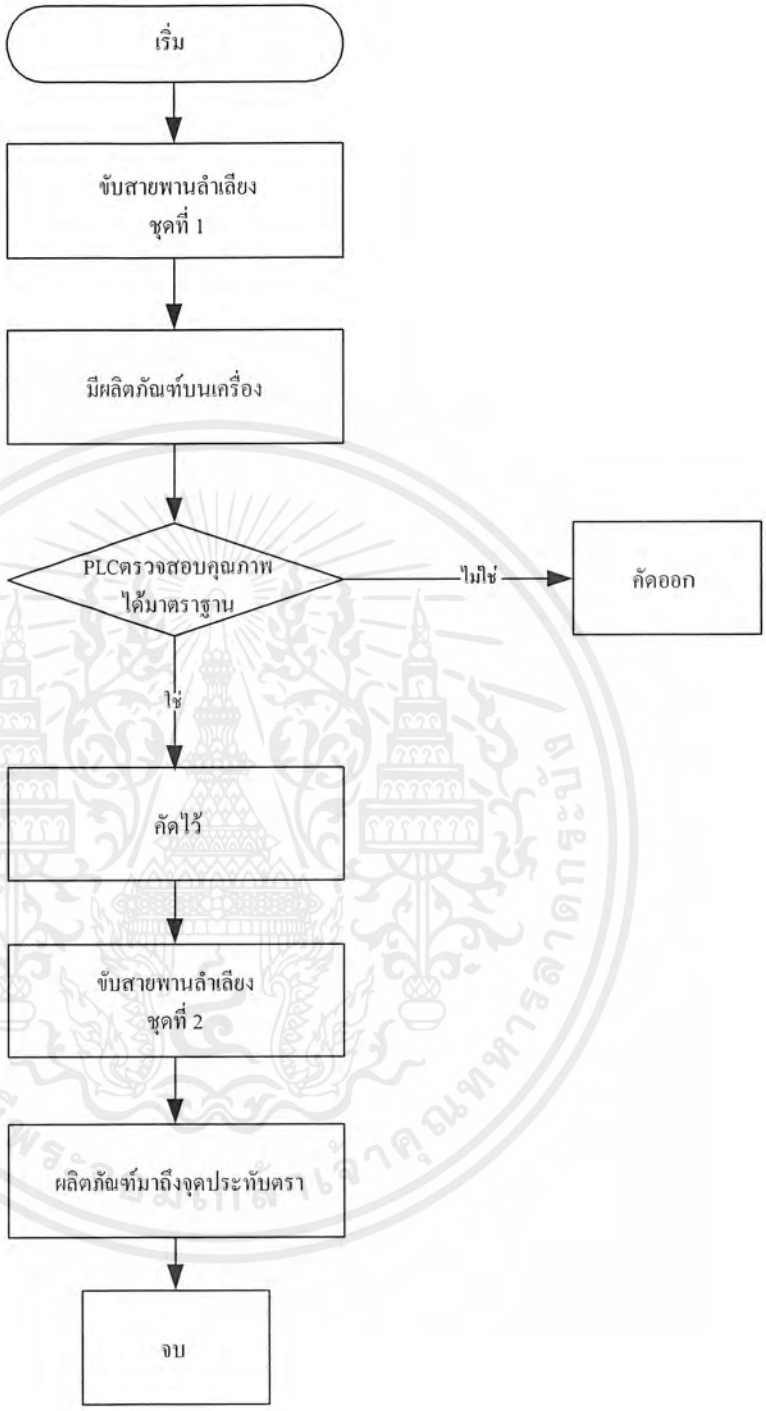
ถ้า (ใช่) โหลดเซลล์จะส่งสัญญาณให้กับ PLC จากนั้น PLC จะส่งสัญญาณไปสั่งให้มอเตอร์ตัวที่ 3 (M3) ทำงานโดยทำการคัดผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตราฐานส่งให้กับสายพานลำเลียงชุดที่ 2

ถ้า (ไม่ใช่) โหลดเซลล์จะส่งสัญญาณให้กับ PLC จากนั้น PLC จะส่งสัญญาณไปสั่งให้มอเตอร์ตัวที่ 3 (M3) ทำงานโดยทำการคัดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตราฐานส่งออกภายนอกระบบ

3) เริ่มทำการขับสายพานลำเลียงชุดที่ 2 โดยมีอินฟราเรดเซนเซอร์(3) ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ว่ามีผ่านมาหรือไม่ ถ้ามีอินฟราเรดเซนเซอร์(3) จะส่งค่าให้ PLC จากนั้น PLC จะส่งสัญญาณไปสั่งให้ มอเตอร์ตัวที่ 2 (M2) ทำงานโดยทำการขับสายพานลำเลียงชุดที่ 2

4) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ว่ามาถึงชุดประทับตรา โดยใช้ลิมิตสวิตซ์เป็นตัวตรวจจับและทำการส่งสัญญาณให้กับ PLC จากนั้น PLC จะส่งสัญญาณไปสั่งให้วาล์ว5/2 ซึ่งควบคุมนิวแมติกส์ ส่งผลให้กระบอกสูบ (1) เลื่อนออกจนสุดเพื่อทำการผลักผลิตภัณฑ์ จากนั้นพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ทำการส่งสัญญาณให้กับ PLC เพื่อไปสั่งให้กระบอกสูบ(2) เลื่อนออกเพื่อประทับตราผลิตภัณฑ์ กระบอกสูบ(2) เลื่อนกลับ ส่งผลให้กระบอกสูบ(1) เลื่อนกลับด้วย หลังจากทำการประทับตราผลิตภัณฑ์เป็นที่เรียบร้อย กระบอกสูบ(3) จะเลื่อนออกจนสุดเพื่อที่จะทำการผลักผลิตภัณฑ์ออกจากระบบ จากนั้นลื่อนกลับทันที เสร็จสิ้นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

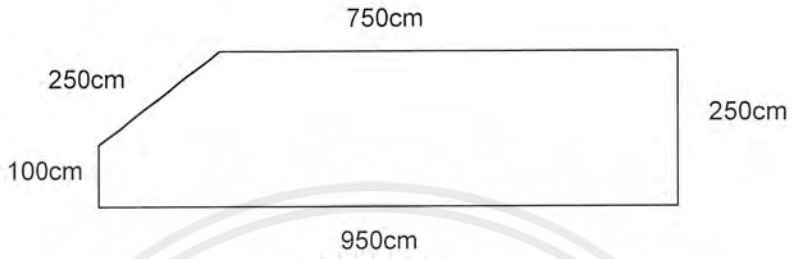


รูปที่ 3.5 ผังการทำงานของ PLC

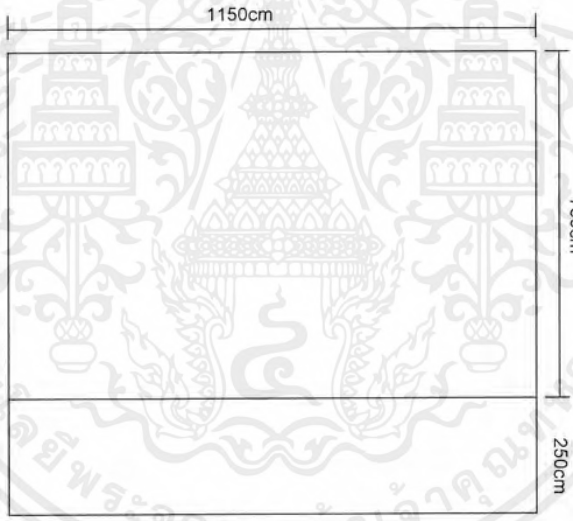
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบ และการสร้าง

3.5.1 กล่องที่ใช้ทำตัวฐานของระบบ

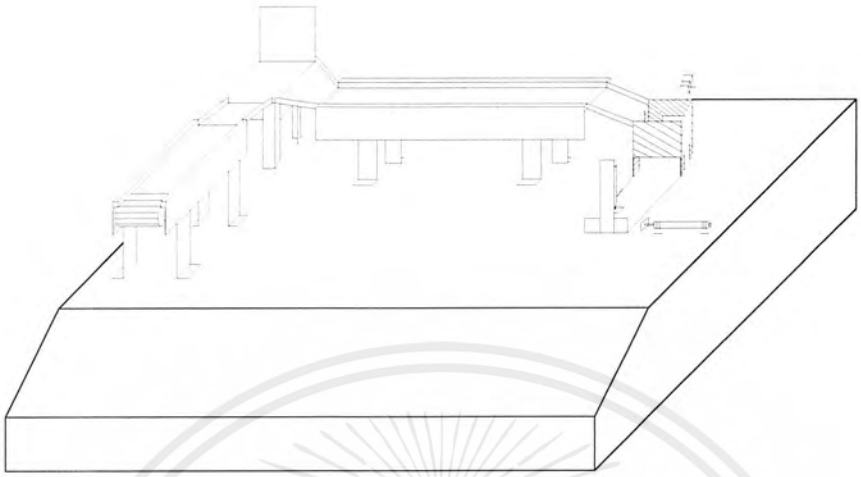


รูปที่ 3.6 ขนาดตัวฐานมองจากด้านข้าง



รูปที่ 3.7 ขนาดตัวฐานมองจากด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ภาพตัวฐาน และชุดสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

การทดลองที่ 4.1

การชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์

ทำการวัดค่าเอาต์พุตจาก Instrument Amplifier ในขณะที่มีการชั่งน้ำหนักโหลดค่า น้ำหนักต่างๆ โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับโหลดเซลล์จำนวน 5 โวลต์ และเนื่องจากตามข้อกำหนดของโหลดเซลล์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้จะรับน้ำหนักได้ 0-5 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.1.1 แสดงค่าเอาต์พุตจาก วงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

จำนวนวัตถุที่นำมาทดลอง	เอาต์พุตจากวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล
1	111
2	1111
3	10101
4	11100
5	100100

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่าอินพุตที่เข้าวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

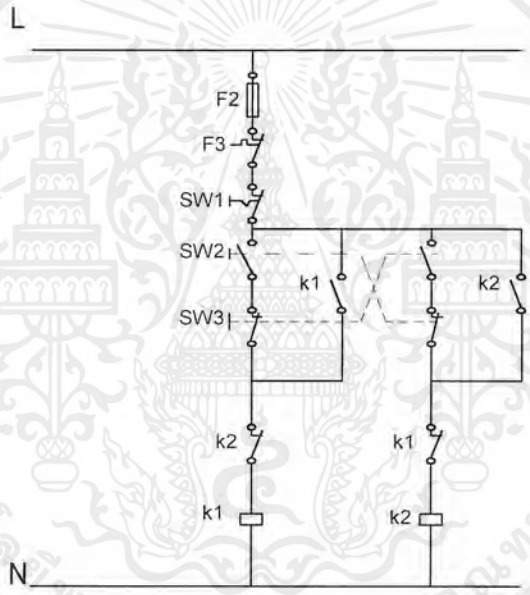
จำนวนวัตถุที่นำมาทดลอง	อินพุตที่เข้าวงจรแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล (mV)
1	134.61
2	288.45
3	403.83
4	538.44
5	692.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

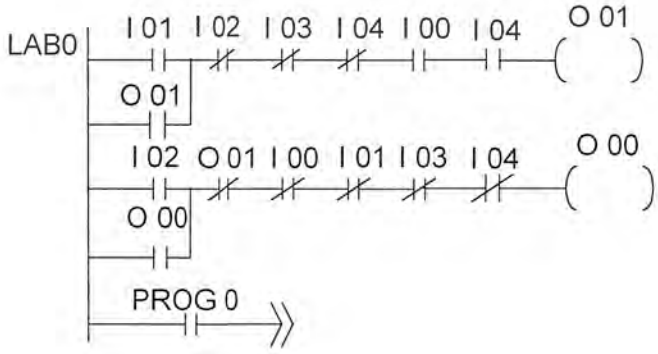
น้ำหนักของโหลดที่วัดได้จากโหลดเซลล์จะอยู่ในรูปของไฟฟ้า (DC Voltage) มีค่าน้อยมาก มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งไม่พอที่จะนำเข้า วงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล จึงต้องผ่าน Instrument Amplifier เพื่อทำหน้าที่ขยายแรงดัน จากการทดลองที่ 4.1 เมื่อไม่มีโหลด จะมีแรงดันเอาต์พุตจาก Instrument Amplifier อยู่ค่าหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าของระดับที่ไม่ได้เริ่มต้นที่ศูนย์ และจบที่ระดับ 255 แต่สามารถแก้ไขได้โดยปรับ V_{R1} และ V_{R2} โดยให้ปรับ V_{R1} ให้ได้แรงดันที่ขาเท่ากับ 0.3 V และปรับ V_{R2} เท่ากับ (4.8-0.2)/2 =2.25

การทดลองที่ 4.2

การทดลองการทำงานของสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.2.1 วงจรควบคุม



รูปที่ 4.2.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.1 ข้อกำหนดอินพุต และเอาต์พุตของชุดสายพานลำเลียง

input	comment	output	comment
00	SW1	00	K1
01	SW2	01	K2
02	SW3		
03	F2		
04	F3		

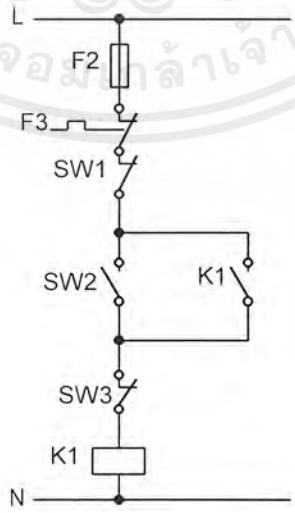
หมายเหตุ SW2 ในชุดทดลองใช้ อินฟราเรดเซนเซอร์ S7

SW3 ในชุดทดลองใช้ อินฟราเรดเซนเซอร์ S8

เมื่อมีชิ้นงานป้อนให้กับชุดสายพานที่ 1 อินฟราเรดเซนเซอร์ S7 ทำงาน ส่งผลให้สายพานลำเลียงหมุนไปข้างหน้า เมื่อชิ้นงานไปถึงอินฟราเรดเซนเซอร์ S8 จะส่งผลให้สายพานลำเลียงเคลื่อนที่กลับ

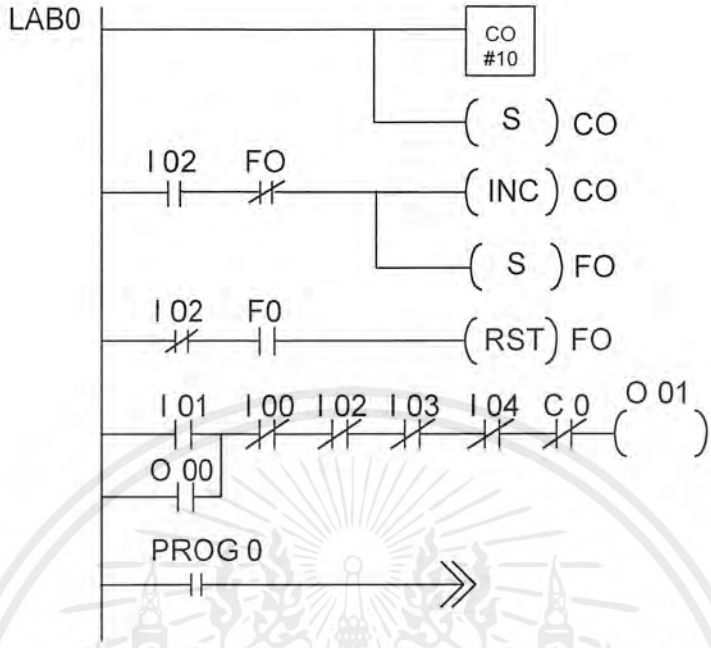
การทดลองที่ 4.3

การทดลองใช้ วงจรนับร่วมกับสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.3.1 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

ตารางที่ 4.3.1 ข้อกำหนดอินพุต และเอาต์พุตของชุดสายพานลำเลียง

input	comment	output	comment
00	SW1	00	K1
01	SW2		
02	SW3		
03	F2		
04	F3		

หมายเหตุ SW2 ในชุดทดลองใช้ อินฟราเรดเซนเซอร์ S7
SW3 ในชุดทดลองใช้ อินฟราเรดเซนเซอร์ S8

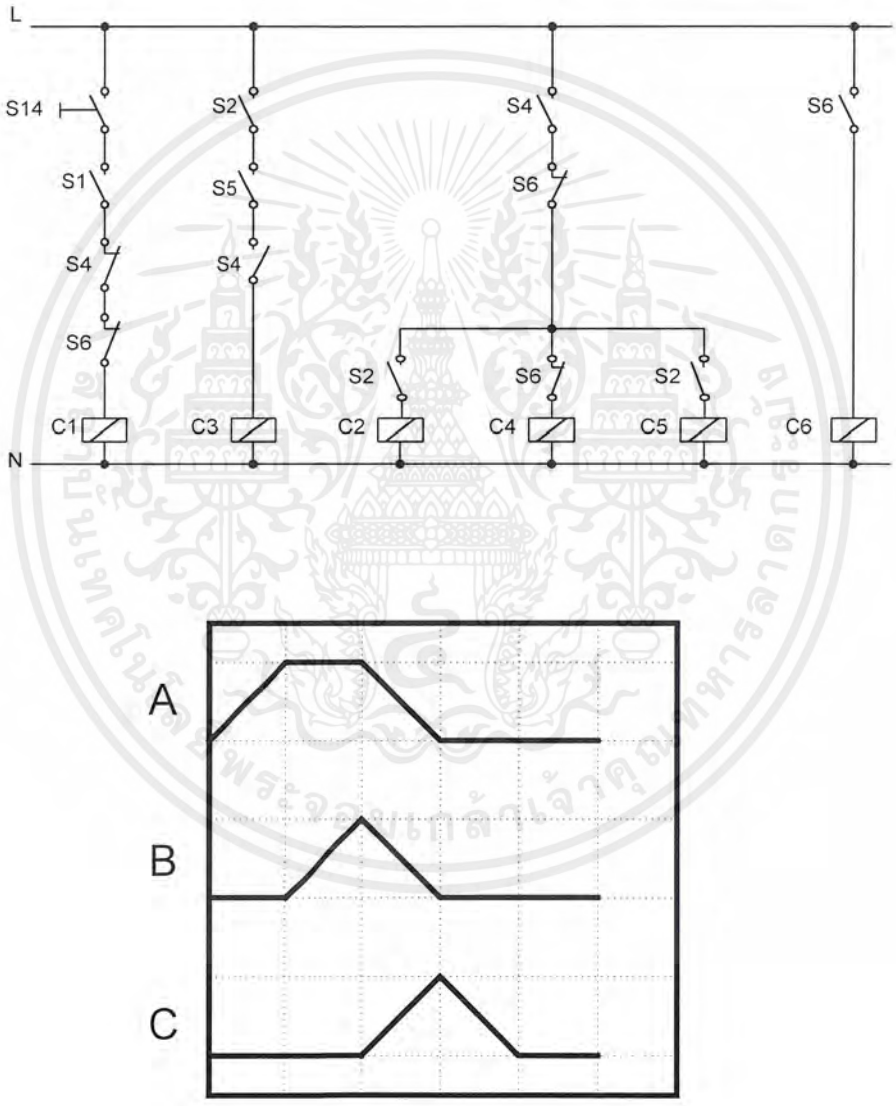
เมื่อมีชิ้นงานป้อนให้กับสายพานลำเลียงชุดที่ 1 SW2 จะทำงานส่งผลให้มอเตอร์หมุนขับสายพานลำเลียงชุดที่ 1 เมื่อชิ้นงานไปถึง SW3 จะทำให้สายพานลำเลียงชุดที่ 1 หยุดหมุน พร้อมกับส่งสัญญาณไปให้กับวงจรนับ เพื่อทำการนับชิ้นงาน หากมีชิ้นงานป้อนเข้ามาที่สายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SW2 จะส่งผลให้สายพานลำเลียงทำงานอีกครั้ง แต่ถ้าวงจรนับ นับค่าจนถึง 10 แล้ว สายพานลำเลียงก็จะไม่สามารถทำงานได้อีก นอกจากจะทำการ รีเซตวงจรนับอีกครั้ง

