สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DEMONSTRATOR

ชื่อนักศึกษา

1. นายดำรง	จินตศิริกูล	รหัสประจำตัว	40031509
2. นายประสาน	หนูพัฒน์	รหัสประจำตัว	40031513
3. นายสมเกียรติ	ศุภวราสุวัฒน์	รหัสประจำตัว	40031524

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
2. อาจารย์อำพล ทองระอา
3. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

T032859

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
2. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
3. อาจารย์วรวิทย์	สมหา	.....
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....
6. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2541 เวลา 17.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ ... เดือน ... พ.ศ. ....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32859
วัน, เดือน, ปี 14 มิ.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DEMONSTRATOR

นายดำรง จินตศิริกูล

นายประสาน หนูพัฒน์

นายสมเกียรติ ศุภวราสุวัฒน์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DEMONSTRATOR

ผู้จัดทำ

1. นายดำรง จินตศิริกูล
2. นายประสาน หนูพัฒน์
3. นายสมเกียรติ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม .....
(อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์)

ลงนาม .....
(อาจารย์อำพล ทองระอา)

ลงนาม .....
(อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม .....
(ผศ.ดร. ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DEMONSTRATOR

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของการควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
2. เพื่อออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
3. เพื่อสร้างชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
4. เพื่อนำชุดทดลองไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
2. สามารถออกแบบ และสร้างชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้
3. สามารถนำชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

นายดำรง จินตศิริกูล

นายประสาน หนูพัฒน์

นายสมเกียรติ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์อำพล ทองระอา

อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ชุดทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง เป็นส่วนของภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนและแอลอีดีเมตริกซ์ ส่วนที่สองเป็นส่วนของการจำลองกระบวนการควบคุมมอเตอร์และการควบคุมระดับ ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องโปรแกรมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ง่ายยิ่งขึ้นและ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมงานขนาดเล็กได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DEMONSTRATOR

MR.DAMRONG JINTASIRIKOOL
MR.PRASAN NOOPAT
MR.SOMKIEAT SUPAVARASUWAT

ADVISORS
MR.PIYA SUPAVARASUWAT
MR.AMPHON THONGRA-AR
MR.SURAPONG SIRIPONGDEE

1998

ABSTRACT

This thesis presents a desingning and inplementation of Programmable Logic Controller Demonstrator. The project can be deviced into two parts; 7-Segment , Dot matrix Display and motor , level process simulator. The project helps the user to easier understand the principle of progammable logic controller and can be applied to use in the small controlling.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์ทวีผล ซื่อสัตย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา และมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โครงสร้างของ PLC	4
2.3 องค์ประกอบของ PLC	6
2.4 คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC	16
2.5 หลักการทำงานของ PLC	21
2.6 ข้อดีของ PLC	23
2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์	25
2.8 พร๊อกซิมิตี้สวิตช์	29
2.9 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	32
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	36
3.2 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	37
3.3 วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	39
3.4 วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์	41
3.5 วงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	
4.1 การทดลองการทำงานของส่วนอินพุต และเอาต์พุต	47
4.1.1 การทดลองรับค่าจากอินพุตไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำ	47
4.1.2 การทดลองส่งค่าเอาต์พุต	48
4.2 การทดลองวงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเจ็ดส่วน	49
4.3 การทดลองวงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	49
4.4 การทดลองการทำงานของการจำลองกระบวนการควบคุมระดับ	55
4.5 การทดลองวงจรชุดจำลองการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์	58
4.5.1 การทดลองการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	58
4.5.2 การทดลองการทำงานของพร็อกซิมิตี้สวิตช์	61
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	63
5.1 บทสรุป	63
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงาน	63
5.3 แนวทางการแก้ไข และพัฒนา	64
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	65
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	70
ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรม	78
ภาคผนวก ง ใบงานการทดลอง	88
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	153
บรรณานุกรม	161
ประวัติผู้แต่ง	162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่ และตัวแปรของตารางรีจิสเตอร์	10
ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต	12
ตารางที่ 2.3 ลักษณะและข้อดีของ PLC	24
ตารางที่ 3.1 การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	43
ตารางที่ 3.2 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ	45
ตารางที่ 4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการทดลองรับค่าอินพุต	47
ตารางที่ 4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการทดลองส่งค่าเอาต์พุต	48
ตารางที่ 4.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	49
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	50
ตารางที่ 4.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์	51
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	51
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	52
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	53
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	54
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์	55
ตารางที่ 4.7 โปรแกรมควบคุมการทำงานของกระบวนการควบคุมระดับ	56
ตารางที่ 4.8 ข้อกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของกระบวนการควบคุมระดับ	56
ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองของกระบวนการควบคุมระดับ	57
ตารางที่ 4.10 โปรแกรมควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	58
ตารางที่ 4.11 ข้อกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์	59
ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของวงจรควบคุมมอเตอร์	59
ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรควบคุมมอเตอร์	60
ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองของการควบคุมมอเตอร์	60
ตารางที่ 4.14 โปรแกรมควบคุมการทำงานของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์	61
ตารางที่ 4.15 ข้อกำหนดอินพุตของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC	5
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC	5
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วนประมวลผลกลาง	6
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบทีทีแอล	12
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบทีทีแอล	13
รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ AC	13
รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ DC	14
รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์	14
รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อหน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์	15
รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	26
รูปที่ 2.11 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	27
รูปที่ 2.12 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์	28
รูปที่ 2.13 ภาพตัดขวางส่วนหัวของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์ และลักษณะการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	30
รูปที่ 2.14 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบ Flush Mounted	32
รูปที่ 2.15 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบ Non-Flush Mounted	32
รูปที่ 3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	37
รูปที่ 3.2 วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเจ็ดส่วน	38
รูปที่ 3.3 การต่อแอลอีดีในแต่ละส่วน	38
รูปที่ 3.4 วงจรของภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	39
รูปที่ 3.5 วงจรส่วนควบคุมการแสดงผล	40
รูปที่ 3.6 วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์	41
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของชุดจำลองการทำงานของมอเตอร์	42
รูปที่ 3.8 วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์	42
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของชุดจำลองการควบคุมระดับ	44
รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการทดลองรับค่าอินพุต	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการทดลองส่งค่าเอาต์พุต	48
รูปที่ 4.3 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	49
รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์	50
รูปที่ 4.5 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของกระบวนการควบคุมระดับ	55
รูปที่ 4.6 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์	58
รูปที่ 4.7 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของพร็อกซิมิตี้สวิตช์	61
รูปที่ ก.1 เครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้	66
รูปที่ ก.2 เครื่องป้อนโปรแกรม	66
รูปที่ ก.3 ชุดทดลองภาคแสดงผลเจ็ดส่วน และแอลอีเมตริกซ์	67
รูปที่ ก.4 ชุดทดลองจำลองการทำงานของมอเตอร์ และระดับของเหลว	67
รูปที่ ก.5 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	68
รูปที่ ก.6 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	68
รูปที ก.7 วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์	69
รูปที ก.8 วงจรควบคุมภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์	69
รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	71
รูปที่ ข.2 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์	71
รูปที่ ข.3 วงจรภาคแสดงแบบผลเจ็ดส่วนในส่วนควบคุม	72
รูปที่ ข.4 วงจรภาคแสดงแบบผลเจ็ดส่วนในส่วนแสดงผล	72
รูปที่ ข.5 วงจรควบคุมการทำงานของแอลอีดีเมตริกซ์	73
รูปที่ ข.6 วงจรแอลอีดีเมตริกซ์	73
รูปที่ ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแอลอีดีเมตริกซ์	74
รูปที่ ข.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดีเมตริกซ์	74
รูปที่ ข.9 ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมแอลอีดีเมตริกซ์	75
รูปที่ ข.10 ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์	75
รูปที่ ข.11 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน	77
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานควบคุมมอเตอร์	79
รูปที่ ค.2 ผังการทำงานควบคุมแอลอีดีเมตริกซ์	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในระบบโรงงานอุตสาหกรรม จะมีการผลิตสินค้าที่มีปริมาณมากๆ ในการที่จะทำให้ได้ผลผลิตจำนวนมากๆ นั้น จะต้องมีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยทำงาน ซึ่งเมื่อนำเครื่องจักรเข้ามาใช้งานเราจะต้องมีการควบคุมให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุด และระบบการควบคุมแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันในปัจจุบันก็คือ ระบบควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ซึ่งได้นำมาใช้แทนระบบการควบคุมแบบเก่าที่ใช้รีเลย์ ซึ่งระบบการควบคุมแบบนี้จะสามารถควบคุมการทำงานได้สะดวกกว่า เพราะสามารถควบคุมการทำงานโดยโปรแกรม ไม่ต้องเดินสายให้ยุ่งยากเหมือนระบบรีเลย์ ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ได้นำระบบการควบคุมแบบนี้มาใช้งานกัน และในระบบการเรียนการสอนก็ได้มีการศึกษาในเรื่องของระบบควบคุมแบบโปรแกรมได้เช่นกัน โดยมีผู้ผลิตชุดทดลองขึ้นมาเพื่อศึกษาการทำงานของระบบนี้ แต่ว่ายังคงมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ขึ้นมา เพื่อใช้ในการศึกษาการทำงานของการควบคุมแบบโปรแกรม ซึ่งชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้นี้ จะช่วยให้นักศึกษา และผู้ที่สนใจ เข้าใจการทำงานของการควบคุมแบบโปรแกรมได้ง่ายยิ่งขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเครื่องควบคุมแบบตรรกโปรแกรมได้
2. มีช่องสัญญาณอินพุต 16 ช่อง แยกเป็นสวิตช์โยกและสวิตช์รหัส
3. มีช่องสัญญาณเอาต์พุต 16 ช่อง
4. มีแอลอีดีแสดงสถานะของอินพุตและเอาต์พุต
5. มีภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน 1 ชุด
6. มีภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์ 1 ชุด
7. มีวงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ 1 ชุด
8. มีวงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ คือ โครงสร้างของ PLC, องค์ประกอบของ PLC, คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC, หลักการทำงานของ PLC, ข้อดีของ PLC, ไมโครคอนโทรลเลอร์, พร๊อกซิมิตี้สวิตช์, สเต็ปเปอร์มอเตอร์

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ วงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ได้แก่ วงจรภาคจ่ายแรงดัน, วงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์, วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ และวงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรภาคจ่ายแรงดัน, วงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์, วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ และวงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา ขั้นการสรุปผล ในการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรม

ภาคผนวก ง ใบงานการทดลอง

ภาคผนวก จ รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้เริ่มใช้ PLC (Programmable Logic Controller) แทนวงจรรีเลย์ที่ใช้แทนการควบคุมแบบอันดับเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบเก่าที่ใช้รีเลย์มีการติดตั้งและแก้ไขได้ลำบาก มาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจร อิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์ และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไข การควบคุมแทนการเดินสายไฟเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่าเพื่อความสะดวก ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็กและไม่มีการขยายในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์จะมีราคาต่ำกว่า PLC แต่สำหรับงานควบคุมขนาดใหญ่ที่ซับซ้อนควรใช้ PLC เพราะมีประสิทธิภาพสูง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้ PLC มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของ PLC จะแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยๆ เรียกว่า โมดูล แต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง และสามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้ เพื่อให้ระบบเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือขยายขอบเขตการใช้งาน PLC ทำได้ง่าย ทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาด และ ชนิดของอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่งซึ่งลักษณะโครงสร้างของ PLC เหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปแต่ PLC ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะความแตกต่างระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปคือ

1. PLC ถูกออกแบบและสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น อุณหภูมิที่สูง และต่ำมากๆ ความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีการรบกวนไม่สม่ำเสมอ การสั่นสะเทือน และการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง

2. การโปรแกรม และการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ มีระบบการตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3. PLC ถูกพัฒนาให้มีการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขึ้นขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยาก และซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ เพื่อจะให้สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อมกันหลายโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำซึ่งแตกต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขลักษณะเงื่อนไขการควบคุมได้ มีความคล่องตัวในการควบคุมสูง เพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้กับหน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่จะต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม PLC มีระบบการตัดสินใจสูง นอกจากจะควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานตามความต้องการแล้ว ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สามารถติดต่อตอบโต้และแสดงการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และรับเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC ทดแทนระบบรีเลย์สามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมได้โดยง่าย และป้อนโปรแกรมควบคุมให้หน่วยความจำ

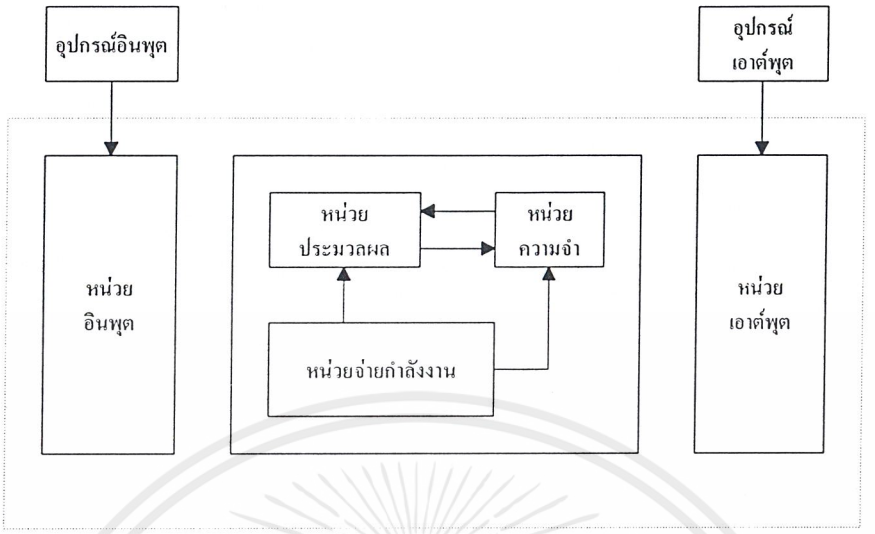
การบำรุงรักษา PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของตัวเองและค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับเปลี่ยน โมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะเปิดหรือปิด ของอุปกรณ์ภายนอก ทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมง่าย PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถใช้ในการควบคุมได้ทุกประเภท และสามารถจะติดต่อกับ PLC หรือระบบควบคุมอื่นๆ พร้อมทั้งจัดทำรายงานแผนการผลิตมีระบบตรวจสอบความบกพร่องของตนเอง ทำให้ PLC ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรมทุกสาขา เพื่อเพิ่มให้มีประสิทธิภาพการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

ในอนาคต PLC จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเนื่องจากการพัฒนาทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC ต่างระบบสามารถติดต่อ และใช้งานร่วมกันโดยใช้ระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง CPU และ หน่วยความจำจะมีความเร็วสูงขึ้น การโปรแกรมจะใช้ภาษาระดับสูงที่คล้ายกับภาษาพูดมากขึ้น

2.2 โครงสร้างของ PLC

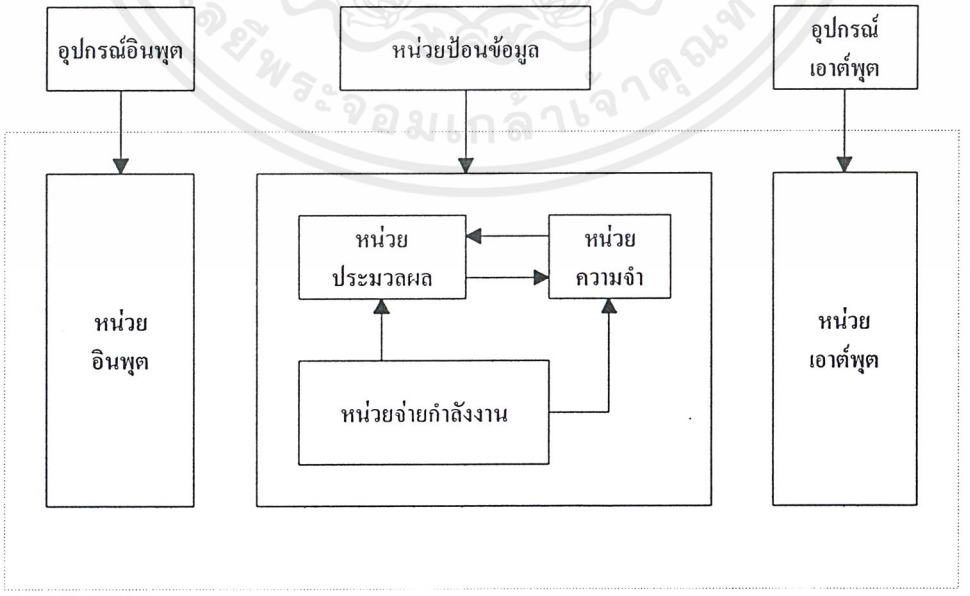
PLC เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุมผ่านทางหน่วยอินพุต/เอาต์พุต PLC ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC

นอกจาก PLC จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแล้วยังประกอบด้วยหน่วยป้อนโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้ รับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับ PLC เมื่อผู้ใช้ต้องการป้อน ตรวจสอบ หรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น PLC สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรม หน่วยป้อนโปรแกรมจึงไม่ได้จัดเป็นส่วนประกอบของ PLC รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC



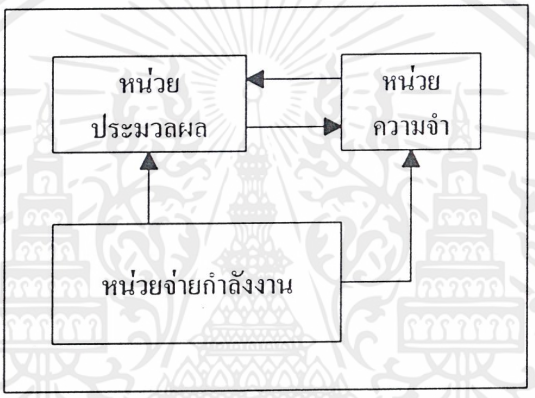
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของ PLC

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางประกอบด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายกำลังงาน ดังรูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบทั่วๆ ไปของหน่วยประมวลผลกลาง PLC แต่ละรุ่นอาจมีหน่วยประมวลผลกลางที่มีลักษณะแตกต่างกัน แต่อย่างน้อยจะต้องมีส่วนประกอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเสมอ เช่น PLC บางรุ่นอาจแยกหน่วยความจำและหน่วยกำลังงานออกจาก หน่วยประมวลผลกลาง และสร้างขึ้นเป็นโมดูลเพื่อความสะดวกในการสับเปลี่ยน



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

บางครั้งผู้ใช้อาจสับสนระหว่างหน่วยประมวลผลกลางของ PLC กับคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลของ PLC ก็คือ หน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ แต่หน่วยประมวลผลกลางของ PLC หมายถึงส่วนประกอบทั้งหมดที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PLC

หน่วยประมวลผลจะทำหน้าที่นำโปรแกรมจากหน่วยความจำมาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางหน่วยอินพุต/เอาต์พุต หน่วยจ่ายกำลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยประมวลผลและหน่วยความจำ

1. หน่วยประมวลผล ทำหน้าที่ดูแลการทำงานทั้งหมดของ PLC คือ นำโปรแกรมผู้ใช้มาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก ตามเงื่อนไขการควบคุมที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการควบคุม การติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างตัวประมวลผลกลางกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุต และการติดต่อระหว่างหน่วยอินพุต/เอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอกติดต่อกับผู้ใช้ และอุปกรณ์ร่วมตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC โดยมีโปรแกรมบริหารระบบเป็นผู้ควบคุมอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยประมวลผลของ PLC อาจประกอบขึ้นจากวงจรตรรกหรือไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ เปิด/ปิด เหมือนวงจรตรรกแล้ว ยังสามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก

ปัจจุบัน PLC เริ่มใช้หน่วยประมวลผลหลายหน่วยทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อเพิ่มความเร็ว และประสิทธิภาพในการควบคุมเรียกว่า ระบบหลายหน่วยประมวลผล ในระบบนี้จะมีหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ปฏิบัติการทางลอจิก คำนวณทางคณิตศาสตร์ จัดการข้อมูล ควบคุมการทำงานของ PLC และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก โดยจะแยกเป็นอิสระ นอกจากนี้ยังมีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตที่มีหน่วยประมวลผลของตนเองเป็นอิสระจาก PLC เช่น หน่วย PID ซึ่งทำหน้าที่แทนเครื่องควบคุมแบบ PID (PID Controller) ในการควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรมชนิดสัญญาณต่อเนื่อง

ไมโครโปรเซสเซอร์อาจมีขนาด 4 บิต, 8 บิต หรือ 16 บิต ตามขนาด หรือความยาวของข้อมูลที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ในการประมวลผล PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขนาดความยาวข้อมูลมากจะทำให้ PLC ทำงานได้เร็วขึ้น เช่น PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิต จะทำงานเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เพราะจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแต่ละคำสั่งมีขนาดใหญ่กว่า

2. หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลต่างๆ ที่ PLC ใช้ในการประมวลผล PLC แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. หน่วยความจำระบบ ใช้เก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลของระบบ

2. หน่วยความจำผู้ใช้ ใช้เก็บโปรแกรมผู้ใช้ ข้อมูลของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต และอุปกรณ์ภายใน

หน่วยความจำของ PLC มีลักษณะการใช้แตกต่างกัน บางส่วนต้องการหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง และไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายใน หรือในบางครั้งต้องการหน่วยความจำที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ แต่ต้องเก็บข้อมูลได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยง

ข้อมูลของหน่วยความจำชนิดต่างๆ ต่อไปนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำที่ต้องการได้ถูกต้อง

1. ROM (Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลภายใน แต่สามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้แม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้า เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบหรือโปรแกรมผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์และไม่ต้องการแก้ไขอีก ดังนั้น PLC จึงนิยมใช้ ROM เพราะราคาถูก มีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง

2. RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่อยู่ในช่วงกำลังพัฒนา หรือต้องการเปลี่ยนแปลงบ่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้ง โดยมีหน่วยจ่ายกำลังสำรองรักษาข้อมูลไว้ RAM เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่น

3. PROM (Programmable Read Only Memory) เป็น ROM ชนิดหนึ่ง ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษ แต่ลบหรือแก้ไขข้อมูลภายในไม่ได้ PLC จะไม่นิยมใช้ PROM เพราะใช้งานไม่สะดวกและมีความเร็วต่ำ

4. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) เป็น PROM ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถลบข้อมูลภายในได้โดยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตประมาณ 20 นาที แล้วโปรแกรมข้อมูลใหม่ EPROM เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

5. EAROM (Eletrically Alterable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EPROM การลบข้อมูลภายใน EAROM ใช้วิธีป้อนสัญญานพัลส์แทนการฉายแสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันการใช้ EAROM ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก เนื่องจากราคาค่อนข้างสูง

6. EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EAROM แต่การลบข้อมูลเก่าไม่จำเป็นต้องลบทั้งหมด ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลเฉพาะตำแหน่งที่ต้องการได้ ข้อเสียของ EEPROM คือ การแก้ไขข้อมูล 1 ไบต์ ต้องใช้เวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที ถึง 15 มิลลิวินาที ซึ่งค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่น และอายุการใช้งานของ EEPROM ค่อนข้างสั้นแต่ละไบต์สามารถแก้ไขข้อมูลได้ประมาณ 10000 ครั้งเท่านั้น ปัจจุบัน EEPROM ถูกใช้บ้างในการเก็บโปรแกรมจัดการของ PLC ขนาดเล็ก

7. วงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic Core) เป็นหน่วยความจำแบบเก่าที่ใช้กับ PLC รุ่นแรกๆ โดยใช้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กและทิศทางการหมุนของวงแหวนแม่เหล็ก ปัจจุบันหน่วยความจำชนิดนี้ไม่นิยมใช้เพราะราคาแพง ความเร็วต่ำ และมีขนาดใหญ่

8. NOVRAM (Non-Volatile Random Access Memory) ถูกผลิตขึ้นโดยนำ RAM ซึ่งมีความเร็วสูง และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ง่าย ทำงานร่วมกับ EEPROM ซึ่งเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า ข้อมูลแต่ละบิตของ NOVRAM ประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ส่วน คือ RAM และ EEPROM การใช้งานตามปกติ RAM จะเก็บข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงและส่งไปเก็บใน EEPROM เมื่อแก้ไขข้อมูลเสร็จเรียบร้อย ซึ่งข้อมูลจะไม่สูญหายถึงแม้จะไม่มีกระแสไฟฟ้า ข้อมูลจะถูกส่งกลับให้ RAM เมื่อต้องการเรียกใช้ข้อมูลเดิมในการแก้ไขโปรแกรมต่อไป ปัจจุบันการใช้ NOVRAM ยังไม่แพร่หลายเพราะมีขนาดใหญ่และราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดหน่วยความจำของ PLC

หน่วยความจำของ PLC ทั้งหน่วยความจำระบบและหน่วยความจำผู้ใช้ สามารออกแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

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

หน่วยความจำระบบในส่วนที่ 1 และ 2 ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลภายใน แต่ผู้ใช้อาจสามารถตรวจสอบข้อมูลภายในหน่วยความจำส่วนข้อมูลระบบได้ หรือตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC สำหรับหน่วยความจำผู้ใช้ ตารางข้อมูล และโปรแกรมผู้ใช้

หน่วยความจำผู้ใช้ มีหน้าที่เก็บโปรแกรมผู้ใช้และตารางข้อมูล ข้อมูลของตารางข้อมูลมี 2 ลักษณะ คือ บิตข้อมูล "1" หรือ "0" ซึ่งแทนสภาวะเปิดหรือปิดทางไฟฟ้า และข้อมูลแทนค่าตัวเลข สัญญาณแอนะล็อก หรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก การจัดแบ่งหน่วยความจำผู้ใช้สามารถแบ่งเป็นตารางข้อมูลออกได้เป็น 4 ส่วนคือ

1. ตารางอินพุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลของสภาวะหน่วยอินพุต ขนาดของตารางจะเท่ากับจำนวนหน่วยอินพุตที่มากที่สุดของ PLC ที่มีหน่วยอินพุต 64 จุด จะมีตารางอินพุตขนาด 64 บิต ทุกบิตของตารางจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมกับหน่วยอินพุต ข้อมูลของตารางอินพุตจะเปลี่ยนสภาวะตามอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมขณะเริ่มต้นการสแกนทุกครั้ง

2. ตารางเอาต์พุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงสภาวะของหน่วยเอาต์พุต ขนาดตารางเอาต์พุตจะเท่ากับจำนวนเอาต์พุตที่มากที่สุดของ PLC บิตทุกบิตของตารางเอาต์พุตจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมกับหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์ภายนอกจะเปลี่ยนสภาวะตามตารางเอาต์พุตก่อนที่จะสิ้นสุดการสแกนทุกครั้ง

3. ตารางรีเลย์ภายใน มีหน้าที่เก็บสภาวะของอุปกรณ์ภายใน เช่นเดียวกันกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุต แต่ไม่มีจุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก รีเลย์ภายในใช้ประโยชน์ในการเก็บสภาวะของการหน่วงเวลา การนับจำนวน และเก็บรักษาสภาวะการควบคุมชั่วคราว เช่นเดียวกันกับรีเลย์ควบคุมของวงจรรีเลย์

4. ตารางรีจิสเตอร์ มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่ใช้แทนค่าสัญญาณแอนะล็อกหรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งไม่อาจใช้ตารางหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหรือรีเลย์ภายในเก็บรักษาได้ เพราะมีค่าเป็นตัวเลขไม่ใช่สภาวะเปิดหรือปิด ตารางรีจิสเตอร์ของ PLC จะประกอบด้วยส่วนอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ เอาต์พุตรีจิสเตอร์ และรีจิสเตอร์ภายใน ข้อมูลภายในรีจิสเตอร์อาจมีลักษณะเป็นเลขฐานสองหรือ BCD

อินพุตริจิสเตอร์เก็บข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อเริ่มการสแกนทุกครั้ง ในทำนองเดียวกันเอาต์พุตรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลที่ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก และจะส่งค่าเมื่อสิ้นสุดการสแกนทุกครั้ง รีจิสเตอร์ภายในเก็บข้อมูลชั่วคราวที่ได้จากการประมวลผลและคำนวณทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลของการหน่วงเวลาและตัวนับจำนวน ตารางที่ 2.1 แสดงการจัดแบ่งข้อมูลของตารางรีจิสเตอร์เป็นค่าคงที่และตัวแปร

ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่และตัวแปรของตารางรีจิสเตอร์

ค่าคงที่	ตัวแปร
การกำหนดเวลาของการหน่วงเวลา	เวลาปัจจุบันของการหน่วงเวลา
การกำหนดจำนวนของการนับจำนวน	จำนวนปัจจุบันของการนับจำนวน
ระดับการควบคุมที่ต้องการ	ค่าอินพุต/เอาต์พุตแบบแอนะล็อก
ค่าคงที่ในการคำนวณ	ผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์
ตารางตัวเลข	อินพุต/เอาต์พุตแบบ BCD

โปรแกรมผู้ใช้ หน่วยความจำส่วนนี้ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นหน่วยความจำส่วนนี้ของ PLC ถ้าเป็นขนาดเล็กมักมีขนาดจำกัดและขยายไม่ได้ แต่สำหรับ PLC ขนาดใหญ่ผู้ใช้สามารถขยายขนาดได้เท่าที่ต้องการ

ผู้ใช้ PLC จะต้องเลือกชนิดและขนาดหน่วยความจำให้เหมาะสม ถ้าระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ควรใช้ PLC ที่ใช้หน่วยความจำชนิด RAM และมีหน่วยจ่ายกำลังสำรอง ถ้าระบบที่มีลักษณะแน่นอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงควรใช้หน่วยความจำชนิด ROM หรือ EPROM การเลือกขนาดหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรม ผู้ใช้ต้องสอบถามวิธีจัดโปรแกรมและตารางข้อมูลลงในหน่วยความจำของ PLC จากบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งทดลองเขียนโปรแกรม ซึ่งจะทำให้ทราบความยาวของโปรแกรมที่แน่นอนได้

3. หน่วยจ่ายกำลังงาน ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนต่างๆ ของ PLC คือ หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต โดยรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่และแจ้งให้หน่วยประมวลผลทราบเมื่อการทำงานผิดปกติ ความน่าเชื่อถือของ PLC ขึ้นอยู่กับการทำงานของหน่วยจ่ายกำลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แรงดันไฟฟ้าอินพุต หน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC มักจะรับกระแสไฟฟ้าสลับที่มีแรงดัน 110 VAC หรือ 220 VAC แต่มี PLC เฉพาะงานที่ใช้แรงดันไฟฟ้าอื่น เช่น แท่นขุดเจาะและสำรวจปิโตรเลียม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 24 VDC จะใช้ PLC ที่ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 VDC แทน 110/220 VAC

PLC ถูกสร้างขึ้นใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแรงดันไฟฟ้ามักไม่คงที่ และมีการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยจ่ายกำลังงานสำรองของ PLC จึงต้องถูกออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ให้คงที่ตลอดเวลา เช่น PLC ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 VAC ต้องทำงานตามปกติเมื่อแรงดันมีค่า 194 ถึง 250 VAC ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงมากหน่วยจ่ายกำลังงานก็ต้องทนต่อสภาพผิดปกติดังกล่าว และแจ้งให้หน่วยประมวลผลกลางทราบก่อนตัดวงจรออกโดยอัตโนมัติ สาเหตุที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าผิดปกติที่พบเสมอ คือ

1. การเปิดหรือปิดเครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊ม เครื่องเชื่อม
2. แรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าระยะไกล
3. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องทำให้กระแสไฟฟ้ารั่ว

โรงงานอุตสาหกรรมที่แรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบด้วยหม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า (Constant Voltage Ttransformer) หม้อแปลงไฟฟ้า Sola CVS และหม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวน (Insolation Transformer)

หม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้แรงดันอินพุตจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

หม้อแปลงไฟฟ้า Sola CVS ผลิตโดยบริษัท Sola Basic Industry ทำหน้าที่คล้ายหม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า แต่มีคุณสมบัติพิเศษในการกำจัดสัญญาณฮาร์มอนิก

หม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวนทำหน้าที่ตัดการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจาก PLC ทำให้การทำงานของ PLC และแหล่งจ่ายกำลังงานดีขึ้น เหมาะสำหรับติดตั้งให้ PLC ที่อยู่ใกล้เครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่

2. อัตราจ่ายกระแสไฟฟ้าของหน่วยจ่ายกำลังงาน ขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงานต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์อื่นๆ ได้ เช่น หน่วยประมวลกลาง และหน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำงานตามปกติการคำนวณขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงานต้องทราบจำนวนของกระแสไฟฟ้าที่อุปกรณ์ทั้งหมดต้องการโดยเฉพาะหน่วยอินพุต/เอาต์พุตต้องทราบอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าทั้งในสภาวะเปิดและสภาวะปิด หน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC จากบริษัทผู้ผลิตจะถูกออกแบบให้สามารถจ่ายกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าให้กับหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุตทั้งหมดที่ต้องการ แต่บางกรณีที่มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบพิเศษซึ่งต้องการกำลังไฟฟ้าสูงเป็นจำนวนมากอาจต้องเพิ่มหน่วยจ่ายกำลังพิเศษ

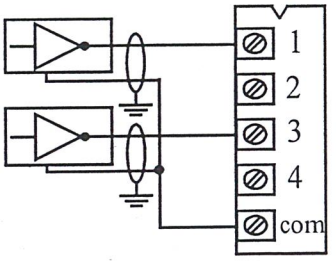
หน่วยจ่ายกำลังที่มีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานผิดปกติโดยไม่พบสาเหตุ เช่น หน่วยเอาต์พุตเปลี่ยนสภาวะ เปิด/ปิด ไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด หรือ หน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำทำงานผิดพลาดบ่อยครั้ง

2.3.2 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอก โดยหน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสภาวะ และวัดค่าจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น การเปิด/ปิดของสวิตช์ตำแหน่งเครื่องจักร ระดับของเหลว, อุณหภูมิ, ความดัน, ระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้าจะส่งต่อให้ PLC และ PLC จะใช้ค่า หรือ สภาวะจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุตเป็นข้อมูลในการประมวลผลตามผู้ใช้และส่งผลที่ได้ไปที่หน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊มวาล์ว

ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
24 VAC/DC	12-48 VAC/DC
48 VAC/DC	120 VAC/DC
120 VAC/DC	220 VAC/DC
220 VAC/DC	หน้าสัมผัสรีเลย์
ระดับ ทีทีแอล	ระดับ ทีทีแอล

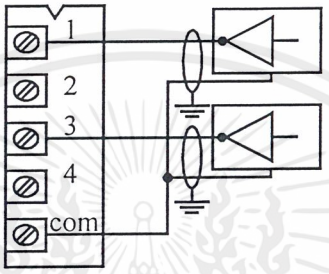


รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบ ทีทีแอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

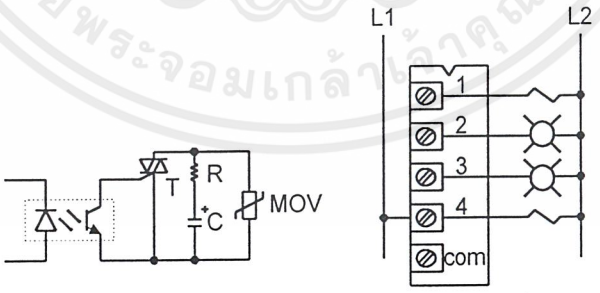
หน่วยอินพุตแบบทีทีแอล ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทีทีแอล หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ หน่วยอินพุตประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีวงจรเร็กติไฟร์ และกรองความถี่ จึงทำให้ทำงานได้เร็วใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 3 วินาที

หน่วยเอาต์พุตแบบ ทีทีแอล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นแบบ ทีทีแอล หรือ อุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ มีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ ทีทีแอล

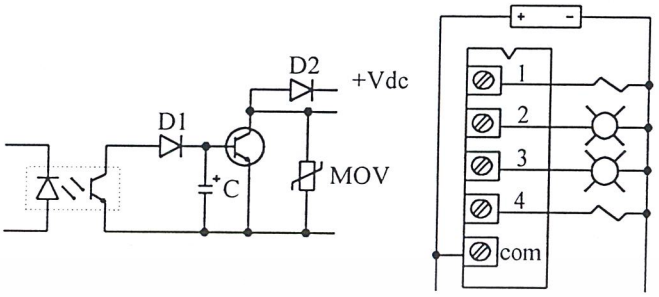
หน่วยเอาต์พุตแบบ AC จะเปลี่ยนสภาวะควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางให้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เอาต์พุตโดยประกอบด้วยวงจรตรรกซึ่งติดต่อกับ หน่วยประมวลผลกลาง วงจรเชื่อมต่อแบบออปติค สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรกรองความถี่



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ AC

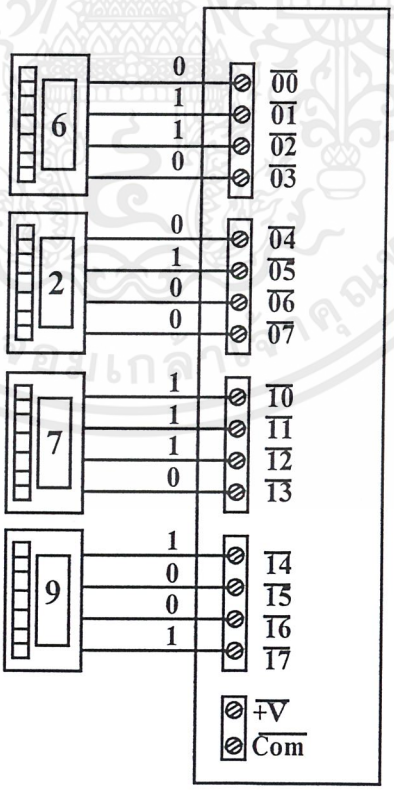
หน่วยเอาต์พุตแบบ DC ทำหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ลักษณะการทำงานของวงจรคล้ายกับหน่วยเอาต์พุตแบบ AC แต่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวเปิด/ปิดวงจรไฟฟ้า แทนไตรแอค และเอสซีอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ DC

