



PLC EXPERIMENTAL SET



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีการศึกษา 2537

ชุดทดลอง PLC
PLC EXPERIMENTAL SET



อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พิชิต ล้ายอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

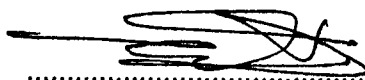
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุดทดลอง PLC

ผู้จัดทำ

- 
1. นายนิพัฒน์ ชูชัยวรากิจ
2. นายพรชัย เลิศศรีสถิตย์
3. นายสมเกียรติ ประทุมมินทร์



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พิชิต ถ้ายอง)

ชุดทดลอง PLC

นายนิพัฒน์	ชูชัยวรากิจ
นายพรชัย	เลิศศรีสถิตย์
นายสมเกียรติ์	ประทุมมินทร์
อาจารย์ พิชิต	ลำยอง
อาจารย์ที่ปรึกษา	
ปีการศึกษา 2537	

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการสร้างชุดทดลองขึ้นมาเพื่อใช้ทดลองกับเครื่อง PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) โดยจะทำการทดสอบคุณสมบัติของเครื่อง PLC ซึ่งการทดลองนั้นจะประกอบไปด้วย การทดสอบความเร็วในการรับสัญญาณอินพุต ซึ่งจะทดลองโดยการใช้ชุด PHOTO SENSOR ที่สร้างขึ้นมาเป็นอินพุตซึ่งจะทำงานเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ แทนการใช้สวิตช์แบบ ON-OFF ทั่วๆ ไป ทำการทดลองการรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อก ด้วยชุด A/D เพื่อที่จะนำผลของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละครั้งมาทำเป็น CLOSED LOOP CONTROL เพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่อไป ซึ่งทำการทดลองเขียนโปรแกรมป้อนให้กับ PLC เพื่อใช้ควบคุมการทำงานในลักษณะที่ต้องการได้ และการทดลองควบคุม PLC โดยเปลี่ยนการใช้อุปกรณ์ป้อนข้อมูลที่เป็น HAND HELD มาเป็น COMPUTER SOFTWARE ด้วยการเขียน LADDER DIAGRAM บนคอมพิวเตอร์ แล้วทำการควบคุม PLC ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (SERIAL PORT) ที่เรียกว่า RS-232 ซึ่งการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์นี้จะช่วยให้การทำงานง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องทำการแปลง LADDER DIAGRAM ให้ไปเป็นภาษาบูลีน (BOOLEAN CODE) แต่อย่างใดและในโครงการนี้ยังได้จัดทำใบงานขึ้นมาอีก 5 ใบงานเพื่อช่วยประกอบกับการทดลองของชุด PLC เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทดลองการเขียนโปรแกรม และทดลองการทำงานของ PLC ได้มากยิ่งขึ้น การทดลองทั้งหมดนี้จะใช้ PLC ของ OMRON รุ่น SYSMAC C28 H-TYPE เป็นอุปกรณ์ในการทดลอง

PLC EXPERIMENTAL SET

Nipat	Chuchaiwarakit
Pornchai	Lertsrisathid
Somkiat	Pratommin
Instructor	Pichit Lamyong
Advisor	
1994	

ABSTRACT

This project is an experimental set that creat for use to test with a Programmable Logic Controller (PLC). This experimental set can be test the property or the characteristic of the PLC . The experiments are consist of the input signal response speed test which tests by a photo sensors, set. This set is designed for used to be an input and working as the electronics switch instead of the ON-OFF switch , the input analog signal response test that use an Analog / Digital circuit (A/D). The output signal of the A/D is used as the close loop control signal for controlling the machines further . This test is made by supply the program to the PLC and the last test is the controlling of PLC by using the computer softwares . These softwares are formed by the ladder diagram. The controlling is operaetd pass a serial port (called RS 232). The all experiments in this project use the OMRON PLC model C28 H-type, in addition to we provide 5 lab sheets to made clear understand of the controlling, operating of the PLC.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ประวัติและการใช้ PLC	3
2.1 ประวัติและความเป็นมาของ PLC	3
2.2 การพัฒนา PLC	4
2.3 PLC ในปัจจุบัน	5
2.4 ข้อดีของ PLC เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเดิม	6
2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC	6
2.6 โครงสร้างและการทำงานของ PLC	8
2.7 อุปกรณ์ต่อช่วย	9
2.8 ลักษณะโปรแกรมควบคุม	12
บทที่ 3 หน่วยอินพุท/เอาต์พุท	14
3.1 หน่วยอินพุท/เอาต์พุท	14
3.2 คุณลักษณะของหน่วยอินพุท/เอาต์พุท	15
3.3 หน่วยอินพุท	23
3.4 หน่วยเอาต์พุท	25
3.5 หน่วยเชื่อมต่อแบบพิเศษ	26
บทที่ 4 คำสั่งต่างๆ และการเริ่มใช้ PLC	30
4.1 ลักษณะทั่วไปของ OMRON C-20	30
4.2 รายละเอียดของอุปกรณ์	33
4.3 วิธีการโปรแกรมด้วยคำสั่งต่างๆ	35
4.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม	37
4.5 ขั้นตอนพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม	41
4.6 อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม	41
4.7 การทำงานของอุปกรณ์สำหรับโปรแกรม	42
4.8 ตัวอย่างการป้อนโปรแกรม	44
4.9 คุณลักษณะการติดตั้ง	45

4.10 การติดตั้งระบบและการเดินสาย	46
4.11 รีเลย์ใช้งานพิเศษของ OMRON C-20	47
4.12 การใช้งาน programming console	52
4.13 การเก็บโปรแกรมลงสู่เทป	60
4.14 การโหลดโปรแกรมจากเทป	62
4.15 การตรวจสอบโปรแกรม	63
4.16 รอกำหนดในการเขียนโปรแกรม	64
4.17 การใช้งานคำสั่งอื่นๆ ของ OMRON C-20 (เพิ่มเติม)	66
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้งาน PLC	80
5.1 ตัวอย่างการออกแบบโปรแกรม	80
5.2 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม	83
5.3 การควบคุมประตูดัดโน้มัติสำหรับห้องเก็บของ	84
5.4 การหล่อลื่นน้ำมันอัดโน้มัติ	84
5.5 การควบคุมมอเตอร์กับสายพานลำเลียง	85
5.6 เครื่องทำความสะอาดรถยนต์อัดโน้มัติ	85
5.7 การตรวจสอบสลากที่บวก	86
5.8 ฟร็อกซ์มิเตอร์	86
5.9 ตัวอย่าง การประยุกต์ใช้งาน PLC ระบบควบคุมประตูดัดโน้มัติสำหรับโกดังเก็บของ.	87
บทที่ 6 ขอบเขตของโครงการ	89
6.1 รายละเอียดและการทำผังชุดทดลองสำหรับ PLC	92
6.2 แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง DC24 Volt 5 Amp	94
6.3 ชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล	95
6.4 รายละเอียดการทำงานและหลักการของชุด photo sensor	97
6.5 ชุดที่ใช้ทดลอง stepping motor	99
6.6 ชุด software คอมพิวเตอร์ สำหรับควบคุม PLC	104
ใบงานที่ 1	
ใบงานที่ 2	
ใบงานที่ 3	
ใบงานที่ 4	
ใบงานที่ 5	
สรุปผลการทดลอง	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการใช้งานหน่วยคัทมาว่าของ PLC อย่างง่าย	8
รูปที่ 2.2 แสดงวงรอบของการสแกน	9
รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ต่อร่วม	11
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่สามารถแสดง Ladder ได้	12
รูปที่ 3.1 แสดงหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC	14
รูปที่ 3.1.1 แสดงหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC ต่อ	15
รูปที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อกับอินพุตด้วยการใช้ opto-couple	18
รูปที่ 3.3 แสดงการต่อวงจรภายนอกกับหน่วยอินพุตและเอาต์พุตของ PLC	19
รูปที่ 3.4 แสดงการจัดวางจุดต่ออินพุตและเอาต์พุตของ PLC แบบหนึ่ง	20
รูปที่ 4.1 ชุดทำงานพื้นฐานหรือ CPU ของเครื่อง C-20	31
รูปที่ 4.2 อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับเครื่อง C-20	31
รูปที่ 4.3 แสดงการต่อเอาต์พุตเข้ากับบัลลิสต์โดยตรงซึ่งไม่เป็นการสมควร	37
รูปที่ 4.4 การต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัลลิสต์ผ่านหน้าสัมผัสปกติปิดของรีเลย์สับ สญุณภายในที่ไม่ได้งาน	37
รูปที่ 4.5 วงจรที่มีสัมผัสอยู่หลังเอาต์พุตรีเลย์(วิธีที่ผิด)	37
รูปที่ 4.6 วงจรซึ่งจ่ายหน้าสัมผัสมาไว้หน้าเอาต์พุตรีเลย์(วิธีที่ถูกต้อง)	38
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรที่มีการต่อเอาต์พุตรีเลย์ขนานกัน	38
รูปที่ 4.8 วงจรที่ไม่สามารถทำการโปรแกรมได้โดยตรง	38
รูปที่ 4.9 รูปวงจรที่ได้จากการจัดรูปวงจรในรูปที่ 4.8 ใหม่	38
รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมที่ประกอบด้วยบล็อกหลายๆ บล็อก	39
รูปที่ 4.11 Pro 15 อุปกรณ์สำหรับป้อนของ OMRON	42
รูปที่ 4.12 กลุ่มของปุ่มกดสีต่างๆ ของตัวป้อนโปรแกรม OMRON Pro 15	42
รูปที่ 4.13 แผนภาพแลตเตอร์ไดอะแกรมที่มีการแตกแขนงของเอาต์พุตเป็นหลายแขนง	66
รูปที่ 4.14 แผนภาพแลตเตอร์ไดอะแกรมที่ได้จากการกระจายแผนภาพในรูปที่ 4.14	66
รูปที่ 4.15 แสดงการใช้รีเลย์ชั่วคราวซ้ำหมายเลขกันได้ในบล็อกต่างบล็อกกัน	67
รูปที่ 4.16 แสดงแผนภาพวงจรที่มีการแตกแขนงออกจากจุดร่วมจุดเดียวกัน	68
รูปที่ 4.18 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง DIFD จากแลตเตอร์ไดอะแกรมและ ไดอะแกรมเวลาของการทำงาน	71
รูปที่ 4.19 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง DIFD จากแลตเตอร์ไดอะแกรมและไดอะแกรม เวลาของการทำงานของคำสั่ง DIFD เปรียบเทียบกับคำสั่ง difu	72
รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะการพิจารณาข้อมูล 16 บิต ในรูปของค่าคงที่ 4 หลัก	

รูปที่ 4.21 แสดงการส่งผ่านข้อมูลด้านคำสั่ง MOV และ MVN ตามแลตเตอร์ไออะแกรม ในตารางที่ 4.15	75
รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะการบวกข้อมูลในรูปแบบของเลข BCD ด้วยคำสั่ง ADD ตาม แลตเตอร์ไออะแกรมในตารางที่ 4.17	77
รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะการลบข้อมูลในรูปแบบของเลข BCD ด้วยคำสั่ง SUB ตาม แลตเตอร์ไออะแกรมในตารางที่ 4.18	78
รูปที่ 4.24 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง STC จากแลตเตอร์ไออะแกรม	78
รูปที่ 4.25 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง CTC จากแลตเตอร์ไออะแกรม	79
รูปที่ 5.1 แสดงการขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยการมองจากแลตเตอร์ไออะแกรม	81
รูปที่ 5.2 ตัวอย่างของงานควบคุมที่สามารถใช้ PLC ได้	82
รูปที่ 5.3 แลตเตอร์ไออะแกรมสำหรับระบบควบคุมในรูปที่ 5.2	82
รูปที่ 5.4 การนำพรีอิกซิมิต์ไปใช้ในขบวนการผลิต	87
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างระบบควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับโกดัง	88
รูปที่ 5.6 แลตเตอร์ไออะแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 5.5	89
รูปที่ 5.7 ไออะแกรมเวลาการทำงานของสวิตช์ลำแสงในตัวอย่าง รูปที่ 5.5	89
รูปที่ 5.8 ตัวอย่างระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานส่งลำแสง	90
รูปที่ 5.9 แลตเตอร์ไออะแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 5.8	91
รูปที่ 6.1 กล่องที่ทำการออกแบบใช้กับชุดทดลอง	94
รูปที่ 6.2 วงจรของ power supply ขนาด 24V 5A	94
รูปที่ 6.3 วงจร A/D (analog to digital converter)	96
รูปที่ 6.4 วงจรที่ประกอบขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง	96
รูปที่ 6.5 แสดงวงจรของชุด photo sensor	97
รูปที่ 6.6 วงจรจริงที่สร้างขึ้นมา	98
รูปที่ 6.7 แสดงวงจรของชุดควบคุมภายในสเตปป์มอเตอร์	99
รูปที่ 6.8 แสดงรูปของสเตปป์มอเตอร์	100
รูปที่ 6.9 แสดง Ladder diagram ของการควบคุมชนิด one excitation	101
รูปที่ 6.10 แสดงไออะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสเตปป์มอเตอร์ชนิด one excitation	102
รูปที่ 6.11 แสดง Ladder diagram ของการควบคุมแบบ two excitation	102
รูปที่ 6.12 แสดงไออะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสเตปป์มอเตอร์ชนิด two excitation	102
รูปที่ 6.13 แสดง Ladder diagram ของการควบคุมแบบ one-two excitation	103
รูปที่ 6.14 แสดงไออะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสเตปป์มอเตอร์ชนิด one-two excitation	103
รูปที่ 6.17 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยรหัสสีบนเครื่องคอมพิวเตอร์	106
รูปที่ 6.18 แสดงโปรแกรม Ladder Support Software	108
รูปที่ 6.19 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยการเขียน Ladder diagram บนคอมพิวเตอร์	108

รูปที่ 6.20 การแปลง Ladder diagram เป็นภาษาบูลีน	109
รูปที่ 6.21 แสดงฟังก์ชันการทำงานพิเศษ	109
รูปที่ 6.22 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC ผ่าน RS 232	110



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิก	17
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อกำหนดต่างของ PLC แบบหนึ่ง	19
ตารางที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุตแบบตัวเอง	21
ตารางที่ 3.4 สัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุตแบบอนาล็อก	22
ตารางที่ 3.5 แสดงสัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุต	22
ตารางที่ 4.1 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์สำหรับรีเลย์ชนิดต่างๆ	32
ตารางที่ 4.2 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์ตั้งเวลาหรือตัวนับ	32
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงลักษณะหน้าสัมผัสที่ใช้ในแลตเตอร์ไดอะแกรม	34
ตารางที่ 4.4 คำสั่งพื้นฐานของ OMRON C-20	35
ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปคำสั่งพื้นฐานและคำสั่งประยุกต์ของ OMRON C-20	40
ตารางที่ 4.6 แสดงลำดับคีย์ที่ใช้ในตัวอย่างการโปรแกรม	43
ตารางที่ 4.7 แสดงการเขียนโปรแกรมวางแผนภาพรูปที่ 1 โดยใช้รีเลย์แบบหน่วย ความจำชั่วคราว	67
ตารางที่ 4.8 ชุดคำสั่งที่ได้จากการใช้คำสั่ง JL และ JLC ในรูปที่ 4.16	68
ตารางที่ 4.9 แสดงสถานะภาพของรีเลย์ที่ใช้กับคำสั่ง JL และ JLC เพื่อเส้นทาง วงจรมีสถานะภาพ off	69
ตารางที่ 4.10 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง CFT จากแลตเตอร์ไดอะแกรม	69
ตารางที่ 4.11 แสดงหมายเลขช่องที่สามารถใช้งานร่วมกับคำสั่ง SFT ได้	70
ตารางที่ 4.12 แสดงหมายเลขช่องตัวตั้งเวลา/ตัวนับและค่าคงที่ที่สามารถนำมาใช้ เป็น S1,S2 ในคำสั่ง CMP ได้	73
ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างการโปรแกรมด้วยคำสั่ง CMP	73
ตารางที่ 4.14 แสดงหมายเลขช่อง ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ และค่าคงที่ที่สามารถนำมาใช้ เป็น S และ D ในคำสั่ง MOV และ MVN ได้	74
ตารางที่ 4.15 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง MOV และ MVN จากแลตเตอร์ไดอะแกรม และลักษณะการส่งผ่านข้อมูลแสดงดังรูปที่ 11 (การส่งข้อมูลเป็นแบบ บิตต่อบิต)	75
ตารางที่ 4.16 แสดงค่าของ S1,S2 และ D ที่สามารถใช้กับคำสั่ง ADD ได้	76
ตารางที่ 4.17 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง ADD จากแลตเตอร์ไดอะแกรมและ ลักษณะการบวกในรูปแบบของเลข BCD แสดงดังในรูปที่ 4.22	76
ตารางที่ 4.18 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง SNB จากแลตเตอร์ไดอะแกรมและ ลักษณะการลบในรูปแบบของเลข BCD แสดงดังรูปที่ 4.23	77
ตารางที่ 5.1 แสดงตารางรหัสจากแลตเตอร์ไดอะแกรมในรูปที่ 5.2	83
ตารางที่ 5.2 แสดงการกำหนดค่าของอินพุท/เอาต์พุตรีเลย์ในตัวอย่างรูปที่ 5.5	88
ตารางที่ 5.3 แสดงการกำหนดค่าของอินพุท/เอาต์พุตรีเลย์ในตัวอย่างรูปที่ 5.8	90

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในการควบคุมกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท จะมีการควบคุมซึ่งควบคุมอยู่เสมอ เช่น การควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ คุมสายพานลำเลียง ระบบกำจัดน้ำเสีย การควบคุมแบบนี้มักจะใช้รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า ไทมเมอร์ เคาน์เตอร์ คอนแทคเตอร์ ลิมิต สวิตช์ปุ่มกด เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการนำมาประกอบเป็นวงจรในตู้ควบคุมและเป็นวิธีการแบบเดียวที่เราคุ้นเคยกันมาในอดีต แต่ปัจจุบันวิทยาการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอมพิวเตอร์เจริญขึ้นมาก ทำให้เกิดอุปกรณ์ชนิดใหม่ที่เรียกชื่อว่า PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS หรือที่เรียกย่อว่า “PLC” แนวความคิดของอุปกรณ์ควบคุมแบบนี้แตกต่างจากวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้าอย่างสิ้นเชิง ซึ่งถือว่าเป็นอุปกรณ์ชนิดใหม่ทางด้านการควบคุมอัตโนมัติจากฮาร์ดแวร์มาเป็นซอฟต์แวร์ ต่อไปการออกแบบวงจรควบคุมซึ่งควบคุมจะเร็วขึ้นอีก 10 เท่า การประกอบวงจรจะง่ายมากเพียงแค่ว่าโปรแกรมเข้าไปใน PLC นั้นเท่านั้น PLC จะจดจำวงจรและการทำงานตามวงจรได้โดยไม่ผิดพลาด PLC นั้นได้ถูกนำมาใช้งานจริงในทุกๆ ด้านของงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการการทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นเครื่องมือที่เกิดขึ้นมารวดเร็วในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม PLC คืออุปกรณ์ทาง SOLID STATE ที่ออกแบบมาเพื่อกระทำหน้าที่ในรูปแบบทางลอจิก (LOGIC) ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วย ELECTROMECHANICAL RELAY เป็นตัวตัดต่อวงจรทางด้าน OUTPUT PLC ส่วนมากจะออกแบบมาให้มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับคอมพิวเตอร์ PLC นั้นประกอบไปด้วยชิ้นส่วนทาง DIGITAL ลอจิก ซึ่งจะมีการตัดสินใจทางตรรกะแล้วส่งผลออกไปยัง OUTPUT PLC นี้จะใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตหรืออุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ สำหรับข้อดีของ PLC ที่เหนือกว่ารีเลย์ทั่วไปก็คือไม่ต้องมีการเดินสายไฟให้ยุ่งยากในกรณีการต่อวงจรใช้งานทั่วไป และการปรับเปลี่ยนระบบการทำงานใหม่ก็สามารถทำได้สะดวกกว่าเพียงแค่เปลี่ยนโปรแกรม ที่สำคัญกว่านั้นก็คือในงานด้านอุตสาหกรรมต้องการอุปกรณ์ที่ควบคุมได้ง่ายสะดวกและสมบูรณ์ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำงานลงได้ รวมทั้งมีความยุ่งยากน้อยลงตามมาด้วย การใช้งาน PLC นั้นได้ช่วยให้การเดินสายไฟจากรีเลย์โยงกันไปมาด้วยวิธีเดิมนั้นหมดไป ทำให้ขนาดของอุปกรณ์มีขนาดเล็กลงราคาถูกลงกว่าเมื่อเทียบกับการใช้รีเลย์แบบปกติมาต่อเป็นวงจรเอง ซึ่ง PLC นั้นใช้อุปกรณ์จำพวก SOLID STATE จึงทำให้มีความน่าเชื่อถือได้สูง ประหยัดพลังงานได้มากกว่า และสามารถขยายระบบออกไปได้อีก จึงทำให้มีการพัฒนาและปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ซึ่ง PLC นี้อาจเรียกว่าเป็นอุปกรณ์ควบคุมด้วยระบบ ELECTROMECHANICAL โครงการนี้จะอธิบายให้เห็นการว่า PLC ทำงานอย่างไร รายละเอียดการทำงานจริงและการติดตั้ง การโปรแกรม การบำรุงรักษาระบบ ซึ่งเราอาจจะไม่มีความรู้มาก่อนแต่สามารถศึกษาได้ โดยในหลายๆ ตัวอย่างได้แสดงให้เห็นการทำงานจริงโดยส่วนหนึ่งอาจศึกษาได้จากคู่มือของ PLC ที่มีติดมาให้ แต่ทางที่ดีที่สุดก็คือทำการศึกษาและทำความเข้าใจโดยการทดลองปฏิบัติกับ PLC จริงด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการทดลองโปรแกรมเบื้องต้น และทำการทดสอบดูการทำงานของ PLC

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาลักษณะการทำงาน โครงสร้าง ลักษณะพิเศษต่างๆที่มีอยู่ภายใน PLC รวมทั้งทำการทดสอบการทำงานด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรตามที่ออกแบบ ทำการทดสอบความไวในการรับสัญญาณอินพุตจากหน่วยอินพุตแบบแสง PHOTO SENSOR ทำการทดลองเพื่อควบคุมสเตปป์มอเตอร์ในแบบต่างๆ และทดลองดูการทำงานของ PLC เมื่อทำการควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- สร้างแท่นชุดทดลองสำหรับ PLC
- สร้างแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง DC 24 VOLT 5 AMP
- สร้างชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER)
- สร้างชุดตรวจจับด้วยแสง PHOTO SENSER
- สร้างชุดการทดสอบสำหรับ STEPPING MOTOR
- ใช้ SOFTWARE คอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของ PLC (LADDER SUPPORT SOFTWARE)

1.4 วิธีการดำเนินงาน

- ทำการสร้างชุดทดลองและชุดอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบ
- ทำการทดลองความไวในการรับสัญญาณอินพุตของ PLC
- ทำการทดลองการทำงานและควบคุมสเตปป์มอเตอร์แบบต่างๆ
- ทำการทดลองการรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อก
- ทำการทดลองควบคุมให้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้สร้างชุดอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาการทำงานของ PLC
- ได้ศึกษาการทำงานของ PLC และทดสอบคุณสมบัติความสามารถต่างๆ ของ PLC
- เรียนรู้การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมแบบซีควีนซ์เพื่อใช้ควบคุมเครื่องจักร
- ได้เรียนรู้ถึงวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้ PLC ทำงานตามที่ออกแบบ

ประวัติและการใช้ PLC

2.1 ประวัติและความเป็นมาของ PLC

PLC หรือ PROGRAMMABLE CONTROLLER เริ่มได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปีพ.ศ.2512 โดย HYDRAMATIC DIVISION บริษัท GENERAL MOTORS CORPORATION เพื่อใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าที่ใช้รีเลย์ ซึ่งติดตั้ง ดัดแปลงและแก้ไขลำบาก มาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์และใช้การเขียนโปรแกรมทำงานเองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายแบบเก่าเพื่อทำให้สะดวกขึ้น

ระยะแรก PLC ถูกใช้แทนวงจรรีเลย์ ในการควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF เท่านั้น หลังจากนั้นเนื่องจาก PLC มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่ารีเลย์ ทำให้ PLC เริ่มถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ มากขึ้น

การควบคุมแบบซีควেনซ์หรือแบบลำดับขั้นนั้นจะใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์หลัก และมักจะประสบปัญหาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงวงจรเพราะความยุ่งยากในการเดินสายไฟและขนาดพื้นที่ที่ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ มีจำกัดเมื่อความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้นจึงมีการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมแทนระบบเก่า ซึ่งได้เปรียบกว่าในเรื่องขนาด ราคา ความเชื่อถือได้ ความเร็วในการทำงาน และความปลอดภัยจากไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรควบคุม อย่างไรก็ตามการนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้แทนระบบเก่าซึ่งเป็นวงจรรีเลย์ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความยุ่งยากในการปรับปรุงและพัฒนาวงจรควบคุมได้ จนกระทั่งไม่กี่ปีมานี้ได้มีการพัฒนาระบบควบคุมที่ไม่ผูกติดกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) ขึ้นใช้สำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยทำงานตามคำสั่งที่ถูกกำหนดจากผู้ใช้ในลักษณะของโปรแกรม (PROGRAM) หรือชุดคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติมีความยืดหยุ่นต่อลักษณะการใช้งานสูงและสามารถทนสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขบวนการผลิตได้พอสมควร เช่น ความร้อน อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น การปรับปรุงแก้ไขการทำงานก็สามารถทำได้ง่าย เพียงแต่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรม และที่สำคัญใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR) เป็นหน่วยประมวลผลทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กแต่มีขีดความสามารถและความเร็วในการทำงานสูงกว่าระบบเดิมจนได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการควบคุมทางอุตสาหกรรมกันมากขึ้นตามลำดับ

เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมาถูกกำหนดการทำงานจากโปรแกรมที่ผู้ใช้ได้เขียนขึ้น จึงเรียกเครื่องควบคุมนี้ว่า **โปรแกรมเมเบิล คอนโทรลเลอร์** หรือ PLC (PROGRAMMABLE CONTROLLER) สามารถทำการวิเคราะห์สัญญาณได้ทั้งแบบดิจิทัลและอนาล็อก นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ควบคุมที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กลงไปอีก เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่มีการควบคุมไม่ซับซ้อนมากนัก โดยให้มีการวิเคราะห์ได้แต่สัญญาณดิจิทัลเพียงอย่างเดียว เรียกว่า **โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์** หรือ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ซึ่งจัดเป็น PLC ขนาดเล็กนั่นเอง แต่ก็สามารถใช้ได้ดีกับงานควบคุมทั่วไป และใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลเหมือนกัน ทำให้ทั้ง PLC และ PLC สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

2.2 การพัฒนา PC

ช่วงปี พ.ศ.2513 ถึง 2517 มีผู้นำไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSER) มาใช้ใน PC ทำให้ PC เริ่มมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น เช่น ผู้ใช้สามารถโปรแกรมและใช้งานสะดวกขึ้น สามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนย้ายข้อมูลและติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์

จอภาพ หรือ CRT (CATHODE RAY TUBE) ทำให้ผู้ใช้สามารถโปรแกรม PC โดยใช้สัญลักษณ์เรย์ที่คุ้นเคย แทนการโปรแกรมแบบเก่าที่คล้ายภาษาแอสเซมบลี (ASSEMBLY) ซึ่งยุ่งยาก

การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ PC ทำให้ PC มีความสามารถและขอบเขตการใช้งานกว้างขึ้น นอกจากใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF PC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์วัดและควบคุมที่มีค่าเป็นตัวเลขหรือสัญญาณอะนาล็อก (ANALOG SIGNAL) ทำให้การตรวจสอบและควบคุมเครื่องจักรดีขึ้น

ประมาณ ปี พ.ศ.2518 ถึง 2522 มีผู้นำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) และซอฟต์แวร์ (SOFTWARE) มาใช้ ทำให้ PC มีขีดความสามารถมากขึ้นเช่น มีหน่วยความจำ (MEMORY) เพิ่มขึ้น อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต (REMOTE INPUT/OUTPUT) การควบคุมแบบอะนาล็อก (ANALOG CONTROL) การควบคุมตำแหน่ง (POSITION CONTROL) พร้อมทั้งระบบการติดต่อระหว่าง PC กับผู้ใช้ก็ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น

หน่วยความจำที่มีขนาดเล็กลงและต้องการพลังงานน้อยทำให้ PC มีหน่วยความจำเพิ่มขึ้น สามารถเก็บโปรแกรมมากขึ้น มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ระบบควบคุมขนาดใหญ่ที่มี อินพุต/เอาต์พุต จำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในการเดินสาย ระหว่าง อินพุต/เอาต์พุต และ PC จะสูงมาก โดยเฉพาะเมื่อเครื่องจักรไกลจาก PC มาก อินพุต/เอาต์พุต แบบรีโมตจะลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย เนื่องจากสายที่ใช้ติดต่อระหว่าง PC กับหน่วยรีโมตจะมีเพียง 2 สาย และใช้วิธีมัลติเพล็กซ์ (MULTIPLEX) เพื่อติดต่อกับอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต แบบอะนาล็อก (ANALOG INPUT/OUTPUT) ทำให้ PC สามารถควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ทั้งแบบ ON/OFF และอะนาล็อก เช่น กระบวนการทำปฏิกิริยาเคมีแบบแบตช์ (CHEMICAL BATCH PROCESS)

การควบคุมตำแหน่งทำให้ PC ควบคุมการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่าง ๆ ได้ เช่น การควบคุมเครื่องกลึงเครื่องไส โดยการรับและนับ จำนวนสัญญาณพัลส์ (PULSE) ทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องจักร และส่งสัญญาณควบคุมลักษณะเดียวกัน ควบคุมมอเตอร์แบบสเตป (STEPPING MOTOR)

อุปกรณ์ติดต่อระหว่างผู้ใช้และ PC ได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ เช่น จอภาพ และเครื่องพิมพ์ ทำให้การป้อนโปรแกรมและการจัดพิมพ์รายงานต่าง ๆ ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในปี พ.ศ.2522 ระบบสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและความเร็วสูงได้ถูกพัฒนาขึ้นทำให้ PC สามารถติดต่อกับระบบ คอมพิวเตอร์ได้

ความก้าวหน้าทางด้านซอฟต์แวร์ทำให้ PC สามารถโปรแกรมโดยใช้คำสั่งภาษาอังกฤษมีลักษณะคล้ายภาษาพูดเช่นเดียวกับภาษาระดับสูง (HIGH LEVEL LANGUAGE) ของคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาดังกล่าวทำให้ PC ขนาดใหญ่ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก การควบคุมแบบอะนาล็อก และการควบคุมตำแหน่งรวมอยู่สามารถทดแทนมินิคอมพิวเตอร์ในงานควบคุมได้ทั้งหมด

2.3 PLC ในปัจจุบัน

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 เป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้โฉมหน้าของ PLC ตลอดจนลักษณะของการควบคุมการทำงาน เปลี่ยนแปลงไปทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์

2.3.1 การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์

1. PLC มีความเร็วสูงขึ้น โดยใช้บิตสไลซ์ไมโครโปรเซสเซอร์ (BIT SLICE MICROPROCESSOR)
2. PLC ขนาดเล็กราคาถูกลง หรือ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER) ที่ใช้แทนวงจรรีเลย์ ในการควบคุมแบบ ON/OFF โดยเฉพาะได้ถูกสร้างขึ้น
3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ความหนาแน่นสูงถูกสร้างขึ้นทำให้ PLC ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมากมีขนาดเล็กและราคาถูกลง
4. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ที่มีการตัดสินใจ (INTELLIGENT I/O) เช่น หน่วย PID (PROPORTIONAL INTEGRAL AND DERIVATIVE CONTROL) หน่วยสื่อสารแบบ ASCII (ASCII COMMUNICATION) ได้ถูกสร้างขึ้น ทำให้ขอบเขตการใช้งานของ PLC เพิ่มขึ้น
5. หน่วยเชื่อมต่อพิเศษ (SPECIAL INTERFACE) ถูกสร้างขึ้นเพื่อรับค่าตัวแปรต่าง ๆ จากภายนอก เช่น เทอร์โมคัปเปิล (THERMOCOUPLER) สเตรนเกจ (STRAIN GAUGE)
6. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต แยกเป็นอิสระจาก PLC ทำให้สามารถเลือกใช้ และขยายจำนวนของอินพุต/เอาต์พุต ได้ตามต้องการ
7. อุปกรณ์ร่วม (PERIPHERAL DEVICE) ต่าง ๆ ของ PLC มีประสิทธิภาพมากขึ้น

PLC ในปัจจุบันถูกสร้างขึ้นเป็นชุดตั้งแต่ PLC ขนาดเล็กราคาถูกใช้ในงานควบคุม ง่าย ๆ จนถึง PLC ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานควบคุมที่ซับซ้อน พร้อมอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เช่น PLC ของบริษัท TEXAS INSTRUMENTS ตระกูล 500 ซึ่งประกอบด้วย PLC ขนาดเล็ก มีขนาด อินพุต/เอาต์พุต 10 จุด จนถึง PLC ขนาดใหญ่ที่สามารถขยายจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตได้ถึง 8000 จุด PLC ทุกขนาดในตระกูลนี้ จะใช้อุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ เช่น หน่วยโปรแกรมและเครื่องพิมพ์ร่วมกัน

2.3.2 การพัฒนาด้านซอฟต์แวร์

1. ภาษาระดับสูง เช่น ภาษา BASIC และ PASCAL ถูกนำมาใช้เขียนโปรแกรมของ PLC เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการควบคุม
2. คำสั่งบล็อก (BLOCK INSTRUCTION) ถูกใช้ร่วมกับคำสั่งแลดเดอร์ (LADDER DIAGRAM INSTRUCTION) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเขียนโปรแกรม
3. PLC มีโปรแกรมตรวจสอบการทำงาน ของหน่วยประมวลผลกลาง หรือ CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT) อินพุต/เอาต์พุต ตลอดจนอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ ทำให้บำรุงรักษาง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์ ทั้งเลขจำนวนเต็ม เลขจริง และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชันทางสถิติ ตรีโกณมิติ ทำให้ PLC ใช้ในงานควบคุมและรวบรวมข้อมูลที่ซับซ้อนได้

5. การเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลของ PLC ทำพร้อมกันทั้งชุดในเวลาเดียวกัน ทำให้การทำงานของ PLC เร็วขึ้น

2.4 ข้อดีของ PLC เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเดิม

- มีความยืดหยุ่นและคล่องตัวต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมระดับสูง
- ติดตั้งและควบคุมการทำงานได้ง่าย
- มีขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
- การทำงานอาศัยโปรแกรมที่ป้อนจากผู้ใช้ จึงสามารถปรับปรุงและแก้ไขได้ง่าย
- หน่วยความจำที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้หลายแบบอาจจะเป็น RAM, ROM, PROM หรือ EPROM
- สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่อยู่ไกลๆได้ด้วยการควบคุมแบบรีโมต
- มี INPUT/OUTPUT RELAY, AUXILLARY RELAY และ TIMER/COUNTER ให้เรียกใช้เป็นจำนวนมาก และหน้าสัมผัสของรีเลย์แต่ละตัวสามารถเรียกใช้งานได้ไม่จำกัด
- ความเร็วในการทำงานสูง
- ทนต่อสภาพการใช้งานในหลายลักษณะ ดูแลรักษาทำได้ง่าย
- ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสกปรกของหน้าสัมผัส
- ความน่าเชื่อถือสูงเพราะเป็นคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบให้นำมาใช้งานเฉพาะด้าน
- เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมที่อาจจะมีการขยายหรือเพิ่มขบวนการผลิตเพราะสามารถติดตั้งและเพิ่มเติมจุดต่อ อินพุต/เอาต์พุต ได้อีกจำนวนมาก

2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ส่วนประกอบที่สำคัญของ PLC แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

1. หน่วยประมวลผล (CPU UNIT)
3. หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)
3. อุปกรณ์ต่อร่วม (PERIPHERAL DEVICES)

2.5.1 หน่วยประมวลผล (CPU UNIT)

หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยรับข้อมูลอินพุตเข้ามาทำการประมวลผลแล้วส่งผลที่ได้ออกไป จากนั้นก็จะวนกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีกแล้วจะทำซ้ำ ๆ ในลักษณะเช่นนี้ไปกันเรื่อย ๆ

การทำงานของ CPU จะอยู่ภายใต้การควบคุมของโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป โดยที่การทำงานในแต่ละรอบนี้เรียกว่า การสแกน (SCANNING) สำหรับเวลาของการสแกนขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำ

และความเร็วของหน่วยประมวลผล ช่วงเวลาของการสแกนจะทำให้ทราบถึงความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอินพุต/เอาต์พุต ว่ามีความรวดเร็วเพียงใด

2.5.2 หน่วยความจำ (MEMORY UNIT)

เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเพราะใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมและข้อมูล และขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถของระบบ ปกติมักจะมีขนาดวัดกันเป็นสแต็ปของคำสั่งในการโปรแกรมระบบที่ขนาดของหน่วยความจำมาก จะทำให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น เนื่องจาก PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ดังนั้นจึงต้องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บคำสั่งและข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เรียกใช้ในการประมวลผล โดยขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งที่กำหนดขีดความสามารถของระบบด้วย ซึ่งปกติแล้วการอ้างถึงคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมจะอ้างแอดเดรส (ADDRESS) โดยให้คำสั่งแรกเริ่มจากแอดเดรสที่ 0000 แล้วคำสั่งถัดไปจะอยู่ในแอดเดรสที่ต่อเนื่องกันบางบริษัทผู้ผลิต PLC จะบอกมาในคู่มือการใช้เครื่องด้วยว่าผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมได้ไม่เกินแอดเดรสที่เท่าไร

นอกจากนี้ PLC ยังให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้หลายชนิดอีกด้วย เช่น

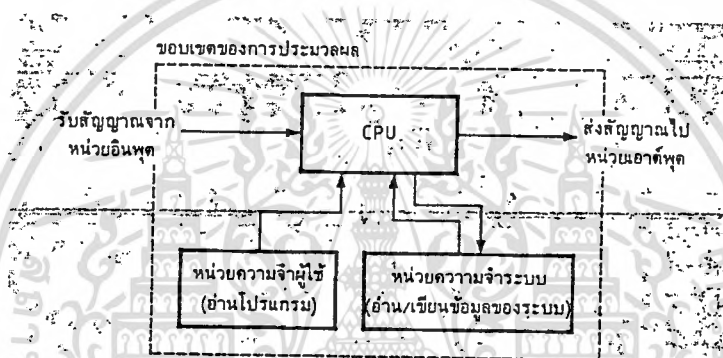
- **ROM (READ ONLY MEMORY)** เป็นหน่วยความจำที่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลภายในได้ แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ในขณะที่ไม่มีไฟเลี้ยง
- **RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)** เป็นหน่วยความจำที่แก้ไขข้อมูลได้ แต่ต้องใช้ไฟเลี้ยงเพื่อรักษาข้อมูลไว้หน่วยความจำ RAM เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมที่ป้อนโดยผู้ใช้ให้กับ PLC ทั้งนี้เพราะโปรแกรมควบคุมนี้อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้หน่วยความจำที่สามารถลบข้อมูลเดิมและนำโปรแกรมใหม่เข้าไปเก็บไว้ได้ในการใช้งานจริง ๆ แล้วต้องมีแหล่งจ่ายไฟสำรองต่อไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลสูญหายเมื่อไฟฟ้าดับ
- **PROM (PROGRAMMABLE READ ONLY MEMORY)** เป็น ROM ชนิดหนึ่งที่ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมลงได้ด้วยอุปกรณ์พิเศษ
- **EPROM (ERASABLE PROGRAMMABLE READ ONLY MEMORY)** เหมือน PROM แต่สามารถลบข้อมูลได้ ทั้งนี้สามารถศึกษาได้จากสเปกของ PLC แต่ละบริษัท หน่วยความจำ EPROM เป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมที่มีการพัฒนาจนใช้งานได้ดีให้เป็นการถาวร และในการอัปเดตโปรแกรมจะทำได้โดยถ่ายข้อมูลจากหน่วยความจำ RAM ส่งมาสู่หน่วยความจำ EPROM โดยอาศัยเครื่องอัปเดตโปรแกรมชนิดพิเศษ (EPROM WRITER) ต่อร่วมกับชุดของ PLC ซึ่งจะทำให้ได้โปรแกรมถาวรดังกล่าวในหน่วยความจำ EPROM นั้น และพร้อมที่จะนำมาติดตั้ง (INSTALL) ลงใน PLC เพื่อให้ PLC มีการทำงานตามโปรแกรมที่บรรจุ หน่วยความจำประเภทนี้โปรแกรมจะไม่มีโอกาสสูญหายเมื่อไฟฟ้าดับแต่ถ้ามีความจำเป็นที่จะลบโปรแกรมภายในก็สามารถทำได้โดยใช้เครื่องล้างโปรแกรม

โดยลักษณะการใช้งานของหน่วยความจำนั้น สามารถแบ่งหน่วยความจำได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำของระบบ (SYSTEM MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บระบบจัดการและข้อมูลต่างๆของระบบ
- หน่วยความจำของผู้ใช้ (USER MEMORY) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกชนิดของหน่วยความจำชนิดนี้ได้

ทั้งนี้ภายใน PLC อาจมี RAM ประกอบอยู่เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยความจำเพื่อเก็บสภาพของอินพุต เอาท์พุต รีเลย์ (RELAY) ตัวตั้งเวลา (TIMER) ตัวนับ (COUNTER) หรือข้อมูลอื่นๆ ของระบบที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า (UPDATE) ระหว่างการประมวลผลร่วมอยู่ด้วย ซึ่งโครงสร้างการใช้งานหน่วยความจำอย่างง่ายดังแสดงดังรูป



รูปที่ 2.1 แสดงการใช้งานหน่วยความจำของ PLC อย่างง่าย

2.6 โครงสร้างและการทำงานของ PLC

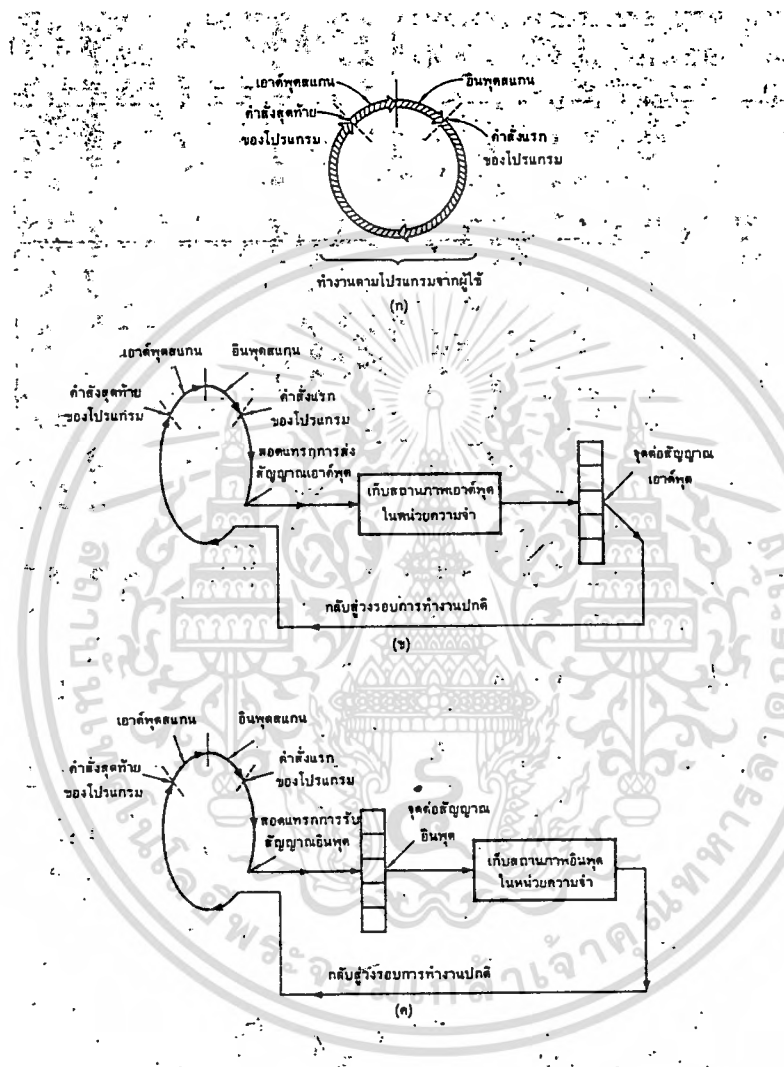
ถ้าพิจารณาโครงสร้างโดยทั่วไปแล้ว อาจกล่าวได้ว่า PLC นั้นประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญๆ อยู่ 4 ส่วน คือ

2.6.1 หน่วยประมวลผล (PROCESSOR UNIT OR CPU UNIT)

การประมวลผลของ PLC จะประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อน โดยสถานะภาพการทำงานของอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รับเข้ามาและผลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลเข้ามานั้นจะแสดงทางด้านเอาท์พุต การตรวจรับข้อมูลอินพุตจะเริ่มตรวจรับตั้งแต่อินพุตแรกจนถึงอินพุตสุดท้าย แล้วจึงกลับไปตรวจรับอินพุตแรกอีกกล่าวคือ ทำงานแบบวนรอบ (LOOP) หรือแบบทำซ้ำ (REPETITIVE) ซึ่งการทำงานในแต่ละรอบนี้เรียกว่า การสแกน (SCANNING) และการสแกนในแต่ละรอบหากมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตแล้ว ผลจากการสแกนก็จะถูกประมวลผลไปยังเอาท์พุตในทันที โดยทั่วไปแล้วการสแกนของ PLC ในรอบหนึ่งๆจะเร็วมากคือ ใช้เวลาเป็นมิลลิวินาทีหรือไมโครวินาที ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับขนาดของคำสั่งที่ป้อนเข้าและจำนวนคำสั่งที่สแกนในแต่ละรอบ



โปรแกรมด้วย เพราะในระหว่างการสแกนคำสั่งทุกคำสั่งในโปรแกรมจะถูกประมวลผลหมด ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้เวลาในการสแกนน้อยก็จะมีการวนรอบเพื่อตรวจรับอินพุตดีกว่าโปรแกรมที่ใช้เวลาในการสแกนมาก เป็นผลให้การตอบสนองต่อการควบคุมรวดเร็วกว่าด้วยซึ่งวงรอบของการสแกนและโครงสร้างของ CPU แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงวงรอบของการสแกน

