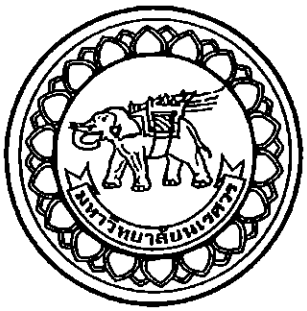


การออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมชุดทดลองด้วยพีแอลซีโตชิบ้า

PROGRAM DESING FOR CONTROL TRAINING SETS WITH PLC TOSHIBA

นายเมธาวัจน์ เนตรแก้วศิวัฒน์ รหัส 53363027

นายอดิเรก บัวคำ รหัส 53363195

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 17 ม.ค. 57
เลขทะเบียน 16589376
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ม735 ร 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2556

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมชุดทดลองด้วยพีแอลซีโตชิบ้า
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเมธาวัจน์ เนตรแก้วศิวัฒน์ รหัส 53363027
	นายอดิเรก บัวคำ รหัส 53363195
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2556

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ
(ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ
(ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมชุดทดลองด้วยพีแอลซีโตชิบ้า
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเมธาวัจน์ เนตรแก้วศิวัฒน์ รหัส 53363027
	นายอดิเรก บัวคำ รหัส 53363195
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2556

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบการควบคุมชุดทดลองทั้ง 6 แบบจำลองด้วยพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 ชุดทดลองประกอบไปด้วย ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด ชุดควบคุมระบบไซโล ชุดควบคุมระบบลิฟต์ ชุดควบคุมระบบไฟจราจร และชุดสาธิตการผสมวัตถุ โดยชุดทดลองสุดท้ายจะเป็นการควบคุมแบบแอนะล็อก โดยควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าตรงตามต้องการด้วยวิธีพีไอดี เพื่อให้สามารถทดลองออกแบบการโปรแกรมพีแอลซี สำหรับควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลต่างๆให้มีความเหมาะสมและเสถียรภาพตามที่เราต้องการ

Project title	Program Design for Control Training Sets with PLC Toshiba
Name	Mr. Metawat Netkaewsiwat ID. 53363027
	Mr. Adirek Buakam ID. 53363195
Project advisor	Asst. Prof. Supawan Ponpitakchai, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2013

.....

Abstract

This project aims to design PLC program for controlling 6 training sets with Toshiba T2 PLC. The 6 training sets consist of start-stop three phase motor control, bottle filling control, industrial silo control, elevator control, traffic light control and substance mixing control. The later training set is analog control which the desired temperature is maintained by PID control. The PLC program can be created to control each training set in order to gain the best performance and stability.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการดูแลจาก ผศ.ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำขั้นตอนในการทำโครงงานเกี่ยวกับการใช้พีแอลซีควบคุมระบบจำลองทางอุตสาหกรรมโดยใช้เครื่องพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 นอกจากนั้นยังให้การตรวจทานเล่มปริญญานิพนธ์ ผู้ดำเนินโครงงานจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. มุทิตา สงฆ์จันทร์ และ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ข้อคิดเห็นต่างๆและรวมถึงการตรวจรูปเล่มปริญญานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานและปริญญานิพนธ์ออกมาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ไฟฟ้ากำลังรุ่น 14 ทุกคนที่คอยสอบถามงานของข้าพเจ้าเพราะเป็นการกระตุ้นงานของกลุ่มข้าพเจ้าเอง เพื่อให้กลุ่มข้าพเจ้าได้ทำโครงงานในครั้งนี้จนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กลุ่มข้าพเจ้าได้ตั้งเป้าหมายไว้ และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาผู้เป็นที่รักและเคารพของข้าพเจ้า ผู้ที่คอยให้กำลังใจและให้โอกาสในการทำโครงงานมาโดยตลอดเวลาจนทำให้ประสบความสำเร็จดังทุกวันนี้

นายเมธาวัจน์ เนตรแก้วศิวัฒน์

นายอดิเรก บัวคำ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ประวัติความเป็นมาของพีแอลซี 4
2.2 ข้อมูลเบื้องต้นของพีแอลซี 5
2.3 โครงสร้างทั่วไปของพีแอลซี 6
2.4 ชนิดของพีแอลซี 9
2.5 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี 11
2.6 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 13

บทที่ 3 การทำงานของแบบจำลองทางอุตสาหกรรม 19
3.1 ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 19
3.2 ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด 21
3.3 ชุดควบคุมระบบไซโล 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ชุดควบคุมระบบลิฟต์ 30
3.5 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร 33
3.6 ชุดสาธิตการผสมวัตถุ 36

บทที่ 4 การควบคุมระบบจำลองด้วยเครื่องพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 39
4.1 การเขียนแผนภาพขั้นบันได 39
4.2 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 43
4.3 การออกแบบระบบจำลอง 44
4.4 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 45
4.5 การออกแบบระบบจำลองชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด 48
4.6 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบไซโล 52
4.7 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบลิฟต์ 59
4.8 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบไฟจราจร 67
4.9 การออกแบบระบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุ 72

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 84
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 84
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงงานและแนวทางแก้ไข 85
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป 85

เอกสารอ้างอิง 86

ภาคผนวก รายละเอียดพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 87

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 97

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์กับระบบพีแอลซี 6
2.2 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก 10
2.3 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล 11
2.4 คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได 17
4.1 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 46
4.2 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด 49
4.3 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไซโล 54
4.4 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบลิฟต์ 61
4.5 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไฟจราจร 69
4.6 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดสาธิตการผสมวัตถุ 76
4.7 ตัวแปลการควบคุมสำหรับการคำนวณค่าพีไอดี 76
4.8 ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 1 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี 80
4.9 ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 2 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี 83

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ระบบการทำงานของพีแอลซี 1
2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซี 7
2.2 พีแอลซีชนิดบล็อก 9
2.3 พีแอลซีชนิดโมดูล 10
2.4 แผนผังการใช้งานพีแอลซี 12
2.5 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 13
2.6 หน้าต่างโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 14
2.7 การเลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E 15
2.8 หน้าต่าง I/O Allocation หลังการปรับตั้ง 15
2.9 แถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project 16
3.1 แบบจำลองควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 19
3.2 แผนผังควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 21
3.3 แบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวด 22
3.4 แผนผังการควบคุมการกรอกน้ำใส่ขวด 24
3.5 แบบจำลองระบบไซโล 25
3.6 แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน) 27
3.7 แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน) 29
3.8 แบบจำลองระบบลิฟต์ 30
3.9 แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2) 31
3.10 แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น) 32
3.11 แบบจำลองระบบไฟจราจร 33
3.12 แผนผังการควบคุมระบบไฟจราจร 35
3.13 แบบจำลองการผสมวัตถุ 36
3.14 แผนผังการควบคุมการผสมวัตถุ 38
4.1 แผนภาพขั้นบันไดที่สร้างเสร็จและปิดด้วยคำสั่ง End 40
4.2 หน้าจอเมื่อทำการ Write Project ลงใน EEPROM แล้ว 40
4.3 การบันทึก File Project 41
4.4 การโหลด File ลงในโปรแกรมพีแอลซี 42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 การเปลี่ยนโหมด Online/Offline 42
4.6 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (Write EEPROM) ของพีแอลซี 43
4.7 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 43
4.8 แผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับพีแอลซีและชุดทดลอง 44
4.9 แบบจำลองควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 45
4.10 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 46
4.11 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 47
4.12 ผลการทดลองชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส 47
4.13 แบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวดที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 48
4.14 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวด 49
4.15 แผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด 50
4.16 ผลการทดลองชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด 51
4.17 แบบจำลองระบบไซโลที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 52
4.18 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไซโล 53
4.19 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน) .. 55
4.20 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน) 56
4.21 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน) 57
4.22 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน) 58
4.23 แบบจำลองระบบลิฟต์ที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 59
4.24 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบลิฟต์ 60
4.25 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2) 62
4.26 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2) 63
4.27 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น) 64
4.28 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น) 65
4.29 แบบจำลองระบบไฟจราจรที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 68
4.30 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไฟจราจร 68
4.31 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไฟจราจร 70
4.32 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไฟจราจร 71