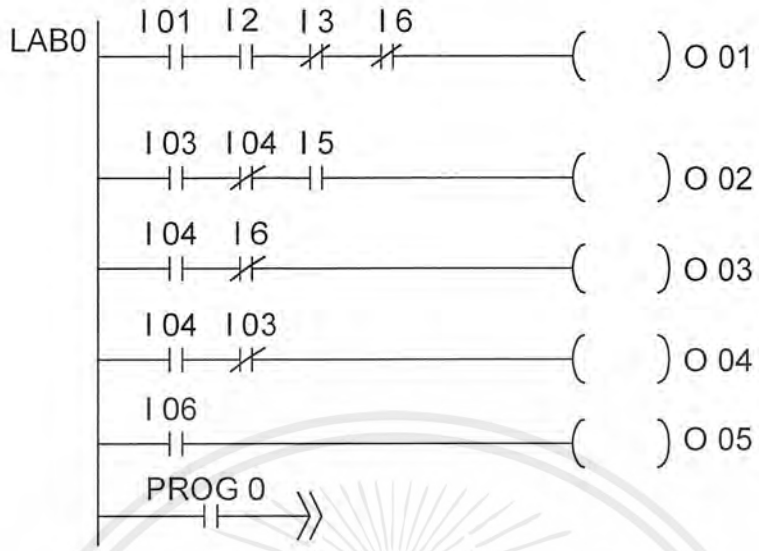
การทดลองที่ 4.4

ทดลองการทำงานของชุดประทับตรา



รูปที่ 4.4.1 แผนผังเวลา และวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้นของชุดประทับตรา

ตารางที่ 4.4.1 ข้อกำหนดอินพุต และเอาต์พุตของกระบวนการประทับตรา

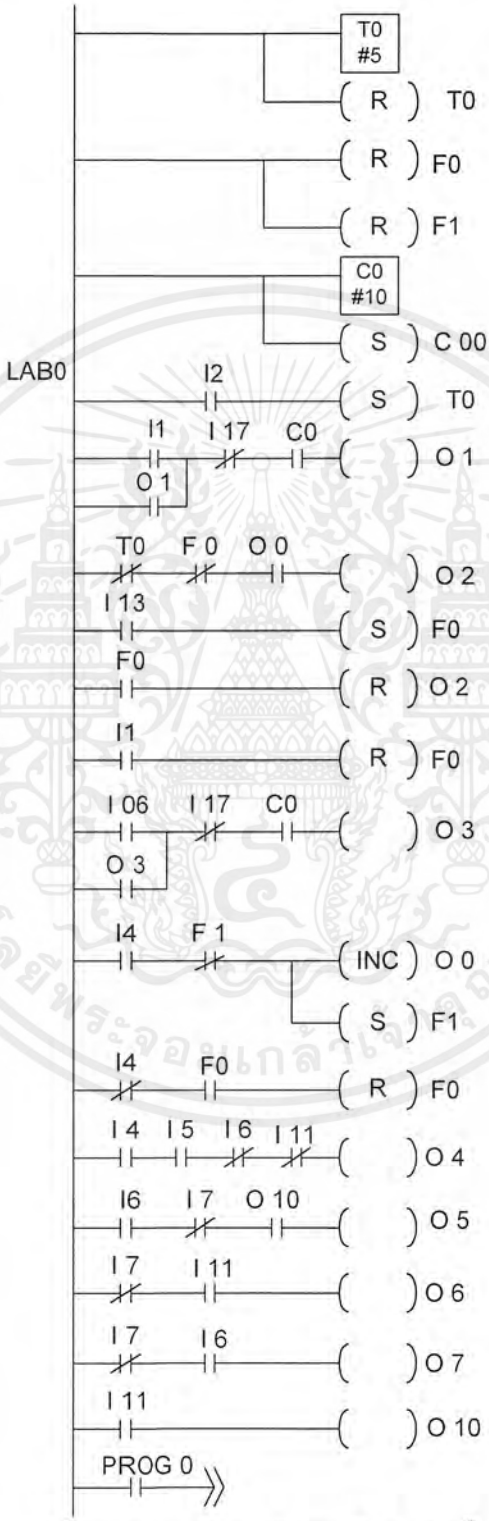
input	comment	output	comme
01	S14	01	C1
02	S1	02	C3
03	S2	03	C4
04	S4	04	C2, C5
05	S5	05	C6
06	S6		

เมื่อมีชิ้นงานส่งมาจากสายพานลำเลียงชุดที่ 2 เข้าสู่ชุดประทับตราก็จะชนกับลิมิตสวิตซ์ (S14) ลิมิตสวิตซ์ จะส่งสัญญาณไปควบคุมให้กระบอกสูบ A เคลื่อนที่ ออกทำให้พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ (S2) ทำงาน และส่งผลให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออก เมื่อกระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออกทำให้พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ (S4) ทำงาน ส่งผลให้กระบอกสูบ A และB เคลื่อนที่กลับ ขณะเดียวกันก็ทำให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่ออก เมื่อกระบอกสูบ C เคลื่อนที่ออกส่งผลให้ พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ (S6) ทำงานและสั่งให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่กลับด้วย เป็นการจบสิ้นรอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4.5

การทดลองการทำงานของสายพานลำเลียงร่วมกับชุดประทับตรา พร้อมด้วยวงจรนับ



รูปที่ 4.5.1 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5.1 ข้อกำหนดอินพุต และเอาต์พุต

input	comment	output	comment
1	S7	1	K1
2	S8	2	K2
3	S9	3	K3
4	S14	4	C1
5	S1	5	C3
6	S2	6	C4
7	S4	7	C2, C5
10	S5	10	C6
11	S6		
13	S13		

หมายเหตุ K1 ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 1
K2 ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 2
K3 ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 3

เมื่อมีชิ้นงานเข้ามาสู่สายพานลำเลียงชุดที่หนึ่ง S7จะส่งสัญญาณให้สายพานลำเลียงเริ่มการทำงาน เมื่อชิ้นงานไปถึง S8 เซนเซอร์ที่คอยตรวจจับก็จะส่งสัญญาณให้กับ PLC เพื่อทำการหน่วงเวลาให้มอเตอร์ ตัวที่สองเริ่มทำงาน หลังจากหน่วงเวลาเพื่อปัดชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่สองเมื่อมอเตอร์ทำการปัดชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่สอง เซนเซอร์ S9 ที่คอยตรวจจับชิ้นงานจะส่งสัญญาณให้สายพานลำเลียงชุดที่สองเริ่มทำงาน และเมื่อชิ้นงานได้ถูกลำเลียงมาสิ้นสุดสายพานชุดที่สองแล้วชิ้นงานจะถูกส่งต่อไปยังชุดประทับตรา เมื่อชิ้นงานชนกับลิมิตสวิตซ์ S14 ลิมิตสวิตซ์จะส่งสัญญาณให้กับวงจรนับทำการนับเป็น 1 และเมื่อนับถึง 10 ชุดทดลองจะหยุดการทำงาน พร้อมกันนั้นกระบอกสูบ A จะเคลื่อนที่ออก ทำให้พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ S2 ทำงาน สั่งให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออก ทำให้พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ S4 ทำงาน โดยสั่งให้กระบอกสูบ A และB เคลื่อนที่กลับพร้อมกันนั้นกระบอกสูบC จะเคลื่อนที่ออก และทำให้พร็อกซิมิตี้สวิตซ์ S6 ทำงาน โดยทำให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่กลับ เป็นการจบกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียง เป็นการจำลองการทำงานของ ชุดสายพานลำเลียง ซึ่งในชุดทดลองนี้มีการจำลองการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์เพื่อคัดแยกผลิตภัณฑ์ และชุดประทับตรา โดยการนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาทำการควบคุมโดยการโปรแกรม ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

1. ในการทดลองอุปกรณ์โดยการแยกออกมาทำการทดลองทีละตัว ผลการทดลองที่ได้นั้นผ่าน แต่เมื่อได้นำอุปกรณ์แต่ละตัวที่ได้ทำการทดลองแล้วนั้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ผลการทดลองที่ได้กลับไม่ผ่านเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ โดยหาสาเหตุไม่พบ ทำให้ต้องเสียเวลาในการติดตั้ง และแก้ไข

2. โหลดเซลล์ที่ได้นำมาใช้นั้นมีความไวในการรับค่าของโหลดเซลล์มาก แม้เพียงมีลมมากระทบก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นการลำบากมากในการทดลอง

3. วาล์วที่ได้นำมาใช้ในการขับกระบอกสูบ คือ วาล์ว5/2 นั้นมีราคาแพง และหาซื้อได้ยากมาก ทำให้ต้องเสียเวลาในการรอ และหาซื้ออุปกรณ์ตัวนี้ไปส่วนหนึ่ง

4. เกิดความไม่แน่นอนขึ้นกับ อินฟราเรดเซนเซอร์ เนื่องมาจากแสงกระทบรอบข้าง

5. มีอัตราการติดขัดของวัตถุ บริเวณที่ลาดเอียงก่อนที่จะถึงชุดตรวจสอบน้ำหนัก

6. PLC ที่ใช้นั้นถือได้ว่าเป็น PLC ที่มีฟังก์ชั่นการทำงานน้อย ซึ่งเหมาะที่จะใช้ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

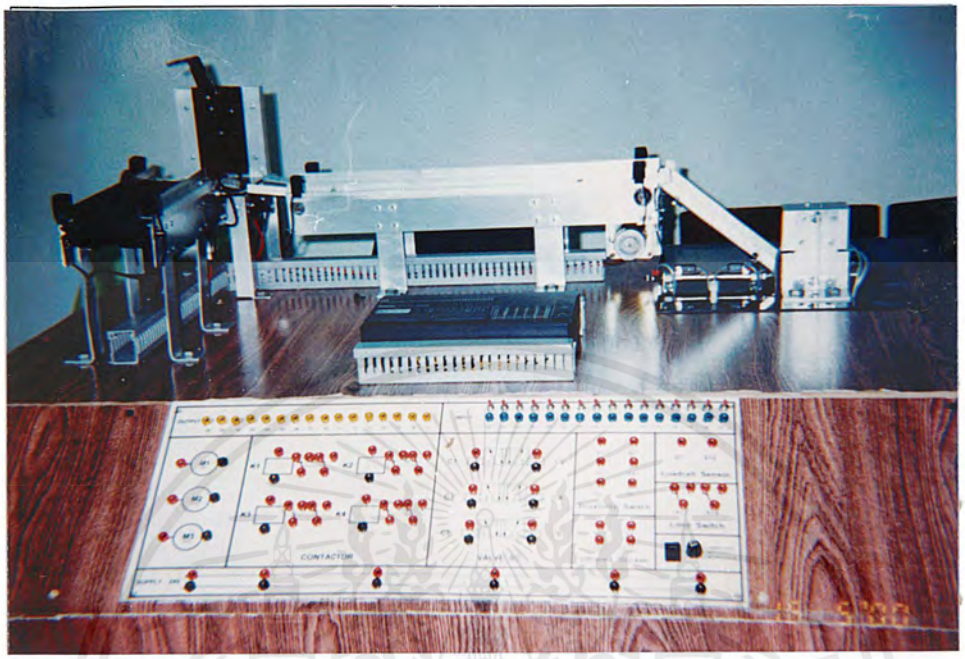
5.3 แนวทางการพัฒนา

ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC ทำการป้อนโปรแกรมจาก PLC ในการพัฒนาควรออกแบบให้สามารถทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ จะทำการใช้งานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

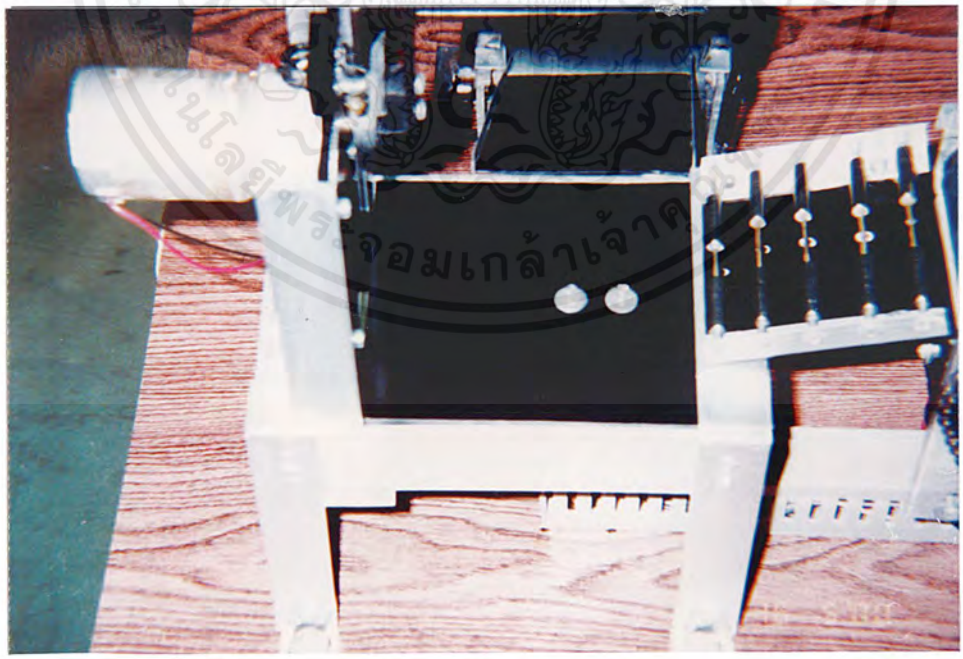
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

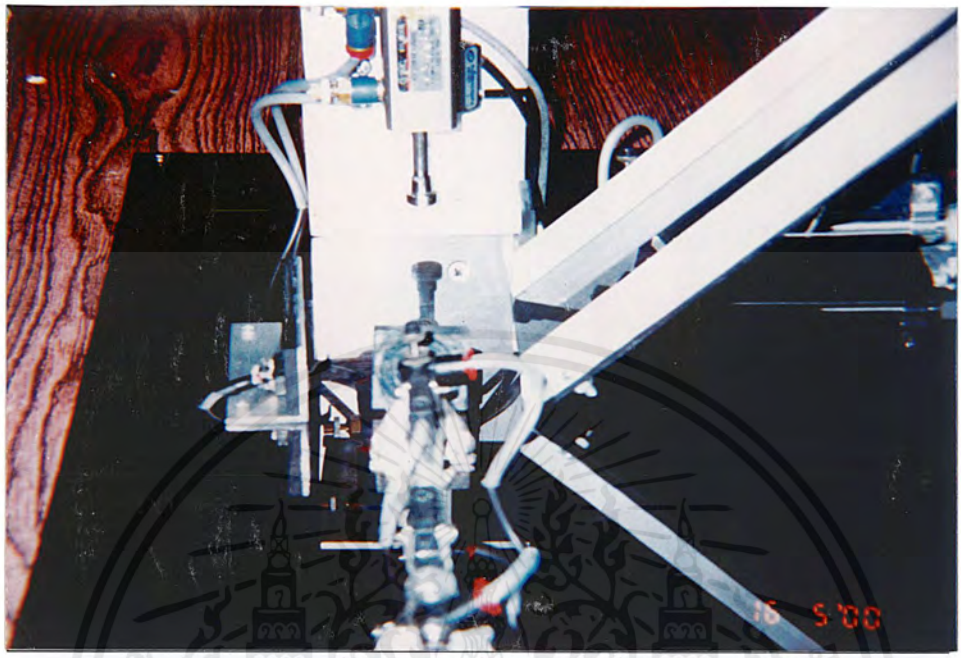


รูปที่ ก.1 ชุดทดลองระบบควบคุมสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC

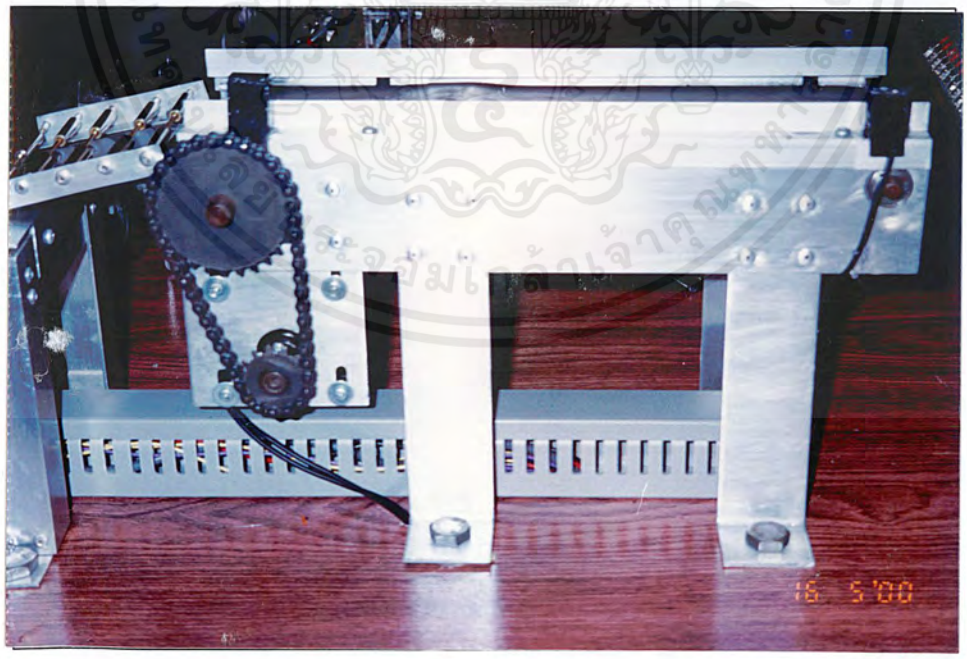


รูปที่ ก.2 ชุดชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ชุดประทับตรา



รูปที่ ก.4 สายพานลำเลียงชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ FPC 202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Summary/Edit Function

ในการเข้าออกโดย EDIT จะใช้เฉพาะ key EDIT ถ้าหากไม่มีโปรแกรมหมายเลขมี่ต้องการเก็บอยู่ จะต้องมีการเลือกชนิดของโปรแกรมด้วย ถ้าหากมีโปแกรมหมายเลขที่ต้องการเก็บอยู่ในหน่วยความจำแล้ว จะเลือกเฉพาะหมายเลขโปรแกรมที่ต้องการเท่านั้น