2.7 อุปกรณ์ต่อร่วม (PERIPHERAL DEVICES)

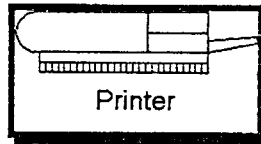
ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า PLC ถูกออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานสูง และมีโครงสร้างคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ PLC สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้มากมาย ดังในรูปที่ 1.3 ทั้งนี้ความสามารถในการเชื่อมต่อกันกับอุปกรณ์อื่นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิตและขนาดของเครื่อง PLC นั้น ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่มักจะออกแบบมาคล้ายๆกัน อุปกรณ์หลักๆที่ PLC สามารถติดต่อได้ ได้แก่

- หน่วยป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ

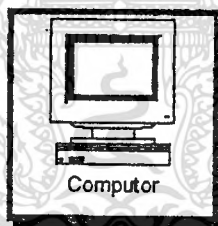
- เครื่องป้อนโปรแกรมผ่านจอภาพ (CRT PROGRAMMER)
- เครื่องพิมพ์ (PRINTER)

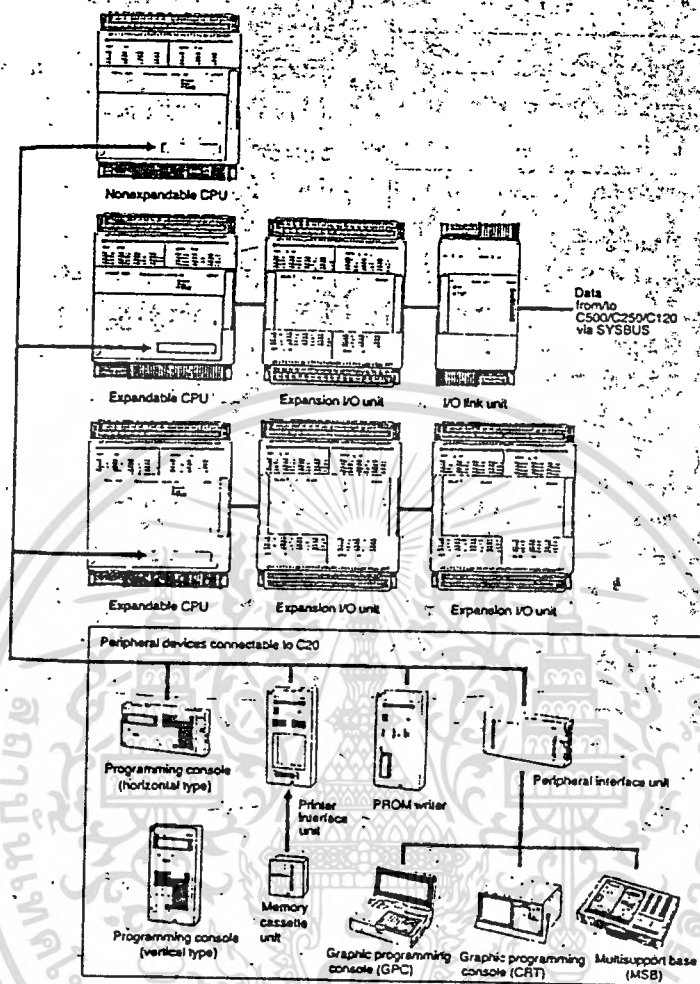


- เครื่องบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำ (MEMORY BURNER)
- จอภาพแสดงผล (TERMINAL MONITOR)



- หน่วยความจำแบบคาสเซตต์ (MEMORY CASSETTE UNIT)
- คอมพิวเตอร์ (COMPUTER)

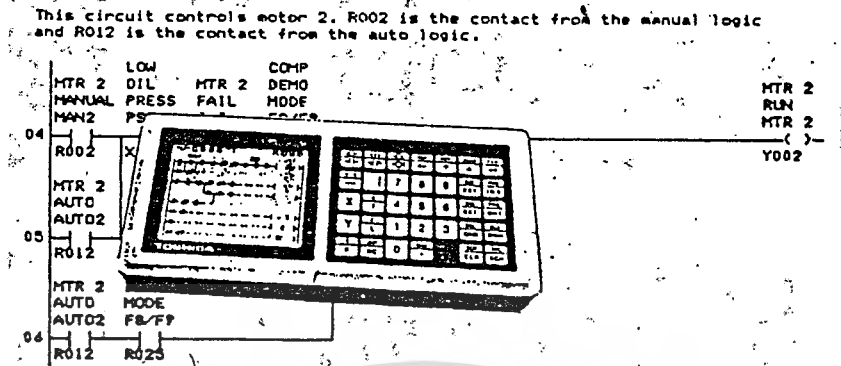




รูปที่ 2.3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ต่อรวม

การใช้งานทั่วไปนั้นมักจะใช้ PLC ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีทั้งฟังก์ชันที่ช่วยในการเขียนและตรวจสอบโปรแกรมมากมาย ประกอบกันโดยทั่วไปตามโรงงานหรือห้องควบคุมต่าง ๆ มักจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานอยู่แล้ว การใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อกับ PLC จึงกระทำได้สะดวก PLC ที่ติดตั้งใช้งานอยู่โดยทั่วไปนั้นจะประกอบด้วย ชุดของ CPU , หน่วยอินพุต/เอาต์พุต, และอาจจะมีหน่วยขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุต หรือหน่วยขยาย CPU รวมอยู่ด้วยซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดอาจถูกจัดให้อยู่ในกล่องเป็นชุดสำเร็จก็ได้ แต่ก็อาจจะไม่มีอุปกรณ์สำหรับการป้อนโปรแกรม เพราะอุปกรณ์เหล่านี้เมื่อป้อนโปรแกรมให้กับ CPU แล้วสามารถถอดไปใช้งานกับเครื่องอื่นได้ ปัจจุบันนี้ผู้ผลิต PLC หลายรายก็ได้ออกพัฒนาอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมให้สามารถแสดงแลตเตอร์ไดอะแกรม (LADDER DIAGRAM) บนหน้าจอด้วย เพื่อให้สามารถตรวจสอบการทำงานของ CPU และสถานะภาพของรีเลย์ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างของอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่สามารถแสดง LADDER ได้

2.8 ลักษณะโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมเป็นการเรียกใช้คำสั่งหรือฟังก์ชันที่ PLC แต่ละรุ่นได้สร้างไว้ บางครั้งเรียกคำสั่งแต่ละคำสั่งนี้ว่ารหัสนิมอนิก (MNEMONIC CODE) ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจะทำได้โดยการเขียนวงจรควบคุมขึ้นมาก่อน วงจรควบคุมนี้ประกอบไปด้วยหน้าสัมผัสของรีเลย์ ตัวรีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ หรืออุปกรณ์อื่นๆที่เครื่องแต่ละรุ่นรู้จัก การเขียนวงจรควบคุมนี้คล้ายกับการเขียนวงจรควบคุมแบบซีคอนซ์ทั่วไป แตกต่างก็เพียงสัญลักษณ์ที่ใช้เท่านั้น ดังนั้นจึงมีการเรียกววงจรควบคุมที่เขียนขึ้นมาใหม่สำหรับใช้โปรแกรมกับเครื่อง PLC นี้ว่าแลตเตอร์ไดอะแกรม การป้อนโปรแกรมให้กับ PLC นั้นเป็นการบอกให้ PLC รู้ว่าวงจรควบคุมของผู้ใช้มีลักษณะการต่อและควบคุมอย่างไร แล้วให้ PLC จำลองการทำงานตามแลตเตอร์ไดอะแกรมหรือวงจรควบคุมนั้นด้วยกระบวนการของ PLC เอง โดยการตรวจสอบเงื่อนไขและประมวลผลการทำงานผ่านทางหน่วยอินพุต/เอาต์พุต จะเห็นว่าเมื่อต้องมีการเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานก็สามารถทำได้โดยการแก้ไขตัวโปรแกรมเท่านั้น หรืออาจจะเดินสายใหม่เล็กน้อย ซึ่งทำได้ง่ายและใช้เวลาไม่นานนัก

ในปัจจุบัน PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สมบูรณ์แบบ สามารถใช้ในงานควบคุมทุกประเภท สามารถติดต่อกับ PLC หรือระบบควบคุมอื่น ๆ พร้อมทั้ง จัดทำรายงาน แผนการผลิต มีระบบตรวจสอบจุดบกพร่องของตัวเอง ทำให้ PLC ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรมทุกสาขา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ในอนาคต PLC จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ PLC ต่างระบบสามารถติดต่อและทำงานร่วมกันโดยใช้ระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง CPU และหน่วยความจำจะมีความเร็วสูงขึ้น การโปรแกรมจะใช้ภาษาระดับสูงที่คล้ายภาษาพูดมากขึ้น ต่อไป PLC จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบควบคุมโดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น หุ่นยนต์ (ROBOT) ระบบควบคุมเชิงเลข (NUMERICAL CONTROL) เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TROL)ระบบ CAD/CAM/CAE และระบบบริหารข้อมูล (MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM) เพื่อทำให้การผลิตต่าง ๆ ทุกขั้นตอนมีประสิทธิภาพสูงสุด



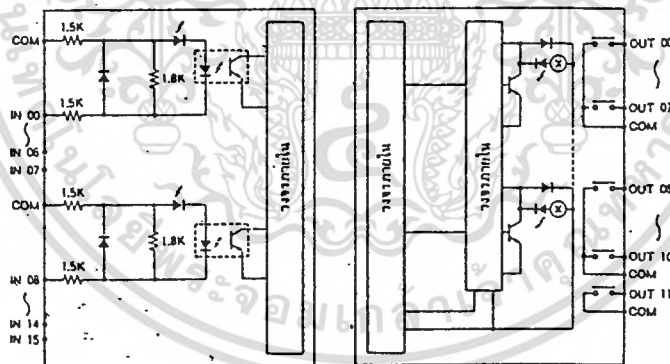
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

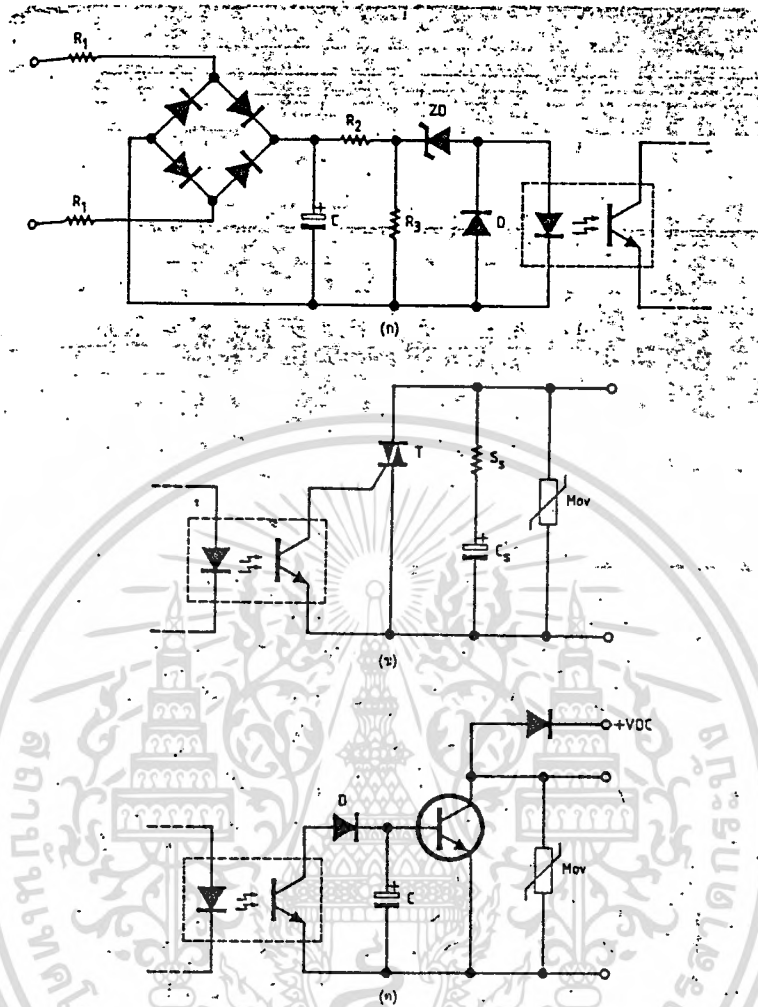
หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

3.1 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (INPUT/OUTPUT UNIT)

หน่วยอินพุตของ PLC ที่ใช้ติดต่อกับระบบควบคุมนั้น อาจเป็นได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล (สำหรับ PLC ติดต่อได้เฉพาะกับสัญญาณดิจิทัลเท่านั้น) ซึ่งในการใช้งานผู้ใช้งานต้องศึกษาถึงข้อกำหนดในการใช้งานของเครื่องอย่างละเอียด เช่นต้องการแรงดันอินพุตเท่าไร กระแสเอาต์พุตเท่าไร และข้อมูลอื่นๆควรมีค่าอยู่ในช่วงไหนที่ไม่สร้างความเสียหายกับอุปกรณ์ ดังตัวอย่างตารางที่ 3.1 เป็นข้อมูลการใช้งานของ PLC ยี่ห้อหนึ่ง หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอก รูปที่ 3.1 แสดงหน่วยอินพุต/เอาต์พุต PLC หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสถานะและค่าวัดจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น การ ON/OFF ของสวิตซ์ตำแหน่งเครื่องจักร ระดับของเหลว อุณหภูมิ ความดัน ระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าส่งต่อให้ PLC และ CPU จะใช้ค่าหรือสถานะจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุต เป็นข้อมูลในการประมวลผลตามโปรแกรมผู้ใช้ และส่งผลที่ได้ไปที่หน่วยเอาต์พุต เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊ม และวาล์ว



รูปที่ 3.1 แสดงหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC



รูปที่ 3.1.1 แสดงหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC (ต่อ)

3.2 คุณสมบัติของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

ผู้ใช้ PLC ควรทราบ วิธีการกำหนดคุณสมบัติของ PLC และหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของบริษัทผู้ผลิต ทั้งคุณสมบัติทางไฟฟ้าและการติดตั้ง และทำความเข้าใจกับรายละเอียดเหล่านี้ก่อนการใช้งานทุกครั้ง

3.2.1 คุณสมบัติทางไฟฟ้า

1. แรงดันอินพุต (INPUT VOLTAGE RATING) หมายถึง ระดับสัญญาณอินพุตที่หน่วยอินพุตใช้แยกความแตกต่างระหว่างสถานะ ON และสถานะ OFF ของอุปกรณ์ภายนอก สัญญาณอินพุตสามารถเปลี่ยนแปลงได้ประมาณ 10 % ถึง 15 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระแสอินพุท (INPUT CURRENT RATING) หมายถึง จำนวนกระแสไฟฟ้าหน่วยอินพุตต้องการจากอุปกรณ์อินพุท เมื่อมีสภาวะ ON และ OFF
3. ระดับเทรชโฮลด์ (INPUT THRESHOLD VOLTAGE) หมายถึง ช่วงการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันอินพุท ที่หน่วยอินพุทสามารถแยกความแตกต่างระหว่างสภาวะ ON กับสภาวะ OFF
4. ช่วงเวลาอินพุท (INPUT ADLAY) หมายถึง ช่วงเวลาที่หน่วยอินพุทรับสภาวะของอุปกรณ์อินพุท เช่น หน่วยอินพุทแบบ AC/DC มีช่วงเวลาอินพุทประมาณ 9 ถึง 25 ms และ 1 ถึง 3 ms สำหรับหน่วยอินพุทแบบ TTL
5. แรงดันเอาต์พุท (OUTPUT VOLTAGE RATING) หมายถึง ระดับสัญญาณไฟฟ้าของหน่วยเอาต์พุทเมื่อมีสภาวะ ON และ OFF แรงดันเอาต์พุทนี้อาจเปลี่ยนแปลงประมาณ 10 % เช่น หน่วยเอาต์พุทที่มีแรงดันเอาต์พุท 28 VDC จะส่งแรงดันไฟฟ้า 22 ถึง 56 VDC
6. กระแสเอาต์พุท (OUTPUT CURRENT RATING) หมายถึง จำนวนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่หน่วยเอาต์พุทสามารถจ่ายให้อุปกรณ์ภายนอก หรืออนุญาตให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อมีสภาวะ ON
7. กำลังเอาต์พุท (OUTPUT POWER RATING) หมายถึง ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่หน่วยเอาต์พุทจ่ายให้อุปกรณ์ภายนอก
8. อัตราการใช้กระแส (CURRENT REQUIREMENT) หมายถึงจำนวนกระแสไฟฟ้าที่หน่วยอินพุทและเอาต์พุทต้องการจากหน่วยจ่ายกำลังงาน
9. อัตราการทนกระแสสูงสุด (MAXIMUM SURGE CURRENT) หมายถึง จำนวนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่มีค่ามากกว่ากระแสเอาต์พุท และหน่วยเอาต์พุทสามารถจ่ายให้อุปกรณ์ภายนอกได้โดยไม่เกิดความเสียหายชั่วระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 A 1 SEC หมายถึง หน่วยเอาต์พุทสามารถจ่ายกระแสเอาต์พุทได้ 20 A เป็นเวลา 1 วินาที ก่อนที่หน่วยเอาต์พุทจะเสียหาย
10. กระแสรั่วซึม (OFF STATE LEAKAGE CURRENT) หมายถึง จำนวนกระแสไฟฟ้าที่รั่วจากหน่วยเอาต์พุทเมื่อมีสภาวะ OFF ปกติจะมีค่าประมาณ 2 หรือ 3 A ซึ่งกระแสไฟฟ้าจำนวนนี้อาจทำให้อุปกรณ์เอาต์พุทความไวสูงทำงานผิดพลาด
11. ช่วงเวลาเอาต์พุท ON (OUTPUT ON - DELAY) หมายถึง ช่วงเวลาที่หน่วยเอาต์พุทใช้ในการเปลี่ยนจากสภาวะ OFF เป็นสภาวะ ON
12. ช่วงเวลาเอาต์พุท OFF (OUTPUT OFF-DELAY) หมายถึง ช่วงเวลาที่หน่วยเอาต์พุทใช้ในการเปลี่ยนจากสภาวะ ON และ OFF
13. ช่วงแรงดัน/กระแสเอาต์พุท (OUTPUT VOLTAGE/CURRENT RANGE) หมายถึง ช่วงสัญญาณแรงดันหรือกระแสไฟฟ้าของหน่วยเอาต์พุทแบบอะนาล็อก เช่น 0 ถึง 10 VDC หรือ 2 ถึง 20 mADC
14. ช่วงแรงดัน/กระแสอินพุท (INPUT VOLTAGE/CURRENT RANGE) หมายถึงช่วงวัดแรงดันหรือกระแสไฟฟ้าของหน่วยอินพุทแบบอะนาล็อก
15. ความละเอียด (DIGITAL RESOLUTION) หมายถึง ความละเอียดหรือความแม่นยำในการแปลงสัญญาณของหน่วยอินพุท/เอาต์พุทแบบอะนาล็อก ซึ่งขึ้นกับจำนวนบิตของวงจร ADC และ DAC เช่น หน่วยอินพุท/เอาต์พุทแบบอะนาล็อกขนาด 8 บิต ที่มีช่วงสัญญาณ 0 ถึง 10 VDC จะมีความละเอียด 39.06 mV/บิต

16. ฟิวส์เอาต์พุต (OUTPUT FUSE RATING) หมายถึง ขนาดฟิวส์ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรของหน่วยเอาต์พุต

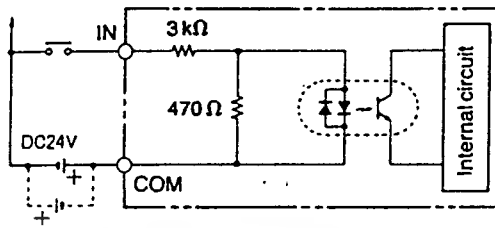
17. ความเป็นฉนวนไฟฟ้า (ELECTRICAL ISOLATION) หมายถึง ความต้านทานหรือเป็นฉนวนไฟฟ้าของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

ระยะแรก PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุต แบบสภาวะลอจิก (DISCRETE INPUT/OUTPUT) เพียงชนิดเดียว ทำให้ PLC ถูกใช้ในการควบคุมแบบ ON/OFF ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมทั้งหมดเท่านั้น ปัจจุบันหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข (NUMERICAL DATA INPUT/OUTPUT) ทำให้ขอบเขตการใช้ PLC ในการควบคุมกว้างขึ้น ทั้งการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการอุตสาหกรรม ซึ่งในรูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอก

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
สวิตช์ไฟฟ้า	ขดลวดรีเลย์
สวิตช์แสง	พัดลม
สวิตช์ลิมิต	หลอดไฟฟ้า
เซอร์กิตเบรกเกอร์	ลำโพง
สวิตช์ตรวจจับวัตถุ	วาล์ว
สวิตช์ระดับ	มอเตอร์
หน้าสัมผัสของรีเลย์	ขดลวดโซลินอยด์

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิก

โดยทั่วไปแล้วสัญญาณไฟฟ้าที่จะรับเข้าไปสู่วงจรภายใน ทั้งทางด้านอินพุต/เอาต์พุตจะไม่ต่อถึงกันโดยตรง แต่จะมีการปรับแรงดันให้มีค่าที่พอเหมาะก่อนแล้วส่งสัญญาณผ่านการเชื่อมโยงทางแสง (OPTIC COUPLING) เพื่อป้องกันผลจากแรงดันสูงและสัญญาณรบกวน ซึ่ง PLC แต่ละยี่ห้อจะมีลักษณะการเชื่อมต่อดังกล่าวคล้ายๆกัน ดังตัวอย่างวงจรในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อกับอินพุตด้วยการใช้ OPTO-COUPLE

การติดต่อระหว่างอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตกับ PLC บางครั้งอาจมีการใช้อุปกรณ์พวกเปลี่ยนสัญญาณ (SIGNAL CONVERTER) หรืออุปกรณ์รับ/ส่ง (TRANSMITTER) เพื่อปรับเปลี่ยนสัญญาณให้สามารถใช้ร่วมกับ PLC ได้เช่น แปลงสัญญาณจากแรงดันหรืออุณหภูมิให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ PLC สามารถเข้าใจได้ อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตรวจจับสัญญาณที่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับ PLC ได้แก่ สวิตช์ ลูกกลิ้ง สวิตช์ความดัน เทอร์โมสแตต ลิ้มิตสวิตช์ โฟลว์สวิตช์ สวิตช์แบบไม่ต้องสัมผัส สวิตช์ลำแสง ตัวตรวจจับสี ตัวตรวจจับวัตถุ ตัวตรวจจับบาร์โค้ด ตัวตรวจจับความสูงของชิ้นงาน ตัวตรวจจับความเร็วของการไหล หรือแม้แต่ตัวกำเนิดสัญญาณบางชนิดก็มีการนำมาใช้กับ PLC ในการควบคุม ด้วยเช่นกันข้อสังเกตอันหนึ่งก็คือ PLC ส่วนใหญ่นั้นจะมีอินพุต/เอาต์พุตที่ทำงานในลักษณะเปิด-ปิด (ON-OFF) โดยทั้งหน้าสัมผัสอินพุตและหน้าสัมผัสเอาต์พุตจะมีจุดร่วม (COMMON) ของหน้าสัมผัสร่วมกันนั่นเอง ดังรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าด้านหนึ่งของหน้าสัมผัสจะใช้ไฟเลี้ยงร่วมกัน ส่วนอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับอุปกรณ์แล้วกลับไปครบวงจรยังแหล่งกำเนิดไฟ จะเห็นว่าจุดต่ออินพุต/เอาต์พุตอาจใช้ไม่ครบทุกจุดหรือเลือกใช้เป็นบางจุดได้ สำหรับลักษณะของไฟเลี้ยงต้องศึกษาจากคู่มือใช้งานของ PLC แต่ละเครื่อง เช่น ข้อมูลในตารางที่ 3.2 บอกได้ว่าด้านอินพุตมีจุดต่อทั้งหมด 16 จุด แบ่งเป็น 8 จุดต่อ 1 จุดร่วม ด้านเอาต์พุตมีจุดต่อทั้งหมด 12 จุด แบ่งออกเป็น 8 จุดต่อ 1 จุดร่วม, 3 จุดต่อ 1 จุดร่วม และ 1 จุดต่อ 1 จุดร่วม ซึ่งแผนภาพการจัดวางจุดต่อแสดงดังรูปที่ 3.4

	DC input(NPN/PNP)	Contact output
Input voltage	DC 24V + 10%, - 15%	—
Input impedance	3k Ω	—
Input current	7mA TYP. (DC 24V)	—
ON-delay time	20ms max.	15ms max.
OFF-delay time	20ms max	15ms max.
Number of circuits	16 points (8 points/common)	12 points (8 points/common, 3 points/com- mon, and independent contact)
ON voltage	DC 16V max.	—
OFF voltage	DC 5V min.	—
Max. switching capacity	—	AC 250V/2A (p.f. = 1), DC 24V/2A*
Min. switching capacity	—	DC 5V 10mA*
Service life (Model G68 relays)	—	Electrical: 300,000 operations Mechanical: 50,000,000 operations

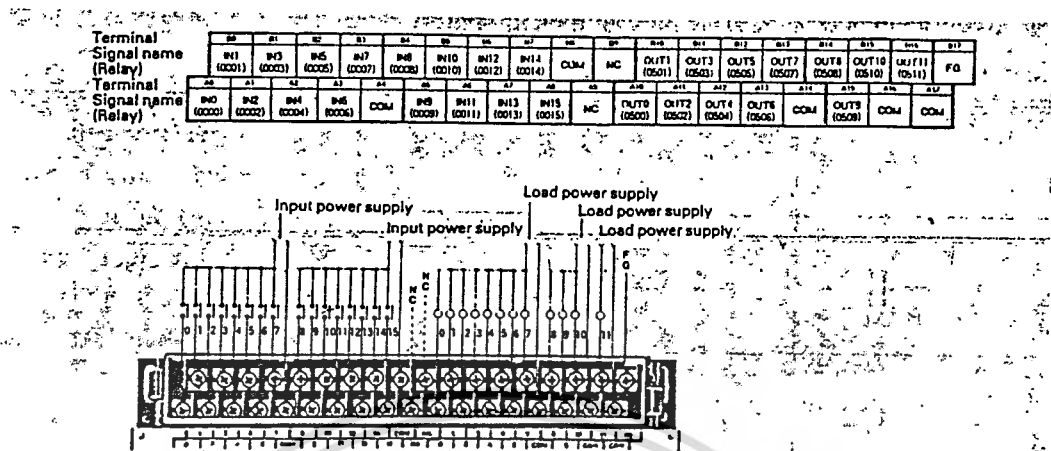
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อกำหนดต่างๆของ PLC แบบหนึ่ง



(a)

(b)

รูปที่ 3.3 แสดงการต่อวงจรภายนอกกับหน่วยอินพุตและเอาต์พุตของ PLC



และควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการอุตสาหกรรม ระบบควบคุมที่ใช้ PLC จึงครบวงจรทั้งการควบคุมแบบ ON/OFF และอะนาล็อก

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลขมี 2 ชนิด คือ แบบรหัสเลขฐานสอง และแบบอะนาล็อก หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรหัสเลขฐานสองทำงานคล้ายกับแบบสภาวะลอจิก แต่การรับและส่งข้อมูลทำได้พร้อมกันครั้งละหลายบิต ข้อมูลอาจอยู่ในรูป รหัส ASCII รหัส BCD หรือรหัส GRAY หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอะนาล็อกทำหน้าที่รับ และส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำให้ PLC สามารถติดต่อกับอุปกรณ์วัดและควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรม โดยตารางที่ 3.3 ได้แสดงตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบจำนวนเลขทั้ง 2 ชนิด

อุปกรณ์อินพุตแบบอนาล็อก	อุปกรณ์เอาต์พุตแบบอนาล็อก
เครื่องวัดอุณหภูมิ	วาล์วควบคุม
เครื่องวัดความดัน	เครื่องบันทึกสัญญาณ
สเตรนเกจ	ระบบเซอร์โว(SERVO)
เครื่องวัดความชื้น	มอเตอร์แบบต่างๆ
เครื่องวัดอัตราการไหล	
เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า	
อุปกรณ์อินพุตแบบเลขฐานสอง	อุปกรณ์เอาต์พุตแบบเลขฐานสอง
สวิตช์รหัส(THUMBWHEEL SWITCH)	ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน
เครื่องอ่านรหัสบาร์	จอภาพ
วงจรเข้ารหัส	

ตารางที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข

สัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข

สัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอะนาล็อกอาจมีทั้งค่าบวกและลบหรือค่าบวกหรือลบอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้ใช้สามารถปรับเลือกขนาดและชนิดของสัญญาณได้ โดยใช้วิธีทางซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ตามที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ตารางที่ 3.4 ได้แสดงระดับสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐานของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิก

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
4-20 mA DC	4-20 mA DC
0-1 VDC	10-50 mA DC
0-5 VDC	0-5 VDC
0-10 VDC	0-10 VDC
1-5 VDC	+/- 25 VDC
+/- 5 VDC	+/- 5 VDC
+/- 10 VDC	+/- 10 VDC

ตารางที่ 3.4 สัญญาณไฟฟ้าของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิก

สัญญาณไฟฟ้าที่อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิกใช้มีหลายค่า ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ สัญญาณมาตรฐานที่หน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้แสดงในตารางที่ 3.5

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
24 VAC/DC	12-28 VAC/DC
28 VAC/DC	120 VAC/DC
120 VAC/DC	220 VAC/DC
220 VAC/DC	หน้าสัมผัสรีเลย์
ระดับ TTL	ระดับ TTL

ตารางที่ 3.5 แสดงสัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุตแบบสภาวะลอจิก ทำหน้าที่รับค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายนอกและเปลี่ยนเป็นสภาวะทางลอจิกเพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำ ส่วนตารางอินพุตของ CPU บิตที่มีค่า "1" หมายถึงการ ON หรือปิดวงจรไฟฟ้า และบิตที่มีค่า "0" หมายถึง การ OFF เปิดวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์อินพุต หน่วยเอาต์พุตจะรับสภาวะลอจิกจากตารางเอาต์พุตของ CPU และเปลี่ยนเป็นค่าทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกอีกทีหนึ่ง บิตที่มีค่า "1" หมายถึงการ ON หรือการต่อวงจรไฟฟ้า และบิตที่มีค่า "0" หมายถึงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OFF หรือการตัดวงจรไฟฟ้าการเลือกใช้หน่วยอินพุท/เอาต์พุท ชนิดที่ถูกต้องและเหมาะสม จำเป็นเข้าใจคุณลักษณะ และการทำงานของหน่วยอินพุท/เอาต์พุทแต่ละชนิด

3.3 หน่วยอินพุท (INPUT UNIT)

หน่วยอินพุททำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอก ที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับต่าง ๆ แล้วแปลงชนิดของสัญญาณเข้าดังกล่าวไม่ว่าจะเป็น AC, DC ให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปให้แก่น์วประมวลผลกลาง ดังนั้นในการเลือกใช้ประเภทของอินพุทนั้นผู้ใช้ จะต้องเลือกให้เหมาะสม และถูกต้องตามประเภทของการใช้งานด้วยไม่เช่นนั้นอาจเกิดความเสียหายขึ้นได้

ปกติอินพุทที่ดีจะต้องมีหน้าที่ดังนี้

1. เปลี่ยนแปลงระดับของสัญญาณเข้าให้เป็นระดับสัญญาณที่เหมาะสมกับระบบ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างหน่วยอินพุทกับหน่วยประมวลผล จะติดต่อกันด้วยลำแสงโดยอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์ทั้งนี้เพื่อแยกสัญญาณ (ISOLATE) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้หน่วยประมวลผลได้รับความเสียหายเมื่อหน่วยอินพุทเกิดการลัดวงจร
3. ไม่มีการสั่นของหน้าสัมผัส (CONTACT CHATTERING)

หน่วยอินพุทแบบอะนาลอก

หน่วยอินพุทแบบอะนาลอกทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุทจากอุปกรณ์ภายนอก ปรับระดับให้เหมาะสม และใช้วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอก/ดิจิตอลหรือ ACD (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) เปลี่ยนสัญญาณอะนาลอกเป็นค่าทางดิจิตอลส่งให้ CPU วงจรส่วนแรกของหน่วยอินพุทคือ วงจรกันชนและวงจรกรองความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก วงจรกันชนทำหน้าที่เพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ด้านอินพุท (INPUT IMPEDANCE) ให้สูงขึ้นเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทที่มีอิมพีแดนซ์สูง สายส่งที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยอินพุทและอุปกรณ์ภายนอกควรมีสายโคแอกเชียลเพื่อป้องกันการรบกวนจากสนามไฟฟ้าและรักษาค่าอิมพีแดนซ์ให้คงที่

หน่วยอินพุทแบบสเตรนเกจ (STRAIN GAGE INPUT)

หน่วยอินพุทแบบสเตรนเกจทำหน้าที่วัดค่าความเครียด (STRAIN) จากสเตรนเกจ ซึ่งมีสัญญาณเอาต์พุทต่ำมาก หน่วยสเตรนเกจประกอบเป็นวงจรบริดจ์ (BRIDGE CIRCUIT) มีจุดประสงค์เพื่อใช้กับสเตรนเกจ จำนวน 2 หรือ 2 แผ่น การใช้หน่วยสเตรนเกจต้องมี หน่วยจ่ายกำลังงาน 10 VDC ก่อนการใช้ต้องมีการปรับศูนย์ (ZERO) และช่วงวัด (SPAN) ทุกครั้ง

หน่วยอินพุทแบบ AC/DC

หน่วยอินพุทแบบ AC/DC ทำหน้าที่ รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุท เปรียบเทียบระดับแรงดันไฟฟ้าและเปลี่ยนเป็นสถานะทางลอจิกส่งไปยัง CPU หน่วยอินพุทแบบ AC/DC ประกอบด้วย วงจรเร

คิตไฟร์ (RECTIFIER) วงจรกรองความถี่ (FILTER) วงจรตรวจจับ (DETECTOR) และวงจรตรรกะที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูล

วงจรเรกติไฟร์ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ AC หรือ DC เป็นระดับสัญญาณ DC วงจรกรองความถี่ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวน วงจรตรวจจับทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับสัญญาณเพื่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อินพุต และวงจรตรรกะทำหน้าที่ติดต่อกับ CPU ระหว่างวงจรตรรกะกับวงจรส่วนอื่นจะใช้การเชื่อมต่อแบบออปติค (OPTICAL COUPLING) เพื่อป้องกัน CPU จากการรบกวนของอุปกรณ์ภายนอก หน่วยอินพุตชนิดนี้ต้องใช้เวลาตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อินพุตประมาณ 9 ถึง 25 ms. เนื่องจากการทำงานของวงจรเรกติไฟร์และวงจรกรองความถี่ หน่วยอินพุตชนิดนี้จะมีสัญญาณไฟแจ้งสถานะของอุปกรณ์อินพุตให้ผู้ใช้ทราบ

หน่วยอินพุตแบบ TTL

หน่วยอินพุตแบบ TTL ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด TTL (TRANSISTOR TRANSISTOR LOGIC) หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้า 5 VDC หน่วยอินพุตชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีวงจรเรกติไฟร์และวงจรกรองความถี่ จึงทำงานได้เร็วกว่าหน่วยอินพุตแบบ AC/DC คือใช้เวลาเพียง 1 ถึง 3 ms.

หน่วยอินพุตแบบหน้าสัมผัส (CONTACT INPUT)

หน่วยอินพุตแบบหน้าสัมผัส ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์อินพุตที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าในตัว เช่น สวิตช์ไฟฟ้า และหน้าสัมผัสของรีเลย์ โดยหน่วยอินพุตชนิดนี้จะใช้แรงดันไฟฟ้า 12 หรือ 24 VDC จ่ายให้อุปกรณ์ภายนอก

หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ (REGISTER INPUT)

หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD และรหัส GRAY จากอุปกรณ์ภายนอก เช่น สวิตช์รหัส ส่งให้ CPU อุปกรณ์อินพุตมักใช้สัญญาณไฟฟ้าขนาด 5 VDC หรือระดับ TTL โดยสัญญาณไฟฟ้า 0 VDC หมายถึงสถานะลอจิก "0" และ 5 VDC หมายถึงสถานะลอจิก "1" การรับข้อมูลของหน่วยอินพุตจำนวนครั้งละ 16 หรือ 32 บิต

หน่วยอินพุตแบบเทอร์โมคัปเปิล (THERMOCOUPLE INPUT)

หน่วยอินพุตแบบเทอร์โมคัปเปิลทำหน้าที่ติดต่อกับ CPU เพื่อรับสัญญาณอินพุตจากเทอร์โมคัปเปิล ที่มีระดับสัญญาณต่ำมากเพียงประมาณ 50 mVDC เท่านั้น หน่วยอินพุตประกอบด้วย วงจรชดเชยอุณหภูมิ วงจรปรับและขยายสัญญาณให้เหมาะสม และวงจร ADC การใช้หน่วยอินพุตชนิดนี้ต้องทราบชนิดของเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ก่อนเสมอ เพราะเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิดมีคุณลักษณะต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยอินพุตความเร็วสูง (HIGH SPEED INPUT)

หน่วยอินพุตความเร็วสูง ทำหน้าที่ตรวจรับสัญญาณพัลส์ที่มีความเร็วสูงและช่วงกว้างสั้นมาก จนหน่วยอินพุตแบบสภาวะลอจิกตรวจสอบไม่ได้ หน่วยอินพุตชนิดนี้จะสอดแทรกการทำงานของ CPU ทันทีที่ตรวจพบสัญญาณพัลส์จากภายนอก สัญญาณพัลส์ที่มีขนาด 10 ถึง 22 VDC และมีความกว้างประมาณ 50 ถึง 100 SEC ซึ่งเร็วกว่าการสแกนตามปกติของ PLC มาก จะสามารถกระตุ้นให้หน่วยอินพุตชนิดนี้ทำงาน

3.4 หน่วยเอาต์พุต (OUTPUT UNIT)

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผล เพื่อนำค่าสภาวะเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก รีเลย์ โซลีนอยด์ หลอดไฟแสดงสภาวะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ ISOLATE สัญญาณของหน่วยประมวลผล ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติแล้วหน่วยเอาต์พุตมีความสามารถในการขับโหลดด้วยกระแสประมาณ 1 ถึง 3 แอมแปร์ ในกรณีที่โหลดต้องการกระแสมากกว่านี้ผู้ใช้จะต้องนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับ หรือขยายอีกทีหนึ่งเช่น รีเลย์ โซลิตัสเตทรีเลย์ และคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

เอาต์พุตของ PLC จะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ผู้ใช้ต้องพิจารณาเลือกใช้งานให้ถูกต้องเอาต์พุตที่ใช้กับไฟกระแสสลับ เอาต์พุตประเภทนี้จะมียูติลิตี้ 3 ชนิด คือ รีเลย์ และไทแร็ค สำหรับไทแร็คนั้นเป็นสารกึ่งตัวนำจะถูกเอามาใช้กับโหลดที่มีการเปิดปิดอยู่บ่อย ๆ เพื่อลดการ อาร์คเมื่อมีการตัดต่อวงจรไฟฟ้า

เอาต์พุตใช้กับไฟกระแสตรงเอาต์พุตประเภทนี้มีอยู่ 3 ชนิด ด้วยกันคือ ชนิด รีเลย์ และทรานซิสเตอร์ สำหรับชนิดทรานซิสเตอร์ ใช้งานที่มีการเปิดปิดอยู่บ้าง ๆ เช่นกัน ตลอดจนการนำไปขับโหลดที่เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบโอเพนคอลเลคเตอร์เป็นตัวขับ เป็นต้น

หน่วยเอาต์พุตแบบอะนาล็อก

หน่วยเอาต์พุตแบบอะนาล็อกทำหน้าที่รับข้อมูลจาก CPU เปลี่ยนเป็นระดับสัญญาณไฟฟ้าโดยใช้วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอล/อะนาล็อก หรือ DAC (DIGITAL TO ANALOG CONVERTER) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก หน่วยเอาต์พุตชนิดนี้ใช้การเชื่อมต่อแบบออฟติค เพื่อป้องกันการรบกวน CPU จากอุปกรณ์ภายนอก

หน่วยเอาต์พุตแบบ AC

หน่วยเอาต์พุตแบบ AC ทำหน้าที่ รับสภาวะการควบคุมจาก CPU เปลี่ยนเป็นระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุต หน่วยเอาต์พุตแบบ AC ประกอบด้วย วงจรตรรก ทำหน้าที่ติดต่อกับ CPU วงจรเชื่อมต่อแบบออฟติค สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONICS SWITCH) และวงจรกรองความถี่ โดยวงจรตรรกะรับสัญญาณควบคุมจาก CPU และควบคุมการทำงานของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้การเชื่อมต่อแบบออฟติค และวงจรกรองความถี่ทำหน้าที่ปรับแรงดันเอาต์พุตให้สม่ำเสมอ สวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยเอาต์พุตชนิดนี้มักใช้ ไทริแอด (TRIAC) หรือ SCR ซึ่งเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าโดยไม่เกิดประกายไฟเช่นมีสัญญาณไฟแจ้งสภาวะการ ON หรือ OFF ให้ผู้ใช้ทราบ

หน่วยเอาต์พุตแบบ DC

หน่วยเอาต์พุตแบบ DC ทำหน้าที่ ควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงลักษณะและการทำงานของวงจรคล้ายกับหน่วยเอาต์พุตแบบ AC แต่ใช้ทรานซิสเตอร์เปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแทนไทริแอด และ SCR

หน่วยเอาต์พุตแบบหน้าสัมผัส (CONTACT OUTPUT)

หน่วยเอาต์พุตแบบหน้าสัมผัส ทำหน้าที่แทนหน้าสัมผัสของรีเลย์ในการควบคุมอุปกรณ์ ที่มีแรงดันไฟฟ้าของตนเอง ลักษณะและการทำงานของวงจรคล้ายกับหน่วยเอาต์พุตแบบ AC และ DC แต่ใช้หน้าสัมผัสและรีเลย์เปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หน่วยเอาต์พุตชนิดนี้ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับก็ได้

หน่วยเอาต์พุตแบบ TTL

หน่วยเอาต์พุตแบบ TTL ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็น TTL หรือ อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้า 5 VDC หน่วยเอาต์พุตชนิดนี้มักต้องการหน่วยจ่ายกำลังงานขนาด 5 VDC จากภายนอก

หน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (REGISTER OUTPUT)

หน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD และ รหัส GRAY จาก CPU ส่งให้อุปกรณ์เอาต์พุต เช่น ตัวแสดงผลเจ็ดส่วน และจอภาพ สัญญาณไฟฟ้าของหน่วยเอาต์พุตมีขนาด 5 ถึง 30 VDC และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 0.5 แอมแปร์

3.5 หน่วยเชื่อมต่อแบบพิเศษ

PLC ส่วนใหญ่ใช้หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบสภาวะลอจิกและแบบตัวเลข ในการตรวจสอบ และควบคุมอุปกรณ์ภายนอก ทั้งเครื่องจักรและกระบวนการอุตสาหกรรม นอกจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุตทั้ง 2 ชนิด การควบคุมบางอย่างอาจต้องใช้หน่วยเชื่อมต่อพิเศษ เช่น หน่วยอินพุตที่ใช้กับสัญญาณระดับต่ำ หรือมีความเร็วสูงมาก ๆ หน่วยอินพุต/เอาต์พุตที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับงานควบคุมที่ต้องการใช้การตัดสินใจอิสระจาก PLC และทำงานร่วมกับ CPU ในลักษณะของระบบมัลติโปรเซสเซอร์ หน่วยเชื่อมต่อแบบพิเศษนี้มีใช้ใน PLC ขนาดกลางและขนาดใหญ่เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วย ASCII

หน่วย ASCII ทำหน้าที่ ติดต่อ รับส่งข้อมูลที่เป็นรหัส ASCII ระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ร่วมภายนอก เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ การรับและส่งข้อมูลมีหลายวิธี เช่น RS-232, RS-422 และลูกระแส (CURRENT LOOP) 20 mA DC ตัวอย่างของหน่วย ASCII ที่ใช้จัดทำรายงานต่าง ๆ หน่วย ASCII มี 2 ประเภท คือชนิดที่ใช้ และไม่ใช่ไมโครโปรเซสเซอร์

ถ้าหน่วย ASCII ไม่มีไมโครโปรเซสเซอร์ประกอบอยู่ การรับส่งข้อมูลต้องใช้ CPU จัดการทั้งหมด หน่วย ASCII ต้องสอดแทรกการทำงานของ CPU ในการรับส่งข้อมูลทุกตัวอักษรหรือเกือบตลอดเวลา การรับส่งข้อมูลจึงช้ามาก ถ้าการสแกนของ CPU ช้ากว่าอัตราการรับส่งข้อมูล จะมีข้อมูลบางส่วนสูญหายไป

หน่วย ASCII ที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ จะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บและพักข้อมูลชั่วคราว หน่วย ASCII จะสอดแทรกการทำงานของ CPU เมื่อการรับและส่งข้อมูลเรียบร้อย และรับส่งข้อมูลทั้งหมดกับ CPU ในคราวเดียว การรับส่งข้อมูลจึงเร็วกว่าแบบแรก การรับส่งข้อมูลของหน่วย ASCII ผู้ใช้สามารถกำหนดอัตราการส่ง จำนวนบิตข้อมูลและบิตสิ้นสุด และบิตพาริตี โดยใช้วิธีทางฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ตามที่บริษัทผู้ผลิตหน่วย ASCII กำหนด

หน่วยเชื่อมต่อมอเตอร์แบบสเตป (STEPPER MOTOR INTERFACE)

หน่วยเชื่อมชนิดนี้ ทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์แบบสเตป โดยรับคำสั่งจาก CPU ซึ่งประกอบด้วย การควบคุม ระยะการหมุน ความเร็ว และความเร่งเชิงมุม การควบคุมมอเตอร์แบบสเตปจะใช้จำนวนสัญญาณพัลส์กำหนดระยะการหมุน ความถี่กำหนดความเร็ว และการเปลี่ยนแปลงความถี่กำหนดความเร่งและความหน่วงของมอเตอร์ เมื่อหน่วยเชื่อมต่อรับคำสั่งจาก CPU จะปฏิบัติคำสั่งจนเสร็จเรียบร้อยจึงรับคำสั่งต่อไปมาปฏิบัติ ขณะที่หน่วยเชื่อมต่อรับคำสั่งใหม่มาปฏิบัติจะลบข้อมูลที่เกิดจากการปฏิบัติคำสั่งเดิมออกทั้งหมด เพื่อให้การควบคุมเริ่มต้นใหม่ทุกครั้ง หน่วยเชื่อมต่อจะใช้สัญญาณพัลส์ความถี่ 1 ถึง 60 kHz ควบคุมมอเตอร์แบบสเตป และใช้หน่วยจ่ายกำลังงานจากภายนอกในการขับเคลื่อนมอเตอร์