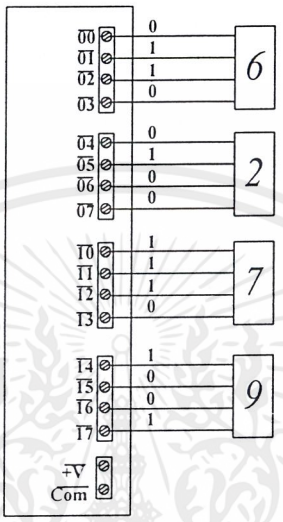
หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD มาจากอุปกรณ์ภายนอก ส่งให้ตัวประมวลผลกลาง อุปกรณ์อินพุตมักใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์ หรือระดับทีทีแอล โดยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 0 โวตล์ หมายถึง สภาวะลอจิก “0” และสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ หมายถึง สภาวะลอจิก “1” การรับข้อมูลของหน่วยอินพุตมีจำนวนครั้งละ 4 บิต



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD มาจากหน่วยประมวลผลกลางส่งให้อุปกรณ์ภายนอก เช่น ภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และจอภาพ สัญญาณไฟฟ้าของหน่วยเอาต์พุตมีขนาด 5 โวลต์ถึง 30 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 0.5 แอมป์



รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อหน่วยเอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์

2.3.3 หน่วยป้อนข้อมูล

หน่วยป้อนข้อมูล ทำหน้าที่เป็นอินพุตใช้สำหรับป้อนข้อมูล ตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรมในหน่วยความจำ ซึ่งโปรแกรมบริหารระบบจะนำไปประมวลผล เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก หน่วยป้อนข้อมูลของ PLC แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. เครื่องป้อนโปรแกรมแบบจอภาพ ประกอบด้วย จอภาพ, แป้นพิมพ์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ติดต่อกับ PLC มีลักษณะคล้ายกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ หรือ สัญลักษณ์รีเลย์โดยครง

2. เครื่องป้อนโปรแกรมขนาดเล็ก มีลักษณะคล้ายเครื่องคำนวณเลข ประกอบด้วยแป้นพิมพ์ และตัวแสดงผลชนิดแอลซีดี แสดงผลได้ครั้งละ 1 - 2 บรรทัด แป้นพิมพ์ประกอบด้วย แป้นพิมพ์ตัวเลข คำสั่ง และฟังก์ชั่นพิเศษต่างๆ

3. คอมพิวเตอร์บริษัทผู้ผลิต PLC บางแห่งได้จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC

คำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม PLC ใช้ภาษาบูลีนซึ่งเป็นภาษาพื้นฐานของ PLC คำสั่งในภาษาบูลีนมีลักษณะคล้ายกับพีชคณิตบูลีนในปัจจุบัน ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

คำสั่ง LD, LD NOT เป็นคำสั่งระดับบิตที่ใช้เริ่มต้นแผนผังการทำงานลำดับขั้นหรือเริ่มต้นบล็อกเพื่อนำสภาวะปัจจุบันและตรงข้ามกับปัจจุบันมากระทำทางลอจิก

คำสั่ง OUT, OUT NOT เป็นคำสั่งระดับบิตใช้ในกรณีที่จบในคำสั่งชุดนั้นๆ ของแผนผังการทำงานลำดับขั้นเพื่อนำค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลให้กับเอาต์พุตหรือสภาวะที่ได้ให้กับเอาต์พุตแบบตรงกันข้ามและการใช้คำสั่ง OUT หรือ OUT NOT หน่วยความจำที่รองรับจะต้องไม่เป็นหน่วยความจำอินพุตทั้งนี้เพราะคำสั่งทั้งสองนี้จะต้องรับค่าจากการประมวลผลของ PLC เท่านั้น

คำสั่ง AND เป็นคำสั่งที่กระทำทางลอจิก AND กับค่าปัจจุบันของหน่วยความจำหรือเทียบกับวงจรอนุกรมทางไฟฟ้าของหน้าสัมผัสปกติเปิด

คำสั่ง AND NOT เป็นคำสั่งที่กระทำทางลอจิก AND กับค่าตรงกันข้ามกับปัจจุบันของหน่วยความจำหรือเทียบกับวงจรอนุกรมทางไฟฟ้าของหน้าสัมผัสปกติปิด

คำสั่ง OR เป็นคำสั่งที่กระทำทางลอจิก OR กับค่าปัจจุบันของหน่วยความจำหรือเทียบกับวงจรขนานทางไฟฟ้าของหน้าสัมผัสปกติเปิด

คำสั่ง OR NOT เป็นคำสั่งที่กระทำทางลอจิก OR กับค่าตรงกันข้ามกับปัจจุบันของหน่วยความจำหรือเทียบกับวงจรขนานทางไฟฟ้าของหน้าสัมผัสปกติปิด

คำสั่ง AND และ OR ร่วมกันโดยให้หน้าสัมผัสทั้งแบบ NO. และ NC. ที่เป็นเงื่อนไขต่างๆ นำมาต่อทั้งแบบอนุกรมและขนานร่วมกัน

คำสั่ง AND LD เป็นคำสั่งกระทำลอจิก AND ในรูปแบบของกลุ่มคำสั่งหรือบล็อกซึ่งบล็อกแต่ละบล็อกจะประกอบด้วยคำสั่งพื้นฐานหลายคำสั่งรวมเข้าด้วยกัน และการเริ่มต้นบล็อกจะใช้คำสั่ง LD เป็นคำสั่งนำหน้าของบล็อกนั้นๆ

คำสั่ง OR LD เป็นคำสั่งกระทำลอจิก OR ในรูปแบบของกลุ่มคำสั่งหรือบล็อกซึ่งบล็อกแต่ละบล็อกจะประกอบด้วยคำสั่งพื้นฐานหลายๆ คำสั่งรวมเข้าด้วยกัน และการเริ่มต้นบล็อกจะใช้คำสั่ง LD เป็นคำสั่งนำหน้าของบล็อกนั้นๆ

คำสั่ง TIMER มีการทำงานเป็นแบบการหน่วงเวลาเพื่อทำงาน เมื่อค่าสภาวะก่อนหน้าเป็นจริง หรือ “ON” ก็จะเริ่มทำการหน่วงเวลา ตามที่ผู้ทำการโปรแกรมกำหนด โดยสามารถกำหนดให้มีคาบเวลาการหน่วงในรูปของค่าคงที่ หรือค่าในหน่วยความจำก็ได้จำนวนสูงสุดได้ถึง 999 โดยมีความละเอียด 1/10 วินาที เมื่อครบกำหนดเวลาการหน่วงเวลาการหน่วงแล้ว ค่าสภาวะของตัวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เวลานั้นก็จะ “ON” และสามารถนำเอาค่าสภาวะนี้เองไปใช้ในการควบคุมต่อไป ในการรีเซ็ตทำได้โดยให้สภาวะของ Control Bit หรือกลุ่มเงื่อนไขก่อนหน้าของตัวตั้งเวลาเป็น “OFF”

คำสั่ง COUNTER จัดได้ว่าเป็นส่วนสำคัญในขบวนการบรรจุหีบห่อ โดยมีสัญญาณที่เป็นค่าสภาวะอินพุตให้แก่ตัวนับ 2 สัญญาณได้แก่สัญญาณนับ และสัญญาณรีเซ็ต โดยสัญญาณนับจะกำหนดจำนวนนับ เช่น จำนวนชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนับที่ผ่านมาทางตัวตรวจจับต่างๆ เมื่อครบจำนวนตามที่ต้องการแล้ว ค่าสภาวะของตัวนับนั้นจะ “ON” เพื่อนำค่าสภาวะของการนับครบแล้วไปสั่งงานในลำดับอื่นๆต่อไป และยังคงค้างค่าสภาวะ “ON” นี้ต่อไปจนกว่าจะมีสัญญาณรีเซ็ตเพื่อตั้งต้นการนับในรอบต่อไป การนับในแต่ละครั้งที่เข้ามาของสัญญาณนับจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อจำนวนการนับยังไม่ครบและสัญญาณรีเซ็ตจะต้องมีค่าสภาวะเป็น “OFF” ในการกำหนดจำนวนนับสามารถกำหนดในรูปของค่าคงที่ หรือค่าในหน่วยความจำก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานและค่าสูงสุดที่ตั้งได้เป็น 999

คำสั่ง KEEP (FUN11) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเซ็ตและรีเซ็ต โดยกระทำกับเอาต์พุต และรีเลย์ภายในให้มีการค้างค่าสภาวะ “ON” ไว้เมื่อมีการเซ็ตและ “OFF” เมื่อมีการรีเซ็ต ซึ่งมีลักษณะการทำงานจะคล้ายกับฟลิปฟลอป

คำสั่ง INTERLOCK-IL (FUN02) และ INTERLOCK CLEAR-ILC (FUN03) เป็นคำสั่งที่ใช้งานร่วมกันในลักษณะกำหนดให้มีการควบคุมหลัก (MASTER CONTROL SET) และยกเลิกการควบคุมหลัก (MASTER COMTROL RESET)ดังนั้นส่วนของโปรแกรมที่อยู่ระหว่างคำสั่งทั้งสอง ที่มีการควบคุมหลักเฉพาะรีเลย์เอาต์พุตจะเป็น “OFF” แต่ค่าสภาวะยังคงเป็นไปตามโปรแกรม (หมายถึงอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการควบคุมหลัก)

คำสั่ง DIFFERENTIAL UP-DIFU (FUN13) ใช้สำหรับกำหนดค่าสภาวะของเอาต์พุตและรีเลย์ภายในให้มีค่าสภาวะ “ON” ด้วยระยะเวลา 1 Scantime โดยตรวจสอบค่าสภาวะก่อนหน้าที่เป็น ขอบขาขึ้น

คำสั่ง DIFFERENTIAL DOWN-DIFD (FUN14) ใช้สำหรับกำหนดค่าสภาวะเอาต์พุตและรีเลย์ภายในให้มีค่าสภาวะ “ON” ด้วยระยะเวลา 1 Scantime โดยตรวจสอบค่าสภาวะก่อนหน้าที่เป็น ขอบขาลง

คำสั่ง ASL (FUN25) ARITERMATIC SHIFT LEFT เป็นคำสั่งในการเลื่อนข้อมูลไปทางซ้ายขนาด 1 บิตโดยที่ข้อมูล “0” จะเข้ามาแทนที่ตำแหน่ง 00 และข้อมูลตำแหน่งต่ำกว่าจะเลื่อนไปยังตำแหน่งที่สูงกว่าหนึ่งตำแหน่งเลื่อนไปจนครบเวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
32859

คำสั่ง ASR (FUN26) ARITERMATIC SHIFT RIGHT เป็นคำสั่งในการเลื่อนข้อมูลไปทางขวาขนาด 1 บิตโดยที่ข้อมูล "0" จะเข้ามาแทนที่ตำแหน่งบิต 15 ของเวิร์ด หรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งข้อมูลจากบิตที่สูงกว่าจะถูกเลื่อนไปยังบิตที่ต่ำกว่าหนึ่งตำแหน่งเลื่อนไปจนครบเวิร์ด

คำสั่ง ROL (FUN27) ROTATE LEFT เป็นคำสั่งในการวนข้อมูลในเวิร์ดที่ระบุ โดยการวนข้อมูลแต่ละครั้ง จะวนที่บิตเป็นจำนวน 16 บิต จากบิตที่พิจารณาไปยังบิตที่สูงกว่าหนึ่งตำแหน่งและบิตที่สูงสุดจะวนกลับมาบิตต่ำสุด

คำสั่ง ROR (FUN28) ROTATE RIGHT เป็นคำสั่งในการวนในเวิร์ดที่ระบุในการวนข้อมูลแต่ละครั้งจะวนที่ละบิตเป็นจำนวน 16 บิตและการวนนั้นจะเป็นการวนจากบิตที่พิจารณา ไปยังบิตที่ต่ำกว่าหนึ่งตำแหน่งเป็นจำนวน 16 บิตและบิตที่ต่ำสุดจะวนกลับมายังบิตที่สูงสุด

คำสั่ง ONE DIGIT SHIFT LEFT หรือ SLD (FUN74) การเลื่อนข้อมูลไปทางซ้าย 1 หลัก เมื่อมีการ ON ในบิตควบคุมให้มีสภาวะเป็น "1" คำสั่งจะทำให้หน่วยความจำในเวิร์ดเริ่มต้นจนถึงเวิร์ดสุดท้าย เกิดการเคลื่อนของข้อมูลจากเวิร์ดที่ต่ำกว่าไปยังเวิร์ดที่สูงกว่าขนาด 4 บิตหรือขนาด 1 หลัก โดยการนำข้อมูล "0"เข้ามาแทนที่ตำแหน่งหน่วยความจำใน หลักขวามือสุดของเวิร์ด Start Word ส่วนหลักซ้ายมือสุดของเวิร์ด Start Word ส่วนหลักซ้ายมือสุดของเวิร์ด End Word จะเลื่อนหายไป

คำสั่ง ONE DIGIT SHIFT RIGHT หรือ SRD (FUN75) การเลื่อนข้อมูลไปทางขวา 1 หลัก เมื่อมีการ "ON" ในบิตควบคุมให้มีสภาวะเป็น "1" คำสั่งจะทำให้หน่วยความจำในเวิร์ดต้น จนถึงเวิร์ดสุดท้ายเกิดการเลื่อนของข้อมูลขนาด 4 บิตหรือ 1 หลัก โดยการนำข้อมูล "0" เข้ามาแทนที่ตำแหน่งหน่วยความจำใน หลักซ้ายมือสุดของเวิร์ด Start Word ส่วนหลักขวามือสุดของเวิร์ด End Word จะเลื่อนหายไป

คำสั่ง SHIFT REGISTER -SFT (FUN10) เป็นคำสั่งที่มีสัญญาณหรือบิตควบคุมอยู่ถึง 3 บิต คือ INDATA "I", PLUSE "P" และ RESET "R" ในแต่ละสัญญาณมีหน้าที่ดังนี้

สัญญาณ "I" เป็นสัญญาณข้อมูลจากบิตภายนอกที่มีผลต่อบิต 00 ของหน่วยความจำที่ถูกระบุให้เป็นชิฟต์รีจิสเตอร์ในเวิร์ด Start (ST) จนถึง End (E) ดังนั้นข้อมูลในบิตนี้จะมีค่าเป็นข้อมูล "0" หรือ "1" ก็ได้ ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมไว้เพื่อรอสัญญาณ "P" อีกหนึ่งสัญญาณในการที่จะเคลื่อนที่เข้าหน่วยความจำจาก ST ถึง E

สัญญาณ "P" เป็นสัญญาณกำกับการเคลื่อนที่ของข้อมูล ลักษณะสัญญาณ "P" จะเปลี่ยนแปลงจาก 0 ไปสู่ 1 ในแบบขอบขาขึ้น ถ้ามีสัญญาณ การเคลื่อนที่ข้อมูลจะเกิดขึ้นจากข้อมูลภายนอกและหน่วยความจำจาก ST ถึง E ได้เคลื่อนที่พร้อมกันจากบิตต่ำกว่าไปยังบิตที่สูงกว่าหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง แบบ **เคลื่อนซ้าย** หรือ **SHIFT LEFT** เป็นจำนวน 1 บิต และมีผลต่อทุกๆ บิตในหน่วยความจำ

สัญญาณ "R" เป็นสัญญาณรีเซ็ตข้อมูลสภาพปกติแล้วสัญญาณ "R" จะมีสภาวะเป็น "0" อยู่จะไม่มีผลต่อหน่วยความจำ แต่ถ้าสภาวะรีเซ็ตเป็น "1" และทำให้หน่วยความจำจากเวลิด์ ST ถึง E มีค่าข้อมูลเป็น **ศูนย์ ทั้งหมด** หน่วยความจำ ST ถึง E ในแต่ละเวลิด์ จะมีอยู่ด้วยกัน 16 บิต

คำสั่ง Reversible Shift-SFTR (FUN84) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนข้อมูลทางซ้าย หรือขวา จะเป็นหน่วยความจำเวิร์ดเดียวหรือหลายเวิร์ดก็ได้ ถ้าต้องการให้เลื่อนเพียงเวิร์ดเดียว Start Word (ST) และ END Word (E) ต้องเป็นหน่วยความจำเวิร์ดเดียวกันและถ้าต้องการให้เลื่อนหลายเวิร์ดแล้ว ST < E การควบคุมข้อมูลจากภายนอก จะมีผลต่อหน่วยความจำ SFTR ขึ้นอยู่กับสัญญาณ I (Input Data) และมีผลต่อบิตต่ำสุด หรือบิตสูงสุดขึ้นอยู่กับสัญญาณ D (Direction) ดังนั้นถ้าเลือกสัญญาณ I และ D สัมพันธ์กันดังตารางสัญญาณแล้ว กำกับด้วยสัญญาณ P ก็จะทำให้ข้อมูลในหน่วยความจำ SFTR เลื่อนทันที สำหรับสัญญาณ R (Reset) เป็นสัญญาณที่ทำให้ข้อมูลในหน่วยความจำ SFTR เป็น "0" ในทุกบิต

คำสั่ง MOVE-MOV (FUN21) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการ Copy ข้อมูลจากข้อมูลต้นทางไปยังข้อมูลปลายทางชนิดบิตต่อบิตโดยที่ข้อมูลต้นทางยังคงอยู่เหมือนเดิม การทำงานของคำสั่งจะเกิดขึ้นการ Turn "ON" บิตควบคุม

คำสั่ง MOVE NOT-MVN (FUN22) เป็นคำสั่งในการคัดลอกข้อมูลจากข้อมูลต้นทาง ไปยังข้อมูลปลายทางชนิดบิตต่อบิตแต่ข้อมูลจะถูกกลับ ให้เป็นตรงกันข้ามก่อนแล้วจึงเก็บไว้ที่ข้อมูลปลายทาง และข้อมูลต้นทางยังคงอยู่เหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง การทำงานของคำสั่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีการ Turn "ON" บิตควบคุม

คำสั่ง MOVE DIGIT MOVD (FUN83) เป็นคำสั่งในการเคลื่อนย้ายข้อมูลขนาดตั้งแต่ 1 ถึง 4 หลักจากตำแหน่งหรือหลักใดของข้อมูลต้นทางไปลงที่ตำแหน่งใดหรือหลักใดก็ได้ในจำนวน 4 หลักของข้อมูลปลายทางทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ของการแยกข้อมูลในเวิร์ดเดียวกัน ถูกกระจายออกเป็นหลักๆ ที่ต่างเวิร์ดกัน

คำสั่ง COMPARE เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลจำนวน 2 ชุด แบบข้อมูลเลขฐานสิบหก ภายหลังที่ได้รับการควบคุมจากบิตควบคุม ให้มีสถานะเป็น "ON" แล้วต้องมีการตรวจสอบแฟล็กสถานะผลของการเปรียบเทียบข้อมูลทันที คือ หน่วยความจำ SR ที่ 7905, 7906 และ 7907

คำสั่ง INC (FUN38) เป็นคำสั่งในการเพิ่มข้อมูลแบบ BCD ขนาด 4 หลักให้กับเวิร์ดที่กำหนดทีละ 1 ภายหลังที่ได้รับสถานะจากบิตควบคุมและไม่มีผลต่อแฟล็กแสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง DEC (FUN39) เป็นคำสั่งในการลดข้อมูลแบบ BCD ขนาด 4 หลักให้กับเวิร์ดที่กำหนดทีละ 1 ภายหลังที่ได้รับสถานะจากบิตควบคุมและไม่มีผลต่อแฟล็กแสดงสถานะ

คำสั่ง BIN (FUN23) เป็นคำสั่งในการแปลงเลขฐาน จากเลขฐาน 10 ขนาด 4 หลัก ให้เป็นเลขฐาน 2 จำนวน 16บิต หรือเลขฐาน 16 ขนาด 4 หลัก ภายหลังที่ได้รับสัญญาณ TURN "ON" จากบิตควบคุม

คำสั่ง BCD (FUN24) เป็นคำสั่งในการแปลงเลขฐาน จากเลขฐาน 2 จำนวน 16 บิต หรือเลขฐาน 16 ขนาด 4 หลักเช่นเดียวกัน ภายหลังที่ได้รับสัญญาณ TURN "ON" จากบิตควบคุมในการแปลงเลขฐานนี้ เพื่อวัตถุประสงค์จัดเตรียมข้อมูลให้เป็นเลขฐานเดียวกัน ก่อนจะนำไปประมวลผลในขั้นตอนอื่นอีกต่อไป

คำสั่ง ในการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ รูปแบบเลขฐานสิบซึ่งจะต้องเป็นเลขฐานนี้เท่านั้น ถ้าข้อมูลต้นทางไม่ใช่ข้อมูลเลขฐานสิบแล้วจะต้องแปลงให้เป็นเลขฐานสิบเสียก่อน แล้วจึงค่อยนำมาประมวลผลต่อไป คำสั่งบวก, ลบ, คูณ และหาร ในทางคณิตศาสตร์จะมีข้อมูลต้นทาง ข้อมูลที่จะมากระทำ คือ A2, SU, MU และ DV ของคำสั่ง ADD (FUN30), SUB (FUN31) และ DIV (FUN33) ตามลำดับ ผลจากการคำนวณด้วยคำสั่งจะเก็บไว้ที่หน่วยความจำข้อมูล การคำนวณจะเกิดขึ้นเมื่อบิตควบคุมมีการ TURN "ON"

คำสั่ง 7-Segment Decoder - SDEC (FUN78) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการแปลงข้อมูลหรือถอดรหัสจากต้นทางขนาด 4 หลักเป็นข้อมูลเลขฐานสิบหกจะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลแบบเจ็ดส่วน ที่มีการจัดเรียงเป็นบิตได้ถึง 8 บิตตั้งแต่บิตที่ 00 ถึง 06 ให้มีการจัดเรียงเป็นส่วน a ถึง g ตามลำดับโดยบิต 07 มีข้อมูลเป็น "0" ดังนั้นถ้าข้อมูลต้นทางมีอยู่ 4 หลัก ต้องการแปลงด้วยคำสั่งนี้ ข้อมูลปลายทางจะต้องใช้หน่วยความจำเก็บถึง 2 เวิร์ด เพราะ 1 เวิร์ดเก็บได้เพียง 2 หลักของข้อมูลต้นทางเท่านั้น การปฏิบัติคำสั่งจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีการ TURN "ON" บิตควบคุม คำสั่งในการประมูลผลทางลอจิกแบบเวิร์ดหรือการกระทำทีละ 16 บิต ในรูปแบบของการ AND Word, OR Word, EXCLUSIVE OR Word และ EXCLUSIVE NOR Word ระหว่างข้อมูล 11 กับข้อมูล 12 และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเก็บยังผลลัพธ์ R การประมวลผลจะเกิดขึ้นเมื่อบิตควบคุมมีการ TURN "ON"

คำสั่ง 4 to 16 Decoder - MLPX (FUN76) เป็นคำสั่งที่ใช้ใการถอดรหัสจากต้นทางขนาด 4 หลักมีข้อมูลเป็นเลขฐานสิบหกให้กระจายเป็นข้อมูลที่มีการ TURN "ON" เพียงบิตเดียวซึ่งสมมาตรกับของข้อมูลปลายทาง หรือ กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าข้อมูลต้นทางเป็นเลขฐานสิบหกหนึ่งหลักจะถูกกระจายเป็นข้อมูลปลายทาง 1 เวิร์ด ที่มีข้อมูลเทียบเท่าหรือสมมาตรกันนั่นเอง

คำสั่ง TEN KEY INPUT-TKY(FUN79) เป็นคำสั่งในการเข้ารหัสข้อมูลแบบ บิต ของเวิร์ดอินพุต (IW) จำนวน 10 หรือ 16 บิต กรณีที่เป็นเลขฐานสิบหกแต่ละบิตจะเลื่อนข้อมูลที่เข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่แล้ว เข้าไปยังหน่วยความจำที่จัดเตรียมเอาไว้ใน Word D จะเก็บได้เพียง 4 หลัก ดังนั้นถ้ามีการเลื่อนข้อมูลใหม่เข้าไปจะเป็นการ เลื่อนซ้ายแทนที่ข้อมูลเก่าอยู่เรื่อยๆ และจะเหลือเพียง 4 หลักสุดท้ายที่เข้ามาหลังสุดในหน่วยความจำของ Word D การทำงานของคำสั่งนี้จะทำได้ก็ต่อเมื่อบิตควบคุมมีการ TURN ON

2.5 หลักการทำงานของ PLC

2.5.1 การสแกน

การทำงานของ PLC ประกอบด้วยการรับข้อมูลจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปที่หน่วยเอาต์พุตลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การสแกน ช่วงเวลาที่ PLC ใช้ในการสแกน 1 รอบ เรียกว่า ช่วงเวลาสแกนซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิต PLC มักกำหนดช่วงเวลาสแกนตามเวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาทีต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมผู้ใช้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต และอุปกรณ์ภายนอกที่ทำงานร่วมกับ PLC เช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต จอภาพและเครื่องพิมพ์จะใช้ช่วงเวลาสแกนนานขึ้น

การสแกนของ PLC ประกอบด้วย การรับค่าสภาวะของอุปกรณ์จากอินพุต/เอาต์พุตภายนอกมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ นำโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นมาปฏิบัติทีละคำสั่ง โดยเริ่มจากคำสั่งแรกจนสิ้นสุดโปรแกรมในหน่วยความจำ ถ้าโปรแกรมทำให้สภาวะของเอาต์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลงผลดังกล่าวจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำก่อน เมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้เรียบร้อยแล้วจึงนำผลการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายที่ส่งออกไปที่หน่วยเอาต์พุต แล้ว PLC จึงเริ่มการสแกนใหม่

การสแกนตามปกติของ PLC อาจไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอินพุตที่มีความเร็วสูงได้ ในกรณีนี้ PLC บางรุ่นจะมีความสามารถพิเศษที่อนุญาตให้หน่วยอินพุตบางจุดส่งสัญญาณสอดแทรกการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะเกิดขึ้น หรืออนุญาตให้หน่วยอินพุตบางจุดรับค่าสภาวะข้อมูลจากอุปกรณ์จริงทุกครั้งที่ต้องการใช้อ้างอิงในการควบคุม และส่งสัญญาณควบคุมออกไปที่หน่วยเอาต์พุตทันทีที่ผลการเปลี่ยนแปลงจากโปรแกรมเกิดขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกและการควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตว่ามีมากน้อยเพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะแท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาทีได้ ถ้าใช้ PLC ดังกล่าว การควบคุมจะผิดพลาดหมด

2.5.2 การติดต่อกับระบบย่อย

การติดต่อกับระบบย่อย หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต และอุปกรณ์ร่วมภายนอก เมื่อ PLC สแกนครบ 1 รอบ ก่อนเริ่มต้นการสแกนใหม่หน่วยประมวลผลจะติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ร่วมภายนอกและหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต

ระยะทางระหว่าง PLC และระบบอุปกรณ์ย่อยอยู่ในช่วง 1000 ถึง 15000 ฟุต โดยใช้สายส่งแบบคู่ สายโคแอคเชียล หรือเส้นใยแสง ขึ้นอยู่กับระยะทางและอัตราการส่งการรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC และระบบอุปกรณ์ย่อยเป็นแบบอนุกรมส่งครั้งละ 1 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตตรวจสอบ และบิตสิ้นสุด PLC มีอัตราการรับส่งข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตใน 1 วินาทีขึ้นไป

2.5.3 การตรวจสอบข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากการติดต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์ย่อยจะได้รับการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าการรับส่งข้อมูลถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลของ PLC มี 2 วิธีคือ

1. การตรวจพาริตี้ (Parity Check) เป็นวิธีการตรวจสอบที่ง่ายและสะดวกที่สุด การส่งจะนับจำนวนบิต “1” ของข้อมูลว่าเป็นจำนวนคู่หรือคี่ แล้วเพิ่มบิตพิเศษที่เรียกว่า บิตพาริตี้ส่งไปพร้อมกับพร้อมมูลเพื่อแจ้งจำนวนคู่หรือคี่ของบิต “1” การรับจะตรวจสอบข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เช่น การส่งข้อมูลตัวอักษร “C” ด้วยรหัส ASCII ขนาด 7 บิต ซึ่งมีค่า P100 0011 แบบพาริตี้คี่จะพบว่าข้อมูลทั้งหมดมีจำนวนบิต “1” จำนวน 3 บิต เป็นจำนวนคี่ บิตพาริตี้คือ “0” การส่งจะมีข้อมูลทั้งหมดคือ 0100 0011 การตรวจสอบข้อมูลแบบพาริตี้ สามารถตรวจข้อมูลที่มีการส่งผิดได้เพียงบิตเดียว ถ้าข้อมูลผิดเกิน 1 บิต จะตรวจสอบไม่ได้ การตรวจสอบข้อมูลวิธีนี้บางครั้งเรียกว่า VRC (Vertical Redundancy Check)

2. การตรวจสอบผลรวม (Checksum) การส่งข้อมูลจะหาผลรวมทางคณิตศาสตร์หรือตรรกของข้อมูลทั้งหมดแล้วส่งผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งเรียกว่า BCC (Block Charater Check) รวมไปกับข้อมูล การตรวจสอบวิธีนี้จำทำให้การรับส่งข้อมูลเร็วกว่าวิธีแรก เพราะส่งข้อมูลจำนวนน้อยกว่า การส่งข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบผลรวม

การตรวจสอบผลรวมมี 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 แบบ CRC (Cycle Redundancy Check) วิธีที่ 2 แบบLRC (Longitudinal Redundancy Check) วิธี CRC ผลรวมของข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน BCC โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีตัวทด วิธี LRC จะหาผลการปฏิบัติลอจิก XOR ของข้อมูลทั้งหมดเก็บไว้ใน BCC นอกจาก 2 วิธีดังกล่าวแล้ว PLC บางรุ่นยังอาจใช้วิธีอื่นที่คล้ายคลึงกัน

การตรวจสอบข้อมูลแบบพาริตี้ ไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลจำนวนมาก เนื่องจากมีข้อมูลที่เป็นบิตพาริตี้จำนวนมาก เช่น การส่งข้อมูลรหัส ASCII ทุก 8 บิต จะมีบิตพาริตี้จำนวน 1 บิตหรือประมาณ 12.5 เปอร์เซ็นต์เกิดขึ้น

2.5.4 การตรวจสอบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

สำหรับหน่วยประมวลผลกลางของ PLC จะตรวจสอบสภาพการทำงานของตนเองและอุปกรณ์ร่วมภายนอกทุกช่วงสแกน ซึ่งประกอบด้วยการตรวจสอบหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยจ่ายพลังงาน หน่วยอินพุต/เอาต์พุต และอุปกรณ์ร่วมอื่นๆ ถ้าส่วนใดผิดปกติหน่วยประมวลผลกลางจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบแผงควบคุมหรือจอภาพ สำหรับการทำงานของหน่วยประมวลผล ถ้าการทำงานปกติทุกรอบการสแกน หน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรหน่วงเวลา การตรวจสอบวงจรหน่วงเวลาจะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล

2.6 ข้อดีของ PLC

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ PLC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยๆ เรียกว่า โมดูล (module) ทำงานร่วมกัน แต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง แต่สามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือขยายขอบเขตการใช้งานของ PLC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น เปลี่ยนแปลงขนาดและชนิดของอินพุต เอาต์พุต และหน่วยความจำ

1. PLC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายนอกในหน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ซึ่งใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย มีความคล่องตัวในการควบคุมสูงเพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม

ปัจจุบัน PLC มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากจะควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานตามที่ต้องการแล้ว PLC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมอื่นๆ เช่น สามารถติดต่อโต้ตอบ แสดงภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย PLC ทั่วไปถูกออกแบบให้ติดตั้งง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC ทดแทนระบบรีเลย์จะสามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย รูปที่ 1.9 แสดงแผงควบคุมที่ใช้ PLC

การติดตั้งระบบควบคุมขนาดใหญ่ หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต ซึ่งติดตั้งในบริเวณกระบวนการผลิตต้องการสายเพียงคู่เดียวเชื่อมต่อระหว่าง CPU และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งเวลา แรงงาน และการเดินสาย

3. PLC บำรุงรักษาง่าย PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบการทำงานของตนเอง ค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับเปลี่ยนโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะเปิด/ปิดของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมทำได้ง่าย

ตารางที่ 2.3 ลักษณะและข้อดีของ PLC

ลักษณะของ PLC	ข้อดีของ PLC
1. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1. ความน่าเชื่อถือสูง
2. ควบคุมด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำขนาดเล็ก	1. แก้ไขง่าย มีความคล่องตัว 2. ต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
3.ไมโครโปรเซสเซอร์	1.ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย 2.ประสิทธิภาพการทำงานสูง 3.การผลิตที่ได้มาตราฐานสูง 4.สามารถทำงานควบคุมที่ซับซ้อน
4. ระบบประกอบด้วยโมดูล	1.ติดตั้งง่าย 2.คล่องตัวในการทำงาน 3.ขยายระบบได้ง่าย 4.บำรุงรักษาง่าย
5. อินพุต/เอาต์พุตหลายชนิด	1.ขอบเขตการควบคุมกว้าง 2.ป้องการผูกขาดจากผู้ผลิต
6. อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต	1. ลดการเดินสาย
7.ระบบตรวจสอบตัวเอง	1. ลดการบำรุงรักษา 2.ซ่อมแซมรักษาง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

1. หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
2. หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
3. หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 64 กิโลไบต์
4. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
5. อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
6. หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
7. มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ
8. มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โมด
9 มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน(Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
10. รับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
11. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน
12. นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

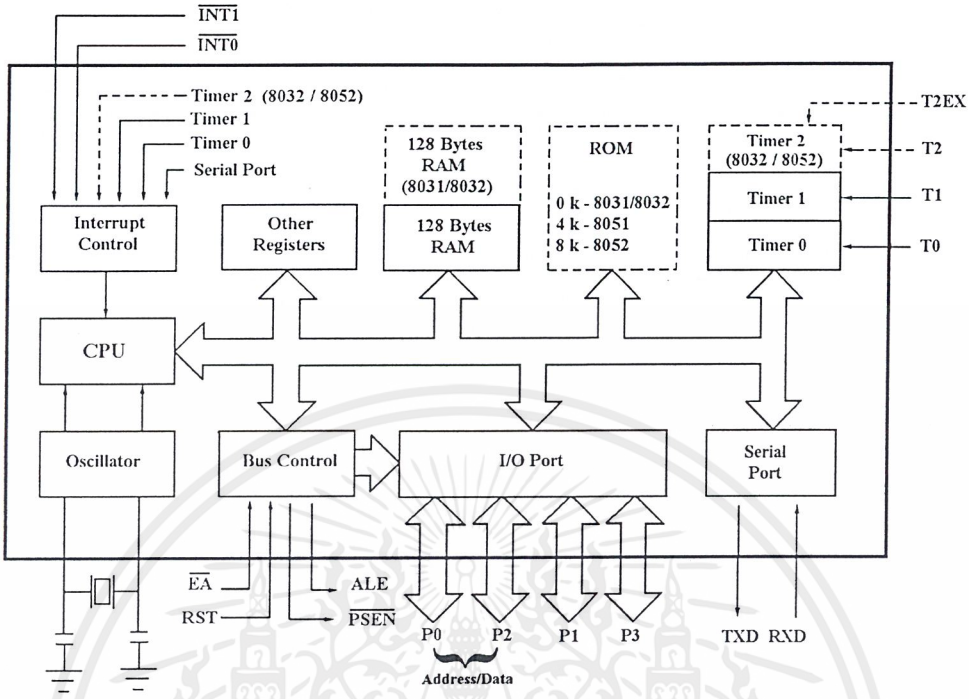
2.7.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND , OR และ NOT เป็นต้น ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังรูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. CPU (Central Processing Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจาก CPU นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

ใน CPU ยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า *การเขียนข้อมูล* และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า *การอ่านข้อมูล* ในไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 kBytes) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น

2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

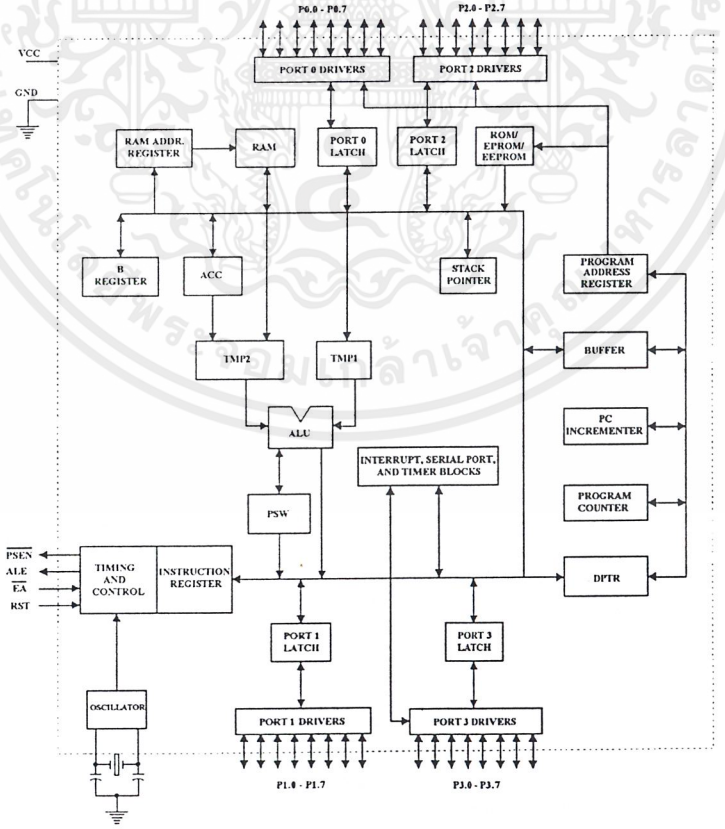
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้า หรือนำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้แก่ 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน, วงจรนับจับเวลา 0, วงจรนับจับเวลา 1, พอร์ตแบบอนุกรม