ข้อควรจำ ไม่ควรปิดเครื่องขณะอยู่ในโหมด EDIT อาจจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้

ในโหมด EDIT สามารถทำงานต่อไปนี้

- ป้อนโปรแกรม
- แก้ไขโปรแกรม
- แสดงโปรแกรม

Command summary

ตารางที่ ข.1 Command summary

Commands in the EDIT operating mode (grey keys+SHIFT)	**Meaning**
CLR (CleaR)	delete entry
STEP	see Chp. 8/9
C/A	see Chp. 8/9
INS (INSert)*	see Chp. 9
DEL (DELete)*	delete program, command etc.
↓ cursor down	move up
↑ cursor up	move down
<CR>	ENTER (execute) key
SHIFT	shift key for second key function
*These commands only used in STOP system status.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DELETE (DEL)

คำสั่ง DEL สามารถ ใช้งาน แต่ละงานดั้งนี้

- ลบโปรแกรม
- ลบ step
- ลบส่วน action หรือส่วน condition
- คำสั่งลบ

ในการลบส่วนต่างๆนี้ ขั้นตอนแรกจะเลือกส่วนที่ต้องการจะลบ แล้วกด SHIFT DEL key

การลบโปรแกรม

การลบโปรแกรม มีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าสู่ EDIT โหมด โดยกด key EDIT
2. เลือกหมายเลขโปรแกรมที่ต้องการจะลบ
3. กด SHIFT DEL key EDIT
4. ลบโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะเป็นการออกจากโหมด EDIT ด้วย

ตารางที่ ข.2 การลบโปรแกรม

Command input:	Comment
[<prog. no.>] prog. no ={0,….,7}	delete a program

การแก้ไขโปรแกรมแบบ Stepper

การแทรก step ของโปรแกรม

การแทรก step ของโปรแกรมแบบ stepper จะแทรกลงช่องว่างระหว่าง step ที่โปรแกรมไว้แล้ว

การแทรกคำสั่งลงใน step program

เลือกโปรแกรมที่ต้องการแก้ไข

EDIT <program. no> <CR>

เลือก step ที่ต้องการแทรกคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STEP <step no.> <CR>

เลือกส่วน condition หรือ action ที่ต้องการแทรกคำสั่งลงไปโดยกด key C/A โดย

- ถ้า LED ที่ปุ่ม C/A สว่าง ขณะนั้นอยู่ในส่วน condition
- ถ้า LED ที่ปุ่ม C/A ดับ ขณะนั้นอยู่ในส่วน action

ป้อนคำสั่งที่ต้องการแทรกลงไป

การแทนที่คำสั่งใน program step

เลือกโปรแกรม ที่ต้องการแก้ไข

EDIT <program no.> <CR>

เลือก step ที่ต้องการแทนคำสั่ง

STEP <step no.> <CR>

เลือกส่วน condition หรือ action ที่ต้องการใส่คำสั่งลงไปโดยใช้ C/A โดย ใช้ปุ่ม C/Aดังนี้

- ถ้า LED ที่ปุ่ม C/A สว่าง ขณะนั้นอยู่ในส่วน condition
- ถ้า LED ที่ปุ่ม C/A ดับ ขณะนั้นอยู่ในส่วน action

ลบคำสั่งที่ไม่ต้องการโดยป้อนคำสั่งที่ต้องการลบ ตามด้วย SHIFT DEL

<command> SHIFT DEL

แทรกคำสั่งที่ต้องการตามลงไป

การแก้ไขโปรแกรมแบบ Mnemonic List

เลือกบรรทัดที่ต้องการแก้ไขตามวิธีดังนี้

- ใช้ key <CR> ไล่บรรทัดลงไปเรื่อยๆ จนถึงบรรทัดที่ต้องการ
- EDIT <program no.> <CR> … <CR>

หรือใช้ key step ช่วยหาบรรทัดที่ต้องการ โดยการเลือกหมายเลขบรรทัดหลังคำสั่ง step

- EDIT <program no.> <CR>
- STEP <line no.> <CR>

หรือใช้ key coursor เป็นตัวเลือกบรรทัดขึ้นลง โดยหากต้องการไล่บรรทัดลงมา จะต้องกด SHIFT ก่อนกด key coursor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อถึงบรรทัดที่ต้องการแล้ว ให้ป้อนคำสั่งใหม่ทับคำสั่งเก่าลงไปได้เลยคำสั่งเก่าลบไปโดยอัตโนมัติ

ค่าใน preselection ของ timer และ counter สามารถเปลี่ยนได้ ด้วยวิธีนี้

เพิ่มบรรทัดคำสั่งใหม่

เลือกบรรทัดหลังบรรทัดที่ต้องการแทรกแล้ว key

SHIFT INS แล้วป้อนคำสั่งที่ต้องการตามลงไป

หากต้องการจะแทรกคำ PRE T/C จะต้องเพิ่มบรรทัดว่าง 2 บรรทัด โดยกด SHIFT INS ซ้อนกัน 2 ครั้ง

DEL command

ดูคำสั่ง DEL

การเปลี่ยนหมายเลขโปรแกรม

การเปลี่ยนหมายเลยโปรแกรม จะมีประโยชน์ ในการทำงานคู่กับ autostart

ขั้นตอนการ key

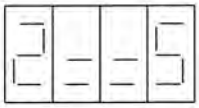
EDIT <program no.> .5 <CR>

Program no. คือหมายเลขโปรแกรมเดิมที่จะถูกเปลี่ยน.5 คือ การเลือกโหมดการเปลี่ยน หมายเลขโปรแกรม

ก่อนกด <CR>

หลังกด <CR>

ใส่หมายเลขโปรแกรมที่ต้องการลงไป



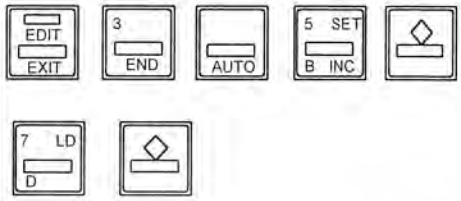
< new program no.> <CR>

หลังจากกด <CR> หมายเลขโปรแกรมจะถูกเปลี่ยนที่ display จะไม่มีการแสดงผล และจะออกจาก โหมด EDIT

ต่อไปจะเป็นการเปลี่ยนโปรแกรมหมายเลข 3 ไป หมายเลข 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ขั้นตอนคำสั่งจากเครื่องในสภาวะ STOP

Key sequence	Display	Comment
		prepare to change program no. prog.3 changed into prog.7

CLEAR (CLR)

Key CLR ใช้สำหรับ:

- ใช้ลบการผิดพลาด (error messages) บน display หรือการกระพริบที่ mode LED
- ลบคำสั่งที่พิมพ์จาก key board ที่ไม่ต้องการออกที่จะมีการกด <CR>
- ออกจาก SHOW หรือ DISPLAY function
- ออกจากการเลือกโหมด EDIT , SINGLE และ RUN ก่อนที่จะกด <CR>

การลบ step (เฉพาะกับภาษา stepper)

การลบ step ของโปรแกรมที่ต้องการ โดยการเลือก step ที่ต้องการลบ แล้วตาม key SHIFT DEL

ลำดับคำสั่ง

EDIT <program no.> <CR>

STEP <step no.> SHIFT DEL

step no. = (0,….,99) หมายเลข step ที่ต้องการลบ

การลบส่วน action หรือส่วน condition (เฉพาะกับภาษา stepper)

เริ่มแรกเข้าสู่โปรแกรมที่ต้องการ step และส่วนของ step ที่ต้องการจะลบ

ลำดับการ key

EDIT <program no.> <CR>

STEP <step> <CR>

C/A C/A LED on = ส่วน condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C/A LED off = ส่วน action

SHIFT DEL

ที่ display จะแสดง

SA หรือ SC

(action) (condition)

การลบคำสั่ง

คำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม สามารถลบออกไปได้ทั้งโปรแกรมแบบ stepper และ list โดยวิธีการต่างกันดังนี้

การคำสั่งใน program ชนิด stepper

มีวิธีดังนี้คือป้อนคำสั่งที่ต้องการลบลงไปในส่วนของ step ที่ต้องการจะลบ (ส่วน condition) แล้วตามด้วย SHIFT DEL

ลำดับคำสั่ง

EDIT program no. <CR>

STEP step no. <CR> C/A (สำหรับในส่วน action)

<command> SHIFT DEL

<command> = คำสั่งที่ต้องการจะลบ

ตัวอย่าง

ตารางที่ ข.4 ต้องการลบคำสั่ง SET OUT 0 ใน STEP 3 ของโปรแกรม 0

Key sequence	Display	Comment
EDIT EXIT, 0 NOT SAFE, ◇		select step 3
STEP INS, 3 END, ◇		shift to action part
C/A SHOW		delete LED
5 SET B INC, OUT PROG, 0 NOT SAFE, SHIFT, CLR DEL		display for output 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลบคำสั่งในโปรแกรมแบบ List

เลือกบรรทัดที่ต้องการจะลบ (จะแสดงคำสั่งที่ต้องการจะลบที่ในบรรทัดนั้นออกมา) แล้วลบด้วย key SHIFT DEL

ลำดับคำสั่ง

เลือกหมายเลขบรรทัดต้องการ SHIFT DEL

การเลือกหมายเลขบรรทัดที่ต้องการได้ใน 1 ของ 3 ทาง

1. ไล่หาบรรทัดที่ต้องการลบมาจากบรรทัดแรกสุดทีละบรรทัดโดยใช้ key <CR>
   - EDIT <program no.> <CR>

หรือ

2. เลือกบรรทัดโดยใช้คำสั่ง step และหมายเลขบรรทัด
   - EDIT <program no.> <CR>
     STEP <line no.> <CR>

หรือ

3. ใช้ key cursor เลื่อนขึ้นลง หาบรรทัดที่ต้องการ
   - EDIT <program no.> <CR>
   - ใช้ key cursor เลื่อนขึ้นลง เพื่อหาบรรทัดที่ต้องการ

DISP และ SHOW – Functions

Display facilities

สำหรับโปรแกรมแบบ stepper

คำสั่งพื้นฐานและสถานะของ function unit จะแสดงให้เห็นอยู่แล้ว ในหมด EDIT สำหรับ Function พิเศษ จะแสดงใน static mode ด้วยคำสั่ง DISPlay และใน dynamic mode ด้วยคำสั่ง SHOW

DISPlay:

เฉพาะใน EDIT โหมด สำหรับโปรแกรมแบบ stepper เพื่อแสดง การใช้งาน spectial function (อุปกรณ์พิเศษ เช่น timer,counter)

SHOW:

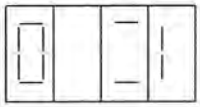
ในขณะที่ FPC อยู่สภาวะ RUN หรือ STOP สามารถแสดงค่าใน time, counter, flag และ program ในขณะนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISP ในโหมด EDIT

โปรแกรมที่ใช้ Functions พิเศษ จะแสดงให้ดูด้วยคำสั่ง DISP และจะแสดง Functions พิเศษด้วย LED สีแดง 3 ดวง (C,T,F) แสดงการทำงาน Functions พิเศษของแต่ละชนิด

ตัวอย่าง



มีการใช้ Functions พิเศษ ในโปรแกรม 1 step 0

การแสดง พิเศษ ทำตามขั้นตอนดังนี้

ลำดับคำสั่ง

<prog no.>

or

(C.T.PROG.FLAG)

= ให้ key cursor สำหรับการเลื่อนไปดู function พิเศษอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกจาก DISP โหมด

SHIFT DISP หรือ CLR

ตารางที่ ข.5 คำสั่ง DISPlay สำหรับแสดง Function พิเศษ (โปรแกรมชนิด S)

Specical function		Display		
		7 - segment	LED – row 01x X = 0,…,7*)	Red LEDs C T F
FLEG	00,….,7	(F0_	x	F
	10,….,17	(F1_	x	F
	: :	:	:	F
	: :	:	:	F
	60,….,67	(F6_	x	F
PROG	0,….,7	(P	x	-
T	0,….,7	(t	x	T
C	0,….,7	(C	x	C
INIT C	0,….,7	(I	x	-
INC C	0,….,7	(I	x	-
DEC C	0,….,7	(d	x	-
JMP	00,….,99	(J00,….,99	-	-
PRE T	0,….,7	(Pt	x	-
PREC	0,….,7	(PC	x	-
.NOT		(.n_	only	
.OR		(._o	on	
.NOT OR		(.no	conditionpart	
Display end		(_ _	x	-

*) แสดงหมายเลขของ function พิเศษ โดยทาง LED ของ outputs 10..17. สำหรับหมายเลข 2 digit นั้น หมายเลขหลักหน่วย จะแสดงด้วย LED ของ output ส่วนเลขหลักสิบจะแสดงด้วยจอ LED แบบ 7 segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง SHOW ในสภาวะที่ FPC RUN หรือ STOP

คำสั่ง SHOW สามารถใช้ได้ทั้งในสภาวะ RUN และ STOP ของ FPC สามารถใช้แสดงค่าของ function unit ในตารางดังนี้

ตารางที่ ข.6 คำสั่ง SHOW ในสภาวะที่ FPC RUN หรือ STOP

Function unit	Display facility
- timer (T)	status and value
- counter (C)	status and value
- FLAG (F)	status
- PROGram	status

ลำดับคำสั่ง

<function unit > [<Funumber>]

Function unit หมายถึงตัว Function ต่างๆ (C,T,FLAG,PROG)

<FUnumber> = {0,….,7} FOR T,C PROG

{0,….,7}, {10,….,17}, {60,….,67} for FLAG

การออกจาก DISP โหมด

หรือ

Autostart

ในงานควบคุมอุตสาหกรรม จะมีความสะดวกมากถ้าจะให้เครื่องFPC ทำงานตามโปรแกรมทันทีที่มีการป้อนไฟให้กับ FPC ซึ่งFPC 202 จะใช้กับคำสั่ง AUTO และการลบคำสั่ง AUTO ด้วย AUTO NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ AUTOSTSRT

จะต้องสั่งในขณะที่

- เครื่องอยู่ในสภาวะ STOP
- ไม่อยู่ในโหมด EDIT และ SINGLE

การป้อนคำสั่ง

SHIFT AUTO <CR>

ที่จอแสดงผล

AUTO

หลังจากที่ FPC ได้รับไฟเลี้ยง FPC จะทำงานตามโปรแกรมที่มีหมายเลขโปรแกรมน้อยที่สุดที่เก็บหน่วยความจำของเครื่อง

การลบคำสั่ง AUTOSTART

จะต้องสั่งในขณะที่ FPC อยู่ในสภาวะ

- มีการใช้งานคำสั่ง AUTOSTART
- FPC อยู่ในสภาวะ STOP
- ไม่อยู่ในโหมด EDIT หรือ SINGLE

ลำดับคำสั่ง

SHIFT AUTO NOT <CR>

ที่จอแสดงผล

nAUt

ลักษณะถึงแม้ป้อนไฟให้กับ FPC โปรแกรมจะไม่ทำงานจนกว่าจะมีการสั่งให้โปรแกรมทำงานโดยผู้ใช้ (คำสั่ง RUN)

Printing Program

PRINT การพิมพ์โปรแกรม

โปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำของ FPC 202 สามารถพิมพ์ออกมาทาง printer โดยผ่านทาง diagnostic port FPC 202 จะต่อกับ printer ผ่านทาง

diagnostic cable

008325 CSBLE, DIAGNOSTIC E. KDI- 20

เมื่อ printer แบบ 20 mA interface

แต่ถ้าหาก printer เป็นแบบ V. 24 (RS 232 C) จะต้องใช้

ตัวแปลงสัญญาณ current loop/V.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิมพ์โปรแกรมจะต้องทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ต่อ FPC 202 เข้ากับ printer และเปิดไฟทีอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัว
- ให้ FPC 202 อยู่ในสภาวะ STOP

ขั้นตอนการ key

SHIFT PRINT [<baud rate>] <CR> <prog. no.> <CR>

Program no. = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,}

Baud rate = {1, 2, 3, 4, 6, 9,}

เมื่อ 1 = 1200 Bd

1 = 2400 Bd

1 = 300 Bd

1 = 4800 Bd

1 = 600 Bd

1 = 3600 Bd

ในขณะพิมพ์โปรแกรมอยู่ ถ้าหากต้องการขัดจังหวะการพิมพ์ทำได้โดยการ key

SHIFT PRINT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error messages

Error messages

The tables that follow show the possible error messages that may Occur plus their meaning.

Error messages are cleared by using the CLR key.