หน่วยเชื่อมต่อเซอร์โว (SERVO INTERFACE)

หน่วยเชื่อมต่อเซอร์โวใช้ในการควบคุมระบบคลัตช์และเกียร์ หรือตำแหน่งเครื่องจักร ระบบเชื่อมต่อชนิดนี้ทำให้การควบคุมมีความเร็วและความแม่นยำสูง สามารถใช้ PLC แทนคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรเชิงเลข หรือ CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROL) โดยเสียค่าใช้จ่ายเพียง 1 ใน 3 เท่านั้น

หน่วยเชื่อมต่อเซอร์โวแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบตำแหน่งโดยเปรียบเทียบสัญญาณคลื่นรูปไซน์ (SINE WAVE) 2 สัญญาณ คือ สัญญาณอ้างอิงที่ถูกส่งออกจากหน่วยเชื่อมต่อ และสัญญาณที่ถูกป้อนกลับจากอุปกรณ์ภายนอก ถ้าตำแหน่งยังไม่ถูกต้องสัญญาณทั้งสองจะมีความต่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟส (PHASE) ซึ่งทำให้มีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น หน่วยเชื่อมต่อจะใช้แรงดันไฟฟ้านี้ในการควบคุมระบบเซอร์โวอีกทีหนึ่ง

หน่วยเชื่อมต่อแบบเซอร์โวประกอบด้วย วงจร DAC วงจรดิจิไทซ์ (DIGITIZING REFERENCE) และ วงจรเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ (MICROPROCESSOR DIGITIZING INTERFACE) วงจรดิจิไทซ์ ทำหน้าที่สร้างสัญญาณคลื่นรูปไซน์ 2 สัญญาณที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา สัญญาณแรกเป็นสัญญาณอ้างอิงแสดงตำแหน่งควบคุมที่ต้องการ สัญญาณที่สองถูกป้อนให้อุปกรณ์ภายนอกเพื่อหาตำแหน่งของเซอร์โวในขณะนั้น ความต่างเฟสของสัญญาณทั้งสองจะถูกหน่วยเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจสอบ และส่งผลให้วงจร DAC ในรูปของสัญญาณพัลส์ วงจร DAC จะรับสัญญาณพัลส์เปลี่ยนเป็นค่าทางดิจิตอล และสัญญาณอะนาลอกเพื่อควบคุมระบบเซอร์โวตามลำดับ และจะมีการสร้างสัญญาณคลื่นรูปไซน์ 2 สัญญาณของวงจรดิจิไทซ์ ซึ่งต่างเฟสกัน 90 องศา และมีความถี่ 2 kHz ที่แสดงความต่างเฟสสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณป้อนกลับที่หน่วยเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ได้รับ

หน่วยเชื่อมต่อ FDM (FEEDRATE MOTOR) และ DCM (DC MOTOR)

หน่วยเชื่อมต่อ FDM และ DCM ทำหน้าที่ ควบคุมระบบเซอร์โว หน่วย FDM จะส่งสัญญาณพัลส์แจ้งตำแหน่งเซอร์โวให้หน่วย DCM โดย จำนวนพัลส์แสดงตำแหน่ง ความถี่แสดงความเร็ว และอัตราการเปลี่ยนแปลงความถี่แสดงอัตราเร่งเซอร์โวในขณะนั้น หน่วย DCM จะเปรียบเทียบกับตำแหน่งของเซอร์โวกับจุดที่ต้องการและส่งสัญญาณควบคุมผ่านวงจร DAC เพื่อขับเคลื่อนเซอร์โวไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการ การทำงานของหน่วย FDM และ DCM จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นผู้จัดการ

หน่วย APM (AXIS POSITIONING MODULE)

หน่วย APM ทำหน้าที่ ควบคุมระบบเซอร์โวให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตอนที่ต้องการโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุม หน่วย APM ทำงานอิสระจาก CPU มีช่วงเวลาสแกน 2.32 ms การควบคุมตำแหน่งมีความแม่นยำสูง ระยะทาง 1200 ฟุต จะผิดพลาดไม่เกิน 0.001 นิ้ว และความเร็ว 10 นิ้ว/วินาที จะผิดพลาดไม่เกิน 0.0001 นิ้ว/วินาที สามารถทำการควบคุมแบบซีควเन्ซ์ (SEQUENCE CONTROL) ได้สูงสุด 10 ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะเก็บรายละเอียดได้ 50 รายการ

หน่วย PID

หน่วย PID ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมแบบ PID ในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมอุณหภูมิเตาเผา ระดับและความดันของหม้อน้ำ อัตราการไหลของก๊าซ โดยหน่วย PID จะตรวจสอบค่าตัวแปรกระบวนการ หรือ PV (SET POINT) นำผลการเปรียบเทียบมาประมวลผลหาสัญญาณควบคุมหรือ CV (CONTROL VARIABLE) เพื่อควบคุมกระบวนการโดยใช่วงจร DAC ผลการทำงานของหน่วย PID จะทำให้ตัวแปรกระบวนการมีค่าเท่ากับเป้าหมายที่ต้องการ หน่วย PID ทำงานโดยใช้หลักการ

$$CV = K_p E + K_i * E * dt + K_d * dE/dt$$

$$E = PV - SP$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย

- Kp = อัตราขยายของเครื่องควบคุม (PROPORTIONAL GAIN)
- Ki = ค่าคงที่ในการอินทิเกรต (INTEGRAL GAIN) และ
- Kd = ค่าคงที่ในการหาอนุพันธ์ (DERIVATIVE GAIN)

การติดต่อระหว่างหน่วย PID กับ CPU ประกอบด้วย การรับค่าเป้าหมาย และพารามิเตอร์ในการควบคุมจาก CPU และส่งผลการควบคุม คือ ตัวแปรกระบวนการ และความคลาดเคลื่อนในการควบคุม ขณะนั้นให้ PLCU

หน่วยประมวลข้อมูล (DATA PROCESSING MODULE)

หน่วยประมวลข้อมูล ทำหน้าที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบและเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยรับคำสั่งจาก CPU อีกที่หนึ่งเพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผลของ PLC อีกที่หนึ่ง เพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผลของ PLC ให้มากขึ้น หน่วยประมวลข้อมูลมีใช้ใน PLC ขนาดใหญ่เท่านั้น

หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย (NETWORK INTERFACE MODULE)

หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ทำหน้าที่เชื่อมต่อ PLC เข้ากับระบบโครงข่าย ทำให้ PLC สามารถติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ PLC ต่างระบบคอมพิวเตอร์ ระบบควบคุมอื่น และอุปกรณ์ร่วมภายนอก เช่น จอภาพ และเครื่องพิมพ์ การรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC โดยใช้หน่วยเชื่อมต่อโครงข่ายจะมีความเร็วสูงมาก

หน่วยเชื่อมต่อแบบวงจรมับและเข้ารหัส

หน่วยเชื่อมต่อแบบวงจรมับและเข้ารหัสทำหน้าที่เป็นวงจรมับความเร็วสูงการทำงานอิสระจาก CPU วงจรมับจะทำการนับทันทีที่ได้รับสัญญาณพัลส์จากภายนอกหน่วยเชื่อมต่อชนิดนี้ใช้ตรวจนับจำนวนสินค้าและตรวจสอบตำแหน่งเครื่องจักร วงจรมับจะติดต่อรับคำสั่งเริ่มต้น หยุด และยกเลิกการทำงาน ค่าเริ่มต้นและค่าสุดท้ายในการนับจาก CPU ขณะที่วงจรมับทำงานจะส่งผลการนับให้วงจรเข้ารหัสเปลี่ยนค่าเป็น รหัส BCD หรือรหัส GRAY ส่งไปยัง CPU ทุกช่วงการสแกน เมื่อนับได้จำนวนที่ต้องการหน่วยเชื่อมต่อจะส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ภายนอกและแจ้งให้ CPU ทราบ ความเร็วในการนับตั้งแต่ 100 Hz ถึง 50 kHz การเชื่อมต่องจรนับและเข้ารหัสนี้หน่วยเชื่อมต่อต้องใช้หน่วยจ่ายกำลังงานจากภายนอก หน่วยเชื่อมต่อรับสัญญาณอินพุตขนาด 28 VDC และใช้สัญญาณเอาต์พุตขนาด 22 VDC หรือระดับ TTL ถ้าการเชื่อมต่อมีระยะเกินกว่า 50 ฟุต ต้องใช้สายส่งแบบโคแอกเชียลเพื่อป้องกันการรบกวนจากสนามไฟฟ้า

คำสั่งต่าง ๆ และการเริ่มใช้ PLC

ในปัจจุบัน PLC เป็นอุปกรณ์ในงานควบคุมรุ่นเล็กที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มีให้เห็นกันอยู่มากมายหลายยี่ห้อ และหนึ่งใน PLC ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายนั้นคือ PLC ของ OMRON ตระกูล SYSMAC C-XX (XX หมายถึง หมายเลขของรุ่น เช่น C-20, C-40 เป็นต้น) ซึ่งในที่นี้จะแนะนำให้รู้จักกับ PLC OMRON SYSMAC C-20 ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย และจะเป็นพื้นฐานในการใช้ PLC รุ่นที่สูงกว่า เช่น C-28, C-40 ได้ไม่ยากนัก จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับ PLC ในตระกูล C-SERIES นี้

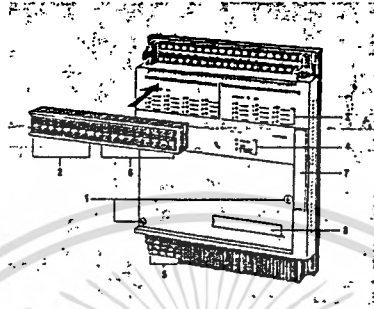
เนื่องจาก C-20 เป็น PLC รุ่นเล็กจึงมีราคาไม่สูงนัก แต่ก็มีข้อดีอยู่หลายประการคือ สะดวกในการติดตั้งและมีความคล่องตัวในการใช้งานทางอุตสาหกรรมเพราะใช้งานง่าย บำรุงรักษาง่าย ทั้งนี้รายละเอียดการใช้อุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ (PERIPHERAL DEVICES) กับ PLC ได้เคยอธิบายไว้ในเนื้อหาก่อนหน้านี้แล้ว แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการใช้อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE) กับเครื่อง PLC เป็นสำคัญ

4.1 ลักษณะทั่วไปของ OMRON C-20

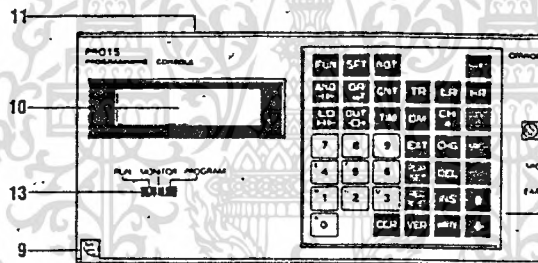
C-20 แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ชุดใหญ่ ๆ คือ ชุดทำงานพื้นฐาน (BASIC UNIT) หรือ CPU และชุดขยายขีดความสามารถ (EXPANDABLE UNIT) โดยชุดทำงานพื้นฐานประกอบด้วย จุดต่ออินพุต 16 จุด จุดต่อเอาต์พุต 12 จุด รีเลย์สนับสนุนการทำงานภายใน ซึ่งไม่มีจุดต่อเอาต์พุต (INTERNAL AUXILIARY RELAY) อีก 136 ตัว (136 หมายเลข) ความจุของโปรแกรมสูงสุดถึง 140 จุด ทั้งนี้ C-20 สามารถใช้หน่วยความจำ (MEMORY) เป็น RAM หรือ EPROM ได้เช่นเดียวกับ PLC ทั่ว ๆ ไปซึ่งลักษณะทั่วไปของ PLC OMRON C-20 กับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม OMRON C-20 กับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม OMRON PRO-15 ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ ซึ่งหมายเลขต่าง ๆ ในรูปมีหน้าที่ดังนี้

1. ยึดฝาครอบกับตัวเครื่องสำหรับการเซตและบำรุงรักษาเครื่อง
2. จุดต่ออินพุต
3. ไฟแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์อินพุต-เอาต์พุต
4. ไฟแสดงสถานะของไฟฟ้าแหล่งจ่ายกระแสโหมดการทำงานข้อผิดพลาดและการเตือน (POWER, RUN, ERROR/ALARM)
5. จุดต่อไฟฟ้าสำหรับใช้ในการทำงานของเครื่อง
6. จุดต่อเอาต์พุต
7. ช่องสำหรับต่อชุดขยายขีดความสามารถ (EXPANSION I/O UNITS)
8. ช่องสำหรับการใช้อุปกรณ์ต่อร่วม เช่น อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม เป็นต้น
9. สำหรับยึดอุปกรณ์ป้อนโปรแกรมกับ CPU หรือชุดทำงานพื้นฐาน
10. จอแสดงการโปรแกรมและตรวจสอบการทำงานของเครื่อง

11. ที่ปรับความสว่างของจอแสดงผล
12. แป้นกด (KEY PAD) แบ่งออกเป็นกลุ่มสี่ 4 สี ตามลักษณะหน้าที่
13. สวิตช์เลือกโหมดการทำงานของ CPU ซึ่งมีทั้งหมด 3 โหมด คือ RUN, MONITOR และ PROGRAM
14. ช่องเสียบแฉีกสำหรับเครื่องบันทึกเทปคาสเซต



รูปที่ 4.1 ชุดทำงานพื้นฐานหรือ CPU ของเครื่อง C-20



รูปที่ 4.2 อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับเครื่อง C-20

หมายเลขรีเลย์ของ C-20

ดังที่ได้เคยอธิบายไว้ในตอนที่แล้วว่า PLC นั้นมีการอ้างถึงรีเลย์ต่าง ๆ ด้วยหมายเลขประจำรีเลย์ (RELAY NUMBER) ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมสามารถเรียกใช้หน้าสัมผัส (CONTACT) ของรีเลย์แต่ละหมายเลขได้ไม่จำกัดจำนวนตั้งนั้นก่อนที่จะเริ่มเขียนโปรแกรมผู้เขียนโปรแกรมควรศึกษาการกำหนดหมายเลขรีเลย์ของ PLC แต่ละรุ่นให้ดีเสียก่อน สำหรับ OMRON C-20 ได้กำหนดหมายเลขสำหรับรีเลย์และตัวตั้งเวลา/ตัวนับ ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

Name	No. of points	Relay number									
Input relay	80	0000 to 0415									
		00CH		01CH		02CH		03CH		04CH	
		00	08	00	08	00	08	00	08	00	08
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09
		02	10	02	10	02	10	02	10	02	10
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15
Output relay	80	0500 to 0915									
		05CH		06CH		07CH		08CH		09CH	
		00	08	00	08	00	08	00	08	00	08
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09
		02	10	02	10	02	10	02	10	02	10
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15
Internal auxiliary relay	136	1000 to 1807									
		10CH		11CH		12CH		13CH		14CH	
		00	08	00	08	00	08	00	08	00	08
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09
		02	10	02	10	02	10	02	10	02	10
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15
		15CH		16CH		17CH		18CH			
		00	08	00	08	00	08	00			
		01	09	01	09	01	09	01			
		02	10	02	10	02	10	02			
		03	11	03	11	03	11	03			
		04	12	04	12	04	12	04			
		05	13	05	13	05	13	05			
		06	14	06	14	06	14	06			
		07	15	07	15	07	15	07			
		Holding relay (retentive relay)	160	1900 to 2415							
00CH				01CH		02CH		03CH		04CH	
00	08			00	08	00	08	00	08	00	08
01	09			01	09	01	09	01	09	01	09
02	10			02	10	02	10	02	10	02	10
03	11			03	11	03	11	03	11	03	11
04	12			04	12	04	12	04	12	04	12
05	13			05	13	05	13	05	13	05	13
06	14			06	14	06	14	06	14	06	14
07	15			07	15	07	15	07	15	07	15
		05CH		06CH		07CH		08CH		09CH	
		00	08	00	08	00	08	00	08	00	08
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09
		02	10	02	10	02	10	02	10	02	10
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15

ตารางที่ 4.1 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์สำหรับรีเลย์ชนิดต่าง ๆ

Name	No. of points	Timer/counter number							
Timer/counter	48	TIM/CNT00 to 47							
		00	08	16	24	32	40		
		01	09	17	25	33	41		
		02	10	18	26	34	42		
		03	11	19	27	35	43		
		04	12	20	28	36	44		
		05	13	21	29	37	45		
		06	14	22	30	38	46		
		07	15	23	31	39	47		

ตารางที่ 4.2 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์ตั้งเวลาหรือตัวนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 รายละเอียดของอุปกรณ์

4.2.1 อินพุตรีเลย์ (INPUT RELAY)

ปกติ PLC ที่ไม่มีการต่อชุดขยายขีดความสามารถจะมีอินพุตรีเลย์ 16 จุด คือ หมายเลข 0000-0015 หรือ 1 ช่อง (CHANNEL) หมายถึง รีเลย์ที่มีหมายเลขสองหลักแรกเหมือนกัน ซึ่งการอ้างถึงรีเลย์ 1 ช่อง ในที่นี้จะหมายถึงรีเลย์ทั้ง 16 หมายเลขที่มีหมายเลข 2 หลักแรกเหมือนกัน

จุดต่ออินพุตสามารถต่อขยายเพิ่มได้ถึง 80 จุด คือ 0000-0415 หรือ 5 ช่อง ตั้งแต่ช่องที่ 00 (00CH) ถึงช่องที่ 04 (04CH)

4.2.2 เอาต์พุตรีเลย์ (OUTPUT RELAY)

เอาต์พุตรีเลย์มีลักษณะการจัดรีเลย์ออกเป็นช่อง ๆ เช่นเดียวกับอินพุตรีเลย์ แต่ใน 1 ช่องของเอาต์พุตรีเลย์จะสามารถเรียกใช้รีเลย์ได้เพียง 12 หมายเลขเท่านั้นคือ 0500-0511 เพราะรีเลย์อีก 4 หมายเลข (0512-0515) จะถูกใช้เป็นรีเลย์ช่วยสนับสนุนการทำงานของ CPU ดังนั้น C-20 ที่ไม่มีการชุดขยายขีดความสามารถจึงมีจุดต่อเอาต์พุตที่สามารถต่อขยายจำนวนจุดต่อได้เช่นกันโดยสามารถเพิ่มจำนวนจุดต่อได้เช่นกันโดยสามารถเพิ่มจำนวนจุดต่อได้ทั้งหมดเป็น 60 จุด

รีเลย์สนับสนุนการทำงานภายใน (HOLDING/AUXILIARY RELAY)

เป็นรีเลย์สำหรับเรียกใช้ในวงจรควบคุม โดยไม่มีจุดต่อเอาต์พุตออกมาภายนอก มีทั้งหมด 136 หมายเลข คือ 1000-1807 (ช่องที่ 10-ช่องที่ 18)

รีเลย์รักษาสถานะ (HOLDING/RETENTIVE RELAY)

เป็นรีเลย์เก็บสถานะข้อมูล (data) ของรีเลย์ในช่องที่ 00- ช่องที่ 09 และยังคงรักษาสถานภาพของข้อมูลไว้ ถึงแม้ไฟฟ้าจะดับหรือขัดข้องก็ตาม มีจำนวนทั้งหมด 160 หมายเลข คือ HR0000-HR0915

ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ (TIMER/COUNTER)

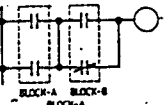
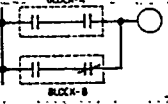
มีทั้งหมด 47 หมายเลข ซึ่งแต่ละหมายเลขอาจใช้เป็นตัวตั้งเวลาหรือตัวนับก็ได้ ต้องเรียกใช้เป็นหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง ห้ามเรียกใช้เป็นตัวตั้งเวลาและตัวนับพร้อมกัน การอ้างถึงตัวตั้งเวลาจะอ้างเป็น TIM 00, TIM 01 เป็นต้น และเมื่ออ้างถึงตัวนับจะอ้างเป็น CONT 00, CNT 01 เป็นต้น

คำสั่งพื้นฐานของ C-20

โดยปกติแล้วการโปรแกรมให้กับเครื่อง PLC มักจะโปรแกรมจากแลตเตอร์ไดอะแกรม (LADDER DIAGRAM) ซึ่งลักษณะของโปรแกรมจะประกอบด้วยคำสั่งหลาย ๆ คำสั่ง บางครั้งก็เรียกคำสั่งว่าเป็นรหัส นีมอนิก (MNEMONIC CODE) สำหรับแลตเตอร์ไดอะแกรมนั้นหน้าสัมผัสที่ใช้ในแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก (LOGIC LINE) อาจเป็นไปได้ 4 ลักษณะ ดังตารางที่ 4.3

อุปกรณ์ที่ใช้	หน้าสัมผัสปกติเปิด	หน้าสัมผัสปกติปิด
รีเลย์		
ตัวตั้งเวลา		

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงลักษณะหน้าสัมผัสที่ใช้ในแลตเตอร์ไดอะแกรม

คำสั่ง (INSTRUCTION)	รูปแบบหรือสัญลักษณ์	หน้าที่ (FUNCTION)
LOAD (LD)		เป็นคำสั่งที่กำหนดหน้าสัมผัสเป็นหน้าสัมผัส แรก ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก หรือบล็อกคำสั่ง
OUTPUT (OUT)		ส่งผลการทำงานไปยังเอาต์พุตรีเลย์
AND (AND)		เป็นคำสั่งที่นำสถานะลอจิกของหน้าสัมผัส ที่ กำหนดมากระทำลอจิก AND กับหน้าสัมผัส
OR (OR)		เป็นคำสั่งที่นำสถานะลอจิกของหน้าสัมผัส ที่ กำหนดมากระทำลอจิก OR กับหน้าสัมผัสอื่นในเส้นทางวงจรลอจิก ที่ขนานกัน
LOAD~NOT (LD~NOT)		ทำงานเหมือนคำสั่ง AND แต่หน้าสัมผัสที่ใช้ เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC)
OR~NOT (OR~NOT)		ทำงานเหมือนคำสั่ง OR แต่หน้าสัมผัสที่ใช้เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC)
AND~LOAD (AND~LD)		เชื่อมต่อ 2 บล็อก (บล็อก A บล็อก B) ใน ลักษณะอนุกรมกัน
OR~LOAD (OR~LD)		เชื่อมต่อ 2 บล็อก (บล็อก A บล็อก B) ใน ลักษณะขนานกัน
TIMER (TIM)		ทำงานเหมือนตัวหน่วงเวลามีความละเอียด 0.1 วินาที

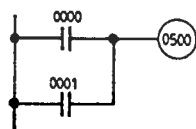
คำสั่ง (INSTRUCTION)	รูปแบบหรือสัญลักษณ์	หน้าที่ (FUNCTION)
COUNTER (CNT)		ทำงานเหมือนตัวนับถอยหลัง
LATCHING RELAY (KEEP) (FUN 11)		รีเลย์จะทำงานเมื่อมีการSETและจะเลิกทำงานเมื่อสั่ง RESET ลักษณะเดียวกับ RS FLIP-FLOP
HIGH SPEED TIMER (FUN 15)		ทำงานเหมือน TIMER แต่มีความละเอียดเป็น 0.01 วินาที
END (FUN 01)		เป็นคำสั่งสำหรับการสิ้นสุดของโปรแกรมทุกครั้งที่ยื่นโปรแกรมจะต้องจบด้วย คำสั่ง END เสมอ

ตารางที่ 4.4 คำสั่งพื้นฐานของ OMRON C-20

คำสั่งที่ใช้ใน C-20 มี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ คำสั่งพื้นฐาน (BASIC INSTRUCTION) ซึ่งคำสั่งในกลุ่มที่ 2 นี้จะอ้างโดยใช้หมายเลขฟังก์ชัน (FUNCTION NUMBER) สำหรับตารางที่ 4.4 เป็นคำสั่งพื้นฐานในการโปรแกรมของ C-20 ที่พบและใช้งานบ่อย

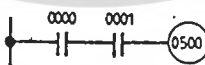
4.3 วิธีการโปรแกรมด้วยคำสั่งต่าง ๆ

ปกติแล้วการเขียนโปรแกรมจะเริ่มจากแอดเดรส 0000 เสมอและเมื่อนำคำสั่งมาเขียนเรียงกันเป็นลำดับเป็นตารางจะเรียกตารางนี้ว่า ตารางรหัส (CODING CHART)



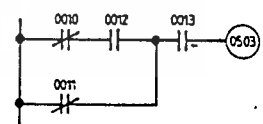
CODING CHART คำสั่ง OR

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR	0001
0002	OUT	0500



CODING CHART คำสั่ง AND

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND	0001
0002	OUT	0500



CODING CHART คำสั่ง OR - NOT

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD NOT	0010
0001	AND	0012
0002	OR	0011
0003	AND	0013
0004	OUT	0503

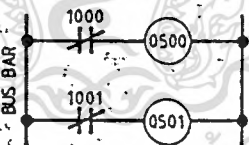
4.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม

จำนวนหน้าสัมผัสของรีเลย์ต่าง ๆ รวมทั้งตัวตั้งเวลาหรือตัวนับ ใช้ได้ไม่จำกัดจำนวน อย่างไรก็ตาม การเขียนโปรแกรมที่ดี ควรใช้จำนวนหน้าสัมผัสน้อยที่สุด เพื่อให้การสแกนของโปรแกรมใช้เวลา น้อยที่สุดด้วย

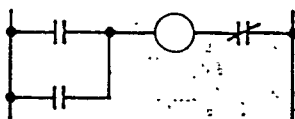
- การตรวจสอบการทำงานในแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก จะเริ่มจากซ้ายไปขวา
- จำนวนหน้าสัมผัสในวงจรอนุกรม (AND) และวงจรขนาน (OR) สามารถใช้ได้ไม่จำกัดจำนวน และความยาว
- ไนวงจรไม่ควรต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์ (BUS BAR) หรือแหล่งจ่ายไฟโดยตรง (ดูรูปที่ 4.3) แต่ถ้าจำเป็นก็ให้ใช้หน้าสัมผัสปกติปิด (NC) ของรีเลย์สนับสนุนภายในที่ไม่ได้ใช้งานต่อไว้ด้วย ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 แสดงการต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์โดยตรงซึ่งไม่เป็นการสมควร

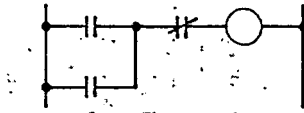


รูปที่ 4.4 การต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์ผ่านหน้าสัมผัสปกติปิดของรีเลย์สนับสนุนภายในที่ไม่ได้ใช้งาน

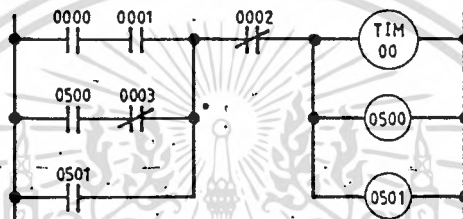


รูปที่ 4.5 วงจรที่มีสัมผัสอยู่หลังเอาต์พุตรีเลย์ (วิธีที่ผิด)

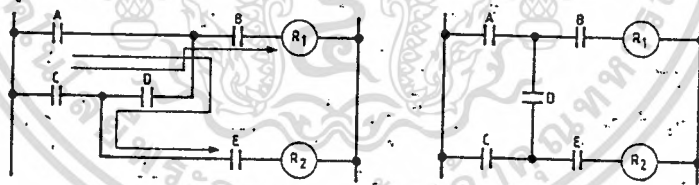
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของ บริษัท ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ หากฝ่าฝืนจะมีความผิดตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง



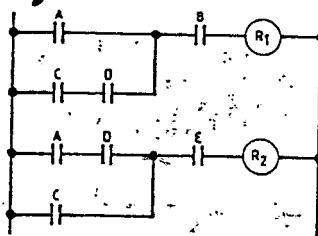
รูปที่ 4.6 วงจรซึ่งย้ายหน้าสัมผัสมาไว้หน้าเอาต์พุตรีเลย์ (วิธีที่ถูก)



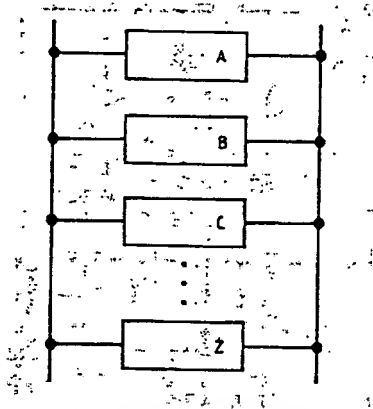
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรที่มีการต่อเอาต์พุตรีเลย์ขนานกัน



รูปที่ 4.8 วงจรที่ไม่สามารถทำการโปรแกรมโดยตรงได้



รูปที่ 4.9 รูปวงจรที่ได้จากการจัดรูปวงจรในรูปที่ 4.8 ใหม่



รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมที่ประกอบด้วยบล็อกหลาย ๆ บล็อก

- ในวงจรห้ามมีหน้าสัมผัสอยู่หลังเอาต์พุตรีเลย์อย่างรูปที่ 4.5 ควรย้ายหน้าสัมผัสมาอยู่หน้าเอาต์พุตรีเลย์ ดังรูปที่ 4.6
- การต่อเอาต์พุตรีเลย์สามารถต่อขนานกันได้ ดังรูปที่ 4.7
- เอาต์พุตรีเลย์ ตัวนับ ตัวตั้งเวลาและแลทชิ่งรีเลย์ห้ามใช้ซ้ำกันในวงจรหนึ่ง ๆ
- สำหรับวงจรที่มีการทำงานที่ซับซ้อนและไม่สามารถเขียนโปรแกรมโดยตรงได้ ให้เขียนวงจรใหม่โดยจัดรูปให้สามารถโปรแกรมได้ เช่น การจัดรูปวงจรที่ 4.8 ใหม่ เป็นวงจรดังรูปที่ 4.9
- ในแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก ถ้าประกอบกันขึ้นเป็นบล็อก ๆ ที่ประกอบด้วยหน้าสัมผัสต่อจากับสบาร์ ไปจนถึงเอาต์พุตรีเลย์ ดังรูปที่ 4.10 ในการเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมเริ่มจากบล็อกใดก่อน ก็ได้แต่ก็ควรพิจารณาถึงผลของเวลาที่ใช้ในการทำงานด้วย เช่น
- สำหรับบางคำสั่งต้องมีการป้อนโปรแกรมตามลำดับ เช่น CNT,TIMH,KEEP เป็นต้น ต้องเขียนโปรแกรมเรียงตามลำดับของสัญญาณแต่ละคำสั่ง (ดูตัวอย่างวิธีการป้อนโปรแกรมด้วยคำสั่งต่าง ๆ จากที่ผ่านมา)

อย่างไรก็ดีที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงการใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่งที่ OMRON C-20 กำหนดไว้ ซึ่งในที่นี้เป็นเพียงตัวอย่างการใช้คำสั่งพื้นฐานเท่านั้น สำหรับคำสั่งทั้งหมดที่ C-20 รู้จัก แสดงไว้ในตารางที่

FUN No.	Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
11	LATCHING RELAY			Relay No. [S1] [S2]	Latching relay operation	Relay No. Input/output relay 0000 to 0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relay HR000 to 015
13	DIFFERENTIAL UP			Relay No. [S1] [S2]	Causes a specified relay to operate for one scan time at the leading edge of the result of a logical arithmetic operation.	
14	DIFFERENTIAL DOWN			Relay No. [S1] [S2]	Causes a specified relay to operate for one scan time at the trailing edge of the result of a logical arithmetic operation.	
15	HIGH-SPEED TIMER			Timer No. [S1] [S2] Set value	Performs a high-speed on-delay (down type) timer operation. Set time: 00.00 to 99.99 sec	Timer/counters 00 to 47 Set value Constant # 0000 to 9999
20	COMPARE			S1 S2	Compares a channel data or a 4-digit constant against another channel data. $S_1 \leq S_2$	Input/output relays 00CH to 00CH Internal auxiliary relays 10CH to 18CH Holding relay HR0 to 9
21	MOVE			S D	Transfers a channel data or a 4-digit constant (16 bit) to a specified channel. $S \rightarrow D$	Timers TIM00 to 47 Counter CNT00 to 47 Constant # 0000 to FFFF
22	MOVE NOT			S D	Inserts a channel data or a 4-digit constant and transfers it to a specified channel. $S \rightarrow D$	Output relay 00 to 00CH Internal auxiliary relay 10 to 17CH Holding relay HR0 to 8CH
30	ADD			S1 S2 D	Performs BCD addition of a channel data or a 4-digit constant to a specified channel. $S_1 + S_2 + [CY] \rightarrow D$ [CY]	Input/output relay 00 to 18CH Holding relay HR0 to 9CH TIMER/CNT00 to 47 Constant # 0000 to 9999
31	SUBTRACT			S1 S2 D	Performs BCD subtraction of a channel data or a 4-digit constant from a specified channel data. $S_1 - S_2 - [CY] \rightarrow D$ [CY]	Output relay 00 to 00CH Internal auxiliary relay 10 to 17CH Holding relay HR0 to 8CH
40	SET CARRY (ISC)			1 [CY]	Sets the carry (CY) to "1". $1 \rightarrow [CY]$	
41	CLEAR CARRY (ICL)			0 [CY]	Clears the carry (CY) to "0". $0 \rightarrow [CY]$	

Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
LOAD			Relay No. [S1] [S2]	Logical start operation	Relay No. Input/output relays 0000 to 0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relays HR000 to 015
LOAD NOT			Relay No. [S1] [S2]	Logical NOT start operation	Timers TIM00 to 47 Counter CNT00 to 47 Temporary memory relays TR0 to 7
AND			Relay No. [S1] [S2]	Logical AND operation	
AND NOT			Relay No. [S1] [S2]	Logical AND NOT operation	
OR			Relay No. [S1] [S2]	Logical OR operation	
OR NOT			Relay No. [S1] [S2]	Logical OR NOT operation	
AND LOAD			Relay No. [S1] [S2]	Logical AND operation with the previous condition	
OR LOAD			Relay No. [S1] [S2]	Logical OR operation with the previous condition	
OUT			Relay No. [S1] [S2]	Outputs the result of a logical operation to the specified output relay, internal auxiliary relay, latching relay, or shift register.	Relay No. Output relay 0000-0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relays HR000 to 015 Temporary memory relays TR0 to 7
TIMER			Timer No. [S1] [S2] Set value	ON-delay timer operation Set time: 0 to 999.99 sec	Timers/counters 00 to 47 Set value Constant # 0000 to 9999
COUNTER			Counter No. [S1] [S2] Set count value	Down counter operation Set value: 0 to 9999	

FUN No.	Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
00	NO FUNCTION				Use this instruction when an instruction is not used. This instruction is also used for the adjustment of scan time.	
01	END				End of a program	
02	INTER-LOCK				Causes all the relay coils between this instruction and the ILC instruction to be reset or to reset according to the ILC instruction before the instruction.	
03	INTER-LOCK CLEAR				Clears the ILC instruction.	
10	SHIFT REGISTER			Start CH No. [S1] [S2] End CH No. [S1] [S2]	Shift register operation 15 0 15 0 End CH Start CH Start CH → IN	Channel Number Output relay 100 to 00CH Internal relay 10 to 17CH Holding relay 10 to 0CH Start CH → END CH Start and end channel can be same channel.

ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปคำสั่งพื้นฐานและคำสั่งประยุกต์ของ OMRON C-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ขั้นตอนพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม

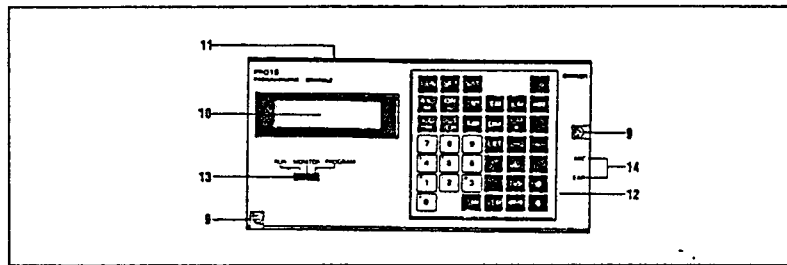
- พิจารณาระบบควบคุมต้องควบคุมอุปกรณ์อะไร อย่างไรบ้าง และมีลำดับก่อน-หลังอย่างไร
- กำหนดอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตด้วยหมายเลขรีเลย์
- เขียนวงจรแลตเตอร์ไดอะแกรมโดยจัดลำดับความสัมพันธ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ซึ่งในการออกแบบต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้ด้วย คือ
 - 1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันระบบ อาจมีการส่งสัญญาณอินพุตให้ CPU เพื่อแก้ไขและป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้
 - 2) อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวรับรู้การทำงานของระบบ มักจะใช้งานโดยให้มีการส่งสัญญาณกลับมาที่ CPU เสมอ
 - 3) อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานคืออุปกรณ์ใด เช่น สวิตช์ปิด/เปิด หรือ สวิตช์ปุ่มกด อาจจะเป็นตัวเริ่มทำงานของระบบควบคุม เป็นต้น
 - 4) อุปกรณ์ควบคุมวงจรไฟฟ้ากำลัง ซึ่งถูกควบคุมการทำงานด้วย PLC อาจใช้รีเลย์แมกคา นิกเป็นตัวควบคุม เป็นต้น
- เขียนโปรแกรมจากแลตเตอร์ไดอะแกรมในรูปแบบของตารางรหัส (CODING CHART)(ดูตัวอย่างการเขียนโปรแกรมจากตอนที่แล้ว)
- ป้อนโปรแกรม CPU ด้วยอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE)
- ตรวจสอบความถูกต้องในการป้อนโปรแกรม
- ทดสอบและพัฒนาโปรแกรม
- เก็บรูปแบบโปรแกรมที่สมบูรณ์ไว้

4.6 อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม

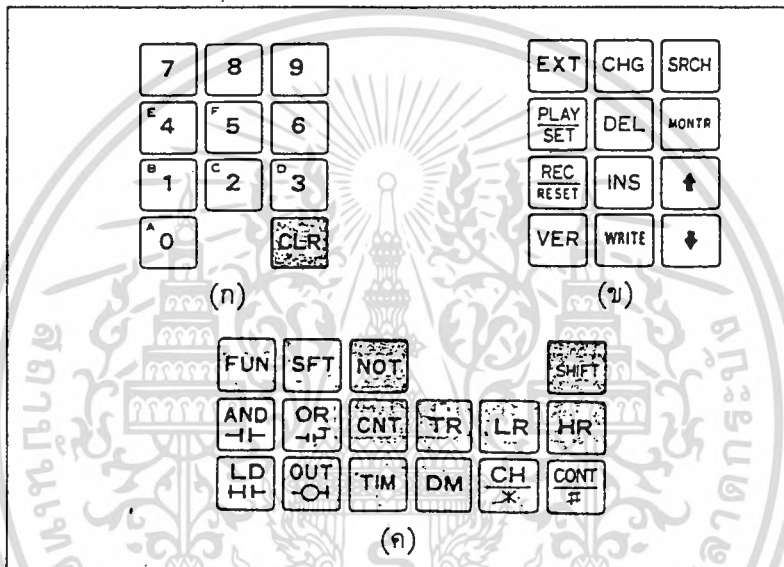
อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING COSOLE) ที่จะกล่าวถึงนี้ก็เป็นผลิตภัณฑ์ของ OMRON รุ่น PRO15 ที่มักใช้คู่กับ PLC ในตระกูล SYSMAC C-SERIES เสมอ จัดว่ามีความสะดวกพอสมควร เพราะสามารถถอดไปโปรแกรมให้กับ PLC ตัวอื่น ๆ ได้ สำหรับตัวป้อนโปรแกรม PRO 15 แสดงไว้ในรูปที่ 4.11 ซึ่งจะแบ่งกลุ่มของแป้นกดออกเป็น 4 สี ที่มีความหมายในการใช้งานแตกต่างกันคือ

- สีขาว : ใช้ในการให้ค่าแอดเดรสของคำสั่งและข้อมูลที่เป็นตัวเลขสำหรับคำสั่งบางคำสั่ง (มี 10 คีย์)
- สีแดง : ใช้สำหรับเคลียร์หน้าจอ (มีเพียง 1 คีย์)
- สีเหลือง : ใช้ในการควบคุมตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม (มี 12 คีย์)
- สีเทา : ใช้สำหรับการป้อนคำสั่งและเรียกใช้ฟังก์ชัน (มี 16 คีย์)

นอกจากนั้นตัวป้อนโปรแกรมยังมีสวิตช์สำหรับเลือกโหมดการทำงานได้ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมดคือ โหมดการทำงาน (RUN) โหมดการทำงานและตรวจสอบสถานะของการทำงาน (MONITOR) และ โหมดสำหรับการป้อนโปรแกรม (PROGRAM) โดยรายละเอียดต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.11 PRO 15 อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมของ OMRON



รูปที่ 4.12 กลุ่มของปุ่มกดสีต่าง ๆ ของตัวป้อนโปรแกรม OMRON PRO15

(ก) กลุ่มสีขาวและแดง (ข) กลุ่มสีเหลือง (ค) กลุ่มสีเทา

4.7 การใช้งานอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมขั้นพื้นฐาน

1. เมื่อต้องการป้อนโปรแกรมเข้า CPU ก็จะเลือกโหมดการทำงานเป็น PROGRAM

- เมื่อเริ่มเปิดเครื่องจะปรากฏข้อความบนหน้าจอดังนี้

PROGRAM
PASSWORD

- กด CLS MONTR บนหน้าจอจะปรากฏข้อความ "PROGRAM" ซึ่งเป็นชื่อของโหมดการทำงาน (เมื่อกดปุ่มต่าง ๆ แต่ครั้งจะมีเสียงแหลมเป็นช่วงสั้น ๆ เป็นการบอกให้ผู้ใช้รู้ว่าเครื่องรับรู้การกดคีย์นั้น ๆ แล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่ต่อผู้ใดทั้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM

- กด CLS บนหน้าจอจะปรากฏแอดเดรสเริ่มต้น (0000)

0000

2. เมื่อต้องการลบโปรแกรมเดิมทั้งหมดจากหน่วยความจำ

- ขณะที่ผู้ป้อนโปรแกรมกำลังเรียกใช้คำสั่งใด ๆ ในโหมดโปรแกรมผู้ใช้สามารถลบโปรแกรมออกจากหน่วยความจำได้ทันทีโดยกดปุ่ม CLS PLAY/SET NOT REC/RESET บนหน้าจอจะปรากฏข้อความ

0000 MEMORY CLR ?

- กด MONTR จะเสร็จสิ้นการลบโปรแกรมจากหน่วยความจำโดยปรากฏข้อความบนหน้าจอว่า

0000 MEMORY CLR
END

- เมื่อกดปุ่ม CLS เป็นการเริ่มต้นการเขียนใหม่

3. การเก็บคำสั่งในหน่วยความจำ

การเรียกใช้คำสั่งตลอดจนการป้อนข้อมูลต่าง ๆ เมื่อเสร็จสิ้น 1 คำสั่ง ให้กดปุ่ม WRITE ซึ่งก็คือ การสั่งให้เก็บคำสั่งไว้ในหน่วยความจำเพราะหากไม่มีการเก็บคำสั่งไว้ในหน่วยความจำในแต่ละคำสั่งแล้วเครื่องจะไม่รับรู้คำสั่งนั้น ๆ

4. เมื่อหน้าจอแสดงคำสั่งแอดเดรสใด ๆ อยู่ ต้องการกลับไปแอตเดรสเริ่มต้น (0000) ให้กดปุ่ม CLS CLS

5. เมื่อหน้าจอปรากฏคำสั่งที่แอดเดรสใด ๆ ต้องการดูคำสั่งในแอดเดรสอื่น ๆ ก็สามารถทำได้โดย

กดปุ่มลูกศร

- เมื่อต้องการดูคำสั่งในแอดเดรสก่อนแอดเดรสปัจจุบัน
- เมื่อต้องการดูคำสั่งในแอดเดรسلหลังแอดเดรสปัจจุบัน

6. การกระโดดไปแอดเดรสที่ผู้ป้อนโปรแกรมต้องการ ทำโดยกด

CLS CLS X X X X

X = แอดเดรสที่ต้องการไป เช่น ต้องการกระโดดไปแอดเดรส 0009 ทำโดยกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การลบคำสั่ง 1 คำสั่งออกจากหน่วยความจำ ทำได้โดยการเลื่อนแอดเดรสไปยังแอดเดรสที่ต้องการจะลบแล้วกดปุ่ม DEL คำสั่งในแอดเดรสถัดไปก็จะเลื่อนขึ้นมาแทนที่

8. การแทรกและเก็บคำสั่งไว้ในหน่วยความจำทำได้โดยเลื่อนแอดเดรสไปยังแอดเดรสที่ต้องการจะแทรก แล้วพิมพ์คำสั่งที่ต้องการแทรก (โดยไม่ต้องกดปุ่ม WRITE) จากนั้นกดปุ่ม INS ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับแทรกคำสั่ง โดยมีผลให้คำสั่งตั้งแต่แอดเดรสที่ถูกแทรกจนถึงคำสั่งสุดท้าย เลื่อนแอดเดรสออกไปอีก 1 แอดเดรส และเก็บคำสั่งที่แทรกเข้ามาไว้ในหน่วยความจำ ในกรณีคำสั่งที่แทรกเป็น TIM หรือ CNT หลังจากกดปุ่ม INS แล้ว ต้องป้อนข้อมูลและกดปุ่ม WRITE ด้วยสามารถตรวจสอบการลบ และการแทรกคำสั่งได้ด้วยการกดปุ่มลูกศร หรือ

9. การหาคำสั่งที่มีการเรียกใช้ในโปรแกรมเพียงครั้งเดียว (ซึ่งอาจจะไม่รู้แอดเดรสในโปรแกรม) สามารถหาคำสั่งนั้นด้วยการกด

<คำสั่งที่ต้องการหา> SRCH

- ถ้าในโปรแกรมมีการเรียกใช้คำสั่งนั้นมากกว่า 1 ครั้ง สามารถหาได้โดยกด

CLS CLS <คำสั่งที่ต้องการหา> SRCH

- เครื่องจะแสดงคำสั่งที่ต้องการหาในแอดเดรสที่หาพบเป็นครั้งแรก (เริ่มหาจากแอดเดรส 0000) ถ้าต้องการให้หาคำสั่งนั้นในแอดเดรสอื่นที่มีการเรียกใช้คำสั่งนี้เช่นกัน ให้กด SRCH เครื่องจะกระโดดไปยังแอดเดรสที่พบคำสั่งที่ต้องการหาในแอดเดรสถัดไป (นับจากครั้งแรก) ซึ่งผู้ใช้สามารถกด SRCH ได้จนกระทั่งจบโปรแกรม