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.33 แบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต 73
4.34 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการผสมวัตถุ 74
4.35 ตัวควบคุมพีไอดีแบบวงปิด 74
4.36 แผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการผสมวัตถุ 77
4.37 ผลการทดลองชุดสาธิตการผสมวัตถุ 78

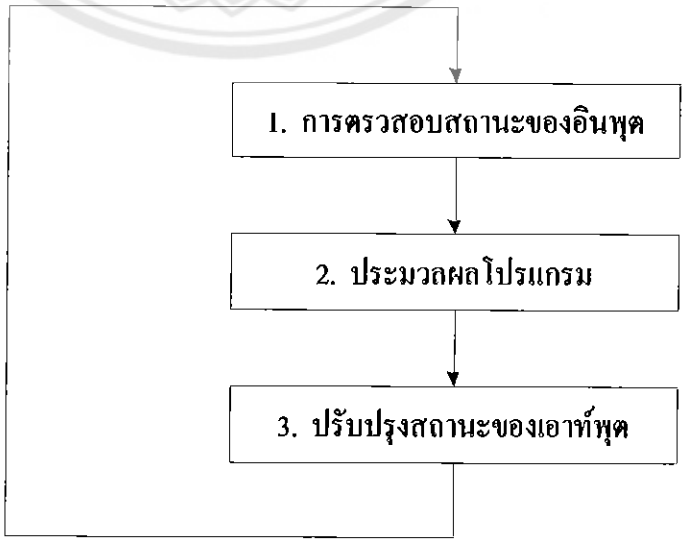
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันระบบการควบคุมอัตโนมัติได้เข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรมต่างๆเป็นจำนวนมาก ทำให้มนุษย์ต้องพยายามคิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์เครื่องทุ่นแรงเหล่านี้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเพราะเป็นสิ่งที่เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตในประจำวันเป็นอย่างมาก ฉะนั้นการทำงานในภาคอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมพอลิเมอร์ อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมผลิตอาหาร อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น งานเหล่านี้ล้วนใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเข้ามาทำงานเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆแทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือการเดินสาย และการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก และเมื่อใช้งานไปนานๆหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ดังนั้นปัจจุบันพีแอลซีจึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์เพราะพีแอลซีใช้งานได้ง่ายกว่าสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุตได้โดยตรง หลังจากนั้นเพียงแต่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่ สามารถทำได้โดยเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น ระบบการทำงานของพีแอลซีแบ่งเป็นส่วนต่างๆได้ดังนี้ ตรวจสอบสถานะของอินพุต ประมวลผลโปรแกรม และปรับสถานะของเอาท์พุตดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ระบบการทำงานของพีแอลซี

โครงงานนี้จะเป็นการนำเอาระบบการควบคุมพีแอลซีมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบจำลองต่างๆของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 6 แบบจำลองได้แก่ ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด ชุดควบคุมระบบไซโล ชุดควบคุมระบบลิฟต์ ชุดควบคุมระบบไฟจราจร และชุดสาธิตการผสมวัตถุ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลต่างๆให้มีความเหมาะสมและเสถียรภาพตามที่เราต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาการทำงานระบบพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 และออกแบบชุดควบคุมระบบอัตโนมัติต่างๆ ภายใต้ชุดคำสั่งที่กำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ออกแบบระบบจำลองอัตโนมัติต่างๆ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 โดยจะมีอยู่ทั้งหมด 6 แบบจำลองดังนี้

1. ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส
2. ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด
3. ชุดควบคุมระบบไซโล
4. ชุดควบคุมระบบลิฟต์
5. ชุดควบคุมระบบไฟจราจร
6. ชุดสาธิตการผสมวัตถุ

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2556								
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลของพีแอลซี									
2. เรียนรู้กระบวนการทำงานของพีแอลซี									
3. ศึกษาการใช้งานพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2									
4. ออกแบบการทำงานของระบบจำลอง									
5. เขียนแผนภาพขั้นบันไดเพื่อควบคุมระบบจำลอง									
6. จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้รับรู้และเข้าใจหลักการทำงานเกี่ยวกับการควบคุมด้วยพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 รวมไปถึงการออกแบบให้ระบบจำลองต่างๆของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 6 แบบจำลองสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมจริง เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งประยุกต์เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับบุคคลที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมด้วยพีแอลซีโตชิบ้า

1.6 งบประมาณ

1. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับหนังสือและโปรแกรม	1,000	บาท
2. ค่าเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	2,000	บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักโครงสร้างต่างๆของพีแอลซี ซึ่งจะมีหัวข้อต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ประวัติความเป็นมาเบื้องต้นของพีแอลซี โครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญของพีแอลซี ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 และโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

2.1 ประวัติความเป็นมาของพีแอลซี

ในปี ค.ศ. 1969 พีแอลซีได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modication) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา ชื่อ General Motor Hydromatic Division ต่อมาจากบริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมนี้โดยใช้ชื่ออย่างเป็นทางการว่า พีแอลซี

ปี ค.ศ. 1970-1979 ได้มีการพัฒนาให้พีแอลซีมีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของไมโครโปรเซสเซอร์ ความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่างพีแอลซี โดยระบบแรกคือ โมดบัส ของโมดไอคอน จึงเริ่มมีการใช้อินพุตต่อเอาท์พุตที่เป็นสัญญาณแอนะล็อก

ปี ค.ศ. 1980-1989 มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของพีแอลซีโดยบริษัท General Motor ได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocal (MAP) ทำให้ขนาดของพีแอลซีลดลงเรื่อยๆ และผลิตซอฟต์แวร์ที่สามารถโปรแกรมพีแอลซีด้วยภาษาซิมโบลิก โดยสามารถโปรแกรมผ่านทางพีซีคอมพิวเตอร์ แทนที่จะโปรแกรมผ่านทาง Handheld หรือ Programing terminal

และสุดท้ายปี ค.ศ. 1990-ปัจจุบัน ได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการควบคุมโปรแกรมพีแอลซีมีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรมพีแอลซีได้ด้วยภาษาต่างๆดังต่อไปนี้ [1]

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagrams)
- FBD (Function Block Diagrams)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (Structured Text)

2.2 ข้อมูลเบื้องต้นของพีแอลซี

พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC เป็นเครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ มีต้นกำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตต (Solid-state device) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic functions) การออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว พีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิดสเตตดิจิตอลลอจิกอีลิเมนท์ (Solid-state digital logic elements) เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจ ลอจิกพีแอลซีใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม พีแอลซีถูกสร้างพร้อมพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการใช้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย ดังนั้นพีแอลซีจึงเป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมชนิดหนึ่งที่นิยม [1]