Error message	Meaning
Er01	Program Directory recreated
Er05	EPROM faulty
Er06	Illegal deletion of 'program end' command
Er09	Step cannot be deleted-dose not exist
Er10	Program directory empty
Er11	Program invalid or dose not exists
Er12	Invalid program no. change, already exists
Er13	Illegal program no. change
Er14	Program end follows straight after Condition end OR'
Er17	No more space for a new program
Er18	End of memory reached
Er20	Illegal change of program type
Er21	HEX EDIT illegal, program dose not exists
Er22	Preset value not defined
Er25	EDIT function illegal for RUN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error message	Meaning
Er28	Duplicate label or step no.
Er29	Jump destination not found
Er30	Step no. dose not exist
Er40	Label or Step no. dose not exist
Er41	Error in command code
Er50	Battery low
Er51	Battery flat or missing
Er52	User memory is an EPROM
Er53	Program display is in error
Er99	Hardware error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key sequence and Symbols on 7-Segment display

Key sequence		Direct mode/ Prog. type	Meaning
	AND	L	logical AND
SHIFT	AUTO	direct	autostart
	C	A,S,L	counter function unit
	C/A		shift key between:
		A,S	- condition/action
		L	- code/address
	CLR	A,S,L	ClearR
SHIFT	DEC	A,S,L	DECrement: decrement counter by 1
SHIFT	DEL	A,S,L	delete command, program, step, line
SHIFT	DISP	A,S	DISPlay: static display of program
	EDIT	A,S,L & direct	function units EDIT: enter, change and display programs
SHIFT	END	L	program end
SHIFT	EXIT	direct	EXTernal: command for test system take in
SHIFT	FLAG	A,S,L	flag function unit
	IN	A,S,L	input function unit
SHIFT	INC	A,S,L	INCrement: increment Counter by 1
SHIFT	INT	A,S,L	INITiate: Equate counter value With preselect value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key sequence		Direct mode/ Prog. type	Meaning
SHIFT	INS	L	insert a line
	JMP		jump:
		A,S	- start of step
		L	- label
SHIFT	LAB	L	label (definition)
	LD	L	LoaD: start of current path & func. Unit interrogation
	NOT	A,S,L	negation
	OUT	A,S,L	output function unit
	OR	A,S,L	logical OR
SHIFT	PRE	A,S,L	PREset: preset definition for counter and timer
SHIFT	PRINT	direct	print programs
SHIFT	PROG	A,S,L	PROGram function unit
	<CR>	A,S,L	execute key
	RST	A,S,L	reset function unit
	RUN	direct	manual program start
SHIFT	SAFE	direct	reset all outputs
	SET	A,S,L	set a function unit
	SHIFT	A,S,L & direct	shift key
SHIFT	SHOW	direct	current & dynamic display of timer & counter values
	SNGLE	direct	single step mode
	STOP	direct	stop all program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key sequence		Direct mode/ Prog. type	Meaning
SHIFT	T	A,S,L	timer function unit
	v	A,S,L	last command
	^	A,S,L	next command
			decimal point display
	=	L	logical assignment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

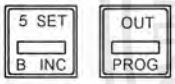
ใบงานที่ 1
วิธีการป้อนโปรแกรม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมบน PLC เบื้องต้น
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมเบื้องต้นบน PLC ได้

ทฤษฎี

สำหรับตัวควบคุม FPC 202 สามารถเขียนและเก็บโปรแกรมได้หลายชนิด คือ ACTION STEPPER และ LADDER LOGIC ลงในหน่วยความจำพร้อมกันโดยใช้คีย์บอร์ดชุดเดียวกัน แต่ในใบงานนี้จะเป็นการโปรแกรมชนิด LADDER LOGIC เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานปุ่มต่างๆบนคีย์บอร์ดมีหน้าที่การทำงานดังนี้



คำสั่งใช้ OUT PUT : SET OUT < n >

ใช้กับ OUT PUT ของ Basic unit: n = (00-07)/(10-17)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 1:n = (20-27)/(30-37)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 2:n = (40-47)/(50-57)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 3:n = (60-67)/(70-77)

คำสั่งใช้ Counters : Set C < n >

n = (0-7)

คำสั่งใช้ Times : Set T < n >

n = (0-7)

คำสั่งใช้ Flag : Set Flag < k >

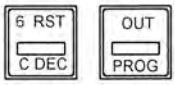
k = (00-07)/(10-17)

k = (20-27)/(30-37)

k = (40-47)/(50-57)

k = (60-67)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งเลิกใช้ OUTPUT : RST OUT < n >

ใช้กับ OUT PUT ของ Basic unit: n = (00-07)/(10-17)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 1:n = (20-27)/(30-37)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 2:n = (40-47)/(50-57)

ใช้กับ OUT PUT ของตัวขยาย I/O ที่ 3:n = (60-67)/(70-77)

คำสั่งใช้ Counters : Rst C < n >

n = (0-7)

คำสั่งใช้ Times : Rst T < n >

n = (0-7)

คำสั่งใช้ Flag : Rst Flag < k >

k = (00-07)/(10-17)

k = (20-27)/(30-37)

k = (40-47)/(50-57)

k = (60-67)

คำสั่งเลิกใช้ OUTPUT ทั้งหมด : SHIFT SAFE

ต่อไปนี้เป็นคำสั่ง จะใช้ร่วมกับคำสั่งอื่นเท่านั้น และจะไม่แสดงผลโดยตรงทาง display

การตั้งค่า Timer PRE T < n > < cr >

<คำสั่งที่ต้องการตั้ง> <cr>

n = (0-7)

การตั้งค่า Counter PRE C < n > < cr >

<คำสั่งที่ต้องการตั้ง> <cr>

n = (0-7)

การเริ่มใช้ Counter INIT C < n >

n = (0-7)

การเพิ่มค่าใน Counter INC C < n >

n = (0-7)

การลดค่าใน Counter DEC C < n >

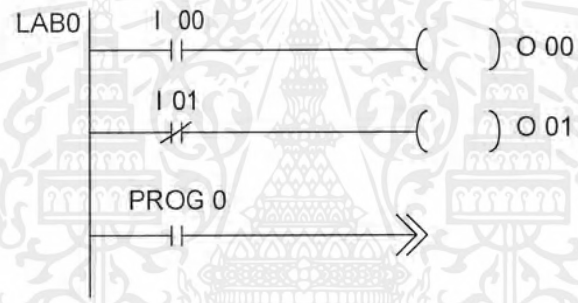
n = (0-7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 SET / B INC + C / PRE การเริ่มใช้ Counter	SET C < N > n = (0-7)
5 SET / B INC + T / EPROM คำสั่งเริ่มใช้ Timer	SET T < N > n = (0-7)
6 RST / C DEC + T / EPROM คำสั่งเลิกใช้ Timer	RESET T < N > n = (0-7)

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมตามแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้



รูปที่ 1.1 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สามารถนำมาเขียนเป็น บูลีนได้ดังนี้

ส่วนของโปรแกรม			คำอธิบาย
EDIT / EXIT + 0 NOT / SAFE + AUTO + 3 / END + ◆			เป็นการเลือกชนิดของโปรแกรม
LAB 0		<CR>	
LD IN	0	<CR>	
= OUT	0	<CR>	
LD NOT IN	1	<CR>	
= OUT	1	<CR>	
LD PROG	0	<CR>	
JMP	0	<CR>	

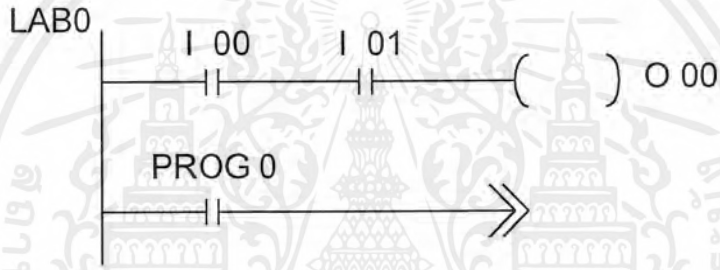
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกจากฟังก์ชั่นการแก้ไข

ตรวจสอบการทำงานของเอาต์พุต 0 และ 1

เมื่อเริ่ม RUN โปรแกรมเอาต์พุต 1 จะทำงานทันทีเนื่องจากอินพุต 1 อยู่ในสภาวะ off อยู่แล้ว แต่อินพุต 0 ยังไม่ทำงานเนื่องจากอินพุต 0 อยู่ในสภาวะ on หลังจากนั้นเมื่อให้อินพุต 1 อยู่ในสภาวะ on เอาต์พุต 1 จะหยุดการทำงานทันที และเมื่อให้อินพุต 0 อยู่ในสภาวะ off เอาต์พุต 0 ก็จะทำงาน

2. ป้อนโปรแกรมตามแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้



รูปที่ 1.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สามารถนำมาเขียนเป็น บูลีนได้ดังนี้

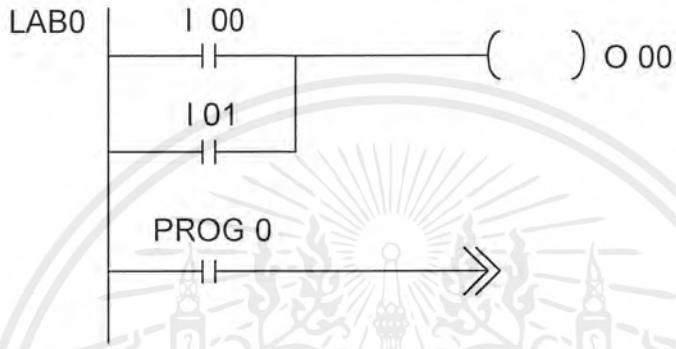
ส่วนของโปรแกรม		คำอธิบาย
		เป็นการเลือกชนิดของโปรแกรม
LAB 0	<CR>	
LD IN 0	<CR>	
AND IN 1	<CR>	
= OUT 0	<CR>	
LD PROG 0	<CR>	
JMP 0	<CR>	
		ออกจากฟังก์ชั่นการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

เมื่ออินพุต 0 และ อินพุต 1 อยู่ในสภาวะ off เหมือนกันเอาต์พุต 0 จึงจะทำงาน แต่ถ้าหากว่าอินพุต0 หรือ อินพุต 1 ตัวใดตัวหนึ่งอยู่ใน สภาวะ off ก็ตาม เอาต์พุต 0 ก็จะไม่ทำงานทำงาน

3. ป้อนโปรแกรมตามตารางที่กำหนดให้



รูปที่ 1.3 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สามารถนำมาเขียนเป็น บูลีนได้ดังนี้

ส่วนของโปรแกรม		คำอธิบาย
		เป็นการเลือกชนิดของโปรแกรม
LAB 0	<CR>	
LD IN 0	<CR>	
OR IN 1	<CR>	
= OUT 0	<CR>	
LD PROG 0	<CR>	
JMP 0	<CR>	
		ออกจากฟังก์ชั่นการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

ให้อินพุต 0 หรือ อินพุต 1 ตัวใดตัวหนึ่งก็ได้อยู่ในสภาวะ off เอาต์พุต 0 ก็จะทำงานทันที

สรุปผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองทั้งสามโปรแกรมแล้ว ทำให้เราได้ทราบถึงการใช้โปรแกรมเบื้องต้นได้ เช่นโปรแกรมในข้อ 2 เป็นการใช้คำสั่ง AND LD และในข้อ 3 เป็นการใช้คำสั่ง OR LD

คำถามท้ายการทดลอง

1. สำหรับตัวควบคุม FPC 202 สามารถเขียน และเก็บโปรแกรมได้หลายชนิด คืออะไรบ้าง และในใบงานนี้ใช้โปรแกรมชนิดใด?

ตอบคำถามท้ายการทดลอง

คือ ACTION STEPPER และ LADDER LOGIC ในใบงานนี้นั้นใช้โปรแกรมชนิด LADDER LOGIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

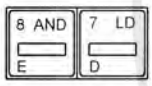
ใบงานที่ 2
การเขียนโปรแกรมโดยใช้คำสั่ง AND LD, OR LD และการใช้ FLAG

วัตถุประสงค์

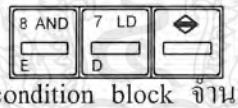
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการ AND LD และ OR LD ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความความของการ AND LD และ OR LD ได้
3. นักเรียนสามารถป้อนโปรแกรมใช้งานเครื่อง PLC ได้
4. เพื่อให้นักเรียนศึกษาการทำงานของ flag
5. นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ flag ควบคุมการทำงานร่วมกับเอาต์พุต

ทฤษฎี

AND LD

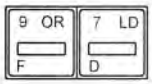


คำสั่ง AND LD จะใช้เชื่อม function unit หลายตัวเข้าด้วยกัน เช่น block และเราจะใช้ AND LD สำหรับเชื่อม block ของ condition หลายๆ block เข้าด้วยกัน

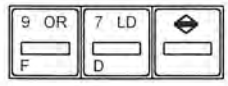
การกดคีย์ 

ตามลำดับเป็นการใช้คำสั่ง AND LD ในการเชื่อม condition block จำนวน N block (N เท่ากับจำนวน block สามารถเชื่อมได้สูงสุด 8 block)

OR LD



ในการเชื่อม condition block นั้น นอกจากคำสั่ง AND LD แล้วยังมีคำสั่ง OR LD ซึ่งสามารถเชื่อม condition block ได้เช่นกันแต่เงื่อนไขในการเชื่อมจะต่างกัน

ลำดับขั้นในการคีย์คือ 

FLAG

Flags จะเป็นตำแหน่งของหน่วยความจำ ที่ผู้ใช้เครื่อง สามารถตรวจสอบสถานะ (1,0) หรือสั่งกำหนดสถานะให้เป็น 0หรือ 1 ได้ด้วยคำสั่ง set หรือ reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน

- ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของ input หรือ output ที่ปรากฏเพียงชั่วเวลาสั้นๆ สำหรับนำไปใช้ทีหลัง

- เก็บข้อมูลของผลของการพิจารณาในส่วนของ condition ชั่วคราว ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่ง set , reset เพื่อกำหนดสถานะของ FLAG ให้เป็น 0 หรือ 1 และนำสถานะนั้นไปใช้ในส่วนของ condition

ข้อควรจำ หลังจากดับไฟหรือการปิดแหล่งจ่ายไฟทุกครั้ง flags ทุกตัวจะถูก reset เมื่อไม่มีแบตเตอรี่หรือแบตเตอรี่เสื่อม

การใช้ Flag ทั่วไป

ผู้ใช้สามารถใช้ flag เก็บสถานะของ input ที่เกิดขึ้นชั่วเวลาสั้นๆซึ่งจะเป็นเงื่อนไขของ output ที่ไม่สามารถใช้สัญญาณออกไปได้ทันที flags จะเป็นตัวเก็บสถานะของ input นั้น รอจนกระทั่งเงื่อนไขต่างๆสมบูรณ์จึงส่งสัญญาณ output ออกไป

flag มีทั้งหมด 56 flag F00-17 ไม่มี battery back up

F20-67 มี battery back up

ลำดับขั้นการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ป้อนโปรแกรมตามที่กำหนดให้

```
LAB       0
LD   IN   0
OR   IN   1
LD   IN   2
OR   IN   3
LD   IN   4
OR   IN   5
AND  LD
AND  LD
=    OUT  0
LD   PROG 0
JMP       0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เอาต์พุตจะทำงานก็ต่อเมื่อมีเงื่อนไขจากอินพุตดังนี้

โปรแกรมในข้อ 1	*โปรแกรมในข้อ 2*
I0, I2, I4, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I2, I4, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I3, I4, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I2, I5, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I3, I5, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I3, I5, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I2, I,5 อยู่ในสภาวะ on	

2. ป้อนโปรแกรมตามที่กำหนดให้