10. การหาหน้าสัมผัสของรีเลย์ในโปรแกรม สามารถหาได้โดยการกด CLS CLS SHIFT CONT <หมายเลขหน้าสัมผัสของรีเลย์> SRCH

เช่น ต้องการหาหน้าสัมผัสของรีเลย์ 1000 ทำได้โดยกด CLS CLS SHIFT CONT 1000 SRCH

- เครื่องก็จะกระโดดไปยังแอดเดรสแรกที่พบ ถ้ากด SRCH อีกเครื่องก็จะกระโดดไปยังแอดเดรสถัดไปที่พบหน้าสัมผัสนั้น และสามารถกด SRCH เพื่อหาหน้าสัมผัสในแอดเดรสอื่น ๆ จนจบโปรแกรม

4.8 ตัวอย่างการป้อนโปรแกรม

จะเริ่มต้นการเขียนโปรแกรมด้วยการลบโปรแกรมเดิมจากหน่วยความจำ

PLAY/SET NOT REC/RESET จากนั้นก็ทำการป้อนโปรแกรมและจบการโปรแกรมด้วยคำสั่ง END ดังตารางที่ 4.6

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA	ลำดับคีย์ที่ใช้ในการ โปรแกรม
0000	LD	0000	LD 0,0,0,0,WRITE
0001	CNT	47	CNT 4,7,WRIT

0002	LD CNT	#0003	3.WRITE
0003	OR	47	LD,CNT,4,7.WRITE
0004	AND NOT TIM	1000	OR,1,0,0,0.WRITE
0005	OUT	00	AND,NOT,TIM,0,0.WRITE
0006	LD	1000	LD,1,0,0,0.WRITE
0007	TIM	1000	LD,1,0,0,0.WRITE
0008	OUT	00	TIM,0,0.WRITE
0009	END	#0020	2,0.WRITE
		0500	OUT,5,0,0.WRITE
			FUN,0,1.WRITE

ตารางที่ 4.6 แสดงลำดับคีย์ที่ใช้ในตัวอย่างการโปรแกรม

เมื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด RUN แล้ว เครื่องก็พร้อมที่จะทำงาน แต่ถ้าหากไม่มีคำสั่ง END ในตอนท้ายของโปรแกรม เมื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานเป็นโหมด RUN แล้วบนหน้าจอจะปรากฏข้อความดังนี้

1193 NO END INSTR
END

ซึ่งหมายเลข 1193 เป็นหมายเลขแอดเดรสสุดท้ายที่โปรแกรมสามารถจะรับได้ สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ ของอุปกรณ์ป้อนโปรแกรมจะไม่ขอกล่าวในที่นี้ อย่างไรก็ตามก็สำหรับผู้สนใจก็สามารถศึกษารายละเอียดได้โดยไม่ยากนัก

4.9 คุณสมบัติการติดตั้ง

1. ขนาดหน่วยเชื่อมต่อ (POINT PER MODULE) หมายถึง จำนวนอุปกรณ์หน่วยอินพุต/เอาต์พุตสูงสุดที่สามารถเชื่อมต่อกับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแต่ละโมดูล
2. ขนาดสาย (WIRE SIZE) หมายถึง ขนาดของเส้นลวดตัวนำที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยอินพุตและเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก
3. ช่วงอุณหภูมิใช้งาน (AMBIENT TEMPERATURE RATING) หมายถึง อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่หน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำงานได้ปกติถ้าจำเป็นต้องติดตั้ง PLC หรือหน่วยอินพุต/เอาต์พุตในเซตที่อุณหภูมิร้อนจัดหรือหนาวจัด ผู้ใช้ต้องจัดหาระบบปรับอุณหภูมิ หรือระบบระบายความร้อนให้กับ PLC
2. ความชื้น (HUMIDITY RATING) หมายถึง ความชื้นอากาศสูงสุดที่หน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำงานได้ตามปกติ PLC ทั่วไปสามารถทำงานได้เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 0 ถึง 95 %

4.10 การติดตั้งระบบและการเดินสาย (SYSTEM INSTALLATION AND WIRING)

แหล่งจ่ายกำลัง (POWER SUPPLY)

แหล่งจ่ายกำลังที่ใช้ร่วมกับ PLC จะมีหลายขนาดคือ 54 VDC, 100 540 VAC ในกรณีที่เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ เพื่อลดสัญญาณรบกวนอันเนื่องจากการรบกวน (GROUND NOISE) กระทำได้โดยการต่อหม้อแปลงไฟฟ้าที่มี อัตราส่วนขนาด 1:1 พร้อมทั้งดีเกิลยวสายไฟที่ต่อออกมาจากหม้อแปลงสำหรับจ่ายกำลังงานให้กับชุด CPU และ EXPANSION UNIT

การใช้งานของแหล่งจ่ายกำลังจะต้องใช้ให้แยกเป็นอิสระต่อกัน ไม่ว่าจะเป็นแหล่งจ่ายสำหรับอินพุตของ PLC, โหลดเอาต์พุต, CPU UNIT และ EXPANSION I/O UNIT

การต่อกราวด์ (GROUNDING)

ในการต่อ GROUND ขนาดของสาย GROUND จะต้องมีความหนาตัดอย่างน้อย 5 SQUARE MIL (AWG 14) โดยต่อที่ขั้ว GR ของ PLC เพื่อเป็นการลดการกระตุกหรือดูดทางไฟฟ้าลง ค่าของความต้านทานของ GROUND จะต้องมีความน้อยกว่า 100 โอห์ม และระยะทางของสาย GROUND จะต้องสั้นกว่า 50 เมตร สำหรับขั้วต่อ LG ใช้เพื่อกรองสัญญาณรบกวนในกรณีที่ประสบปัญหาสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าโดยปกติแล้วจะต่อขั้ว GR และ LG เข้าด้วยกัน

ในการต่อ GROUND ร่วมกับอุปกรณ์ประเภทอื่น จะต้องมีการต่อที่แยกจากกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นซึ่งกันและกัน

การต่ออินพุต/เอาต์พุต (I/O CONNECTION)

การต่อสายสำหรับ I/O ให้กับ CPU นั้น จะแสดงการต่อของ PLC รุ่น C40P CPU เท่านั้นสำหรับรุ่น C50P C58P ลักษณะการต่อจะมีรูปแบบเดียวกัน ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว ส่วน EXPANSION I/O UNIT การต่อเช่นเดียวกับ CPU แต่ส่วนที่แตกต่างกัน คือทางด้านอินพุตตำแหน่งที่ 0000 และ 0001 ของ CPU UNIT จะเป็น HIGH SPEED COUNTER แต่ของ EXPANSION I/O UNIT จะเป็นแบบธรรมดาที่ใช้กันทั่วไป

วงจรภายในของอินพุต (INTERNAL INPUT CIRCUIT)

จากรูป INPUT CIRCUIT เป็นตัวอย่างการต่อแบบ POSITIVE COMMON ซึ่งผู้ใช้จะใช้เป็น NEGATIVE COMMON ก็ได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะอินพุตของ PLC นั้นเป็น OPTO COUPLE ชนิดพิเศษที่ใช้งานได้กับอินพุตทั้งแบบ POSITIVE และ NEGATIVE COMMON

วงจรภายในของเอาต์พุต (INTERNAL OUTPUT CIRCUIT)

สำหรับ OUTPUT นั้นมีให้เลือกใช้หลายแบบ แต่ไม่สามารถนำมาใช้แบบผสมภายในเทอร์มินอลเดียวกันนั้นหมายความว่า ถ้าเป็นประเภทใดแล้วก็ต้องให้เป็นประเภทเดียวกันทั้งหมด แต่ถ้าเอาต์พุตเป็นแบบต่าง COMMON กันจะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้กับไฟหลายระดับแรงดันได้ตามจำนวนของ COMMON ที่แยกจากกัน

หมายเหตุในการต่อโหลดทางด้านเอาต์พุตจะต้องต่อฟิวส์ไว้ เพื่อเป็นส่วนป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ภายนอกได้รับความเสียหายในกรณีที่มีการลัดวงจร

4.11 รีเลย์ใช้งานพิเศษของ OMRON C-20

สำหรับ OMRON C-20 นั้น ได้ออกแบบให้มีรีเลย์ใช้งานพิเศษ จำนวน 16 หมายเลข ซึ่งมีรีเลย์บางหมายเลขจะทำงานขึ้นอยู่กับเงื่อนไขภายในที่ถูกควบคุมด้วยฮาร์ดแวร์โดยไม่สนใจว่าสถานการณ์การทำงานของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตขณะนั้นจะเป็นอย่างไร รีเลย์ใช้งานพิเศษนี้จะมีหมายเลขอยู่ในช่วง 1808 ถึง 1907 ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะใช้งานผ่านหมายเลขรีเลย์แต่ละตัวได้ เช่นเดียวกับการอ้างถึงรีเลย์ที่ใช้งานตามปกติโดยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะรีเลย์ที่มีโอกาสได้ใช้งานเท่านั้น

รีเลย์ # 1808

รีเลย์หมายเลขนี้จะทำงานเมื่อเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นแหล่งจ่ายกำลังสำรองให้กับ PLC โดยผู้ใช้สามารถใช้รีเลย์หมายเลขนี้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อบอกเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่าในขณะนั้นแหล่งจ่ายกำลังสำรองได้มีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากแหล่งจ่ายกำลังสำรองมีกำลังงานในระดับที่ต่ำกว่าปกติ

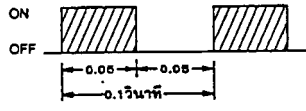
รีเลย์ # 1809

รีเลย์หมายเลขนี้จะทำงานเมื่อ CPU ใช้เวลาในการสแกนมากกว่าปกติ

รีเลย์ # 1815

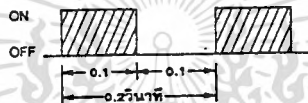
รีเลย์หมายเลขนี้จะทำงานเมื่อ CPU ใช้เวลาในการสแกนไป 1 ครั้งของการสแกน ที่จุดเริ่มต้นของโปรแกรม (เวลาในการสแกนคือ เวลาที่ถูกกำหนดโดย PLC เพื่อใช้ในการทำงานตามโปรแกรมจากผู้ใช้ โดยนับจากแอดเดรส 0000 ซึ่งเป็นแอดเดรสเริ่มต้นไปจนถึงคำสั่งสุดท้ายของโปรแกรม

รีเลย์ # 1900



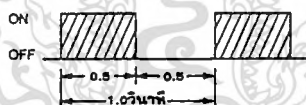
รีเลย์หมายเลขนี้ใช้ในการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (CLOCK) ที่มีคาบเวลา 0.1 วินาที ซึ่งช่วงเวลาสัญญาณนาฬิกา ON เท่ากับ 50 มิลลิวินาที ถ้า CPU ใช้เวลาในการทำงานนานก็อาจจะอ่านค่าสัญญาณนาฬิกาผิดพลาดได้

รีเลย์ # 1901



เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่มีคาบเวลา 0.2 วินาที

รีเลย์ # 1902



เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่มีคาบเวลา 1 วินาที บางครั้งมีการใช้รีเลย์หมายเลขนี้ในลักษณะเป็นสัญญาณ ON/OFF แบบชั่วขณะหรือแบบช่วงสั้น

รีเลย์ # 1903

รีเลย์นี้จะ on เมื่อผลการกระทำทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถแสดงได้ด้วยรูปแบบของรหัส BCD (ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 9,999)

รีเลย์ # 1904

รีเลย์นี้จะป็นรีเลย์ที่เก็บสถานะของแฟล็กตัวทด (CARRY FLAG) ขึ้นอยู่กับผลการกระทำทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถเซตค่าให้อยู่ในสถานะ on ได้ด้วยคำสั่ง STC (SET CARRY) และเซตค่าให้อยู่ในสถานะ OFF ได้ด้วยคำสั่ง CLC (CLEAR CARRY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

รีเลย์ # 1905

รีเลย์นี้จะ ON เมื่อผลจากการเปรียบเทียบกับคำสั่ง CMP (COMPARE) คือ มากกว่า (>)

รีเลย์ # 1906

รีเลย์นี้จะ ON เมื่อผลจากการเปรียบเทียบกับคำสั่ง CMP คือ เท่ากัน (=) นอกจากนี้รีเลย์หมายเลขนี้อาจจะ ON ได้เช่นเดียวกัน ถ้าในการกระทำทางคณิตศาสตร์ได้ผลลัพธ์เป็นศูนย์

รีเลย์ # 1907

รีเลย์นี้จะ ON เมื่อผลจากการเปรียบเทียบกับคำสั่ง CMP คือ น้อยกว่า(<)

หมายเหตุ ปกติรีเลย์หมายเลข 1903 ถึง 1907 มีสภาวะเป็น OFF และผู้ใช้ไม่สามารถดูสถานะการทำงานด้วยอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING CONSOLE) ได้เหมือนรีเลย์หมายเลขอื่น ๆ

รีเลย์ช่วยชนิดพิเศษ SPECIAL AUXILIARY RELAYS

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1808 ถึง 1907 จะเป็นรีเลย์พิเศษผู้ใช้สามารถที่จะเรียกรีเลย์ตำแหน่งดังกล่าวใช้งานได้

หมายเหตุ รีเลย์ตำแหน่งที่ 1903 ถึง 1907 จะมีสภาวะเป็น "ปกติเปิด" และผู้ใช้จะไม่สามารถทำการดูค่าสภาวะของรีเลย์ตำแหน่งดังกล่าวจาก PROGRAMMING CONSOLE ได้

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1808

รีเลย์ตำแหน่งนี้จะมีสภาวะเป็น "TURN ON" เมื่อแหล่งจ่ายกำลังสำรอง (BATTERY BACKUP) ให้กับ CPU นั้นมีแรงดันที่ต่ำกว่าปกติ ผู้ใช้สามารถที่จะทำการเขียนโปรแกรมควบคุมให้ส่งค่าสภาวะของรีเลย์ตำแหน่งดังกล่าว ไปยังเอาต์พุตที่อยู่ภายนอกเพื่อแสดงสภาวะว่าขณะนี้แหล่งจ่ายกำลังสำรองนั้นมีกำลังงานน้อยกว่าปกติ เป็นการเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่าจะต้องเปลี่ยนแหล่งจ่ายกำลังสำรองเสียใหม่

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1809

ค่า SCAN TIME ของ PLC แบบ P-TYPE จะมีค่าน้อยกว่า 100 ms แต่ถ้าหากว่า SCAN TIME ค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 130 ms แล้ว รีเลย์ตำแหน่งนี้จะ "TURN ON" เพื่อเป็นการแสดงว่าโปรแกรมดังกล่าวใช้เวลาในการทำงานมากเกินไปซึ่งจะมีผลต่อเวลาในการตอบสนอง (RESPONSE TIME) ของ INPUT แต่โดยปกติเหตุการณ์ลักษณะเช่นนี้มีโอกาสเกิดได้น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1810

ในกรณีที่ผู้ใช้มีการกำหนด HIGH SPEED COUNTER (FUN 98) ใช้งานแล้วรีเลย์ตำแหน่งนี้จะมีสถานะ "TURN ON" เท่ากับ SCAN TIME เดียวทุกครั้งที่มีการให้สัญญาณรีเซ็ตตำแหน่งอินพุตที่ 0001 เสมอ ซึ่งนับได้ว่าเป็น HARD RESET ของ PLC

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1811 ถึง 1814

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1811, 1813 และ 1814 จะเป็นชนิดปกติปิด ในขณะที่ตำแหน่ง 1813 จะเป็นชนิดปกติเปิด

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1814

เป็นรีเลย์ที่จะแสดงสถานะ "TURN ON" เท่ากับ SCAN TIME เดียว เมื่อมีการทำงานในโหมด RUN ของการเริ่มต้นการทำงานของ PLC ตัวอย่างการใช้งานจะใช้ในการรีเซ็ตคอนเตอ์บบิตอัตโนมัติตอนเริ่มต้น RUN โปรแกรม

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1900 ถึง 1903

เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณนาฬิกา (CLOCK PULSES) ที่มีค่าของความถี่ที่แน่นอน โดยที่ รีเลย์ตำแหน่ง 1900 จะสร้าง PULSES (DUTY CYCLE 40%) มีค่าเวลา 0.1 วินาที รีเลย์ตำแหน่ง 1901 จะสร้าง PULSES (DUTY CYCLE 40%) มีค่าเวลา 0.3 วินาที รีเลย์ตำแหน่ง 1903 จะสร้าง PULSES (DUTY CYCLE 40%) มีค่าเวลา 1 วินาที

หมายเหตุ CLOCK PULSES ที่เกิดขึ้นจาก รีเลย์ตำแหน่ง 1900 ในขณะที่ "TURN ON" ในช่วงเวลา 40 ms นี้ ในกรณีที่ EXECUTE TIME ของโปรแกรมใช้เวลามาก ๆ แล้ว CPU จะไม่สามารถทำการอ่านค่าสถานะ TURN ON ของ PULSES ชนิดนี้ได้

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1903

จะเป็นรีเลย์ที่แสดงสถานะการกระทำที่เกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์เกิดผิดพลาดขึ้น ในกรณีที่ ไม่สามารถแสดงผลลัพธ์เป็น BCD CODE ได้ กล่าวคือ รีเลย์จะ TURN ON เมื่อมีการกระทำในการ เปลี่ยนจาก BIN-TO-BCD หรือจาก BCD-TO-BIN แล้ว มีค่าเกินกว่า 9,999

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1904

เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการแสดงค่าสถานะของแฟล็กตัวทด (CARRY FLAG) เมื่อมีการกระทำของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยคำสั่ง การบวก (ADD) และ คำสั่งการลบ (SUB) นอกจากนี้ยังสามารถเซตแฟล็กตัวทดด้วยคำสั่ง STC (SET CARRY FLAG) หรือ รีเซตแฟล็กตัวทด ด้วยคำสั่ง CLC (CLEAR CARRY FLAG)

รีเลย์ตำแหน่งที่ 1904 ถึง 1907

เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการแสดงสถานะเมื่อมีการใช้คำสั่ง COMPARE (CMP) โดยที่คำสั่งนี้จะใช้เมื่อต้องการเปรียบเทียบปริมาณของตัวเลข 3 ชุด สมมติให้เป็นชุด A และชุด B ถ้าผลการเปรียบเทียบแล้วปรากฏว่า

A มากกว่า B ($A > B$) รีเลย์ตำแหน่งที่ 1904 จะแสดงสถานะ "TURN ON"

A เท่ากับ B ($A = B$) รีเลย์ตำแหน่งที่ 1906 จะแสดงสถานะ "TURN ON"

A น้อยกว่า B ($A < B$) รีเลย์ตำแหน่งที่ 1907 จะแสดงสถานะ "TURN ON"

ในการ "TURN ON" ของรีเลย์ทั้ง 3 จะมีเพียงตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งที่ทำงานที่เหลือจะอยู่สถานะ "OFF"

รีเลย์ชั่วคราว (TEMPORARY MEMORY RELAYS)

รีเลย์ที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว จะมีอยู่ด้วยกันถึง 8 ชุด คือตั้งแต่ TR0 จนถึง TR7 จุดประสงค์ของการใช้หน่วยความจำชั่วคราวก็ต่อเมื่อโปรแกรมต้องการแยกเอาที่พุดจากจุดเดียวกันให้ออกเป็นหลาย ๆ ส่วนเมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการจะใช้คำสั่ง INTERLOCK (IL) และ INTERLOCK CLEAR (ILC)

การใช้ TR สามารถใช้ซ้ำกันได้ก็ต่อเมื่อโปรแกรมนั้นอยู่ต่างชุดคำสั่งหรือต่างบรานช์ แต่ถ้าอยู่ภายในบรานช์เดียวกันแล้วจะใช้ TR ลำดับเดียวกันไม่ได้

รีเลย์ชนิดคงค่าสถานะ (HOLDING RELAYS)

เป็นรีเลย์แบบคงค่าสถานะเอาไว้ ถึงแม้ว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ให้กับ PLC นั้นตกหรือขาดหายไปก็ตาม สำหรับ PLC ชนิด P-TYPE นั้นจะมีรีเลย์ประเภทนี้ถึง 160 ตำแหน่งกล่าวคือมีทั้งหมด 10 CHANNEL จะมี HOLDING RELAY อยู่ 16 จุด โดยเริ่มตั้งแต่ตำแหน่ง HR 000 จนถึง HR 914

ตัวตั้งเวลาและตัวนับ (TIM/CNT AREA)

PLC แบบ P-TYPE มี TIM/CNT จำนวน 48 จุด คำสั่งที่ใช้เกี่ยวกับ TIMERS (TIM) HIGH SPEED TIMERS (TIMH) COUNTERS (CNT) และ UP-DOWN COUNTERS (CNTR) จะถูกให้ใช้ในพื้นที่เดียวกันของการเก็บข้อมูล และในการเก็บข้อมูลกรณีที่มีการกำหนดใช้ตำแหน่งใดไปแล้วจะไม่สามารถกำหนดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งนั้น ๆ ได้อีกต่อไป ถึงแม้ว่าจะด้วยคำสั่งที่ต่างกันก็ตาม เช่น เมื่อมีการเรียกใช้ CNT 10 ไป แล้ว จะไม่สามารถใช้ TIM 10 ได้อีก เป็นต้น

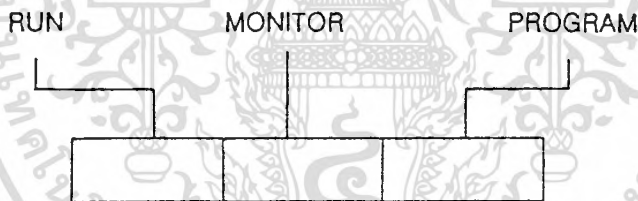
สำหรับ HIGH-SPEED COUNTER (FUN 98) ในกรณีที่มีการเรียกใช้แล้วจะถือว่า TIM/CNT 47 นั้นได้ถูกใช้งานไปแล้ว หรือกล่าวได้ว่า HIGH SPEED COUNTER ได้มีการเรียกใช้ DATA AREA ตำแหน่งที่ 47 ดังนั้นจะไม่สามารถนำตำแหน่งที่ 47 นี้ไปใช้งานเพื่อจุดประสงค์อื่น ๆ ได้อีกต่อไป

หน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY)

การใช้งานจะไม่มีมีการเรียกใช้แยกเป็นจุดโดด ๆ ให้เป็นอิสระเหมือนกัน HR หรือ INTERNAL AUXILIARY RELAY แต่จะเรียกใช้งานทีละ CHANNEL คือ 16 BIT ต่อ UNIT ซึ่งจะได้อีกกล่าวต่อไป และในการเก็บข้อมูลจะยังคงค่าสถานะของข้อมูลเอาไว้ถึงแม้แหล่งจ่ายไฟจะขาดหายไป ในกรณีที่มีการเรียกใช้ HIGH SPEED COUNTER (FUN 98) แล้ว DM. CH 33 ถึง DM. CH 63 จะเป็นพื้นที่ที่ใช้เพื่อกำหนดค่า UPPER LIMITS และ LOWER LIMITS ให้กับ HIGH SPEED COUNTER ดังนั้น DM CHANNEL ดังกล่าวจะไม่สามารถนำไปใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้อีกต่อไป

4.12 การใช้งาน PROGRAMMING CONSOLE

การเลือกโหมดใช้งาน (MODE SELECTOR SWITCH)



PROGRAM MODE เป็น MODE การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการ สร้าง แก้ไข ลบแทรกข้อมูล

MONITOR MODE เป็น MODE ที่ PLC สามารถ RUN โปรแกรมได้ในขณะเดียวกันสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานต่าง ๆ ของ RELAY, TIMER, COUNTER นอกจากนี้ยังเปลี่ยนแปลงค่าของตัวตั้งเวลาและตัวนับ (SET VALUE) ได้อีกด้วย โดยที่ไม่ต้องหยุดการทำงานใด ๆ ของ PLC

RUN MODE ใช้ในการ RUN โปรแกรมโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องการที่จะเปลี่ยนแปลง SET VALUE ของ TIMER หรือ COUNTER อีกแล้ว

4.12.1 การลบข้อมูลก่อนทำการโปรแกรม (MEMORY AND DATA CLEAR)

1. จ่ายไฟ (POWER ON SWITCH) ให้กับเครื่อง PLC แล้ว PLC จะแสดงผลยังส่วนแสดงผล ดังนี้
2. เลือก MODE SELECTOR SWITCH ไปยังตำแหน่ง PROGRAM จากนั้นทำการกดที่ KEY ดังนี้

วิธีนี้จะเป็นการลบข้อความที่แสดงบนส่วนแสดงผลของ PLC (LCD INDICATOR) เท่านั้น แต่สำหรับข้อมูลที่อยู่ภายในหน่วยความจำยังคงมีอยู่เช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการลบโปรแกรมทั้งหมดออกจากหน่วยความจำ ต้องทำการกด KEY ดังนี้

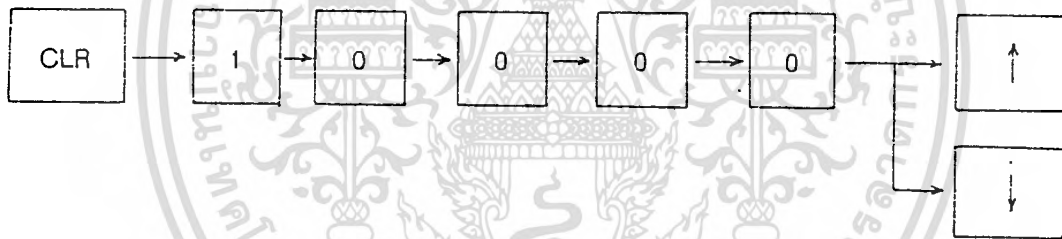
ภายหลังที่มีการกด KEY ตามขั้นตอนที่กล่าวแล้ว จะทำให้ข้อมูลเดิมถูกลบออกไปทั้งในส่วนของ HR (HOLDING RELAY), CNT (COUNTER) และ DM (DATA MEMORY) แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการลบเฉพาะบางส่วนของข้อมูลก็สามารถทำได้ดังนี้

4.12.2 การป้อนโปรแกรม (PROGRAM WRITE)

เมื่อมีการลบข้อมูลเก่าออกหมดแล้วผู้ใช้สามารถทำการเขียนโปรแกรมใหม่เข้าไปได้ทันที และทุกครั้งที่มีการ KEY คำสั่ง ผู้ใช้จะต้องกด KEY WRITE เสมอเป็นการเก็บข้อมูลคำสั่งนั้นลงยังหน่วยความจำ

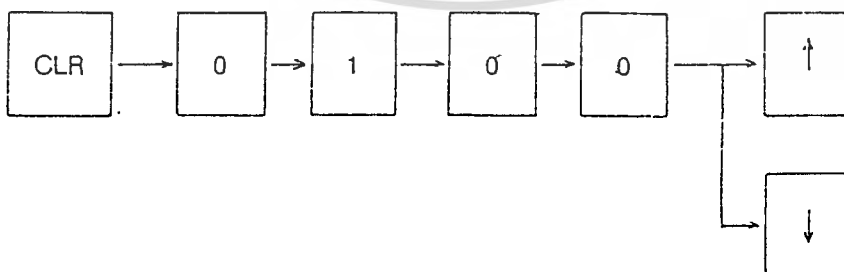
การ SET ADDRESS

เพื่อให้สามารถเลือกไปทำตำแหน่งใด ๆ ของโปรแกรมได้ โดยการข้ามไปที่ ADDRESS นั้น ๆ ทันทีต้องกด KEY ดังนี้



การอ่านโปรแกรม (PROGRAM READ)

เป็นการอ่านโปรแกรมที่ตำแหน่งใด ๆ ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการกำหนดได้ ดังเช่น ต้องการอ่านโปรแกรมตำแหน่งที่ 0100 จึงต้องกด KEY ดังนี้

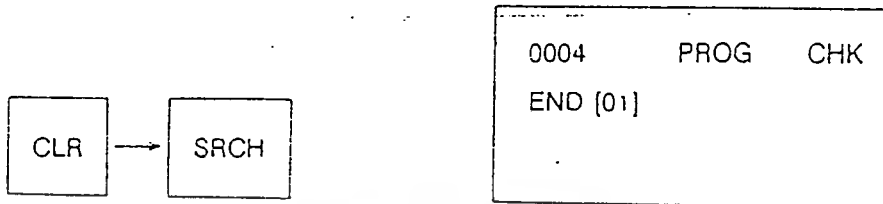


การตรวจสอบโปรแกรม (PROGRAM CHECK)

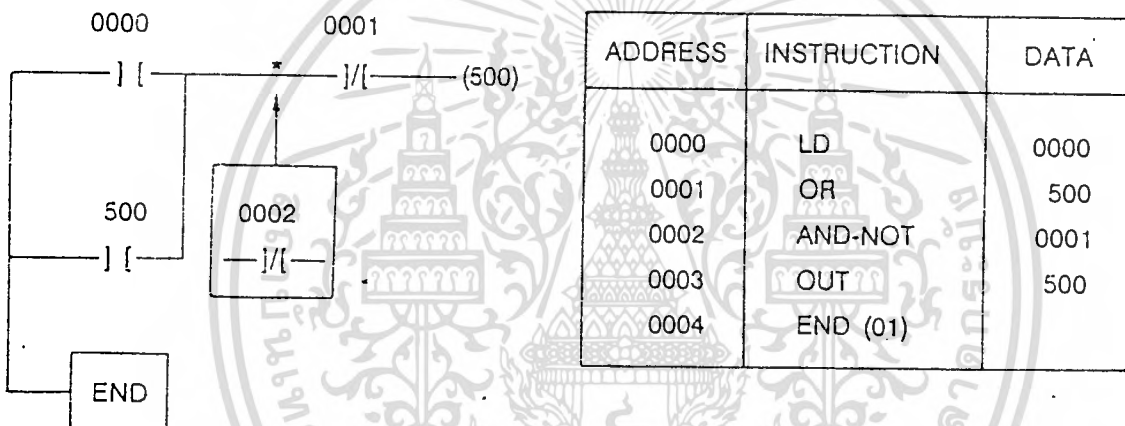
ภายหลังที่มีการเขียนโปรแกรม เสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการตรวจสอบโปรแกรมอีกครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดอันอาจเกิดจากการกำหนดคำสั่งให้กับจุดของ อินพุต เอาท์พุต ผิดพลาด เช่น ใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง OUT กับตำแหน่งที่ซ้ำกับเอาต์พุตตำแหน่งเดิม หรือความผิดพลาดจากการเขียน LOGIC ที่นอกเหนือไปจากข้อกำหนดของ PLC

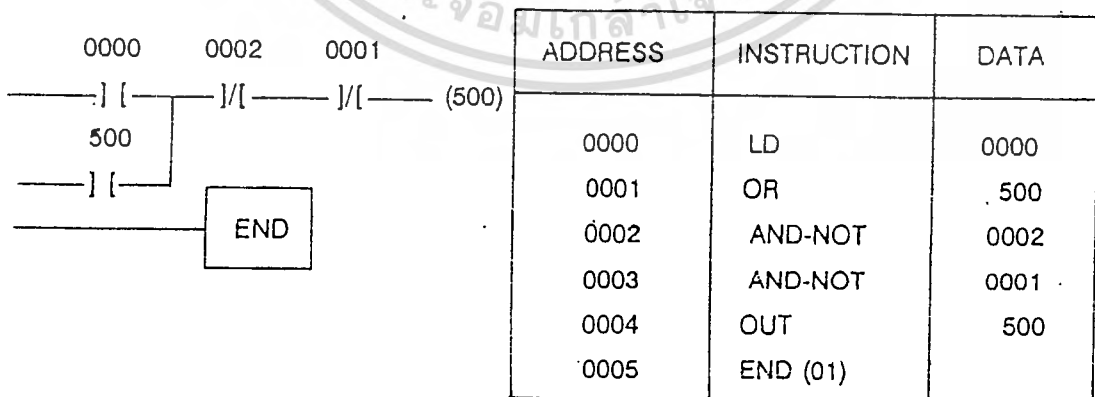
การตรวจสอบสามารถกด KEY ได้ดังนี้



การแทรกข้อมูลโดยใช้คำสั่งแทรก (INSTRUCTION INSERT)

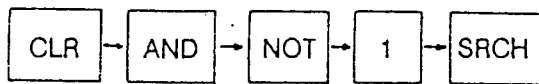


การลบบางส่วนของโปรแกรมโดยใช้คำสั่งลบ (INSTRUCTION DELETE)

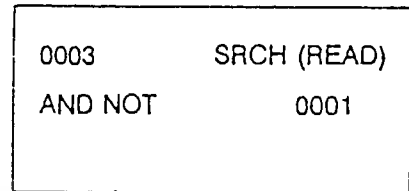
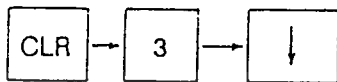


เมื่อต้องการลบบางส่วนของโปรแกรมคือ AND-NOT 0001 ทำได้ดังนี้

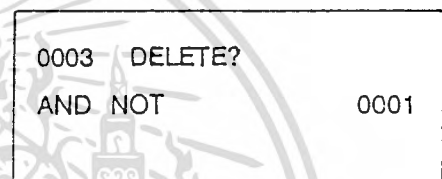
1. ค้นหาคำสั่ง AND-NOT 0001 โดยการกด KEY



หรือ

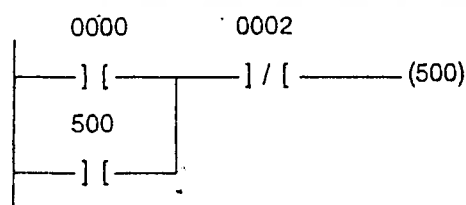


2. ทำการลบคำสั่งที่ต้องการลบออกจากโปรแกรม โดยคำสั่ง
เมื่อใช้คำสั่งนี้แล้ว จอภาพจะแสดงดังรูป

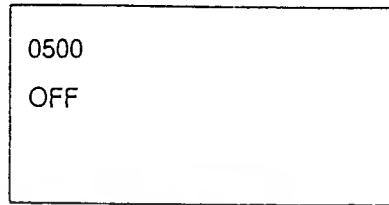
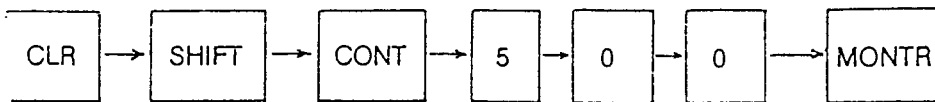


การดูค่าสถานะเฉพาะจุดหรือหลาย ๆ CHANNEL (DATA MONITOR AND MULTE DATA MONITOR)

เป็นการที่จะให้ PLC แสดงค่าสถานะต่าง ๆ ขณะที่กำลังทำงานอยู่ สถานะที่แสดงได้แก่ I/O RELAY INTERNAL AUXILIARY RELAY, HR RELAY, SPECIAL RELAY, TIM/CNT และ DM CHANNEL

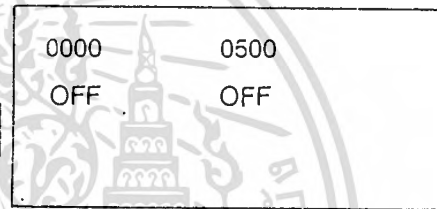


1. ต้องการดูสถานะ OUTPUT 100 โดยการกด KEY

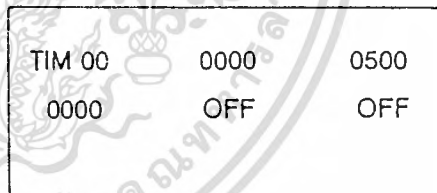


จอแสดงผล

2. ต้องการดูค่าสถานะ RELAY NO.0000 ด้วยพร้อมกันทำได้โดยการกด KEY

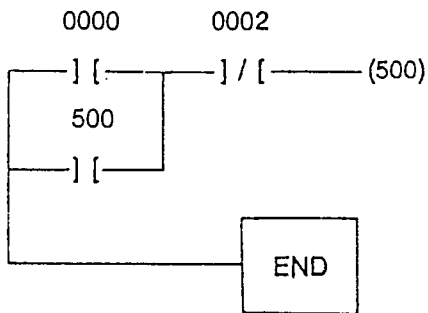


3. ต้องการดูค่าสถานะที่เป็นค่าของเวลาที่ตัว TIMER 00 โดยการกด KEY



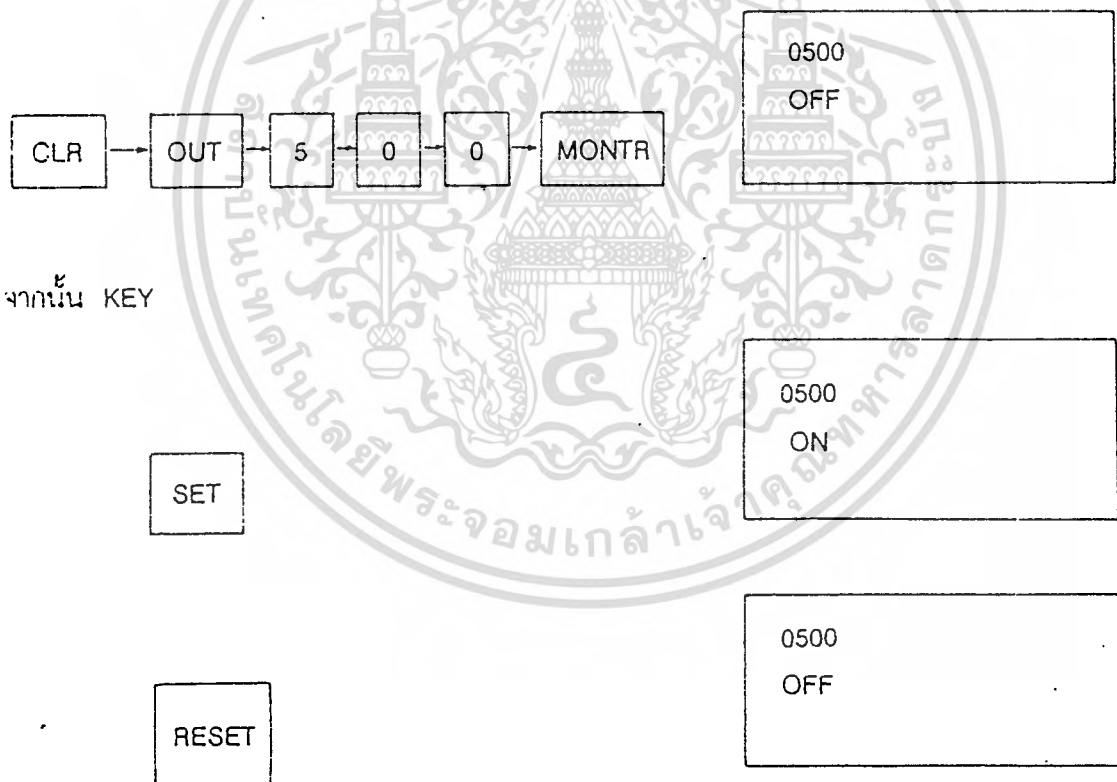
การเซ็ทและรีเซ็ท จาก KEY BOARD (FORCED SET/RESET)

ในส่วนนี้จะประโยชน์อย่างมากในการที่จะตรวจสอบการทำงานของ OUTPUT โดยที่ไม่ต้องผ่านการทำงานของโปรแกรม ซึ่งผู้ใช้สามารถสั่งการจาก KEY BOARD ของ PLC ได้โดยตรง แต่ MODE SELECTOR SWITCH ต้องไม่อยู่ใน MODE RUN การสั่งการสามารถสั่งได้ทั้ง INPUT, OUTPUT, INTERNAL AUXILIARY RELAYS, COUNTER TIMER, HOLDING RELAY



ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR	500
0002	AND-NOT	0002
0003	OUT	500
0004	END (01)	

เมื่อต้องการ FORCE เอาท์พุท ตำแหน่งที่ 100 โดยไม่ผ่านการทำงานของโปรแกรมให้เป็น "ON" หรือ "OFF" จาก KEY BOARD โดยตรงให้กด KEY ดังนี้



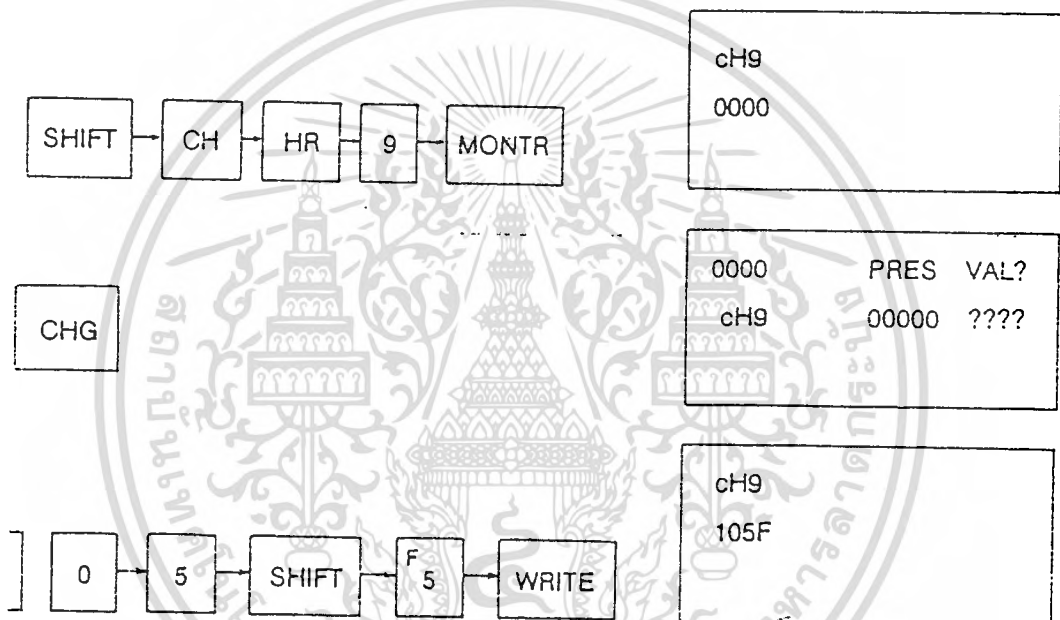
หมายเหตุ รีเลย์พิเศษตำแหน่งที่ 1808 และ 1907 ไม่สามารถทำการ FORCE ได้

การเปลี่ยนแปลงค่า (PRESENT VALUE CHANGE)

ใช้ในการที่จะเปลี่ยนแปลงค่า I/O CHANNEL, INTERNAL AUXILIARY RELAY CHANNELS, HR CHANNELS และ DM CHANNELS เป็นการกระทำกับเลข 1 หลัก โดยใช้กับเลขฐาน 10 หรือเลขฐาน 16 เท่านั้น MODE SELECTOR SWITCH ต้องอยู่ในตำแหน่ง MONITOR หรือ PROGRAM ด้วย

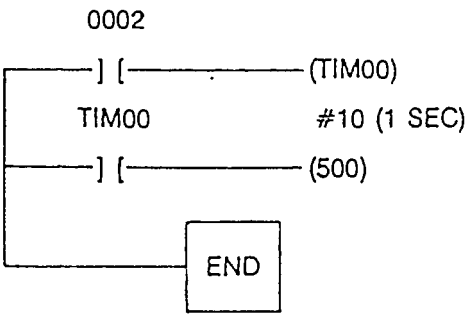
ตัวอย่าง

ต้องการนำค่าตัวเลข 101F ใส่ใน HOLDING RELAY CHANNEL 9 (HR CH 9) ทำได้โดยการกด KEY



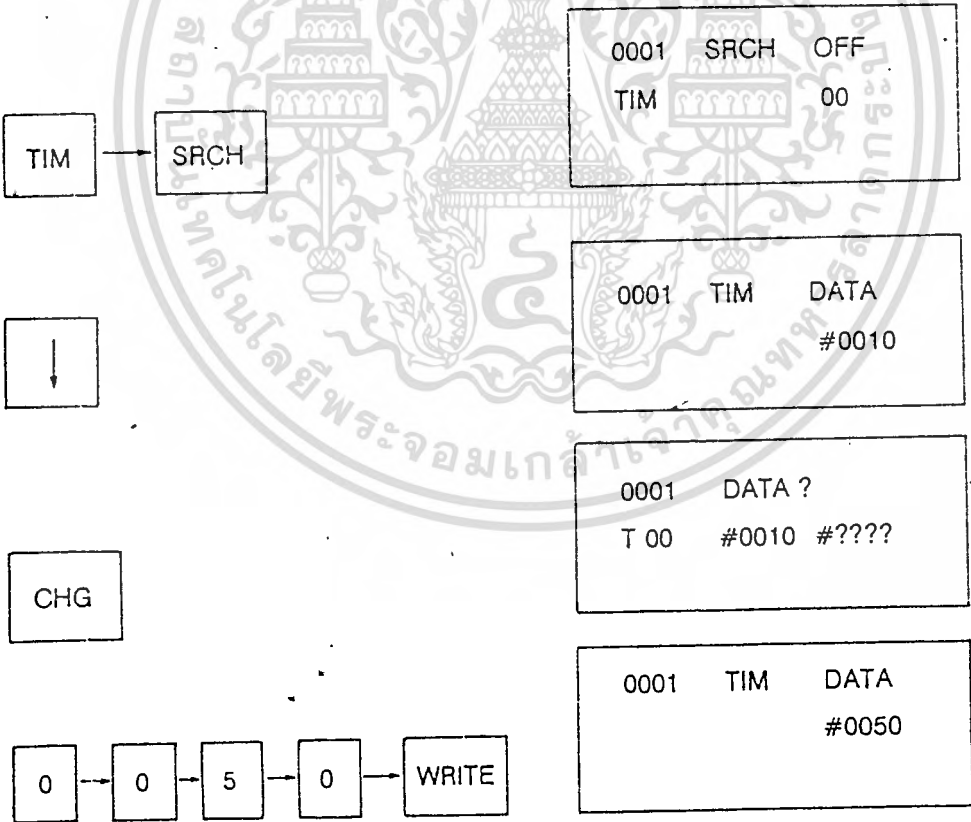
การเปลี่ยนค่าของ TIMER และ COUNTER (SET VALUE CHANGE FOR TIM/CNT)

ค่าที่เปลี่ยนนั้นเป็นค่าที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนได้ใน MODE MONITOR เท่านั้น เพราะเป็นการกระทำในขณะที่โปรแกรมคำสั่งกำลังทำงานอยู่ด้วย (CPU RUN)