1. 4 อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0 , P1 ,P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้

2. วงจรนับจับเวลา 0, วงจรนับจับเวลา 1 เป็นวงจรนับที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอกไมโครคอนโทรลเลอร์หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยตัวประมวลผลกลาง

3. พอร์ตอนุกรม ตัวประมวลผลกลาง จะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ตัวประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป



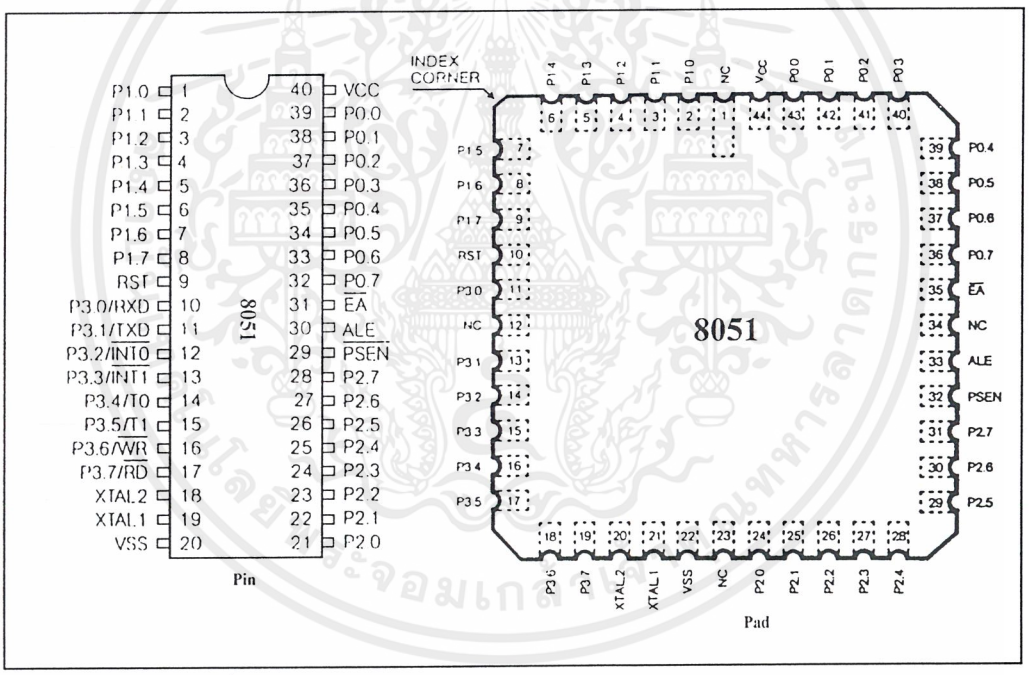
รูปที่ 2.11 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น เราสามารถแยกส่วนต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้อีกดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.7.3 การจัดขาลักษณะภายนอกของ MCS-51

ในรูปที่ 2.12 แสดงลักษณะภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบ Pin มี 40 ขา และแบบ Pad มี 44 ขา ซึ่งทั้งสองแบบมีการทำงานที่เหมือนกัน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ในที่นี้จะขออธิบายเฉพาะลักษณะแบบ Pin เท่านั้น โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Pin จะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบตีนตะขาบหรือแบบ Dual Inline Package (DIP) โดยแต่ละขามีหน้าที่การทำงานดังนี้



รูปที่ 2.12 ลักษณะขาภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Pin และ แบบ Pad

VCC : (ขา 40) ต่อไฟเลี้ยง +5 โวลต์

VSS : (ขา 20) ต่อลงกราวด์

Port 0 : (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P0.0 - P0.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป ใช้เป็นตัวส่งแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอก

Port 1 : (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P1.0 - P1.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Port 3 : (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ P3.0 - P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไป และใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

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

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

P3.2/$\overline{\text{INT0}}$ (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3/$\overline{\text{INT1}}$ (External Interrupt) : ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่ 0

P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) : ใช้เป็นอินพุตให้วงจรนับ/จับเวลา ชุดที่ 1

P3.6/$\overline{\text{WR}}$ (External Data Memory Write Strobe) : ขาควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำภายนอก

P3.7/$\overline{\text{RD}}$ (External Data Memory Read Strobe) : ขาควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

RST : (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ ในการรีเซตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล

ALE : (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอกเพื่อควบคุมการแลตช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0

$\overline{\text{PSEN}}$: (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นขาส่งสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และถ้าเป็นการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายในขานี้จะไม่ Active

$\overline{\text{EA}}$: (ขา 31) External Access เป็นขาที่ใช้สำหรับเลือกว่าให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกชิป เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

XTAL1 : (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

XTAL2 : (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาต์พุตออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

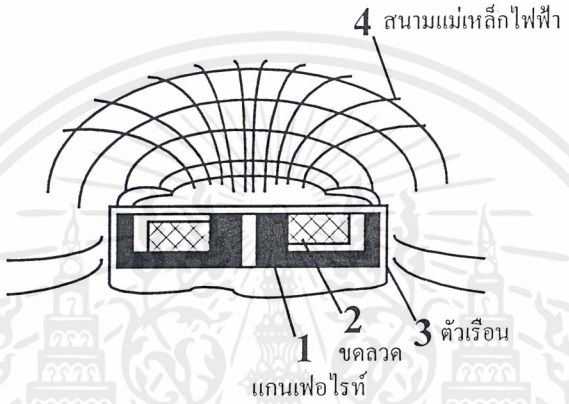
2.8 พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุโดยที่เมื่อมีวัตถุเคลื่อนเข้ามาในบริเวณตรวจจับของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์มันก็จะกำเนิดสัญญาณเอาต์พุตออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 พร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดัคทีฟ

พร็อกซิมิตี้สวิตช์แบบอินดัคทีฟ มีหลักการทำงานโดยอาศัยข้อดีของผลทางด้านฟิสิกส์ของการเปลี่ยนแปลงค่า Q ของวงจรรีโซแนนซ์ ส่วนประกอบสำคัญของอินดัคทีฟพร็อกซิมิตี้สวิตช์ได้แก่ วงจรออสซิลเลเตอร์, วงจรควบคุมไฟเลี้ยง, วงจรชมิตทริกเกอร์ และวงจรส่วนเอาต์พุต วงจรออสซิลเลเตอร์ประกอบด้วยวงจรแอลซีซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2.13 ภาพตัดขวางส่วนหัวของพร็อกซิมิตี้สวิตช์ และลักษณะการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ลักษณะการกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น จะถูกจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณด้านหน้าของพร็อกซิมิตี้สวิตช์เท่านั้น ซึ่งจะเรียกส่วนนี้ว่าบริเวณส่วนตรวจจับ เมื่อมีโลหะเข้ามาในบริเวณส่วนตรวจจับพลังงานส่วนหนึ่งจะถูกถ่ายเทออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์โดยวิธี Eddy Current ซึ่งมีผลทำให้เกิดการหน่วงการออสซิลเลทลงไปมาก หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลตเลยก็ได้ และเมื่อวัตถุตัวนำนั้นออกจากบริเวณส่วนตรวจจับ ออสซิลเลเตอร์ก็จะเริ่มออสซิลเลตอีกครั้ง โดยมีแอมปลิจูดเต็มเหมือนเดิม สภาวะดังกรณีที่กล่าวมาคือ ออสซิลเลตเอร์มีการออสซิลเลต (เมื่อไม่มีวัตถุอยู่ในบริเวณส่วนตรวจจับ) และออสซิลเลเตอร์ไม่มีการออสซิลเลต (เมื่อไม่มีวัตถุตัวนำอยู่ในบริเวณส่วนตรวจจับ) จะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน และส่งผลไปเอาต์พุตให้เปิดหรือปิด โดยขึ้นอยู่กับชนิดของพร็อกซิมิตี้สวิตช์นั้นว่าเป็นแบบปกติเปิด (NO) หรือแบบปกติปิด (NC)

เมื่อเคลื่อนวัตถุตัวนำไฟฟ้าไปใกล้ด้านของส่วนตรวจจับ จนถึงจุดที่สัญญาณเอาต์พุตของพร็อกซิมิตี้สวิตช์ที่มีการเปลี่ยนแปลง ณ จุดนั้น ระยะทางระหว่างด้านหน้าส่วนตรวจจับกับวัตถุตัวนำถูกเรียกว่า ระยะตรวจจับ ระยะตรวจจับมาตรฐานของอินดัคทีฟพร็อกซิมิตี้สวิตช์นั้น หาได้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้แผ่นเหล็กอ่อนเป็นวัตถุตัวนำ ดังนั้นถ้าวัตถุที่ต้องการจะตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่น เช่น ทองแดง, อลูมิเนียม ฯลฯ ระยะการตรวจจับจะไม่ตรงตามมาตรฐานที่ระบุไว้ในเอกสารอ้างอิง คือ ระยะตรวจจับจะสั้นลง จะต้องมีการชดเชยด้วยการคูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐานกับค่าตัวประกอบแก้ไขซึ่งมีอยู่ในตารางคุณสมบัติจะได้ค่าเป็นระยะตามวัตถุชนิดนั้นๆ

รายละเอียดทางเทคนิค

1. ระยะการตรวจจับ คือ ระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนเข้าไปใกล้ด้านหน้าของส่วนตรวจจับแล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง

2. ระยะการตรวจจับแบบ Nominal (Nominal Sensing Range Sn) คือ ค่าระยะตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัวหรือผลกระทบจากภายนอก เช่นอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

3. ระยะการตรวจจับจริง (Real Sensing Rang Sr) คือ ระยะการตรวจจับซึ่งวัดได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามค่าที่กำหนด อุณหภูมิตามที่กำหนด ระยะการตรวจจับจริงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 110 เปอร์เซ็นต์ของระยะการตรวจจับแบบ Nominal

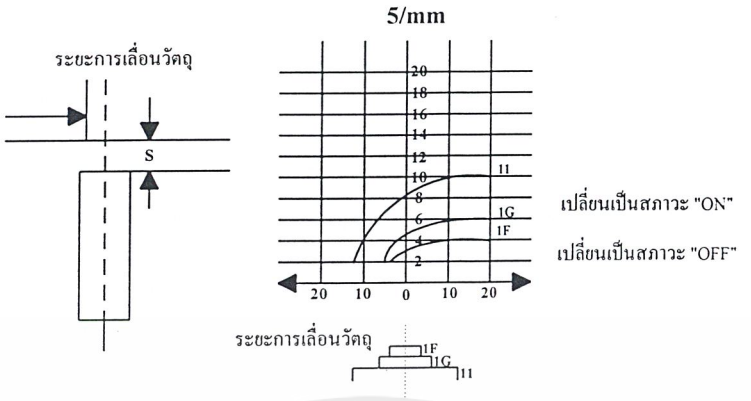
4. ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing Range S) คือ ระยะการตรวจจับซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่1ตามมาตรฐาน EN50010โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ และอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 110 เปอร์เซ็นต์ของระยะการตรวจจับจริง

5. ระยะการตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Range Sa) คือ ระยะการตรวจจับใดๆ ที่พร๊อกซิมิตี้สวิตช์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

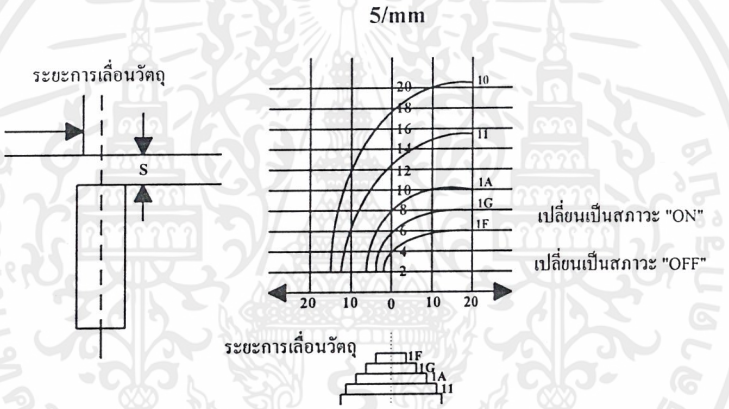
6. การวัดหาระยะการตรวจจับ (Measuring The Sensing Range) ระยะการตรวจจับวัดระยะโดยใช้มาตรฐาน EURO DIN EN 50010

ในรูปที่ 2.14 และ 2.15 เป็นเส้นกราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะในการตรวจจับตัวนำไฟฟ้าสำหรับพร๊อกซิมิตี้สวิตช์ที่ติดตั้งแบบ Flush-Mounted และ Non- Flush-Mounted ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะตรวจจับ (S) กับระยะการเลื่อนวัตถุตรวจจับเข้าไปยังบริเวณตรวจจับวัตถุตรวจจับเป็นแผ่นโลหะเหล็กอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบ Flush Mounted



รูปที่ 2.15 กราฟแสดงการเปลี่ยนสภาวะของพร๊อกซิมิตี้ที่ติดตั้งแบบ Non - Flush Mounted

2.9 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ถือว่าเป็นอุปกรณ์เอาท์พุตอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ลักษณะการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นสเต็ปซึ่งอาจเป็นสเต็ปละ 1.8, 5 และ 7.5 องศา ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ ส่วนใหญ่สเต็ปเปอร์จะใช้ในงานควบคุมระบบดิจิตอล เช่น เครื่องพิมพ์, เครื่องพล็อตเตอร์, เครื่องขับแผ่นดิสก์ ตลอดจนอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม หรือเครื่องมือวัดและระบบควบคุมอื่นๆ

สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1.โรเตอร์ เป็นส่วนที่หมุนได้ จะเป็นแม่เหล็ก ถาวรและอื่นๆ

2.สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ จะเป็นขดลวดหลายๆ ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

เราสามารถแบ่งสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตามพื้นฐานได้ 3 ชนิด คือ

1. ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable reluctance : VR) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อเสีย คือ เมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง จำทำให้ความถูกต้องของตำแหน่งและการทำงานได้ไม่ดี เราสามารถทดสอบเพื่อให้เราทราบว่าเป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้ได้ง่ายมากโดย ใช้มือหมุนที่เพลาของมอเตอร์ ซึ่งจะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กจะทำให้หมุนได้โดยไม่ติดขัดแตกต่างจากชนิดอื่นคือ เมื่อทำการอนุกรมจะรู้สึกขัดๆเหมือนเป็นฟันเฟือง

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้มีโรเตอร์เป็นขั้วทำจากเหล็กแผ่นบางอัดซ้อนกัน (Laminated) มุมเฟสแต่ละสเต็ป ทำได้ 1.5 องศา, 7.5 องศา, 1.8 องศา และ 0.45 องศา เมื่อเปรียบเทียบกับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 ชนิดอื่นแล้ว สเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบนี้ มีแรงบิดที่ต่ำและการหน่วงภายในต่ำ และในสภาวะที่ไม่มีการกระตุ้นสนามแม่เหล็ก จะไม่มีแรงบิดยึดเหนี่ยว

2. ชนิดไฮบริด (Hybrid) เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุดในเครื่องคอมพิวเตอร์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้ มีโครงสร้างภายใน คือ สเตเตอร์เป็นชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ ส่วนโรเตอร์เป็นชนิดเพอร์มาเนนต์แม็กเนตนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีแรงยึดหน่วงสูงมีแรงบิดดึงและผลักดี และยังคงทำงานได้ดีแม้ว่าจะมีจำนวนสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง มอเตอร์ชนิดนี้ได้รวมเอามอเตอร์ทั้ง 2 ชนิด เข้าด้วยกันที่โรเตอร์มีลักษณะเป็นขั้วทำจากเหล็กอ่อน อย่างไรก็ตามได้เพิ่มเติม การกระตุ้นสนามแม่เหล็กด้วยวงแหวนโรเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร ตัวสเตเตอร์ทำจากเหล็กอ่อนเป็นแผ่นบางอันซ้อนกัน มุมแต่ละสเต็ปสามารถทำให้มีขนาดเล็กมากได้ เช่น 1.8 องศา , 0.75 องศา และ 0.36 องศา คุณสมบัติทางเทคนิคของมอเตอร์ทั้งสองชนิด ได้รวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของมอเตอร์ชนิดนี้

3. ชนิดเพอร์มาเนนต์แม็กเนต (Permanent magnet : PM) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดนี้ มีข้อดีคือ มีความถูกต้องข้อตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น มอเตอร์เหล่านี้ ง่ายต่อการออกแบบราคาถูกมาก โดยเฉพาะอย่างมีความเหมาะสมกับงานควบคุมด้วยระยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างมาก ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ด้วยเหตุผลอันนี้ในเชิงการค้า จึงนำเอา PM สเต็ปเปอร์มอเตอร์มาใช้งานอย่างกว้างขวาง การพัฒนาของมอเตอร์ชนิดนี้ปรากฏว่าให้การทำงานที่ดีขึ้นกำลังของมอเตอร์ต่อปริมาตร มีค่าคงที่ในขณะทำงาน (ที่โรเตอร์จะทำเป็นแม่เหล็กถาวรมีลักษณะเป็นวงกลม) มอเตอร์มีมุมสเต็ปที่สูง มีแรงบิดยึดและแรงบิดขณะหมุนสูง และมีการหน่วงที่ดี มุมสเต็ปที่ใช้งาน คือ 15 องศา และ 7.5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การพันขดลวดบนสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การพันขดลวดบนสเต็ปเปอร์มอเตอร์มีอยู่ 2 วิธี คือ

1. แบบไบโพลาร์ (Bipolar) สเต็ปเปอร์แบบไบโพลาร์จะมีการพันขดลวด 1 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนสเตเตอร์ จะถูกกำหนดโดยทิศทางของกระแสไฟฟ้าและทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้โดยการกลับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งการกำหนดทิศทางการไหลและการกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้าทำได้โดยการใช้วงจรสวิตชิ่งกลับขั้วไฟฟ้า

2. แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) จะมีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเปลี่ยนไปมาได้โดยการใช้สวิตชิ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งเท่านั้น โดยปกติขดลวดทั้งสองจะมีจุดร่วมเพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์

การพันลวดแบบยูนิโพลาร์จะมีข้อเสียที่การพันแบบนี้จะทำให้เกิดแรงบิดน้อยกว่าแบบไบโพลาร์ เพราะในระยะเวลาหนึ่งจะมีเพียงครึ่งหนึ่งของขดลวดเท่านั้นที่ถูกกระตุ้นให้ทำงาน

ส่วนการพิจารณาว่า สเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวใดมีการพันขดลวดแบบใด จะสังเกตได้โดยถ้าเป็นแบบไบโพลาร์จะมีสายไฟต่อออกมาจากมอเตอร์เพียง 4 สาย และถ้าเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 หรือ 6 สาย หรืออาจอ่านได้จากป้ายที่ติดอยู่กับมอเตอร์

2.9.3 การกระตุ้นและการควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์เคลื่อนไปทีละสเต็ป ทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ซึ่งจะต้องป้อนเป็นแบบซีเควนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง การป้อนพัลซ์กระตุ้นสเต็ปเปอร์มอเตอร์สามารถทำได้ 3 รูปแบบ คือ

1. แบบเวฟ (Wave) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทีละขดเรียงลำดับกันได้ ลักษณะการขับแบบนี้จะทำให้แรงบิดน้อย

2. แบบ 2 เฟส (Two phase) มีลักษณะคล้ายกับแบบเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน เรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟขึ้นอยู่กับทิศทางของการหมุน การเพิ่มจำนวนขดของขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้เพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มที่ด้วยแรงดึงอย่างเต้มที่ด้วยแรงดึงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ข้อเสียของการกระตุ้นแบบนี้ คือการกระตุ้นแบบนี้ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น

3. แบบครึ่งสเต็ป (Half Step) เป็นแบบที่ได้จากการผสมระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟและแบบ 2 เฟส ดังรูป เพื่อเพิ่มจำนวนสเต็ปต่อรอบอีกหนึ่งเท่าตัว แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นแบบนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีก เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง และแต่ละสเต็ปเกิดจากแรงดึงของขดลวด 2 ขด ที่ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งจึงมีเพิ่มมากขึ้น ที่สำคัญการกระตุ้นแบบนี้จะต้องทำการหมุน 2 สเต็ปจึงเท่ากับ 1 สเต็ปของ 2 แบบแรกส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้าต้องใช้เหมือนกับแบบ 2 เฟส

2.9.4 การหาเฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

1. ใช้มิเตอร์วัดสายหาคู่ที่ลัดวงจรกันนั้น คือ สายจุดร่วม

2. วัดสายจุดร่วมกับเส้นที่เหลือ คือ เฟสจะต้องมีค่าความต้านทานค่าหนึ่งซึ่งค่าความต้านทานที่วัดได้จะต้องเท่ากันทุกเฟส

3. เมื่อหาจุดร่วมได้จะนำจุดร่วมของแต่ละชุดของขดลวดมาต่อร่วมแล้วป้อนไฟ โดยห้ามเกินค่าที่แรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์จะทนได้ หากไม่รู้ข้อมูลของมอเตอร์ที่ใช้ อาจเริ่มป้อนค่าต่ำๆ แล้วค่อยเพิ่มขึ้น เพื่อป้อนกันมอเตอร์เสียหาย

4. จากนั้นก็นำเอากราวด์แตะสายแต่ละสายเพื่อหาเฟส หากแตะเรียงเฟสถูกต้องมอเตอร์ก็จะสามารถหมุนได้ หากแตะไม่เรียงเฟสมอเตอร์ก็จะหมุนกลับไปมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรก จะประกอบวงจรต่างๆ หลายวงจรด้วยกัน ซึ่งวงจรต่างๆ ก็ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน, วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน, วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์, วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์, และวงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ โดยวงจรในแต่ละส่วนจะสามารถนำมาต่อเชื่อมเพื่อทำงานร่วมกันได้ ในที่นี้จะแยกอธิบายถึงการออกแบบ และการสร้างวงจร พร้อมทั้งการทำงานเป็นภาคๆ ไป

3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

แหล่งจ่ายแรงดันเป็นส่วนที่จำเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในชุดทดลอง โดยจะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับเครื่อง PLC และส่วนของชุดทดลอง ในส่วนของตัว PLC ส่วนอินพุตจะทำงานที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ และเอาต์พุตจะทำงานที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ ในการออกแบบจึงต้องทำการออกแบบวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 2 ขนาด คือ ขนาด 5 โวลต์ และ 24 โวลต์ เพื่อสะดวกในการออกแบบจึงใช้ ไอซี LM317T ซึ่งเป็นไอซีเรกูเลเตอร์ที่สามารถปรับย่านแรงดันได้กว้างประมาณ 1.25 ถึง 30 โวลต์ และให้เสถียรภาพของแรงดันได้ดี

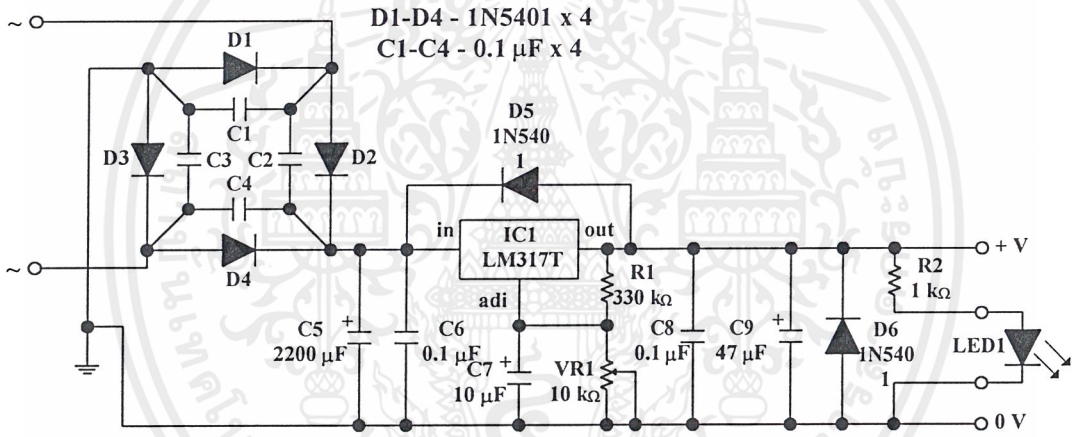
ในรูปที่ 3.1 เป็นวงจรพื้นฐานของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน โดยมีรายละเอียดของวงจรจะประกอบด้วย ไดโอด D1-D4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์เรกติไฟร์เออร์ เพื่อเปลี่ยนแรงดันจากหม้อแปลงให้เป็นแรงดันกระแสตรง และที่ไดโอดแต่ละตัวมีตัวเก็บประจุ C1-C4 คร่อมให้แก่ไดโอดแต่ละตัว เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนให้แก่วงจรบริดจ์ให้วงจรมีเสถียรภาพสูงขึ้น และจะมี C5 กรองแรงดันให้เรียบ C6 จะเป็นตัวดีคัปปลิ้งความถี่สูงก่อนจะส่งเป็นแรงดันอินพุตแก่ IC1 ไดโอด D5 ที่ต่อในลักษณะไบแอสกลับระหว่างอินพุตและเอาต์พุตก็เพื่อจะป้องกันตัวเรกูเลเตอร์ ในกรณีที่เรกูเลเตอร์โมดูลต่อกับวงจรใช้งานภายนอกที่มีตัวเก็บประจุใหญ่ๆ และเมื่อปิดเครื่องก็จะเกิดกระแสย้อนกลับไดโอด D5 นี้ก็จะเป็นสะพานข้ามไม่ให้กระแสย้อนกลับไหลเข้าไปยังขาเอาต์พุตของเรกูเลเตอร์ ส่วนไดโอด D6 ก็มีไว้เพื่อป้องกันแรงดันย้อนกลับ หรือแรงดันที่ต่างขั้วกันจากภายนอกมาทำอันตรายให้แก่ตัวเรกูเลเตอร์

หน้าที่หลักของ LM317T คือ พยายามรักษาระดับแรงดันระหว่างขาเอาต์พุตและขาปรับระดับแรงดันให้คงที่ที่ประมาณ 1.25 โวลต์นั่นก็หมายความว่า แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R1 ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คงที่เท่ากับ 1.25 โวลต์ด้วย และขณะเดียวกันก็จะมีกระแสไหลผ่าน R1 คงที่ และกระแสนี้ก็จะเท่ากับกระแสที่ไหลผ่าน VR1 ด้วย ฉะนั้นแรงดันเอาต์พุตที่เกิดขึ้นทั้งหมดจึงเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อม R1 บวกกับแรงดันที่ตกคร่อม VR1

ดังนั้นการเปลี่ยนค่า VR1 จึงเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางแรงดันเอาต์พุตด้วยนั่นเอง และในการใช้งานโดยทั่วไปแล้ว แรงดันอินพุตควรจะสูงกว่าแรงดันเอาต์พุตอยู่ประมาณไม่น้อยกว่า 2 โวลต์ จึงจะทำให้ไอซีจ่ายแรงดันออกมาคงที่ และค่า R1 ควรมีค่าไม่เกิน 390 โอห์ม และเมื่อมีเอาต์พุตออกมาแล้วก็จะมี C8 และ C9 เป็นตัวดีคัปปลิ้งทางเอาต์พุตให้เอาต์พุตมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้นอีก และจะต้องต่อตัวความต้านทาน R2 ค่า 1 กิโลโอห์มจำกัดกระแสให้แก่ LED1 เพื่อแสดงสภาวะการทำงานและเพื่อเป็นโหลดให้แก่วงจร

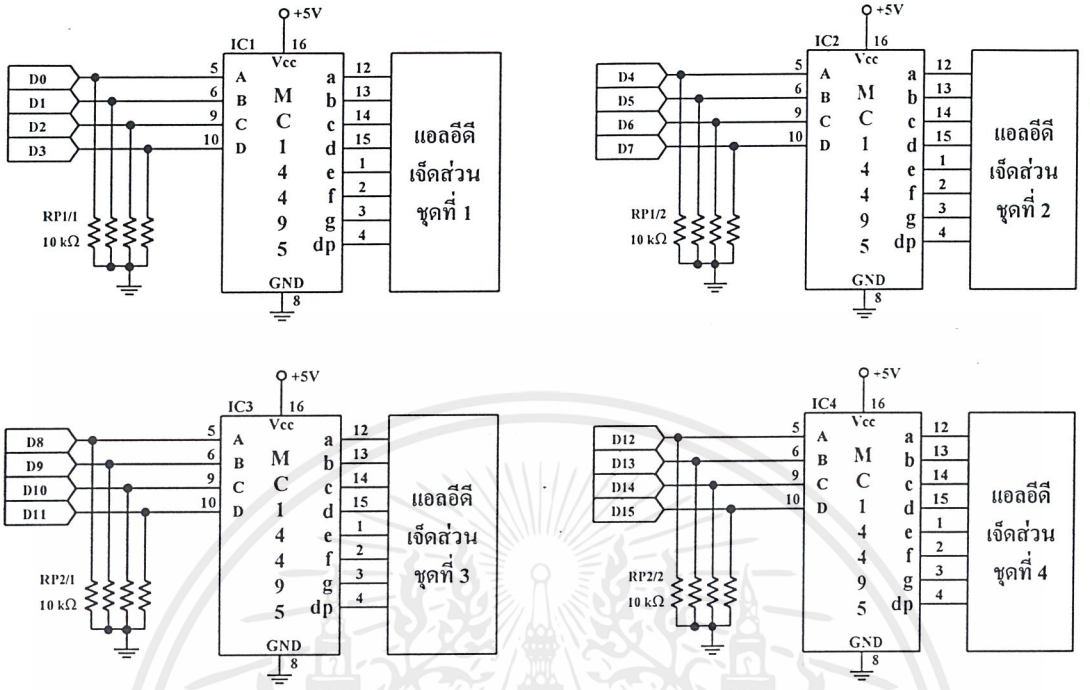


รูปที่ 3.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

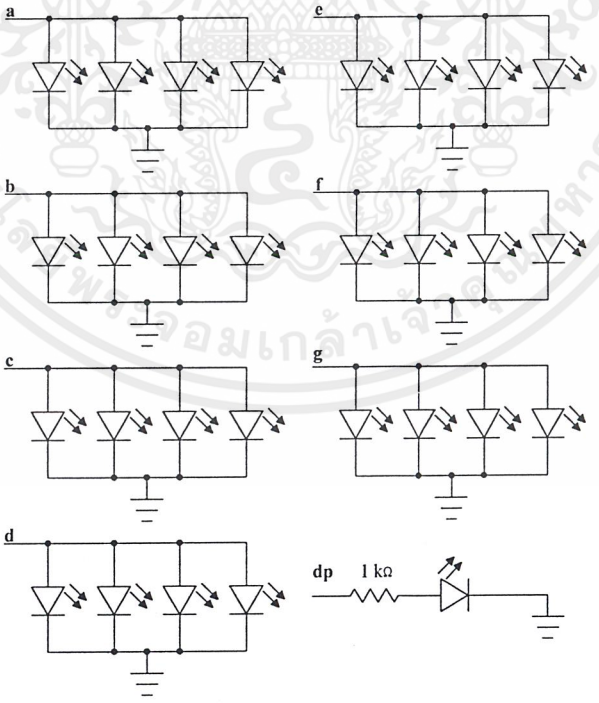
3.2 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วนใช้ในการแสดงผลของการทำงานของ PLC โดยได้ทำการออกแบบโดยใช้แอลอีดีมาต่อเป็นแอลอีดีเจ็ดส่วน ในแต่ละส่วนจะใช้แอลอีดี 4 ดวงต่อขนานกัน ในวงจรนี้ได้ทำการออกแบบไว้ 4 หลัก ในแต่ละหลักจะใช้แอลอีดีจำนวน 28 ดวง และรวมส่วนจุดอีก 1 ดวงเป็น 29 ดวง เพราะฉะนั้นในวงจรภาคนี้จึงใช้แอลอีดีทั้งสิ้น 116 ดวง ในแต่ละหลักจะใช้ไอซี MC14495 เป็นตัวควบคุมการทำงาน วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วนแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.2 ส่วนในรูปที่ 3.3 เป็นการต่อแอลอีดีส่วนต่างๆ รวมทั้งส่วนที่เป็นจุดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



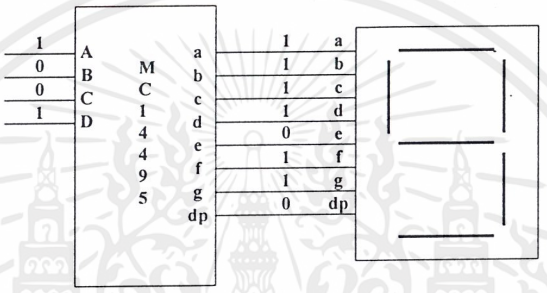
รูปที่ 3.2 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน



รูปที่ 3.3 การต่อแอลอีดีในแต่ละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ในส่วนของอินพุตนั้นจะต่อเข้ากับส่วนเอาต์พุตของ PLC และต่อตัวความต้านทานพูลดาวน์ไว้เพื่อให้มีสภาวะเป็น “0” เมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามา ไอซี MC14495 1 ตัว จะรับสัญญาณอินพุตแบบเลขฐานสองได้ 4 บิต ในที่นี้สามารถต่อเอาต์พุตของ PLC มาเป็นอินพุตได้ทั้งหมด 16 ช่อง เมื่อรับสัญญานอินพุตเข้ามาไอซี MC14495 จะทำการถอดรหัสฐานสองเป็นการแสดงผลแบบ 7 ส่วน และขับให้แอลอีดีติดสว่างตามรหัสที่ถอดได้ เช่น รับอินพุตเป็น 1001 เข้ามาไอซีก็จะทำการถอดรหัสได้เป็น 01101111 ทำให้แอลอีดีติดสว่าง 6 ส่วนแสดงเป็นเลข 9 ดังรูปที่ 3.4

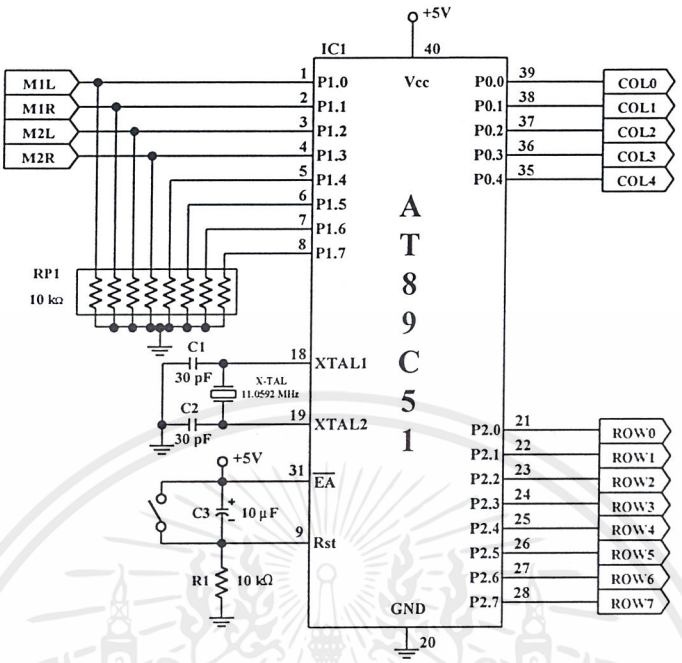


รูปที่ 3.4 วงจรของภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

3.3 วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์เป็นภาคแสดงผลการทำงานของ PLC อีกแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรแบบรหัสแอสกีได้ มีขนาด 5*8 จุด รับอินพุตได้ตั้งแต่เลขฐานสอง 00000000 จนถึง 01111111 สามารถแสดงผลรหัสแอสกีได้ 128 อักษร อักษร 32 ตัวแรกจะไม่แสดง เพราะเป็นสัญลักษณ์พิเศษ จะเริ่มแสดงตัวอักษรให้เห็นตั้งแต่เครื่องหมาย “!” หรือตรงกับอินพุตเลขฐานสอง 00100001 หรือ เลขฐานสิบหก 21 ไปเรื่อยๆ มีตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวพิมพ์เล็ก ตลอดจนเครื่องหมายต่างๆ จนถึงรหัสอินพุต 01111111 หรือ เลขฐานสิบหก 7F ในวงจรจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ วงจรควบคุมการทำงาน และส่วนของภาคแสดงผล ในส่วนของวงจรควบคุมได้ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยกำหนดให้ใช้พอร์ต 1 เป็นพอร์ตอินพุตเป็นตัวรับข้อมูลเข้ามาจากตัว PLC ขนาด 8 อินพุต ใช้พอร์ต 0 เป็นเอาต์พุตควบคุมการทำงานทางด้านหลัก และพอร์ต 2 เป็นเอาต์พุตควบคุมการทำงานทางด้านแถว ในวงจรใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกะเฮริตซ์ ส่วนของอินพุตได้ทำการต่อตัวความต้านทานพูลดาวน์ไว้เพื่อกำหนดให้มีสภาวะเป็น “0” เมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามา ในส่วนของวงจรควบคุมให้เห็นดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