```
LAB          0
LD    IN     0
OR    IN     1
LD    IN     2
OR    IN     3
AND   LD
LD    IN     4
OR    IN     5
AND   LD
=     OUT    0
LD    PROG   0
JMP          0
```

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เอาต์พุตจะทำงานก็ต่อเมื่อมีเงื่อนไขจากอินพุตดังนี้

โปรแกรมในข้อ 1	*โปรแกรมในข้อ 2*
I0, I2, I4, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I2, I4, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I3, I4, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I2, I5, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I3, I5, อยู่ในสภาวะ on	*I1, I3, I5, อยู่ในสภาวะ on*
I0, I2, I,5 อยู่ในสภาวะ on	

3. เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้

จากการทดลอง ได้ผลการทดลองเหมือนกัน แตกต่างกันตรงวิธีการป้อนโปรแกรมเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

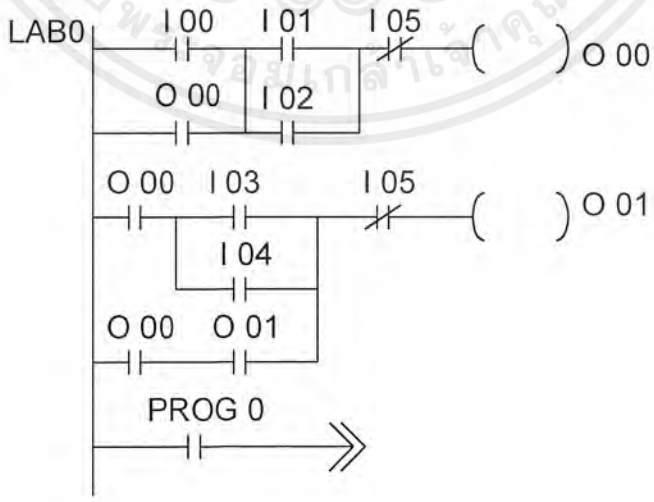
4. ป้อนโปรแกรมตามที่กำหนดให้ทั้งสองโปรแกรม

LAB		0	LAB		0
LD	IN	0	LD	IN	0
AND	IN	1	AND	IN	1
LD	IN	2	LD	IN	2
AND	IN	3	AND	IN	3
OR	LD		LD	IN	4
LD	IN	4	AND	IN	5
AND	IN	5	OR	LD	
OR	LD		OR	LD	
=	OUT	0	=	OUT	0
LD	PROG	0	LD	PROG	0
JMP		0	JMP		0

เปรียบเทียบการทำงานทั้งสองโปรแกรม

จากการทำงานของทั้งสองโปรแกรมจะได้ผลการทดลองที่เหมือนกันคือ เอาต์พุต 0 จะ on ก็ต่อเมื่ออินพุต 0 และ อินพุต 1 อยู่ในสภาวะ on, อินพุต 2 และอินพุต 3 อยู่ในสภาวะ on, อินพุต 4 และอินพุต 5 อยู่ในสภาวะ on

5. เขียนโปรแกรมและทำการทดลองเพื่อให้ได้ผลตามแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น



รูปที่ 2.1 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เอาต์พุต 0 จะ on ก็ต่อเมื่ออินพุต 1 อยู่ในสภาวะ on หรืออินพุต 1 และ อินพุต 2 อยู่ในสภาวะ on โดยที่อินพุต 5 อยู่ในสภาวะ off เมื่อเราให้อินพุต 5 อยู่ในสภาวะ on จะทำให้เอาต์พุต 0 off และไม่สามารถทำงานได้ไม่ว่าจะป้อนอินพุตใดๆ ยกเว้นจะให้อินพุต 5 อยู่ในสภาวะ off และเมื่อเอาต์พุต 0 on ก็จะทำการล็อกตัวเองให้ทำงานแม้อินพุต 0 จะอยู่ในสภาวะ off แต่ยังคงต้องให้อินพุต 1 หรืออินพุต 2 อยู่ในสภาวะon เมื่อเอาต์พุต 0 on จะทำให้เอาต์พุต 1 on ด้วยโดยที่ อินพุต 3, อินพุต 4 และอินพุต 1 ต้องอยู่ในสภาวะ on และอินพุต 5 อยู่ในสภาวะ off

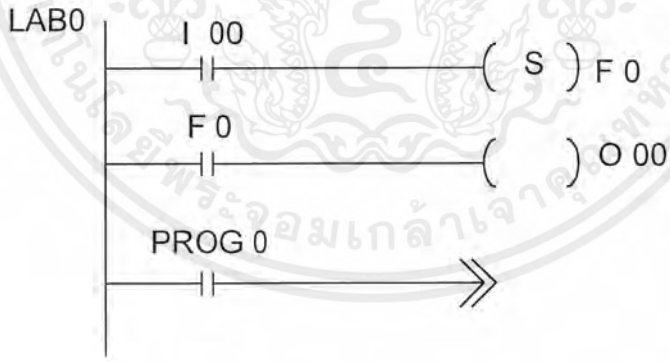
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองนี้เป็นการศึกษาการใช้คำสั่ง AND LD และ OR LD จะเห็นได้ว่าทำได้ 2 ลักษณะคือทำการ AND LD หรือ OR LDหลังจากบรรทัดที่ต้องการหรือสามารถให้ AND LD หรือ OR LD ไว้ท้ายสุดก็ได้

ลำดับขั้นการทดลอง

ตอนที่ 2

1. ป้อนโปรแกรมจากแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้



รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สังเกต out put หลังจากป้อน input 0

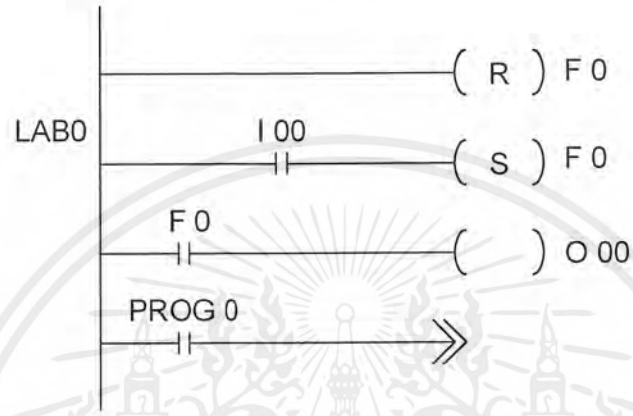
จะทำให้เอาต์พุต 0 on และเมื่อให้อินพุต 0 off เอาต์พุต 0 ก็ยังติดค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการ Run โปรแกรมจากข้อ 1 อีกครั้งสังเกตผลที่เกิดผลที่ได้

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 จะอยู่ในสภาวะ on แม้ไม่ได้ป้อนอินพุต 0 ให้ หรือเมื่อทำการป้อนอินพุต 0 ก็ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ

3. ทำการทดลองโปรแกรมจากแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้ 2 ครั้ง



รูปที่ 2.3 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สังเกตผลที่ได้จากการทดลอง เมื่อเทียบกับโปรแกรมแรก

ในการ RUN โปรแกรมครั้งที่ 1 เมื่อป้อนอินพุต 0 เอาต์พุต 0 จ ะon และจะยังคง on อยู่ถึงแม้จะทำการ off อินพุต0

ในการ RUN โปรแกรมครั้งที่ 2 เริ่มแรกเอาต์พุต 0 จะอยู่ในสภาวะ off เมื่อป้อนอินพุต 0 เอาต์พุต 0 จะ on ถึงแม้จะทำการ off อินพุต 0 เอาต์พุต 0 ก็ยังคงจะ on เหมือนเดิม

4. จากข้อ 3 แทรก LD I 1 1 และ RESET F0 ก่อนคำสั่ง LD PROG 0 สังเกตผลที่ได้เมื่อป้อน input 0 และ 1

เมื่อป้อนอินพุต 0 ให้อยู่ในสภาว ะ on เอาต์พุต 0 ที่อยู่ในสภาวะ on จะกลับมาอยู่ในสภาวะoff

5. ถ้าต้องการป้อน input 0 หลังจากนั้นป้อนอินพุต 1 แล้วจึงให้เอาต์พุต 0 ทำงาน (input 0 และ 1 ไม่ป้อนค้าง) ให้ input 2 เป็น input รีเซตระบบ

สามารถเขียนเป็นโปรแกรมได้ดังนี้

RST		F0		LD	PROG 0
LAB0				JMP	0
LD	IN	0			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AND	IN	1
AND NOT	IN	2
=	OUT	0
LD	IN	2
RST		F0

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการป้อนโปรแกรม AND LD และOR LD สามารถทำได้ 2 วิธี คือ ทำการเชื่อมระหว่างสองเงื่อนไข หรือทำการเชื่อมหลายๆ เงื่อนไขในครั้งเดียวก็ได้ การทำงานของ flag จะมีสองสถานะการทำงานคือ SET และRESET เมื่อเราใช้คำสั่ง RST ให้อยู่หน้าคำสั่ง LAB0 จะเป็นการรีเซต flag ทุกครั้งที่เริ่ม RUN โปรแกรม

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายความหมายของ AND LD และ OR LD?

คำสั่ง AND LD และ OR LD จะใช้เชื่อม function unit หลายๆ ตัวเข้าด้วยกันแต่เงื่อนไขในการเชื่อมจะต่างกัน

2. จงอธิบายการใช้ flag?

- ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของ input หรือ output ที่ปรากฏเพียงชั่วเวลาสั้นๆ สำหรับนำไปใช้ทีหลัง

- เก็บข้อมูลของผลของการพิจารณาในส่วนของ condition ชั่วคราว ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่ง set , reset เพื่อกำหนดสถานะของ FLAG ให้เป็น 0 หรือ 1 และนำสถานะนั้นไปใช้ในส่วนของ condition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3

Timer

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ timer
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

ทฤษฎี

Timer (T)

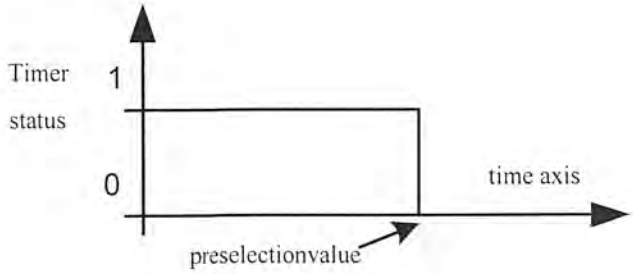
ในการทำงานเกี่ยวกับเวลา ผู้ใช้สามารถเรียกใช้timerได้โดย timerแต่ละตัวประกอบด้วย preselection value , status(สถานะ) และ value สามารถนำสถานะของ timer มาใช้เป็นเงื่อนไขในส่วนของ condition และสามารถ SET,RST การทำงานของ timer ในส่วน action

ในโปรแกรมที่จะใช้งาน timer ขั้นแรกจะต้องตั้งช่วงเวลาที่ timer preselection เสียก่อน ค่าช่วงเวลาที่ตั้งเป็นได้ตั้งแต่ 0.0 ถึง 327.6 sec โดยมีความละเอียด 0.1 sec

การตั้งค่าเวลาไว้ที่ preselection มีลำดับขั้นตอนการคีย์ดังนี้

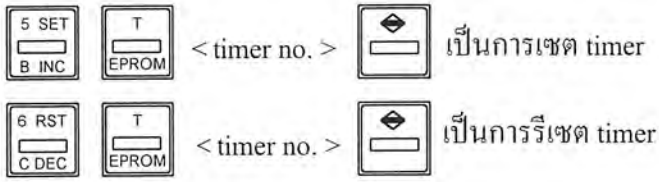
Timer status

ในส่วนของ action สามารถสั่ง set ,reset หลังจากคำสั่ง set timer จะมี status เป็น 1 เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ใน preselection จะทำให้มี status ของ timer เป็น 0 ทันที

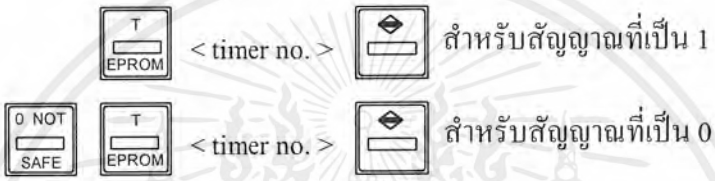


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Timer ในส่วน action



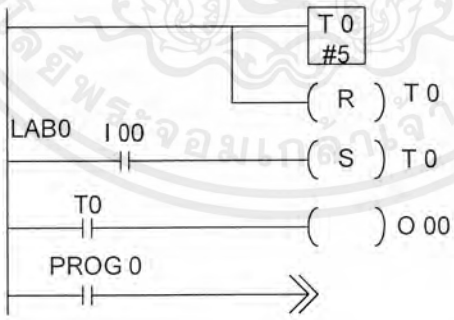
การใช้ Timer ในส่วน condition



ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานตามโปรแกรมอยู่ ผู้ใช้สามารถดูค่า timer value ได้โดยใช้ SHOW function

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทดลองโปรแกรมจากแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้



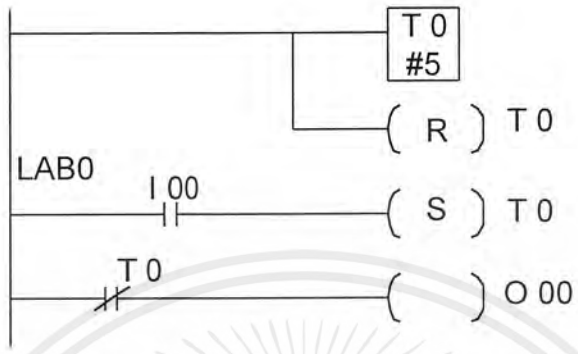
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ off จากนั้นเมื่อทำการป้อนอินพุต 0 จะทำให้เอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ on 5 วินาทีแล้วดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดลองโปรแกรมจากแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้

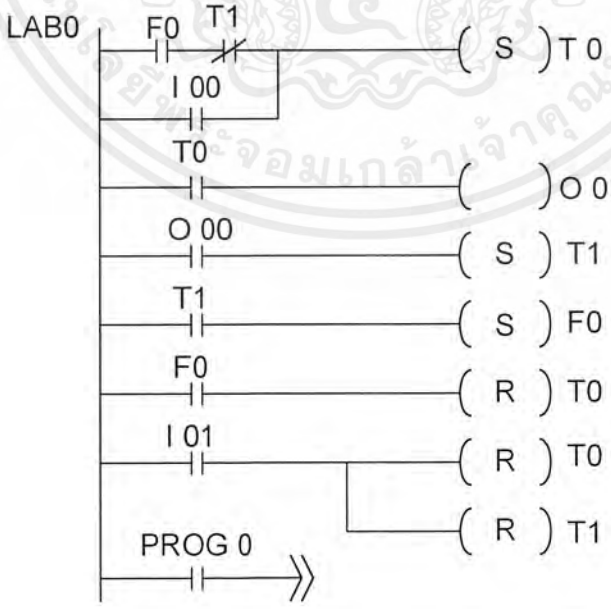


รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ on จากนั้นเมื่อทำการป้อนอินพุต 0 จะทำให้เอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ off 5 วินาทีแล้วติด

3. ทดลองโปรแกรมจากแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น ที่กำหนดให้



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตการทำงานของโปรแกรม

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ off จากนั้นเมื่อทำการป้อนอินพุต 0 จะทำให้เอาต์พุต 0 ติด 5 วินาทีจากนั้นเมื่อติดครบ 5 วินาที ก็จะดับต่ออีก 5 วินาที สลับกันไปเรื่อยๆ จนกว่าจะทำการป้อนอินพุต1 จึงจะทำให้หยุดการทำงานได้

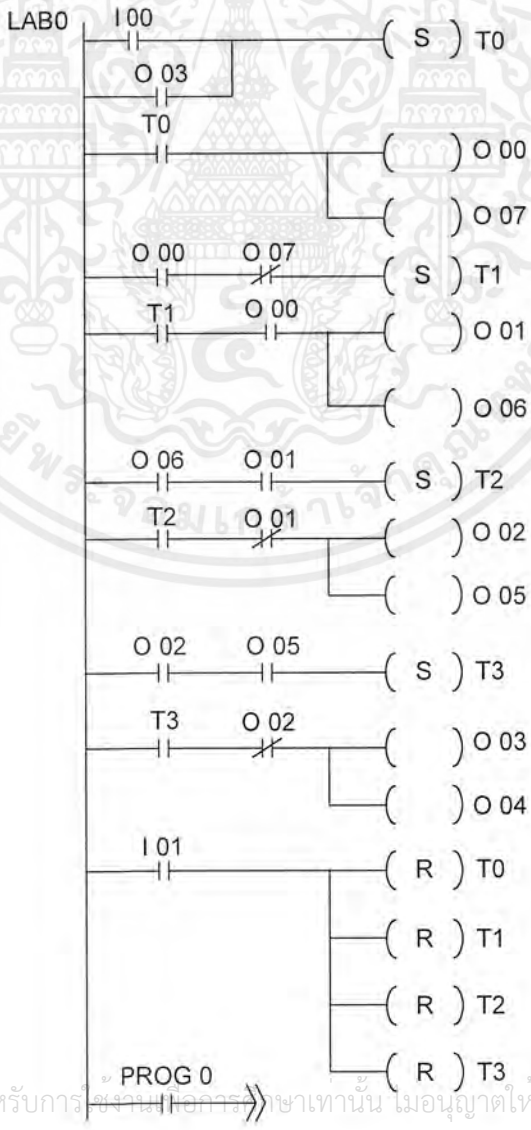