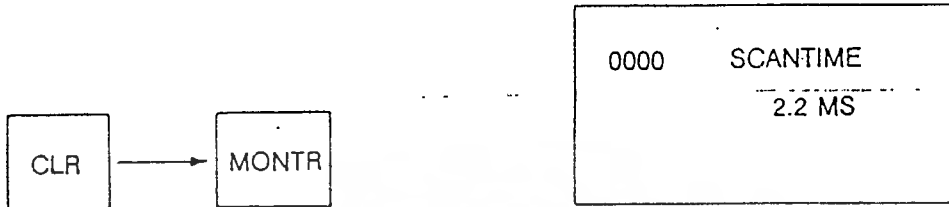
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0002
0001	TIM	00 #0010
0002	LD	TIM00
0003	OUT	500
0004	END (01)	

และเมื่อต้องการเปลี่ยนค่าของ TIM 00 จากแต่เดิม 1 วินาที เป็น 5 วินาที ทำได้โดยการกด KEY



การอ่านค่า SCAN TIME (SCAN TIME READ)

ผู้ใช้สามารถทำการตรวจสอบการทำงานของ PLC ได้ด้วยว่า ตั้งแต่ต้นโปรแกรมจนกระทั่งถึงคำสั่ง END ที่จบโปรแกรมนั้น PLC จะใช้เวลาในการทำงานนานเท่าใด ทั้งนี้ค่าของ SCAN TIME จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วของ PLC ด้วย



4.13 การเก็บโปรแกรมลงสู่เทป (PROGRAM STORAGE ON TAPE)

ภายหลังที่ผู้ใช้มาทำการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเป็นที่พอใจแล้วและต้องการที่จะเก็บให้เป็นโปรแกรมถาวร ถ้าในกรณีที่ต้องการจะใช้โปรแกรมนี้อีกครั้งก็จะสามารถที่นำมาโหลดโปรแกรมลงสู่หน่วยความจำเพื่อใช้งานได้ทันที

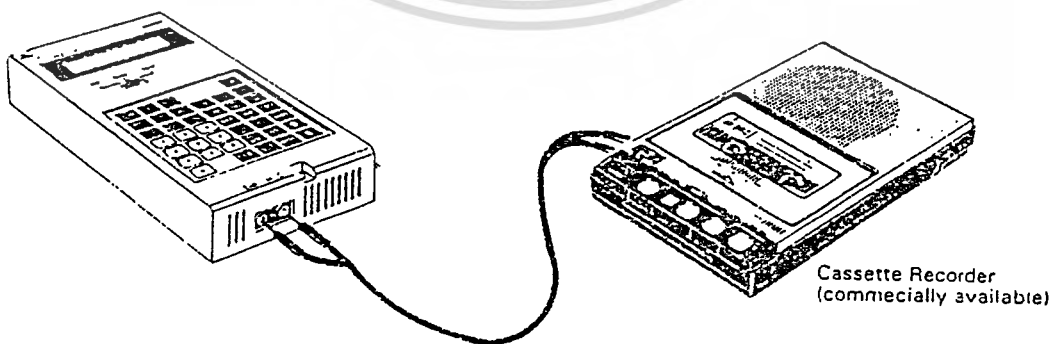
การเก็บโปรแกรมถาวรสามารถทำได้ 2 วิธี

1. การเก็บลงสู่เทป
2. การเก็บลงสู่ EPROM (สามารถดูได้จาก P-ROM WRITER MANUALS)

การเก็บโปรแกรมลงเทป (PROGRAM RECORDING)

ในการเก็บโปรแกรมลงเทปสามารถทำได้ดังนี้

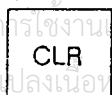
1. ต่อสายที่เป็น PLUG และ JACK MIC เข้ากับ PROGRAMMING CONSOLE ของ PLC และ LINE IN ขอตั้วเทปตามลำดับ (MIC ต่อ MIC)
2. ต่อปลั๊กที่สอดตำแหน่ง EAR (หรือ LINE OUT ของเทปเข้ากับอุปกรณ์ทั้งสอง EAR ต่อ



3. เปิด VOLUME และ TONE ที่ควบคุมการบันทึกให้อยู่ในตำแหน่ง MAXIMUM

4. ปรับ SELECTOR SWITCH ของ PLC ไปที่โหมด RPROGRAM

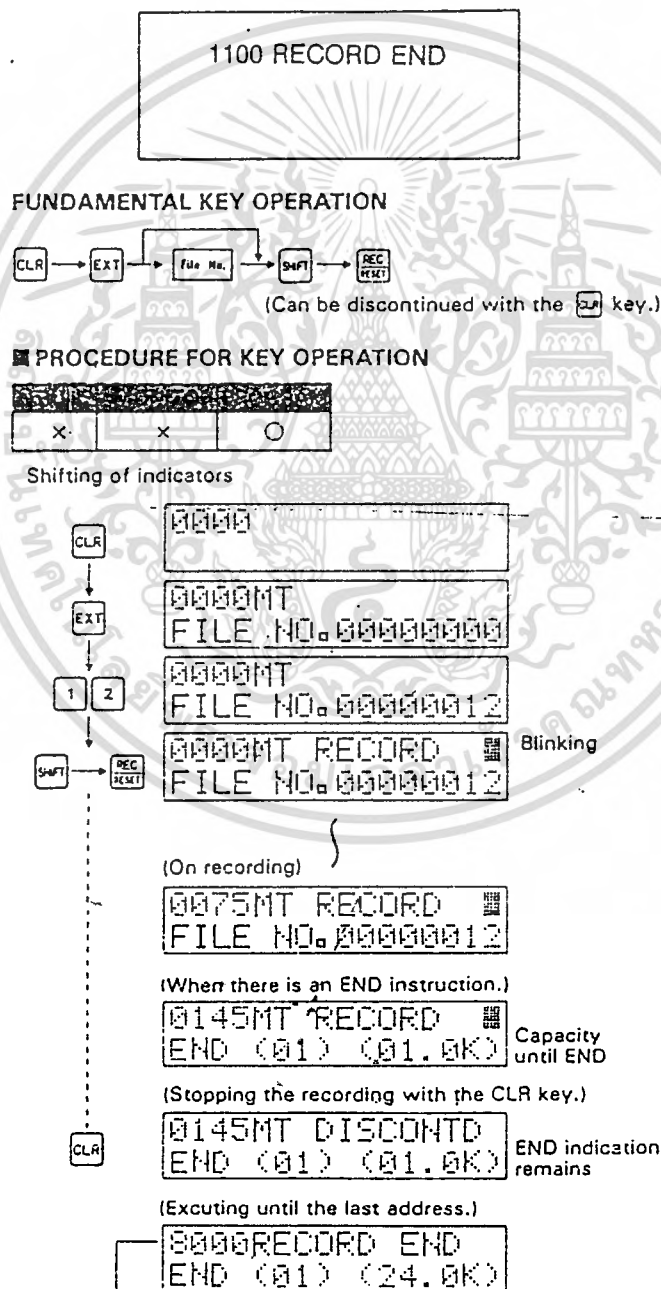
5. กด KEY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กด KEY EXT จะกำหนดชื่อ FILE NO. สำหรับชื่อ FILE จะกำหนดได้ 8 หลักของตัวเลข และจากนั้นให้กด SHIFT
7. กดปุ่ม RECORD ของเทปจะเป็นการเริ่มต้นที่
8. จากนั้นประมาณ 1 วินาที ให้กด REC/RESET ของ PROGRAMMING CONSOLE

เมื่อเสร็จตามขั้นตอนจะปรากฏไฟกระพริบที่มุมบนด้านขวาของ LCD DISPLAY แสดงว่าข้อมูลได้ถูกถ่ายลงเทปซึ่งจะใช้เวลาทำการบันทึกประมาณ 7 นาที โปรแกรมจะถูกบันทึกตั้งแต่ ADDRESS แรกจนกระทั่ง ADDRESS สุดท้ายของ RAM หรือ EPROM คือที่ ADDRESS 1193 และ PLC DISPLAY INDICATOR จะแสดง ADDRESS BLOCK ที่กำลังถูกบันทึก และถ้าจะหยุดการบันทึกทำได้โดยการกด CLR ภายหลังจากที่ PLC ถูกบันทึกจนหมดแล้วต่อจากนั้น PLC จะแสดงข้อความว่า

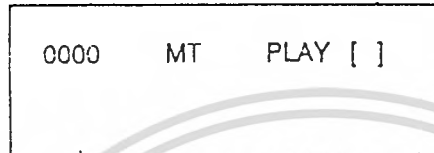


4.14 การโหลดโปรแกรมจากเทป (RPROGRAM LOADING)

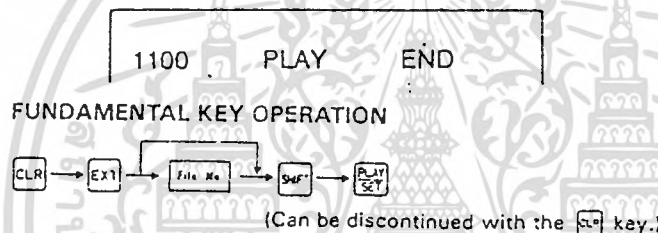
การโหลดโปรแกรม ผู้ใช้จะสามารถตรวจเช็คจากเทปโดยการฟังว่าช่วงไหนเป็นช่วงที่เป็นข้อมูลที่บันทึกเอาไว้ถ้าพบโปรแกรมแล้วให้ทำการ REWIND เทปกลับ 2 วินาที จากนั้นทำตามขั้นตอนดังนี้

1. กด KEY | EXT | → FILE NO | → SHIFT |
2. กดปุ่ม PLAY ของ TAPE RECORDER เพื่อเริ่มต้นโหลดโปรแกรมจาก TAPE ลงไปยัง PLC
3. กด KEY SET ของ PROGRAMMING CONSOLE

เมื่อผู้ใช้งานทำตามขั้นตอนนี้แล้ว ก็จะเป็นรูป [] ทางขวามือ ด้านบนของจอภาพกระพริบ



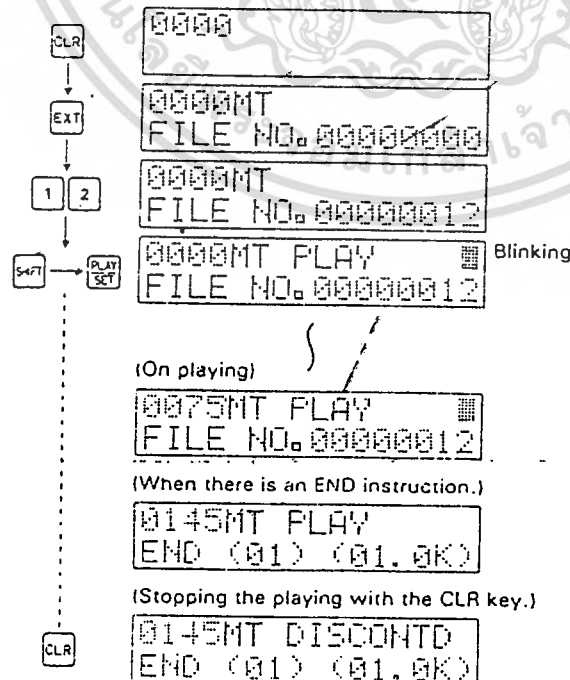
4. รอบประมาณ 7 นาที โปรแกรมก็จะโหลดจากเทปลงยัง PLC ได้อย่างสมบูรณ์
5. เมื่อการโหลดเสร็จสิ้นลงแล้ว PLC จะแสดงข้อความ



PROCEDURE FOR KEY OPERATION

RUN	MONITOR	PROGRAM
X	X	O

Shifting of Indicators



(Executing until the last address.)

0000PLAY END
END (01) (024.0K)

Last address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เอกสารนี้ไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.15 การตรวจสอบโปรแกรม (PROGRAM VERIFICATION)

เพื่อเป็นการป้องกันการไหลของข้อมูลผิดพลาดเราสามารถตรวจสอบข้อมูลระหว่าง เทป กับ PLC ได้ดังนี้

1. กรอเทปกลับจนถึงที่เริ่มต้นข้อมูล และให้กรอเลยไปประมาณ 1 วินาที
2. กด KEY CLR → CLR → EXT ใส่ชื่อ FILE NO.
3. เปิดเทป และกดปุ่ม PLAY ของเทป
4. กด KEY VER ของ PROGRAMMING CONSOLE

เมื่อผู้ใช้ทำตามขั้นตอนนี้แล้ว ก็จะเห็นรูป [] ทางขวามือด้านบนของจอภาพกระพริบ

5. รอประมาณ 7 นาที ก็จะตรวจสอบโปรแกรมเสร็จแล้ว PLC จะแสดงข้อความให้ผู้ใช้ทราบ

6. ถ้าการไหลของโปรแกรมเกิดการผิดพลาดแล้ว PLC จะแสดงข้อความบอกให้ทราบและผู้ใช้ต้องทำการโหลดโปรแกรมใหม่

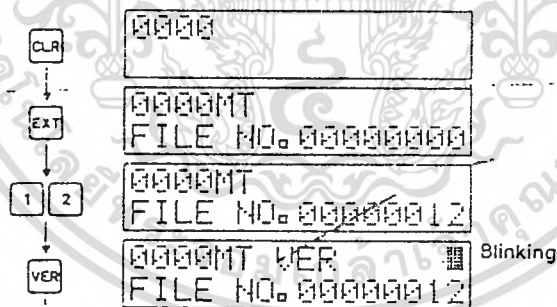
FUNDAMENTAL KEY OPERATION



PROCEDURE FOR KEY OPERATION



Shifting of Indicators



(On verifying)

0075MT VER
FILE NO. 00000012

(When there is an END instruction.)

0145MT VER
END (01) (01. OK)

(Stopping the verification with the CLR key.)

0145MT DISCONTD
END (01) (01. OK)

(Verifying until the last address.)

0000VER END
END (01) (24. OK)

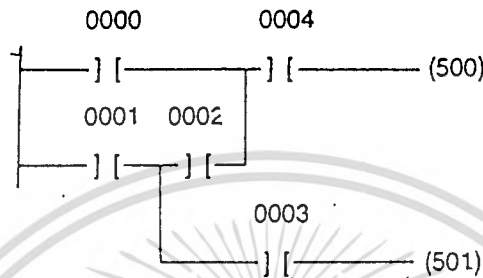
Last address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้แสดงขั้นตอนการตรวจสอบโปรแกรมของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

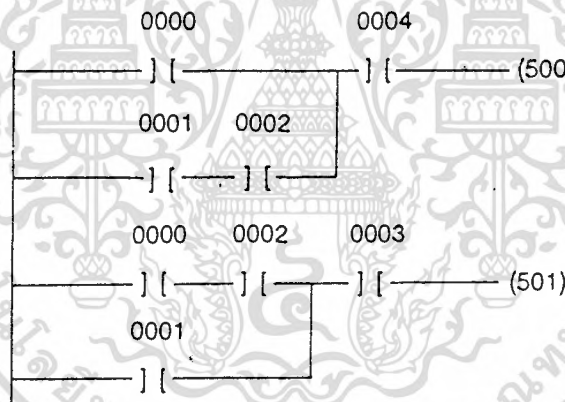
4.16 ข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรม

1. จำนวน CONTACT ของ I/O, INTERNAL AUXILIARY RELAY, TIM/CNT จะมีการโหลดเพื่อนำมาเขียนโปรแกรมเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้ตามความประสงค์ของผู้ใช้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมที่ดีจะต้องพยายามประหยัดให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

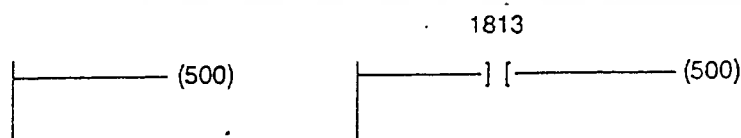
2. สำหรับ LADDER DIAGRAM การพิจารณาจะกระทำจากซ้ายไปขวาเท่านั้น ดังตัวอย่างเช่น



จากรูปถ้า CONTACT 0000 0002 และ 0003 มีสถานะ "ON" ก็ไม่สามารถทำให้ OUTPUT 101 นั้น "ON" ได้เลย ดังนั้นผู้ใช้จะต้องทำการจัดโปรแกรมเสียใหม่เพื่อให้การพิจารณากระทำจาก



3. การเขียนโปรแกรมเพื่อต่อ COIL ให้กับ-BUS ทางด้านซ้ายโดยตรงไม่สามารถทำได้ ในกรณีที่ต้องการให้ทำงานลักษณะเหมือนกับต่อโดยตรงทำได้โดยการใช้ SPECIAL AUXILIARY RELAY 1813 ที่มีสถานะเป็น "ON" เมื่อ RUN โปรแกรม



LADDER DIAGRAM ที่ผิด

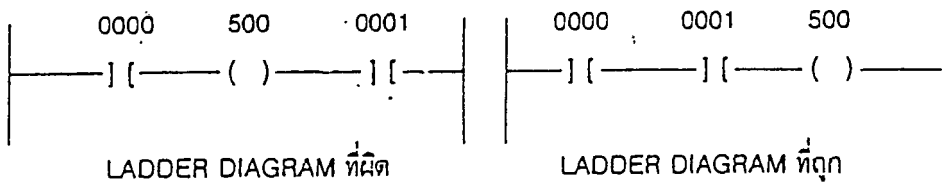
LADDER DIAGRAM ที่ถูก

4. จำนวน CONTACT ที่ใช้ในการต่อ SERIES หรือ PARALLEL ไม่มีขีดจำกัด จะใช้เท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

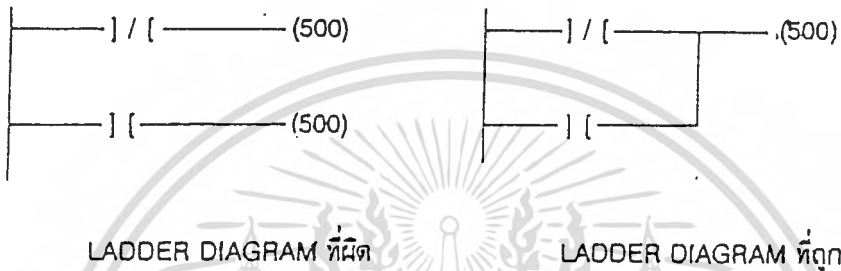
5. OUTPUT ทุก ๆ OUTPUT มี AUXILIARY CONTACT เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมและไม่จำกัด

จำนวน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ไม่สามารถเขียนโปรแกรมให้ CONTACT อยู่ทางด้านขวาของ COIL ได้



7. ไม่สามารถเขียนโปรแกรมให้มี OUTPUT COIL หมายเลขเดียวกันซ้ำหลาย ๆ ครั้งได้ ต้องจัดรูปเสียใหม่



8. OUTPUT COIL สามารถเขียนโปรแกรมให้ต่อ PARALLEL ได้เพื่อรับเงื่อนไขของ



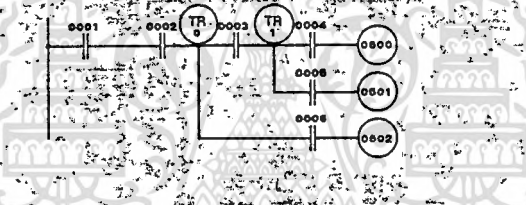
9. โปรแกรมจะถูก EXECUTED จาก ADDRESS แรกจนกระทั่งถึงคำสั่ง END ที่เป็นสั่งแรกซึ่งถูกใช้ โดยที่ END อาจจะมีหลายตำแหน่งก็ได้ ที่เป็นเช่นนี้เพื่อจุดประสงค์สำหรับการ TEST RUN กรณีแยกโปรแกรมออกเป็น ส่วน ๆ และง่ายต่อการตรวจสอบ-แก้ไขโปรแกรม

4.17 การใช้งานคำสั่งอื่น ๆ ของ OMRON C-20 (เพิ่มเติม)

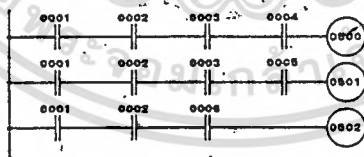
ในหัวข้อนี้จะเป็นการแนะนำคำสั่งอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อนขึ้นรวมทั้งคำสั่งบวกลบทางคณิตศาสตร์ คำสั่งเกี่ยวกับการเลื่อน (SHIFT) ข้อมูล และคำสั่งการเคลื่อนย้ายข้อมูล (MOV) ซึ่งในการดำเนินการจะดำเนินการกับข้อมูลเป็นช่อง (CHANNEL) โดยข้อมูลแต่ละช่องจะประกอบด้วย รีเลย์ 16 หมายเลข ดังที่ได้เคยอธิบายไว้แล้วในบทก่อน สำหรับคำสั่งอื่น ๆ ที่ขอแนะนำเพิ่มเติมมีดังนี้

TEMPORARY MEMORY RELAY (TR)

เป็นรีเลย์ชั่วคราวที่ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำ มีลักษณะการใช้งานคล้ายรีเลย์ธรรมดา ซึ่งในบล็อกหนึ่ง ๆ สามารถกำหนดรีเลย์ชั่วคราวนี้ได้ไม่เกิน 8 หมายเลข (TR0 ถึง TR7) และในบล็อกเดียวกันห้ามกำหนดรีเลย์ชั่วคราวซ้ำหมายเลขกัน ลองพิจารณารูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แผนภาพแลตเตอร์ไดอะแกรมที่มีการแตกแขนงของเอาต์พุตเป็นหลายแขนง



รูปที่ 4.14 แผนภาพแลตเตอร์ไดอะแกรมที่ได้จากการกระจายแผนภาพในรูปที่ 4.13

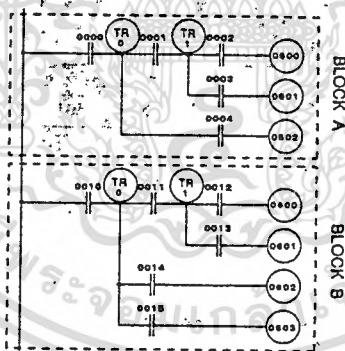
ลักษณะของวงจรควบคุมจะมีการแตกแขนงออกเป็นหลายเอาต์พุต และมีหลายจุดร่วม ซึ่งหากทำการโปรแกรมด้วยวิธีปกติแล้ว อาจต้องกระจายแผนภาพแลตเตอร์จากรูปที่ 4.13 เป็น รูปที่ 4.14 ก่อนจึงจะเขียนโปรแกรมได้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0020	LD	0001
0201	AND	0002

0202	OUT	TR 0
0203	AND	0003
0204	OUT	TR 1
0205	AND	0004
0206	OUT	0500
0207	LD	TR 1
0208	AND	0005
0209	OUT	0501
0210	LD	TR 0
0211	AND	0006
0212	OUT	0502

ตารางที่ 4.7 แสดงการเขียนโปรแกรมจากแผนภาพรูปที่ 1 โดยใช้เลย์แบบหน่วยความจำชั่วคราว

หนึ่ง ในการกำหนดหมายเลขเลย์ชั่วคราว ไม่จำเป็นต้องกำหนดเรียงตามหมายเลข รูปที่ 4.15 เป็นตัวอย่างแผนภาพแลตเตอร์ที่มีการใช้เลย์ชั่วคราว โดยแสดงให้เห็นว่าในบล็อกเดียวกันห้ามกำหนดหมายเลขเลย์ชั่วคราวซ้ำกัน แต่ในแผนภาพต่างบล็อกกันนั้น สามารถกำหนดหมายเลขเลย์ชั่วคราวซ้ำกันได้

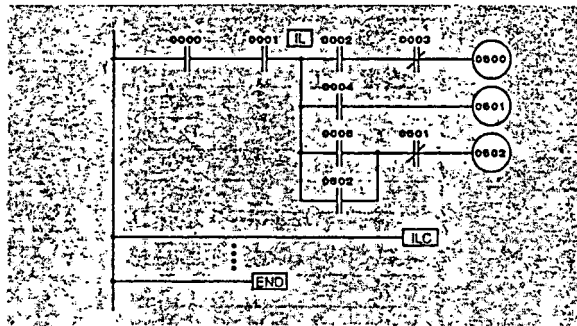


รูปที่ 4.15: แสดงการใช้เลย์ชั่วคราวซ้ำหมายเลขกันได้ในบล็อกต่างบล็อกกัน

INTERLOCK (IL) และ INTERLOCK CLEAR (ILC) : ฟังก์ชัน 02 และ 03

เป็นคำสั่งที่ใช้ในกรณีที่มีการแตกแขนงออกเป็นหลายเอาต์พุตจากจุดร่วมจุดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4 ในการโปรแกรมต้องใช้คำสั่ง IL (FUN 02) คู่กับ (FUN 03) เสมอเมื่อกำหนดจุดร่วมด้วยคำสั่ง IL แล้ว การโปรแกรมก็สามารถทำได้โดยเสมือนว่าแต่ละแขนงที่ออกจากจุดร่วมเดียวกันนั้นต่ออยู่กับ BUS BAR ทำให้มีความสะดวกยิ่งขึ้น ดังนั้นโปรแกรมที่ได้จากรูปที่ 4.16 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงแผนภาพวงจรที่มีการแตกแขนงจากจุดร่วมจุดเดียวกัน

CODING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND	0001
0002	IL (02)	-
0003	LD	0002
0004	AND NOT	0003
0005	OUT	0500
0006	LD	0004
0007	OUT	0501
0008	LD	0005
0009	OR	0502
0010	AND NOT	0501
0011	OUT	0502
0012	ILC (03)	-
0013		-
0014		-
0015	OUT	-

ตารางที่ 4.8 ชุดคำสั่งที่ได้จากการใช้คำสั่ง IL และ ILC ในรูปที่ 4.16

จากแผนภาพรูปที่ 4.16 ถ้าหน้าสัมผัส 0000 หรือ 0001 มีสถานะ OFF แล้ว รีเลย์ที่อยู่ระหว่างคำสั่ง IL และ ILC จะมีสถานะภาพดังตารางที่ 4.9

OUTPUT RELAY, INTERNAL AUXILIARY RELAY	OFF
TIMER RELAY	RESET
COUNTER, SHIFT REGISTER, HOLDING RELAY	เก็บสถานะภาพปัจจุบัน

ตารางที่ 4.9 แสดงสถานะภาพของรีเลย์ที่ใช้กับคำสั่ง IL และ ILC เมื่อเส้นทางวงจรมีสถานะภาพ OFF

SHIFT REGISTER (SFT) : ฟังก์ชัน 10

ชิฟต์รีจิสเตอร์ทำงานเหมือนชิฟต์รีจิสเตอร์ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสัญญาณอินพุตเป็นแบบอนุกรม (SERIAL) ในการโปรแกรม ผู้ใช้จะต้องเรียงลำดับในการป้อนโปรแกรมจากข้อมูลอินพุตนาฬิกาอินพุต รีเซตอินพุต และตามด้วยคำสั่ง SFT (ชิฟต์รีจิสเตอร์) ซึ่งจะต้องระบุให้เริ่มชิฟต์ข้อมูลจากช่องไหน ไปสิ้นสุดที่ช่องไหน โดยมีสัญลักษณ์และรูปแบบการใช้คำสั่งดังนี้

การอ้างถึงรีเลย์เป็นช่องด้วยคำสั่งชิฟต์รีจิสเตอร์นั้น รีเลย์ทั้ง 16 ตัว ในแต่ละช่องจะถูกพิจารณาสถานะภาพในลักษณะเป็นเลขฐานสอง 16 บิต (รีเลย์ 1 หมายถึงเลขคือ ข้อมูล 1 บิต) โดยที่สถานะภาพ ON/OFF ของรีเลย์ (หรือค่า 1,0 ในระบบเลขฐานสอง)

CODING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0200	LD	0000
0201	AND - NOT	0001
0202	LD	0002
0203	LD	0003
0204	SFT(10)	10
		10
0205	LD	1000
0206	OUT	0500

ตารางที่ 4.10 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง SFT จากแลตเตอร์ไดอะแกรม

หมายถึงข้อมูลในแต่ละบิตนั่นเอง ดังนั้นถ้าอ้างถึงรีเลย์ช่องที่ 10 ก็หมายถึงรีเลย์หมายเลข 1000 ถึง 1015 (16 หมายเลข) ถูกมองเป็นข้อมูล 16 บิตนั่นเอง ซึ่งชิฟต์รีจิสเตอร์จะแสดงผลเป็นบิตต่อบิต ในรูปของการ ON/OFF รีเลย์ในช่องที่ใช้งานนั้น ๆ สำหรับตัวอย่างการโปรแกรมคำสั่ง SFT ดูได้จากรูปที่ 4.17

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคำสั่ง SFT นั้น ช่องข้อมูลที่สามารถมาใช้งานร่วมกับรีเลย์รักษาสถานะ (HOLDING RELAY) ได้แสดงดังตารางที่ 4.11 ซึ่งสถานภาพของรีเลย์จะถูกเก็บไว้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า จนกว่าจะมีการป้อนสัญญาณรีเซ็ตจะทำให้ข้อมูลทั้ง 16 บิตถูกรีเซ็ตด้วย ในบางกรณีผู้ใช้อาจใช้รีเลย์หมายเลข 1900-1902 (ซึ่งเป็นรีเลย์กำเนิดสัญญาณนาฬิกา มาป้อนเป็นสัญญาณนาฬิกาอื่นก็ได้)

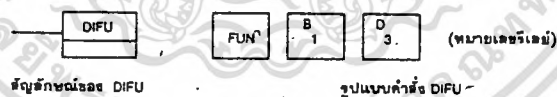
OUTPUT RELAY; INTERNAL AUXILIARY RELAY:	05 ถึง 07
HOLDING RELAY:	HR 0 ถึง HR 9

ตารางที่ 4.11 แสดงหมายเลขช่องที่สามารถใช้งานร่วมกับคำสั่ง SFT ได้

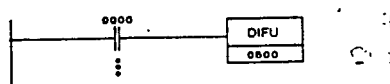
นอกจากนี้ในบางกรณีที่อ้างถึงข้อมูลมากกว่า 16 บิต เช่น ให้ชิพต์ข้อมูลจากช่องที่ 10 ไปช่องที่ 11 ชิพต์รีจิสเตอร์จะมองข้อมูลทั้ง 2 ช่อง ซึ่งมีรีเลย์ 32 หมายเลข เป็นข้อมูล 32 บิต จาก 1000 ถึง 1115 โดยข้อมูลจะถูก SFT ที่ขอบขาขึ้น (LEADING EDGE) ของสัญญาณนาฬิกา

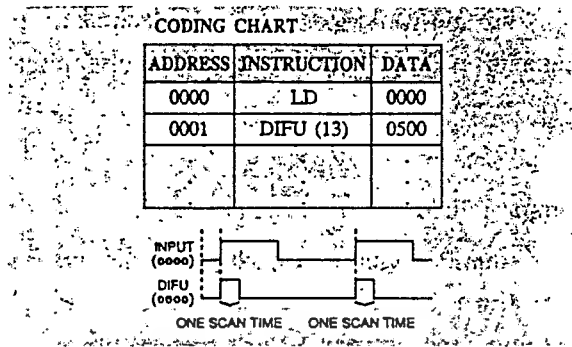
DIFFERENTIAL UP (DIFU) : ฟังก์ชัน 13

เป็นคำสั่งให้รีเลย์ที่กำหนดทำงานที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณอินพุตเป็นเวลา 1 รอบของสแกน (ON SCAN TIME) โดยมีสัญลักษณ์และรูปแบบการใช้คำสั่งดังนี้



หมายเลขรีเลย์ที่สามารถใช้ในคำสั่ง DIFU ได้คือ 0500 ถึง 1807 และ HR915 โดยตัวอย่างการโปรแกรมและไต่อะแกรมเวลาแสดงดังรูปที่ 4.18

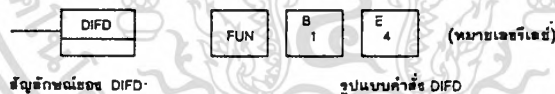




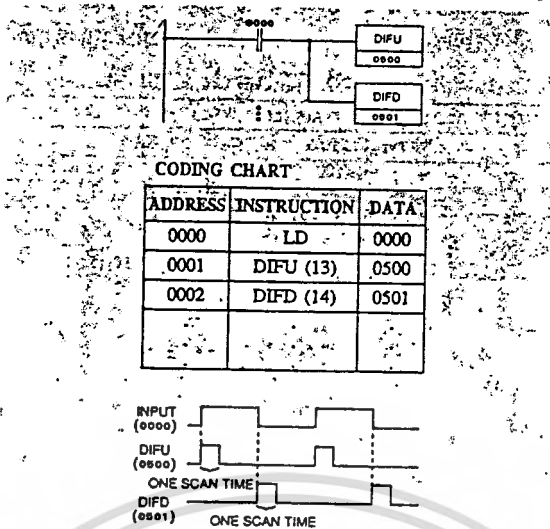
รูปที่ 4.18 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง DIFD จากแลตเตอรีไต่อะแกรมและไต่อะแกรมเวลาของการทำงาน

DIFFERENTIAL DOWN (DIFD) : ฟังก์ชัน 14

เป็นคำสั่งให้รีเลย์ที่กำหนดทำงานที่ขอบขาลงของสัญญาณอินพุตเป็นเวลา 1 รอบของการสแกน โดยมีสัญลักษณ์และรูปแบบการใช้คำสั่งดังนี้



หมายเลขรีเลย์ที่สามารถใช้ในคำสั่ง DIFD ได้คือ 0500 ถึง 1807 และ HR000 ถึง HR915 ซึ่งในโปรแกรมหนึ่ง ๆ อนุญาตให้มีการใช้คำสั่ง DIFU ร่วมกับคำสั่ง DIFD ได้ไม่เกิน 48 คำสั่ง โดยตัวอย่างการโปรแกรมและไต่อะแกรมเวลาของคำสั่ง DIFD เปรียบเทียบกับคำสั่ง DIFU แสดงดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง DIFD จากแลตเตอร์ไดอะแกรมและไดอะแกรมเวลาของการทำงาน
ของคำสั่ง DIFD เปรียบเทียบกับคำสั่ง DIFU

หมายเหตุ เวลาในการสแกน (SCAN TIME) หมายถึง เวลาทั้งหมดที่เครื่อง PLC ใช้ในการทำงานต่าง ๆ ตามโปรแกรมเป็นเวลา 1 รอบ

COMPARE (CMP) : ฟังก์ชัน 20

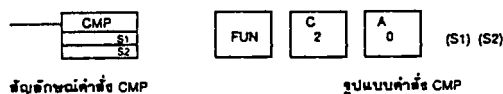
เป็นคำสั่งสำหรับเปรียบเทียบข้อมูลในช่องที่กำหนดหรือค่าคงที่ 4 หลัก (เลขฐานสิบหก) โดยเขียนแทนด้วย S1 กับข้อมูลในช่องอื่น ๆ ซึ่งเขียนแทนด้วย S2 แล้วแสดงผลการเปรียบเทียบผ่านรีเลย์หมายเลข 1905-1907 ดังนี้

ถ้า $S1 > S2$ แล้วรีเลย์ 1905 จะ on

ถ้า $S1 = S2$ แล้วรีเลย์ 1906 จะ on

ถ้า $S1 < S2$ แล้วรีเลย์ 1907 จะ on

เมื่อเงื่อนไขการทำงานของคำสั่ง CMP เป็นจริงแล้ว คำสั่ง CMP จะทำการเปรียบเทียบข้อมูล S1 กับ S2 ในแต่ละรอบของการสแกน ฉะนั้นในการสแกนครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการแสดงผลไปยังรีเลย์ที่เกี่ยวข้องเพียงครั้งเดียว และทุก ๆ รอบของการสแกนเมื่อ CPU สแกนไปถึงคำสั่ง END รีเลย์ 1905-1907 จะถูกเคลียร์ให้อยู่ในสถานะ OFF หมด สัญลักษณ์และรูปแบบการใช้คำสั่งมีดังนี้



ซึ่ง S1 และ S2 ที่สามารถใช้กับคำสั่งนี้ได้ แสดงดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT/OUT RELAY INTERNAL AUXILIARY RELAY	OFF
HOLDING RELAY	HR 0 ถึง 9
ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ	TIM/CNT 00 ถึง 47
ค่าคงที่ (เลขฐานสิบหก)	# 0000 ถึง FFFF

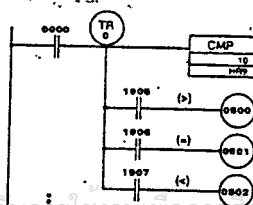
ตารางที่ 4.12 แสดงหมายเลขช่อง ตัวตั้งเวลา/ตัวนับและค่าคงที่ที่สามารถนำมาใช้เป็น S1,S2 ในคำสั่ง CMP ได้

ตัวอย่างการโปรแกรมและแสดงผลการเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 4.13 และลักษณะการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 4.20

CODING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0200	LD	0000
0201	OUT	TR 0
0202	CMP (20)	
		10
		HR 9
0203	LD	TR 0
0204	AND	1905
0205	OUT	0500
0206	LD	TR 0
0207	AND	1906
0208	OUT	0501
0209	LD	TR 0
0210	AND	1307
0211	OUT	0502

ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างการโปรแกรมด้วยคำสั่ง CMP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1000	2 ⁸	หลักที่ 1 x10 ⁰
1001	2 ⁷	
1002	2 ⁶	
1003	2 ⁵	
1004	2 ⁴	หลักที่ 2 x10 ¹
1005	2 ³	
1006	2 ²	
1007	2 ¹	
1008	2 ⁰	หลักที่ 3 x10 ²
1009	2 ⁹	
1010	2 ⁸	
1011	2 ⁷	
1012	2 ⁶	หลักที่ 4 x10 ³
1013	2 ⁵	
1014	2 ⁴	
1015	2 ³	

↑
รีเลย์หมายเลข 10

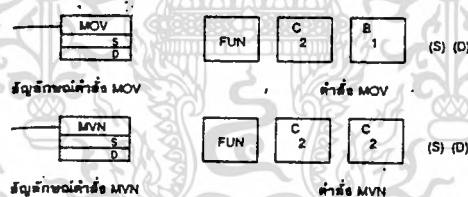
ผลการเปรียบเทียบ

	1905	1906	1907
10 CH > HR 9 CH	ON	OFF	OFF
10 CH = HR 9 CH	OFF	ON	OFF
10 CH < HR 9 CH	OFF	OFF	ON

รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะการพิจารณาข้อมูล 16 บิต ในรูปของค่าคงที่ 4 หลัก (เลขฐาน 16) ของ S1 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลใน S2 และตารางการทำงานของรีเลย์พิเศษหลังการเปรียบเทียบ

MOVE (MOV) และ MOV NOT (MVN) : ฟังก์ชัน 21 และ 22

คำสั่ง MOV เป็นคำสั่งผ่านข้อมูลจากช่องหนึ่ง ๆ หรือค่าคงที่ (เขียนแทนด้วย S) ไปยังช่องข้อมูลอื่นที่กำหนด (เขียนแทนด้วย D) ส่วนคำสั่ง MVN เป็นการส่งข้อมูลย้อนกลับมายังช่องข้อมูลที่กำหนด โดยมีรูปแบบและการใช้คำสั่งดังรูป



และข้อมูลที่น่ามาใช้กับคำสั่ง MOV และ MVN แสดงดังตารางที่ 4.14

	S	D
INPUT/OUTPUT RELAY	00 ถึง 19	05 ถึง 17
INTERNAL AUXILIARY RELAY	HR 0 ถึง 9	HR 0 ถึง 9
HOLDING RELAY	TDM/CNT 0 ถึง 47	-
ตัวส่งเวลา/ตัวนับ	# 0000 ถึง FFFF	-
ค่าคงที่ (เลขฐานสิบหก)	-	-

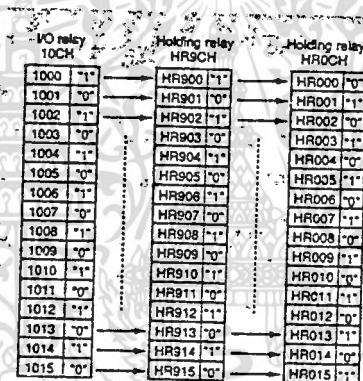
ตารางที่ 4.14 แสดงหมายเลขช่อง ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ และค่าคงที่ที่สามารถนำมาใช้เป็น S และ D ในคำสั่ง MOV และ MVN ได้

ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีค่าเป็นศูนย์แล้วรีเลย์พิเศษหมายเลข 1906 จะมีสถานะ ON ตัวอย่างการโปรแกรมด้วยคำสั่ง MOV และ MVN แสดงดังตารางที่ 4.15

CONDING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0200	LD	0000
	MOV(21)	10
		HR 9
0201	MVN (22)	HR 9
		HR 0

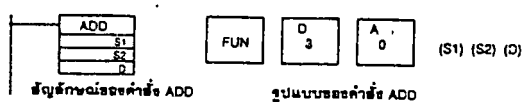
ตารางที่ 4.15 แสดงการโปรแกรมคำสั่ง MOV และ MVN จากแลตเตอร์ไดอะแกรม และลักษณะการส่งผ่านข้อมูลแสดงดังรูปที่ 11 (การส่งข้อมูลเป็นแบบบิตต่อบิต)



รูปที่ 4.21 แสดงการส่งผ่านข้อมูลด้วยคำสั่ง MOV และ MVN ตามแลตเตอร์ไดอะแกรมในตารางที่ 4.15

ADD : ฟังก์ชัน 30

เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการบวกค่าของข้อมูล 2 จำนวน ในลักษณะของเลข BCD 4 หลัก โดยบวกข้อมูลจากช่องข้อมูลหรือค่าคงที่ (เขียนแทนด้วย S1) กับช่องข้อมูลอื่นหรือค่าคงที่ (เขียนแทนด้วย S2) แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บในอีกช่องข้อมูลหนึ่ง (เขียนแทนด้วย D) ซึ่งสัญลักษณ์และรูปแบบของคำสั่งแสดงได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สำหรับ S1, S2 และ D ที่สามารถใช้ร่วมกับคำสั่ง ADD ได้นั้นแสดงดังตารางที่ 4.16 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	S1, S2	D
INPUT/OUTPUT RELAY	00 ถึง 19	05 ถึง 17
INTERNAL AUXILIARY RELAY		
HOLDING RELAY	HR 0 ถึง 9	
ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ	TIM/CNT 00 ถึง 47	-
ค่าคงที่ (เลข BCD)	# 0000 ถึง 9999	-

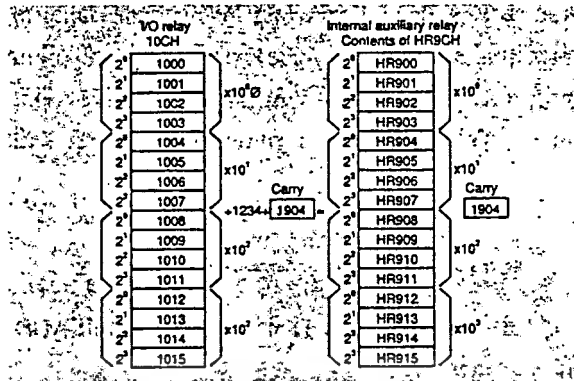
ตารางที่ 4.16 แสดงค่าของ S1, S2 และ D ที่สามารถใช้กับคำสั่ง ADD ได้

อนึ่ง เนื่องจาก OMRON C-20 ได้จัดให้มีรีเลย์พิเศษหมายเลข 1904 เพื่อระบุสถานะของ แฟล็กตัวทด ดังนั้นในการใช้คำสั่ง ADD หรือคำสั่ง SUBTRACT (SUB) จะต้องทำการเคลียร์ค่าแฟล็กตัวทดก่อนด้วยคำสั่ง CLC ซึ่งรายละเอียดของคำสั่ง SUB และ CLC จะได้กล่าวถึงต่อไป นอกจากนี้ถ้าผลของการบวกมีค่าเป็นศูนย์แล้ว รีเลย์พิเศษหมายเลข 1906 จะมีสภาพ ON โดยตัวอย่างการโปรแกรมด้วยคำสั่ง ADD แสดงได้ตารางที่ 4.17

CONDING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0200	LD	0000
0201	CLC (4)	-
0202	ADD	-
		10
		#1234
		HR 9

ตารางที่ 4.17 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง ADD จากแลตเตอร์ไดอะแกรม และลักษณะการบวกในรูปแบบของเลข BCD แสดงได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะการบวกข้อมูลในรูปแบบของเลข BCD ด้วยคำสั่ง ADD ตามแลดเดอร์ไดอะแกรมในตารางที่ 4.17

SUBTRACT (SUB) : ฟังก์ชัน 31

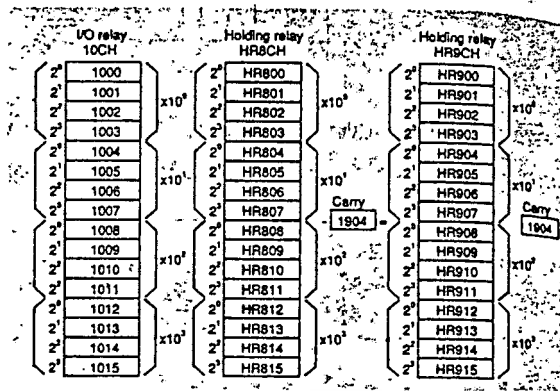
เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการลบข้อมูล S2 จากตัวตั้ง S1 ในรูปแบบของเลข BCD แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บในช่องข้อมูล D ซึ่งข้อกำหนดของ S1, S2 และ D สำหรับคำสั่ง SUB จะเหมือนกับคำสั่ง ADD โดยมีสัญลักษณ์และรูปแบบของคำสั่งดังนี้

และเช่นเดียวกับคำสั่ง ADD คือ ถ้าผลการลบเป็นศูนย์แล้ว รีเลย์พิเศษหมายเลข 1906 จะ on และควรจะเคลียร์ค่าของแฟล็กตัวตดก่อนทำการลบเช่นกัน ซึ่งตัวอย่างการโปรแกรมด้วยคำสั่ง SUB แสดงได้ดังตารางที่ 4.18

CONDING CHART

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0200	LD	0000
0201	CLC: (11)	-
0202	SUB (31)	-
		10
		HR 8
		HR 9

ตารางที่ 4.18 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง SUB จากแลดเดอร์ไดอะแกรม และลักษณะการลบในรูปแบบของเลข BCD แสดงได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะการลบข้อมูลในรูปแบบของเลข BCD ด้วยคำสั่ง SUB ตามแลตเตอร์โปรแกรมในตารางที่ 4.18

SET CARRY (STC) : ฟังก์ชัน 40

ฟังก์ชัน SET CARRY เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการเซตแฟล็กตัวทให้มามีค่าเป็น 1 โดยมีรูปแบบและสัญลักษณ์ดังนี้



และตัวอย่างโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 4.24

CODING CHART

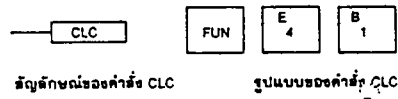
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	STC (40)	-

รูปที่ 4.24 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง STC จากแลตเตอร์โปรแกรม