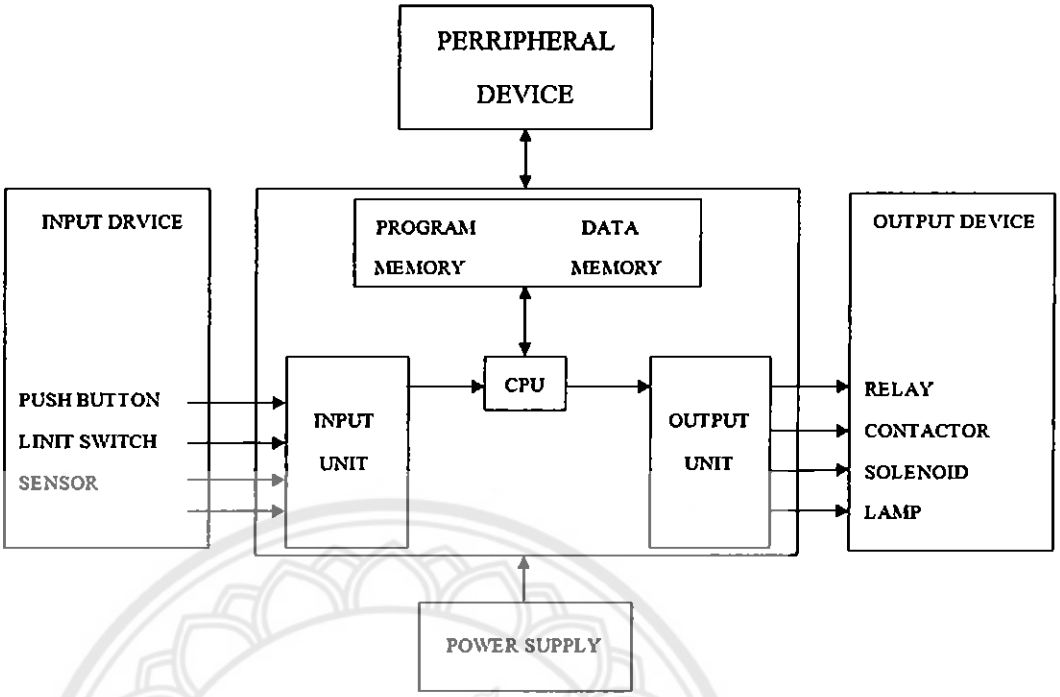
การใช้งานพีแอลซีสำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบมากกว่าการใช้งานของระบบรีเลย์ ซึ่งระบบรีเลย์จำเป็นต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard –Wired เมื่อมีความต้องการที่จะเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่จะต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ซึ่งทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้งานระบบพีแอลซี การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้พีแอลซียังใช้โซลิดสเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมอย่างรีเลย์ การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร การเปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์ กับระบบพีแอลซี [2] แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์กับระบบพีแอลซี [2]

ประเภท	ระบบซีเคว้นซ์ หรือ ใช้การเดินสายไฟ	ระบบโปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์
การควบคุมระบบ	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ยาก	สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ง่าย
การซ่อมหรือแก้ไข	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
อายุการใช้งาน	น้อยกว่า เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก	มากกว่า เพราะส่วนการเคลื่อนที่มีน้อยกว่า
ติดต่อกับอุปกรณ์ใกลๆ	ทำได้ยุ่งยาก เพราะต้องเดินสายไฟยาวขึ้น	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย
ความเร็วในการทำงาน	ช้า	เร็ว
ขนาด	ใหญ่	เล็ก
สัญญาณรบกวน	ดีมาก	ดี
การติดตั้ง	ใช้เวลานาน	ใช้เวลาน้อย
การทำงานที่ระบบซับซ้อน	ยาก ต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก	ง่าย สะดวก

2.3 โครงสร้างทั่วไปของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม พีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ (แบ่งเป็นหน่วยความจำชั่วคราว และหน่วยความจำถาวร) หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล หน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า และหน่วยติดต่อภายนอก ส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆได้และสามารถแสดงโครงสร้างได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซี [1]

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

ทำหน้าที่ในการคำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนได้ว่าเป็นสมองของพีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกต่างๆหลายชนิดซึ่งถูกควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ ตัวตั้งเวลา และตัวนับเวลา เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบวงจรโดยใช้แผนภาพขั้นบันไดได้ ซีพียูจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยจะส่งข้อมูลไปเก็บยังหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุตต่างๆ

2. หน่วยความจำ (Memory unit)

ทำหน้าที่ในการเก็บรักษาข้อมูลและโปรแกรมที่ใช้ในการทำงานหรือข้อมูลที่ถูกส่งต่อมาจากตัวประมวลผล โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data bit) ซึ่งภายในหน่วยความจำ 1 บิตจะมีค่าสภาวะทางลอจิกเป็น 1 หรือ 0 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีจะประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิดคือหน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี เป็นหน่วยความจำมาตรฐานของพีแอลซีส่วนใหญ่ หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำชั่วคราวสามารถทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

หน่วยความจำถาวร (ROM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามที่ผู้ใช้ต้องการในโปรแกรมพีแอลซีนั้นๆ คุณสมบัติของหน่วยความจำประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอร์รี่สำรองข้อมูล แต่จะมีปัญหาเรื่องเวลาในการเปิดข้อมูลจะช้ากว่าแบบหน่วยความจำชั่วคราว จึงมีการออกแบบให้สามารถใช้ได้ทั้งหน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวรร่วมกัน หน่วยความจำประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ PROM, EPROM, EEPROM, FLASH ROM, ATM ROM

3. หน่วยรับข้อมูล (Input)

ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาจากอุปกรณ์ภายนอกเช่น ตัวรับรู้ SENแบบต่างๆ เป็นต้น จากนั้นทำการแปลงสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์ภายนอกให้เหมาะสม แล้วส่งให้หน่วยประมวลผลกลางเพื่อที่จะนำไปประมวลผลต่อไป

4. หน่วยส่งข้อมูล (Output)

ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้ประมวลผลแล้วจากหน่วยประมวลผลกลาง แล้วทำการส่งต่อข้อมูลออกไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาท์พุตเนื่องจากเอาท์พุตมีความสามารถในการขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 1 - 20 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นๆ เพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

5. หน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีความเหมาะสมในการที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอก

6. หน่วยติดต่อภายนอก (Peripheral device)

เป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ถูกใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับพีแอลซีชนิดเดียวกันได้ทีละหลายๆตัว โดยอุปกรณ์ที่นำมาต่อเข้านี้จะช่วยทำหน้าที่ในเรื่องของการแก้ไขโปรแกรม ใช้แสดงสภาวะการควบคุม ใช้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำของระบบ และใช้ในการเก็บรักษาโปรแกรม เป็นต้น อุปกรณ์ที่นำมาต่อเข้า เช่น คอมพิวเตอร์ แอลอีดี ชุดจอภาพอินฟราเรด ส่วนต่อประสานเป็นต้น [1]

2.4 ชนิดของพีแอลซี

ชนิดของพีแอลซีเมื่อแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. พีแอลซีชนิดบล็อก (Block type PLC)

พีแอลซีชนิดนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีอยู่ในบล็อกเดียวกัน ทั้งภาคอินพุต/เอาท์พุต ตัวประมวลผล หน่วยความจำ และแหล่งจ่ายไฟ แสดงดังรูป 2.2 พีแอลซีชนิดนี้มีข้อดีและข้อเสียแสดงดังตารางที่ 2.2

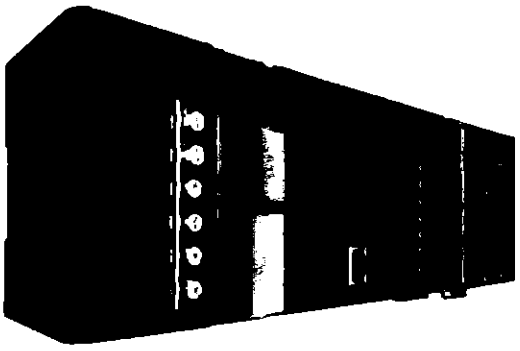
รูปที่ 2.2 พีแอลซีชนิดบล็อก [3]

ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก [4]