สรุปผลการทดลอง

การทำงานของ Timer จะมีสถานะการทำงานอยู่ 2 ลักษณะ คือ ปกติเปิด และปกติปิด เมื่อ Timer อยู่ในสถานะ SET จะมีค่าเป็น 1 จนกว่าจะถึงค่าที่ตั้งไว้จึงจะกลับมีค่าเป็น0

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียน ladder diagram ติดตามลักษณะดังนี้ 10000001,01000010,00100100,00011000 วนไปเรื่อยๆ ให้ input 0 เป็นสวิตช์ " on " input 1 เป็นสวิตช์ " off "

ตอบคำถามท้ายการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4

COUNTER

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ counter
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

ทฤษฎี

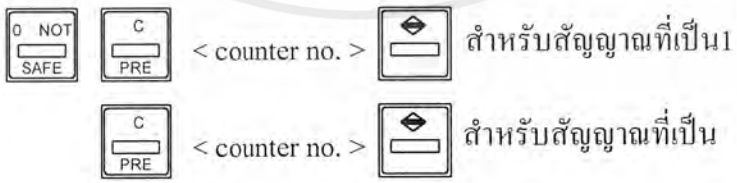
COUNTER (C)

ในงานโปรแกรมที่มีการนับจำนวนการทำงานของโปรแกรม counter จะเป็นตัวช่วยให้งานเขียนโปรแกรมสะดวกขึ้น ใน counter แต่ละตัวจะประกอบด้วย preselection value ,counter status และ counter value

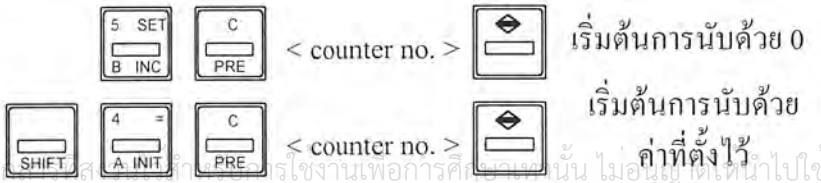
counter status จะใช้เป็นเงื่อนไขของการพิจารณาสถานะการทำงานของ counter ในส่วน condition และถูกกำหนดสถานะการทำงานด้วยคำสั่ง set หรือ reset ในส่วนของ action

ในการใช้ counter ก่อนใช้งานจะต้องมีการตั้งค่านับของ counter ที่ต้องการไว้ใน preselection value มีขั้นตอนการป้อนคีย์ดังนี้

การใช้ counter ในส่วนของ condition ของโปรแกรมสามารถใช้สถานะของ counter status มาเป็นเงื่อนไขในการพิจารณา(จะมีสถานะ 0 หรือ 1)



การใช้ counter ในส่วน action สำหรับ FPC 202 จะมี 2 คำสั่งที่ใช้สำหรับการเริ่มต้นใช้งาน counter ในส่วน action

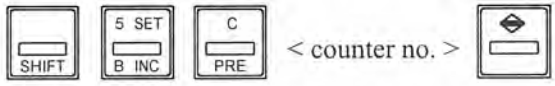


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดเวลาที่ counter กำลังทำงานจะมีสถานะการใช้งานเป็น 1ถ้านับจนถึงค่าใน preselection แล้ว หรือถูกสั่ง RST ก็จะมีค่าเป็น 0

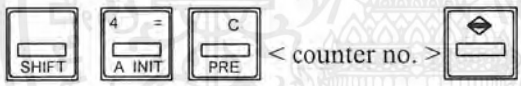
Increment (INC)

หลังจากคำสั่งใช้ counter แล้วคำสั่ง INCrement จะใช้สำหรับนับการทำงานของ counter ขั้นตอนในการกดคีย์มีดังนี้



counter จะมีสถานะเป็น 1 จนกระทั่งมีการนับ จนถึงค่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ counter หยุดทำงาน และมีสถานะเป็น 0 ถ้าหากค่าที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 0 counter จะนับ 10000 ครั้ง (เนื่องจากcounter จะรีเซตเป็น 0 เมื่อนับจนถึงค่า 0)

การใช้ INC ร่วมกับ INIT จะทำให้ counter มีค่าในการนับเริ่มต้นเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ และจะมีการเพิ่มขึ้นทีละ 1 และจะทำให้ counter reset ตัวเองเป็น 0 เมื่อนับถึงค่าที่กำหนดไว้อีกครั้ง จะไม่มีการรีเซตตัวเองขณะที่มีค่าเป็น 0 ขั้นตอนในการกดคีย์มีดังนี้



เริ่มต้นการนับเพิ่มด้วยค่าที่ตั้งไว้

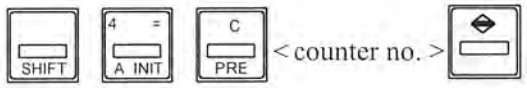
Decrement (DEC)

ในการการใช้คำสั่ง DEC จะทำให้ counter ลดค่านับในตัวลง 1 ค่าสำหรับขั้นตอนการป้อนคีย์คือ

ลดค่าการนับลงทีละ 1

สถานะของ counter จะเป็น 1 จนกระทั่งถูก reset หรือนับค่าสุดท้าย

การใช้ DEC ร่วมกับ INIT จะทำให้ counter มีค่าในการนับเริ่มต้นเท่ากับค่าที่กำหนดไว้ และจะมีการลดลงทีละ 1 และจะทำให้ counter reset ตัวเองเป็น 0 เมื่อนับถึงค่าที่นับได้มีค่าเป็น 0 ขั้นตอนในการกดคีย์มีดังนี้

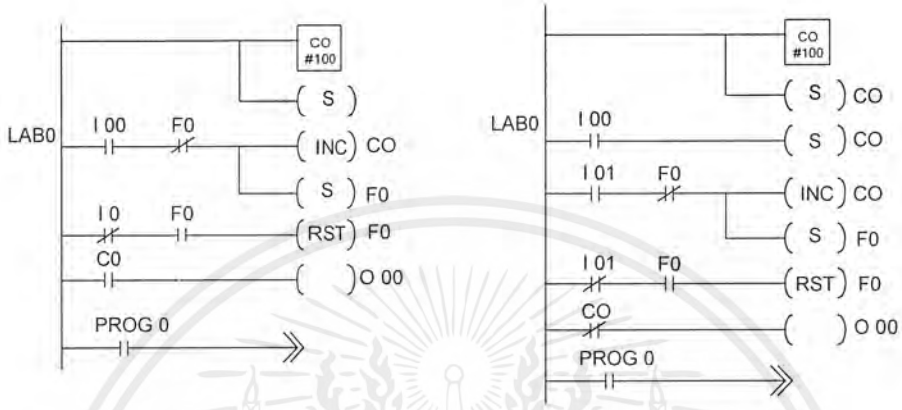


เริ่มต้นการนับลงด้วยค่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ทดลองโปรแกรมจาก ladder ที่กำหนดให้ โดยเมื่อเอาต์พุต 0 สภาวะ "on" ให้ป้อนอินพุต 0 อีกครั้งสังเกตผลที่ได้ และตรวจสอบค่าของ counter



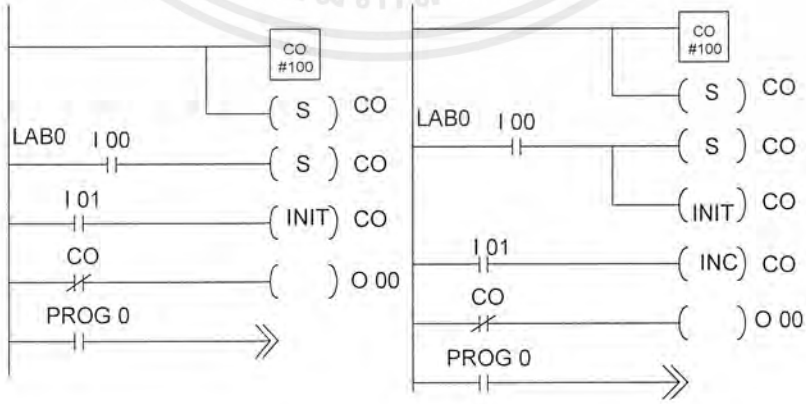
รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

ผลการทดลอง

โปรแกรมที่ 1 *เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 จะอยู่ในสภาวะ on หลังจากนั้นเมื่อป้อนอินพุต 0 จนถึงค่าที่ counter ตั้งไว้เอาต์พุต 0 ก็จะอยู่ในสภาวะ off*

โปรแกรมที่ 2 *เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต0 จะอยู่ในสภาวะ off หลังจากนั้นเมื่อป้อนอินพุต 1 จนถึงค่าที่ counter ตั้งไว้เอาต์พุต 0 จะมีค่าเป็น 1 เมื่อป้อนอินพุต 1 เอาต์พุต 0 จะมีสภาวะ off ค่าใน counter จะมีค่าเป็นศูนย์*

2. ทดลองโปรแกรมที่กำหนดให้ สังเกตค่าใน Counter เมื่อป้อน input



รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

โปรแกรมที่ 1 *เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 จะอยู่ในสภาวะ off ค่าใน counter จะมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อป้อนอินพุต 0 counter จะมีค่าเป็นศูนย์เช่นเดิม เอาต์พุต 0 ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อป้อนอินพุต 1 ค่าใน counter จะมีค่าเท่ากับ 100 เอาต์พุต 0 ไม่เปลี่ยนแปลง*

โปรแกรมที่ 2 *เมื่อทำการ RUN โปรแกรมเอาต์พุต 0 อยู่ในสภาวะ off เมื่อป้อนอินพุต 0 counter จะมีค่าเท่ากับ 100 เอาต์พุต 0 ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อป้อนอินพุต 1หลายๆ ครั้งจนค่าในcounter มีค่าเท่ากับ 100 อีกครั้งเอาต์พุต 0 จะ on และจะ off เมื่อป้อนอินพุต 0*

สรุปผลการทดลอง

counter จะมีสภาวะการทำงาน 2 สภาวะคือ SET และRESET ค่าใน counter สามารถตั้งค่าได้ 0 ถึง 9,999 สภาวะการทำงานมี 2 สภาวะคือ ปกติเปิด และปกติปิดการใช้งาน counter ร่วมกับ INC เป็นการเพิ่มค่า counter ขึ้นทีละ 1 การใช้งาน counter ร่วมกับ INIT เป็นการเริ่มให้ counter เริ่มนับค่าจากค่าที่ตั้งไว้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียนโปรแกรมไฟแสดงเกมโชว์ ดังนี้

1) ผู้ดำเนินรายการทายปัญหากดอ๊อด โต๊ะที่กดปุ่มได้จำนวน 10 ครั้งและเร็วที่สุดจะทำให้หลอดไฟติดที่โต๊ะนั้น

1.1 ผู้ดำเนินรายการกดปุ่ม PB4 จะมีเสียงอ๊อดสัญญาณให้ผู้แข่งขันกดปุ่มตอบปัญหานาน 30 วินาที

1.2 เมื่อกดปุ่ม PB5 จะเป็นสวิตช์รีเซตทั้งหมด

2) การกดปุ่มของผู้ตอบปัญหามีเงื่อนไขดังนี้

2.1) โต๊ะนักเรียนระดับมัธยมปลาย ปุ่ม PB11 และ PB12 รวมกัน 10 ครั้ง จะทำให้หลอด L1 กระพริบ

2.2) โต๊ะนักเรียนระดับอุดมศึกษา ปุ่ม PB2 ครบ 10 ครั้ง หลอดไฟ L2 กระพริบ

2.3) โต๊ะด็อกเตอร์กดปุ่ม PB31 และ PB32 พร้อมกันจะทำให้หลอดไฟ L3 กระพริบ

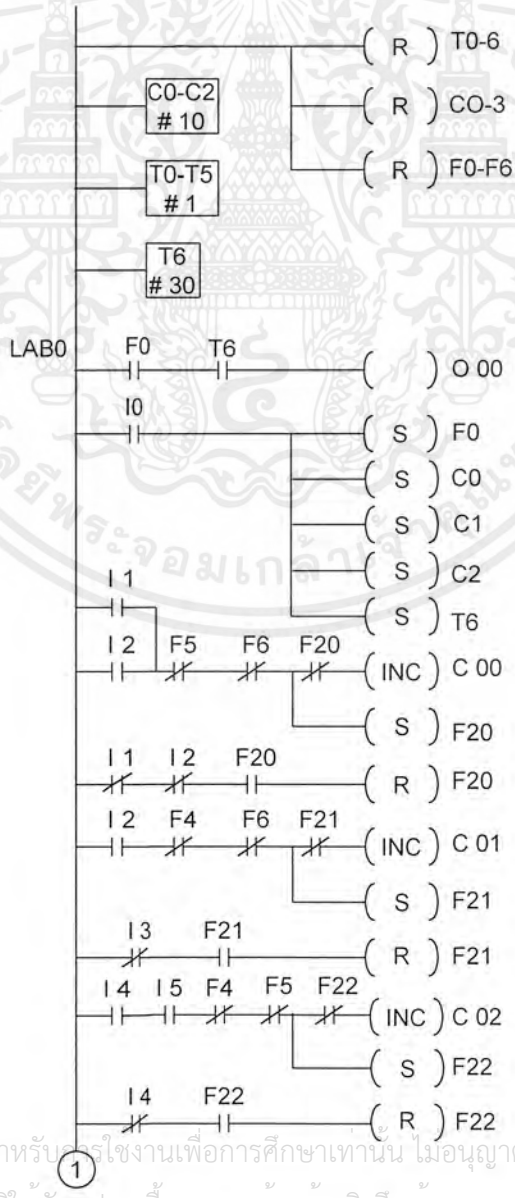
2.4) ผู้ตอบปัญหามีเวลา ในการกดปุ่มในการตอบปัญหาจนกระทั่งเสียงอ๊อดดับลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

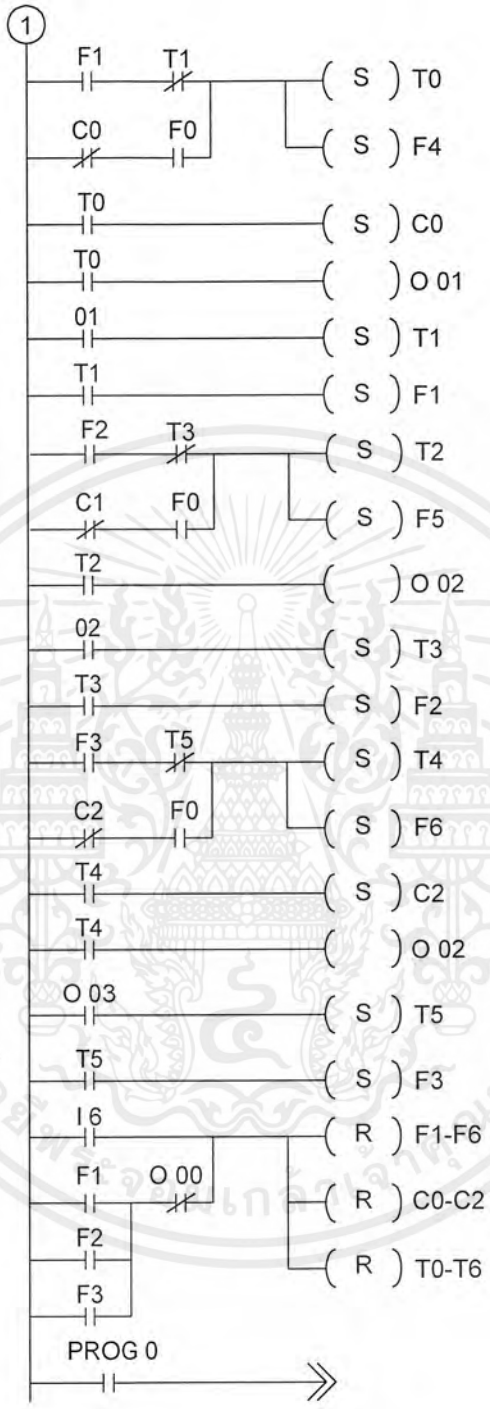
3) การกำหนด input และ output

input	comment	output	comment
00	PB4	00	Sol
01	PB11	01	L1
02	PB12	02	L2
03	PB2	03	L3
04	PB31		
05	PB32		
06	PB5		

ตอบคำถามท้ายการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



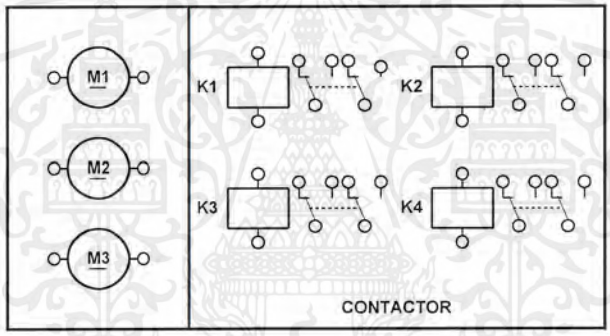
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5
การประยุกต์ใช้งานกับ MORTOR

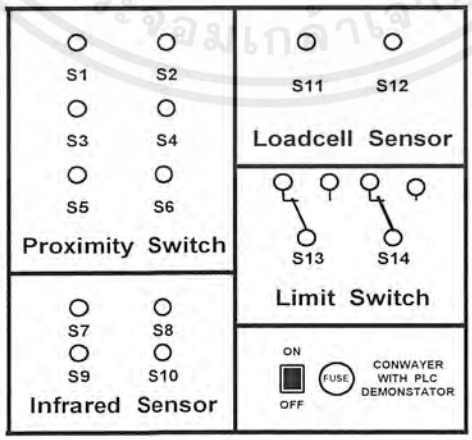
วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ jogging ได้
2. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ reversing after stop ได้
3. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ plugging direct ได้

ทฤษฎี



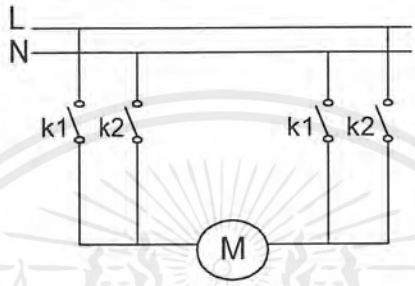
รูปที่ 5.1 แผงวงจรควบคุมการทำงานของ MOTOR



รูปที่ 5.2 แผงวงจร SENSOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับชุดทดลอง จะใช้มอเตอร์ ดีซี 24 โวลต์ การที่จะทำให้มอเตอร์ชนิดนี้ทำงานจะต้องใช้ไฟบวกและกราวด์ต่อให้กับตัวมอเตอร์ และเมื่อต้องการให้มอเตอร์ชนิดนี้กลับทางหมุนก็เพียงแต่สลับไฟบวกและกราวด์ วงจรกำลังของการต่อให้มอเตอร์กลับทางหมุนแสดงดังรูปที่ 5.3 ในการควบคุมมอเตอร์สามารถใช้ PLC ควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์แต่ละตัวทำให้ทำงานตามที่ต้องการเท่านั้น

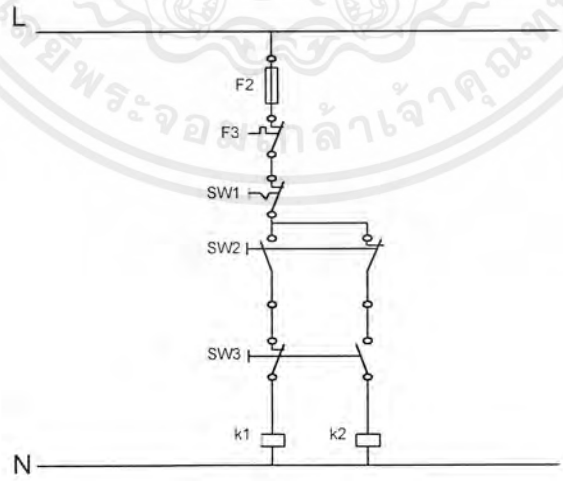


รูปที่ 5.3 วงจรกำลังของดีซีมอเตอร์ กลับทางหมุน

การทดลองที่ 1 การควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ JOGGING

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC ตามวงจรควบคุม



รูปที่ 5.4 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sw1 = Push botton " Off "

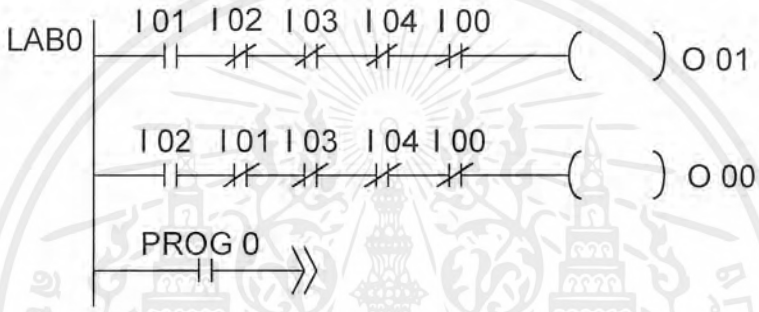
Sw2 = Push botton " Reverse "

Sw3 = Push botton " Forward "

K1 = Forword contactor K2 = Reverse contactor

F2 = Control fuse F3 = Protective overload relay