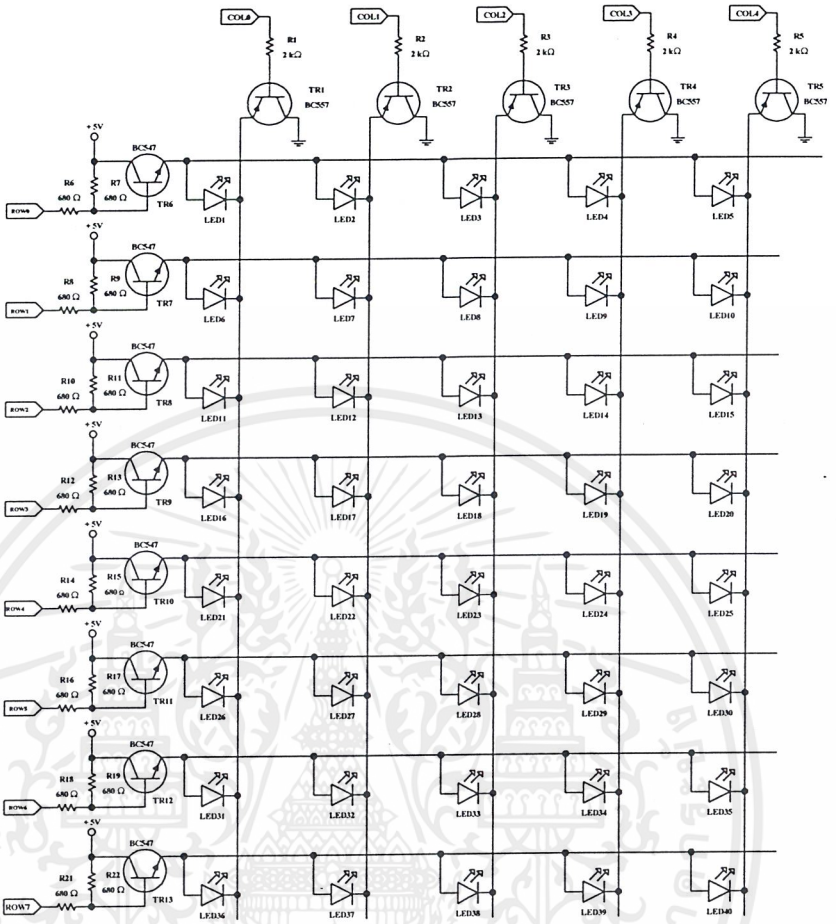


รูปที่ 3.5 วงจรส่วนควบคุมการแสดงผล

ในส่วนของวงจรภาคแสดงผลได้ออกแบบโดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำงานเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ทรานซิสเตอร์ 2 แบบ คือ แบบเอ็นพีเอ็น เบอร์ BC547 และแบบพีเอ็นพี เบอร์ BC557 วงจรที่ออกแบบแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.6 ในวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ BC547 ควบคุมการทำงานทางด้านแถว โดยต่อร่วมกับตัวความต้านทาน 680 โอห์ม และ 3.3 กิโลโอห์ม มีทั้งหมด 8 ชุด ส่วนการควบคุมการทำงานทางด้านหลักใช้ทรานซิสเตอร์ BC557 ต่อร่วมกับตัวความต้านทาน 2 กิโลโอห์ม มีทั้งหมด 5 ชุด ในวงจรใช้มีแอลอีดีจำนวน 40 ดวง ดังรูปที่ 3.6

การทำงานของวงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์ จะรับข้อมูลอินพุตแบบ 8 บิต เข้ามาที่พอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นโปรแกรมภายในจะทำการประมวลผล และส่งข้อมูลออกไปควบคุมพอร์ต 0 และพอร์ต 2 เพื่อไปควบคุมการติด หรือดับของแอลอีดีในแต่ละตำแหน่งให้เป็นไปตามอินพุตที่ป้อนเข้ามา ในส่วนของการทำให้แอลอีดีติดเป็นตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆ นั้นจะใช้วิธีการสแกนด้วยความเร็วที่ตาของมนุษย์มองเห็นว่าแอลอีดีทุกหลักติดพร้อมกัน พอร์ต 0 จะต่อเข้ากับขาเบสของ BC557 และพอร์ต 2 จะต่อเข้ากับขาเบสของ BC547 ในกรณีที่ต้องการให้แอลอีดีติด จะต้องป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขาเบสของ BC557 และป้อนลอจิก “0” เข้าที่ขาเบสของ BC547 ในวงจรที่ออกแบบข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต 2 เป็นข้อมูลที่สั่งให้แอลอีดีติด และข้อมูลที่ส่งให้พอร์ต 0 เป็นข้อมูลของหลักที่ต้องการให้แอลอีดีติด และจะส่งข้อมูลสลับกันระหว่างแถว และหลัก จะทำให้เราเห็นภาพติดตาว่าเป็นตัวอักษรหรือสัญลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

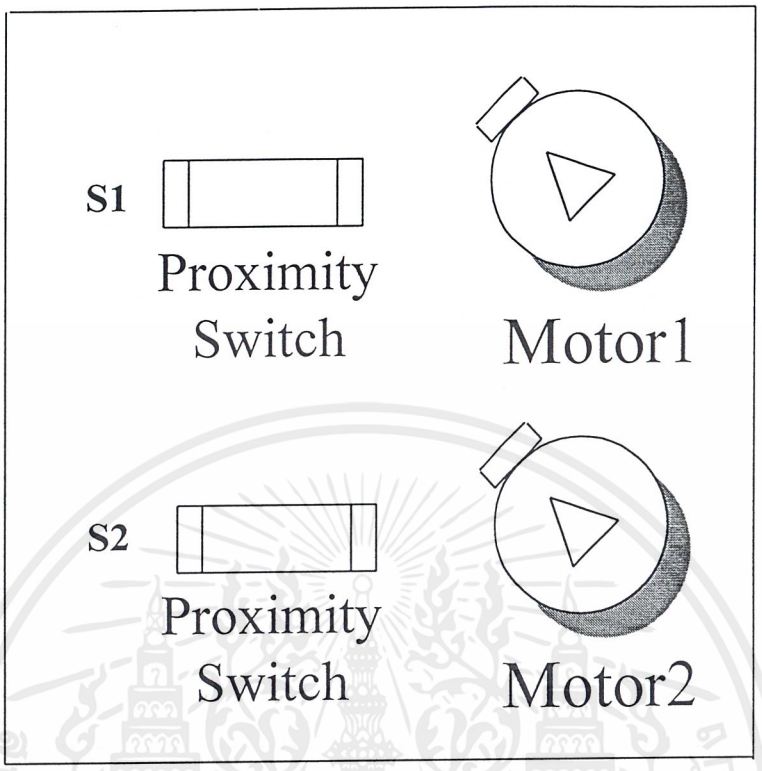


รูปที่ 3.6 วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์

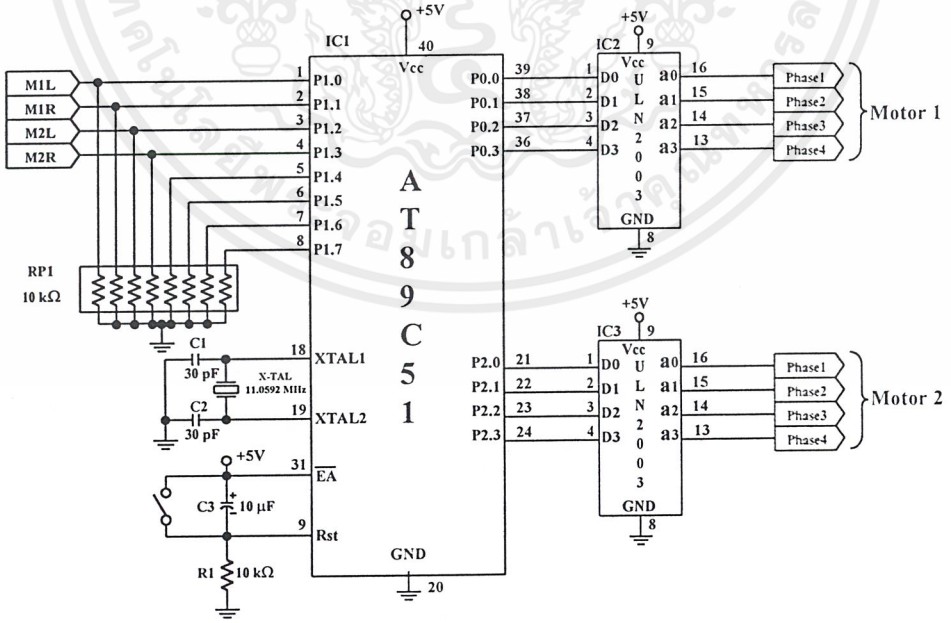
3.4 วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์

วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ เป็นส่วนแสดงผลการจำลองใช้ PLC ในการควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถแสดงผลจำลองการทำงานของมอเตอร์ได้ 2 ตัว ในวงจรภาคนี้ได้ใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นตัวแสดงผล โดยสามารถควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ทั้งสองตัวได้อย่างอิสระจากกัน สามารถควบคุมให้หมุนซ้าย และขวาได้ และควบคุมให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนพร้อมกันในทิศทางเดียวกัน หรือสวนทิศทางกันได้ อีกทั้งยังสามารถควบคุมการหมุนเป็นจำนวนรอบได้ด้วย โดยการใช้พร็อกซิมิตี้สวิตช์เป็นตัวตรวจจับนับจำนวนรอบของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ซึ่งพร็อกซิมิตี้เป็นตัวตรวจจับวัตถุที่เป็นเหล็ก หรืออลูมิเนียม ในวงจรจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ วงจรควบคุมการทำงาน และส่วนขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ โครงสร้างของชุดจำลองการทำงานของมอเตอร์ และวงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.7 และ รูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของชุดจำลองการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 3.8 วงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของวงจรควบคุมได้ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยกำหนดให้ใช้พอร์ต 1 เป็นพอร์ตอินพุตเป็นตัวรับข้อมูลเข้ามาจากตัว PLC ขนาด 4 อินพุตใช้กำหนดทิศทางการหมุน ใช้พอร์ต 0 เป็นเอาต์พุตควบคุมชุดขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวที่ 1 และพอร์ต 2 เป็นเอาต์พุตควบคุมชุดขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวที่ 2 ในวงจรใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 11.0592 เมกะเฮริตซ์ ส่วนของอินพุตได้ทำการต่อตัวความต้านทานพูลดาวน์ไว้เพื่อกำหนดให้มีสภาวะเป็น "0" เมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตเข้ามา ส่วนของวงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้ใช้ไอซี ULN2003 ในการออกแบบใช้ไอซี ULN2003 จำนวน 2 ตัวในการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 ตัว โดยแยกการควบคุมเป็นอิสระจากกัน

การทำงานของวงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์ จะทำการรับสัญญาณเอินพุต เข้ามาที่พอร์ต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีเงื่อนไขการทำงาน ดังในตารางที่ 3.1 ซึ่งค่าที่แสดงไว้ในตารางเป็นการกำหนดค่าให้กับพอร์ต 1 เพื่อใช้ควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนซ้ายหรือขวา โดยกำหนดให้อินพุต P1.0 และ P1.1 ควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์ตัวที่ 1 และกำหนดให้อินพุต P1.2 และ P1.3 ควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์ตัวที่ 2 จะสังเกตเห็นว่าในส่วนของอินพุตแต่ละชุดถ้ามีสภาวะเหมือนกันกันสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะไม่ทำงานนั่นเอง ในการทำงานของส่วนควบคุมความเร็วรอบจะใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์มาเป็นตัวตรวจจับ และการกำหนดจำนวนรอบของสเต็ปเปอร์จะขึ้นอยู่กับโปรแกรมใน PLC

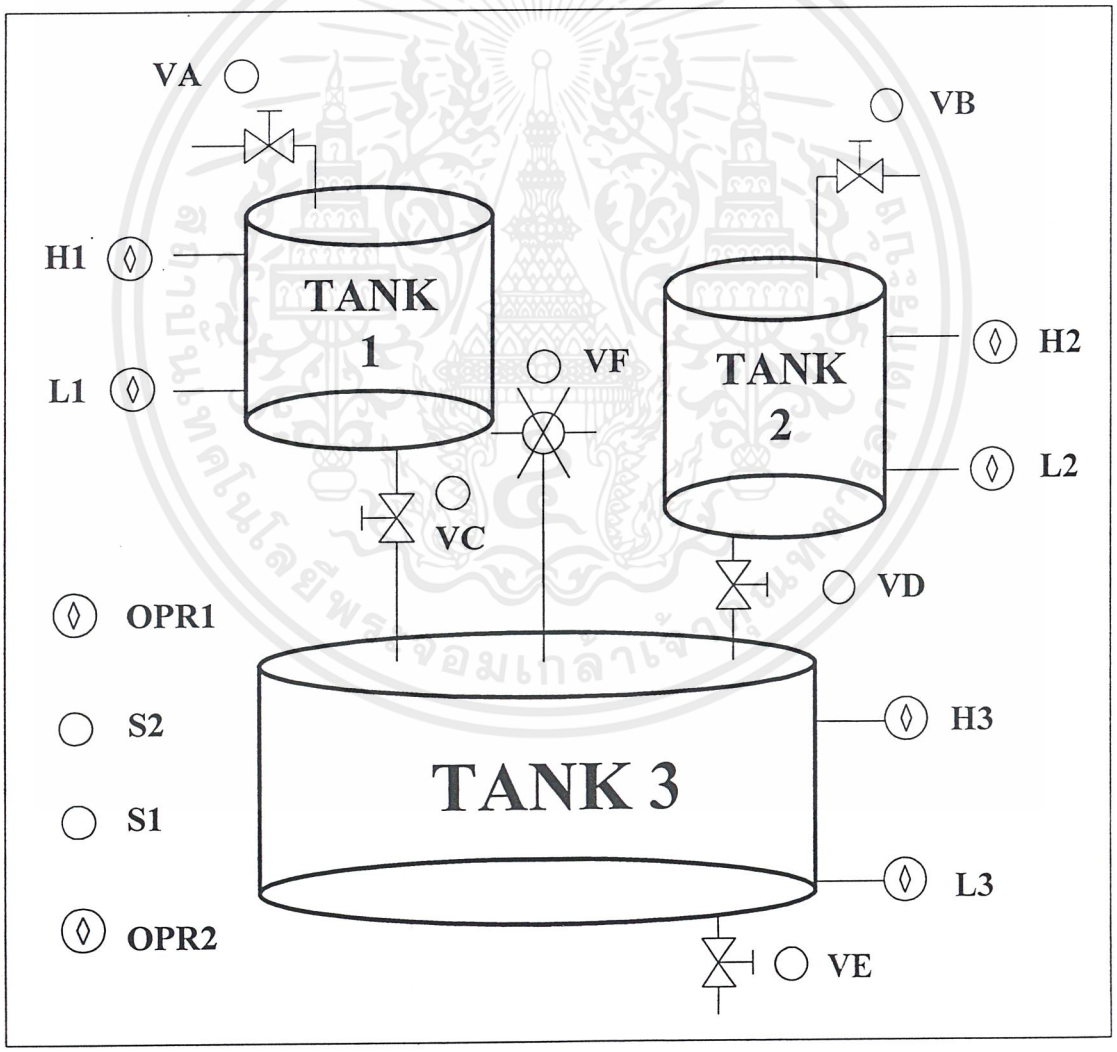
ตารางที่ 3.1 การควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

พอร์ต 1				สเต็ปเปอร์มอเตอร์	
P1.0	**P1.1**	**P1.2**	**P1.3**	**ตัวที่ 1**	**ตัวที่ 2**
1	0	0	0	ซ้าย	ไม่หมุน
0	1	0	0	ขวา	ไม่หมุน
0	0	1	0	ไม่หมุน	ซ้าย
0	0	0	1	ไม่หมุน	ขวา
1	0	1	0	ซ้าย	ซ้าย
1	0	0	1	ซ้าย	ขวา
0	1	0	1	ขวา	ขวา
0	1	1	0	ขวา	ซ้าย
1	1	1	1	ไม่หมุน	ไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ

วงจรจำลองการทำงานของการควบคุมระดับ เป็นส่วนแสดงผลการจำลองใช้ PLC ในการควบคุมอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการจำลองการควบคุมระดับของเหลวในแทงค์ สามารถควบคุมได้ 3 แทงค์ ควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วได้แทงค์ละ 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ และระดับสูง มีการจำลองสวิตช์เป็นตัวตรวจจับระดับของเหลว และจำลองการทำงานของวาล์วปิด/เปิดด้วยแอลอีดี มีสวิตช์ควบคุมระบบทั้งหมด โครงสร้างของชุดจำลองการควบคุมระดับแสดงดังในรูปที่ 3.9 ประกอบกอบด้วยสวิตช์ตรวจจับระดับ 6 ตัว แอลอีดีแสดงสถานะของวาล์ว 6 ตัว และมีแอลอีแสดงการเตือน 1 ตัว มีสวิตช์ควบคุมระบบ 2 ตัว และควบคุมการทำงานของวาล์วอีก 2 ตัว



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของชุดจำลองการควบคุมระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดระดับของเหลว รวมทั้งการควบคุมจะใช้สวิตช์ และแอลอีดีในการแสดงผลการจำลองการทำงาน โดยมีข้อกำหนดดังในตารางที่ 3.2 สำหรับการต่อใช้งานจะต่อเข้าที่อินพุต และเอาต์พุตของ PLC โดยตรง และควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมจาก PLC

ตารางที่ 3.2 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

อุปกรณ์	การควบคุม
VA	วาล์วปล่อยของเหลวแทงค์ 1
VB	วาล์วปล่อยของเหลวแทงค์ 2
VC	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 1
VD	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 2
VE	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 3
VF	สัญญาณเตือน เมื่อไม่มีของเหลวในแทงค์ 3
H1	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VC
H2	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VD
H3	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VE
L1	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VA
L2	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VB
L3	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VF
OPR1	สวิตช์ควบคุมวาล์วของแทงค์ 1
OPR2	สวติช์ควบคุมวาล์วของแทงค์ 2
S1	สวิตช์ควบคุมระบบตัวที่ 1
S2	สวิตช์ควบคุมระบบตัวที่ 2

สวิตช์ L1 กับ H1 , L2 กับ H2 , L3 กับ H3, แอลอีดีแสดงวาล์ว VA กับ VC และ VB กับ VD จะทำงานสัมพันธ์กันโดยจะสลับกันทำงานไม่สามารถทำงานได้พร้อมกัน หลักการทำงานเมื่อของเหลวในแทงค์ 1 มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L1 สั่งในวาล์ว VA ทำงานเมื่อวาล์ว VA ทำงาน โดยจะจำลองการทำงานของวาล์ว VA โดยให้แอลอีดีติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H1 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VA ปิด เป็นผลทำให้แอลอีดีของ VA ดับ ในทำนองเดียวกันที่แทงค์ 2 เมื่อของเหลวในแทงค์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L2 สั่งในวาล์ว VB ทำงานเมื่อวาล์ว VB ทำงาน แอลอีดีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์ว VB จะติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H2 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VB ปิด เป็นผลทำให้แอลอีดีของ VB ดับ ส่วนในการทำงานของแทงค์ 3 เมื่อของเหลวในแทงค์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L3 สั่งในวาล์ว VC และ VD ทำงานเมื่อวาล์วทำงาน แอลอีดีของวาล์ว VC และ VD จะติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H3 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VC และ VD ปิด ทำให้แอลอีดีของ VC และ VD ดับ ในการควบคุมสามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และควบคุมโดยผู้ควบคุมได้

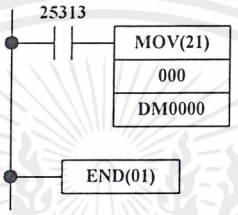
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการทำงานของส่วนอินพุตและเอาต์พุต

4.1.1 การทดลองรับค่าจากอินพุตไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำ



รูปที่ 4.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการทดลองรับค่าอินพุต

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการทดลองรับค่าอินพุต

Address	Instruction	Operand
00000	LD	25313
00001	MOV(21)	000
		DM0000
00002	END(01)	

คำอธิบาย

1. คำสั่ง LD 25313 เป็นการอ่านสภาวะที่ปิดวงจรตลอดเวลา
2. คำสั่ง MOV(21) เป็นคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูลจากอินพุต CH000 ไปเก็บที่หน่วยความจำ DM0000
3. คำสั่ง END เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

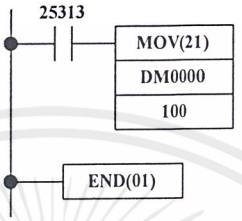
ผลการทดลอง

เมื่อ RUN โปรแกรมสวิตช์ อยู่ที่ตำแหน่งปิด ค่าในหน่วยความจำ DM0000 จะมีค่าเป็น "0000" จากนั้นโยกสวิตช์ไปตำแหน่ง "SWITCH SIMULATOR" เมื่อโยกสวิตช์ 00 ถึง 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเปิด แอลอีดีที่อินพุตจะติดสว่างตามตำแหน่งการโยกสวิตช์และค่าในหน่วยความจำจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนการโยกสวิตช์ หรือโยกสวิตช์ไปตำแหน่ง “THUMBWHEEL SWITCH” มีค่าเป็น BCD เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า THUMBWHEEL SWITCH แอลอีดีจะติดสว่างลักษณะเลขฐานสองและค่าในหน่วยความจำจะเปลี่ยนแปลงตาม THUMBWHEEL SWITCH

4.1.2 การทดลองส่งค่าเอาต์พุต



รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการทดลองส่งค่าเอาต์พุต

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการทดลองส่งค่าเอาต์พุต

Address	Instruction	Operand
00000	LD	25313
00001	MOV(21)	DM0000
		100
00002	END(01)	

คำอธิบาย

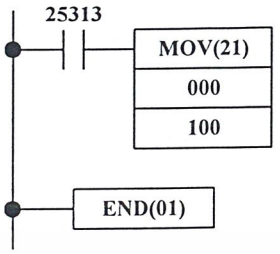
1. คำสั่ง LD 25313 เป็นการอ่านสภาวะที่ปิดวงจรตลอดเวลา
2. คำสั่ง MOV(21) เป็นคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูลจากค่าในหน่วยความจำ DM0000 ไปเก็บที่เอาต์พุต CH100
3. คำสั่ง END เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

เมื่อ RUN โปรแกรมแอลอีดีที่เอาต์พุตทุกดวงจะดับเพราะค่าในหน่วยความจำ DM0000 มีค่าเป็น “0000” เมื่อเปลี่ยนค่าในหน่วยความจำ DM0000 แอลอีดีที่เอาต์พุตจะติดสว่างตามเลขฐานสองของค่าในหน่วยความจำ DM0000 และมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเทียบกับจุดต่อเท่ากับ 5 โวลท์ตามจุดที่แอลอีดีติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน



รูปที่ 4.3 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

Address	Instruction	Operand
00000	LD	25313
00001	MOV(21)	000
		100
00002	END(01)	

คำอธิบาย

1. คำสั่ง LD 25313 เป็นการอ่านสภาวะที่ปิดวงจรตลอดเวลา
2. คำสั่ง MOV(21) เป็นคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูลจากอินพุต CH100 ไปเก็บที่เอาต์พุต CH100
3. คำสั่ง END เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

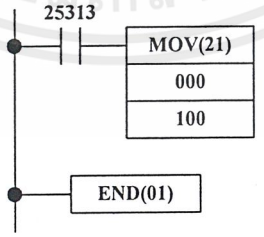
เมื่อ RUN โปรแกรมสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่ง ปิด แอลอีดีที่อินพุตและเอาต์พุตทุกดวงจะดับหมด เมื่อโยกสวิตช์ไปตำแหน่ง “SWITCH SIMULATOR” และ โยกสวิตช์เปิด 00 ถึง 15 แอลอีดีทั้งอินพุตและเอาต์พุตจะติดที่ตำแหน่งเดียวกันกับการโยกสวิตช์เปิด และภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนจะแสดงผลตามค่าของสวิตช์ที่เปิด หรือโยกสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง “THUMBWHEEL SWITCH” แอลอีดีทั้งอินพุตและเอาต์พุตจะติดตำแหน่งเดียวกันตามค่าของ “THUMBWHEEL SWITCH” และภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนจะแสดงผลตามค่าของ “THUMBWHEEL SWITCH”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

D15 ถึง D12	D11 ถึง D08	D01 ถึง D04	D03 ถึง D00	การแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน
0	0	0	0	0000
1	1	1	1	1111
2	2	2	2	2222
3	3	3	3	3333
4	4	4	4	4444
5	5	5	5	5555
6	6	6	6	6666
7	7	7	7	7777
8	8	8	8	8888
9	9	9	9	9999
A	A	A	A	AAAA
B	B	B	B	BBBB
C	C	C	C	CCCC
D	D	D	D	DDDD
E	E	E	E	EEEE
F	F	F	F	FFFF

4.3 การทดลองวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์



รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์

Address	Instruction	Operand
00000	LD	25313
00001	MOV(21)	000
		100
00002	END(01)	

คำอธิบาย

1. คำสั่ง LD 25313 เป็นการอ่านสภาวะที่ปิดวงจรตลอดเวลา
2. คำสั่ง MOV(21) เป็นคำสั่งเคลื่อนย้ายข้อมูลจากอินพุต CH100 ไปเก็บที่เอาต์พุต CH100
3. คำสั่ง END เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	ว่าง
0	0	1	0	0	0	0	1	!
0	0	1	0	0	0	1	0	"
0	0	1	0	0	0	1	1	#
0	0	1	0	0	1	0	0	$
0	0	1	0	0	1	0	1	%
0	0	1	0	0	1	1	0	&
0	0	1	0	0	1	1	1	'
0	0	1	0	1	0	0	0	(
0	0	1	0	1	0	0	1	)
0	0	1	0	1	0	1	0	*
0	0	1	0	1	0	1	1	+
0	0	1	0	1	1	0	0	,
0	0	1	0	1	1	0	1	—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0	0	1	0	1	1	1	0	●
0	0	1	0	1	1	1	1	/
0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0	2
0	0	1	1	0	0	1	1	3
0	0	1	1	0	1	0	0	4
0	0	1	1	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	1	1	0	6
0	0	1	1	0	1	1	1	7
0	0	1	1	1	0	0	0	8
0	0	1	1	1	0	0	1	9
0	0	1	1	1	0	1	0	:
0	0	1	1	1	0	1	1	;
0	0	1	1	1	1	0	0	<
0	0	1	1	1	1	0	1	=
0	0	1	1	1	1	1	0	>
0	0	1	1	1	1	1	1	?
0	1	0	0	0	0	0	0	∂
0	1	0	0	0	0	0	1	A
0	1	0	0	0	0	1	0	B
0	1	0	0	0	0	1	1	C
0	1	0	0	0	1	0	0	D
0	1	0	0	0	1	0	1	E
0	1	0	0	0	1	1	0	F
0	1	0	0	0	1	1	1	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0	1	0	0	1	0	0	0	H
0	1	0	0	1	0	0	1	I
0	1	0	0	1	0	1	0	J
0	1	0	0	1	0	1	1	K
0	1	0	0	1	1	0	0	L
0	1	0	0	1	1	0	1	M
0	1	0	0	1	1	1	0	N
0	1	0	0	1	1	1	1	O
0	1	0	1	0	0	0	0	P
0	1	0	1	0	0	0	1	Q
0	1	0	1	0	0	1	0	R
0	1	0	1	0	0	1	1	S
0	1	0	1	0	1	0	0	T
0	1	0	1	0	1	0	1	U
0	1	0	1	0	1	1	0	V
0	1	0	1	0	1	1	1	W
0	1	0	1	1	0	0	0	X
0	1	0	1	1	0	0	1	Y
0	1	0	1	1	0	1	0	Z
0	1	0	1	1	0	1	1	[
0	1	0	1	1	1	0	0	\
0	1	0	1	1	1	0	1	]
0	1	0	1	1	1	1	0	^
0	1	0	1	1	1	1	1	_
0	1	1	0	0	0	0	0	\
0	1	1	0	0	0	0	1	a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

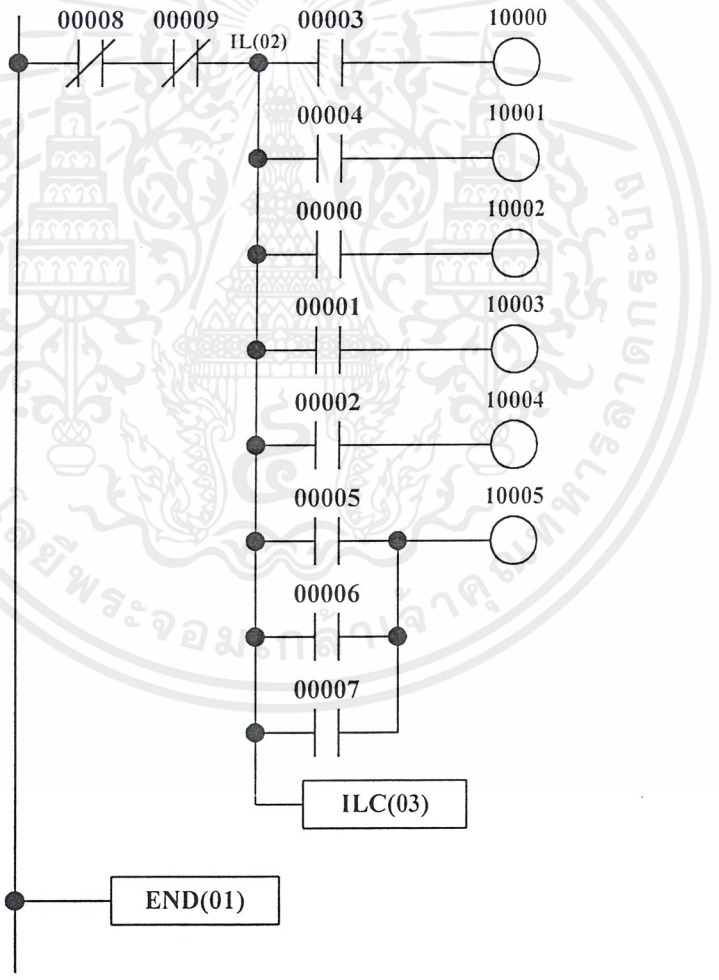
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0	1	1	0	0	0	1	0	b
0	1	1	0	0	0	1	1	c
0	1	1	0	0	1	0	0	d
0	1	1	0	0	1	0	1	e
0	1	1	0	0	1	1	0	f
0	1	1	0	0	1	1	1	g
0	1	1	0	1	0	0	0	h
0	1	1	0	1	0	0	1	I
0	1	1	0	1	0	1	0	j
0	1	1	0	1	0	1	1	k
0	1	1	0	1	1	0	0	l
0	1	1	0	1	1	0	1	m
0	1	1	0	1	1	1	0	n
0	1	1	0	1	1	1	1	o
0	1	1	1	0	0	0	0	p
0	1	1	1	0	0	0	1	q
0	1	1	1	0	0	1	0	r
0	1	1	1	0	0	1	1	s
0	1	1	1	0	1	0	0	t
0	1	1	1	0	1	0	1	u
0	1	1	1	0	1	1	0	v
0	1	1	1	0	1	1	1	w
0	1	1	1	1	0	0	0	x
0	1	1	1	1	0	0	1	y
0	1	1	1	1	0	1	0	z
0	1	1	1	1	0	1	1	{

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0	1	1	1	1	1	0	0	|
0	1	1	1	1	1	0	1	}
0	1	1	1	1	1	1	0	~
0	1	1	1	1	1	1	1	Δ

4.4 การทดลองการทำงานของการจำลองกระบวนการควบคุมระดับ



รูปที่ 4.5 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของกระบวนการควบคุมระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 โปรแกรมควบคุมการทำงานของกระบวนการควบคุมระดับ

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00008
00001	AND NOT	00009
00002	IL(02)	
00003	LD	00003
00004	OUT	10000
00005	LD	00004
00006	OUT	10001
00007	LD	00000
00008	OUT	10002
00009	LD	00001
00010	OUT	10003
00011	LD	00002
00012	OUT	10004
00013	LD	00005
00014	OR	00006
00015	OR	00007
00016	OUT	10005
00017	ILC(03)	
00018	END(01)	

ตารางที่ 4.8 ข้อกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของกระบวนการควบคุมระดับ

อินพุต	หมายเหตุ	เอาต์พุต	หมายเหตุ
00000	H1	10000	VA
00001	H2	10001	VB
00002	H3	10002	VC
00003	L1	10003	VD
00004	L2	10004	VE
00005	L3	10005	VF
00006	OPR1		
00007	OPR2		
00008	S1		
00009	S2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย

1. คำสั่ง LD NOT 00008 และ 00009 เป็นการอ่านค่าสภาวะเปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00008 และ 00009 ลักษณะเปิด

2. คำสั่ง IL(02) เป็นการเข้าสู่การควบคุมย่อย

3. คำสั่ง LD 00000, 00001, 00002, 00003, 00004, และ 00005 เป็นการอ่านค่าสภาวะปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00000, 00001, 00002, 00003, 00004และ 00005 ลักษณะเปิด

4. คำสั่ง OR 00006 และ 00007 เป็นการอ่านค่าสภาวะปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00006 และ 00007

5. คำสั่ง OUT 10000 ถึง 100005 เป็นการส่งผลลัพธ์ของโปรแกรมแลดเดอร์ไปควบคุมส่วนอุปกรณ์

6. คำสั่ง ILC(03) เป็นการออกจากคำสั่ง IL(02) กลับสู่การควบคุมหลัก

7. คำสั่ง END(01) เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

เมื่อ RUN โปรแกรมสวิตช์อยู่ตำแหน่ง "ปิด" แอลอีดีที่ชุดจำลองการควบคุมระดับและที่อินพุตกับเอาต์พุตทุกดวงจะดับ เมื่อเลื่อนสวิตช์อยู่ตำแหน่ง SWITCH SIMULATOR แอลอีดีของชุดจำลองการควบคุมระดับติดสว่างจะได้ผลลัพธ์ตามตารางบันทึกผลข้าวล่าง

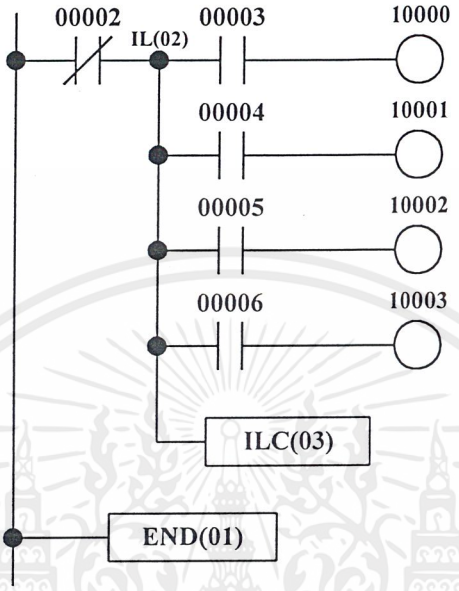
ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองของกระบวนการควบคุมระดับ

เปิดสวิตช์	แอลอีดีอินพุต ติดสว่าง	แอลอีดีเอาต์พุต ติดสว่าง	แอลอีดีชุดจำลองการควบคุมระดับ ติดสว่าง
H1	00000	10002	VC
H2	00001	10003	VD
H3	00002	10004	VE
L1	00003	10000	VA
L2	00004	10001	VB
L3	00005	10005	VF
OPR1	00006	10005	VF
OPR2	00007	10005	VF
S1	00008	-	-
S2	00009	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองวงจรชุดจำลองการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์

4.5.1 การทดลองการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์



รูปที่ 4.6 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 โปรแกรมควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OUT	10000
00004	LD	00004
00005	OUT	10001
00006	LD	00005
00007	OUT	10002
00008	LD	00006
00009	OUT	10003
00010	ILC(03)	
00011	END(01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ข้อกำหนดอินพุตและเอาต์พุตของวงจรสเต็ปเปอร์มอเตอร์

อินพุต	อุปกรณ์	เอาต์พุต	อุปกรณ์
00002	สวิตช์ควบคุมหลัก	10000	มอเตอร์1 หมุนซ้าย(M1L)
00003	ควบคุมมอเตอร์ 1 หมุนซ้าย	10001	มอเตอร์1 หมุนขวา(M1R)
00004	ควบคุมมอเตอร์ 1 หมุนขวา	10002	มอเตอร์2 หมุนซ้าย(M2L)
00005	ควบคุมมอเตอร์ 2 หมุนซ้าย	10003	มอเตอร์2 หมุนขวา(M2R)
00006	ควบคุมมอเตอร์ 2 หมุนขวา		

คำอธิบาย

1. คำสั่ง LD NOT 00002 เป็นการอ่านค่าสภาวะเปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00002 ลักษณะเปิด

2. คำสั่ง IL(02) เป็นการเข้าสู่การควบคุมย่อย

3. คำสั่ง LD 00003, 00004, 00005และ 000006 เป็นการอ่านค่าสภาวะปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00003, 00004, 00005และ 00006 ลักษณะเปิด

4. คำสั่ง OUT 10000, 10001, 10002 และ 10003 เป็นการส่งค่าผลลัพธ์ของโปรแกรมแลดเดอร์ไปควบคุมส่วนอุปกรณ์

5. คำสั่ง ILC(03) เป็นการออกจากคำสั่ง IL(02) กลับสู่การควบคุมหลัก

6. คำสั่ง END(01) เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

เมื่อ RUN โปรแกรมสวิตช์อยู่ตำแหน่ง “ปิด” แอลอีดีที่อินพุต และเอาต์พุตทุกดวงดับหมด เมื่อเลื่อนสวิตช์มาตำแหน่ง SWITCH SIMULATOR จะได้ผลตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของวงจรควบคุมมอเตอร์

สวิตช์อินพุต				แอลอีดีอินพุต				แอลอีดีเอาต์พุต				อินพุตมอเตอร์			
06	05	04	03	06	05	04	03	10003	10002	10001	10000	M1L	M1R	M2L	M2R
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ผลการทดลองของวงจรควบคุมมอเตอร์

สวิตช์อินพุต				แอลอีดีอินพุต				แอลอีดีเอาต์พุต				อินพุตมอเตอร์			
0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองของการควบคุมมอเตอร์

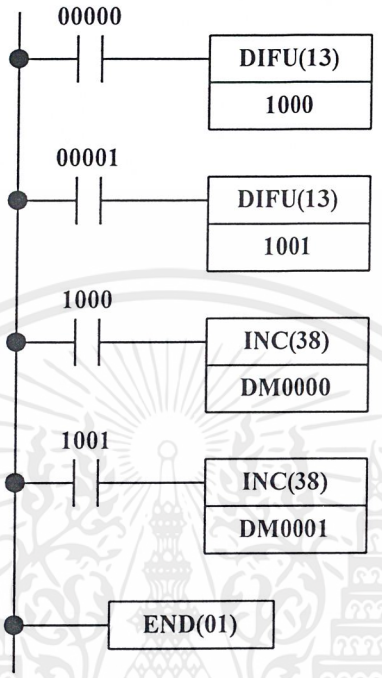
สวิตช์อินพุต				อินพุตมอเตอร์				มอเตอร์	มอเตอร์
06	**05**	**04**	**03**	**M1L**	**M1R**	**M2L**	**M2R**	**ตัวที่ 1**	**ตัวที่ 2**
0	0	0	0	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
0	0	0	1	1	0	0	0	หมุนซ้าย	ไม่หมุน
0	0	1	0	0	1	0	0	หมุนขวา	ไม่หมุน
0	0	1	1	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
0	1	0	0	0	0	1	0	ไม่หมุน	หมุนซ้าย
0	1	0	1	1	0	1	0	หมุนซ้าย	หมุนซ้าย
0	1	1	0	0	1	1	0	หมุนขวา	หมุนซ้าย
0	1	1	1	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	0	0	0	0	0	0	1	ไม่หมุน	หมุนขวา
1	0	0	1	1	0	0	1	หมุนซ้าย	หมุนขวา
1	0	1	0	0	1	0	1	หมุนขวา	หมุนขวา
1	0	1	1	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	1	0	0	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	1	0	1	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	1	1	0	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน
1	1	1	1	0	0	0	0	ไม่หมุน	ไม่หมุน