ข้อดี	ข้อเสีย
1. มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่ายจึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ	1. การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่าพีแอลซีชนิดโมดูล
2. สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้	2. เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำพีแอลซีออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง
3. มีฟังก์ชันพิเศษเช่นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ และฟังก์ชันอื่นๆ	3. มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่าพีแอลซีชนิดโมดูล
4. มีราคาถูกกว่าแบบแร็คหรือโมดูลในจำนวนอินพุต/เอาต์พุตที่เท่ากัน	-

2. พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular type PLC)

พีแอลซีชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนจะแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Module) เช่น หน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล ดังแสดงในรูป 2.3 ซึ่งในส่วนนี้สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของซีพียูโมดูลให้เหมาะสมตามความต้องการ การใช้งานได้ หรือภาคอินพุต/เอาท์พุตจะอยู่ในส่วนของอินพุต/เอาท์พุตโมดูล ส่วนประกอบต่างๆของพีแอลซีชนิดโมดูลเมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมารวมต่อกัน โดยใช้คอนเน็กเตอร์หรือแบ็คเพลนในการเชื่อมต่อโมดูลต่างๆเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานได้ พีแอลซีชนิดนี้มีข้อดีและข้อเสียแสดงดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.3 พีแอลซีชนิดโมดูล [4]

ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล [4]

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไป	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับพีแอลซีชนิดบล็อกที่มีจำนวน อินพุต/เอาท์พุตเท่ากัน
2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าพีแอลซีชนิดบล็อกe	-
3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำการต่อได้	-
4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าพีแอลซีชนิดบล็อก	-

2.5 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี

โดยปกติวิธีการทั่วไปสำหรับการใช้งานจะมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. กำหนดขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2. กำหนดหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล คือ การกำหนดแอดเดรสของสวิตช์ปุ่มกด (Push button) หรือคอนแทกเตอร์ (Magnetic contactor) ว่าอยู่แอดเดรสที่เท่าใด เช่น สวิตช์ปุ่มกดจะต่อเข้าที่ขั้วต่อสาย (Terminal) ที่ 1 ก็คือบิต 00 เป็นต้น

3. เดินสายไฟจากแหล่งรับข้อมูลที่ขั้วต่อสายด้านหน่วยรับข้อมูล และเดินสายจากขั้วต่อสายด้านหน่วยส่งข้อมูล เข้าที่โหลดหรือรีเลย์

4. เขียนโปรแกรมลงในหน่วยประมวลผลกลางของพีแอลซี โดยเขียนตามขั้นตอนของการทำงานที่ได้กำหนดไว้ อาจจะเป็นในรูปแบบของแผนภาพขั้นบันไดก็ได้

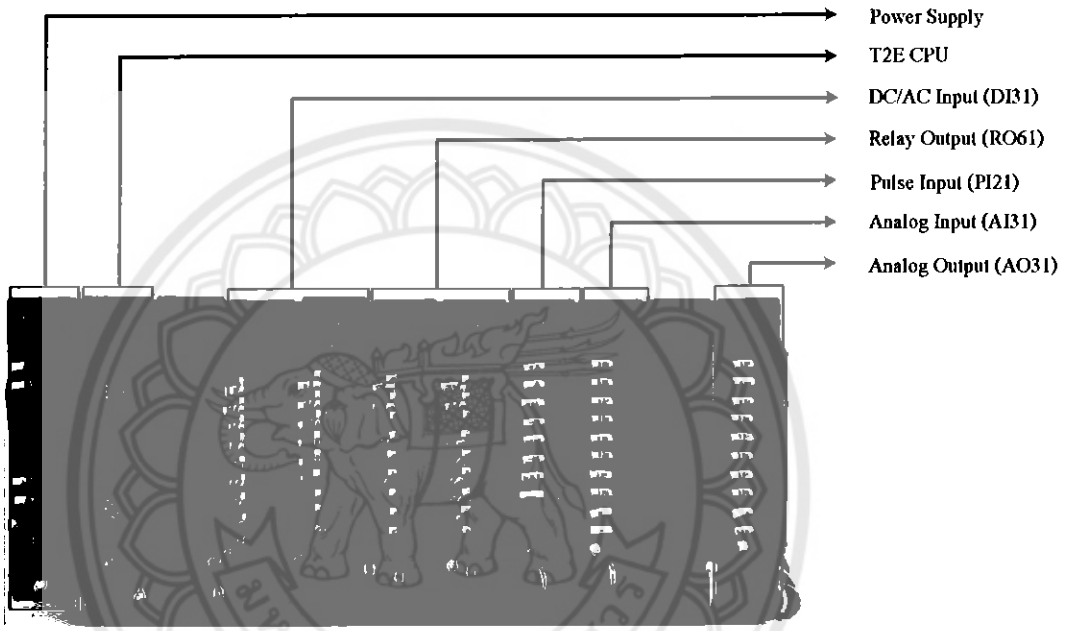
5. การให้พีแอลซีทำงานตามโปรแกรม และการมอนิเตอร์โปรแกรม หลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้ว สั่งรัน (Run) คือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรมตามที่กำหนดและดูสภาวะการทำงานที่หน้าจอ [2]

แผนผังขั้นตอนการทำงานพีแอลซีแสดงได้ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แผนผังการใช้งานพีแอลซี [2]

2.6 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 เป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ชนิดโมดูล ซึ่งผลิตโดยบริษัทโตชิบ้า แสดงดังรูปที่ 2.5 โดยที่การโปรแกรมจะกระทำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกต่อเข้ากับพีแอลซี ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

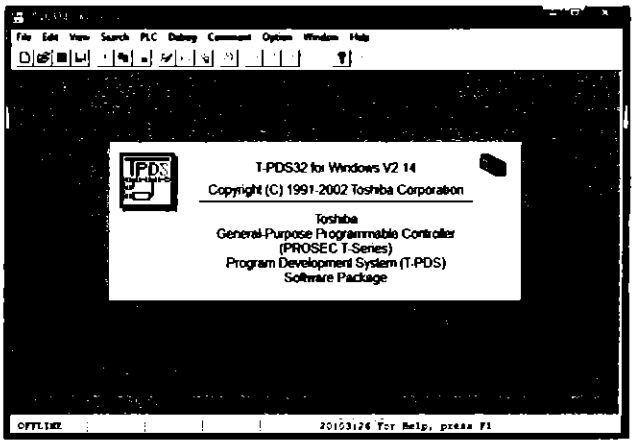


รูปที่ 2.5 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

2.6.1 การโปรแกรม

การโปรแกรมสามารถใช้ได้กับเครื่องโปรแกรมมือถือ (Handy program) โดยต้องกดเรียกฟังก์ชันจากตัวเครื่อง หรืออาจใช้โปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 จะทำให้สามารถเรียกใช้คำสั่งต่างๆได้ง่ายโดยผ่านไอคอนคำสั่งที่แสดงอยู่บนหน้าจอได้เลย อีกทั้งการแสดงมุมมองของหน้าจอโปรแกรมสามารถเรียกดูได้หลายแบบ เช่น แบบ Program Editor, Data monitor เป็นต้น ดังนั้นโครงงานนี้จึงใช้ โปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 ในการโปรแกรม

การเข้าสู่โปรแกรม ไปที่ Start menu เลือก T-PDS32 for Windows Version 2.14 จะพบหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 2.6