จากรูปที่ 5.4วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สามารถเขียนแผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้นดังนี้



รูปที่ 5.5 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

ตารางที่ 5.1 ลักษณะตำแหน่ง input และoutput

input	comment	output	comment
00	SW1	00	K1
01	SW2	01	K2
02	SW3		
03	F2		
04	F3		

จาก ladder diagram ป้อนโปรแกรมจากเครื่อง PLC ตรวจสอบการทำงาน

มอเตอร์จะหมุนไปข้างหน้าได้ก็ต่อเมื่ออินพุต 1 อยู่ในสภาวะ on เมื่ออินพุต 0, 2, 3 และ 4 อยู่ในสภาวะ on มอเตอร์จะหยุด และมอเตอร์จะหมุนถอยหลังเมื่อป้อนอินพุต 2 โดยที่อินพุต 0, 1, 3 และ 4 อยู่ในสภาวะ off และมอเตอร์จะหยุดหมุนเมื่ออินพุต 0, 1, 3 และ 4 อยู่ในสภาวะ on

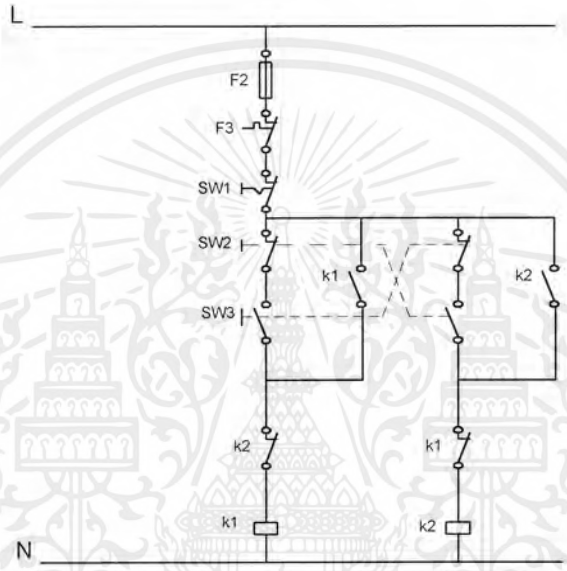
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K1 ควบคุมการหมุนกลับหลังของมอเตอร์ K2 ควบคุมการหมุนไปข้างหน้าของมอเตอร์การที่จะทำให้มอเตอร์หมุนไปข้างหน้าต้องให้อินพุต 1 มีสภาวะ on ค้างไว้ถ้าอินพุต 1 มีสภาวะ off มอเตอร์จะหยุดหมุน

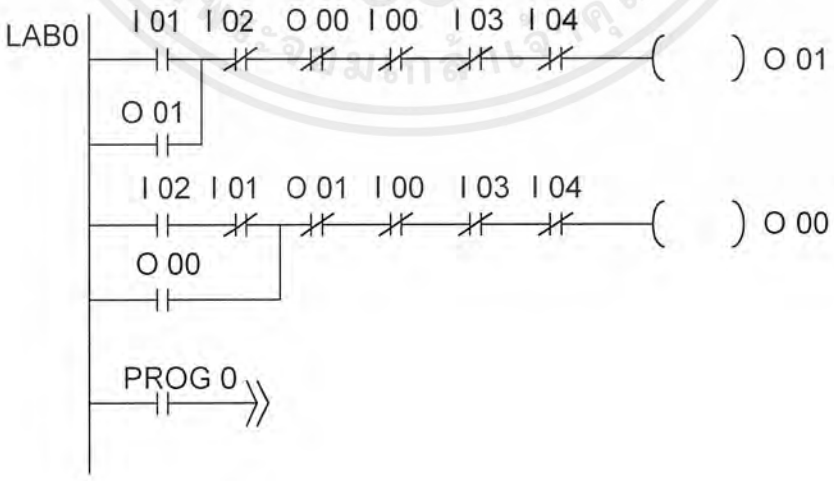
การทดลองที่ 2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ REVERSE AFTER STOP

ลำดับขั้นการทดลอง

1. การกลับทางหมุนแบบ REVERSE AFTER STOP สามารถเขียนวงจรควบคุมดังนี้



รูปที่ 5.6 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ REVERSE AFTER STOP



รูปที่ 5.7 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

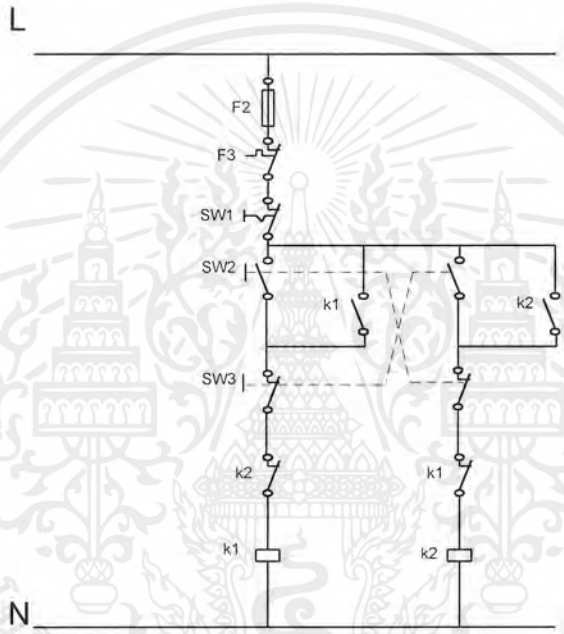
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จาก ladder diagram ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตรวจสอบการทำงาน

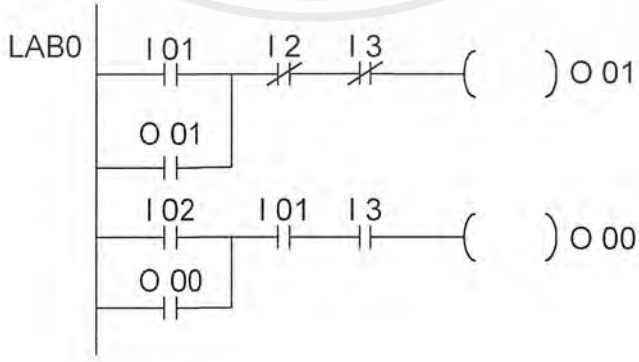
เมื่อเริ่ม RUN โปรแกรม อินพุต 2 เป็นสวิตส์สำหรับการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปข้างหน้า แล้วหลังจากนั้นเมื่อป้อนอินพุต 1จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน และจะทำให้มอเตอร์หมุนกลับทาง อินพุต 0, 3, และ 4 เป็นสวิตส์สำหรับหยุดการทำงานของมอเตอร์

การทดลองที่ 3

1. วงจรควบคุมการกลับทางหมุน แบบ PLUG DIRECT REVERSE สามารถเขียนเป็นวงจรควบคุมได้ดังนี้



รูปที่ 5.8 วงจรควบคุมการกลับทางหมุน แบบ PLUG DIRECT REVERSE



รูปที่ 5.9 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก ladder diagram ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตรวจสอบการทำงาน

เมื่อเริ่ม RUN โปรแกรม อินพุต 2 เป็นสวิตซ์สำหรับการควบคุมให้มอเตอร์หมุนไปข้างหน้า แล้วหลังจากนั้นเมื่อป้อนอินพุต 1จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน และจะทำให้มอเตอร์หมุนกลับทาง อินพุต0, 3 และ 4 เป็นสวิตส์สำหรับหยุดการทำงานของมอเตอร์

สรุปผลการทดลอง

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้ PLC ในการควบคุมนั้นเราสามารถควบคุมได้ โดยง่าย โดยถ้าต้องการให้มอเตอร์ตัวไหนทำงานก็สั่งที่เอาต์พุตได้เลย ไม่ต้องยุ่งยาก และสามารถ กำหนดเงื่อนไขได้ง่าย

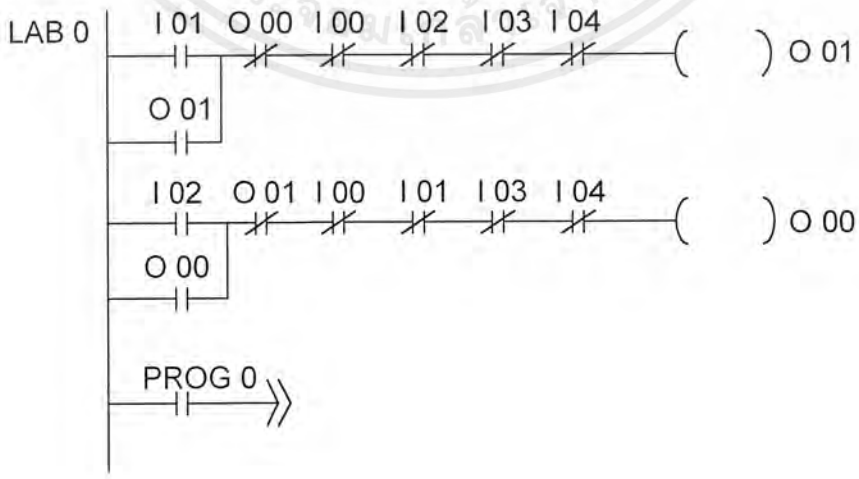
คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเขียน ladder diagram เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ (M3) หมุนกลับทาง โดยเมื่อหมุนไปเจอลิมิตสวิตส์ แล้วจึงหมุนกลับทางโดยอัตโนมัติ

ตอบคำถามท้ายการทดลอง

ตารางลักษณะตำแหน่ง input และoutput

input	comment	output	comment
I1	SW1	O 00	K1 หมุนกลับหลัง
I3	SW2	O 01	K2 หมุนไปข้างหน้า
I2	S13 ลิมิตสวิตซ์		



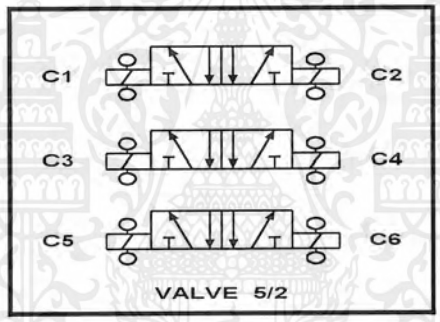
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
การประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์นิวแมติกส์

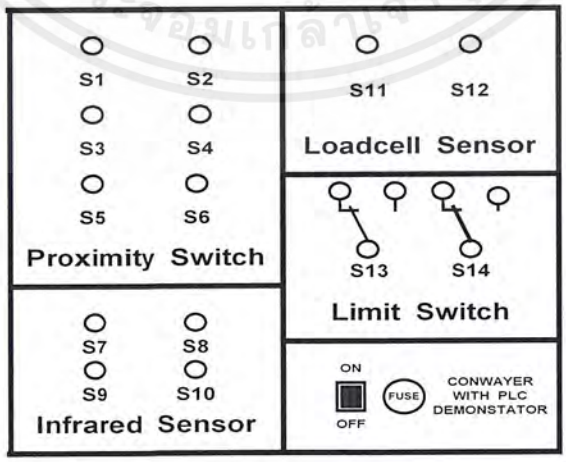
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการต่อใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC กับ นิวแมติกส์
2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบนิวแมติกส์ในอุตสาหกรรม
3. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมตามลำดับที่กำหนดให้ได้

ทฤษฎี



รูปที่ 6.1 แผงวงจรวาล์ว 5/2



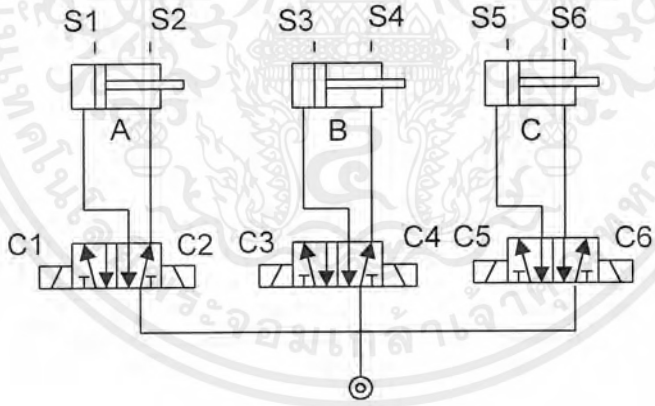
รูปที่ 6.2 แผงวงจร SENSOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 การทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์

อุปกรณ์	การควบคุม
C1	ควบคุมให้กระบอกสูบ A เคลื่อนที่ออก
C2	ควบคุมให้กระบอกสูบ A เคลื่อนที่เข้า
C3	ควบคุมให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออก
C4	ควบคุมให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่เข้า
C5	ควบคุมให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่ออก
C6	ควบคุมให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่เข้า

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่ กระบอกสูบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม การทำงานของกระบอกสูบ ได้แก่ Main Valve สำหรับนิวแมติกส์ไฟฟ้า การควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ จะใช้การควบคุมที่ Coil ของ Main valve



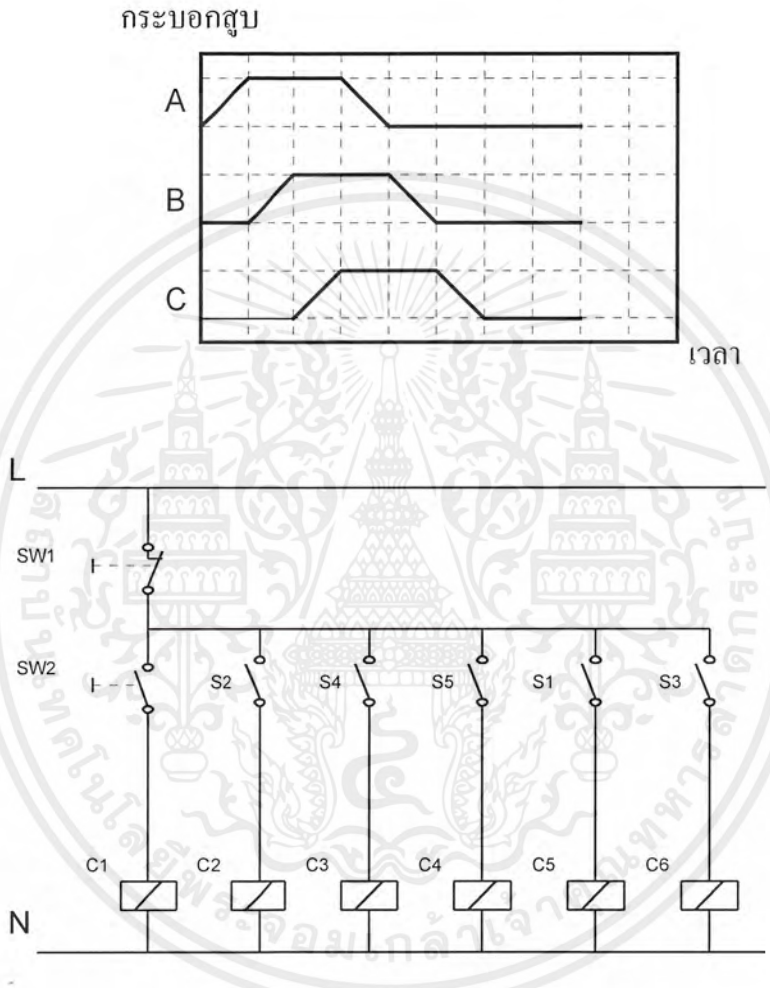
รูปที่ 6.3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกับอุปกรณ์นิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1

ลำดับขั้นการทดลอง

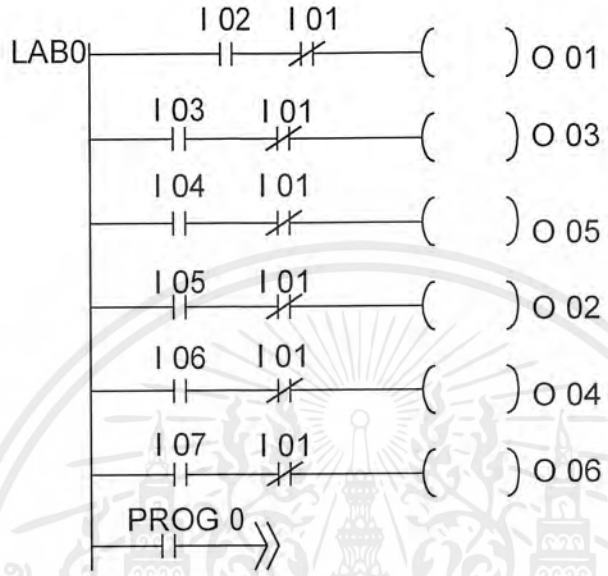
1. จาก แผนผังเวลา สามารถเขียนเป็นวงจรการควบคุมได้ดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แผนผังเวลา และวงจรการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จาก แผนผังเวลา และวงจรการควบคุมการทำงาน สามารถเขียน Ladder Diagram ได้ดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

ตารางที่ 6.2 ลักษณะตำแหน่ง input และoutput

input	comment	output	comment
01	SW1	01	C1
02	SW2	02	C2
03	S2	03	C3
04	S4	04	C4
05	S5	05	C5
06	S1	06	C6
07	S3		

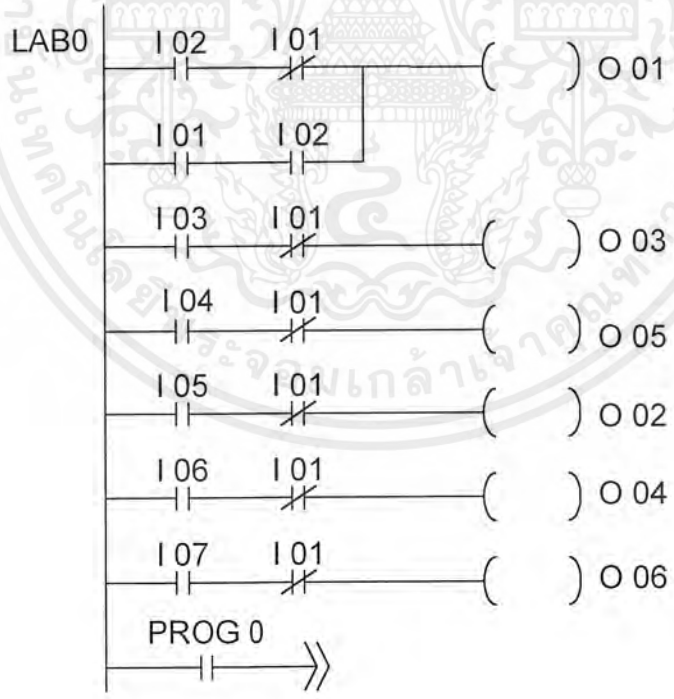
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตรวจสอบผลการทำงาน

การทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้นป้อนอินพุต 02 จะทำให้เอาต์พุต 1อยู่ในสภาวะ on กระบอกสูบ Aเคลื่อนที่ออกเมื่อกระบอกสูบ A เคลื่อนที่ออกจนถึงพร็อกซิมิตี้ S2 ก็จะทำให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออก เมื่อกระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออกจนถึงพร็อกซิมิตี้ S4 สัญญาณจากพร็อกซิมิตี้ S4 จะไปสั่งให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่ออกเมื่อกระบอกสูบ B เคลื่อนที่ออกจนถึงพร็อกซิมิตี้ S5 สัญญาณจากพร็อกซิมิตี้ S5 จะทำให้กระบอกสูบ A เคลื่อนที่กลับ เมื่อกระบอกสูบ A เคลื่อนที่กลับจะชนกับพร็อกซิมิตี้ S1สัญญาณจากพร็อกซิมิตี้ S1 จะทำให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่กลับเมื่อกระบอกสูบ B เคลื่อนที่กลับจนถึงพร็อกซิมิตี้ S3 สัญญาณจากพร็อกซิมิตี้ S3 จะทำให้กระบอกสูบ C เคลื่อนที่กลับ จบการทำงาน

4. ถ้าต้องการให้ใช้งานวนรอบไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตส์ S1 จะต้องแก้ไขLadder Diagram อย่างไร

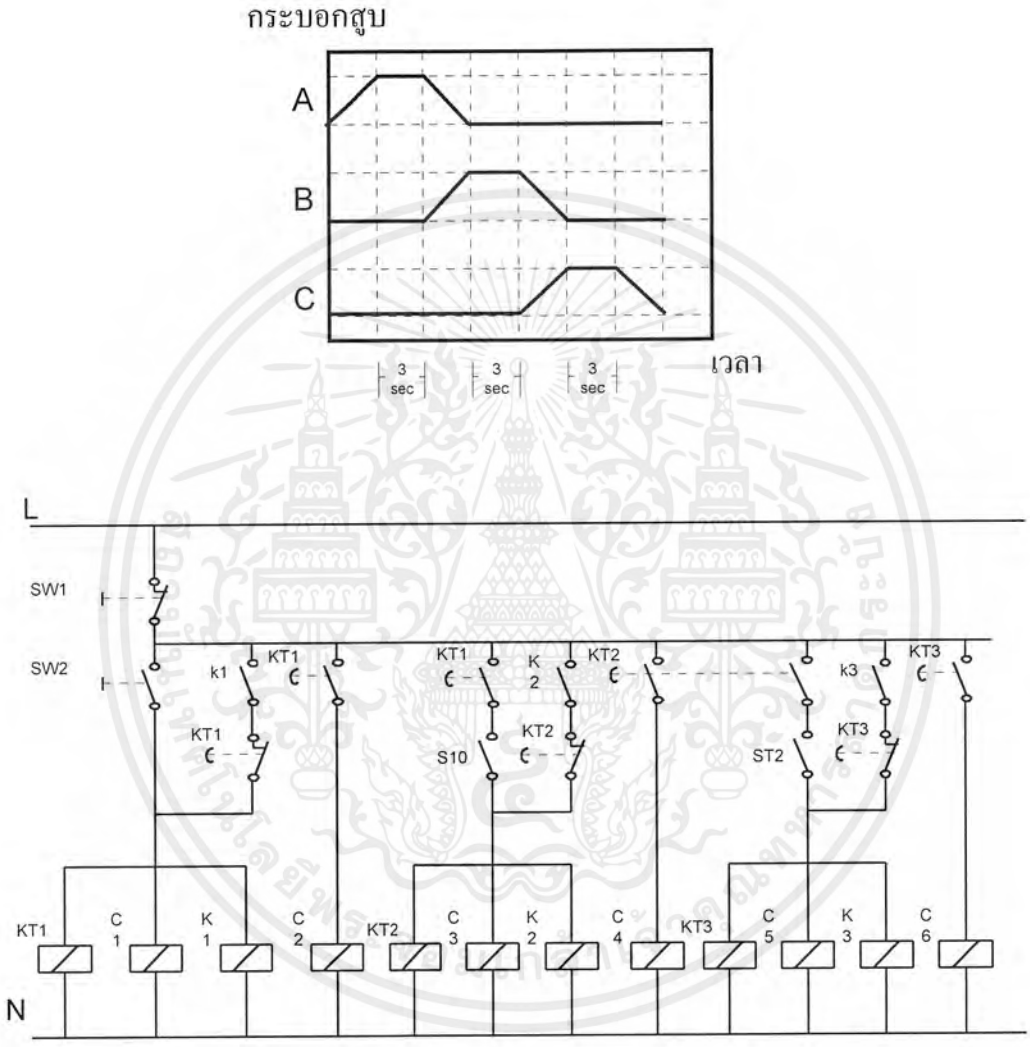
ตอบคำถาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การใช้ Timer ช่วยในการควบคุมระบบนิวแมติกส์

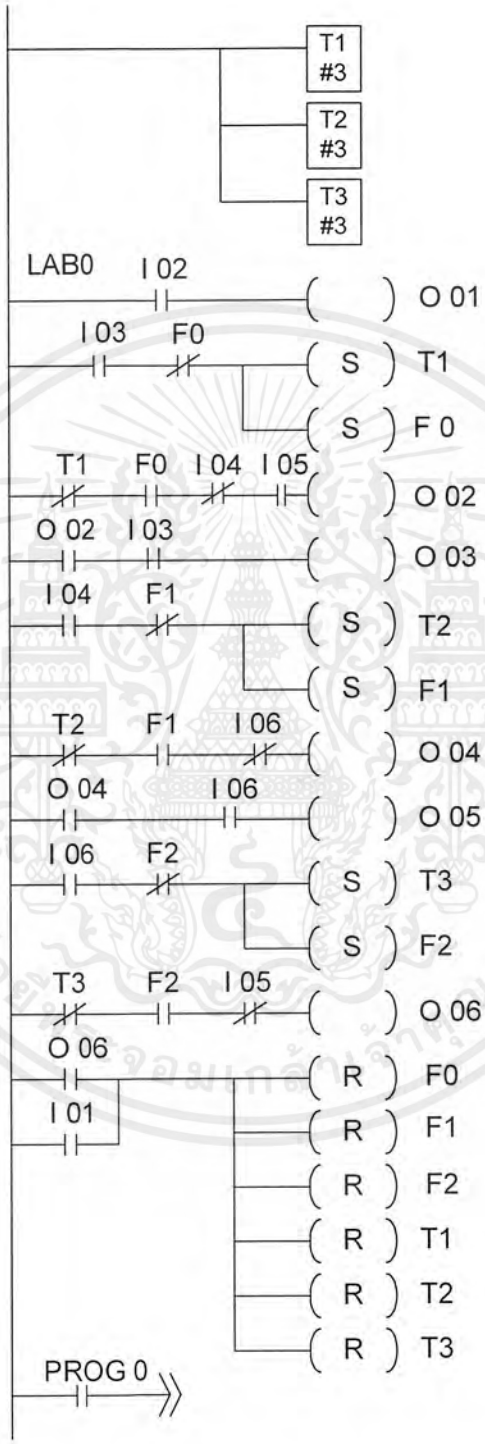
1. จากแผนผังเวลาสามารถเขียนวงจรควบคุมได้ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แผนผังเวลา และวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากวงจรควบคุมเขียนเป็นแผนผังลำดับการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 6.7 แผนผังการทำงานเป็นลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตรวจสอบการทำงาน

เมื่อป้อนสัญญาณ 02 ก็จะทำให้กระบอกสูบA เคลื่อนที่ออก หลังจากนั้น 3 วินาทีจะเคลื่อนที่กลับพร้อมกับกระบอกสูบB เคลื่อนที่ออก หลังจากที่กระบอกสูบB เคลื่อนที่ออกครบ3 วินาทีจะเคลื่อนที่กลับพร้อมกันนั้นกระบอกสูบC จะเคลื่อนที่ออกหลังจากนั้น 3 วินาที่ จะเคลื่อนที่กลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7

การควบคุมการทำงานของ Plant

วัตถุประสงค์

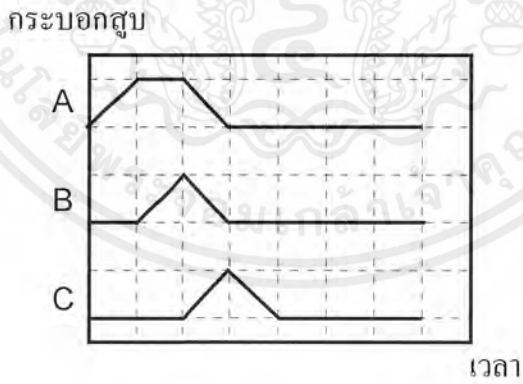