หมายเหตุ

สวิตช์00002 จะเป็นการควบคุมการทำงานทั้งหมดของวงจร เมื่อเปิดสวิตช์ 00002 การทำงานของโปรแกรมจะหยุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การทดลองการทำงานของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์



รูปที่ 4.7 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นสามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 โปรแกรมควบคุมการทำงานของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00000
00001	DIFU(13)	1000
00002	LD	00001
00003	DIFU(13)	1001
00004	LD	1000
00005	INC(38)	DM0000
00006	LD	1001
00007	INC(38)	DM0001
00008	END(01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ข้อกำหนดอินพุตของพร๊อกซิมิตี้สวิตช์

อินพุต	หมายเหตุ
00000	พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ 1 (S1)
00001	พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ 2 (S2)

คำอธิบาย

1. คำสั่งLD 00000และ 00001เป็นการอ่านค่าสภาวะปิดวงจรเมื่อมีการโยกสวิตช์ 00000และ 00001ลักษณะเปิด

2. คำสั่ง LD 1000และ 1001 เป็นคำสั่งการอ่านค่าสภาวะปิดวงจรเมื่อ รีเลย์ช่วย 1000และ 1001 ทำงาน

3. คำสั่ง DIFU (13) ใช้สำหรับกำหนดค่าสภาวะของค่าเอาต์พุต และรีเลย์ภายในให้ทำงานด้วยระยะเวลา 1 รอบการทำงาน โดยตรวจสอบค่าสภาวะก่อนหน้าที่เป็นขอบขาขึ้น

4. คำสั่ง INC(38) เป็นคำสั่งในการเพิ่มข้อมูลแบบ BCD ขนาด 4 หลัก

5. คำสั่ง END(01) เป็นคำสั่งสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

ผลการทดลอง

เมื่อ RUN โปรแกรม สวิตช์อยู่ตำแหน่ง “ปิด” และพร๊อกซิมิตี้สวิตช์ทั้งสองยังไม่ทำงาน ข้อมูลในหน่วยความจำ DM0000 และ DM0001 จะมีค่าเป็น “0000” เมื่อพร๊อกซิมิตี้สวิตช์ทั้งสองทำงานลักษณะ เปิด/ปิด ข้อมูลในหน่วยความจำ DM0000 และ DM0001 จะเพิ่มขึ้นหนึ่งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ประกอบด้วยชุดทดลอง 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นภาคแสดงผล และส่วนที่เป็นการจำลองการทำงาน ซึ่งจะเป็นการจำลองการทำงานของมอเตอร์ และการจำลองการทำงานควบคุมระดับของเหลว ในชุดทดลองนี้มีอินพุต และเอาต์พุตอย่างละ 16 ช่อง ทางด้านอินพุตมีสวิตช์โยก และสวิตช์รหัส สามารถเลือกใช้งานจากสวิตช์โยก ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องโปรแกรมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ง่ายยิ่งขึ้น เหมาะกับนักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมงานต่างๆ ได้

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

1. ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ในส่วนของอินพุต และเอาต์พุต ไม่ตรงกับเครื่องควบคุมตรรกแบบโปรแกรมได้ที่นำมาใช้ในการทดลอง ทำให้การออกแบบวงจรต่างๆ ต้องล่าช้าออกไป

2. อุปกรณ์ที่นำมาต่อที่ส่วนอินพุตของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ คือ สวิตช์รหัส และพร็อกซิมิตี้สวิตช์มีการทำงานที่แตกต่างกัน ใช้ระดับแรงดันที่แตกต่างกัน ทำให้การออกแบบยากขึ้น ใช้เวลามาก

3. ส่วนเอาต์พุตของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้เป็นรีเลย์ การทำงานเป็นเพียงสวิตช์เปิด/ปิด เอาต์พุตเป็นแบบรีเลย์ขนาด 5 โวลต์ ไม่สามารถสั่งให้ทำงานที่เวลารวดเร็วได้ จึงได้ทำการเปลี่ยนวงจรภาคแสดงผลใหม่ โดยได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ

4. ในส่วนของอินพุตได้เพิ่มแอลอีดีเพื่อแสดงสถานะการทำงาน แต่ในการใช้งานจะมีการใช้ทั้งสวิตช์โยก และสวิตช์รหัสสลับกันได้ ซึ่งจะเกิดแรงดันย้อนกลับ เมื่อใช้สวิตช์รหัสระหว่างที่เปิดสวิตช์ค้างไว้ จึงต้องนำไดโอดมาต่ออนุกรมกับสวิตช์โยกเพื่อป้องกันแรงดันย้อนกลับ

5. ไอซีที่นำมาใช้ในการถอดรหัสเลขฐานสองเพื่อไปขับแอลอีดีเจ็ดส่วนหาได้ยาก มีเฉพาะถอดรหัสจากบีซีดีไปขับแอลอีดีเจ็ดส่วน ที่หาซื้อได้ก็มีราคาค่อนข้างแพง ทำให้เสียเวลาในการรอและหาซื้ออุปกรณ์ตัวนี้ไปส่วนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางพัฒนา

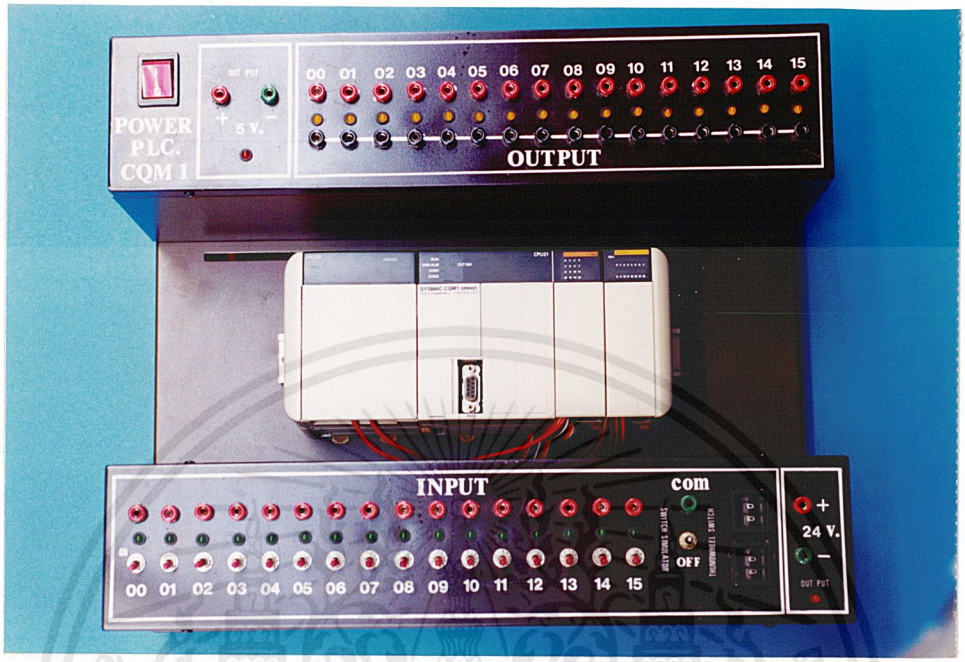
1.ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้นี้ มีการป้อนโปรแกรมจากคีย์บอร์ด ทำให้การแก้ไขทำได้ช้า และสามารถรันโปรแกรมได้ครั้งละหนึ่งโปรแกรมเท่านั้น ถ้ามีการใช้โปรแกรมใหม่จะต้องเขียนโปรแกรมทับลงไปที่เดิม ทำให้โปรแกรมเก่าถูกลบไปด้วย จึงควรใช้วิธีการป้อนโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ จะสะดวกในการใช้งานมากขึ้น

2. ในชุดทดลองนี้ได้ออกแบบให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ ในการพัฒนาควรออกแบบให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ได้ เพื่อการใช้งานหลายรูปแบบ

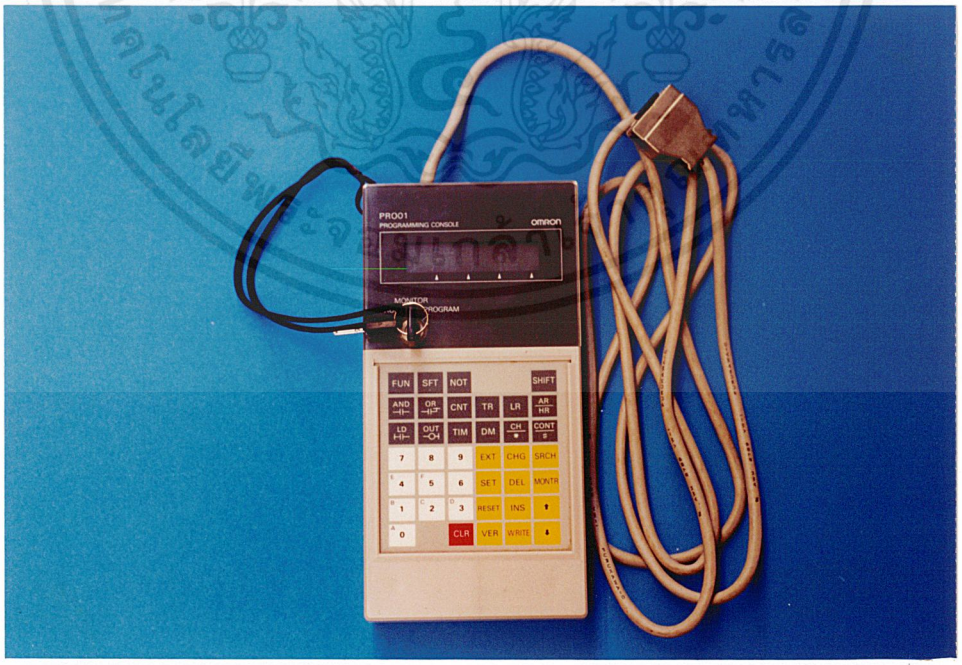
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

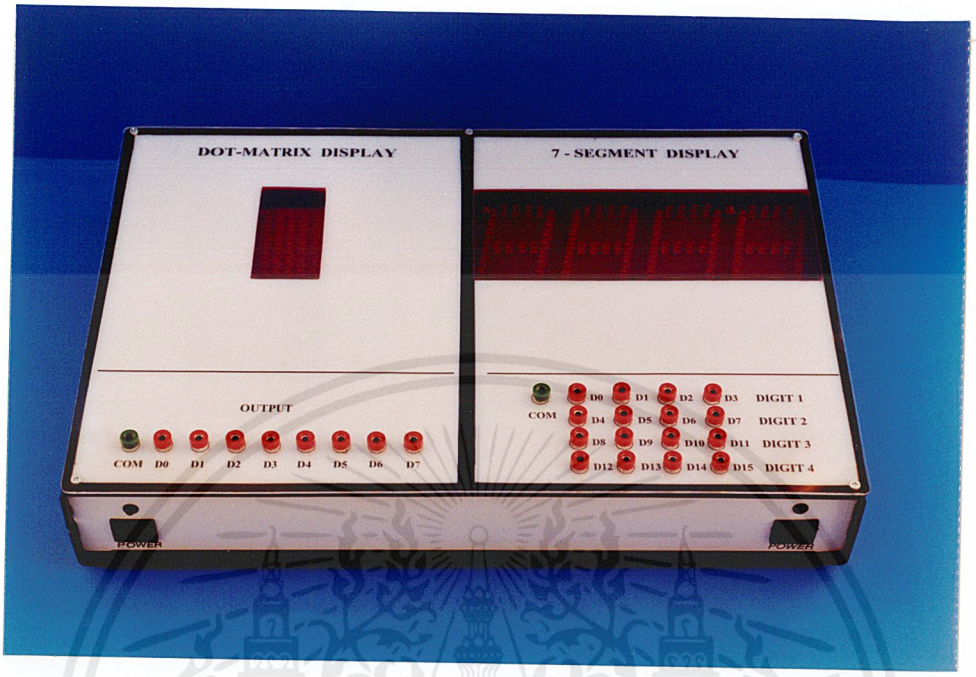


รูปที่ ก.1 เครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

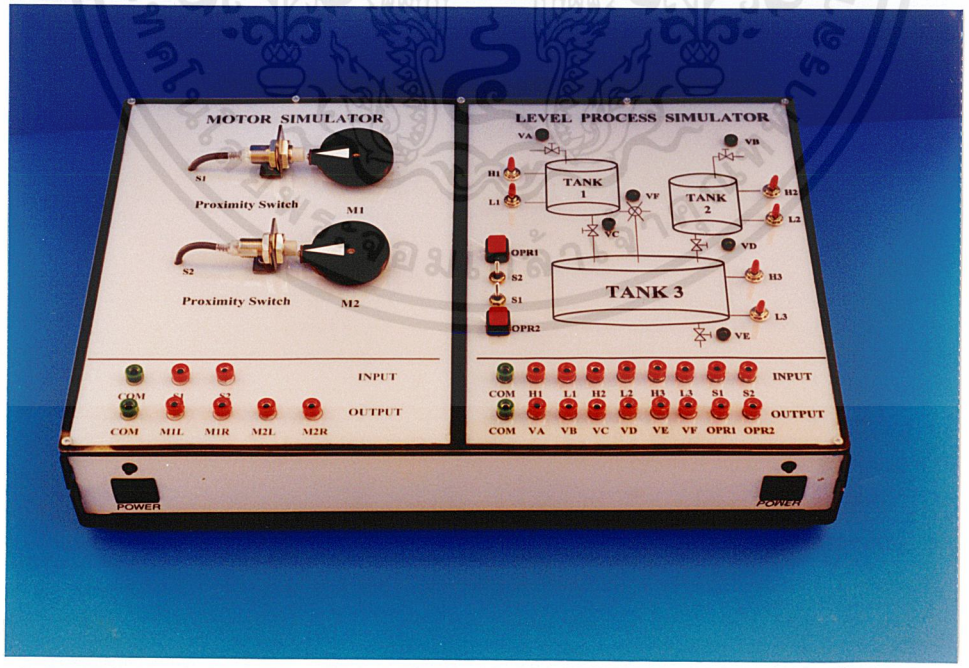


รูปที่ ก.2 เครื่องป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

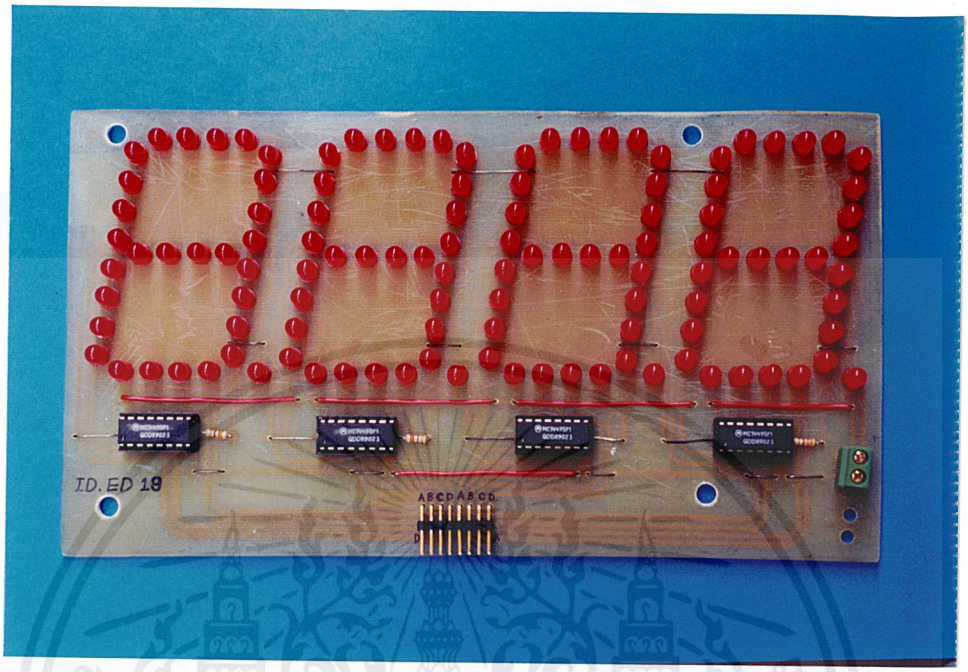


รูปที่ ก.3 ชุดทดลองภาคแสดงผลเจ็ดส่วน และแอลอีดีเมตริกซ์

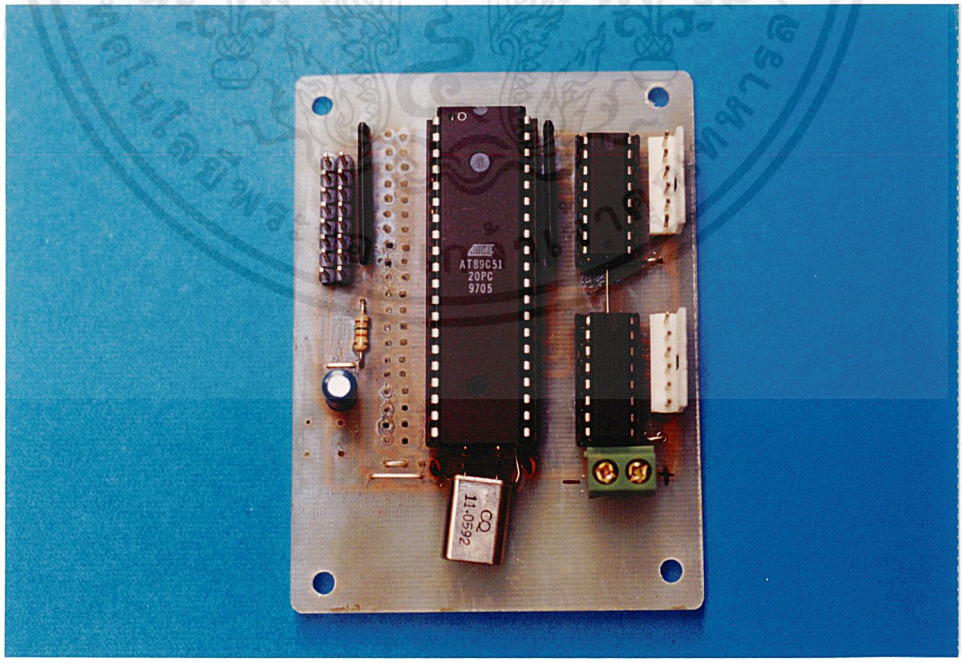


รูปที่ ก.4 ชุดทดลองจำลองการทำงานของมอเตอร์ และระดับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

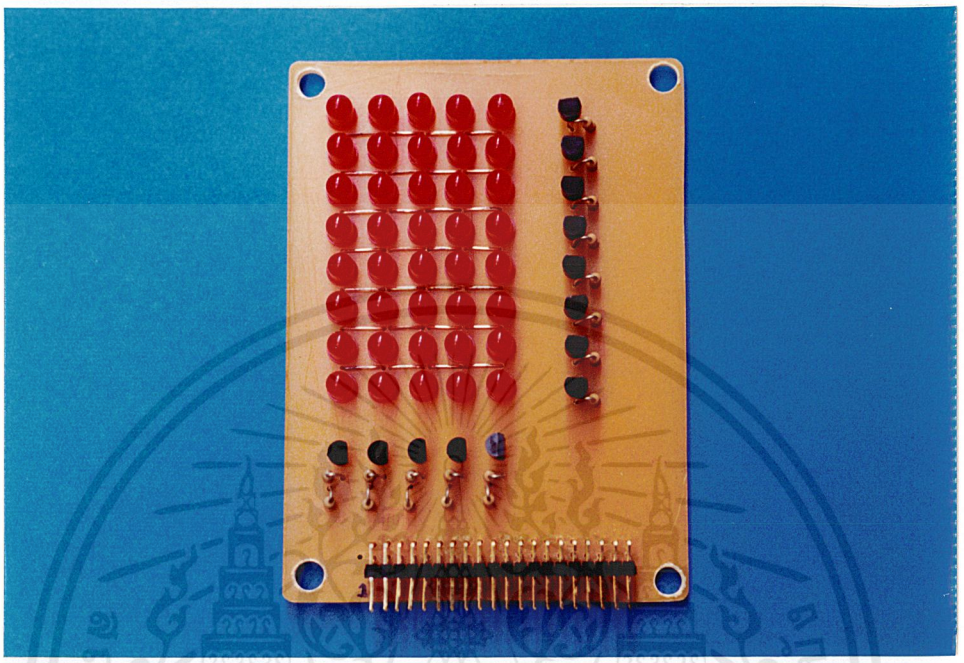


รูปที่ ก.5 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

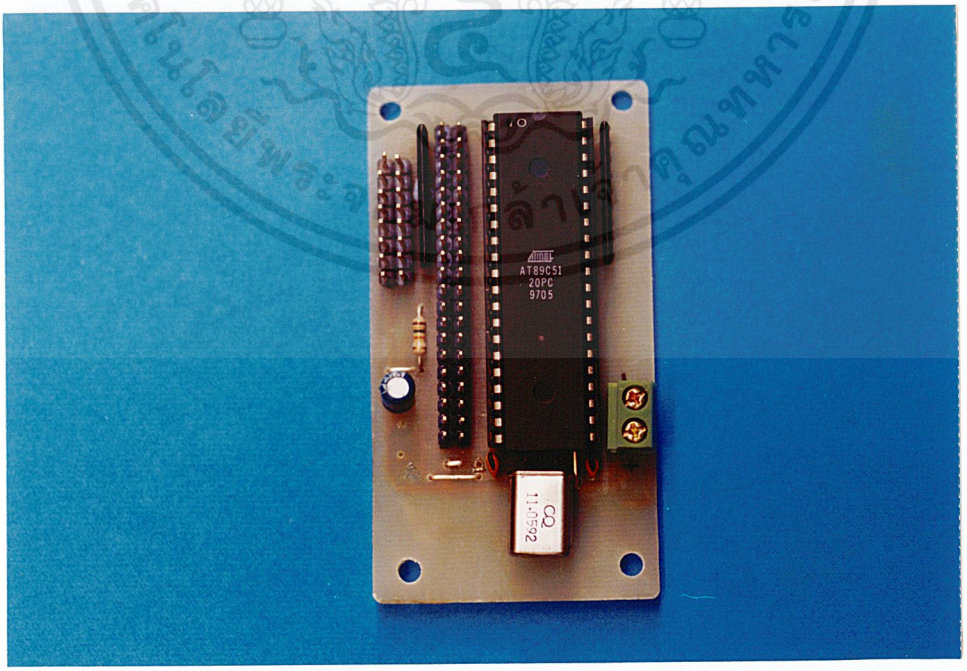


รูปที่ ก.6 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 วงจรภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์



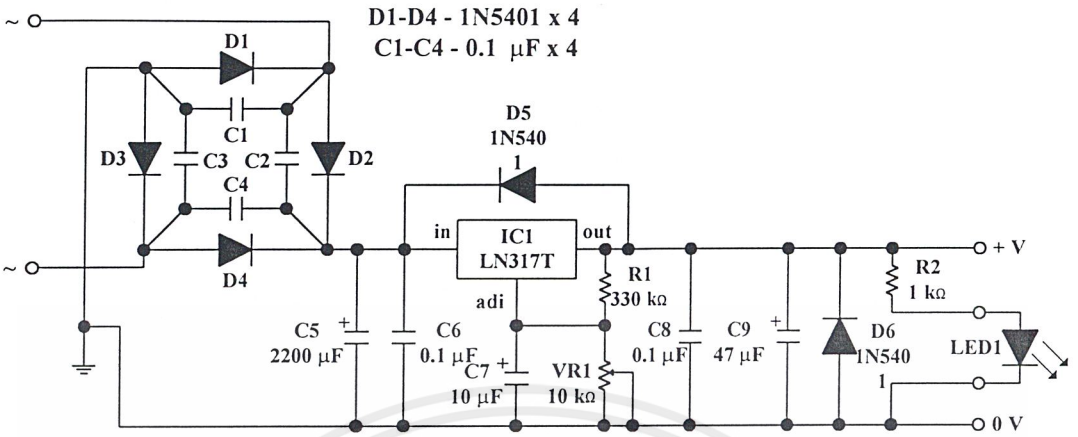
รูปที่ ก.8 วงจรควบคุมภาคแสดงผลแบบเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

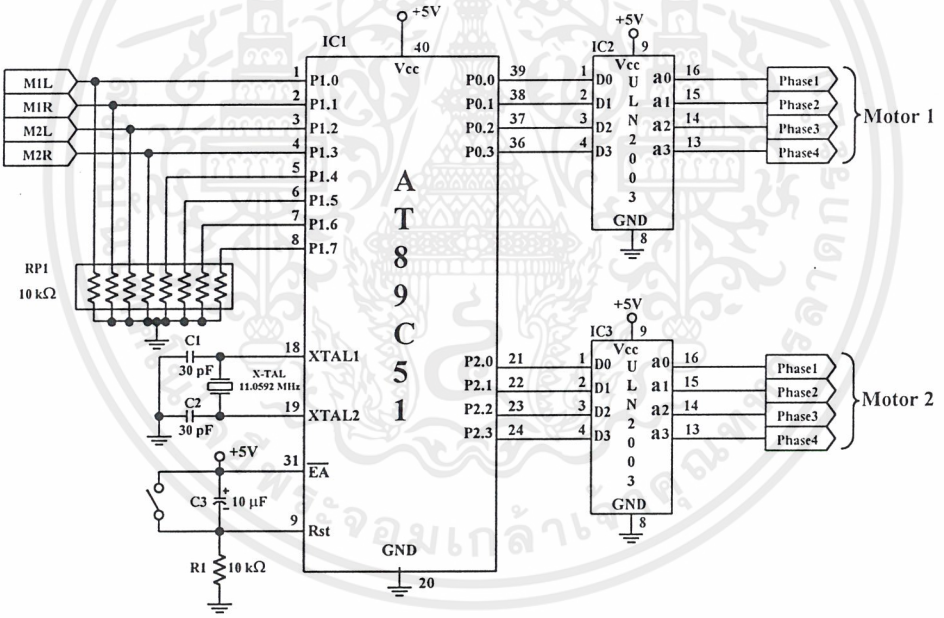
ภาคผนวก ข

วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

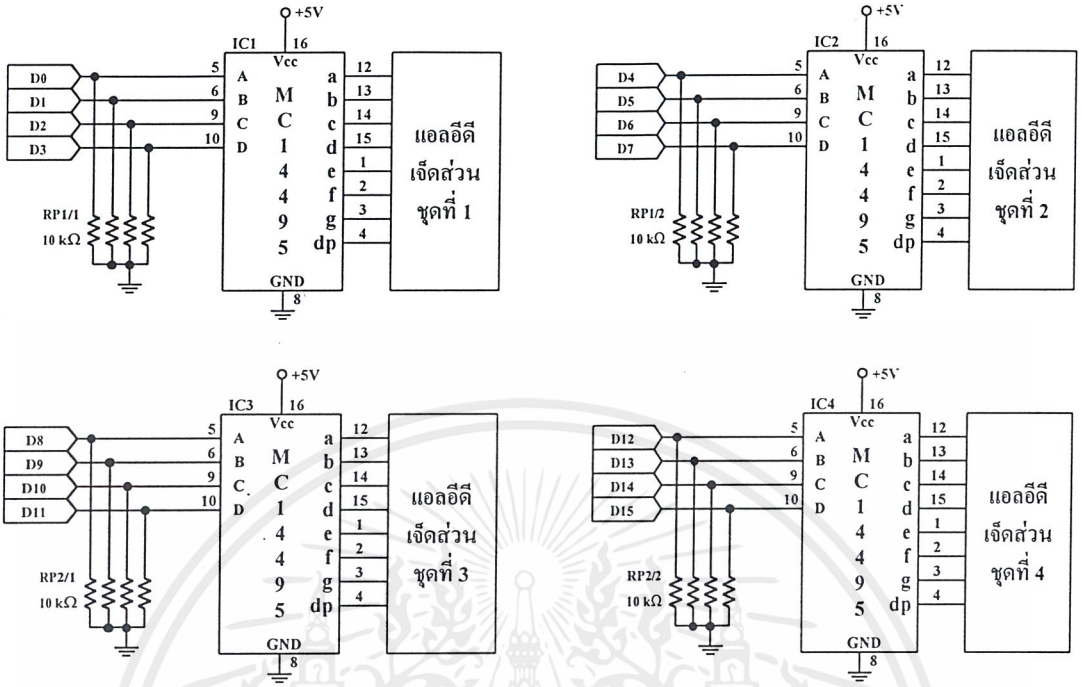


รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

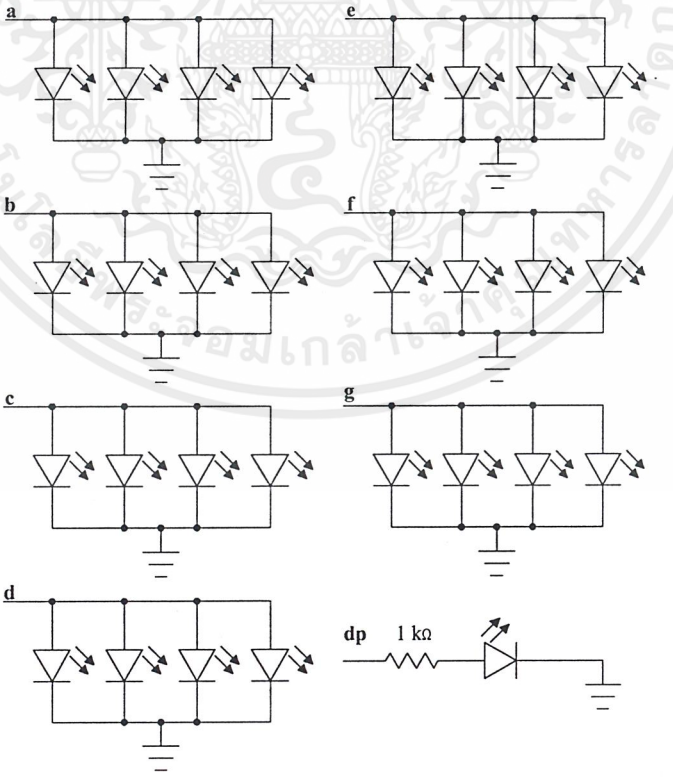


รูปที่ ข.2 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

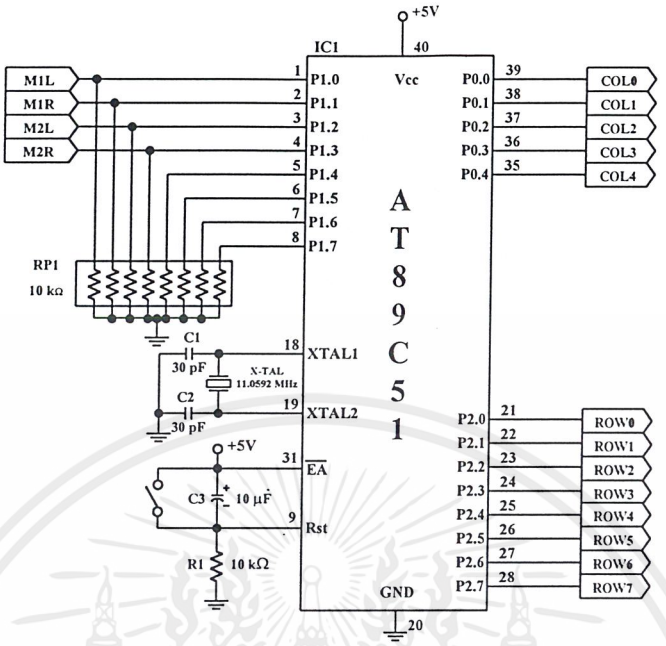


รูปที่ ข.3 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วนในส่วนควบคุม

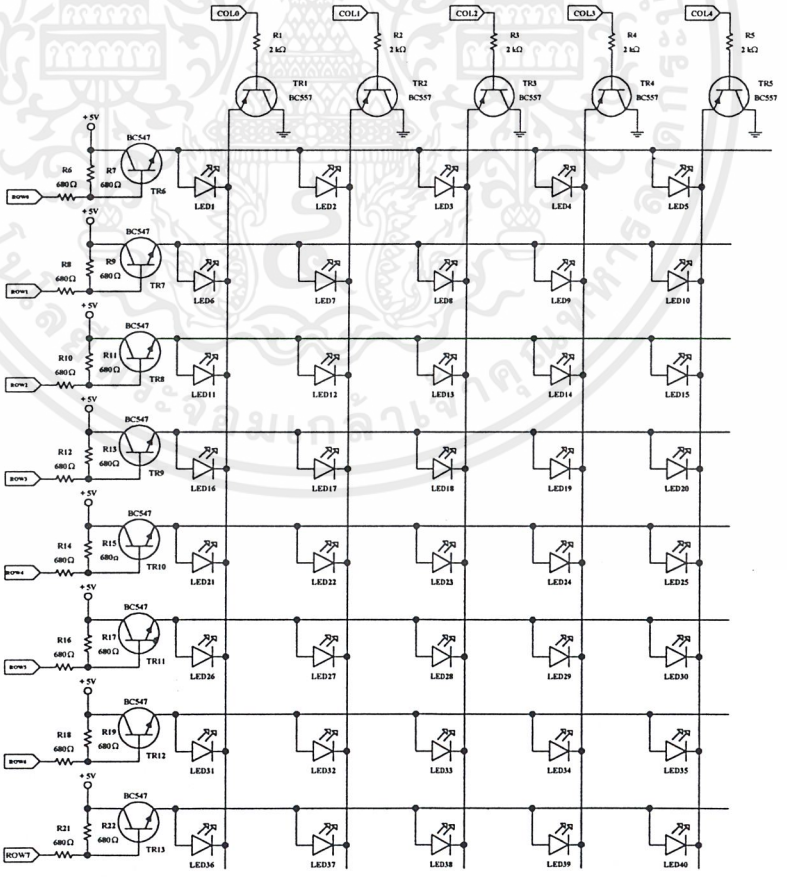


รูปที่ ข.4 วงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วนในส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

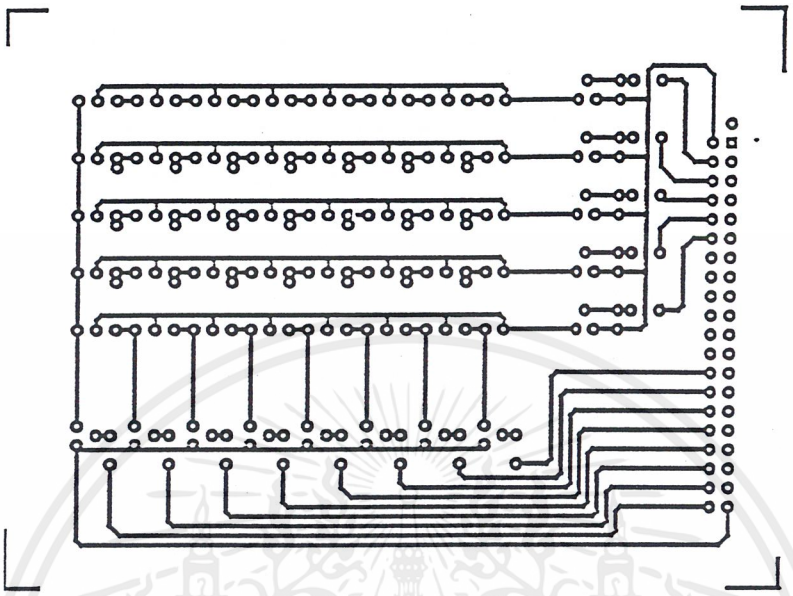


รูปที่ ข.5 วงจรควบคุมการทำงานของแอลอีดีเมตริกซ์

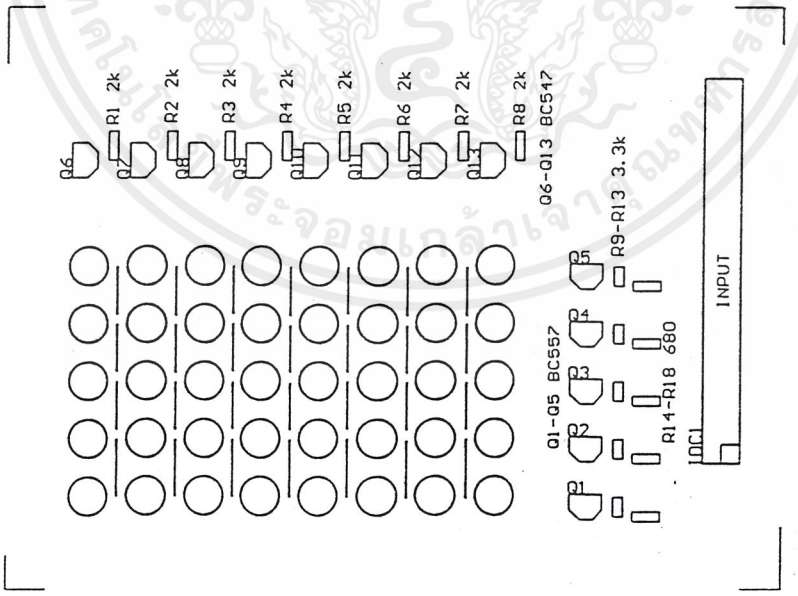


รูปที่ ข.6 วงจรแอลอีดีเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

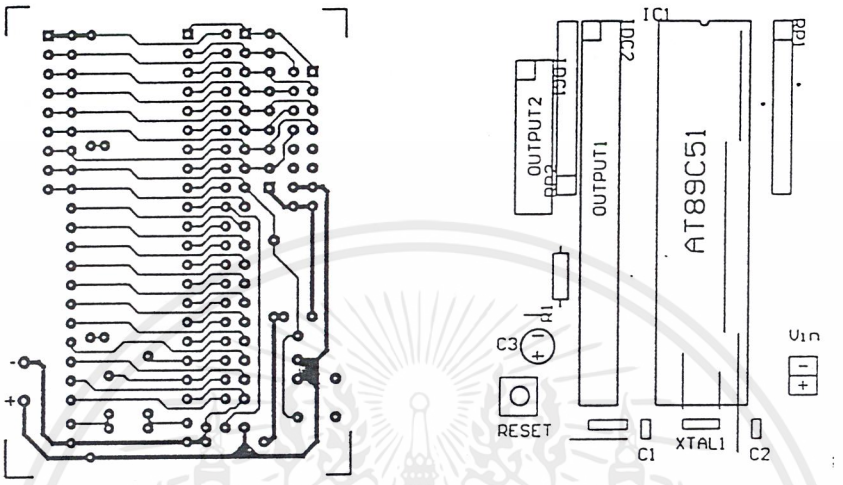


รูปที่ ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแอลอีดีเมตริกซ์

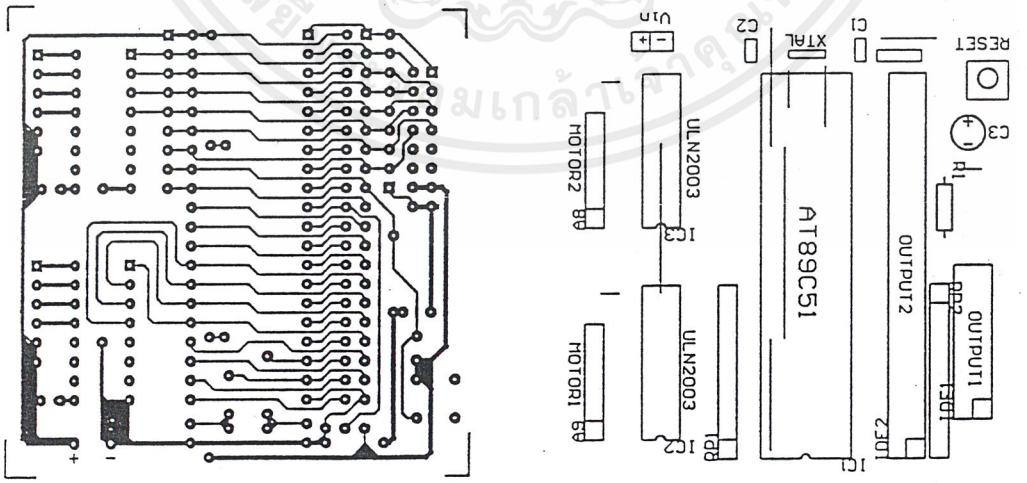


รูปที่ ข.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดีเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