CLEAR CARRY (CLC) : ฟังก์ชัน 41

ฟังก์ชัน CLEAR CARRY เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการเคลียร์ค่าแฟล็กตัวทให้มามีค่าเป็นศูนย์โดยมีรูปแบบและสัญลักษณ์ดังนี้

และตัวอย่างโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แสดงการโปรแกรมด้วยคำสั่ง CLC จากแลตเตอร์ไดอะแกรม



บทที่ 5

การประยุกต์ใช้งาน PLC

5.1 ตัวอย่าง การออกแบบโปรแกรม

สมมติว่าต้องการใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนของที่ใช้ในงานก่อสร้างและใช้คนคอยควบคุมการกดยุติเคลื่อนที่ขึ้น (UP) และลง (DOWN) ไปตามขั้นต่าง ๆ ดังรูปที่ 5.2 โดยกำหนดให้มีอุปกรณ์ตรวจนับ 2 ตัว สำหรับตรวจสอบตำแหน่งไม่ให้เคลื่อนที่เกินไปจากขอบเขตที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้จะใช้ PLC C-20 เป็นอุปกรณ์ช่วยในการควบคุม

ข้อพิจารณาในการออกแบบ

- จากรูปที่ 5.2 จะเห็นว่าการเคลื่อนที่ของลิฟต์จะขึ้นอยู่กับการทำงานของมอเตอร์โดยที่ลิฟต์สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งขึ้นและลง ซึ่งหมายถึง มอเตอร์มีการหมุน 2 ทิศทาง ดังนั้นการควบคุมการเคลื่อนที่ของลิฟต์ก็หมายถึง การควบคุมการหมุนของมอเตอร์นั่นเอง
- ระบบนี้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจบการทำงานของระบบอยู่ 2 ตัวด้วยกัน ซึ่งอุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกนำมาใช้เป็นเงื่อนไขในการทำงานด้วย คือ
 - ถ้าลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ขึ้นและอุปกรณ์ตรวจนับตัวที่ 1 ทำงานแล้วให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่ขึ้น
 - ถ้าลิฟต์กำลังเคลื่อนที่ลงและอุปกรณ์ตรวจนับตัวที่ 2 ทำงานแล้วให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่ลง
- ระบบนี้ใช้คนควบคุมโดยการกดปุ่มขึ้น/ลง ซึ่งลักษณะสวิตช์ที่ใช้ควรเป็นสวิตช์ที่กดแล้ว ON ปลดปล่อยแล้ว OFF กล่าวคือ ควรเป็นแบบสวิตช์ปุ่มกด (PUSH BUTTON) นั่นเอง โดยห้ามไม่ให้กดสวิตช์ขึ้น/ลงพร้อมกันเป็นอันขาด
- เนื่องจากมอเตอร์มีการหมุนใน 2 ทิศทาง ดังนั้นต้องใช้รีเลย์ 2 ชุด ในการควบคุมให้มอเตอร์หมุนในแต่ละทิศทาง
- จากการพิจารณาโดยคร่าว ๆ สามารถเขียนเป็นแลตเตอร์ไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 5.3 โดยกำหนดหมายเลขรีเลย์สำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวคือ

หมายเลขรีเลย์	อุปกรณ์
---------------	---------

0000	อุปกรณ์ตรวจนับตัวที่ 1
------	------------------------

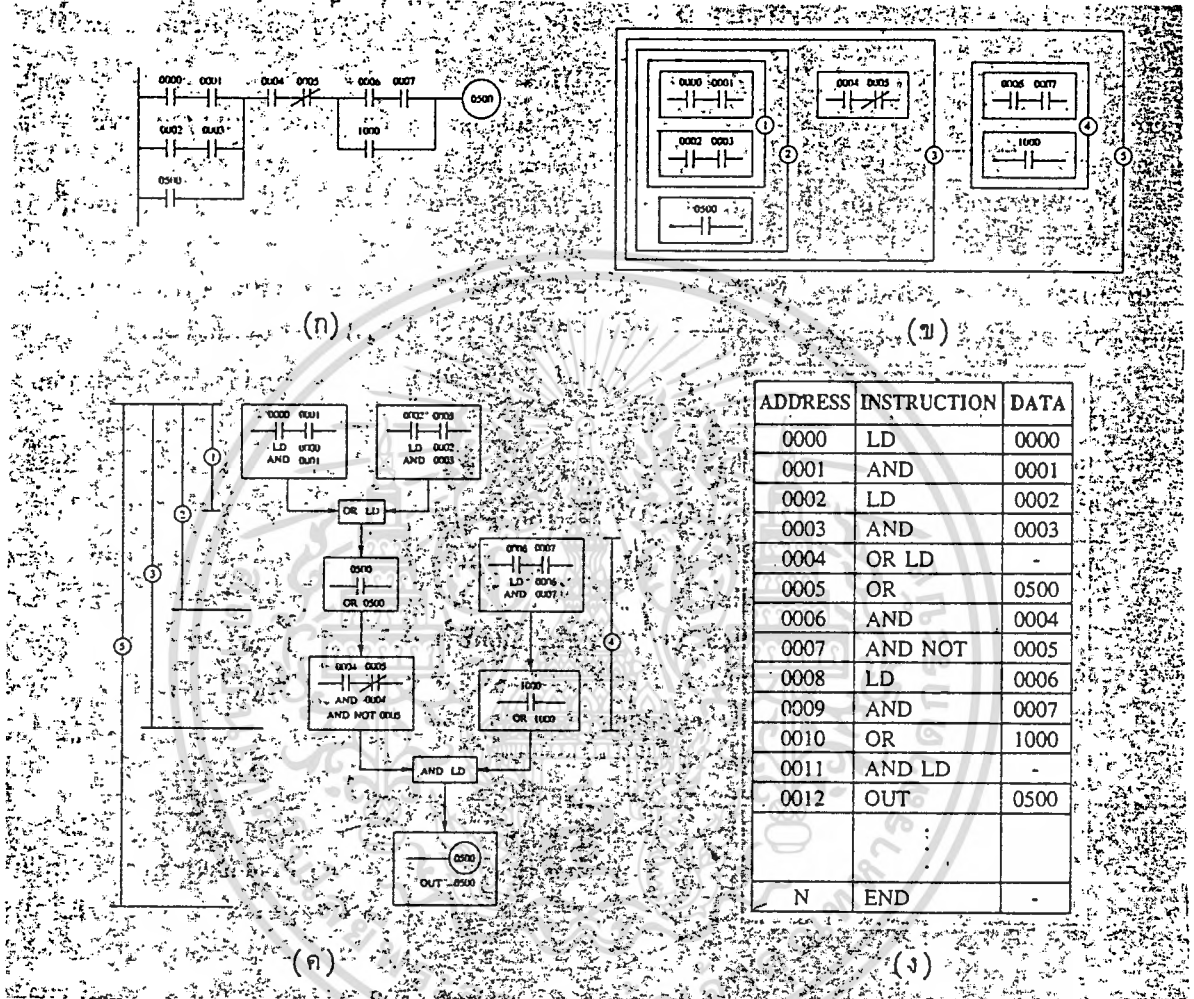
0001	อุปกรณ์ตรวจนับตัวที่ 2
------	------------------------

0002	อุปกรณ์กดปุ่มขึ้น
------	-------------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0003

อุปกรณ์กดปุ่มลง



รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมโดยการมองจากแลตเตอร์ไดอะแกรม

(ก) แลตเตอร์ไดอะแกรมที่พิจารณา (ข) การมองแลตเตอร์ไดอะแกรมเป็นส่วน ๆ

(ค) การเขียนโปรแกรมตามลำดับ (ง) เขียนเป็นตารางรหัสก่อนนำไปโปรแกรม

0009	AND NOT	0501
0010	AND NOT	0503
0011	OUT	0504
0012	END (01)	-

ตารางที่ 5.1 แสดงตารางรหัสจากแลตเตอร์ไดอะแกรมในรูปที่ 5.2

0500 รีเลย์สำหรับรับรู้สถานะของอุปกรณ์ตรวจจับตัวที่ 1

0501 รีเลย์สำหรับรับรู้สถานะของอุปกรณ์ตรวจจับตัวที่ 2

0503 รีเลย์สำหรับการต่อวงจรมอดูรีให้หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

0504 รีเลย์สำหรับการต่อวงจรมอดูรีให้หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

จากแลตเตอร์ไดอะแกรมรูปที่ 5.3 จะเห็นว่าเส้นทางวงจรลอจิกที่แอดเดรส 0004 รีเลย์ 0503 จะงานก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัส 0002 อยู่ในสภาพ ON ซึ่งหมายถึงมีการกดปุ่มขึ้นนั่นเอง แต่รีเลย์ 0503 จะหยุดทำงานเมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ 0500 เปลี่ยนสภาพลอจิกเป็น OFF เมื่อลิฟต์เคลื่อนที่ถึงชั้นบนสุดแล้ว และจะสังเกตเห็นว่ารีเลย์ 0503 ไม่สามารถทำงานพร้อมกับรีเลย์ 0504 ได้เช่นเดียวกัน เส้นทางวงจรลอจิกที่แอดเดรส 0008 ก็จะมีการตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานของรีเลย์ 0504 ในทำนองเดียวกับรีเลย์ 0503 สำหรับคำสั่ง END ในตารางรหัสคำที่อยู่ในวงเล็บหมายถึง หมายเลขฟังก์ท์ที่เรียกใช้

จากตัวอย่างการเขียนโปรแกรมนั้นผู้ออกแบบโปรแกรมยังสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อีกหลายจุดเป็นต้นว่า ให้ลิฟต์จอดที่ชั้นใดก็ได้ ให้มีเสียงเตือนเมื่อลิฟต์บรรทุกน้ำหนักมากเกินไป ให้แต่ละชั้นสามารถเรียกใช้ลิฟต์ได้เช่นเดียวกับลิฟต์โดยสาร เป็นต้น ซึ่งในโปรแกรมนั้นอาจจะมีข้อขัดข้องของการทำงานและการตรวจสอบลอจิกมากขึ้น และอาจมีการเรียกใช้คำสั่งหรือฟังก์ชันต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย คงต้องเรียนรู้กันให้มากกว่าที่กล่าวถึงในบทความนี้ สำหรับตอนต่อไปจะเป็นเรื่องอะไรต้องตามต่อ

5.2 การประยุกต์ใช้งาน PLC ในงานอุตสาหกรรม

เริ่มการประยุกต์ใช้ PLC กับงานอุตสาหกรรมสามารถทำได้อย่างคล่องตัว ทั้งนี้เนื่องจากว่าระบบของ PLC นั้นสะดวกในด้านการติดตั้งการตรวจสอบ และมีข้อดีอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับที่จะประยุกต์ใช้กับการควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับห้องเก็บของ (AUTOMATIC CONTROL OF WAREHOUSE DOOR)
- การหล่อสื่อน้ำมันอัตโนมัติ (AUTOMATIC LUBRICATING OIL SUPPLIER)
- การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง (CONVEYOR BELT MOTOR CONTROL)
- เครื่องทำความสะอาดรถยนต์อัตโนมัติ (AUTOMATIC CAR WASHING MACHINE)

- การตรวจสอบสลากที่ขวด (BOTTLE LABEL DETECTION)

5.3 การควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับห้องเก็บของ (AUTOMATIC CONTROL OF WAREHOUSE DOOR)

เป็นตัวอย่างที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้ PLC ควบคุมการเปิดและปิดประตูอัตโนมัติของห้องเก็บของโดยการตรวจสอบการเข้าออกของรถที่ใช้บรรทุกของ ซึ่งอินพุตที่ใช้ในการส่งสัญญาณให้กับ PLC จะเป็นอุลตราโซนิกสวิตช์ (ULTRASONIC SWITCH) และสวิตช์ลำแสง (PHOTOELECTRIC SWITCH) อุลตราโซนิกสวิตช์นั้นจะส่งสัญญาณคลื่นออกมา และเมื่อมีวัตถุขวางกั้นทางเดินของคลื่นนี้จะเกิดการสะท้อนกลับมายังตำแหน่งเดิมของสวิตช์อีกครั้งเป็นการแสดงว่ามีการตรวจพบวัตถุ สำหรับสวิตช์ลำแสงจะประกอบด้วยสองส่วนด้วยกันคือ ตัวรับและตัวส่ง ลำแสงจะถูกส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับและตัวรับก็จะทำการรับลำแสงดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้ามีวัตถุมาตัดลำแสงนี้จะถือว่ามีวัตถุขวางกั้น วัตถุ นั้น ๆ ได้

ขั้นตอนการทำงาน

1. ให้ทำการตรวจสอบว่า มีรถบรรทุกอยู่ตำแหน่งหน้าประตูหรือไม่โดยอาศัยอุลตราโซนิกสวิตช์เป็นตัวตรวจจับ ในกรณีที่รถบรรทุกอยู่ให้เปิดประตูออกโดยการยกขึ้นจนกระทั่งชน LIMIT ตำแหน่งบนแล้วจึงค่อยหยุดการเปิดประตู
2. หลังจากประตูเปิดออกเรียบร้อยแล้ว ตอนนี้ก็เป็นหน้าที่ของสวิตช์ลำแสงจะตรวจจับว่ารถบรรทุกเคลื่อนที่ออกไปจากตำแหน่งเดิมและผ่านเข้าไปแล้วหรือยัง โดยจะต้องให้ผ่านไปเสร็จเรียบร้อยแล้วจริงๆ จึงจะสั่งให้มอเตอร์ทำการปิดประตูจนถึง LIMIT SWITCH ตำแหน่งล่างสุดแล้วจึงหยุด

5.4 การหล่อลื่นน้ำมันอัตโนมัติ (AUTOMATIC LUBRICATING OIL SUPPLIER)

ตัวอย่างนี้จะใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นให้กับระบบเกียร์และเบรค ทั้งนี้เพื่อให้การเคลื่อนที่ของเฟืองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดกำลังงานของตัวขับเคลื่อนจนยืดอายุการใช้งาน

ขั้นตอนของการทำงาน

1. จะต้องมีการตรวจสอบตำแหน่งของเฟืองที่เคลื่อนขึ้นงานว่าอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการจะให้มีการหยดน้ำมันหรือไม่ โดยอาศัยตัวตรวจจับอินพุตตำแหน่งที่ 0000 และถ้าถึงตำแหน่งดังกล่าวตัวควบคุมจะส่งสัญญาณให้ทำการเปิดวาล์วที่เอาท์พุตตำแหน่งที่ 0600 นานเป็นระยะเวลาที่แน่นอน โดยที่ค่าของเวลาในการหน่วงสามารถกำหนดได้จาก TIMER
2. การแสดงผลเพื่อบ่งบอกให้ผู้ใช้ทราบวาระดับน้ำมันภายในถังนั้นจนหมด โดยอาศัยการตรวจจับจาก LOWER-LIMIT OIL LEVEL คือ อินพุตตำแหน่งที่ 0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง (CONVEYER BELT MOTOR CONTROL)

สายพานลำเลียงแบบเป็นช่วง ที่ทำการลำเลียงแผ่นทองแดงโดยจะมีการตรวจสอบตำแหน่งของแผ่นทองแดงด้วย SENSOR 1,2 และ 3 ที่เป็น PROXIMITY SWITCH และส่งสัญญาณให้กับตัวควบคุมเพื่อทำการควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงตัวที่อยู่ข้างหน้าหนึ่งลำดับ ให้ทำงานก่อนที่แผ่นทองแดงจะเคลื่อนมาถึงและให้หยุดการทำงานเมื่อไม่มีแผ่นทองแดงลำเลียงเข้ามาอีก

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดให้มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงตัวที่ 3 ทำงานเมื่อตัวควบคุมอยู่ในโหมด RUN
2. มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงตัวที่ 2 สามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีการตรวจสอบว่าพบแผ่นทองแดงถึงตำแหน่ง SENSOR 3 แล้ว
3. มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงตัวที่ 1 ทำงานในลักษณะเดียวกับข้อ 2 คือตรวจสอบจากแผ่นทองแดงที่ลำเลียงมาถึง SENSOR 2
4. การหยุดของมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงตัวที่ 2 และตัวที่ 1 จะหยุดก็ต่อเมื่อไม่มีแผ่นทองแดงอยู่บนสายพาน โดยมีการหน่วงเวลาไว้เล็กน้อยก่อนที่จะหยุดการทำงาน

5.6 เครื่องทำความสะอาดรถยนต์อัตโนมัติ (AUTOMATIC CAR WASHING MACHINE)

ในการทำความสะอาดรถยนต์โดยอัตโนมัตินั้น จะเริ่มต้นการทำงานด้วยการกด PUSH BUTTON START เพื่อที่จะเคลื่อนที่เครื่องทำความสะอาดให้เคลื่อนไปตามแนวความยาวของรถที่ต้องการทำความสะอาด นอกจากนี้ตัวเครื่องยังต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับว่า ในขณะที่เคลื่อนที่ไปนั้นตรวจพบรถยนต์แล้วหรือยัง ถ้าตรวจพบเครื่องควบคุมจะสั่งการให้สเปรย์ฉีดน้ำและแปรงทำความสะอาดทำงานทันที และทำงานเรื่อยไปจนกว่าอุปกรณ์ตรวจจับได้ตรวจพบว่าผ่านพ้นรถยนต์คันดังกล่าวหรือไม่มีรถยนต์อยู่ภายในแล้ว เครื่องและอุปกรณ์อื่น ๆ ก็จะหยุดทำงานทันที

ขั้นตอนการทำงาน

1. เมื่อเริ่มต้นการทำงานต้องกด PUSH SUTTON START เพื่อให้มอเตอร์ทำการขับเคลื่อนเครื่องทำความสะอาดเข้าหารถ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำการหยุดการทำงานแบบชั่วคราวได้ โดยการกดปุ่ม STOP และถ้าปล่อยออกเครื่องทำความสะอาดจะทำงานต่อไป การทำงานในขั้นตอนนี้สเปรย์น้ำจะทำงานควบคู่กันไปด้วย

2. เมื่อเครื่องเคลื่อนที่มาถึงตัวรถแล้ว SENSOR จากอินพุตที่ 0001 จะทำการตรวจสอบให้ทราบว่าขณะนี้มียานอยู่ ดังนั้นเครื่องควบคุมจะสั่งการให้มอเตอร์ทำความสะอาดทำงานทันที ในระหว่างนี้มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนเครื่องทำความสะอาด และสเปรย์น้ำจะทำงานไปในตัวด้วยพร้อมกัน ทุกอย่างจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยุดการทำงานเมื่อสัญญาณตรวจจับตำแหน่งที่ 0001 แสดงสถานะว่าไม่มีรถอยู่ภายในเครื่องทำความสะอาดแล้ว

5.7 การตรวจสอบสลากที่ขวด (BOTTLE LABEL DETECTION)

เป็นการแยกขวดที่มีสลากและขวดที่ไม่มีสลากออกจากกัน โดยให้ขวดที่มีสลากและไม่มีสลากลำเลียงมาจากสายพานลำเลียง A และแยกขวดที่ไม่มีสลากมายังสายพานลำเลียง B การเคลื่อนย้ายขวดนี้จะอาศัยมือของหุ่นยนต์ช่วยในการเคลื่อนย้าย ในขณะเดียวกันจะมีการนับจำนวนของขวดที่มีสลากด้วย COUNTER และจะแสดง ALARM LAMP เมื่อครบตามจำนวนที่ตั้งเอาไว้เพื่อทำการเคลื่อนย้ายขวดออกไป

ลำดับขั้นตอนของการทำงาน

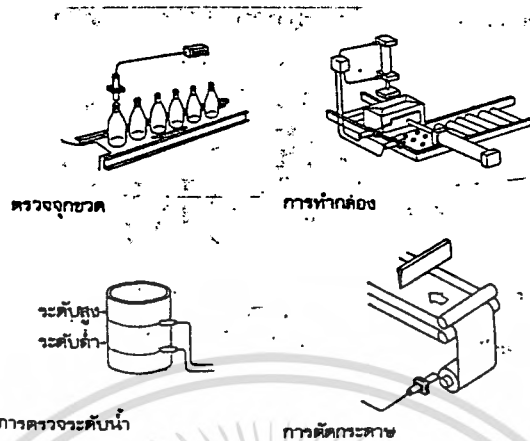
1. สายพานลำเลียง A จะลำเลียงขวดทั้งที่มีและไม่มีสลากออกมาเพื่อผ่านการตรวจจับของ SENSOR ที่ทำหน้าที่ตรวจจับสลาก (ตำแหน่ง 0000) พร้อมทั้ง SENSOR ที่มีการตรวจจับขวดอีกตัวหนึ่งที่ทำงานสัมพันธ์กัน ถ้าผลการตรวจจับแล้ว ปรากฏว่าขวดนั้นไม่มีสลากก็จะทำงานในลำดับขั้นต่อไป
2. มือของหุ่นยนต์จะมาหยิบขวดที่ไม่มีสลากออกไปจากสายพานลำเลียง A ให้ไปวางที่สายพานลำเลียง B พร้อมทั้งเคลื่อนที่สายพานลำเลียง B ไปอีกระยะหนึ่ง เท่ากับระยะเวลาของ TIMER ที่ตั้งไว้ และมือของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเดิม
3. ในขณะที่มีการตรวจสอบสลากขวด จะมีการนับเฉพาะขวดที่มีสลากนั้นด้วย จนกว่าขวดที่ได้เท่ากับค่าที่กำหนดไว้กับ COUNTER ภายใน PLC หลอดไฟแสดงผลจะสว่างขึ้นเพื่อเตือนให้รู้ว่ามีครบตามจำนวนของขวดที่มีสลากแล้ว ดังนั้นผู้ควบคุมจะต้องนำขวดเหล่านั้นออกไปจากสายพานลำเลียง A

5.8 พร็อกซิมีตี้สวิตช์ (PROXIMITY SWITCH)

ในระบบควบคุมหนึ่ง ๆ อาจมีวัตถุประสงค์และความต้องการความถูกต้องในการควบคุมที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมีระบบควบคุมที่พบเห็นอยู่หลายลักษณะ ที่พบเห็นโดยส่วนใหญ่นั้น มักจะเป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (FEEDBACK หรือ CLOSED LOOP CONTROL) จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับเป็นพวกอินฟราเรด สวิตช์ลำแสง ลิ้มิตสวิตช์ และพร็อกซิมีตี้สวิตช์หรือเรียกว่า สวิตช์ที่ไม่ต้องสัมผัส จะเห็นว่า PLC จะมีจุดติดต่ออินพุตและเอาต์พุตจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมได้ ในที่นี้ขอกล่าวถึงพร็อกซิมีตี้สวิตช์ เพราะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่มีแนวโน้มการใช้งานสูงมากในปัจจุบัน

พร็อกซิมีตี้สวิตช์เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานได้ โดยไม่ต้องสัมผัส อาศัยการทำงานจากวงจรสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือวงจรสนามไฟฟ้า เมื่อมีวัตถุเข้ามาในระยะการตรวจจับ (บริเวณสนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็ก) จะทำให้คุณสมบัติของสนามดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป เป็นผลให้วงจรตรวจสอบภายในสั่งการให้สวิตช์ทำงานทันที

ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

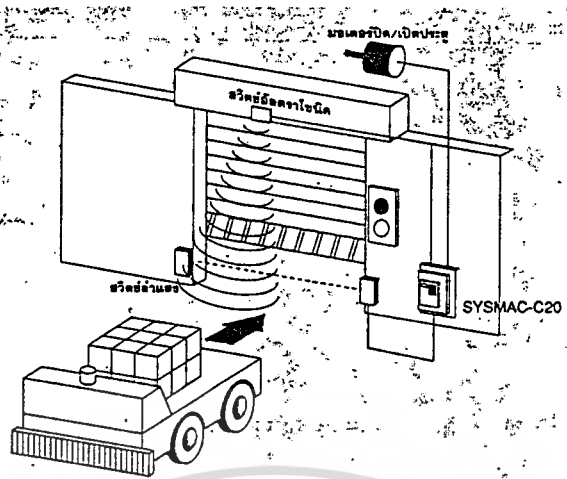


รูปที่ 5.4 การนำพรีอกซิมิต์ไปใช้ในกระบวนการผลิต

พรีอกซิมิต์สวิตช์ที่ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะตรวจจับการเหนี่ยวนำของวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่นำมาใช้กับพรีอกซิมิต์สวิตช์ชนิดนี้จึงเป็นพวกโลหะ และพรีอกซิมิต์สวิตช์ที่ทำงานด้วยสนามไฟฟ้าจะตรวจจับความจุไฟฟ้าของวัตถุจึงใช้ได้กับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ เช่น แก้ว พลาสติก และของเหลว เป็นต้น ผู้ใช้สามารถเลือกรูปร่าง (CASE) และระยะการตรวจจับของพรีอกซิมิต์สวิตช์ให้เหมาะสมกับระบบที่จะควบคุมได้ ในรูปที่ 5.4 เป็นตัวอย่างการนำพรีอกซิมิต์สวิตช์มาใช้ในการตรวจจับเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต

5.9 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน PLC ระบบควบคุมประตูดัดโน้มิตสำหรับโกดังเก็บของ

พิจารณารูปที่ 5.5 จะใช้ PLC ในการควบคุมการเปิด-ปิดของประตู โดยตรวจจับวัตถุ (ซึ่งอาจจะเป็นรถหรือยานพาหนะอื่น ๆ) ที่เคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณตรวจจับ สำหรับในรูปที่ 5.5 นั้นจะใช้ตัวตรวจจับที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ สวิตซ์อัลตราโซนิก (ULTRA SONIC SWITCH) และสวิตซ์ลำแสง (PHOTOELECTRONIC SWITCH) ซึ่งมีอุปกรณ์รับ/ส่งแยกเป็น 2 ส่วน



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างระบบควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับโกดัง

การตรวจวัตถุของสวิทช์อัลตราโซนิก ทำโดยตรวจจับการสะท้อนของคลื่นที่เครื่องอัลตราโซนิกส่งออกไป ถ้าไม่มีคลื่นสะท้อนกลับมาก็หมายถึง ไม่มีวัตถุเข้ามาในบริเวณตรวจจับนั่นเอง

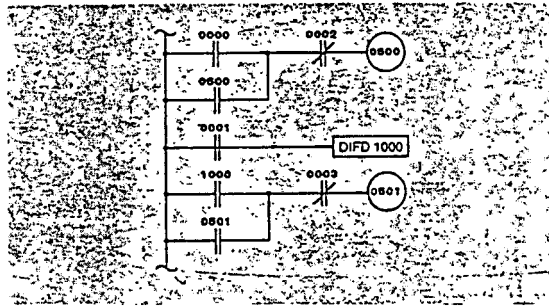
ส่วนการทำงานของสวิทช์ลำแสงก็คือ ตรวจสอบว่ามีวัตถุวิ่งตัดลำแสงหรือไม่ ถ้ามีวัตถุตัดลำแสงแล้วอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสงจะไม่มีแสงมาตกกระทบชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งก็ทำให้ตรวจจับวัตถุได้เช่นกัน

จากรูปจะเห็นว่าประตูจะปิด/เปิดด้วยมอเตอร์ ซึ่งในที่นี้สมมติว่าที่ประตูมีลิมิตสวิทช์อยู่ที่ตำแหน่งบนของประตู (สำหรับตรวจจับว่าประตูได้เปิดขึ้นสุดแล้วหรือยัง) และลิมิตสวิทช์อีกตัวหนึ่งอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของประตู (สำหรับตรวจจับว่าประตูปิดลงสุดแล้วหรือยัง)

ดังนั้น ถ้ากำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มีหมายเลขรีเลย์ตรงกับตารางที่ 5.2 แล้ว ก็สามารถออกแบบระบบควบคุมดังกล่าวนี้ได้ตั้งแต่รีเลย์ไดอะแกรมในรูปที่ 5.6

ตารางกำหนด INPUT/OUTPUT RELAY

INPUT	หมายเลขรีเลย์
สวิทช์อัลตราโซนิก	0000
สวิทช์ลำแสง	0001
ของประตู	0002
ลิมิตสวิทช์ ตำแหน่ง ล่างของประตู	0003
OUTPUT	หมายเลขรีเลย์
มอเตอร์ (หมุนในทิศทางเปิดประตู)	0500
มอเตอร์ (หมุนในทิศทางปิดประตู)	0509



รูปที่ 5.6 แลตเตอร์โดยแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.7 ไดอะแกรมเวลาการทำงานของสวิตช์ลำแสงในตัวอย่างรูปที่ 5.5

จากแลตเตอร์โดยแกรมในรูปที่ 5.6 การทำงานของมอเตอร์จะทำงานด้วยเงื่อนไข 2 ข้อคือ

- 1) ถ้าสวิตช์อัลตราโซนิกตรวจพบวัตถุแล้ว รีเลย์ 0000 จะ ON รีเลย์ 0500 ก็จะทำงาน (ประตูเปิดขึ้น) จนกระทั่งลิ้มิตสวิตช์ที่ตำแหน่งบนของประตูทำงาน มอเตอร์ที่เปิดประตูก็จะหยุดทำงาน
- 2) เมื่อรถเคลื่อนผ่านประตูสวิตช์ลำแสงจะตรวจจพบได้ ทำให้รีเลย์ 0001 ON ซึ่งช่วงที่รถเคลื่อนผ่านประตูนั้น สามารถเขียนแผนภาพการทำงานของสวิตช์ลำแสงได้ดังรูปที่ 5.7 ขณะที่รถเคลื่อนที่ผ่านพื้นประตูนั้น (ช่วงขอบขา) คำสั่ง DIFD ก็จะทำงานเป็นผลให้รีเลย์ 1000 ON เป็นเวลา 1 ช่วงการสแกนและรีเลย์ 0501 จะทำงาน (ประตูจะปิดลง) จนกระทั่งลิ้มิตสวิตช์ที่ตำแหน่งล่างของประตูทำงาน มอเตอร์ที่ปิดประตูก็จะหยุดทำงาน

สำหรับตัวอย่างใช้งานนี้ในทางปฏิบัติผู้ใช้สามารถควบคุมการปิด/เปิดประตูได้ทั้งขาเข้าและขาออก พร้อมทั้งนับจำนวนรถที่เข้าออกของประตูหนึ่ง ๆ ได้ นอกจากนี้ PLC หนึ่งตัวสามารถควบคุมการทำงานของประตูได้หลาย ๆ ประตูอีกด้วยซึ่งอาจจะมีการนับจำนวนรถที่เข้าและออกของทั้งโกดังว่าเท่ากันหรือไม่ ด้วยคำสั่ง ADD และ SUB ของ PLC ได้อีกเช่นกัน ทั้งนี้ ผู้อ่านสามารถที่จะต่อเติมหรือดัดแปลงโปรแกรมนี้ต่อไปได้โดยไม่ยากนัก

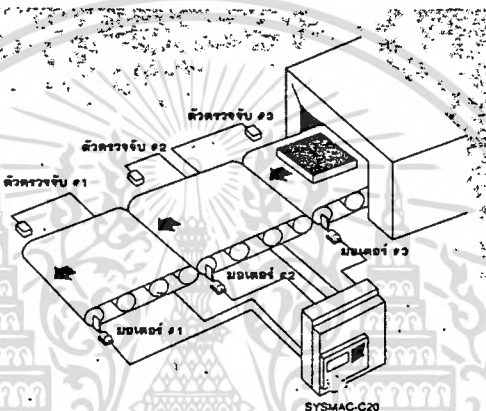
5.10 ระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

พิจารณารูปที่ 5.8 เป็นระบบที่ใช้ PLC ในการบังคับมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนสายพาน ซึ่งแบ่งออกเป็นช่อง ๆ โดยมิตัวตรวจจับแบบพรีอิกซ์มิเตอร์ 3 ตัว คอยตรวจจับการเคลื่อนที่ของชิ้นงานเป็นช่วง ๆ ซึ่งตัวตรวจไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จับ # 3 จะเป็นตัวเปิดมอเตอร์ # 2 และตัวตรวจจับ # 2 จะเป็นตัวเปิดมอเตอร์ # 1 ขณะที่ชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับ # 2 นั้นมอเตอร์ # 2 จะถูกหน่วงให้ทำงานต่อไปอีก 2 วินาที แล้วจึงหยุดหมุน

เช่นเดียวกันเมื่อชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับ # 1 มอเตอร์ # 1 ก็จะถูกหน่วงให้ทำงาน 2 วินาที แล้วจึงหยุดการทำงาน สำหรับมอเตอร์ # 3 นั้นจะหมุนอยู่ตลอดเวลา แต่เนื่องจากข้อควรปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมที่ว่าไม่ควรต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัลบาร์ของแลตไดอะแกรมโดยตรง จึงต้องต่อผ่านหน้าสัมผัสของรีเลย์พิเศษ 1813 ซึ่งปกติจะ ON อยู่เสมอ

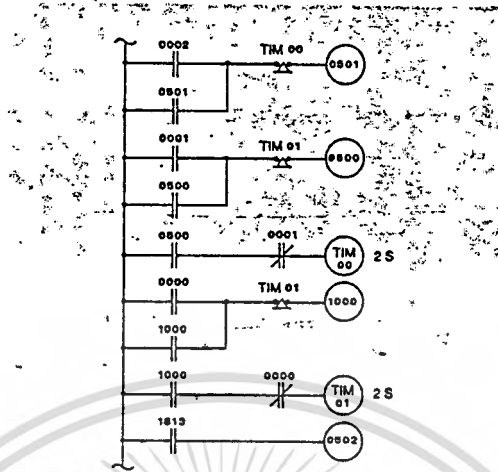
ดังนั้น ถ้ากำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มีหมายเลขรีเลย์ตรงกับตารางที่ 9 แล้ว แลตเตอร์ไดอะแกรมสำหรับระบบควบคุมนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.8 ตัวอย่างระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

INPUT	หมายเลขรีเลย์
ตัวตรวจจับ #1	0000
ตัวตรวจจับ #2	0001
ตัวตรวจจับ #3	0002
OUTPUT	หมายเลขรีเลย์
มอเตอร์ #1	0500
มอเตอร์ #2	0501
มอเตอร์ #3	0502

ตารางที่ 5.3 แสดงการกำหนดค่าของอินพุต/เอาต์พุตรีเลย์ในตัวอย่างรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.9 แลตเตอร์ไดอะแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 5.8

อย่างไรก็ดี ระบบนี้ผู้ใช้อาจปรับปรุงหรือดัดแปลงให้มีการนับจำนวนของชิ้นงานที่เคลื่อนที่ผ่านไปได้ด้วยและเมื่อนับจำนวนได้ตามที่ต้องการแล้ว จึงให้ระบบทั้งหมดหยุดทำงาน

ขอบเขตของโครงการ

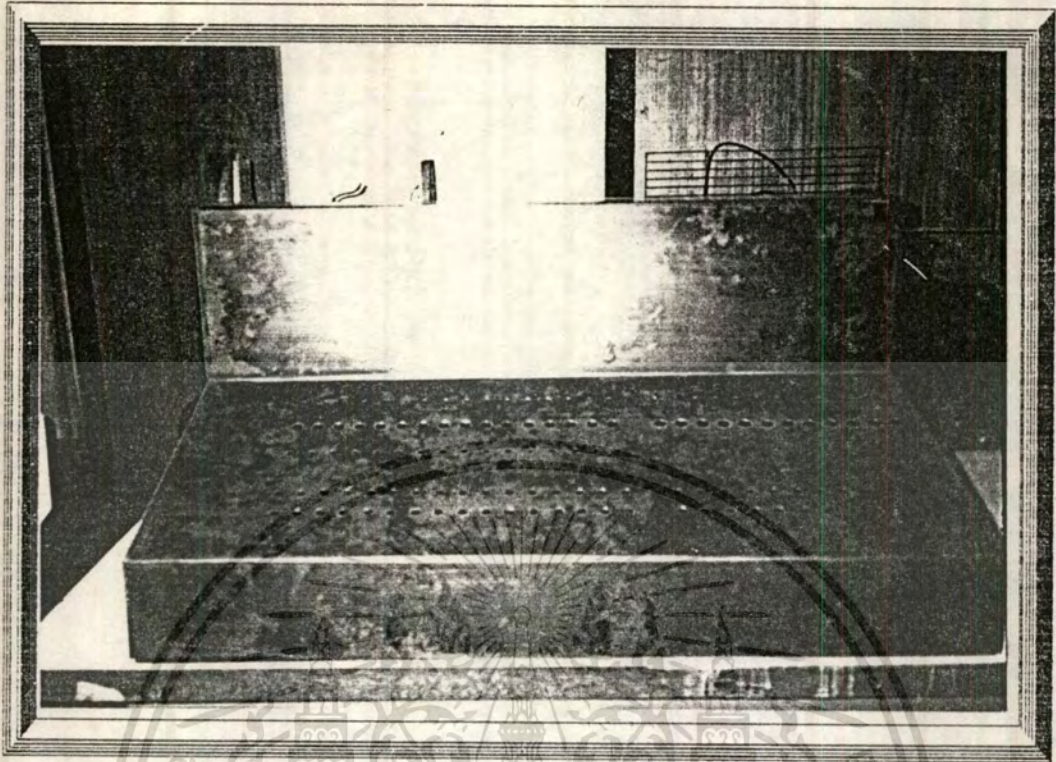
1. ทำแผงชุดทดลองสำหรับ PLC
2. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง DC 24 VOLT 5 AMP
3. ชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (A/D)
4. ชุด PHOTO SENSOR
5. ชุดการทดสอบ STEPPING MOTOR
6. ชุด SOFTWARE คอมพิวเตอร์ สำหรับควบคุม PLC (LADDER SUPPORT SOFTWARE)

6.1 รายละเอียดและการทำแผงชุดทดลองสำหรับ PLC

สำหรับแผงทดลองที่เรานำมาทำนั้นเราใช้เหล็กแผ่นนำมาพับเพื่อขึ้นรูปเป็นแท่นที่ใช้สำหรับทำการทดลองได้ด้วยโดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

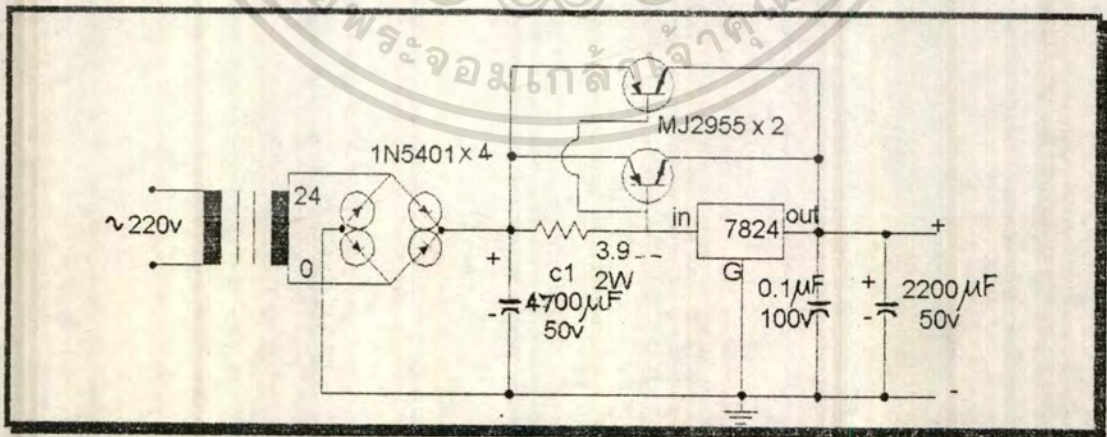
- ทำการออกแบบและพับเหล็กตามแบบที่ทำขึ้นมาตามรูปข้างล่างโดยใช้แผ่นเหล็กขนาดหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร
- เจาะรูที่แท่นทดลองโดยใช้ขนาดและระยะต่างๆตามแบบคือ
 - จุด INPUT และจุด COMMON เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 7.5$ mm เท่ากันจำนวน 16 คู่
 - SWITCH เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 6$ mm เท่ากันจำนวน 16 รู เมื่อเจาะเสร็จแล้วจะใส่ INPUT SWITCH ซึ่งเป็นสวิตช์ที่มีคันโยกจำนวน 16 รู และมี LED สีเขียวแสดงผลของการ ON-OFF ด้วย
 - จุดสำหรับ PUSH BOTTON SWITCH เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 11$ mm เท่ากันจำนวน 16 รู แล้วใส่สวิตช์ลงไป ซึ่งสวิตช์นี้เป็นสวิตช์ชนิดกดติดป้อยดัด เป็นสวิตช์อินพุตอีกแบบหนึ่ง
 - จุดสำหรับ LED ทางด้านอินพุต-เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 5$ mm เท่ากันจำนวน 16 รู ซึ่งจะใช้เป็นตัวบอกการ ON-OFF สวิตช์ทางอินพุต
 - จุดสำหรับ OUTPUT และ COMMON เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 7.5$ mm จำนวน 12 คู่ คือตั้งแต่ OUTPUT และ COMMON ที่ 0 ไปจนถึง OUTPUT และ COMMON ที่ 11 เอาท์พุทเหล่านี้จะเป็นเอาท์พุทของชุดทดลอง PLC ซึ่งเมื่อเจาะรูเสร็จเรียบร้อยแล้วจะใส่ขั้วต่อ (TERMINAL) จำนวน 24 ตัว
 - จุดสำหรับ FUSE ทางด้าน OUTPUT เจาะรูขนาด $\varnothing 14$ mm จำนวน 12 รู และใส่ฟิวส์ซึ่งภายในใช้ฟิวส์ขนาด 5 แอมป์
 - จุดสำหรับ LED ทางด้านเอาท์พุท เจาะเป็นรูขนาด $\varnothing 5$ mm เท่ากันจำนวน 12 รู ซึ่งจะใช้เป็นตัวบอกการ ON/OFF ทางเอาท์พุทของ PLC

- ช่องสำหรับใส่ POWER SWITCH โดยเจาะเป็นช่องขนาด 2.1×2.9 CM. ตามแบบเพื่อใช้สำหรับใส่ POWER SWITCH ขนาดทนแรงดัน 220 โวลต์ 10 แอมป์ และมีไฟแสดงผลในตัวด้วย
- จุดสำหรับแรงดัน 24 โวลต์ ขนาด 5 แอมป์ขนาด $\varnothing$ 7.5 mm ที่ใช้เพื่อป้อนให้กับโหลดทางด้าน OUTPUT และเป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับอินพุตได้อีกด้วย
- ช่องสำหรับ TERMINAL แบบ DB 25 จำนวน 2 ช่อง ขนาดที่เจาะเป็นไปตามขนาดของ DB 25 ที่เลือกใช้ โดยจุดของ DB 25 นี้จะเป็นจุดที่ใช้รับอินพุตมาจาก PLC
- ส่วนแผงด้านหน้าจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ที่เป็นอุปกรณ์สำหรับทดลองกับ PLC คือ
 - ชุดของ STEPPING MOTOR ที่เรานำมาใช้ทำการทดลองเขียน LADDER DIAGRAM เพื่อที่จะควบคุมการทำงานของ STEPPING MOTOR ในลักษณะต่างๆ โดยจะมีจุดต่อออกมาจาก STEPPING MOTOR จำนวน 5 จุดซึ่งจะมีจุดของ COMMON และอีก 4 จุดเป็นแต่ละเฟสของตัว STEPPING MOTOR รวมทั้งมีจุดสำหรับแหล่งจ่ายขนาด 3 โวลต์ที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ STEPPING MOTOR ด้วย
 - จุดสำหรับชุดของ PHOTO SENSORS ที่จะประกอบไปด้วย MOTOR ขนาดเล็ก 1 ตัว และ LED ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยจะมีจุดต่อออกมา 2 จุด ซึ่งให้ OUTPUT ที่แรงดันขนาด 24 โวลต์
 - จุดสำหรับชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER) โดยชุดนี้จะประกอบไปด้วยมอเตอร์ขนาดเล็ก 2 ตัว โดยมอเตอร์ตัวแรกจะทำการขับมอเตอร์ตัวที่ 2 ให้มีแรงดันออกมาเล็กน้อยเท่าใดก็จะขึ้นอยู่กับความเร็วของ มอเตอร์ตัวขับ ก็จะได้เอาท์พุทจากมอเตอร์ตัวที่ 2 ออกมาเป็นสัญญาณอนาล็อกโดยที่เราจะเปลี่ยนขนาดของสัญญาณอนาล็อกได้โดยการปรับความเร็วของมอเตอร์ตัวแรก ที่ชุดนี้จะมีจุดต่อออกมาจากชุด (A/D CONVERTER) จำนวน 8 จุดซึ่งจุดทั้งหมดนี้จะใช้เป็นอินพุตให้กับ PLC ทั้ง 8 อินพุตและมีจุดสำหรับปรับความเร็วของมอเตอร์อีกด้วย



รูปที่ 6.1 กล้องที่ทำการออกแบบใช้กับชุดทดลอง

6.2. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง DC 24 VOLT 5 AMP



รูปที่ 6.2 วงจรของ POWER SUPPLY ขนาด 24 V 5 A

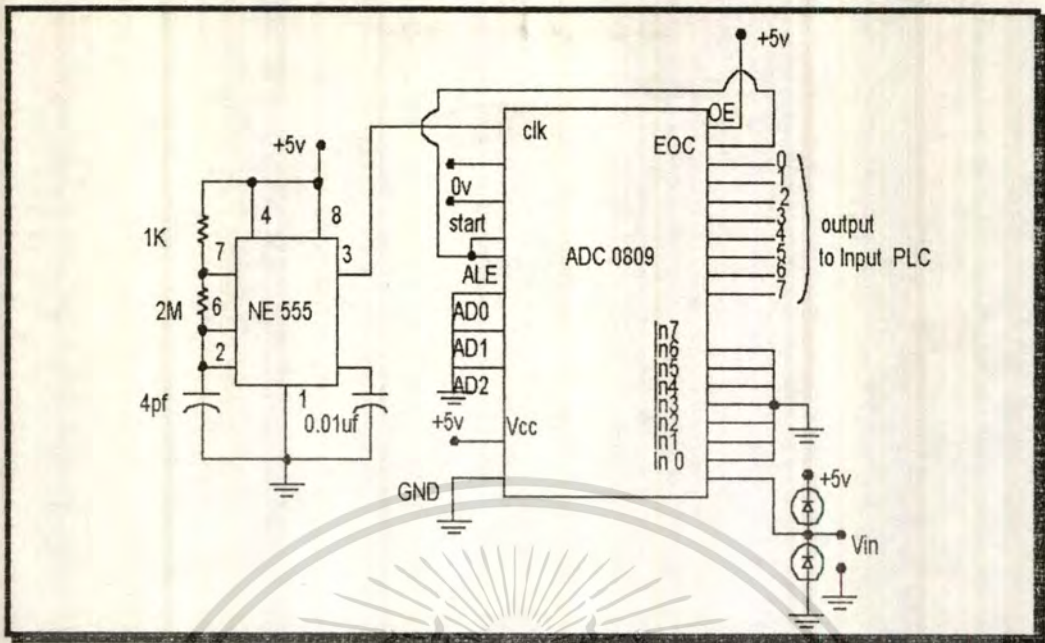
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนี้จะจ่ายแรงดัน OUTPUT ขนาด 24 โวลต์ 5 แอมป์ เพื่อใช้จ่ายให้กับโหลดขนาด 24 โวลต์ทางด้านเอาต์พุต และ จ่ายเป็นอินพุตให้กับ PLC หรือจ่ายให้กับโหลดที่ต้องการแรงดัน 24 โวลต์ ซึ่งวงจรนี้จะใช้ IC FIXED VOLTAGE REGULATORS ตระกูล 78XX เบอร์ 7824 IC นี้มีวงจรจำกัดกระแสอยู่ภายในตัวเอง เพื่อป้องกันกระแส LOAD ที่สูงจนเกินขีดจำกัดซึ่งอาจจะทำให้ IC เสียหายได้ หรืออุปกรณ์อื่นๆเสียหายได้ การใช้งาน IC นี้ทำได้ง่าย เพราะใช้อุปกรณ์อื่นประกอบน้อย IC 7824 นี้ จะมีแรงดันที่ตกคร่อม IC DROPOUT VOLTAGE ประมาณ 2 โวลต์ ตัวเก็บประจุ C1 มีไว้เพื่อลดทอนผลของความเหนี่ยวนำจากสายที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ และตัว BRIDGE RECTIFIER ส่วน C2 ใช้ลดทอนสัญญาณรบกวนความถี่สูง ทางด้าน OUTPUT ของ IC REGULATOR ปกติแล้ว IC ตระกูล 78XX จะจ่ายกระแสสูงสุดได้ไม่เกิน 1 A ถ้าต้องการจ่ายกระแสให้มากขึ้นก็ทำได้โดยเอา POWER TRANSISTOR มาต่อเพื่อช่วยจ่ายกระแสที่เกินแทน ซึ่ง POWER TRANSISTOR ที่ใช้ในที่นี้คือ เบอร์ MJ 2955 ชนิด PNP และกระแส IC MAX ของ MJ 2955 เท่ากับ 15 AMP ตัวถังชนิด TO-3 ตัวถังจะเป็นขา Collector ติดแผ่น HEAT SINK เพื่อใช้ในการระบายความร้อน