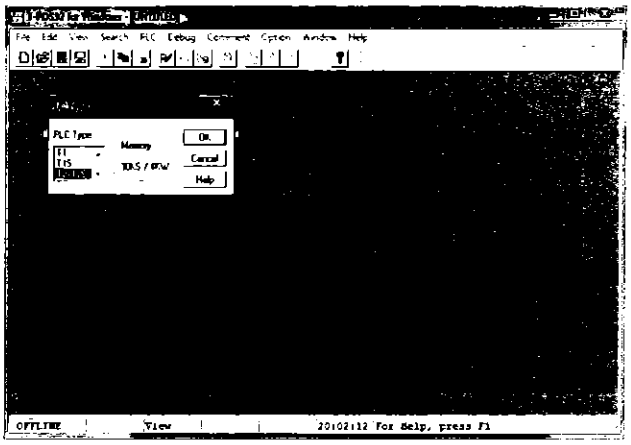


รูปที่ 2.6 หน้าต่างโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

2.6.2 การตั้งค่าก่อนเริ่มเขียนโปรแกรม

โดยปกติเมื่อเปิดโปรแกรม T-PDS32 ขึ้นมาโปรแกรมจะอยู่ในโหมดการทำงานแบบ Offline แต่บางครั้งที่เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ต่ออยู่กับพีแอลซีและเครื่องพีแอลซีเปิดอยู่และสวิตช์โหมดอยู่ในตำแหน่งรัน (RUN) เมื่อเปิดโปรแกรม T-PDS32 ขึ้นมาแล้วโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำ EEPROM ของพีแอลซีจะถูกโหลดขึ้นมาและทำการรัน (RUN) โปรแกรมทันทีคือจะอยู่ในโหมด Online จะต้องหยุดการทำงานของพีแอลซีก่อนโดยการเปิดเมนูพีแอลซีเลือก Online/Offline (สังเกตที่ Status bar จะแสดง Offline) และเริ่มสร้างโปรแกรมได้ทันที โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างโปรเจคใหม่
   - เปิดเมนูพีแอลซี เลือก Online/Offline (สังเกตที่ Status bar จะแสดง Offline)
   - เปิดเมนู File เลือก New Project หรือกด Ctrl+N
   - เลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E ดังแสดงในรูปที่ 2.7
   - คลิกปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่าง Main Program Block

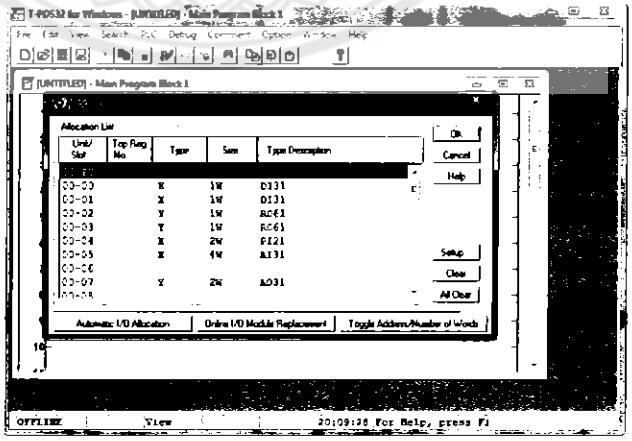


รูปที่ 2.7 การเลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E

2. การกำหนด I/O Allocation ของพีแอลซี

การสร้างโปรแกรมใหม่ทุกครั้ง ก่อนที่จะเรียกใช้คำสั่งในการเขียนโปรแกรมไม่ว่าจะอยู่ในโหมดการทำงานแบบ Online หรือ Offline จะต้องกำหนด I/O Allocation ของพีแอลซีก่อนทุกครั้งมิฉะนั้นจะเรียกใช้คำสั่งไม่ได้ ขั้นตอนในการกำหนด I/O Allocation ของพีแอลซีมีดังนี้

- เปิดเมนูพีแอลซี เลือก I/O Allocation และเลือก I/O Allocation...
- คลิกเลือก Unit/Slot เริ่มที่ 00-00
- คลิกปุ่ม Setup จะปรากฏหน้าต่าง I/O Allocation Setup
- เลือก Module Type & Description
- เลือก Card Type
- เลือก Card Size
- คลิกปุ่ม OK ออกจาก I/O Allocation Setup หน้าต่างจะเป็นดังรูปที่ 2.8

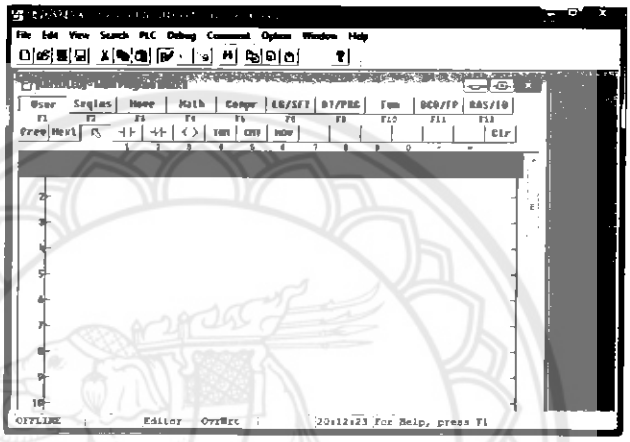


รูปที่ 2.8 หน้าต่าง I/O Allocation หลังการปรับตั้ง

3. การใช้ Edit Mode เพื่อแก้ไขหรือเขียนแผนภาพขั้นบันได

เมื่อกำหนดตำแหน่ง I/O Allocation ของพีแอลซี เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือการเขียนโปรแกรมพื้นที่ ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้จะเป็นพื้นสีฟ้า สามารถเพิ่มพื้นที่การเขียนโปรแกรมนี้ได้โดยการกดปุ่ม Enter และขั้นตอนการใช้ Edit Mode มีขั้นตอนดังนี้

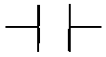
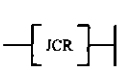
- เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode หรือกดปุ่ม Ctrl+E
- เลือกภาษาการเขียนโปรแกรม ในที่นี้คลิกเลือก Ladder และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏแถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project ดังรูปที่ 2.9



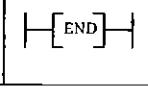
รูปที่ 2.9 แถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project

คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได [6]

คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด	จำนวนขั้น	เวลาของการทำงาน (us)
NO CONTACT		หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NO) ของอุปกรณ์	1	1.4-3.3
NC CONTACT		หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NC) ของอุปกรณ์	1	1.4-3.3
TRANSITIONAL CONTACT (RISING)		เมื่อเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงจาก ON เป็น OFF เอาต์พุตก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน	1	3.0
TRANSITIONAL CONTACT (FALLING)		เมื่อเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงจาก OFF เป็น ON เอาต์พุตก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน	1	3.0
MASTER CONTROL SET		เป็น MCS เป็นสภาวะ OFF แผนภาพขั้นบันได ระหว่างคำสั่ง JSC ถึง JCR จะถูกบังคับไม่ให้ทำงาน	1 (MCS)	2.3
MASSTER CONTROL RESET			1 (MCR)	3.75
JUMP CONTROL SET		เมื่อ JSC เป็นสภาวะ ON แผนภาพขั้นบันได ระหว่างคำสั่ง JSC ถึง JCR จะกระโดดข้ามไป (ไม่ทำงาน)	1 (JSC)	2.75
JUMP CONTROL RESET			2 (JSR)	
ON DELAY TIMER		เมื่ออินพุตสภาวะ ON ครบตามกำหนดเวลาที่กำหนดเอาท์พุตของคำสั่งก็จะเป็นสภาวะ ON	2	5

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได [6]

คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด	จำนวนขั้น	เวลาของการทำงาน (us)
OFF DELAY TIMER		เมื่ออินพุตสภาวะ ON เอาท์พุตก็จะเป็น ON ด้วย เมื่ออินพุตเปลี่ยนเป็น OFF เอาท์พุตจะยัง ON อยู่ตามระยะเวลาที่กำหนด	2	12.8
SINGLE SHOT TIMER		เมื่ออินพุตสภาวะ ON เอาท์พุตของคำสั่งก็จะเป็นสภาวะ ON ตามกำหนดหลักจากนั้นจะกลับเป็นสภาวะ OFF	2	13.0
COUNTER		เมื่ออินพุต ENABLE เป็นสภาวะ ON คำสั่งจะเป็นการนับจำนวนครั้งการ ON ของสัญญาณทางอินพุตนับค่า, และจะให้เอาท์พุตเป็นสภาวะ ON เมื่อนับค่าถึงค่าที่กำหนดไว้ A (B คือรีจิสเตอร์ของตัวนับจำนวน)	2	2.26
END		กำหนดการสิ้นสุดโปรแกรม	1	1.4

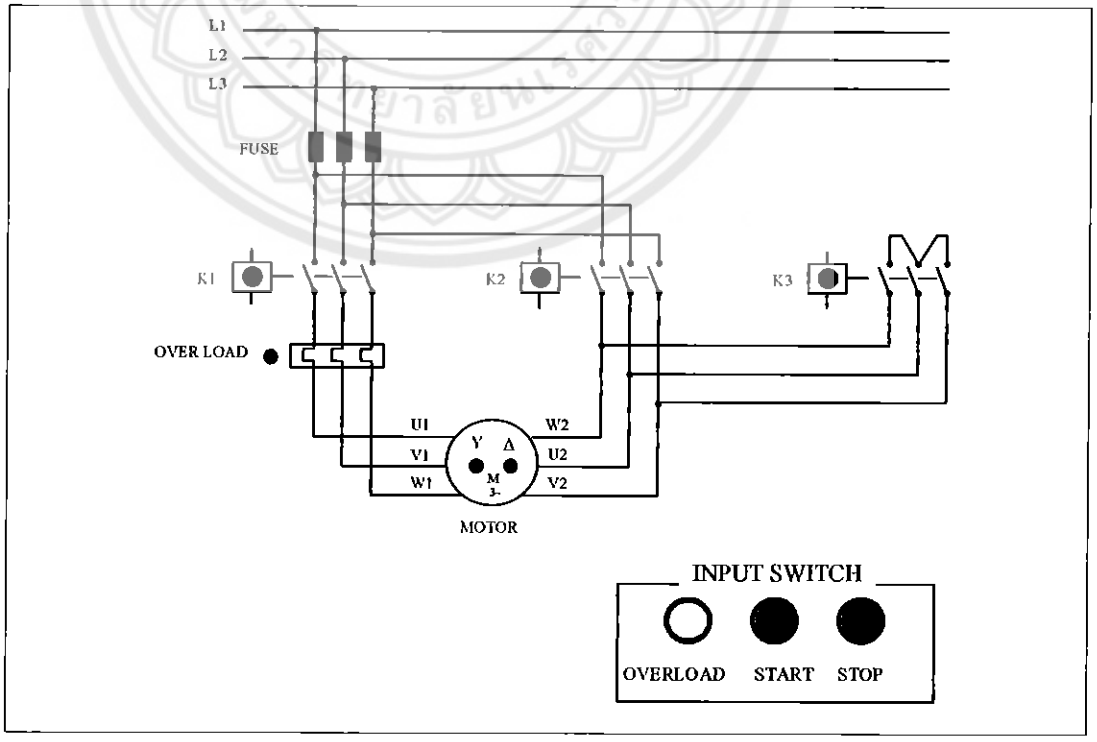
บทที่ 3

การทำงานของแบบจำลองทางอุตสาหกรรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาแบบจำลองทางอุตสาหกรรมทั้ง 6 แบบจำลอง โดยจะกล่าวถึงอุปกรณ์ในแต่ละแบบ ลักษณะการทำงาน รวมถึงแผนภาพการทำงาน เพื่อใช้ในการเขียนแผนภาพขั้นบันได เพื่อกำหนดให้อุปกรณ์และส่วนต่างๆในแบบจำลองทำงานโดยใช้เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ในการทดลองจะใช้ระบบจำลองต่างๆดังต่อไปนี้

3.1 ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

แบบจำลองชนิดนี้ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยให้การเริ่มต้นทำงานเป็นการต่อแบบสตาร์ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนการทำงานเป็นเดลตา และจะมีปุ่มสำหรับจำลองสถานการณ์สภาวะโหลดเกิน (OVERLOAD) ระหว่างการทำงาน นอกจากนั้นจะมีปุ่มสำหรับเริ่มต้นการทำงาน (START) และหยุดการทำงาน (STOP) ของชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสด้วย ซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์ 3 เฟส

3.1.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

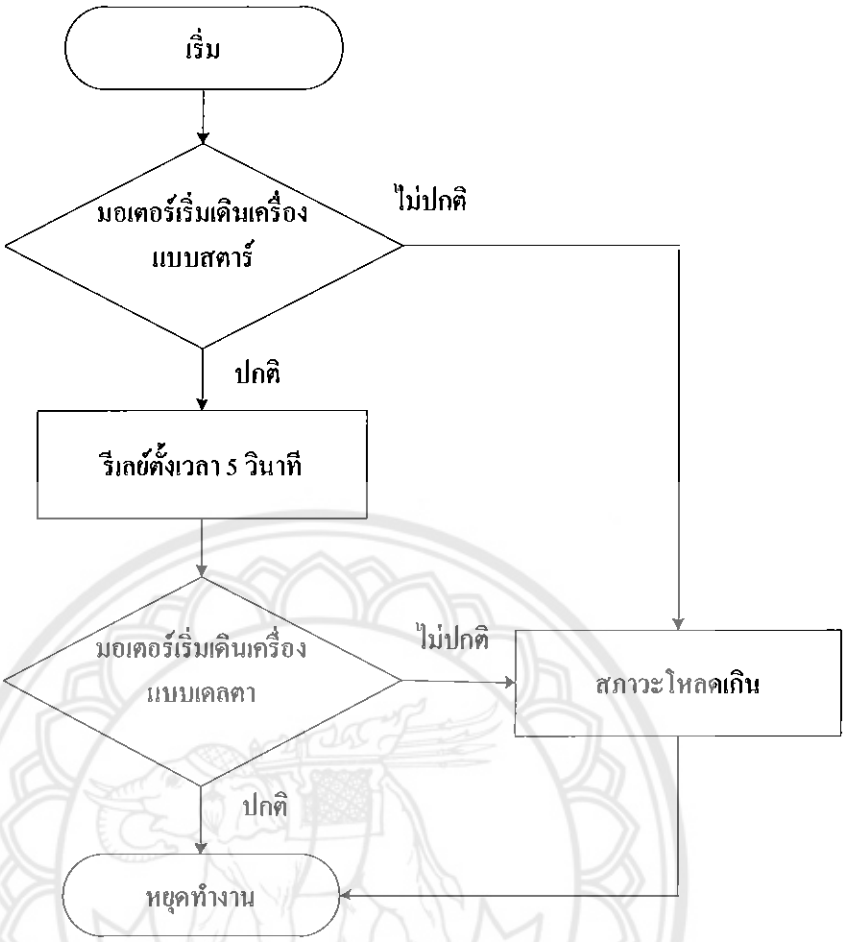
1. FUSE อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรในสายวงจรควบคุม
2. K1 คอนแทกเตอร์หลัก
3. K2 คอนแทกเตอร์สำหรับการต่อวงจรแบบเดลตา
4. K3 คอนแทกเตอร์สำหรับการต่อวงจรแบบสตาร์
5. START ระบบเริ่มทำงาน
6. STOP ระบบหยุดทำงาน
7. OVERLOAD อุปกรณ์ป้องการทำงานเกินกำลังของมอเตอร์