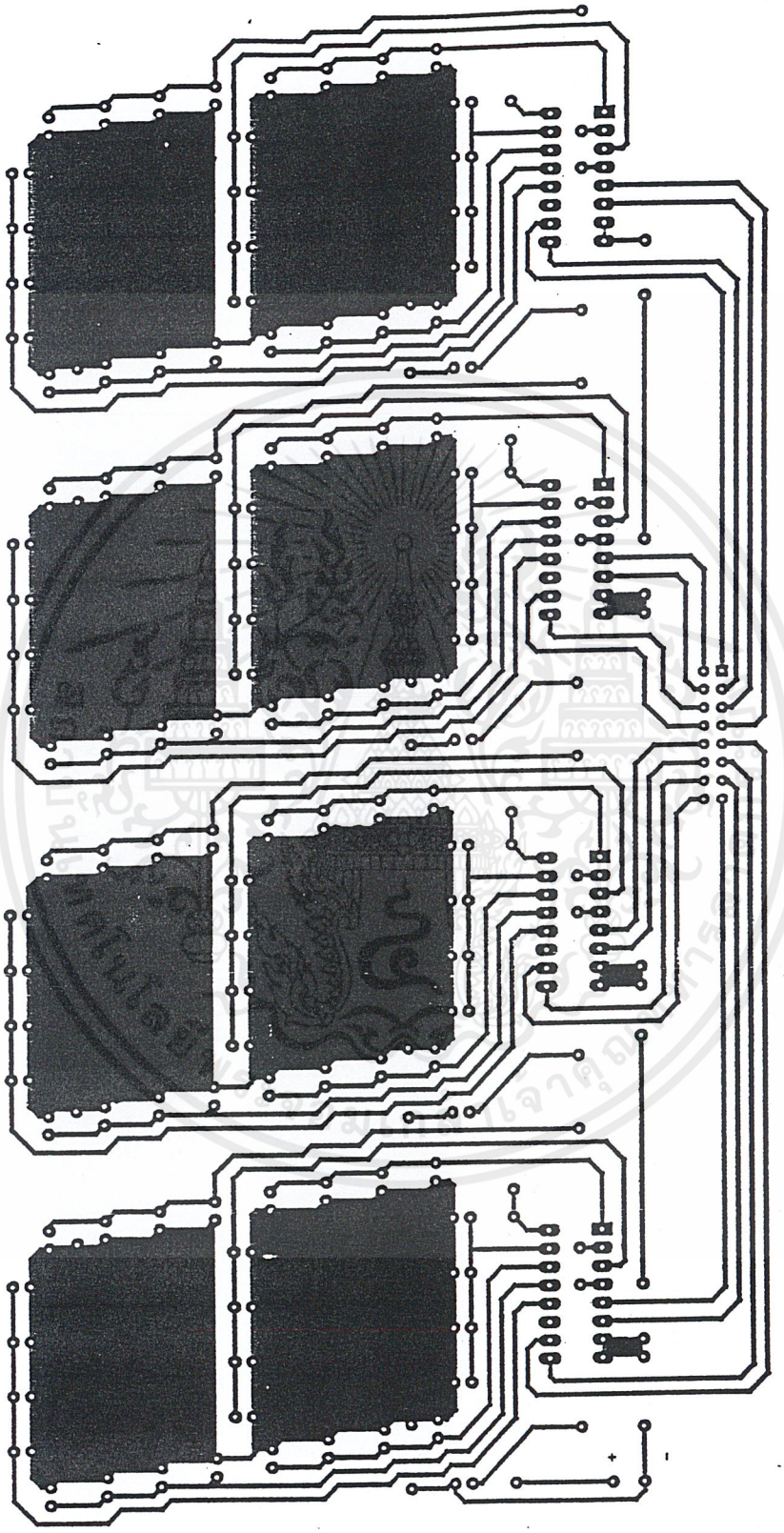


รูปที่ ข.9 ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมแอลอีดีเมตริกซ์



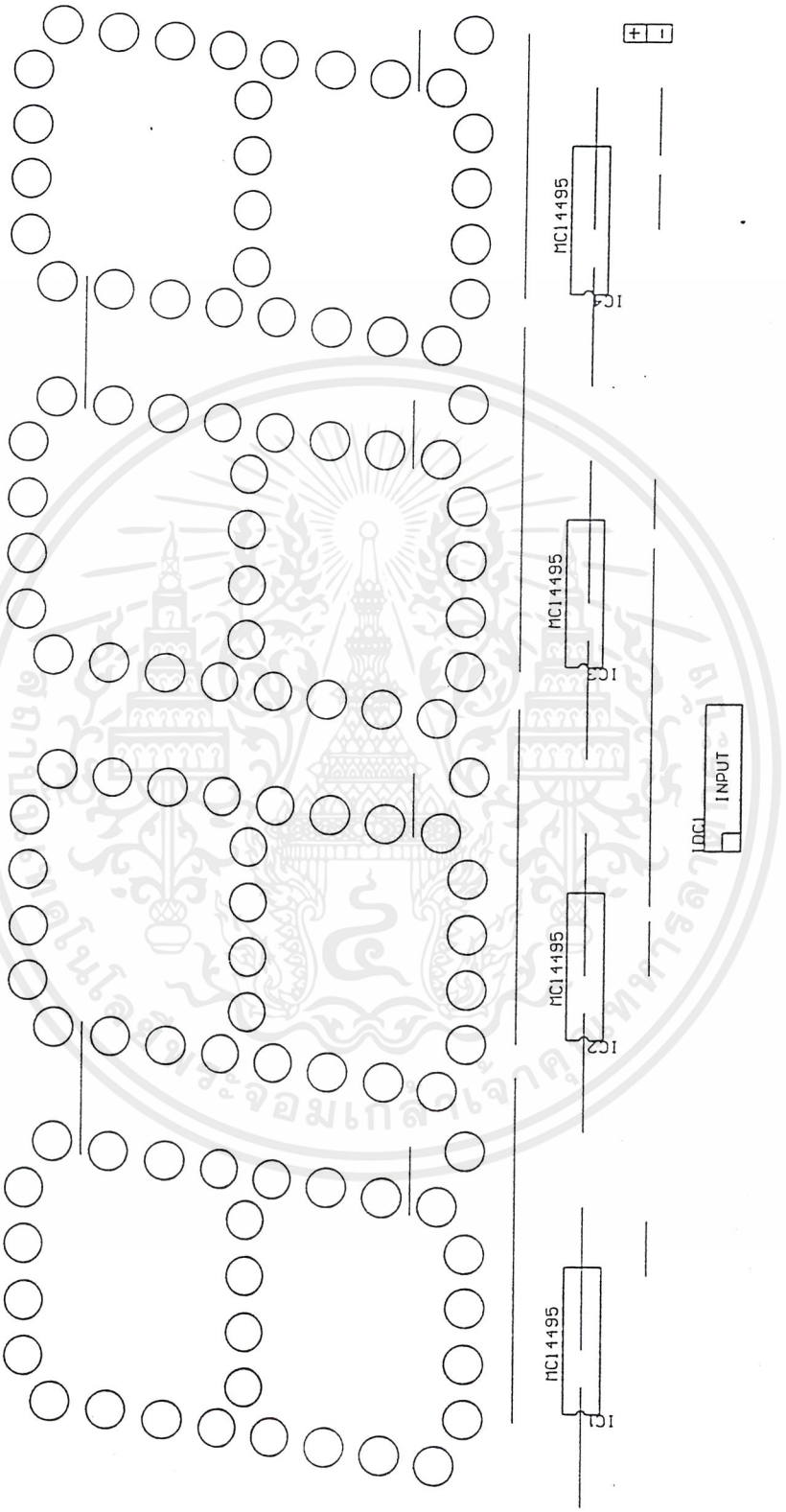
รูปที่ ข.10 ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

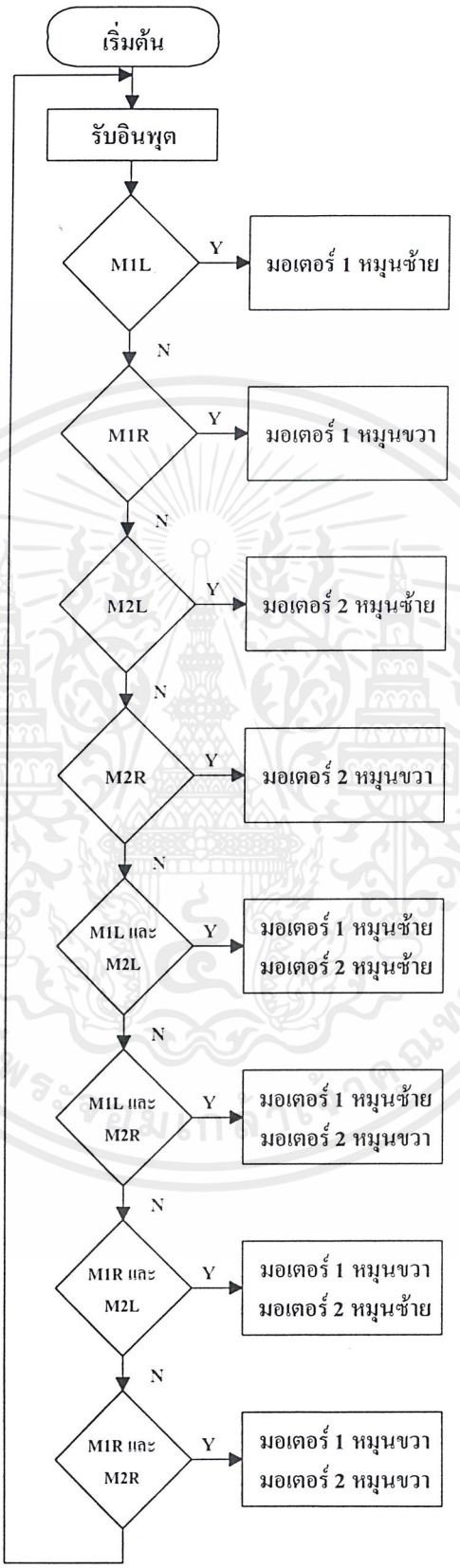


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

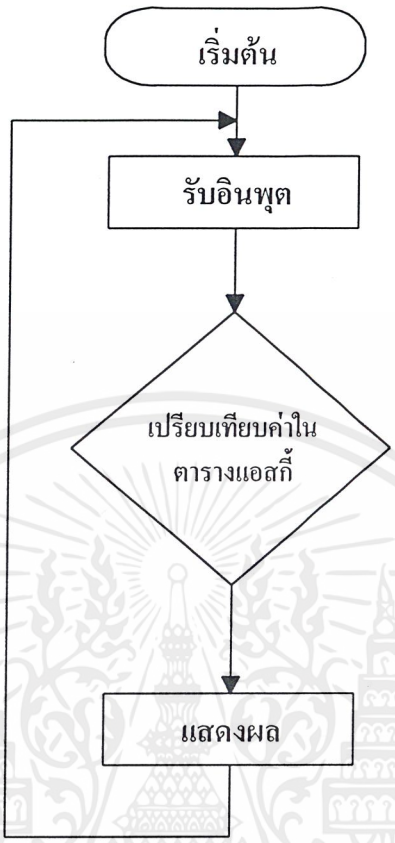
ภาคผนวก ค
ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 ผังการทำงานควบคุมแอลอีดีเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์

```
        ORG   0000H
        ACALL  DELAY
        MOV   P1,#00H
KEY_IN:     MOV   P0,#00H
        MOV   P2,#00H
        MOV   A,P1
        ANL   A,#0FFH

KEY_L1:     CJNE   A,#01H,KEY_R1
            JMP    ROTATE_L1
KEY_R1:     CJNE   A,#02H,KEY_L2
            JMP    ROTATE_R1
KEY_L2:     CJNE   A,#04H,KEY_R2
            JMP    ROTATE_L2
KEY_R2:     CJNE   A,#08H,KEY_LL
            JMP    ROTATE_R2
KEY_LL:     CJNE   A,#05H,KEY_LR
            JMP    ROTATE_LL
KEY_LR:     CJNE   A,#09H,KEY_RL
            JMP    ROTATE_LR
KEY_RL:     CJNE   A,#06H,KEY_RR
            JMP    ROTATE_RL
KEY_RR:     CJNE   A,#0AH,KEY_IN
            JMP    ROTATE_RR

ROTATE_L1: MOV    DPTR,#DATAL1
LOOPL1:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPL1
            JMP    KEY_IN

ROTATE_R1: MOV    DPTR,#DATAR1
LOOPR1:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPR1
            JMP    KEY_IN


ROTATE_L2: MOV    DPTR,#DATAL2
LOOPL2:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPL2
            JMP    KEY_IN

ROTATE_R2: MOV    DPTR,#DATAR2
LOOPR2:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPR2
            JMP    KEY_IN


ROTATE_LL: MOV    DPTR,#DATA2L
LOOPLL:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPLL
            JMP    KEY_IN

ROTATE_LR:  MOV    DPTR,#DATA1L2R
LOOPLR:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPLR
            JMP    KEY_IN


ROTATE_RL:  MOV    DPTR,#DATA1R2L
LOOPRL:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPRL
            JMP    KEY_IN

ROTATE_RR:  MOV    DPTR,#DATA2R
LOOPRR:     CLR    A
            MOVC   A,@A+DPTR
            MOV    P0,A
            MOV    P2,A
            ACALL  DELAY
            INC    DPTR
            CJNE   A,#00H,LOOPRR
            JMP    KEY_IN

;BACKWARD
DATAL1: DB    01H,03H,02H,06H,04H,0CH,08H,09H,00H

;FORWARD
DATAR1: DB    01H,09H,08H,0CH,04H,06H,02H,03H,00H

;BACKWARD
DATAL2: DB    10H,30H,20H,60H,40H,0C0H,80H,90H,00H

;FORWARD
DATAR2: DB    10H,90H,80H,0C0H,40H,60H,20H,30H,00H

;BACKWARD 2 MOTOR
DATA2L: DB    11H,33H,22H,66H,44H,0CCH,88H,99H,00H

;FORWARD  2 MOTOR
DATA2R: DB    11H,99H,88H,0CCH,44H,66H,22H,33H,00H

;M1L,M2R
DATA1L2R: DB    11H,93H,82H,0C6H,44H,6CH,28H,39H,00H

;M1R,M2L
DATA1R2L: DB    11H,39H,28H,6CH,44H,0C6H,82H,93H,00H

DELAY:      MOV    R7,#00AH ;0AH
DELAY1:     MOV    R6,#0FFH
        DJNZ   R6,$
        DJNZ   R7,DELAY1
        RET
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของแอลอีดีเมตริกซ์

```
        ORG     0000H

START:  ACALL   DELAY

KEYIN:  MOV     A,P1
        ANL     A,#0FFH

        MOV     B,#05H  ; FIND START POSITION OF TABLE
        MUL     AB
        MOV     R0,A    ; 8 BIT LOW
        MOV     R1,B    ; 8 BIT HIGH

        MOV     R6,#01H
        MOV     DPTR,#TABLE
        MOV     A,DPH
        ADD     A,R1
        MOV     DPH,A

LP:     MOV     A,R0
        MOVC    A,@A+DPTR
        CPL     A
        MOV     P2,A            ; ROW 0-7 ==> DATA
        MOV     A,R6            ; SCAN COL <== R6
        MOV     P0,A
        ACALL   DELAYDISP
        RL      A
        MOV     R6,A
        INC     R0
        CJNE    R0,#00H,NEXT
        MOV     A,DPH           ; INCREMENT IF DATA R0=FF
        ADD     A,#01H          ; INCREMENT DATA ==> B7 --> B8
        MOV     DPH,A           ;

NEXT:   CJNE    R6,#20H,LP

        JMP     KEYIN

TABLE:  DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
        DB      00H,00H,00H,00H,00H  ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H ;

DB    00H,00H,4FH,00H,00H ;!
DB    00H,07H,00H,07H,00H ;"
DB    14H,7FH,14H,7FH,14H ;#
DB    24H,2AH,7FH,2AH,12H ;$
DB    23H,13H,08H,64H,62H ;%
DB    36H,49H,55H,22H,50H ;&
DB    00H,05H,03H,00H,00H ;'
DB    00H,1CH,22H,41H,00H ;(
DB    00H,41H,22H,1CH,00H ;)
DB    14H,08H,3EH,08H,14H ;*
DB    08H,08H,3EH,08H,08H ;+
DB    00H,50H,30H,00H,00H ;,
DB    08H,08H,08H,08H,08H ;-
DB    00H,00H,60H,60H,00H ;.
DB    20H,10H,08H,04H,02H ;/
DB    3EH,51H,49H,45H,3EH ;0
DB    00H,42H,7FH,40H,00H ;1
DB    42H,61H,51H,49H,46H ;2
DB    21H,41H,45H,4BH,31H ;3
DB    18H,14H,12H,7FH,10H ;4
DB    27H,45H,45H,45H,39H ;5
DB    3CH,4AH,49H,49H,30H ;6
DB    01H,71H,09H,05H,03H ;7
DB    36H,49H,49H,49H,36H ;8
DB    06H,49H,49H,29H,1EH ;9
DB    00H,00H,36H,36H,00H ;:
DB    00H,00H,56H,36H,00H ;;
DB    08H,14H,22H,41H,00H ;<
DB    14H,14H,14H,14H,14H ;=
DB    00H,41H,22H,14H,08H ;>
DB    02H,01H,51H,09H,06H ;?
DB    32H,49H,49H,41H,3EH ;@
DB    7EH,11H,11H,11H,7EH ;A
DB    7EH,49H,49H,49H,36H ;B
DB    3EH,41H,41H,41H,22H ;C
DB    7EH,41H,41H,22H,1CH ;D
DB    7EH,49H,49H,49H,41H ;E
DB    7EH,09H,09H,09H,01H ;F
DB    3EH,41H,49H,49H,7AH ;G
DB    7FH,08H,08H,08H,7FH ;H
DB    00H,41H,7FH,41H,00H ;I
DB    20H,40H,41H,3FH,01H ;J
DB    7FH,08H,14H,22H,41H ;K
DB    7FH,40H,40H,40H,40H ;L
DB    7FH,02H,0CH,02H,7FH ;M
DB    7FH,04H,08H,10H,7FH ;N
DB    3EH,41H,41H,41H,3EH ;O
DB    7FH,09H,09H,09H,06H ;P
DB    3EH,41H,51H,21H,5EH ;Q
DB    7FH,09H,19H,29H,46H ;R
DB    46H,49H,49H,49H,31H ;S
DB    01H,01H,7FH,01H,01H ;T
DB    3FH,40H,40H,40H,3FH ;U
DB    1FH,20H,40H,20H,1FH ;V
DB    3FH,40H,38H,40H,3FH ;W
DB    63H,14H,08H,14H,63H ;X
DB    07H,08H,70H,08H,07H ;Y
DB    61H,51H,49H,45H,43H ;Z
DB    00H,7FH,41H,41H,00H ;[
DB    02H,04H,08H,10H,20H ;\
DB    00H,41H,41H,7FH,00H ;]
DB    04H,02H,01H,02H,04H ;^
DB    40H,40H,40H,40H,40H ;_
DB    00H,01H,02H,04H,00H ;`
DB    20H,54H,54H,54H,78H ;a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DB    7FH,48H,44H,44H,38H  ;b
DB    38H,44H,44H,44H,20H  ;c
DB    38H,44H,44H,48H,7FH  ;d
DB    38H,54H,54H,54H,18H  ;e
DB    08H,7EH,09H,01H,02H  ;f
DB    0CH,52H,52H,52H,3EH  ;g
DB    7FH,08H,04H,04H,78H  ;h
DB    00H,44H,7DH,40H,00H  ;i
DB    20H,40H,44H,3DH,00H  ;j
DB    7FH,10H,28H,44H,00H  ;k
DB    00H,41H,7FH,40H,00H  ;l
DB    7CH,04H,18H,04H,78H  ;m
DB    7CH,08H,04H,04H,78H  ;n
DB    38H,44H,44H,44H,38H  ;o
DB    7CH,14H,14H,14H,08H  ;p
DB    08H,14H,14H,18H,7CH  ;q
DB    7CH,08H,04H,04H,08H  ;r
DB    48H,54H,54H,54H,20H  ;s
DB    04H,3FH,44H,40H,20H  ;t
DB    3CH,40H,40H,20H,7CH  ;u
DB    1CH,20H,40H,20H,1CH  ;v
DB    3CH,40H,30H,40H,3CH  ;w
DB    44H,28H,10H,28H,44H  ;x
DB    0CH,50H,50H,50H,3CH  ;y
DB    44H,64H,54H,4CH,44H  ;z
DB    00H,08H,36H,41H,00H  ;{
DB    00H,00H,0E7H,00H,00H ;|
DB    00H,41H,36H,08H,00H  ;}
DB    02H,01H,02H,02H,01H  ;~
DB    0CH,0AH,09H,0AH,0CH  ;□

DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
DB    00H,00H,00H,00H,00H  ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
DB 00H,00H,00H,00H,00H ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;
        DB    00H,00H,00H,00H,00H ;

DELAY:  MOV   R3,#0FFH  ;01H
DELAY1: MOV   R4,#0FFH ;00H
        DJNZ  R4,$
        DJNZ  R3,DELAY1
        RET

DELAYDISP:  MOV   R3,#01H ;01H
DELAYDISP1: MOV   R4,#00H ;00H
            DJNZ  R4,$
            DJNZ  R3,DELAYDISP1
            RET

            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 1

วิธีการป้อนโปรแกรม

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเขียนโปรแกรมบน PLC เบื้องต้น
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมเบื้องต้นบน PLC ได้

ทฤษฎี

1 การเคลียร์ Password

2. การเคลียร์ Memory

3. การแทรกโปรแกรม (Insert)

4. การลบโปรแกรม (Delete)

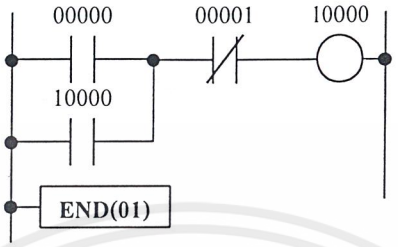
5. การตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นบิต

6. การตรวจสอบและเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็น Word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมจากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น

สามารถเขียนเป็นชุดคำสั่งบูลีนได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 โปรแกรมการทำงาน

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00000
00001	OR	10000
00002	AND NOT	00001
00003	OUT	10000
00004	END(01)	

2. ตรวจสอบสภาวะของ Relay 00000, 00001 และ 10000 ต่อวงจรทดลองจริง และใช้คำสั่ง Set, Reset บันทึกผลการทดลอง

3. ทำการแทรกโปรแกรมที่ Address 00004 ด้วย OUT 10001 ทดลองและบันทึกผลการทดลอง

4.ทำการลบโปรแกรมที่ Address 00004 ด้วย OUT 10001 ทดลองและบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

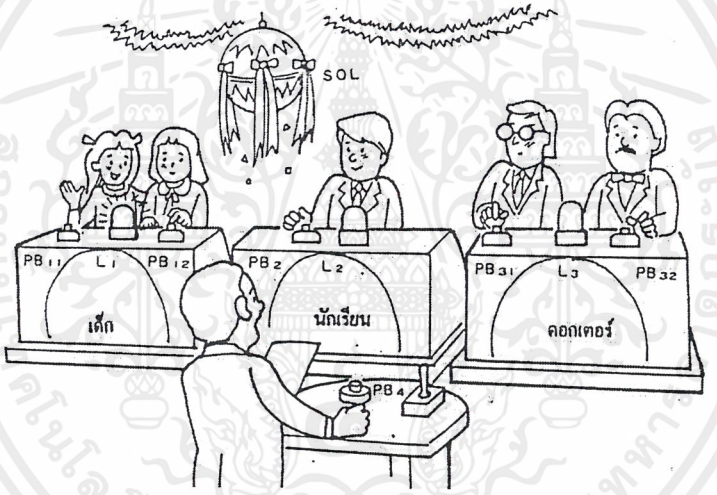
ใบงานที่ 2

ไฟแสดงผลเกมส์โชว์

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถออกแบบการควบคุมแบบซีเควนซ์แบบง่ายๆ ได้
2. นักศึกษาสามารถป้อนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ข้อกำหนดการควบคุม



รูปที่ 2.1 รูปแบบการตอบปัญหาเกมส์โชว์

1.ผู้ดำเนินรายการทายปัญหา โต๊ะที่กดปุ่มเร็วที่สุดจะทำให้หลอดไฟติดสว่างที่โต๊ะนั้น

1.1 หลอดไฟจะติดค้างจนกระทั่ง ผู้ดำเนินรายการกดปุ่ม PB4

1.2 เมื่อหลอดไฟติด จะต้องตอบปัญหาภายในเวลา 10 วินาที เพราะจะมีหลอดไฟกระพริบที่ SOL เมื่อครบ 10 วินาที

2. การกดปุ่มของผู้ตอบปัญหามีเงื่อนไขดังนี้

2.1 โต๊ะเด็กจะกดปุ่ม PB11 หรือ PB12 ปุ่มใดปุ่มหนึ่งก็ได้จะทำให้หลอดสว่าง

2.2 โต๊ะนักเรียนกดปุ่ม PB2 จะทำให้หลอดสว่าง

2.3 โต๊ะด๊อกเตอร์กดปุ่ม PB31 และ PB32 พร้อมๆ กันจะทำให้หลอดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

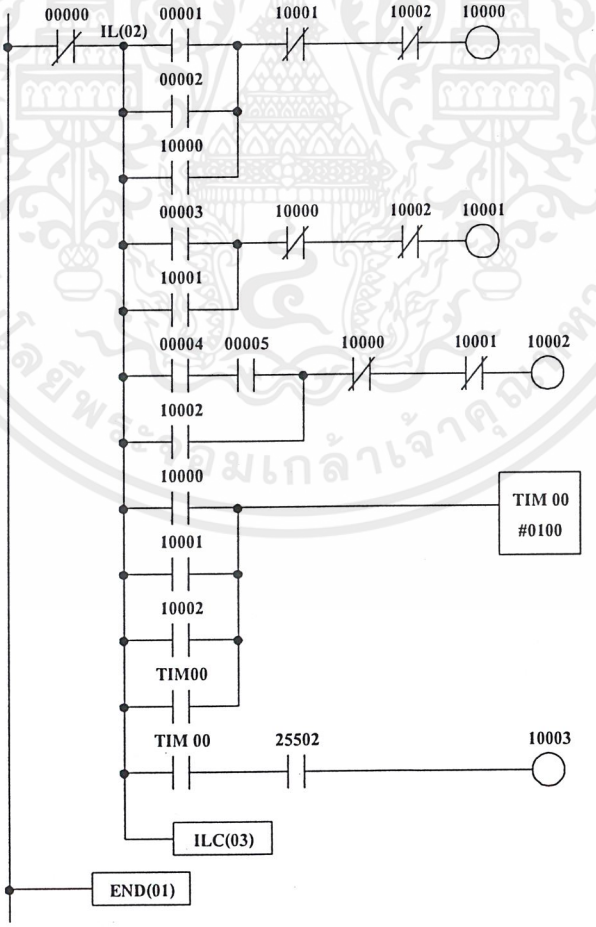
ลำดับขั้นการทดลอง

1. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้

2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

ตารางที่ 2.1 การกำหนดอินพุตและเอาต์พุต

อินพุต	หมายเหตุ	เอาต์พุต	หมายเหตุ
00000	PB4	10000	L1
00001	PB11	10001	L2
00002	PB12	10002	L3
00003	PB2	10003	SOL
00004	PB31		
00005	PB32		



รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 โปรแกรมการทำงาน

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00000
00001	IL(02)	
00002	LD	00001
00003	OR	00002
00004	OR	10000
00005	AND NOT	10001
00006	AND NOT	10002
00007	OUT	10000
00008	LD	00003
00009	OR	10001
00010	AND NOT	10000
00011	AND NOT	10002
00012	OUT	10001
00013	LD	00004
00014	AND	00005
00015	OR	10002
00016	AND NOT	10000
00017	AND NOT	10001
00018	OUT	10002
00019	LD	10000
00020	OR	10001
00021	OR	10002
00022	OR TIM	00
00023	TIM	00
		#0100
00024	LD TIM	00
00025	AND	25502
00026	OUT	10003
00027	ILC(03)	
00028	END(01)	

3. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN

4. ลองโยกสวิตช์ 00001 หรือ 00002 ในลักษณะเปิด/ปิดจะเห็นได้ว่าหลอด 10000 จะติดสว่าง และ 10 วินาทีจากหลอด 10000 ติดสว่าง จะมีหลอด 10003 ติดกระพริบ ในขณะนั้นลองโยกสวิตช์ 00003 หรือ 00004 หรือ 00005 ในลักษณะเปิด/ปิดจะไม่ทำให้หลอด 10001 หรือ 10002 ติดสว่าง เมื่อโยกสวิตช์ 00000 ในลักษณะเปิด/ปิดจะทำให้หลอด 10000 ที่สว่างอยู่ และ 10003 ที่กระพริบอยู่ ดับลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การโยกสวิตช์ของ 00003 ก็จะทำงานเหมือนกับ 00001 หรือ 00002 แต่จะเป็นหลอด 10001 ติดสว่างแทน

6. การโยกสวิตช์ 00004 กับ 00005 ก็จะทำงานเหมือนกับ 00001 หรือ 00002 และ 00003 แต่จะเป็นหลอด 10002 ติดสว่างแทน

7.ลองทดลองด้วยตัวเองเหมือนผู้ตอบและผู้ดำเนินรายการ โยกสวิตช์ต่างๆ ดูการทำงานของวงจรและบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 2.3 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับการโยกสวิตช์อินพุต ON-OFF			เอาต์พุต		
1	**2**	**3**	**10000**	**10001**	**10002**
00001,00002	00003	00004 + 00005			
00003	00004 + 00005	00001,00002			
00004 + 00005	00001,00002	00003			
00001,00002	00004 + 00005	00003			
00003	00001,00002	00004 + 00005			
00004 + 00005	00003	00001,00002			

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 3
การแปลงรหัสแอสกี้

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถใช้งานคำสั่ง MOVE - MOV (21) และ ASCII CONVERT - ASC (86) ได้

2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ทฤษฎี

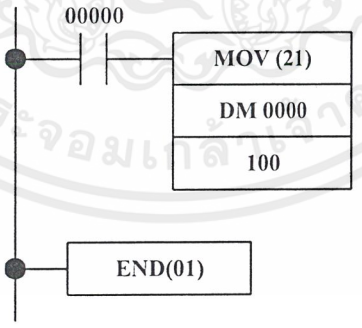
วงจรภาคแสดงผลแบบแอลอีดีเมตริกซ์ จะใช้แสดงรหัส แอสกี้ โดยรับข้อมูลจาก D0-D7 และจะแสดงข้อมูลที่รับมาตั้งแต่ 21_H ถึง $7F_H$ ทั้งหมด 95 รูปแบบ

การทดลองที่ 1 การใช้งานคำสั่ง MOV(21) ในการป้อนค่ารหัสแอสกี้

ลำดับขั้นการทดลอง

1.เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้

2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

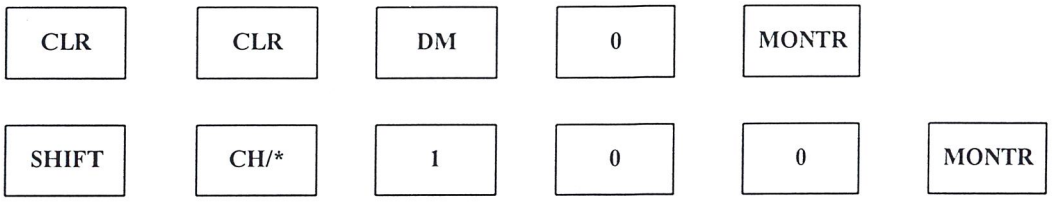


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น

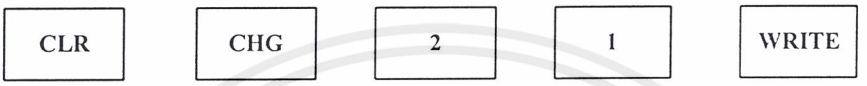
3. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง MONITOR

4. ตรวจสอบค่าสภาวะของ DM 0000 และ CH 100 ด้วยการกดคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5. กำหนดค่าเริ่มต้นให้ DM0000 โดยการกดคีย์



6. โยกสวิตช์ 0000 ค้างไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ CH100 และภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์

7. เปลี่ยนค่าของ DM0000 ตามตารางการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

DM0000	CH100	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0021		
002F		
0031		
003F		
0041		
004F		
0051		
005F		
006A		
007F		

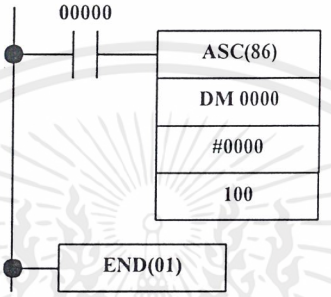
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การใช้งานคำสั่ง ASC(86) ในการป้อนค่ารหัสแอสกี้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้

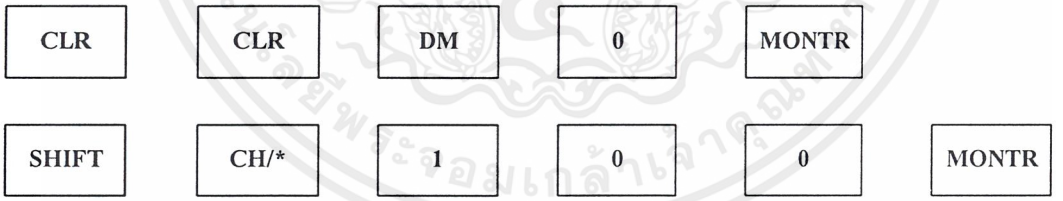
2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม



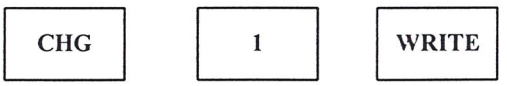
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น

3. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN

4. ตรวจสอบค่าสภาวะของ DM0000 และ CH100 ด้วยการกดคีย์



5. เปลี่ยนค่า DM0000 เป็น 0001 ด้วยการกดคีย์



6. โยกสวิตช์ 0000 ค้างไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ CH100 และภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์

7. เปลี่ยนค่าของ DM0000 ตามตางรางการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง

DM0000	CH100	ภาคแสดงผลแอลอีดีเมตริกซ์
0000		
0001		
0002		
0003		
0004		
0005		
0006		
0007		
0008		
0009		
000A		
000B		
000C		
000D		
000E		
000F		

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 4

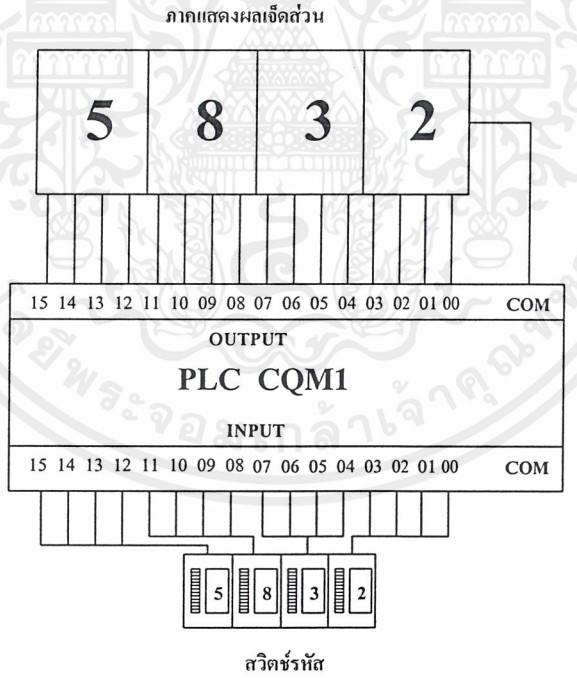
การตั้งค่าเวลาของ Timer จากอุปกรณ์ภายนอก