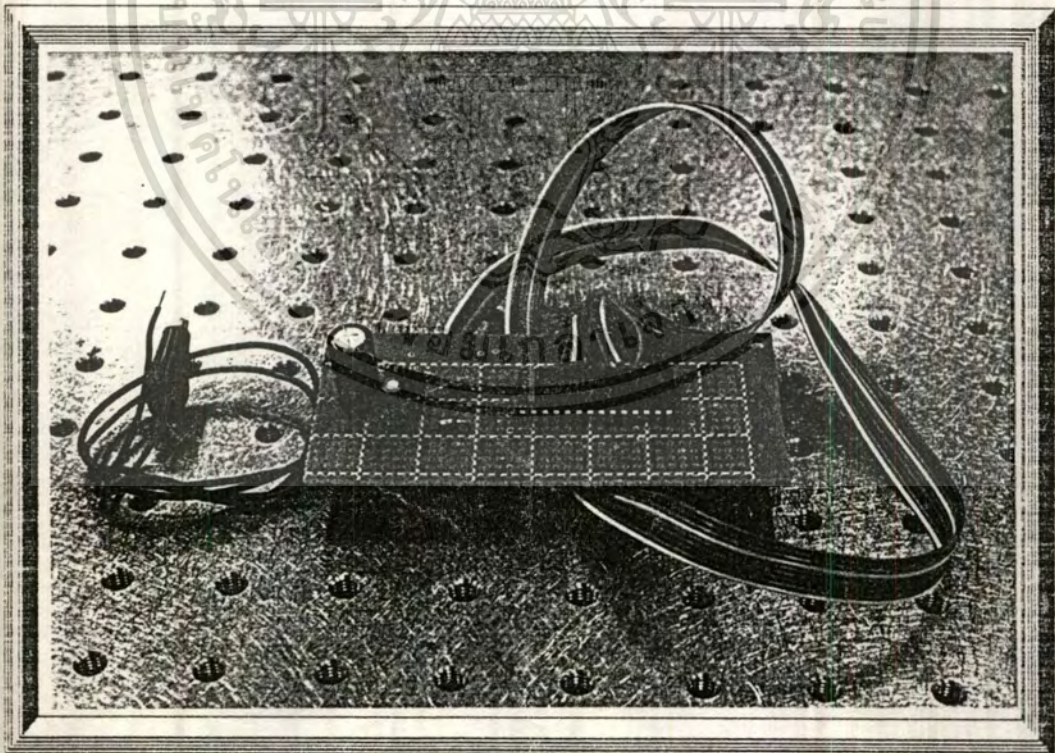
6.3 ชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D CONVERTER)

ชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเป็นหน่วยอินพุตแบบอะนาล็อกแบบหนึ่งที่ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอก ปรับระดับให้เหมาะสม และใช้วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอลหรือ A/D (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) เปลี่ยนสัญญาณอะนาล็อกเป็นค่าทางดิจิตอลส่งให้ CPU วงจรส่วนแรกของหน่วยอินพุตคือ วงจรกันชน และวงจรกรองความถี่เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก วงจรกันชนทำหน้าที่เพิ่มค่าอิมพีแดนซ์ด้านอินพุต (INPUT IMPEDANCE) ให้สูงขึ้นเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตที่มีอิมพีแดนซ์สูง สายส่งที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยอินพุตและอุปกรณ์ภายนอกควรเป็นสายโคแอกเซียลเพื่อป้องกันการรบกวนจากสนามไฟฟ้าและรักษาค่าอิมพีแดนซ์ให้คงที่

ชุด A/D CONVERTER เป็นหน่วยอินพุตที่รับสัญญาณอนาล็อกที่ได้จาก GENERATOR ขนาดเล็ก ที่ต่อกับปลั๊กอยู่กับ MOTOR ซึ่ง MOTOR ก็จะถูกควบคุมความเร็วด้วย REGULATOR เพื่อให้ได้สัญญาณอนาล็อกที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเราจะดูผลที่เปลี่ยนไปเมื่อความเร็วเปลี่ยนไป สัญญาณอนาล็อกที่ได้จะทำการแปลงเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิตเพื่อนำไปเป็นอินพุตให้กับ PLC จำนวน 8 อินพุต ซึ่งจะทำให้ได้อินพุต 2^8 คือ 256 ระดับ



รูปที่ 6.3 วงจร A/D (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER)



รูปที่ 6.4 วงจรที่ประกอบขึ้นเพื่อใช้ในการทดลอง

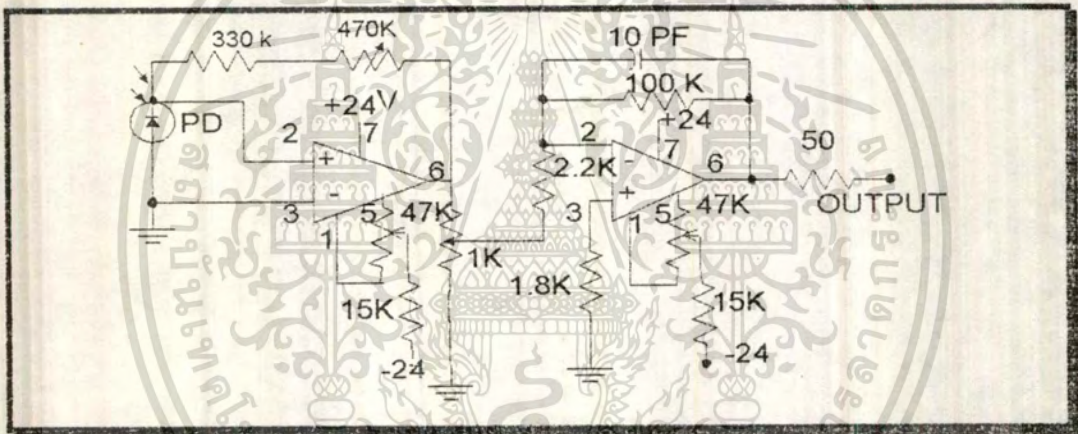
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 รายละเอียดการทำงานและหลักการของชุด PHOTO SENSER

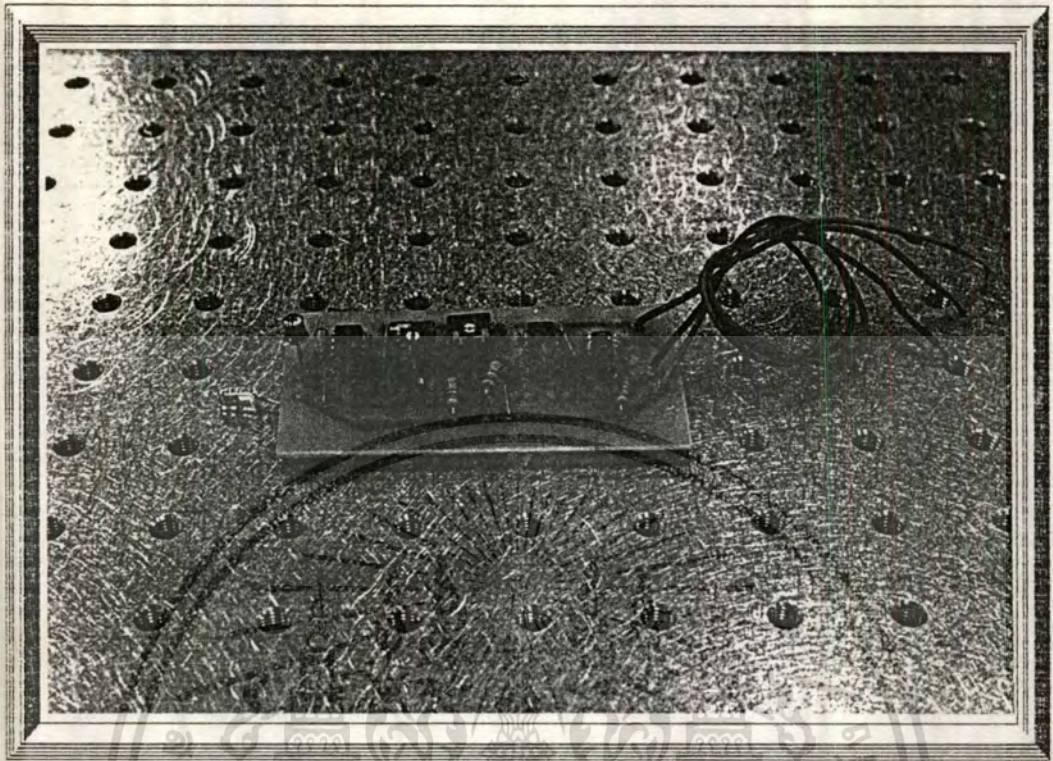
ชุด PHOTO SENSER ที่สร้างขึ้นมานี้เป็นชุดตรวจจับวัตถุหรือสิ่งของที่ตัดผ่านแสงที่ส่องมายังตัว PHOTO DIODE โดยเมื่อลำแสงถูกตัดผ่านจะทำให้ไม่มีแสงไปกระทบ PHOTO DIODE ก็จะทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าออกไปยัง OUTPUT ในช่วงนั้น และเมื่อนำสัญญาณนี้ไปป้อนให้กับ INPUT ของ PLC ก็จะเป็น SWITCH แบบหนึ่งซึ่งสามารถ ON/OFF ได้รวดเร็วกว่าการใช้สวิตช์แบบเปิด/ปิด แบบปกติ โดยความเร็วในการ ON/OFF ในแต่ละครั้งจะเร็วมากน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วของ MOTOR ที่ใช้เป็นตัวตัดลำแสง

ภายในชุด PHOTO SENSER นั้นจะประกอบไปด้วยวงจร 2 ส่วนดังนี้คือ

1. ส่วนแรก เป็น NON-INVERTING AMP
2. ส่วนที่สองเป็นส่วนขยายสัญญาณ (AMPLIFIER)



รูปที่ 6.5 แสดงวงจรของชุด PHOTO SENSER



รูปที่ 6.6 วงจรจริงที่สร้างขึ้น

- ในส่วนแรกนั้นจะเห็นว่าประกอบไปด้วย IC OPAMP 741 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณแบบ NON-INVERTING โดยมีอัตราขยายกำลังเท่ากับ

$$A = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_1}{R_2}$$

- ค่าของอัตราขยายในส่วนนี้จึงขึ้นอยู่กับ RESISTOR 470 KΩ ที่ต่ออนุกรมอยู่กับ RESISTOR 330 KΩ ในวงจร หากเราต้องการให้เอาต์พุตมีความไวสูงก็ปรับให้มีค่าน้อยๆซึ่งจะทำให้วงจรมีอัตราขยายสูง
- ส่วนที่สองนั้นทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากภาคแรกให้มีกำลังสูงขึ้นเพื่อที่จะให้เอาต์พุตได้ขนาดแรงดันตามที่ต้องการ แรงดันเอาต์พุตที่ออกมาปกติแล้วจะมีค่าไม่มากไปกว่าแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนให้กับวงจร ภายในชุดนี้จะใช้แรงดัน บวกลบ 24 โวลต์ DC ซึ่งจะทำให้ได้เอาต์พุตขนาดประมาณ 24 โวลต์ ที่จะจ่ายเป็นอินพุตให้กับ PLC ได้

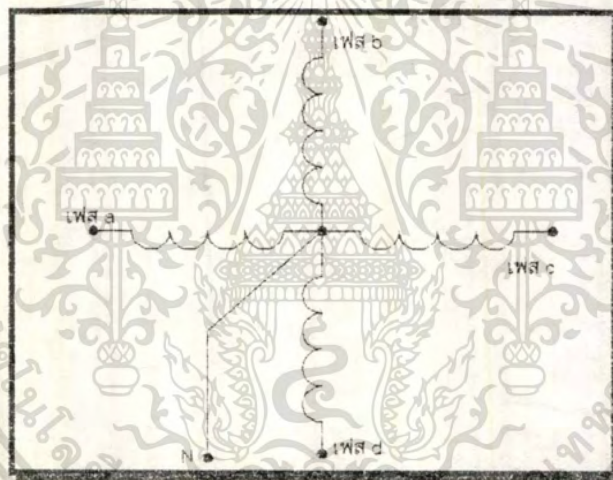
สำหรับการทดลองเราจะทำการเจาะรูเพื่อที่จะให้แสงตัดผ่านไว้ที่ใบพัดของมอเตอร์ เมื่อต้องการให้มีการ ON/OFF รวดเร็วก็ทำการปรับความเร็วของมอเตอร์ให้มีค่ามาก จากนั้นเราจะทำการทดลองจับเอาสัญญาณอินพุตด้วย OSCILLOSCOPE ใ้จรับอินพุตได้ที่มีความถี่ประมาณเท่าใดนั้น และจับสัญญาณดูที่เอาต์พุตว่าสามารถ ON/OFF ตามได้หรือไม่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 ชุดที่ใช้ทดลอง STEPPING MOTOR

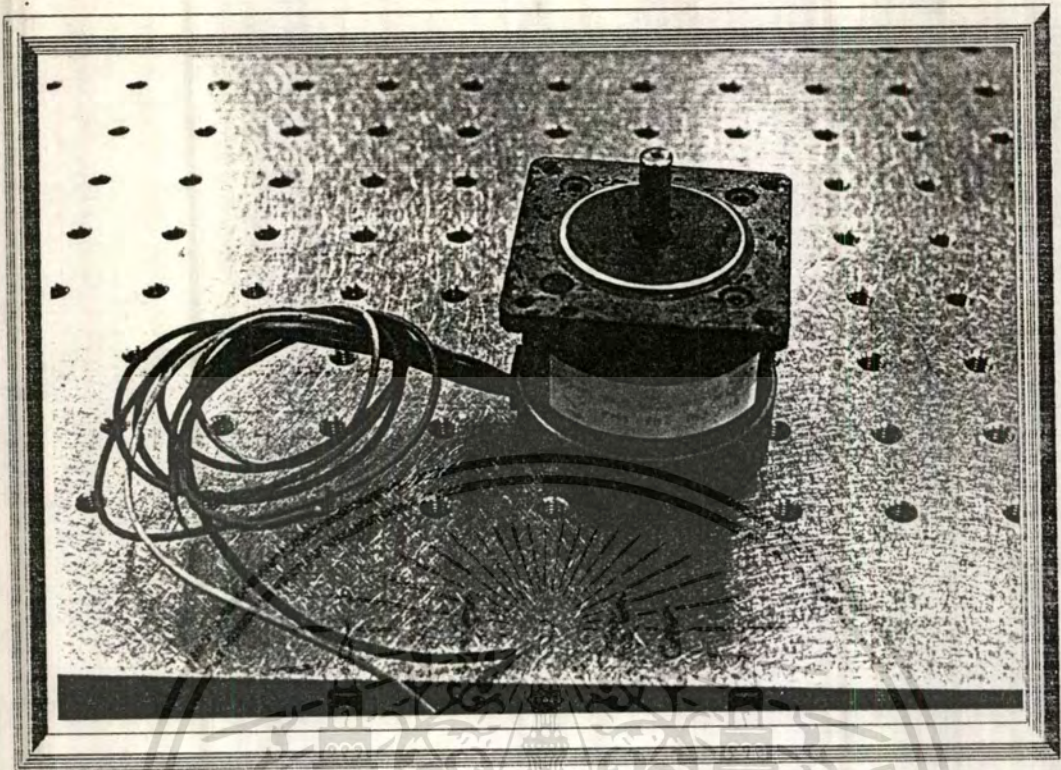
STEPPING MOTOR เป็น DC MOTOR ที่มีการทำงานโดยเคลื่อนที่ทีละ STEP การควบคุมจะทำโดยการกระตุ้นที่เฟสเรียงกันไป ซึ่งการกระตุ้นครั้งหนึ่งจะทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปหนึ่ง STEP ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ ที่วงจรควบคุมไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้อนกลับเหมือน DC MOTOR ทั่วไป การทำงานของ STEPPING MOTOR ขึ้นอยู่กับพัลส์ที่ป้อนให้กับขดลวดแต่ละเฟสของมอเตอร์ในลำดับที่ถูกต้องด้วยวงจรจัดลำดับลอจิกและมีกระแสที่พอเพียงจากวงจรขับ

การควบคุม STEPPING MOTOR

STEPPING MOTOR ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็น STEPPING MOTOR ชนิด 4 เฟส ซึ่งในการที่จะควบคุม STEPPING MOTOR นั้นจะจ่ายแรงดันที่ละเฟสสลับกันไป ไม่ว่าจะหมุนไปทางใด



รูปที่ 6.7 แสดงวงจรของขดลวดภายในสเตปป์มอเตอร์

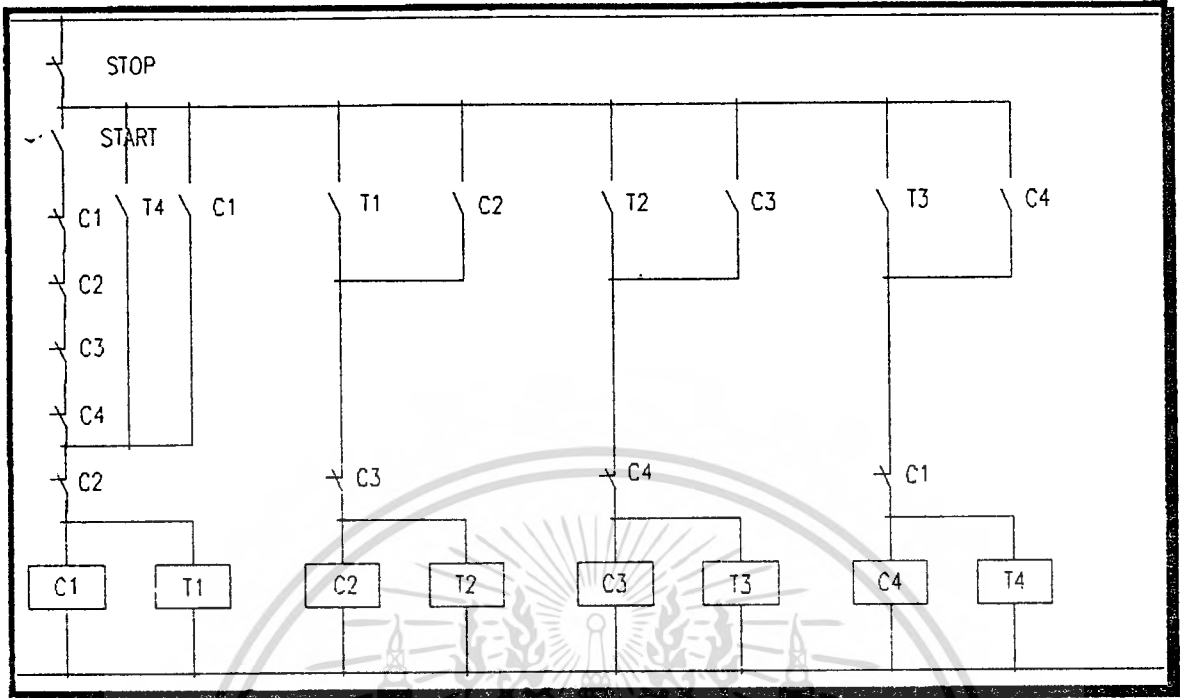


รูปที่ 6.8 แสดงรูปของสเต็ปมอเตอร์

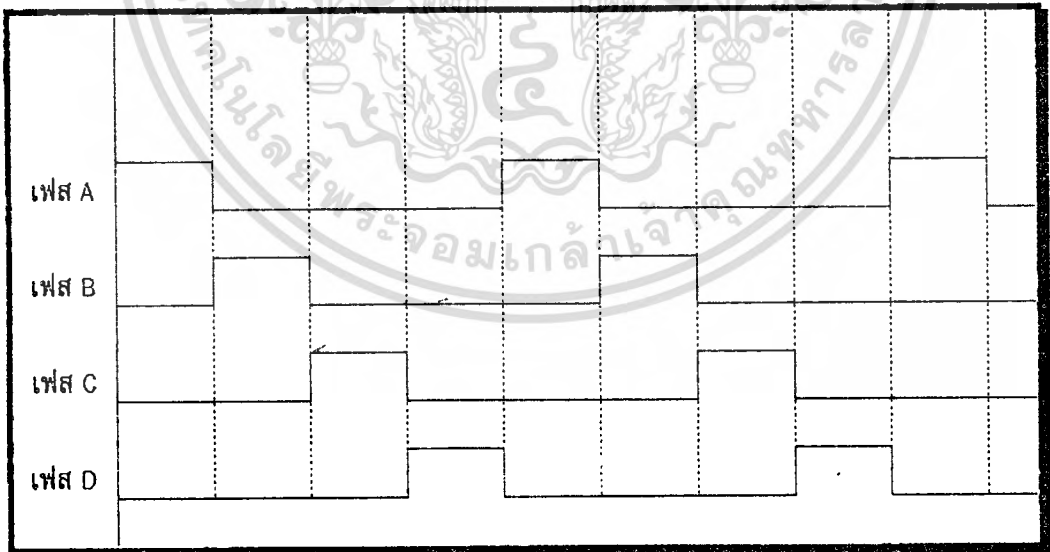
การใช้งาน STEPPING MOTOR

วิธีการที่จะสามารถสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนได้มีด้วยกัน 3 แบบ ตามกระแสไฟที่ป้อนแต่ละเฟสต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป หรือ ONE EXCITATION หรือ แบบ HALF DRIVE คือ ที่เวลาหนึ่งจะมีกระแสไหลเพียงเฟสเดียว แต่การควบคุมแบบนี้จะทำให้มีแรงบิดน้อย

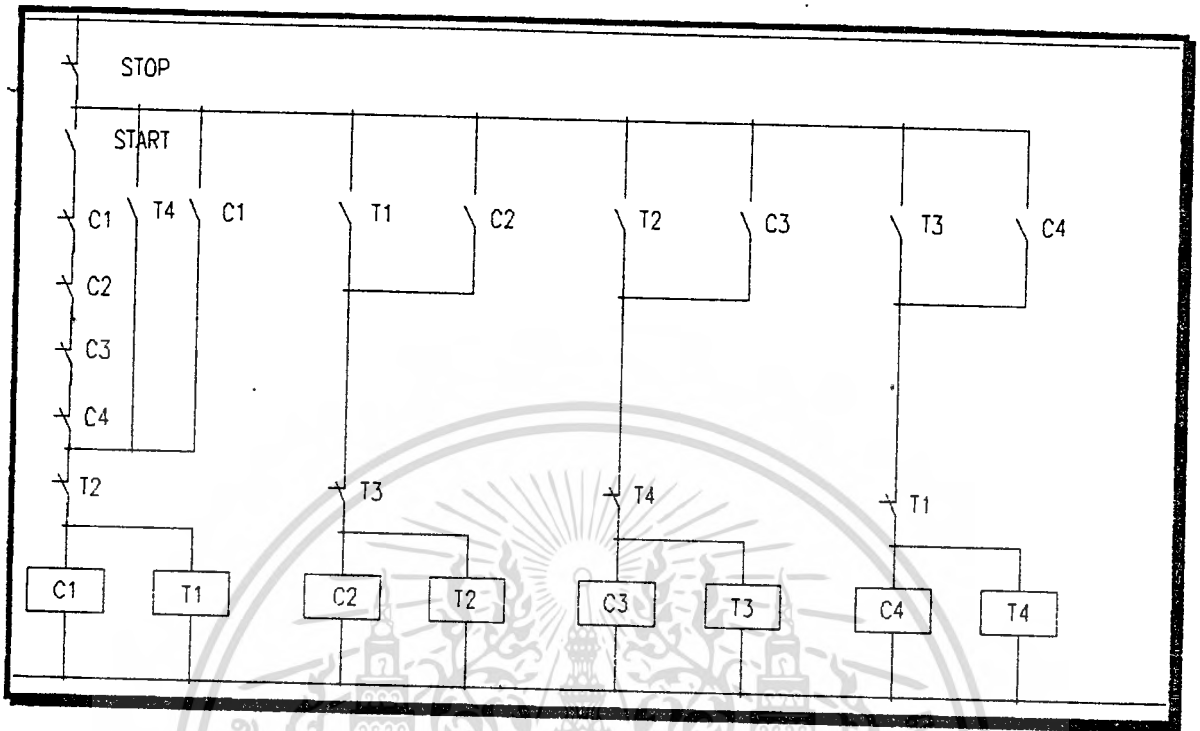


รูปที่ 6.9 แสดง LADDER DIAGRAM ของการควบคุมชนิด ONE EXCITATION.

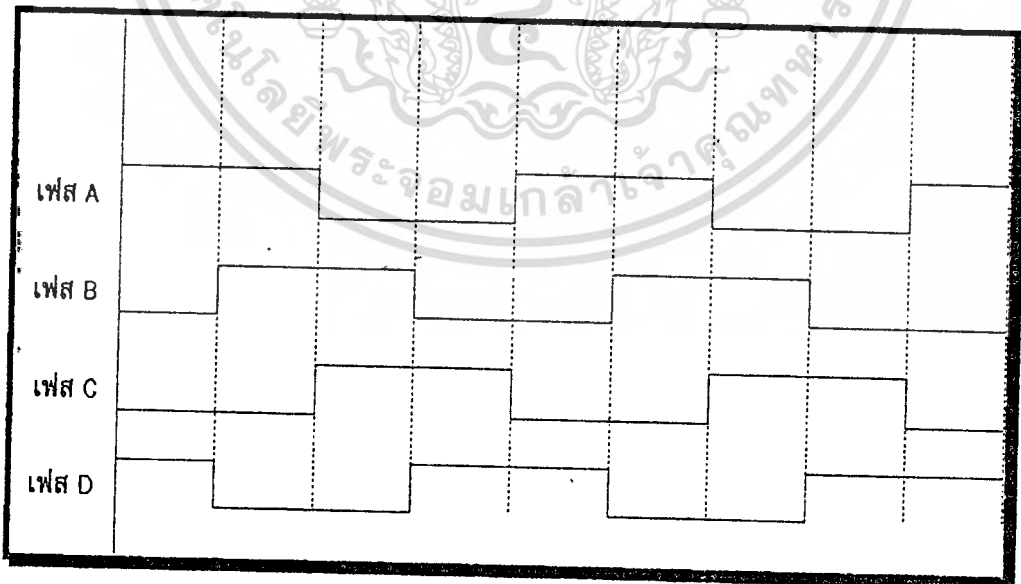


รูปที่ 6.10 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสเตปป์มอเตอร์ชนิด ONE EXCITATION

2. แบบการจ่ายกระแสไฟทีละ 2 เฟส หรือ TWO EXCITATION หรือ FULL STEP คือ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 0011→0110→11000→1001 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก
 ไม่วากรณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



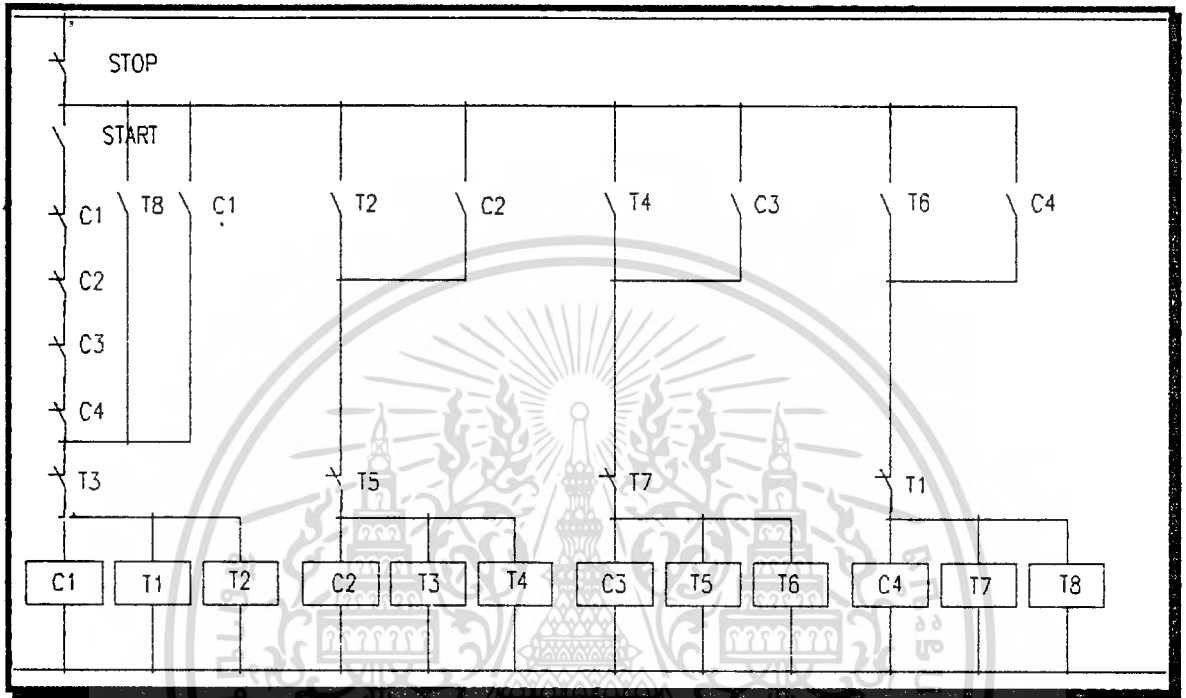
รูปที่ 6.11 แสดง LADDER DIAGRAM ของการควบคุมแบบ TWO EXCITATION



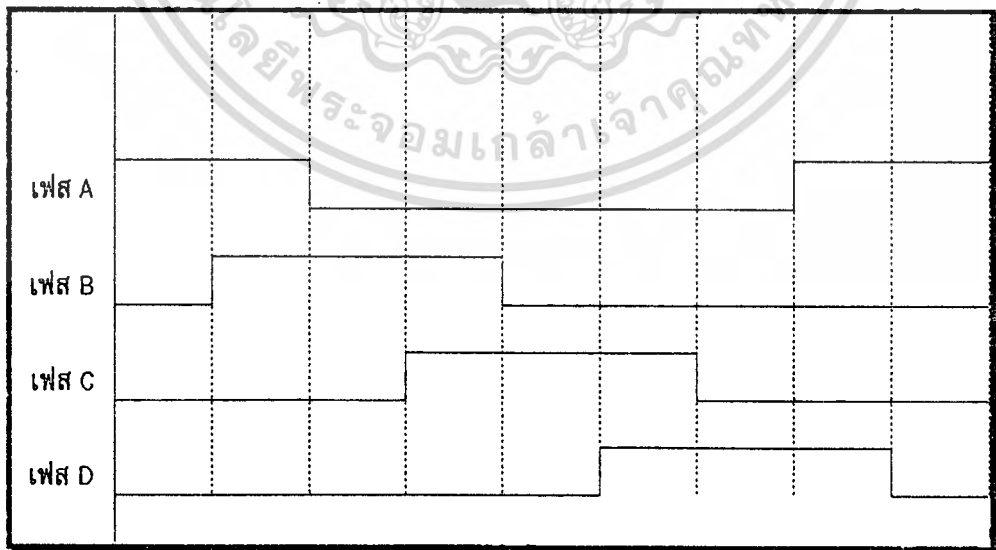
รูปที่ 6.12 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสแต็ปมอเตอร์ชนิด TWO EXCITATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบจ่ายกระแสไฟ 1 เฟสสลับกับ 2 เฟสเรียกว่า ONE-TWO EXCITATION แบบนี้จำนวนสเต็ปจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของสองแบบแรกแต่แรงบิดเฉลี่ยจะน้อย ลำดับของการหมุนจะเป็น 0001-
x0011->0010->0110->0100->1100->1000->1001



รูปที่ 6.13 แสดง LADDER DIAGRAM ของการควบคุมแบบ ONE-TWO EXCITATION



รูปที่ 6.14 แสดงไดอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุมสเต็ปปั๊มมอเตอร์ชนิด ONE-TWO EXCITATION

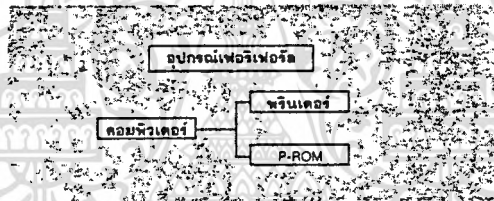
6.6 ชุด SOFTWARE คอมพิวเตอร์ สำหรับควบคุม PLC (LADDER SUPPORT SOFTWARE) COMPUTER กับ PC/PLC

ดังที่เคยกล่าวไว้แล้วว่า PC/PLC สามารถใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อทำงานได้ ในที่นี้จึงจะขอแนะนำการใช้ PC/PLC ร่วมกับคอมพิวเตอร์ไว้อย่างง่าย ๆ

OMRON ได้จัดเตรียมซอฟต์แวร์ไว้ 2 รุ่น สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์นี้มีชื่อว่า LADDER SUPPORT SOFTWARE (LSS) ซอฟต์แวร์รุ่นที่จะกล่าวแนะนำถึงในที่นี้คือ C500-SU ที่สามารถนำมาใช้กับ PLC รุ่น C-20 P-TYPE, K-TYPE, C-120 ได้ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ใช้งานบนระบบจัดการ MS-DOS ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

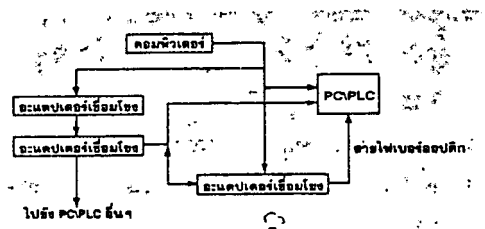
ลักษณะการทำงานของระบบเป็นไปได้ 2 รูปแบบคือ

- ระบบออฟไลน์ (OFF-LINE SYSTEM) การทำงานในรูปแบบนี้ใช้การเขียนโปรแกรมหรือพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ แต่ไม่สามารถทำงานอื่น ๆ ได้ แผนภาพการใช้งานแสดงดังรูปที่ 6.12



รูปที่ 6.12 แสดงแผนภาพการใช้งานในแบบออฟไลน์

- ระบบออนไลน์ (ON-LINE SYSTEM) การทำงานในรูปแบบนี้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรม ตรวจสอบการทำงานของ PC/PLC เปลี่ยนโหมดการทำงานและแปลงข้อมูลในลักษณะเชิงเวลาจริง (REAL TIME) แผนภาพการใช้งานในรูปแบบนี้แสดงดังรูปที่ 25 การใช้งานในรูปแบบนี้นั้นต้องใช้ชุดอินเตอร์เฟซสำหรับเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับ PC/PLC ที่เรียกว่า host LINK UNIT ซึ่งจะต้องติดต่อผ่านพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบ RS-232C หรือ RS-442



รูปที่ 6.13 แสดงแผนภาพการใช้งานในแบบออนไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานคอมพิวเตอร์ร่วมกับ PC/PLC นั้น สามารถที่จะถ่าย (TRANSFER) โปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ไปยัง PC/PLC หรือถ่ายโปรแกรมจาก PC/PLC มายังคอมพิวเตอร์ก็ได้ โดยเมนูหลักของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 6.14

<<< MAIN MENU >>>

1. FILE MANAGEMENT
2. PROGRAMMING AND DOCUMENTATION
3. SETUP
4. EXIT TO DOS

CHOOSE A NUMBER OR USE CURSOR KEY, THEN PREES <ENTER>

```

<<< MAIN MENU >>>
1: FILE MANAGEMENT
2: PROGRAMMING AND DOCUMENTATION
3: MONITORING AND COMMUNICATIONS
4: SETUP
5: EXIT TO DOS
CHOOSE A NUMBER OR USE CURSOR KEY, THEN PRESS <ENTER>
  
```

รูปที่ 6.14 เมนูหลักของ LADDER SUPPORT SOFTWARE (LSS)

ปกติในการเขียนโปรแกรมจะเลือกเมนูที่ 2 ซึ่งจะมีเมนูย่อยลงไปอีกดังรูปที่ 6.15 จะเห็นว่าในรูปที่ 6.15 ผู้ใช้ยังสามารถเรียกเมนูย่อยอื่น ๆ ต่อไปได้อีก ดังนั้นจะเห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมนั้น จะมีความสะดวกและมีขีดความสามารถสูงกว่า การใช้อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมให้กับ PLC โดยตรง

<<< PROGRAMMING AND DOCUMENTATION >>>

1. FILE MANAGEMENT
2. PROGRAMMING AND DOCUMENTATION
3. SETUP
4. EXIT TO DOS

CHOOSE A NUMBER OR USE CURSOR KEY, THEN PREES <ENTER>

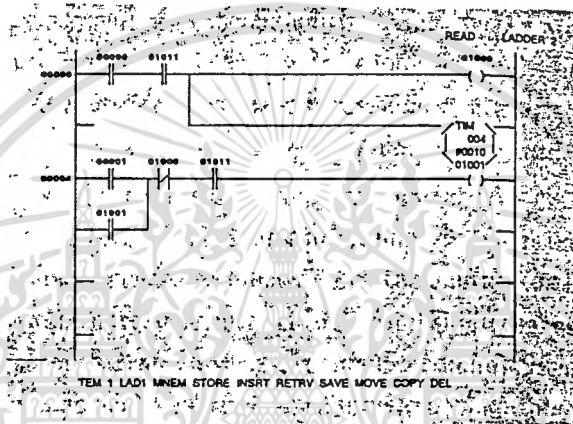
<ESC> TO EXIT MENU.

```

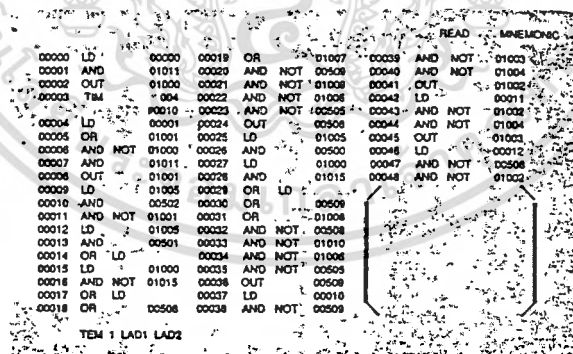
<<< PROGRAMMING AND DOCUMENTATION >>>
1: MEMORY CLEAR
2: PROGRAMMING
3: PROGRAM CHECK
4: DATA MEMORY EDIT
5: IO CH CHANGE
6: LISTS AND PRINT-OUTS
7: EPROM WRITE
CHOOSE A NUMBER OR USE CURSOR KEY, THEN PRESS <ENTER>.
<ESC> TO EXIT MENU.
  