3.1.2 หลักการทำงานของชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

เมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) มอเตอร์เริ่มเดินเครื่องต่อวงจรแบบสตาร์ โดยที่คอนแทกเตอร์ K1 และ K3 ทำงาน โดย K1 ทำหน้าที่ต่อวงจรให้ L1, L2 และ L3 ต่อกับ U1, V1 และ W1 K3 ทำหน้าที่ต่อวงจรให้ W2, U2 และ V2 ระบบเริ่มเดินเครื่องจนกระทั่งครบเวลาที่ตั้งไว้โดยใช้รีเลย์ตั้งเวลา 5 วินาที

เมื่อครบเวลาที่กำหนด มอเตอร์ต่อวงจรแบบเดลตา โดยที่ คอนแทคเตอร์ K1 และ K2 ทำงาน โดย K1 ทำหน้าที่ต่อวงจรให้ L1, L2 และ L3 ต่อกับ U1, V1 และ W1 K2 ทำหน้าที่ต่อวงจรให้ L1, L2 และ L3 ต่อกับ W2, U2 และ V2

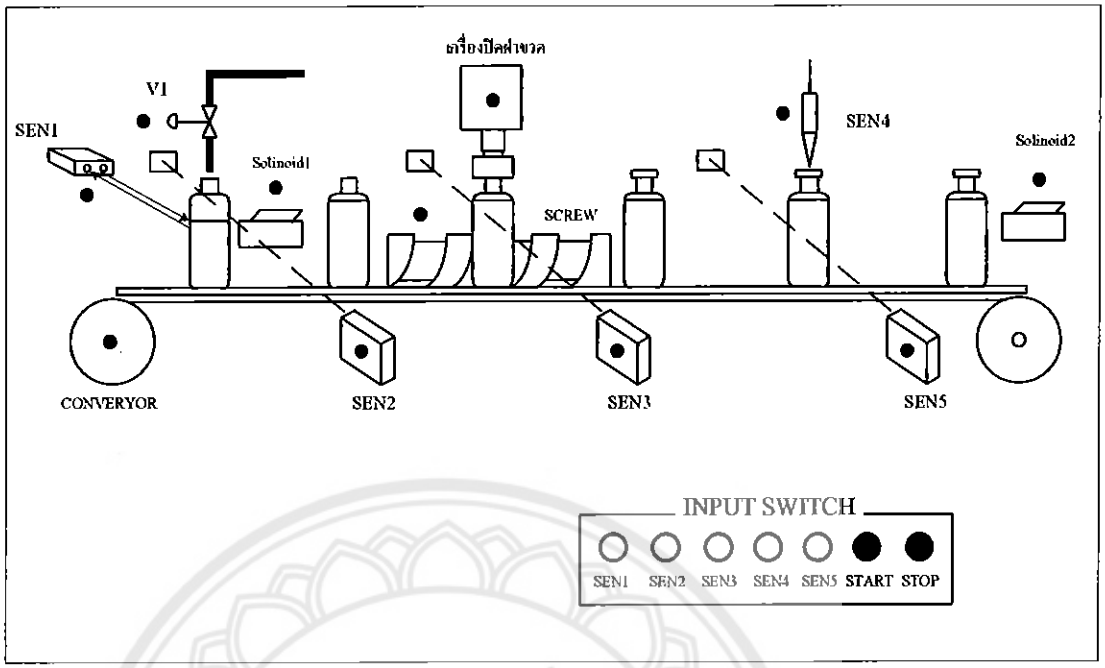
เมื่อกดปุ่ม OVERLOAD เสมือนเกิดสภาวะโหลดเกิน เกิดขึ้นจริงในระบบจะทำให้ระบบหยุดทำงาน เหมือนกับการกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) มอเตอร์จะหยุดทำงานทันที แผนผังควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

3.2 ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมการกรอกน้ำใส่ขวด โดยสายพานจะหมุนนำขวดเปล่าผ่านไปยังจุดต่างๆ ซึ่งระบบจะทำการตรวจสอบปริมาณน้ำในขวด เติมน้ำจนเต็ม ปิดฝาขวด และตรวจสอบความผิดพลาดเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนจะส่งต่อไปขั้นตอนการจัดเก็บ ซึ่งแบบจำลองการกรอกน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวด

3.2.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

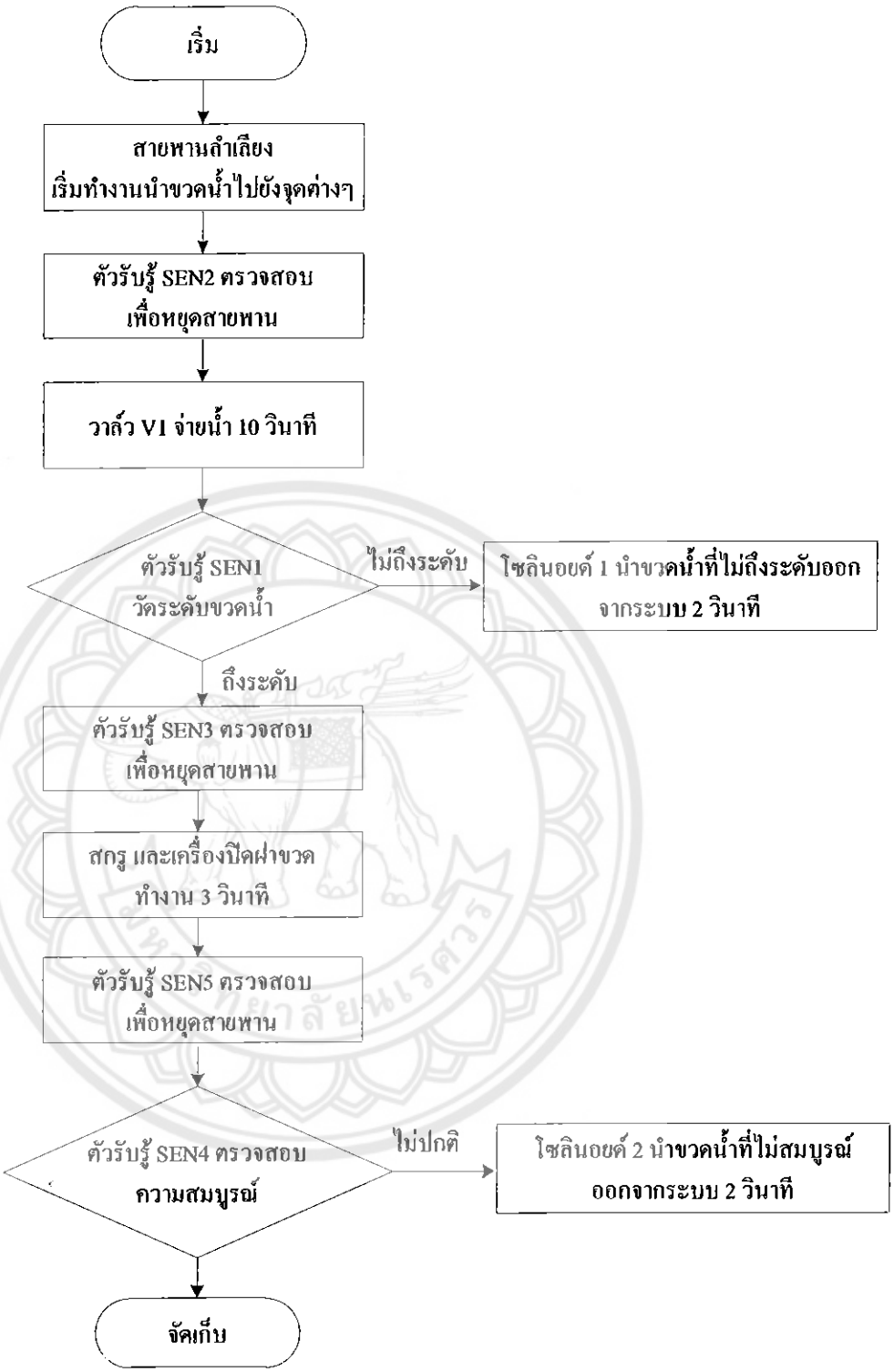
1. CONVERYOR สายพานลำเลียง
2. V1 วาล์วเปิดปิดน้ำ
3. SCREW อุปกรณ์ล็อกขวดน้ำให้อยู่กับที่เพื่อปิดฝาขวด
4. Solinoid1 แยกขวดน้ำที่ผิดปกติ
5. Solinoid2 แยกขวดน้ำที่ผิดปกติ
6. SEN1 ตรวจจับระดับน้ำ
7. SEN2 ตรวจจับขวดน้ำเพื่อเติมน้ำ
8. SEN3 ตรวจจับขวดน้ำเพื่อปิดฝาขวด
9. SEN4 ตรวจสอบความเรียบร้อยของขวด
10. SEN5 ตรวจจับขวดน้ำเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย
11. เครื่องปิดฝาขวด ปิดฝาขวดน้ำ
12. START ระบบเริ่มการทำงาน
13. STOP ระบบหยุดการทำงาน