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถตั้งค่าเวลาของ Timer จากอุปกรณ์ภายนอกได้
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ลำดับขั้นการทดลอง

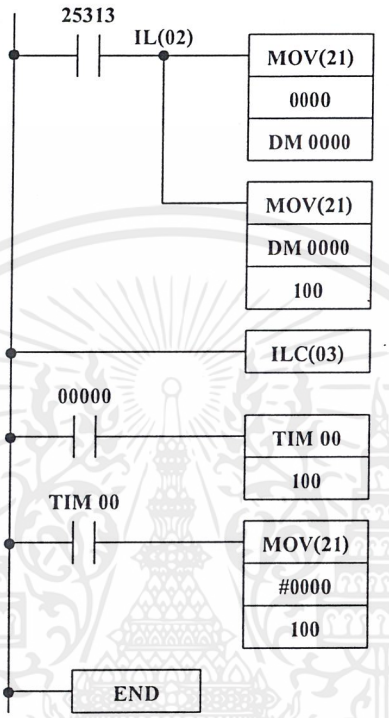
1. ต่อสวิตช์รหัส และภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ดังรูปที่ 4.1 เป็นการต่อสวิตช์รหัสเข้ากับอินพุตของ PLC ที่ CH00 ตั้งค่ารหัส BCD ได้ 4 หลัก สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 0000 - 9999 และต่อเอาต์พุตของ PLC เข้ากับภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน ที่ CH100 แสดงผลได้ 16 บิต คือ 0000 - FFFF



รูปที่ 4.1 การต่อวงจรสวิตช์รหัสและภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้ในตารางที่ 4.1 เพื่อตั้งเวลาจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิตช์รหัสจาก CH00 ให้กับ TIMER00 และแสดงผลด้วยภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน



รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการตั้งค่าเวลาของ Timer

ตารางที่ 4.1 โปรแกรมการตั้งค่าเวลาของ Timer

Address	Instruction	Operand
00000	LD	25313
00001	IL (02)	
00002	MOV (21)	000
		DM 0000
00003	MOV (21)	DM 0000
		100
00004	ILC (03)	
00005	LD	00000
00006	TIM	00
		100
00007	LD TIM	00
00008	MOV (21)	#0000
		100
00009	END (01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

4. เลื่อนโหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Monitor ดูสภาวะของ DM 0000 ,TIM 00 และ CH100

5. เลื่อนสวิตช์อินพุตอยู่ตำแหน่ง "OFF" กำหนดค่าของสวิตช์รหัส (หลักสุดท้ายมีค่าเป็นจำนวนคู่)

6. เลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่งของ "THUMBWHELL" เพิ่มค่าสวิตช์รหัสขึ้น 1 ค่า

7. สังเกตสถานะการทำงานของ TIMER 00 บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ การเลือกค่าของสวิตช์รหัสในที่นี้ ขอกำหนดให้หลักสุดท้ายมีค่าเป็นจำนวนคู่เท่านั้น ทั้งนี้เพราะโปรแกรมจะเริ่มตั้งค่าได้ก็ต่อเมื่อมีการเลือก สวิตช์รหัส ณ ตำแหน่งที่ 00000 ให้มีสภาวะ "ON"

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 5

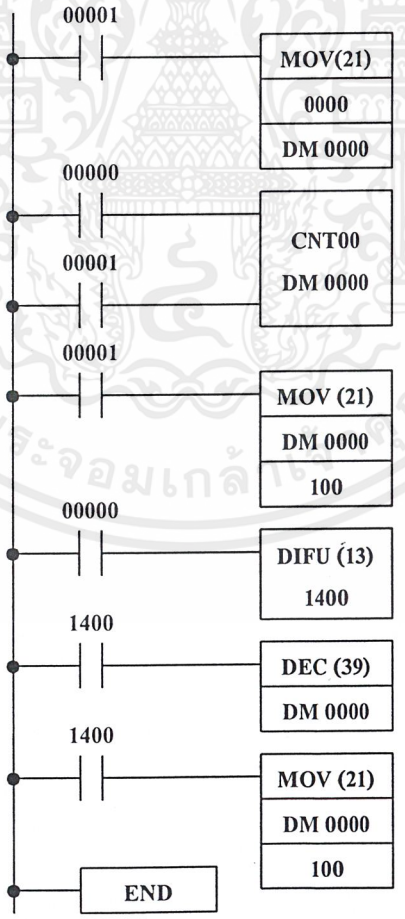
การตั้งค่าจำนวนนับของ COUNTER จากอุปกรณ์ภายนอก

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถตั้งค่าจำนวนนับของ COUNTER จากอุปกรณ์ภายนอกได้
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้
2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม



รูปที่ 5.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการตั้งค่าจำนวนนับของ Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เขียนโปรแกรมเพื่อตั้งค่าจำนวนนับจากอุปกรณ์ที่เป็น “THUMBWHEEL SWITCH” จาก CH 00 ให้กับ COUNTER 00 (CNT 00) และแสดงผลด้วยภาคแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

ตารางที่ 5.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานการตั้งค่าจำนวนนับของ Counter

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00001
00001	MOV (21)	000
		DM 0000
00002	LD	00000
00003	LD	00001
00004	CNT	00
		DM 0000
00005	LD	00001
00006	MOV (21)	DM 0000
		100
00007	LD	00000
00008	DIFU (13)	1400
00009	LD	1400
00010	DEC (39)	DM 0000
00011	LD	1400
00012	MOV (21)	DM 0000
		100
00013	END (01)	

3. เลื่อนโหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง MONITOR ดูสภาวะของ DM 0000,CNT 00และ CH 100

4. เลื่อนสวิตช์อินพุตอยู่ตำแหน่ง “OFF” กำหนดค่าสวิตช์รหัส (หลักสุดท้ายมีค่าเป็น “3” หรือ “7”)

5. เลื่อนสวิตช์อินพุตไปที่ตำแหน่งของ “THUMBWHEEL SWITCH”

6. เลื่อนสวิตช์ไปที่ตำแหน่งของ “SWITCH SIMULATOR” และเปิด/ปิดสวิตช์ 00000 ตามจำนวนของค่าที่ตั้งที่สวิตช์รหัส

7. สังเกตการทำงานของ COUNTER 00 และบันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ การเลือกค่าของสวิตช์รหัส ในที่นี้ขอกำหนดข้อมูลให้หลักสุดท้ายมีค่าเป็น “3” หรือ “7” เท่านั้น ทั้งนี้เพราะโปรแกรมจะเริ่มตั้งค่าจำนวนนับได้ต่อเมื่อมีการเลือกสวิตช์รหัส ณ ตำแหน่ง 00000 และ 00001 ให้มีสภาวะ “ON”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

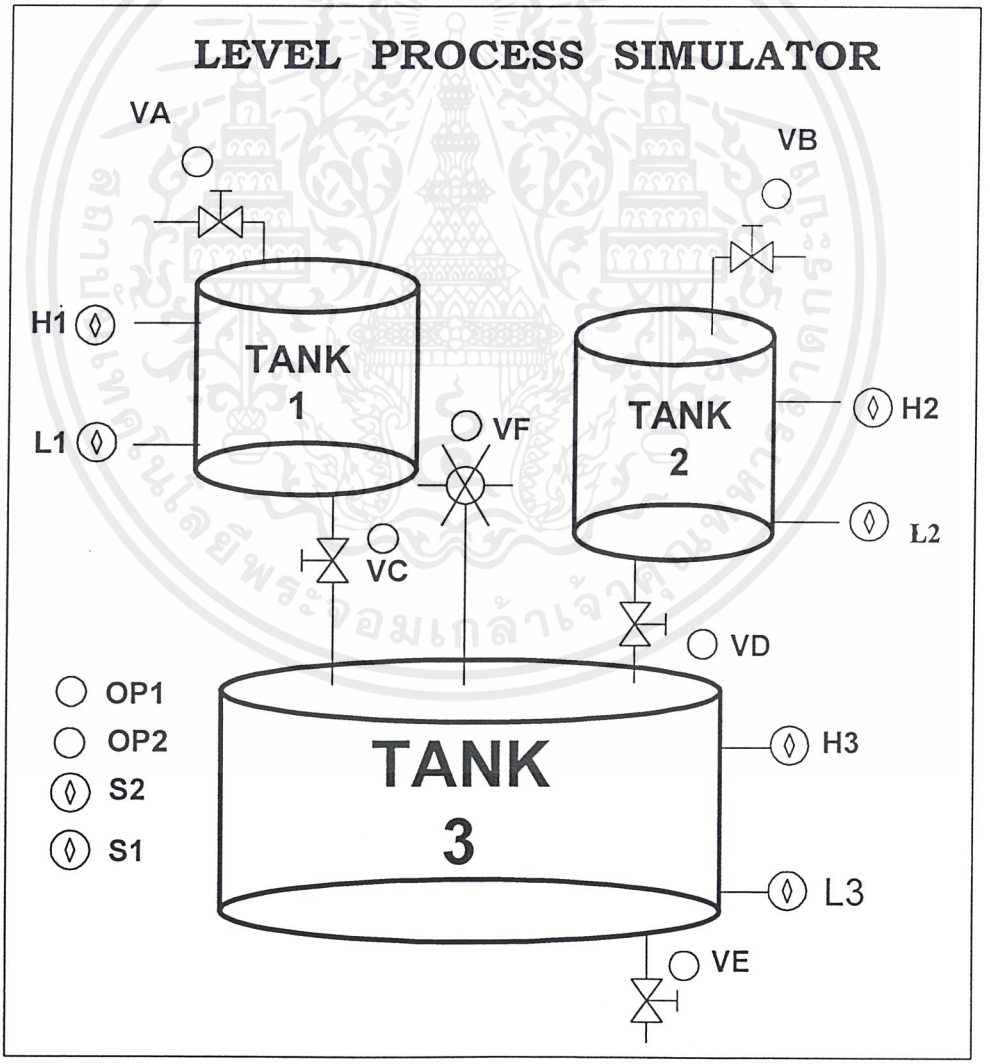
ใบงานที่ 6

การควบคุมระดับน้ำ

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถออกแบบซีเควนซ์ในการประยุกต์ใช้ควบคุมระดับน้ำได้
2. นักศึกษาสามารถออกแบบการควบคุมระดับน้ำแบบซีเควนซ์ได้
3. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ทฤษฎี



รูปที่ 6.1 แผงวงจรจำลองการควบคุมระดับของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดระดับของเหลว รวมทั้งการควบคุมจะใช้สวิตช์ และแอลอีดีในการแสดงผลการจำลองการทำงาน โดยมีข้อกำหนดดังในตารางที่ 6.1 สำหรับการต่อใช้งานจะต่อเข้าที่อินพุต และเอาต์พุตของ PLC โดยตรง และควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมจาก PLC

ตารางที่ 6.1 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

อุปกรณ์	การควบคุม
VA	วาล์วปล่อยของเหลวแทงค์ 1
VB	วาล์วปล่อยของเหลวแทงค์ 2
VC	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 1
VD	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 2
VE	วาล์วระบายของเหลวแทงค์ 3
VF	สัญญาณเตือน เมื่อไม่มีของเหลวในแทงค์ 3
H1	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VC
H2	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VD
H3	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VE
L1	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VA
L2	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VB
L3	ควบคุมการทำงานของวาล์ว VF
OPR1	สวิตช์ควบคุมวาล์วของแทงค์ 1
OPR2	สวติช์ควบคุมวาล์วของแทงค์ 2
S1	สวิตช์ควบคุมระบบตัวที่ 1
S2	สวิตช์ควบคุมระบบตัวที่ 2

สวิตช์ L1 กับ H1 , L2 กับ H2 , L3 กับ H3, แอลอีดีแสดงวาล์ว VA กับ VC และ VB กับ VD จะทำงานสัมพันธ์กันโดยจะสลับกันทำงานไม่สามารถทำงานได้พร้อมกัน หลักการทำงานเมื่อของเหลวในแทงค์ 1 มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L1 สั่งในวาล์ว VA ทำงานเมื่อวาล์ว VA ทำงาน โดยจะจำลองการทำงานของวาล์ว VA โดยให้แอลอีดีติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H1 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VA ปิด เป็นผลทำให้แอลอีดีของ VA ดับ ในทำนองเดียวกันที่แทงค์ 2 เมื่อของเหลวในแทงค์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L2 สั่งในวาล์ว VB ทำงานเมื่อวาล์ว VB ทำงาน แอลอีดีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์ว VB จะติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H2 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VB ปิด เป็นผลทำให้แอลอีดีของ VB ดับ ส่วนในการทำงานของแทงค์ 3 เมื่อของเหลวในแทงค์มีค่าอยู่ในระดับต่ำ สวิตช์ L3 สั่งในวาล์ว VC และ VD ทำงานเมื่อวาล์วทำงาน แอลอีดีของวาล์ว VC และ VD จะติด และเมื่อของเหลวสูงถึงระดับสูง สวิตช์ H3 จะทำงานสั่งให้วาล์ว VC และ VD ปิด เป็นผลให้แอลอีดีของ VC และ VD ดับ ในการควบคุมสามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และควบคุมโดยผู้ควบคุมเองได้

การทดลองที่ 1 จงเขียนโปรแกรมควบคุมระดับของเหลวแบบควบคุมด้วยมือ ที่แทงค์ที่ 1 การปิด/เปิดวาล์ว เริ่มจากปล่อยของเหลวลงในแทงค์ที่ 1 เมื่อของเหลวเต็มแทงค์แล้ว ให้ระบายออกแล้วปล่อยของเหลวใหม่ กำหนดอินพุต และเอาต์พุตของ PLC ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการควบคุม

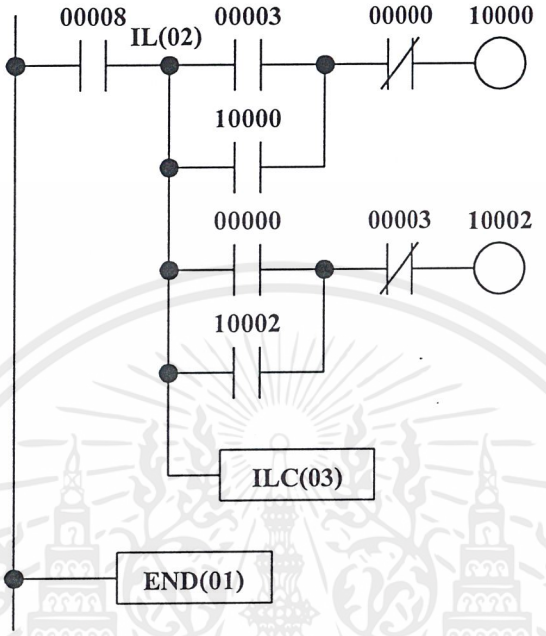
อินพุต	อุปกรณ์	เอาต์พุต	อุปกรณ์
00000	H1	10000	VA
00001	H2	10001	VB
00002	H3	10002	VC
00003	L1	10003	VD
00004	L2	10004	VE
00005	L3	10005	VF
00006	OPR1		
00007	OPR2		
00008	S1		
00009	S2		

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้
2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม
3. เลื่อนสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN
4. โยกสวิตช์ S1 ค้างไว้
5. โยกสวิตช์ L1 ลักษณะเปิด/ปิดสังเกตการทำงาน
6. โยกสวิตช์ H1 ลักษณะเปิด/ปิดสังเกตการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำซ้ำข้อ 5 และข้อ 6 ใหม่ พร้อมบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 6.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมระดับแบบควบคุมด้วยมือ

ตารางที่ 6.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานการควบคุมระดับแบบควบคุมด้วยมือ

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00008
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	AND NOT	00000
00005	OUT	10000
00006	LD	00000
00007	OR	10002
00008	AND NOT	00003
00009	OUT	10002
00010	ILC(03)	
00011	END(01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางที่ 6.4 ตารางบันทึกผลการทดลอง

อินพุต		เอาต์พุต	
00000	**00003**	**10000**	**10002**
1	0		
0	1		

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 จงเขียนโปรแกรมควบคุมระดับของเหลวในแทงค์ที่ 1 แบบอัตโนมัติ การทำงานเริ่มจากปล่อยของเหลวลงในแทงค์ที่ 1 เมื่อของเหลวเต็มแทงค์แล้ว ให้ระบายออกและปล่อยของเหลวใหม่ โดยที่กำหนดให้

H1 = TIMER 00 ; # 5 วินาที

L1 = TIMER 01 ; # 5 วินาที

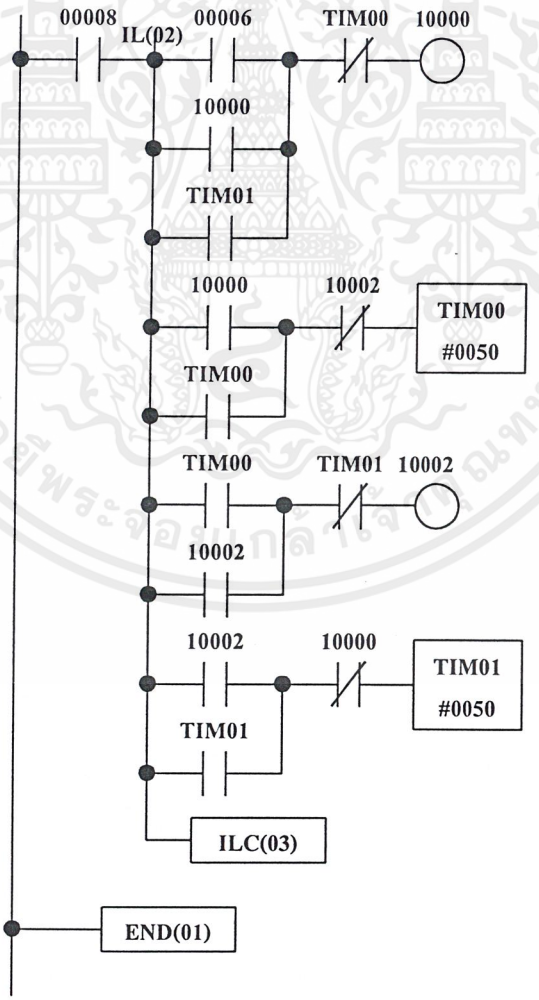
S1 = สวิตช์ควบคุมระบบตัวที่ 1

OPR1 = สวิตช์ควบคุมวาล์วของแทงค์ 1

ลำดับขั้นการทดลอง

1.เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้

2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม



รูปที่ 6.3 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมระดับของแทงค์ 1 แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมระดับของแทงค์ 1 แบบอัตโนมัติ

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00008
00001	IL(02)	
00002	LD	00006
00003	OR	10000
00004	OR TIM	01
00005	AND NOT TIM	00
00006	OUT	10000
00007	LD	10000
00008	OR TIM	00
00009	AND NOT	10002
00010	TIM	00
		#0050
00011	LD TIM	00
00012	OR	10002
00013	AND NOT TIM	01
00014	OUT	10002
00015	LD	10002
00016	OR TIM	01
00017	AND NOT	10000
00018	TIM	01
		#0050
00019	ILC(03)	
00020	END(01)	

3. เลื่อนสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN
4. กดสวิตช์ S1 ค้างไว้
5. กดสวิตช์ OPR1 สังเกตการทำงานบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดใบงานที่ 6

จงเขียนโปรแกรมการควบคุมระดับของเหลว แทงค์1 และ แทงค์2 แบบอัตโนมัติ เริ่มจากปล่อยของเหลวลง แทงค์1 และ แทงค์2 เมื่อเต็ม แทงค์1 และ แทงค์2 แล้วให้ระบายออก และปล่อยของเหลวใหม่

กำหนดให้

S1 = สวิตช์ควบคุมระบบ

OPR1 = สวิตช์ควบคุมแทงค์ 1

OPR2 = สวิตช์ควบคุมแทงค์ 2

มีการทำงานคือ เริ่มจาก VA และ VB ทำงาน จากนั้นหยุดทำงานในเวลา 5 วินาทีและ 8 วินาทีตามลำดับ เมื่อ VA หยุดทำงานให้ VC ทำงานภายใน 5วินาที หยุดการทำงาน วนกลับไปที่ VA ใหม่ เช่นกันเมื่อ VB หยุดการทำงาน ให้ VD ทำงานภายใน 8 วินาที หยุดการทำงานและวนกลับไปที่ VB ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 7

การควบคุมระดับของเหลวพร้อมสัญญาณเตือน

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถออกแบบซีเควนซ์ในการประยุกต์ใช้ควบคุมระดับน้ำได้
2. นักศึกษาสามารถออกแบบการควบคุมระดับน้ำแบบซีเควนซ์ได้
3. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

การทดลองที่ 1 จงเขียนโปรแกรมควบคุมระดับของเหลวในแทงค์ 1, แทงค์ 2 และแทงค์ 3 แบบควบคุมด้วยมือ โดยมีการทำงานดังนี้

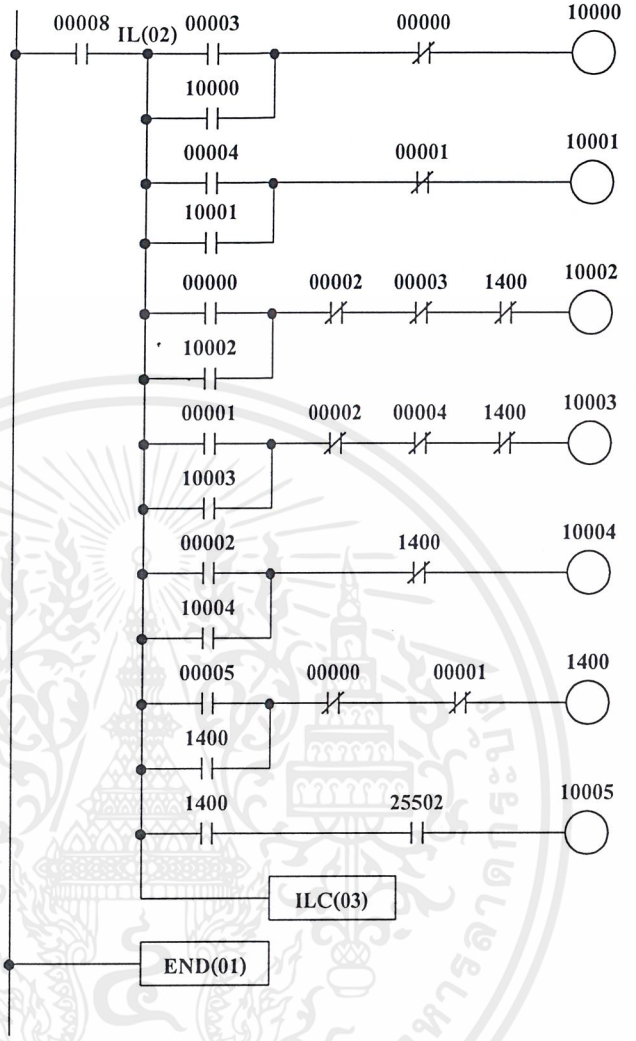
1. เริ่มจากระดับของเหลวแทงค์ 1 เพิ่มขึ้นก่อน และแทงค์ 2 เพิ่มขึ้นตาม
2. เมื่อแทงค์ 1 และแทงค์ 2 เต็มให้ระบายออกลง แทงค์ 3
3. เมื่อแทงค์ 3 ได้ของเหลวจากแทงค์ 1 และแทงค์ 2 ทั้งหมดแล้วจึงระบายออก
4. เมื่อแทงค์ 3 ไม่มีของเหลวให้สัญญาณเตือน

ลำดับขั้นการทดลอง

1.เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้

2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม
3. เลื่อนสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN
4. โยกสวิตช์ S1 ค้างไว้
5. เริ่มจากโยกสวิตช์ L1 และ L2 ลักษณะเปิด/ปิดสังเกตผลการทดลอง
6. โยกสวิตช์ H1 และ H2 ลักษณะเปิด/ปิดสังเกตผลการทดลอง
7. โยกสวิตช์ H3 สังเกตผลการทดลอง
8. โยกสวิตช์ L3 สังเกตผลการทดลอง
9. ทำซ้ำข้อ 4 ถึง 7 พร้อมบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง 3 แบบควบคุมด้วยมือ

ตารางที่ 7.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง 3 แบบควบคุมด้วยมือ

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00008
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	AND NOT	00000
00005	OUT	10000
00006	LD	00004
00007	OR	10001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง แทงค์ 3 แบบควบคุมด้วยมือ

Address	Instruction	Operand
00008	AND NOT	00001
00009	OUT	10001
00010	LD	00000
00011	OR	10002
00012	AND NOT	00002
00013	AND NOT	00003
00014	AND NOT	1400
00015	OUT	10002
00016	LD	00001
00017	OR	10003
00018	AND NOT	00002
00019	AND NOT	00004
00020	AND NOT	1400
00021	OUT	10003
00022	LD	00002
00023	OR	10004
00024	AND NOT	1400
00025	OUT	10004
00026	LD	00005
00027	OR	1400
00028	AND NOT	00000
00029	AND NOT	00001
00030	OUT	1400
00031	LD	1400
00032	AND	25502
00033	OUT	10005
00034	ILC(03)	
00035	END(01)	

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

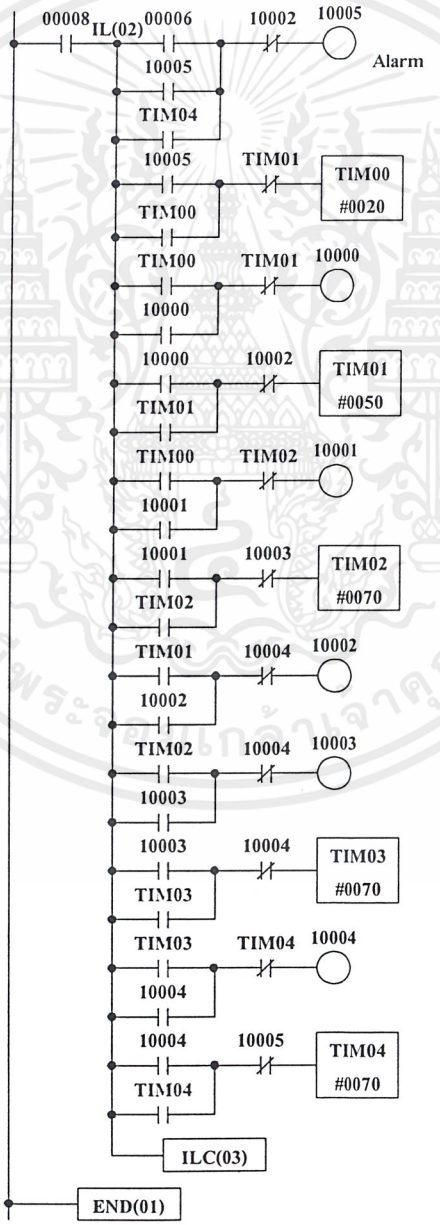
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 จงเขียนโปรแกรมควบคุมระดับของเหลวแทงค์ 1, แทงค์ 2 และแทงค์ 3 แบบอัตโนมัติ โดย เริ่มจากไม่มีระดับของเหลวที่แทงค์ 1 และแทงค์ 2 และเมื่อของเหลวแทงค์ 1 และแทงค์ 2 เต็มให้ระบายออกลงแทงค์ 3 โดย VF จะทำงานเมื่อไม่มีระดับของเหลวและเมื่อของเหลวเต็มแทงค์ 3 ก็ให้ระบายออก

ลำดับขั้นการทดลอง

1. เลือกสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง Program และเขียนโปรแกรมตาม แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ที่กำหนดให้



รูปที่ 7.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง 3 แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง 3 แบบอัตโนมัติ

Address	Instruction	Operand
00000	LD	00008
00001	IL(02)	
00002	LD	00006
00003	OR	10005
00004	OR TIM	04
00005	AND NOT	10002
00006	OUT	10005
00007	LD	10005
00008	OR TIM	00
00009	AND NOT TIM	01
00010	TIM	00
		#0020
00011	LD TIM	00
00012	OR	10000
00013	AND NOT TIM	01
00014	OUT	10000
00015	LD	10000
00016	OR TIM	01
00017	AND NOT	10002
00018	TIM	01
		#0050
00019	LD TIM	00
00020	OR	10001
00021	AND NOT TIM	02
00022	OUT	10001
00023	LD	10001
00024	OR TIM	02
00025	AND NOT	10003
00026	TIM	02
		#0070
00027	LD TIM	01
00028	OR	10002
00029	AND NOT	10004
00030	OUT	10002
00031	LD TIM	02
00032	OR	10003
00033	AND NOT	10004
00034	OUT	10003
00035	LD	10003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมระดับแทงค์ 1 ถึง 3 แบบอัตโนมัติ

Address	Instruction	Operand
00036	OR TIM	03
00037	AND NOT	10004
00038	TIM	03
		#0070
00039	LD TIM	03
00040	OR	10004
00041	AND NOT TIM	04
00042	OUT	10004
00043	LD	10004
00044	OR TIM	04
00045	AND NOT	10005
00046	TIM	04
		#0070
00047	ILC(03)	
00048	END(01)	

2. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม
3. เลื่อนสวิตช์โหมดการใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง RUN
4. โยกสวิตช์ S1 ค้างไว้
5. กดสวิตช์ OPR1 สังเกตการทำงานและบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดใบงานที่ 7

จงเขียนโปรแกรมควบคุมระดับของเหลว แทงค์ 1, แทงค์ 2 และ แทงค์ 3 แบบอัตโนมัติโดยเริ่มจากไม่มีระดับของเหลวที่ แทงค์ 1 และ แทงค์ 2 และเมื่อของเหลว แทงค์1 และ แทงค์ 2 เต็มให้ระบายออกลงแทงค์ 3 โดยที่ VF แสดงผลเป็นแอลอีดีกระพริบเตือนเมื่อไม่มีของเหลว และเมื่อของเหลวเต็ม แทงค์ 3 ให้ระบายของเหลวออก

S1 = สวิตช์ควบคุมระบบ

OPR1 = สวิตช์ควบคุมการทำงานแทงค์ 1

1. เริ่มจาก VF กระพริบ 2 วินาที จากนั้น VA กับ VB ทำงานพร้อมกัน และ 7 วินาที VA และ VB หยุดทำงานตามลำดับ

2. เมื่อ VA หยุดทำงาน จะทำให้ VC ทำงานแทน ทำให้ VF หยุดกระพริบ เช่นกันเมื่อ VB หยุดทำงาน

3. จากนั้น VD ทำงานแทนเป็นเวลา 7 วินาที จะหยุดทำงานให้ VE ทำงานต่อเป็นเวลา 7 วินาทีจึงดับ

4.จากนั้น VF กระพริบ วนการทำงานเช่นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 8

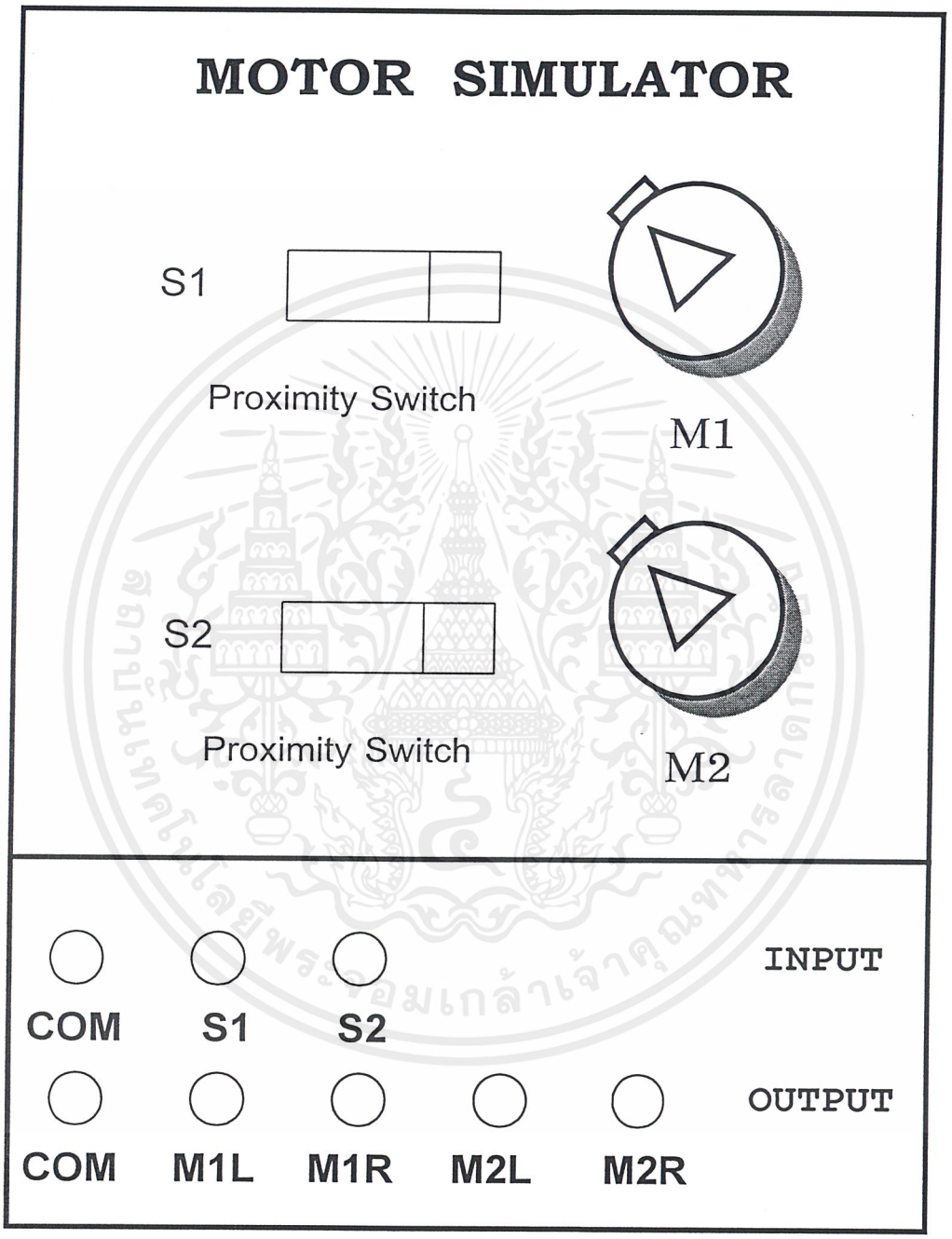
วงจรควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ แบบ JOGGING, แบบ REVERSING AFTER STOP และแบบ PLUGGING DIRECT REVERSING

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ JOGGING ได้
2. นักศึกษาสามารถควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ REVERSING AFTER STOP ได้
3. นักศึกษาสามารถควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบ PLUGGING DIRECT REVERSING ได้
4. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของวงจรควบคุมการกลับทางหมุนแบบ JOGGING ได้
5. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของวงจรควบคุมการกลับทางหมุนแบบ REVERSING AFTER STOP ได้
6. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของวงจรควบคุมการกลับทางหมุนแบบ PLUGGING DIRECT REVERSING ได้
7. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี



รูปที่ 8.1 แผงวงจรจำลองการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป MOTOR SIMULATOR ซึ่งเป็นการจำลองการควบคุมมอเตอร์โดยใช้ PLC ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ในการควบคุมจำนวนรอบการหมุนของมอเตอร์ โดยมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.1 ดังนี้

ตารางที่ 8.1 การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

อุปกรณ์	การควบคุม
S1	พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ควบคุมการทำงานของ มอเตอร์ตัวที่ 1
S2	พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ควบคุมการทำงานของ มอเตอร์ตัวที่ 2
M1	มอเตอร์ตัวที่1
M1R	ควบคุมมอเตอร์ ตัวที่1 หมุนขวา
M1L	ควบคุมมอเตอร์ ตัวที่1 หมุนซ้าย
M2	มอเตอร์ตัวที่ 2
M2R	ควบคุมมอเตอร์ ตัวที่ 2 หมุนขวา
M2L	ควบคุมมอเตอร์ ตัวที่ 2 หมุนซ้าย

ตารางที่ 8.2 ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการควบคุม

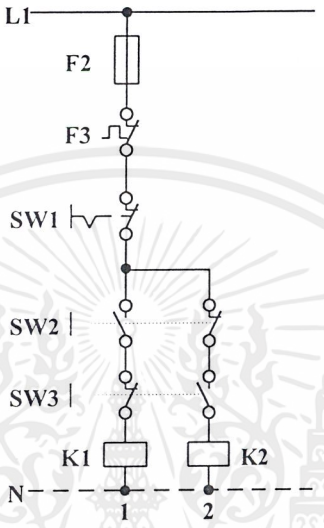
อินพุต	อุปกรณ์	เอาต์พุต	อุปกรณ์
00000	S1	10000	M1R
00001	S2	10001	M1L
		10002	M2R
		10003	M2L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ JOGGING

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 8.2 One Line Diagram

โดยที่

SW1 = Push button "OFF"

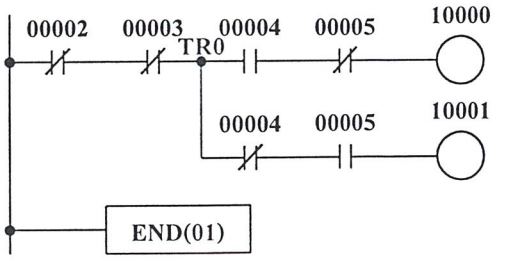
SW2 = Push button "REVERSE"

SW3 = Push button "FORWARD"

K1 = Forward contactor K2 = Reverse contactot

F2 = Control fuse F3 = Protective motor relay

จาก One Line Diagram เขียนเป็น แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ได้ดังนี้



รูปที่ 8.3 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ JOGGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8.3 ลักษณะตำแหน่งอินพุต/เอาต์พุต

อินพุต	Comment	เอาต์พุต	Comment
00002	F3	10000	K1
00003	SW1	10001	K2
00004	SW2		
00005	SW3		

จากแลดเดอร์ไดอะแกรม สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 8.4

ตารางที่ 8.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ JOGGING

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	AND NOT	00003
00002	OUT	TR 0
00003	AND	00004
00004	AND NOT	00005
00005	OUT	10000
00006	LD	TR 0
00007	AND NOT	00004
00008	AND	00005
00009	OUT	10001
00010	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

3. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

4. กดสวิตช์ 00005 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

5. ถ้ากดสวิตช์ 00004 และ 00005 พร้อมกัน

เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

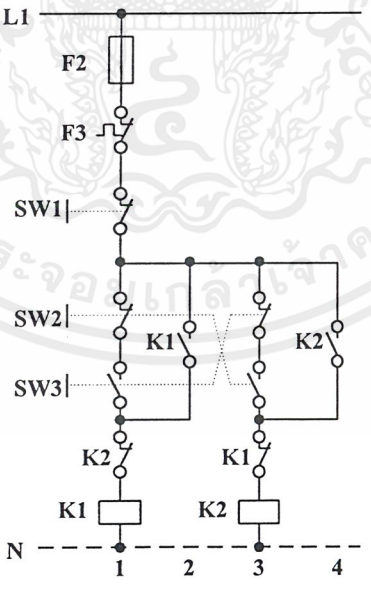
.....