```

นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถทำการเขียนโปรแกรมได้ทั้งโดยการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมได้โดยตรง (ดูรูปที่ 6.16) หรือโดยการใส่รหัสนิมอนิก (ดูรูปที่ 6.17) ซึ่งจะให้ผลเหมือนกัน สำหรับผู้ที่สนใจรายละเอียดอื่น ๆ สามารถศึกษาได้จาก LADDER SUPPORT SOFT WARE หรือคู่มือการใช้งาน PC/PLC ของ OMRON

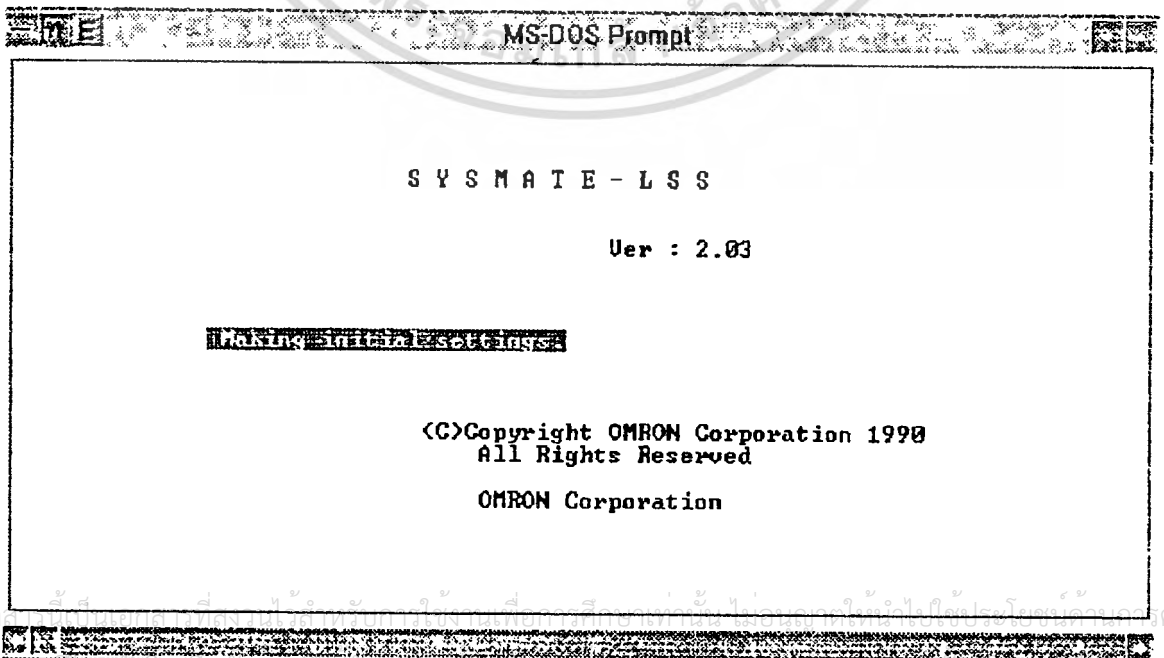
เนื่องจาก PC/PLC ที่ใช้กันมีมากมายหลายยี่ห้อ รวมทั้งโปรแกรมที่ใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างก็มีเป็นการเฉพาะสำหรับยี่ห้อนั้น ๆ ดังนั้นในการศึกษา PC/PLC นั้นเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนควรพิจารณาเลือกศึกษายี่ห้อที่น่าเชื่อถือสัก 1-2 ยี่ห้อสำหรับ PLC SYSMAC-C20 ของ OMRON นั้น นับเป็น PLC รุ่นหนึ่งที่ใช้งานง่ายและเป็น PLC นิยมใช้กันมากยี่ห้อหนึ่ง



รูปที่ 6.16 แสดงการเขียนแลตเตอร์ไดอะแกรมด้วยคอมพิวเตอร์



เอกสารแนบ ๑




```

MS-DOS Prompt
C20 <DEMO >

00000 LD      00000 i/o comment
00001 OUT     00100 i/o comment
*   You can create PC's programs easi
*   You can preserve PC's programs in
*   You can communicate with PC.
*   You can operate SYSMATE LSS SOFTW
00002 LD      00000 i/o comment
00003 AND     TIM 000 timer
00004 AND     CNT 127 counter
00005 AND     00000 i/o comment
00006 AND     00000 i/o comment
00007 AND     00000 i/o comment
00008 AND     00000 i/o comment
00009 AND     00000 i/o comment
00010 AND     00000 i/o comment
00011 OUT     06000 i/o comment
*   Here is a block comment area.
*   123456789012345678901234567890123
00012 LD      00000 i/o comment
00013 OR      TIM 000 timer

00014 LD      06307
00015 OR      00000 i/o comment
00016 AND LD
00017 OUT     TR 0
00018 AND     LR 0000 link
00019 AND     LR 3115 relay
00020 AND     HR 0000 hold
00021 AND     HR 3115 relay
00022 OUT     00101 ir 0101
00023 LD      TR 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

```

รูปที่ 6.20 การแปลง LADDER DIAGRAM เป็นภาษาบูลีน

```

MS-DOS Prompt
C20 <DEMO >

INSTRUCTIONS < FUNCTION No. >

ADD (30)      COLL (81)      FILW (43)      NOP (00)      SRD (75)
ADDL (54)     COM (29)       IL (02)       ORW (35)      STC (40)
ANDW (34)     CMP (20)       ILC (03)     READ (88)    STEP (08)
ASC (86)      DIFD (14)      IORP (97)    RECU (98)    SUB (31)
ASL (25)      DIFU (13)      JME (05)     RET (93)     SUBL (55)
ASR (26)      DIST (80)      JMP (04)     ROL (27)     ICMP (85)
BCD (24)      DIUL (57)      KEEP (11)    ROOT (72)   TIMH (15)
BCDL (59)     DMPX (77)      MLB (52)     ROR (28)     TRSM (45)
BCMP (68)     DIV (33)       MLPX (76)    SBB (51)     WDI (94)
BIN (23)      DUB (53)       MOVB (21)    SBN (92)     WRIT (87)
BINL (58)     END (01)       MOUD (82)    SBS (91)     WSFT (16)
BPRG (96)     FAL (06)       MSG (46)     SDEC (78)   XCHG (73)
BSET (71)     FALS (07)      MUI (32)     SEND (90)   XFER (70)
CLC (41)      FDIU (79)      MULL (56)    SFT (10)    XNRW (37)
CLNK (95)     FILP (44)      MUL (32)     SFIR (84)   XORW (36)
CNTR (12)     FILR (42)      MUN (22)     SLD (74)
              SNXT (09)

INPUT No. <FUN(???)> OR SELECT INSTRUCTION WITH CURSOR
PRESS ESC KEY TO INTERRUPT OPERATION
SET INSTRUCTION WITH RETURN KEY

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

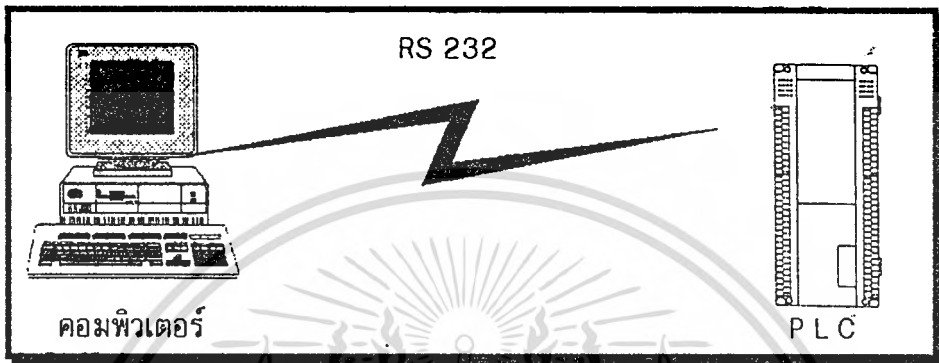
```

รูปที่ 6.21 แสดงฟังก์ชันการทำงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์

ทำได้โดยใช้สายสื่อสารที่เรียกว่า RS 232 เป็น Port สื่อสารชนิดอนุกรม โดยจะต่อออกมาจากคอมพิวเตอร์แล้วเข้ามายังจุดรับที่ตัว PLC เอง โดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์นั้นประกอบอยู่ภายในตัว PLC เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 6.22 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC ผ่าน RS 232

บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

1. ชุด photosensor จากการทดลองดูผลของชุด photosensor โดยการนำมาใช้เป็น phot sensing นั้น เฉพาะชุด photo sensor เองมีแรงดัน output และจ่ายกระแสออกมาน้อยเกินไป จนไม่สามารถที่จะไปขับอินพุทของ PLC ได้ ดังนั้นเราจึงได้ต่อทรานซิสเตอร์เพิ่มเข้าไป เพื่อช่วยขับให้มีกระแส เอาท์พุทสูงขึ้นและก็สามารถขับอินพุทของ PLC ได้ เราได้ทำการทดลองโดยใช้การตัดใบพัดเข้ากับแกน หมุนของมอเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถปรับความเร็วได้ โดยเมื่อใบพัดหมุนตัดลำแสงที่ช่องมายัง photo diode ก็จะทำให้ plc on ขึ้นมาได้

2. ชุด stepping motor การทดลองกับชุด stepping motor ก็เพื่อที่จะดูถึงการทำงานใน ลักษณะที่เป็น ซีควенซ์ของมอเตอร์ โดยในสเตปป์มอเตอรืนั้นจะมีชดลวดภายในอยู่ 4 ชุดด้วยกันและ ในการเคลื่อนที่ไปในแต่ละครั้งของ สเตปป์มอเตอรื ก็จะได้ครั้งละ 1.8 องศา ซึ่งในการที่จะทำ ให้ สเตปป์มอเตอรื หมุนได้เราได้ทำการทดลองใน 2 ลักษณะ คือแบบ one excitation และแบบ one-two excitation จากการทดลองหากเราตั้งให้มีการตัดต่อในแต่ละชุดในเวลาที่ไม่รวดเร็วมากนัก สเตปป์ มอเตอรื จะค่อยๆ หมุนเคลื่อนที่ไปที่ละ step ไม่ค่อยต่อเนื่องเท่าใดนัก

3. ชุดอนาล็อกทูดิจิตอลคอนเวอร์เตอร์ การทดลองสำหรับชุด อนาล็อกทูดิจิตอลคอนเวอร์เตอร์ นั้นก็เพื่อที่จะต้องการให้ PLC ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะรับสัญญาณในลักษณะ 0 และ 1 สามารถรับสัญญาณ ที่เป็นสัญญาณต่อเนื่องได้ในแบบอนาล็อกโดยสามารถนำมาเอาต์พุตเพื่อใช้เป็นระบบเตือนภัย ซึ่งใน การทดลองชุดทดลองจะแสดงผลโดยที่เราจะสมมุติให้ว่าถ้ามีแรงดันขึ้นไปถึง 3 โวลท์ จะเป็นการเตือน ให้เราเตรียมพร้อมกับระบบว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นแล้ว จากนั้นหากแรงดันเพิ่มขึ้นมาอีกถึง 4 โวลท์ก็จะ ให้แสดงผลด้วยสีเขียวเพื่อให้ระวังสิ่งผิดปกติที่จะเกิดขึ้น และเมื่อมีสภาวะที่แรงดันถึง 5 โวลท์ ก็จะเป็น การบอกถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นแล้วให้ทำการแก้ไขโดยการตัดวงจรออกจากระบบ

กิตติกรรมประกาศ



โครงการเรื่องชุดทดลอง PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี พร้อมกับการสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของข้าพเจ้าทุกคน ด้วยเพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจากบุคคลเหล่านี้คือ

- คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาที่ดีแก่บุตรทุกคน
- อาจารย์ พิชิต ล้ายอง อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมโครงการที่ได้ให้นำนำน้าและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมาก
- พี่สาว และ น้องสาว คอยช่วยเหลือในด้านทุนทรัพย์รวมทั้งช่วยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามีความพยายามในการศึกษาให้สำเร็จ
- ผศ. ดร. ปรีชา ยุพาพิน อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ลาดกระบัง ที่ให้ความรู้ชี้แนะปัญหาและให้โอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า
- ผศ. สุวรรณ คูสำราญ อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ ลาดกระบัง หัวหน้างานวิจัยของข้าพเจ้าอีกท่านหนึ่ง
- พี่ๆปริญญโทฟิสิกส์ประยุกต์ ลาดกระบัง พี่น้อง, พี่อาโมทย์, พี่เอ้, พี่นา, พี่โก้
- พี่ๆและเพื่อนที่ห้องธุรการฟิสิกส์ประยุกต์ ลาดกระบัง พี่เกตุ, พี่มนต์, พี่แหงว, พี่ดา, นะ, ต้อง, ดี
- น้องสาวและน้องชายของข้าพเจ้าทั้งที่อยู่อยุธยาและที่กรุงเทพ
- และบุคคลสุดท้ายคือ น.ส. ยุพา จุลรัตน์ ซึ่งคอยเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดเวลา

รวมทั้งบุคคลอีกหลายท่านซึ่งมีส่วนช่วยเหลือให้ข้าพเจ้าจากบ้านจนสำเร็จการศึกษามาตั้งแต่ในระดับ ปวช, ปวส, จนปริญญาตรี ซึ่งทุกคนได้เป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดมา จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลงและสำเร็จการศึกษาด้วยดี

สมเกียรติ	ประทุมมินทร์
พรชัย	เลิศศรีสฤติย์
นิพนธ์	ชูชัยวรากิจ

หนังสืออ้างอิง

- [1] สุเอียร์ เกียรติสุนทร, "หลักการทํางานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PC/PLC", บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2531.
- [2] กฤษฎา วิเศษธีรานนท์, "PC ตัวควบคุมซีเควนซ์หลักการทํางานและการประยุกต์", พิมพ์ที่โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ. 2533.
- [3] สุพรรณ กุลพานิชย์, "PROGRAMMABLE CONTROLLER เทคนิคและการใช้งานเบื้องต้น", บริษัท ออมรอนตรัสคักดี จำกัด, พ.ศ. 2533.
- [4] พรจิต ประทุมสุพรรณ, "ทฤษฎีและการใช้งาน (PC/PLC)", โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, พ.ศ. 2536.
- [5] เจริญ ร่มเพชร, "การเขียนโปรแกรมควบคุม PC ตอน 1-4", วารสารเทคนิคไฟฟ้าเครื่องกล, พ.ศ. 2535.
- [6] ธวัชชัย ชยาวณิช, "PC/PLC ผู้ปรับโฉมวงจรซีเควนซ์", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 118-121, พ.ศ. 2535.
- [7] สุธรรม อัมภิตติคุณ, "พีแอลซีในงานนิวแมติกส์", วิศวกรรมสาร เล่มที่ 5, ประจำปี พ.ศ. 2533.
- [8] ศุภชัย ทองปลาย, "ระบบการกลึงอัตโนมัติโดยใช้ PLC", วิศวกรรมสาร เล่มที่ 12, ธันวาคม 2536.
- [9] เรืองชัย อานนท์ธนทรัพย์, "เขียนโปรแกรมแบบ stage ให้กับ PLC", วารสารเทคนิคไฟฟ้าเครื่องกล, เมษายน 2537.
- [10] Alan J. Crispin, "Programmable logic controllers and their engineering applications", McGraw-Hill Book company, 1990.
- [11] Gilles Michel, "Programmable logic controllers achitecture and applications", John willey & Son, 1990.
- [12] Frank D. Petruzella, "Programmable logic controllers", McGraw-Hill Book company, 1989.
- [13] Peter Hamann and Steve Willings, "Mini H-type Programmable Controllers operations Manual", OMRON Co., Ltd, July 1990.
- [14] Mark Matisoff and Keiko Jibu, "Ladder Support Software Operation Manual", Datec Inc., October 1990.

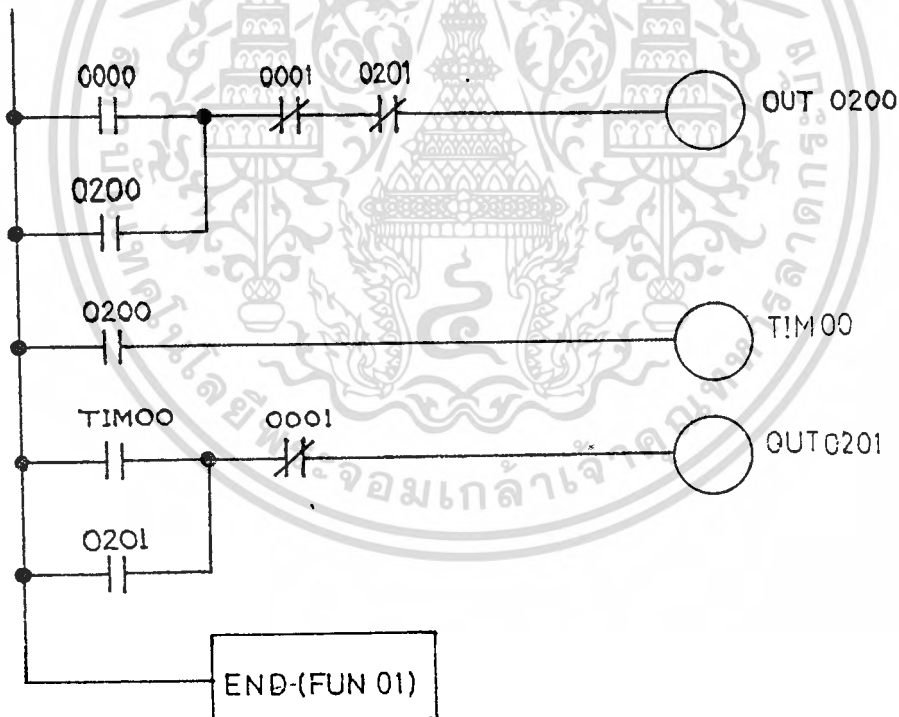


ใบงานที่ 1

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้ศึกษาถึงการใช้คำสั่งเบื้องต้น เช่น LD,AND,OR,NOT,TIM,OUT,etc
 2. เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมขั้นเบื้องต้นด้วยคำสั่งพื้นฐาน

- อุปกรณ์**
1. ชุดทดลอง PLC
 2. สายไฟ

- วิธีการทดลอง**
- 1.เขียนโปรแกรมตาม LADDER DIAGRAM ตามรูป
 2. ทำการป้อนโปรแกรม และทดสอบดูการทำงาน



ADDRESS CODING TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
00001	OR	0200
0002	AND NOT	0001
0003	AND NOT	0201
0004	OUT	0200
0005	LD	0200
0006	TIM	0000
		10
0007	LD TIM	0000
0008	OR	0201
0009	AND NOT	0001
0010	OUT	0201
	END (FUN 01)	

3. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์เกี่ยวกับผลการทดลอง

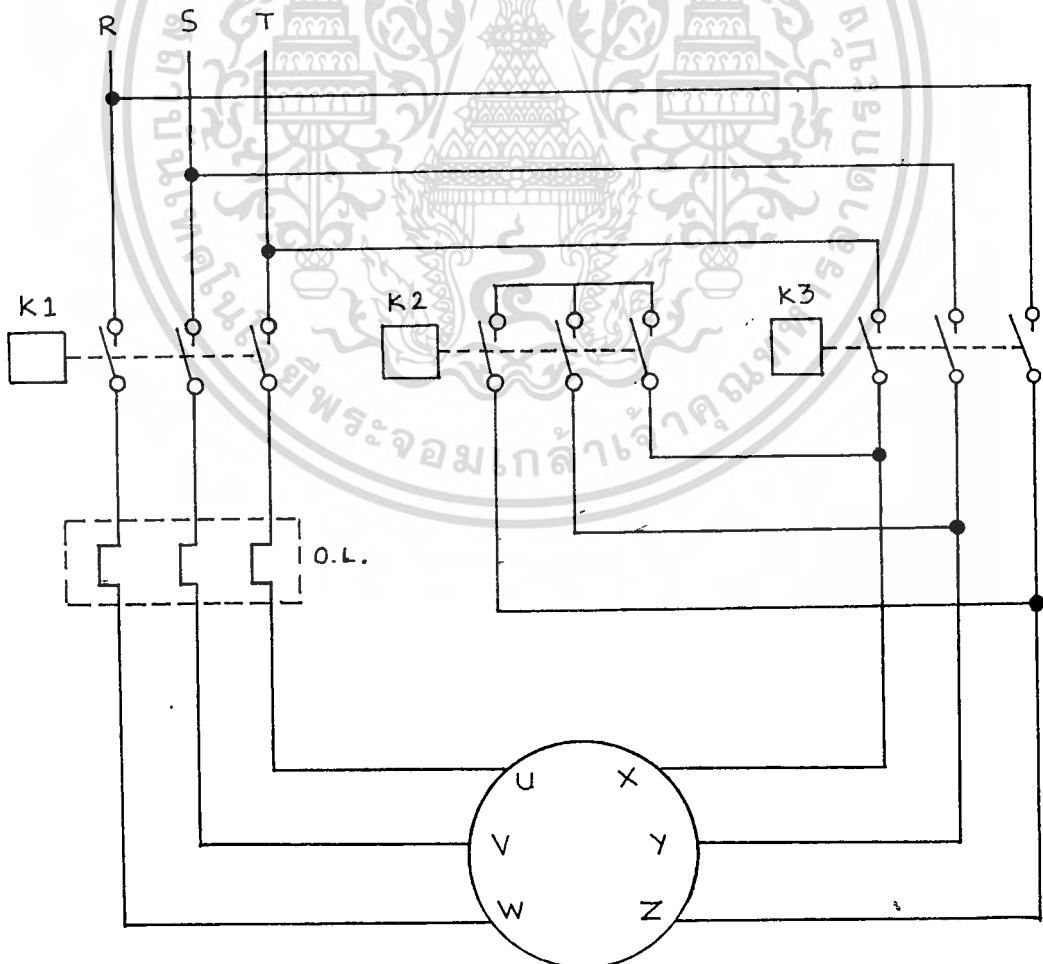
ใบงานที่ 2

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า และการกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งต่างๆ ของชุดทดลอง PLC ที่ใช้กับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า
 2. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งที่ใช้ในการ start motor แบบ DOL
 3. เพื่อให้เข้าใจการทำงานของคำสั่งที่ใช้ในการกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส

- อุปกรณ์**
1. ชุดทดลอง PLC
 2. มอเตอร์
 3. สายไฟสำหรับต่อวงจร

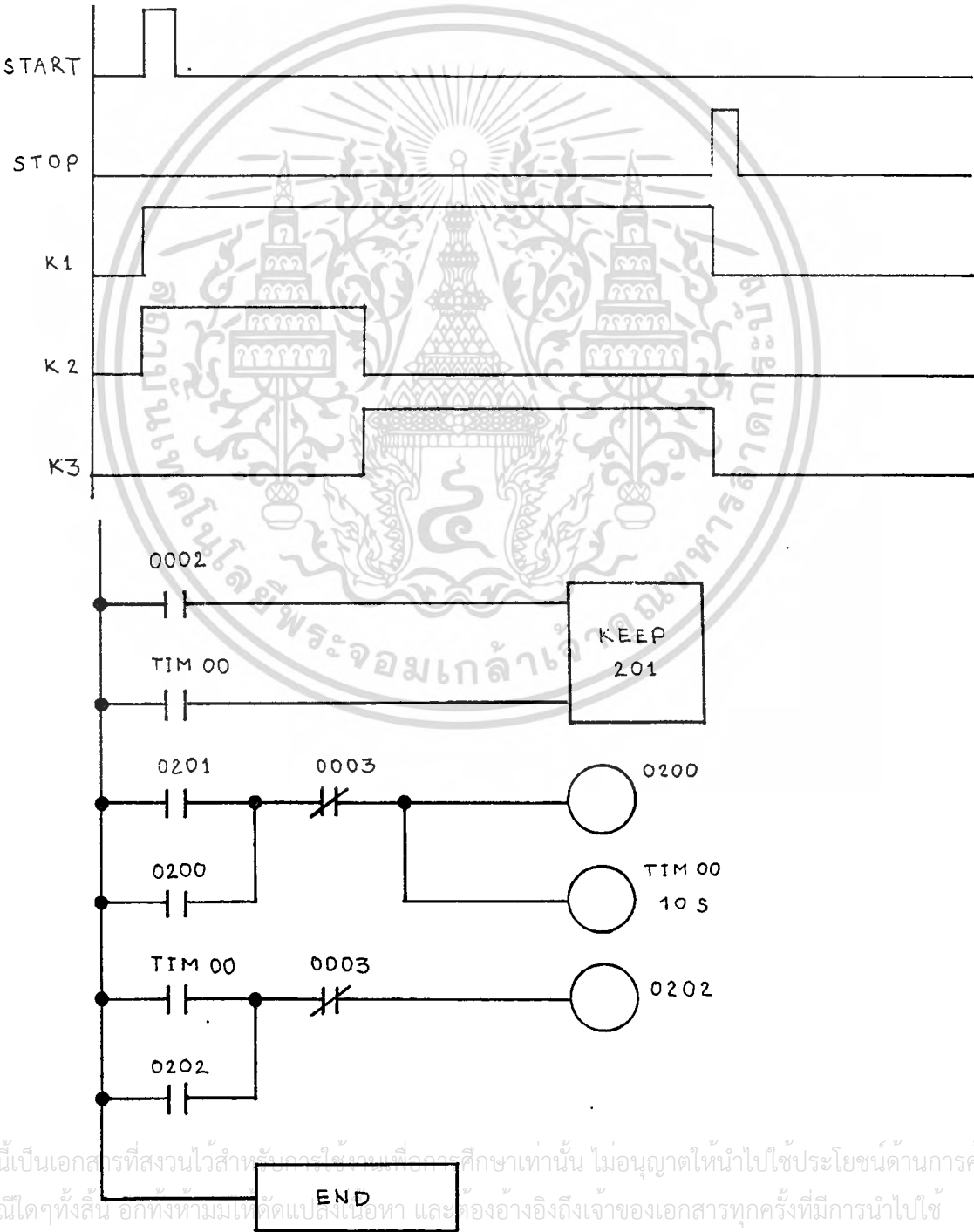
- วิธีการทดลอง**
1. เขียนคำสั่งที่ใช้ในการ start motor แบบ Y- Δ โดยให้มอเตอร์เริ่มสตาร์ทแบบสตาร์และภายหลังสตาร์ทไปแล้ว 5 วินาที จะให้มีการหมุน (RUN) แบบเดลต้า โดยกำหนดให้ I/O ASSIGNMENT มีค่าดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT		OUTPUT	
NUMBER	SIGNAL	NUMBER	SIGNAL
0002	STOP	0200	K1 LINECONTACT
0003	START	0201	K2 STAR CONTACT
		0202	K3 DELTA CONTACT

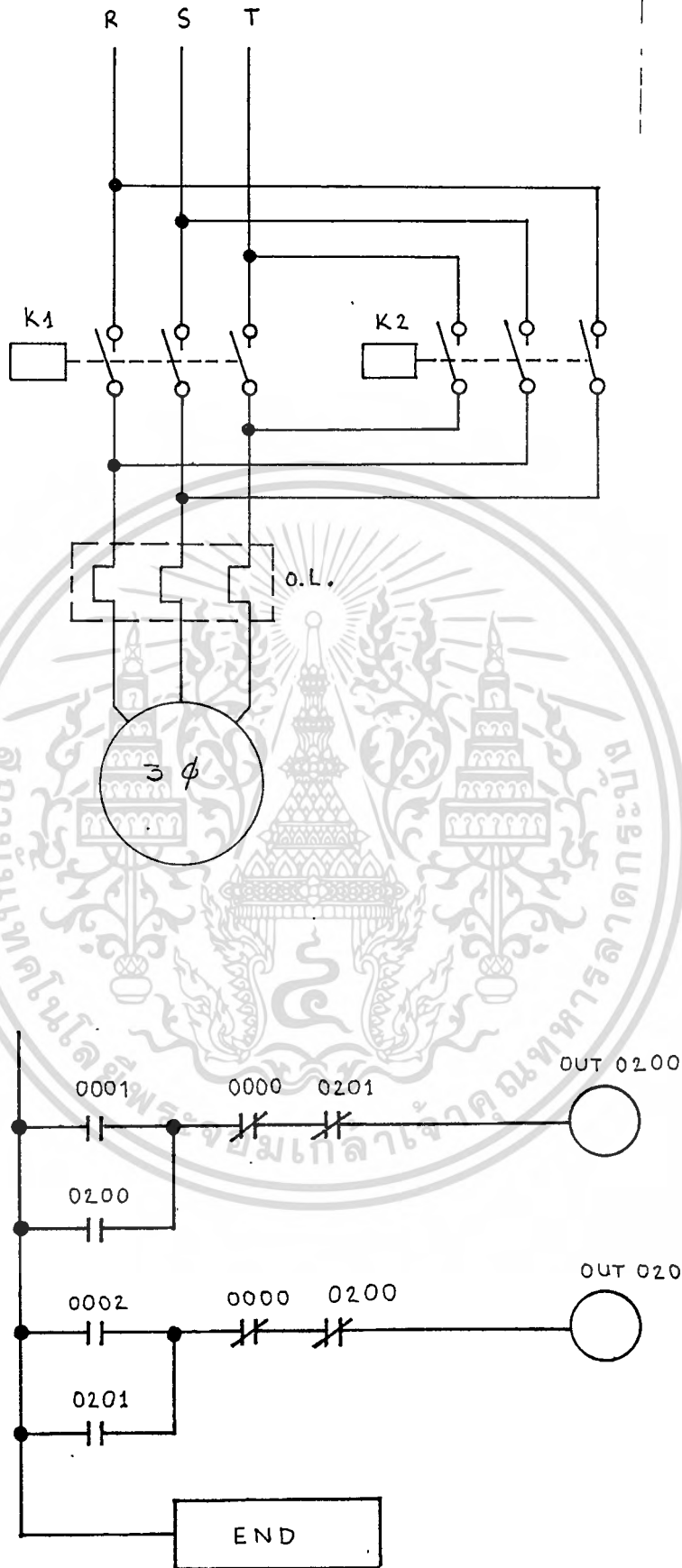
TIMMING DIAGRAM STAR-DELTA STARTER



จาก TIMMING DIAGRAM และ I/O ASSIGNMENT เราสามารถเขียน LADDER DIAGRAM ที่มีฟังก์ชันการทำงานตาม TIMMING DIAGRAM

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0002
0001	LD TIM	00
0002	KEEP(11)	0201
0003	LD	0201
0004	OR	0200
0005	AND NOT	0003
0006	OUT	0200
0007	TIM	00
		10
0008	LD TIM	00
0009	OR	0202
0010	AND NOT	0003
0011	OUT	0202
0012	END	

2. เขียนโปรแกรมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส โดยมีอินเตอร์ล๊อค แล้วเขียนวงจร POWER ด้วย ดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS CODING TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0001
0001	OR	0200
0002	AND NOT	0000
0003	AND NOT	0201
0004	OUT	0200
0005	LD	0002
0006	OR	0201
0007	AND NOT	0000
0008	AND NOT	0200
0009	OUT	0201
0010	END(FUN01)	

3. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองของข้อ 1 และ 2

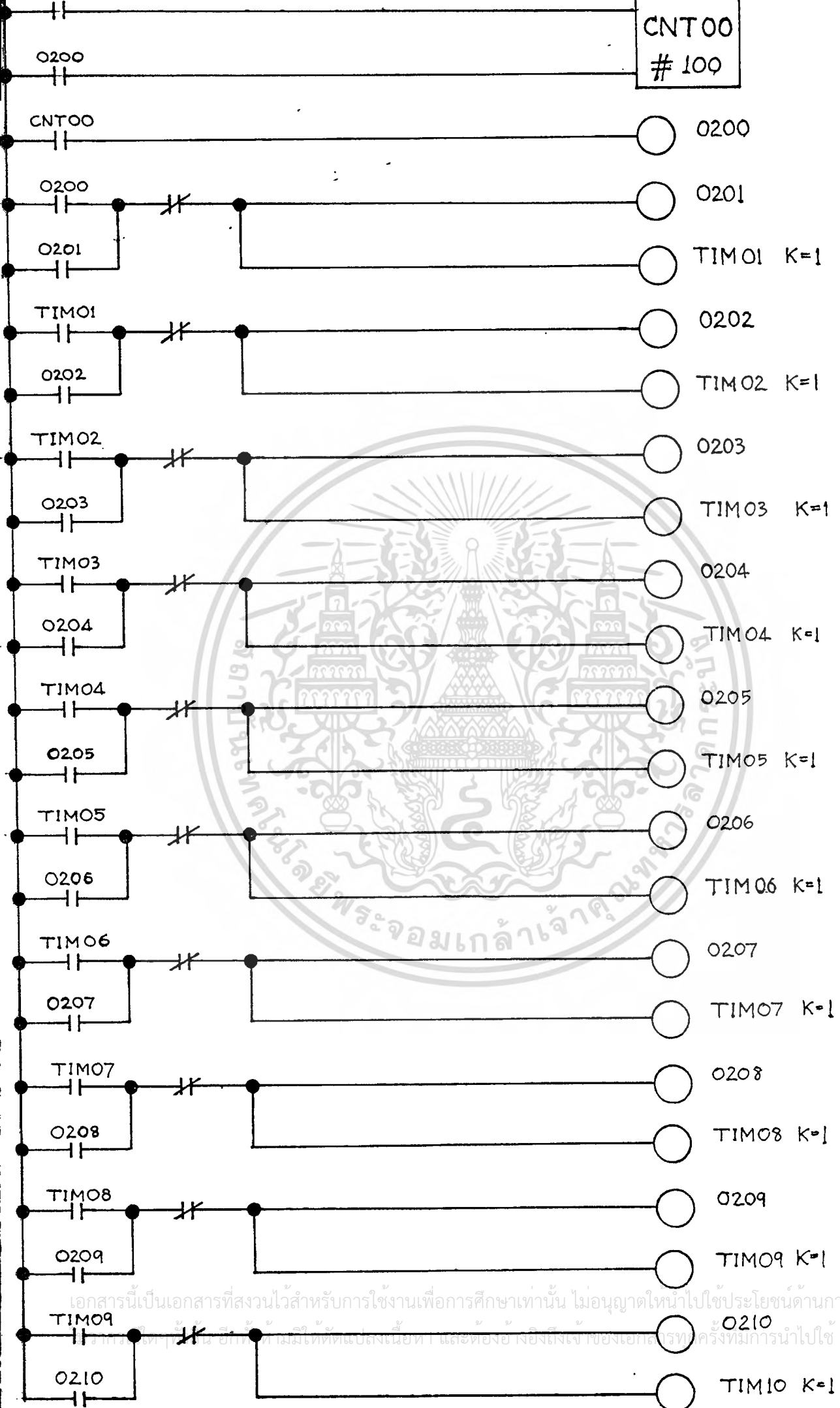
ในงานที่ 3
การทดลองกับชุด PHOTO SENSOR

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้ศึกษาถึงการใช้งานชุด PHOTO SENSOR ที่ใช้งานกับคำสั่ง COUNTER
 2. ศึกษาถึงการใช้ PLC ในการนำมานับสิ่งของที่ติดผ่านลำแสง

- อุปกรณ์**
1. ชุดทดลอง PLC
 2. ชุด PHOTO SENSOR บนแผงทดลอง
 3. สายไฟสำหรับต่อวงจร

- วิธีการทดลอง**
1. ทำการเขียนโปรแกรมตามแลตเตอร์ไดอะแกรมดังรูป
 2. เมื่อต่อวงจรเสร็จแล้วทำการปรับความเร็วของมอเตอร์ไปไว้ที่ค่าใดค่าหนึ่งที่แน่นอน
 3. จากนั้นทำการ RUN โปรแกรมเพื่อทดสอบดูการทำงานตามวงจร
 4. ให้ทำการดูผลการทดลองที่มอเตอร์หมุนไป 100 รอบ ถึง 1000 รอบ





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
หรือการให้ข้อมูลอื่นแก่บุคคลภายนอกโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องรับผิดชอบต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS CODING TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	LD	0200
0002	CNT	00
		#100
0003	LD CNT	00
0004	OUT	0200
0005	LD	0200
0006	OR	0201
0007	AND NOT	0002
0008	OUT	0201
0009	TIM	01
		1
0010	LD TIM	01
0011	OR	0202
0012	AND NOT	0002
0013	OUT	0202
0014	TIM	02
		1
0016	LD TIM	02
0017	OR	0203
0018	AND NOT	0002
0019	OUT	0203
0020	TIM	03
		1
0021	LD TIM	03
0022	OR	0204
0023	AND NOT	0002
0024	OUT	0204
0025	TIM	04
		1

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0026	LD TIM	04
0027	OR	0205
0028	AND NOT	0002
0029	OUT	0205
0030	TIM	05
		1
0031	LD TIM	05
0032	OR	0206
0033	AND NOT	0002
0034	OUT	0206
0035	TIM	06
		1
0036	LD TIM	06
0037	OR	0207
0038	AND NOT	0002
0039	OUT	0207
0040	TIM	07
		1
0041	LD TIM	07
0042	OR	0208
0043	AND NOT	0002
0044	OUT	0208
0045	TIM	08
		1
0046	LD TIM	08
0047	OR	0209
0048	AND NOT	0002
0049	OUT	0209
0050	TIM	09
		1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0052	LD TIM	09
0053	OR	0210
0054	AND NOT	0002
0055	OUT	0210
0056	TIM	10
		1
0057	END (FUN 01)	

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง



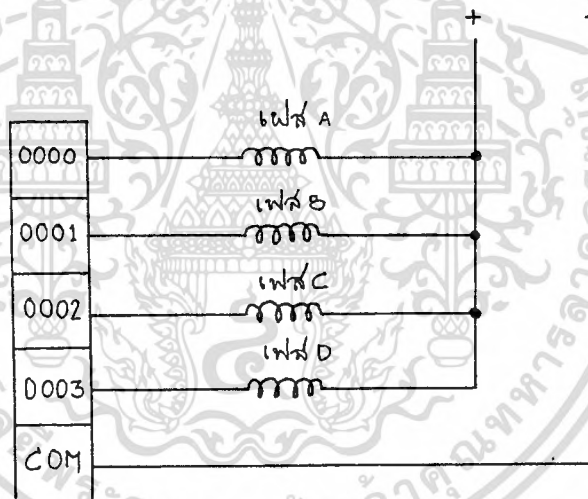
ใบงานที่ 4 การควบคุมสเตปมอเตอร์

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้ผู้ทดลองได้ศึกษาการทำงานแบบซีคอนซ์ของ PLC โดยการนำมาใช้ควบคุม stepping motor
 2. เพื่อให้เรียนรู้ถึงการเขียนโปรแกรมแบบซีคอนซ์ด้วยการใช้ PLC

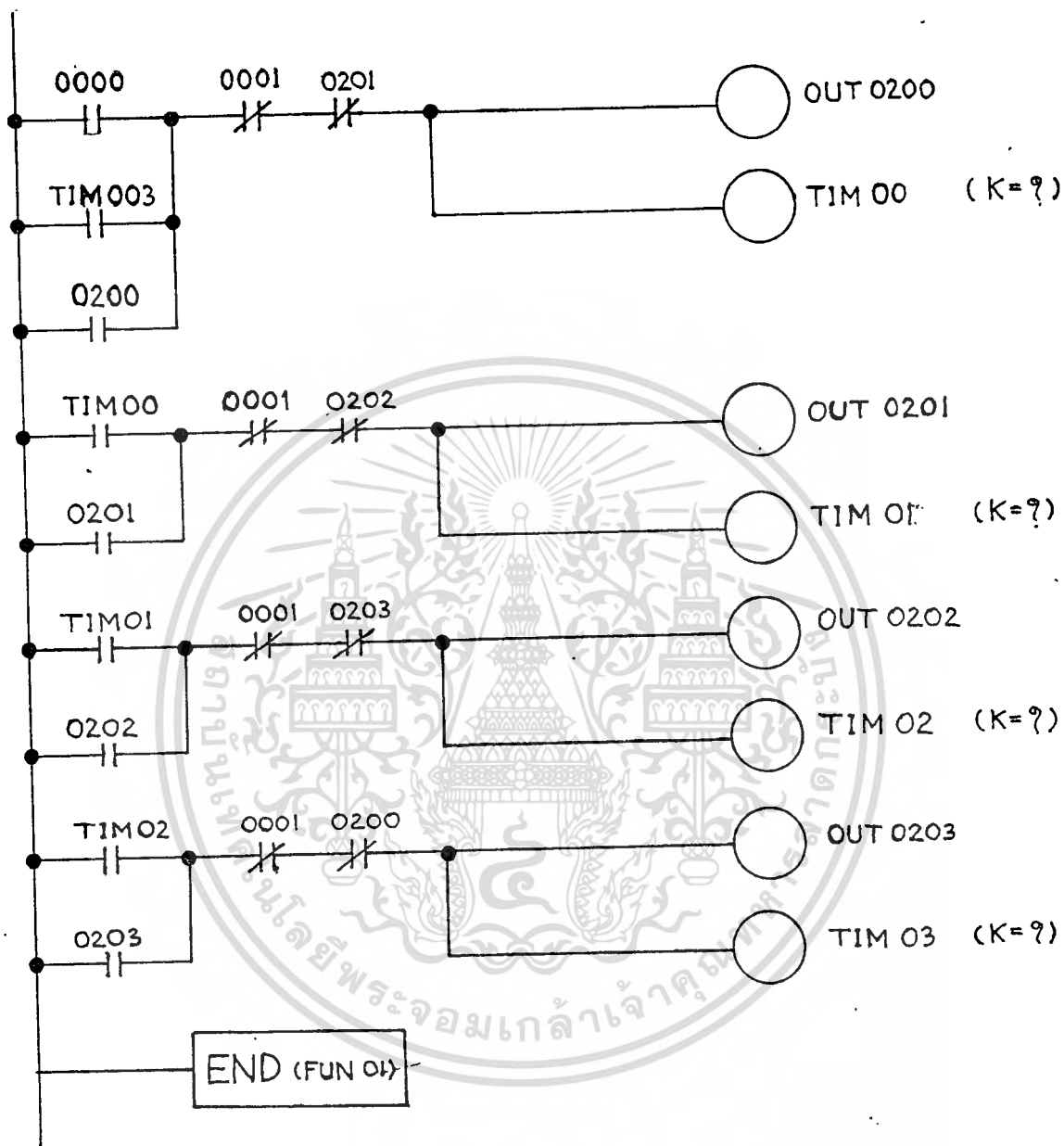
- อุปกรณ์**
1. ชุดทดลอง PLC
 2. ชุด stepping motor
 3. voltage regulator
 4. สายไฟสำหรับต่อวงจร

วิธีการทดลอง

1. ต่อวงจรของ stepping motor ตามวงจรในรูปที่ 1 โดยต่อวงจรเข้ากับ output ของ PLC และแหล่งจ่ายไฟ



2. ทำการเขียนโปรแกรมป้อนเข้าที่ อินพุตของ PLC โดยใช้โปรแกรมตามรูปที่ 1 ดังนี้
3. ทดสอบการทำงานของระบบโดยการเลือกสวิทช์ที่ Hand Held ไปให้ run mode จากนั้น on switch ทางด้านอินพุต เพื่อดูการทำงาน
4. ทำการเขียนโปรแกรมแบบ one excitation และ one-two excitation เพื่อทดสอบดูการทำงาน

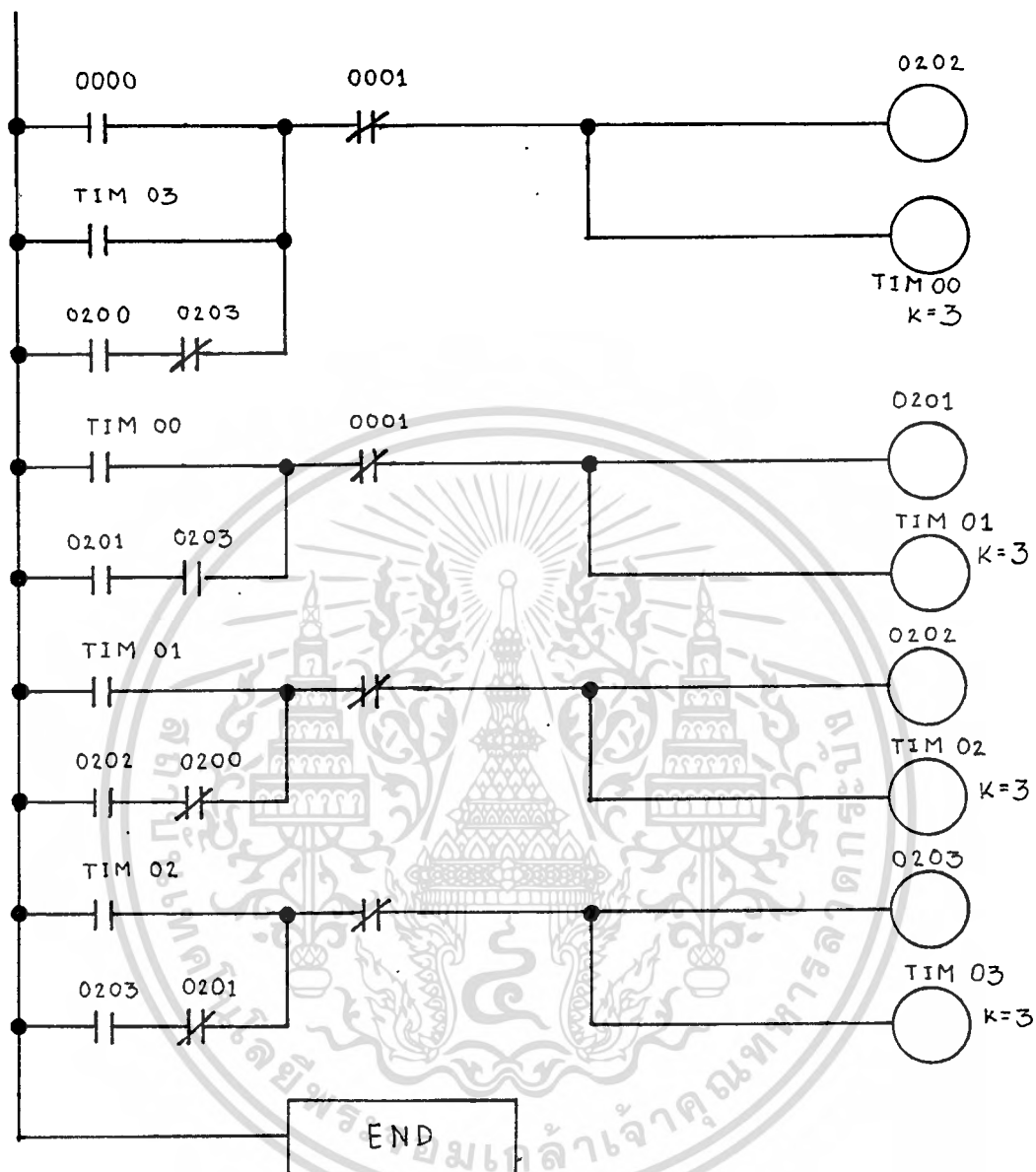


ONE - EXCITATION

ADDRESS CODING TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR TIM	0003
0002	OR	0200
0003	AND NOT	0001
0004	AND NOT	0201
0005	OUT	0200
0006	TIM	00
		3
0007	LD TIM	0000
0008	OR	0201
0009	AND NOT	0001
0010	AND NOT	0202
0011	OUT	0201
0012	TIM	01
		3
0013	LD TIM	0001
0014	OR	0202
0015	AND NOT	0001
0016	AND NOT	0203
0017	OUT	0202
0018	TIM	02
		3
0019	LD TIM	0002
0020	OR	0203
0021	AND NOT	0001
0022	AND NOT	0200
0023	OUT	0203
0024	TIM	03
		3
0025	END (FUN 01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TWO EXCITATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS CODING TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0001	LD	0000
0002	OR TIM	03
0003	LD	0200
0004	AND NOT	0203
0005	OR LD	
0006	AND NOT	0001
0007	OUT	0200
0008	TIM	00
		3
0009	LD TIM	00
0010	LD	0201
0011	AND NOT	0203
0012	OR LD	
0013	AND NOT	0001
0014	OUT	0201
0015	TIM	01
		3
0016	LD TIM	01
0017	LD	0202
0018	AND NOT	0200
0019	OR LD	
0020	AND NOT	0001
0021	OUT	0202
0022	TIM	02
		3
0023	LD TIM	02
0024	LD	0203
0025	AND NOT	0201
0026	OR LD	
0027	AND NOT	0001
0028	OUT	0203
0029	TIM	03
		3
0030	END (FUN 01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๕. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์การทดลองที่ได้ทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5

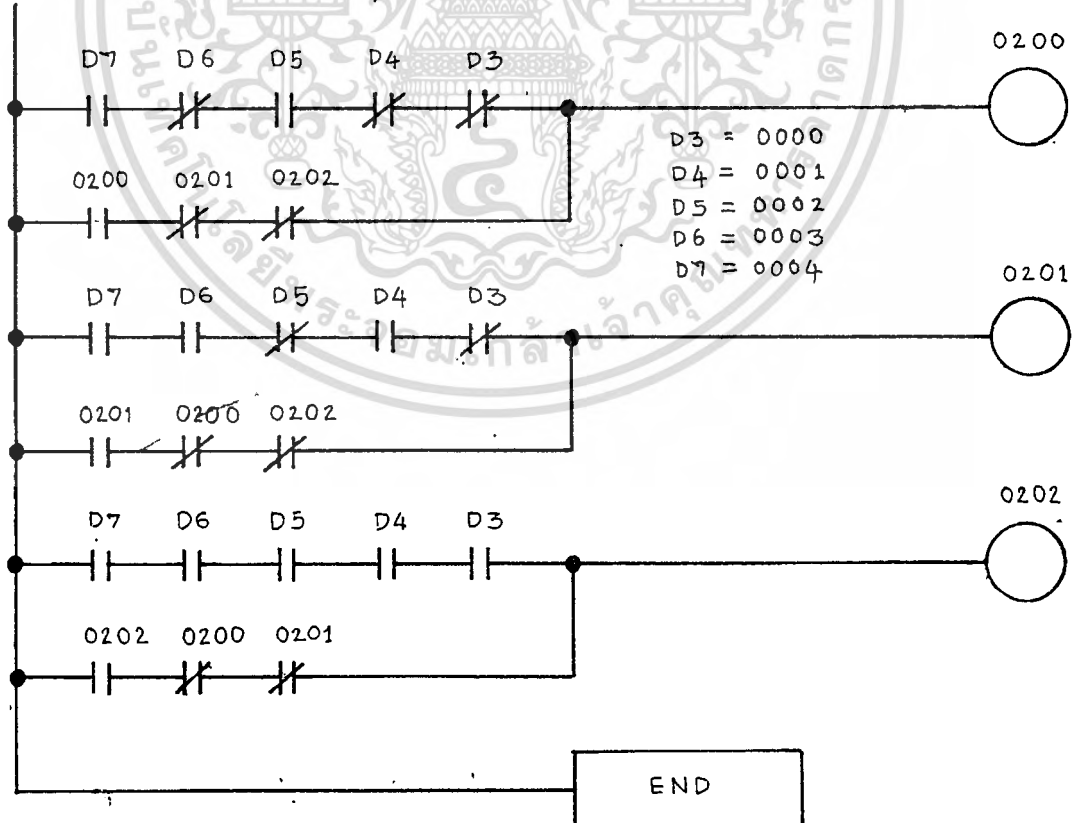
การทดลองรับสัญญาณอินพุตแบบอนาล็อกด้วยชุด A/D

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดอนาล็อกทูดิจิตอลคอนเวอร์เตอร์
 2. เรียนรู้ถึงการใช้ PLC ในการรับสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อก
 3. ศึกษาถึงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมที่ใช้งาน

- อุปกรณ์**
1. ชุดอนาล็อกทูดิจิตอล คอนเวอร์เตอร์
 2. แหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้ 0-5 V
 3. สายไฟสำหรับต่อวงจร

วิธีการทดลอง

1. จัดเตรียมอุปกรณ์และต่อวงจรตามรูป
2. ทำการเขียน Ladder diagram และเปลี่ยนเป็น Boolean และใส่ลงใน (coding chart) ดังรูป
3. ที่แรงดัน 3 volt ให้แสดง สีเหลือง
ที่แรงดัน 4 volt ให้แสดง สีเขียว
ที่แรงดัน 5 volt ให้แสดง สีแดง



ADDRESS INSTRUCTION TABLE

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0004
0001	AND NOT	0003
0002	AND NOT	0002
0003	AND NOT	0001
0004	AND NOT	0000
0005	LD	0200
0006	AND NOT	0201
0007	AND NOT	0202
0008	OR LD	
0009	OUT	0200
0010	LD	0004
0011	AND	0003
0012	AND NOT	0002
0013	AND	0001
0014	AND NOT	0000
0015	LD	0201
0016	AND NOT	0200
0017	AND NOT	0202
0018	OR LD	
0019	OUT	0201
0020	LD	0004
0021	AND	0003
0022	AND	0002
0023	AND	0001
0024	AND	0000
0025	LD	0202
0026	AND NOT	0200
0027	AND NOT	0201
0028	OR LD	
0029	OUT	0202
0030	END (FUN 01)	

3. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้