1. นักศึกษาสามารถออกแบบการทำงานเป็นลำดับขั้นเพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ได้

2. นักศึกษาสามารถออกแบบควบคุมกระบอกสูบให้มีการทำงานเป็นลำดับขั้นได้

3. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

การทดลองที่ 1

จงเขียนโปรแกรมควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยมีเงื่อนไขคือ ถ้ามีชิ้นงานบนสายพานลำเลียงชุดที่2 ให้สายพานลำเลียงชุดที่2 หมุน หลังจากนั้นเมื่อชิ้นงานเข้ามาสู่ชุดประทับตราก็จะทำให้กระบอกสูบมีการทำงานเป็นลำดับขั้นดังรูปที่ 7.1 โดยเมื่อชุดประทับตราทำงานไปได้ 10 ชิ้นก็จะทำให้สายพานลำเลียงชุดที่ 2 หยุดทำงาน

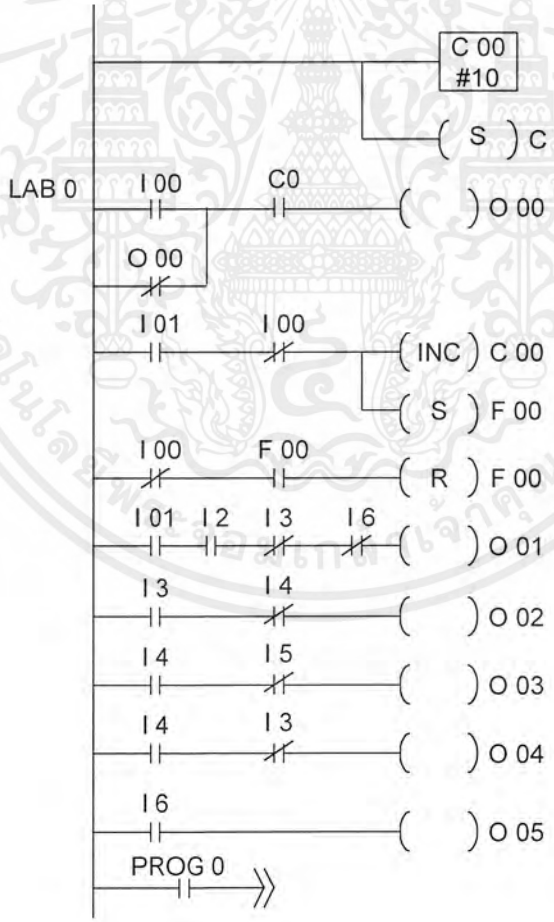


รูปที่ 7.1 แผนผังเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 ตำแหน่งอุปกรณ์ในการควบคุม

input	comment	output	comment
I0	S9	O 00	M3
I1	S14	O 01	C1
I2	S1	O 02	C3
I3	S2	O 03	C4
I4	S4	O 04	C5, C2
I5	S5	O 05	C6
I6	S6	O 06	



รูปที่ 7.2 แผนผังลำดับขั้นของการควบคุมชุดสายพานลำเลียงเพื่อป้อนชิ้นงานเข้าสู่ชุดประทับตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

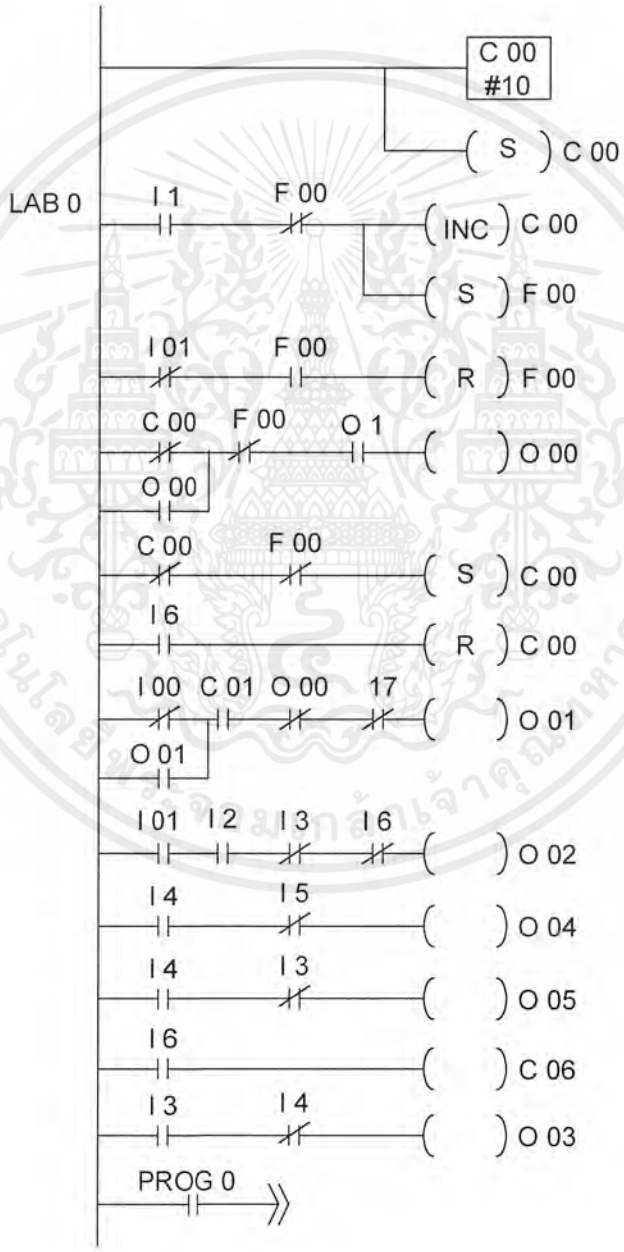
1. เขียนโปรแกรมตามแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นที่ได้กำหนดไว้ให้
2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม รวมทั้งการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต
3. ทำการ RUN โปรแกรม จากนั้นนำชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่2
4. สังเกตการทำงานของ Plant และตรวจสอบสถานะค่าของ counter บันทึกผลการทดลอง

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมทำการตรวจสอบค่าของ counter มีค่าเป็น 0 สถานะ ON แต่ยังไม่มีการทำงานของส่วนใดๆของชุดทดลอง เมื่อทำการป้อนชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่ 2 โดยผ่าน อินฟราเรดเซนเซอร์ (S9) จะทำให้สายพานลำเลียงเริ่มทำงานเพื่อป้อนชิ้นงานให้กับชุดประทับตรา เมื่อชิ้นงานเข้าสู่ชุดประทับตราโดยชนกับลิมิตสวิตส์ (S14) ก็จะทำให้ชุดประทับตราเริ่มทำงานตามลำดับขั้นที่ตั้งไว้พร้อมกันนั้นก็จะส่งสัญญาณให้ counter เพิ่มค่าขึ้นเป็น 1หลังจากนั้นเมื่อป้อนชิ้นงานให้ชุดประทับตราครบ 10 ชิ้น ก็จะทำให้ counter รีเซตตัวเองส่งผลให้ชุดสายพานลำเลียงหยุดทำงานแม้จะป้อนชิ้นงานเข้าไปยังสายพานอีกก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Plant ซึ่งมีเงื่อนไข ถ้ามีชิ้นงานบนสายพานลำเลียงชุดที่2 ให้สายพานลำเลียงชุดที่2 หมุน หลังจากนั้นเมื่อชิ้นงานเข้ามาสู่ชุดประทับตราก็จะทำให้กระบอกสูบมีการทำงานเป็นลำดับขั้นตามการทดลองที่ 1 โดยเมื่อชุดประทับตราทำงานไปได้ 10 ชิ้นก็จะทำให้สายพานลำเลียงชุดที่ 2 หยุดทำงาน แต่ถ้ามีชิ้นงานป้อนให้สายพานลำเลียงชุดที่2 ก็จะทำให้สายพานชุดที่2 เริ่มทำงานอีกครั้งโดยสามารถเริ่มทำงานให้ได้



รูปที่ 7.3 แผนผังลำดับขั้นของการควบคุมชุดสายพานลำเลียงเพื่อป้อนชิ้นงานเข้าสู่ชุดประทับตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 ตำแหน่งอุปกรณ์ในการควบคุม

input	comment	output	comment
I0	S9	O 00	M3
I01	S14	O01	C1
I2	S1	O02	C3
I3	S2	O 03	C4
I4	S4	O 04	C5, C2
I5	S5	O 05	C6
I6	S6	O 06	
I17			

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เขียนโปรแกรมตามแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นที่ได้กำหนดไว้ให้
2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม รวมทั้งการต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต
3. ทำการ RUN โปรแกรม จากนั้นนำชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่2
4. สังเกตการทำงานของ Plant และตรวจสอบสถานะค่าของ counter บันทึกผลการทดลอง

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมทำการตรวจสอบค่าของ counter มีค่าเป็น 0 สถานะ on แต่ยังไม่มีการทำงานของส่วนใดๆของชุดทดลอง เมื่อทำการป้อนชิ้นงานเข้าสู่สายพานลำเลียงชุดที่ 2 โดยผ่าน อินฟราเรดเซนเซอร์(S9) จะทำให้สายพานลำเลียงเริ่มทำงานเพื่อป้อนชิ้นงานให้กับชุดประทับตรา เมื่อชิ้นงานเข้าสู่ชุดประทับตราโดยชนกับลิมิตสวิตส์(S14) ก็จะทำให้ชุดประทับตราเริ่มทำงานตามลำดับขั้นที่ตั้งไว้พร้อมกันนั้นก็จะส่งสัญญาณให้ counter เพิ่มค่าขึ้นเป็น 1 หลังจากนั้นเมื่อป้อนชิ้นงานให้ชุดประทับตราครบ 10 ชิ้น ก็จะทำให้ counter รีเซตตัวเองส่งผลให้ชุดสายพานลำเลียงหยุดทำงาน แต่ถ้ามีการป้อนชิ้นงานเข้าไปยังสายพานอีกชุดสายพานลำเลียงก็จะทำงานอีกครั้งจนกระทั่งส่งชิ้นงานไปยังชุดประทับตราครบ 10 ชิ้นก็จะหยุดทำงานเช่นเดิม

สรุปผลการทดลอง

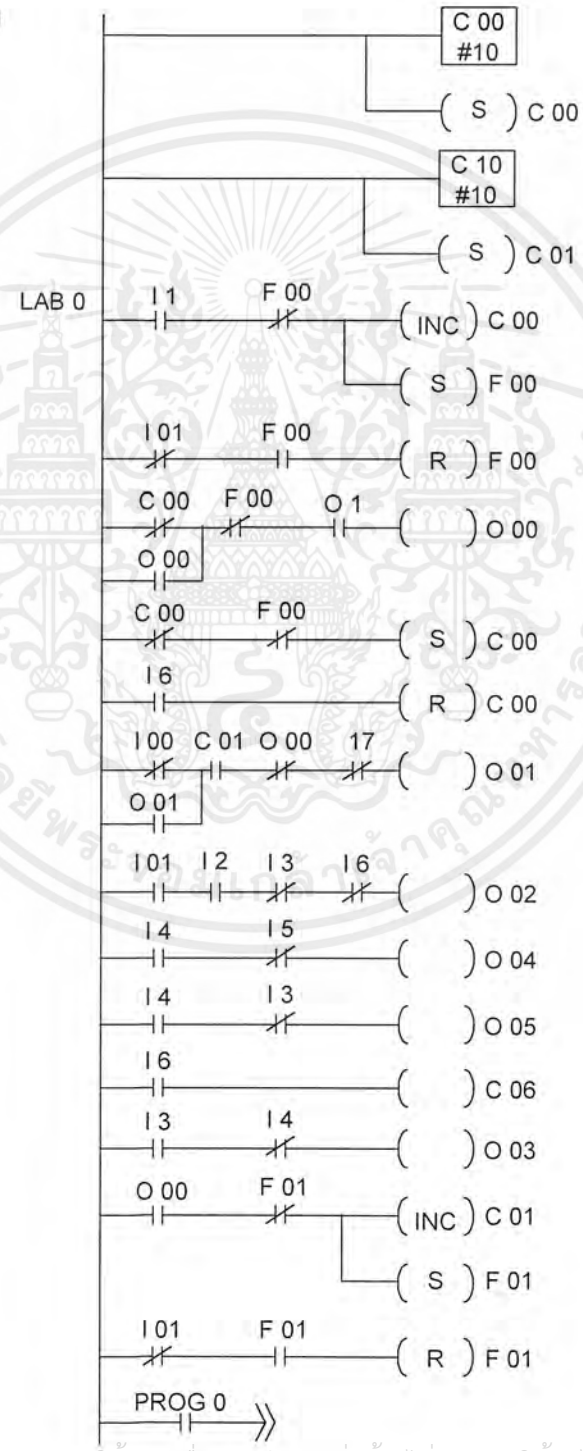
จากการทดลองเราต้องการให้ counter ทำงานซ้ำหรือวนรอบเราต้องทำการรีเซตให้กับ counter มิฉะนั้น counter ก็จะทำการนับค่าขึ้นไปเรื่อยๆจนถึง 9999 จึงจะกลับมาที่ค่า 0 อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามท้ายการทดลอง

1. ถ้าต้องการให้สายพานลำเลียงทำงานรอบละ 5 ชิ้นงาน โดยสามารถเริ่มหมุนอีกครั้งเมื่อมีชิ้นงานเข้ามา แต่สามารถเริ่มทำงานได้เพียง 3 ครั้งหลังจากนั้นให้หยุดการทำงาน ให้นักศึกษาทำการออกแบบโปรแกรม

ตอบคำถามท้ายการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
โปรแกรมการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG     0000H
        ACALL   DELAY
        MOV     P2,#00H
MAIN:   MOV     A,P1
        ANL     A,#0F0H         ; Adjust LSB as zero
        CJNE    A,#30H,CHEK     ; Check products
        ACALL   NOTHING
CHEK:   ACALL   DELAY
        MOV     A,P1
        ANL     A,#40H,EJECT    ; Check weaght of products
        ACALL   EQUAL
        SJMP    MAIN
EJECT:  ACALL   NO_EQUAL
        SJMP    MAIN
EQUAL:  SETB    P2.0
        CLR     P2.1
        RET
NO_EQUAL: SETB  P2.1
        CLR     P2.0
        RET
NOTHING: CLR    P2.0
        CLR     P2.1
        RET
DELAY:  MOV     R6,#00H
DELAY1:  MOV    R7,#00H
        DJNZ    R7,$
        DJNZ    R6,DELAY1
        RET     END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สุพรรณ กุลพาณิชย์. **"การประยุกต์ใช้งานเครื่องควบคุม PLC".** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ, 2535

สุพรรณ กุลพาณิชย์. **" คู่มือ การทดลองพีแอลซี PC84FS " .** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ, 2538

สุเทียร เกียรติสุนทร. **" หลักการทำงาน และเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PLC ".** บริษัทเอ็ชเอ็นกรุ๊ป. กรุงเทพฯ, 2536

CQM1 OMRON Product. **" Programmable Cintrollers Programming Manual ".** 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวเพียรผจง สุภาพพรชัย
วัน เดือน ปี เกิด	25 สิงหาคม 2520
สถานที่เกิด	จ. กรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	68/4 หมู่ 5 ต. บ้านสิงห์ อ. โพธาราม จ. ราชบุรี 70120
ที่อยู่ปัจจุบัน	68/4 หมู่ 5 ต. บ้านสิงห์ อ. โพธาราม จ. ราชบุรี 70120

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนดรุณาราชบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสากรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวุฒิพงศ์ นิลผาย
วัน เดือน ปี เกิด	29 มิถุนายน 2521
สถานที่เกิด	จ. ร้อยเอ็ด
ภูมิลำเนาเดิม	273/19 ถ. รณชัยชาญยุทธ ต. ในเมือง อ. เมือง จ. ร้อยเอ็ด 45000
ที่อยู่ปัจจุบัน	273/19 ถ. รณชัยชาญยุทธ ต. ในเมือง อ. เมือง จ. ร้อยเอ็ด 45000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลร้อยเอ็ด
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสากรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	คนที่ไม่เคยผิด คือคนที่ไม่เคยทำอะไรเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมพร ชื่นอารมณ์
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2520
สถานที่เกิด	จ. ราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	233 ซ.7 ถ. ราษฎรยินดี ต. หน้าเมือง อ. เมือง จ. ราชบุรี 70000
ที่อยู่ปัจจุบัน	233 ซ.7 ถ. ราษฎรยินดี ต. หน้าเมือง อ. เมือง จ. ราชบุรี 70000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลราชบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	อย่าหยุดคิด และหยุดทำ ถ้าหยุดเท่ากับว่าอยู่อย่างไร้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้