.....

การทดลองที่ 2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ REVERSING AFTER STOP

ลำดับขั้นการทดลอง

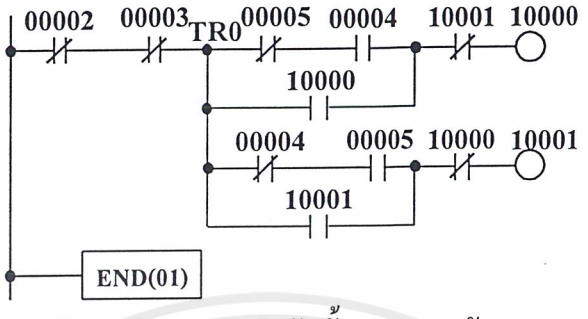
1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 8.4 One Line Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก One Line Diagram เขียนเป็น แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ได้ดังนี้



รูปที่ 8.5 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ REVERSING AFTER STOP

จากแลดเดอร์ไดอะแกรม สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 8.5

ตารางที่ 8.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ REVERSING AFTER STOP

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	AND NOT	00003
00002	OUT	TR 0
00003	LD NOT	00005
00004	AND	00004
00005	OR	10000
00006	AND LD	
00007	AND NOT	10001
00008	OUT	10000
00009	LD	TR 0
00010	LD NOT	00004
00011	AND	00005
00012	OR	10001
00013	AND LD	
00014	AND NOT	10000
00015	OUT	10001
00016	END(01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

3. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

4. กดสวิตช์ 00005 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

5. ถ้ากดสวิตช์ 00004 และ 00005 พร้อมกัน

เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

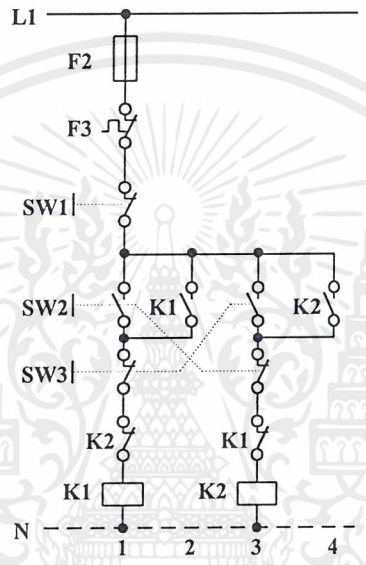
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ PLUGGING DIRECT REVERSING

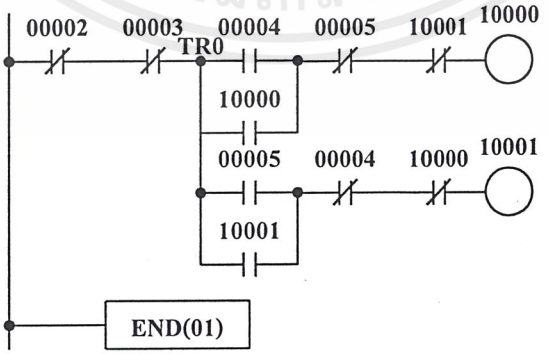
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 8.6 One Line Diagram

จาก One Line Diagram เขียนเป็น แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ได้ดังนี้



รูปที่ 8.7 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ PLUGGING DIRECT REVERSING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 8.6

ตารางที่ 8.6 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบ PLUGGING DIRECT REVERSING

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	AND NOT	00003
00002	OUT	TR 0
00003	LD	00004
00004	OR	10000
00005	AND LD	
00006	AND NOT	00005
00007	AND NOT	10001
00008	OUT	10000
00009	LD	TR 0
00010	LD	00005
00011	OR	10001
00012	AND LD	
00013	AND NOT	00004
00014	AND NOT	10000
00015	OUT	10001
00016	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

3. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

4. กดสวิตช์ 00005 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

5. ถ้ากดสวิตช์ 00004 และ 00005 พร้อมกัน
เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 9

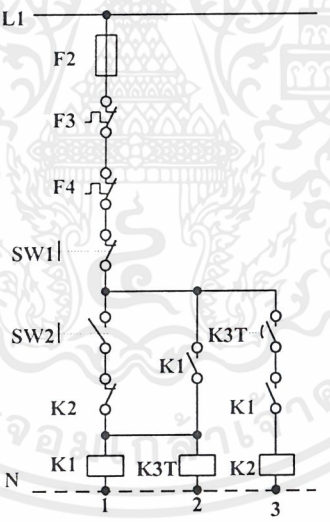
วงจรควบคุมให้มอเตอร์ทำงานเรียงกัน

วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถอธิบายหลักการทำงานของวงจรควบคุมให้มอเตอร์ทำงานเรียงกัน
2. นักศึกษาสามารถควบคุมให้มอเตอร์ทำงานเรียงกันได้
3. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมจากตารางลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 9.1 One Line Diagram

โดยที่

SW1 = Push button "OFF"

SW2 = Push button "REVERSE"

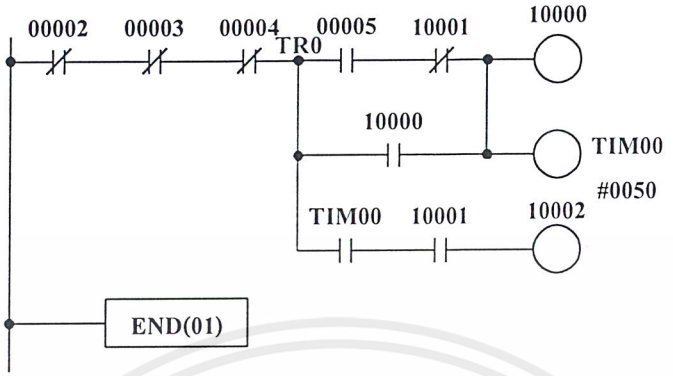
K1 = contactor K2 = contactot

K3T = Time relay F2 = Control fuse

F3 = Protective motor relay F4 = Overload relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก One Line Diagram เขียนเป็น แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น ได้ดังนี้



รูปที่ 9.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมให้มอเตอร์ทำงานเรียงกัน

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมให้มอเตอร์ทำงานเรียงกัน

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	AND NOT	00003
00002	AND NOT	00004
00003	OUT	TR 0
00004	LD	00005
00005	AND NOT	10001
00006	OR	10000
00007	AND LD	
00008	OUT	10000
00009	TIM	00
		# 0050
00010	LD	TR 0
00011	AND	TIM 00
00012	AND	10000
00013	OUT	10002
00014	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

4. ที่เวลามีค่าเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10001 .....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 10

วงจรควบคุมมอเตอร์จากตัวตั้งเวลา

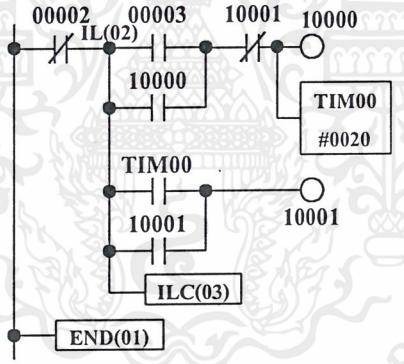
วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามารถควบคุมมอเตอร์ตัวตั้งเวลาได้
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้

การทดลองที่ 1 การใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 10.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 1 ตัว

จากแผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 10.1

ตารางที่ 10.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 1 ตัว

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	AND NOT	10001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10.1 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการทำงานของการใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 1 ตัว

Address	Instruction	Operand
00005	OUT	10000
00006	TIM	00
		#0020
00007	LD	TIM00
00008	OR	10001
00009	OUT	10001
00010	ILC(03)	
00011	END(01)	

2. ทำการโยกสวิตช์ 00002 เปิด/ปิด เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

3. โยกสวิตช์ 00003 เปิด/ปิด เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

4. ที่เวลามีค่าเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

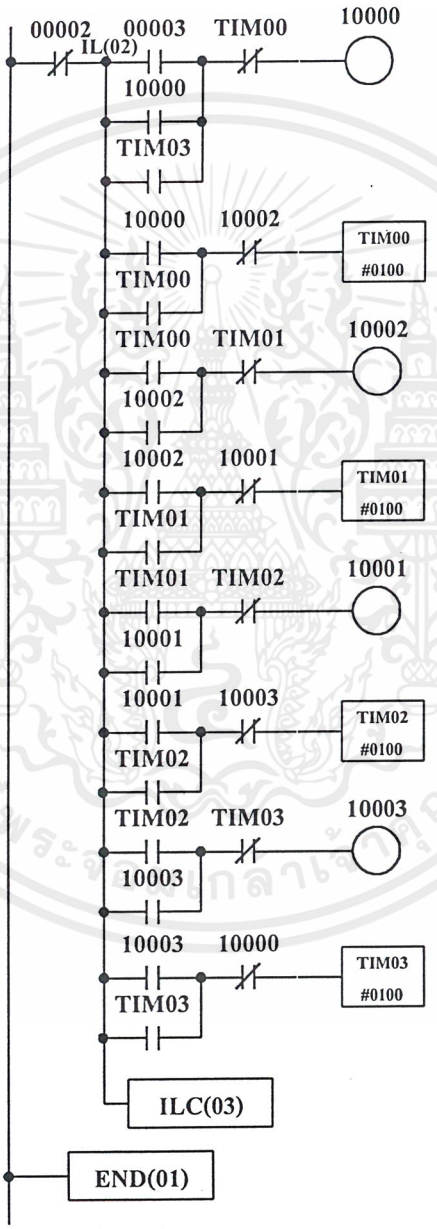
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 2 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 10.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานข่องการใช้ Timer ตั้งเวลาควบคุมมอเตอร์ 2 ตัว

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	OR TIM	03
00005	AND NOT TIM	00
00006	OUT	10000
00007	LD	10000
00008	OR TIM	00
00009	AND NOT	10002
00010	TIM	00
		#0100
00011	LD TIM	00
00012	OR	10002
00013	AND NOT TIM	01
00014	OUT	10002
00015	LD	10002
00016	OR TIM	01
00017	AND NOT	10001
00018	TIM	01
		#0100
00019	LD TIM	01
00020	OR	10001
00021	AND NOT TIM	02
00022	OUT	10001
00023	LD	10001
00024	OR TIM	02
00025	AND NOT	10003
00026	TIM	02
		#0100
00027	LD TIM	02
00028	OR	10003
00029	AND NOT TIM	03
00030	OUT	10003
00031	LD	10003
00032	OR TIM	03
00033	AND NOT	10000
00034	TIM	03
		#0100
00035	ILC(03)	
00036	END(01)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดสวิตช์ 00002 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

3. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

4. ที่เวลาเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ของ Timer 00 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

5. ที่เวลาเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ของ Timer 01 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

6. ที่เวลาเท่ากับเวลาที่ตั้งไว้ของ Timer 02 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

ใบงานที่ 11

วงจรควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

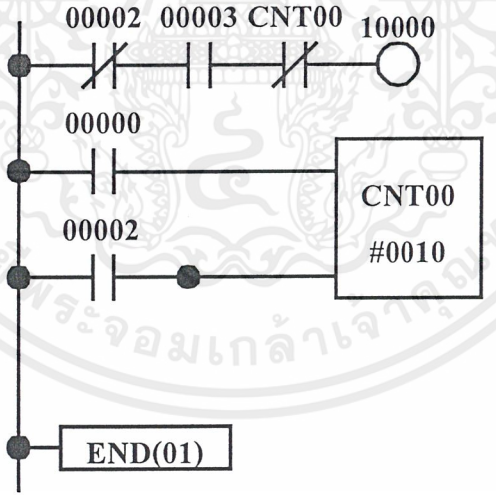
วัตถุประสงค์

1. นักศึกษาสามาถควบคุมการหมุนของมอเตอร์โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ได้
2. นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้

การทดลองที่ 1 การควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 1 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมจากตารางลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN แล้วปฏิบัติตามตารางดังต่อไปนี้



รูปที่ 11.1 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 1 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 1 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	AND	00003
00002	AND NOT CNT	00
00003	OUT	10000
00004	LD	00000
00005	LD	00002
00006	CNT	00
00007		#0010
00008	END(01)	

หมายเหตุ อินพุต 00000 คือ สัญญาณจากพร๊อกซิมิตี้สวิตช์

2. กดสวิตช์ 00002 เอาต์พุต 10000 .....
3. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....
4. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ CNT00 เอาต์พุต 10000 .....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

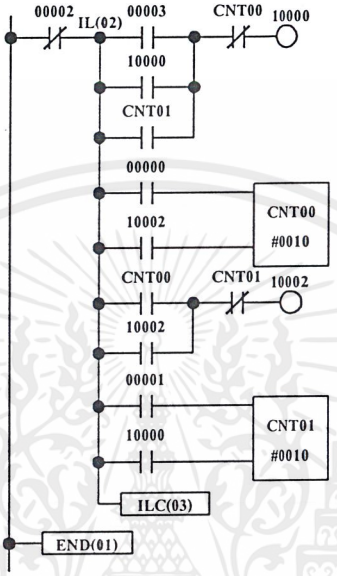
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 2 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 11.2 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 2 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

จาก แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 11.2

ตารางที่ 11.2 โปรแกรมควบคุมการควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 2 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	OR CNT	01
00005	AND NOT CNT	00
00006	OUT	10000
00007	LD	00000
00008	LD	10002
00009	CNT	00
		#0010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11.2 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการควบคุมการนับจำนวนรอบของมอเตอร์ 2 ตัวหมุนซ้ายโดยใช้พร็อกซิมิตี้สวิตช์

Address	Instruction	Operand
00010	LD CNT	00
00011	OR	10002
00012	AND NOT CNT	01
00013	OUT	10002
00014	LD	00001
00015	LD	10000
00016	CNT	01
		#0010
00017	ILC(03)	
00018	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00002 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10002 .....

3. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10002 .....

4. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 00 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10002 .....

5. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 01 เอาต์พุต 10000 .....

เอาต์พุต 10002 .....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

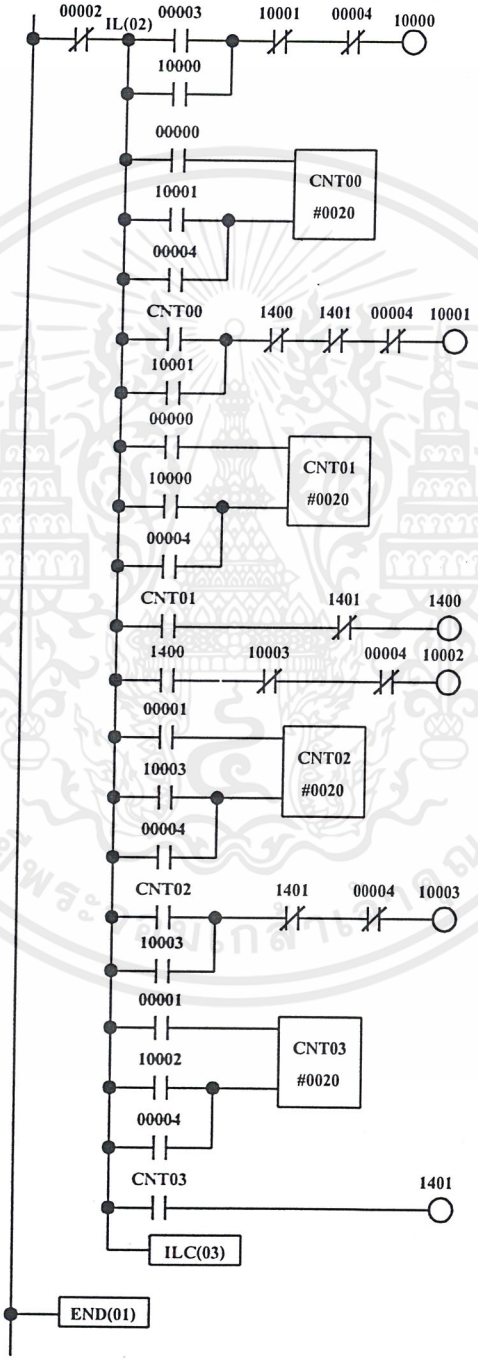
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 การควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบที่ 1

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมจากตารางลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 11.3 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้น สามารถเขียนเป็นภาษาบูลีนได้ดังตารางที่ 11.3

ตารางที่ 11.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบที่ 1

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	AND NOT	10001
00005	AND NOT	00004
00006	OUT	10000
00007	LD	00000
00008	LD	10001
00009	OR	00004
00010	CNT	00
		#0020
00011	LD CNT	00
00012	OR	10001
00013	AND NOT	1400
00014	AND NOT	1401
00015	OUT	10001
00016	LD	00000
00017	LD	10000
00018	OR	00004
00019	CNT	01
		#0020
00020	LD CNT	01
00021	AND NOT	1401
00022	OUT	1400
00023	LD	1400
00024	AND NOT	10003
00025	AND NOT	00004
00026	OUT	10002
00027	LD	00001
00028	LD	10003
00029	OR	00004
00030	CNT	02
		#0020
00031	LD CNT	02
00032	OR	10003
00033	AND NOT	1401

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11.3 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการทำงานการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้สวิตช์แบบที่ 1

Address	Instruction	Operand
00034	AND NOT	00004
00035	OUT	10003
00036	LD	00001
00037	LD	10002
00038	OR	00004
00039	CNT	03
		#0020
00040	LD CNT	03
00041	OUT	1401
00042	ILC(03)	
00043	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00002 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

3. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

4. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

5. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 00 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 01 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

7. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 02 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

8. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 03 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

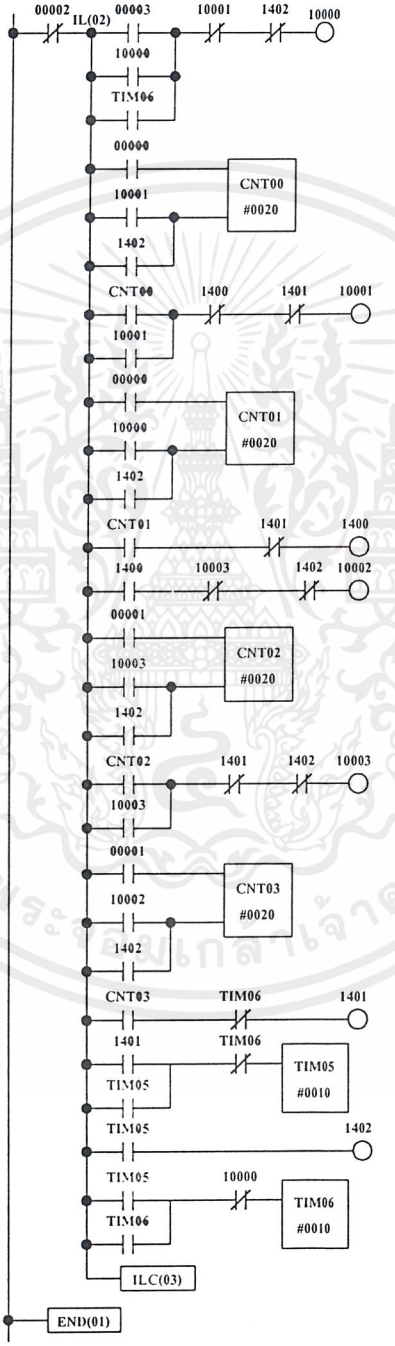
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 การควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร็อกซิมิตี้แบบที่ 2

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ป้อนโปรแกรมลงในเครื่อง PLC โดยให้อยู่ในโหมด Program เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนโหมดไปยังโหมด RUN



รูปที่ 11.4 แผนผังการทำงานแบบลำดับขั้นของการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร็อกซิมิตี้แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้แบบที่ 2

Address	Instruction	Operand
00000	LD NOT	00002
00001	IL(02)	
00002	LD	00003
00003	OR	10000
00004	OR TIM	06
00005	AND NOT	10001
00006	AND NOT	1402
00007	OUT	10000
00008	LD	00000
00009	LD	10001
00010	OR	1402
00011	CNT	00
		#0020
00012	LD CNT	00
00013	OR	10001
00014	AND NOT	1400
00015	AND NOT	1401
00016	OUT	10001
00017	LD	00000
00018	LD	10000
00019	OR	1402
00020	CNT	01
		#0020
00021	LD CNT	01
00022	AND NOT	1401
00023	OUT	1400
00024	LD	1400
00025	AND NOT	10003
00026	AND NOT	1402
00027	OUT	10002
00028	LD	00001
00029	LD	10003
00030	OR	1402
00031	CNT	02
		#0020
00032	LD CNT	02
00033	OR	10003
00034	AND NOT	1401
00035	AND NOT	1402
00036	OUT	10003
00037	LD	00001
00038	LD	10002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11.4 (ต่อ) โปรแกรมควบคุมการทำงานการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ 2 ตัว โดยใช้พร๊อกซิมิตี้แบบที่ 2

Address	Instruction	Operand
00039	OR	1402
00040	CNT	03
		#0020
00041	LD CNT	03
00042	OUT	1401
00043	AND NOT TIM	06
00044	OUT	1401
00045	LD	1401
00046	OR TIM	05
00047	AND NOT TIM	06
00048	TIM	05
		#0010
00049	LD TIM	05
00050	OUT	1402
00051	LD TIM	05
00052	OR TIM	06
00053	AND NOT	10000
00054	TIM	06
		#0010
00055	ILC(03)	
00056	END(01)	

2. กดสวิตช์ 00002 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

3. กดสวิตช์ 00003 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

4. กดสวิตช์ 00004 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 00 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

6. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 01 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

7. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 02 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

8. ที่เวลาเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ของ CNT 03 เอาต์พุต 10000 .....
เอาต์พุต 10001 .....
เอาต์พุต 10002 .....
เอาต์พุต 10003 .....

ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

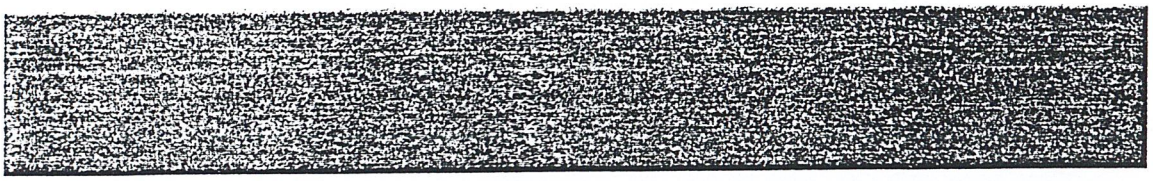
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

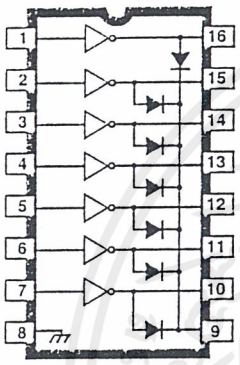
ภาคผนวก จ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



293U4F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}
(ULN200xA and ULN200xL) ..... **50 V**
(ULN202xA and ULN202xL) ..... **95 V**
Input Voltage, V_{IN} ..... **30 V**
Continuous Output Current, I_C ..... **500 mA**
Continuous Input Current, I_{IN} ..... **25 mA**
Power Dissipation, P_D
(one Darlington pair) ..... **1.0 W**
(total package) ..... **See Graph**
Operating Temperature Range, T_A ..... **-20°C to +85°C**
Storage Temperature Range, T_S ..... **-55°C to +150°C**

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

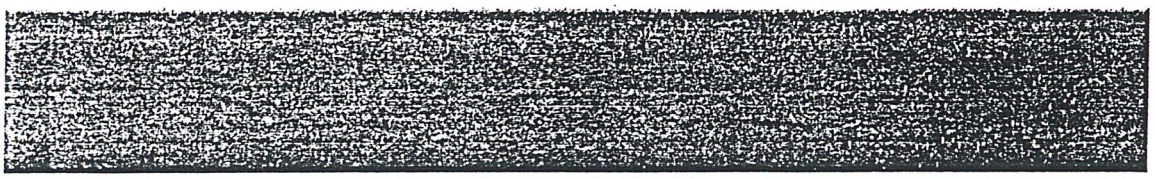
FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

Allegro MicroSystems, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

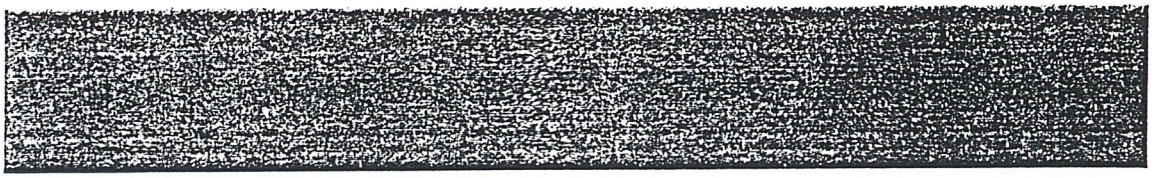


Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 50 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2004A/L	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2004A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 50 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 50 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Types ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

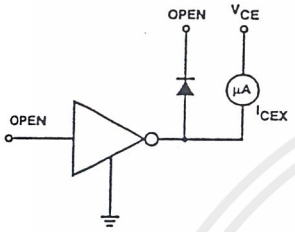
Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

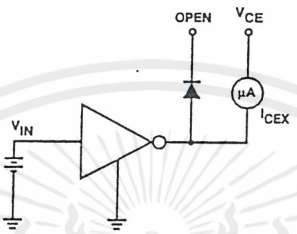
TEST FIGURES

FIGURE 1A



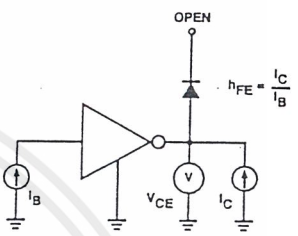
Dwg. No. A-9729A

FIGURE 1B



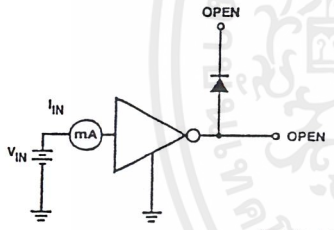
Dwg. No. A-9730A

FIGURE 2



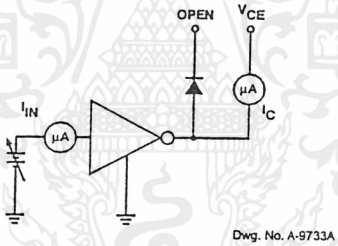
Dwg. No. A-9731A

FIGURE 3



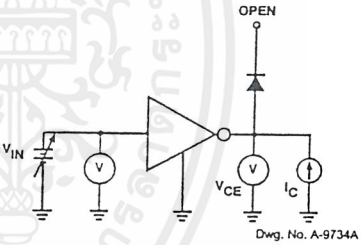
Dwg. No. A-9732A

FIGURE 4



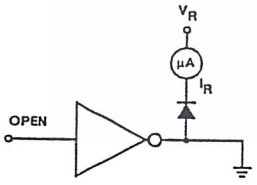
Dwg. No. A-9733A

FIGURE 5



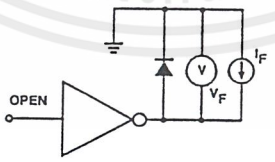
Dwg. No. A-9734A

FIGURE 6



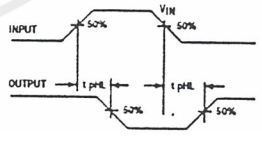
Dwg. No. A-9735A

FIGURE 7

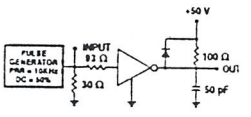


Dwg. No. A-9736A

FIGURE 8



	V_n
ULN20X3*	3.5 V
ULN20X4*	12 V



* Complete part number includes a final letter to indicate package.

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

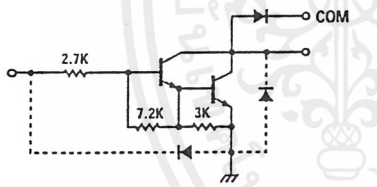
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	**Part Number**	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

*Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

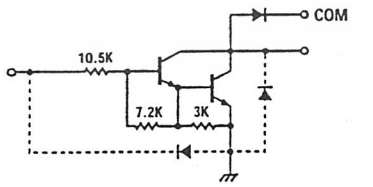
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)

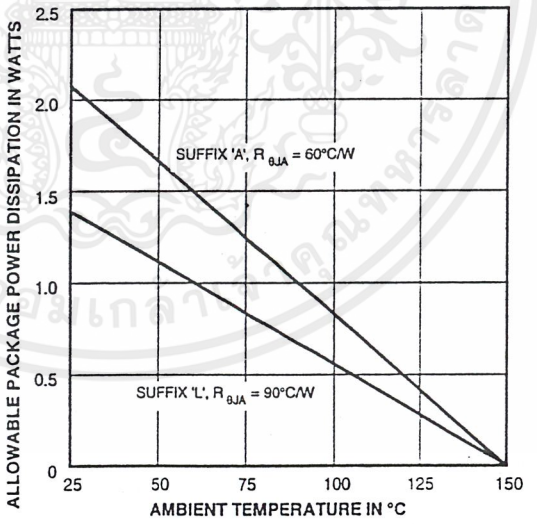


Dwg. No. A-9651

ULN20x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9898A



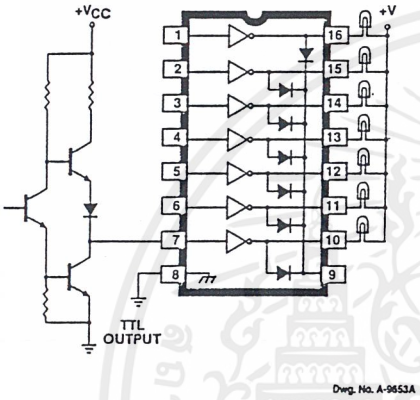
Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

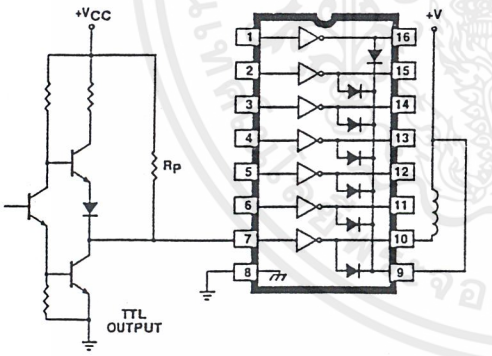
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS



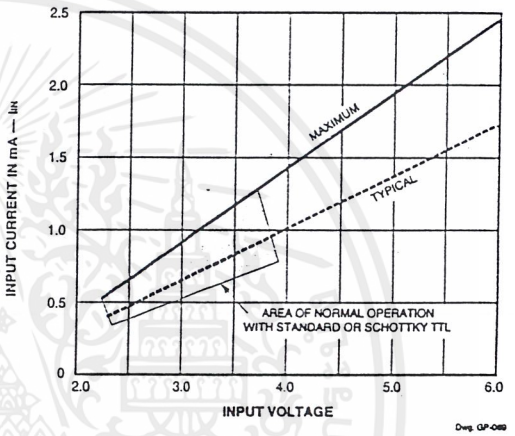
Dwg. No. A-9653A



Dwg. No. A-10,175

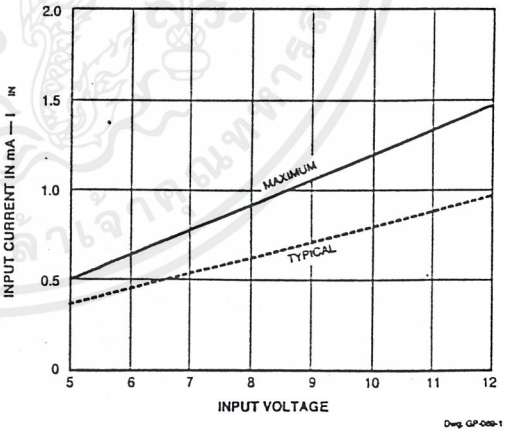
INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



Dwg. GP-089

Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L

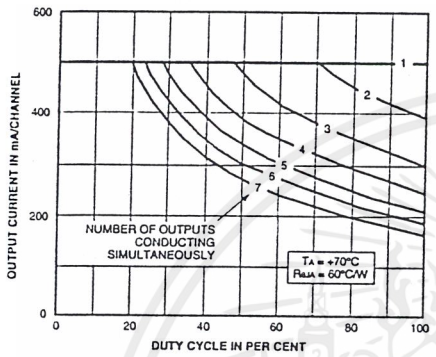


Dwg. GP-089-1

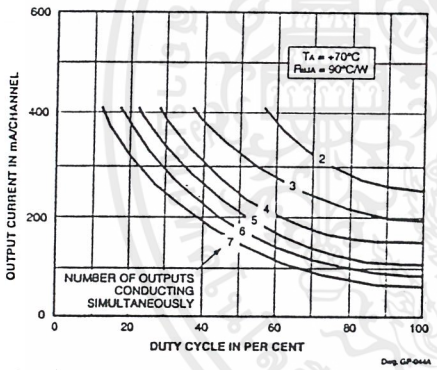
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

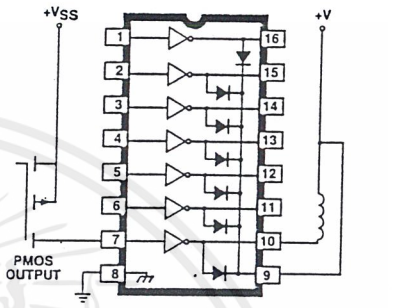
(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A,)



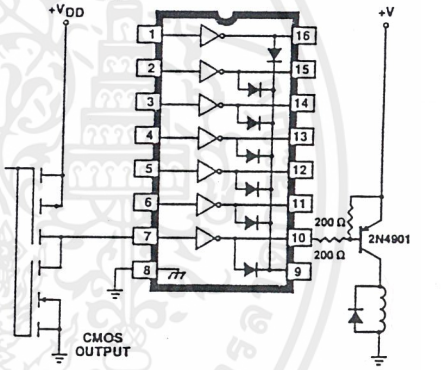
(Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L,)



TYPICAL APPLICATIONS

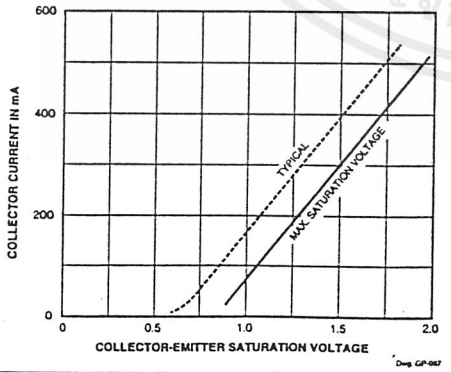


Dwg. No. A-9652

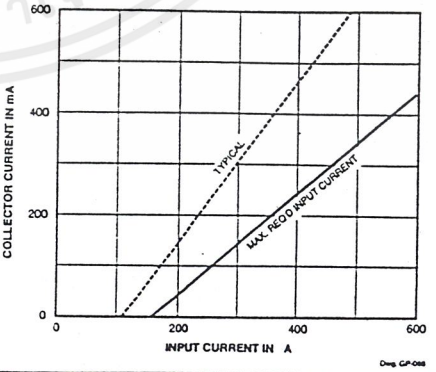


Dwg. No. A-9654A

SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT



Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

สุพรรณ กุลพาณิชย์. **"คู่มือการทดลองพีแอลซี PC84SF".** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ, 2538

สุเธียร เกียรติสุนทร. **"หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PLC".** บริษัทเอชเอ็นกรุ๊ป. กรุงเทพฯ, 2536

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายดำรง จินตศิริกูล
วัน เดือน ปี เกิด	24 พฤษภาคม 2520
สถานที่เกิด	จ.ราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	185/2 ถ. ประชายินดี ต. บ้านโป่ง อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี 70110
ที่อยู่ปัจจุบัน	185/2 ถ. ประชายินดี ต. บ้านโป่ง อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี 70110
โทรศัพท์	032-341691

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอุดมวิทยาคม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนราษฎ์บำรุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	ทุกๆ ปัญหามีทางแก้ไข ทำใจเย็นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายประสาน หนูพัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	16 เมษายน 2520
สถานที่เกิด	จ.สงขลา
ภูมิลำเนาเดิม	228 ถ.โชคสมาน 5 ซอย. 10 อ. หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
ที่อยู่ปัจจุบัน	228 ถ.โชคสมาน 5 ซอย. 10 อ. หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์	074-358026

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนสมานคุณวิทยาทาน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสมานคุณวิทยาทาน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	ไม่ลอง ก็ไม่รู้ ไม่กล้า ก็ไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมเกียรติ ศุภวราสุวัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	21 พฤษภาคม 2519
สถานที่เกิด	จ.ชลบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	1 หมู่ 4 ต.บ้านช้าง อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
ที่อยู่ปัจจุบัน	1 หมู่ 4 ต.บ้านช้าง อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
โทรศัพท์	038-461012

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนพนัสศึกษาลัย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพนัสพิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด เพื่ออนาคตที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้