3.2.2 หลักการทำงานของชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

เมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) ขวดน้ำจะเริ่มเลื่อนไปตามสายพานลำเลียง (CONVERYOR) จนเจอตัวรับรู้ SEN2 เมื่อตัวรับรู้ SEN2 ตรวจจับเจอขวดน้ำจะสั่งให้สายพานลำเลียงหยุด แล้ววาล์ว V1 ให้กรอกน้ำใส่ขวดเป็นเวลา 10 วินาที เมื่อเวลาครบเวลาแล้วตัวรับรู้ SEN1 ตรวจจับระดับน้ำและน้ำถึงระดับตัวรับรู้ SEN1 วาล์ว V1 จะหยุดทำงาน

ขวดน้ำจะถูกต่อไปจนถึงตัวรับรู้ SEN3 เมื่อตรวจจับเจอขวดน้ำจะสั่งให้สายพานลำเลียงหยุด สกรู (SCREW) จะยึดขวดน้ำให้อยู่กับที่ จากนั้นเครื่องปิดฝาขวดน้ำจะทำการปิดฝาขวดเป็นเวลา 3 วินาที

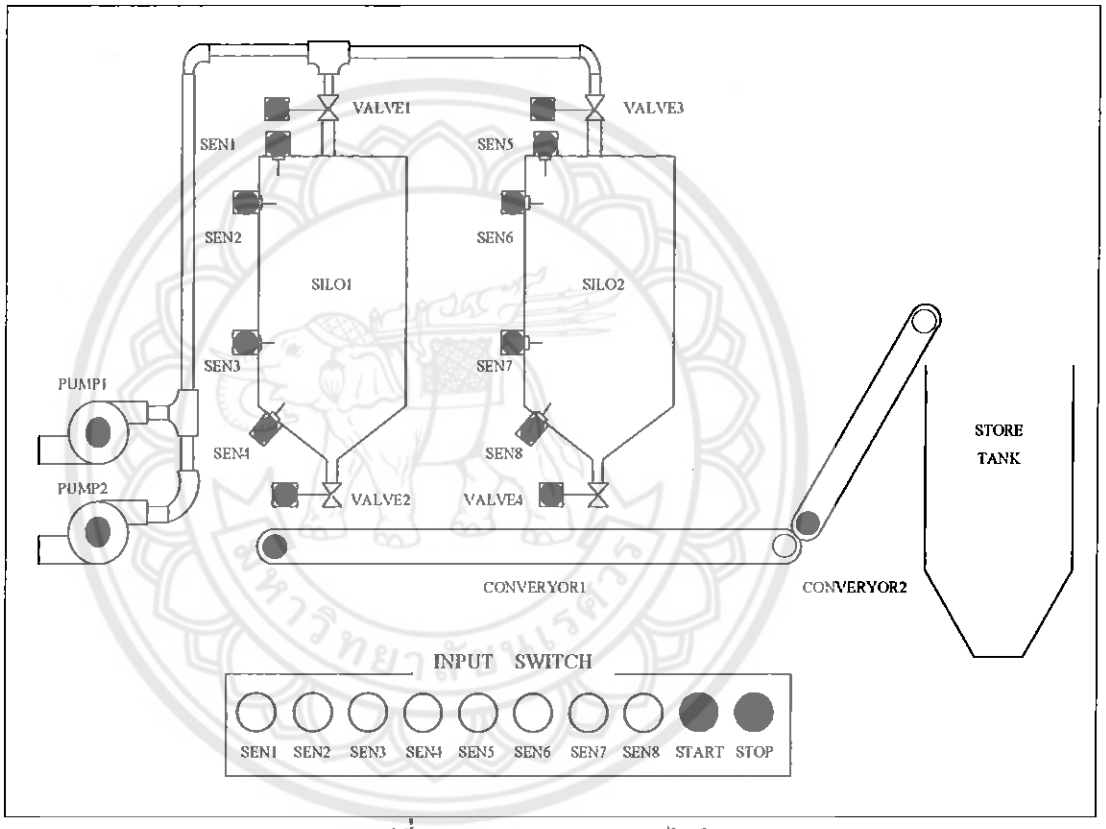
ขวดน้ำจะถูกต่อไปจนถึงตัวรับรู้ SEN5 เมื่อตรวจจับเจอขวดน้ำจะสั่งให้สายพานลำเลียงหยุดแล้วตัวรับรู้ SEN4 จะตรวจจับความสมบูรณ์ของขวดน้ำ ถ้าสมบูรณ์จะถูกลำเลียงเข้าจัดเก็บ ถ้าไม่สมบูรณ์โซลินอยด์ Solinoid2 จะทำงานให้นำขวดน้ำนั้นออกจากระบบเป็นเวลา 2 วินาทีขณะที่ระบบกำลังทำงานอยู่ ถ้ามีการกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ทั้งระบบจะหยุดทำงาน แผนผังควบคุมการกรอกน้ำใส่ขวดแสดงได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนผังการควบคุมการกรอกน้ำใส่ขวด

3.3 ชุดควบคุมระบบไซโล

แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองระบบไซโลที่ใช้สำหรับผสมวัตถุดิบก่อนการนำไปเก็บไว้ในถังเก็บวัตถุดิบโดยมีปั้ม 2 ตัวสำหรับจ่ายวัตถุดิบ 2 ชนิดไปยังถังไซโล 2 ถัง ซึ่งจะมีแบบจำลองทั้งหมด 2 แบบ โดยที่แบบที่ 1 วัตถุดิบชนิดที่ 1 และวัตถุดิบชนิดที่ 2 จะรวมอยู่ในไซโลเดียวกันทั้งสองถัง และแบบที่ 2 วัตถุดิบชนิดที่ 1 จะอยู่ในไซโลที่ 1 และวัตถุดิบชนิดที่ 2 จะอยู่ในไซโลที่ 2 โดยที่สัดส่วนในไซโลจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งแบบจำลองระบบไซโลแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แบบจำลองระบบไซโล

3.3.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดควบคุมระบบไซโล

1.	PUMP1, PUMP2	อุปกรณ์จ่ายวัตถุดิบ
2.	VALVE1, VALVE3	เปิด/ปิด การจ่ายวัตถุดิบเข้าถังไซโล
3.	VALVE2, VALVE4	เปิด/ปิด การจ่ายวัตถุดิบออกจากถังไซโล
4.	SILO1, SILO2	ถังผสมวัตถุดิบ
5.	CONVERYOR1, 2	ระบบลำเลียงวัตถุดิบ
6.	STORE TANK	ถังเก็บวัตถุดิบ

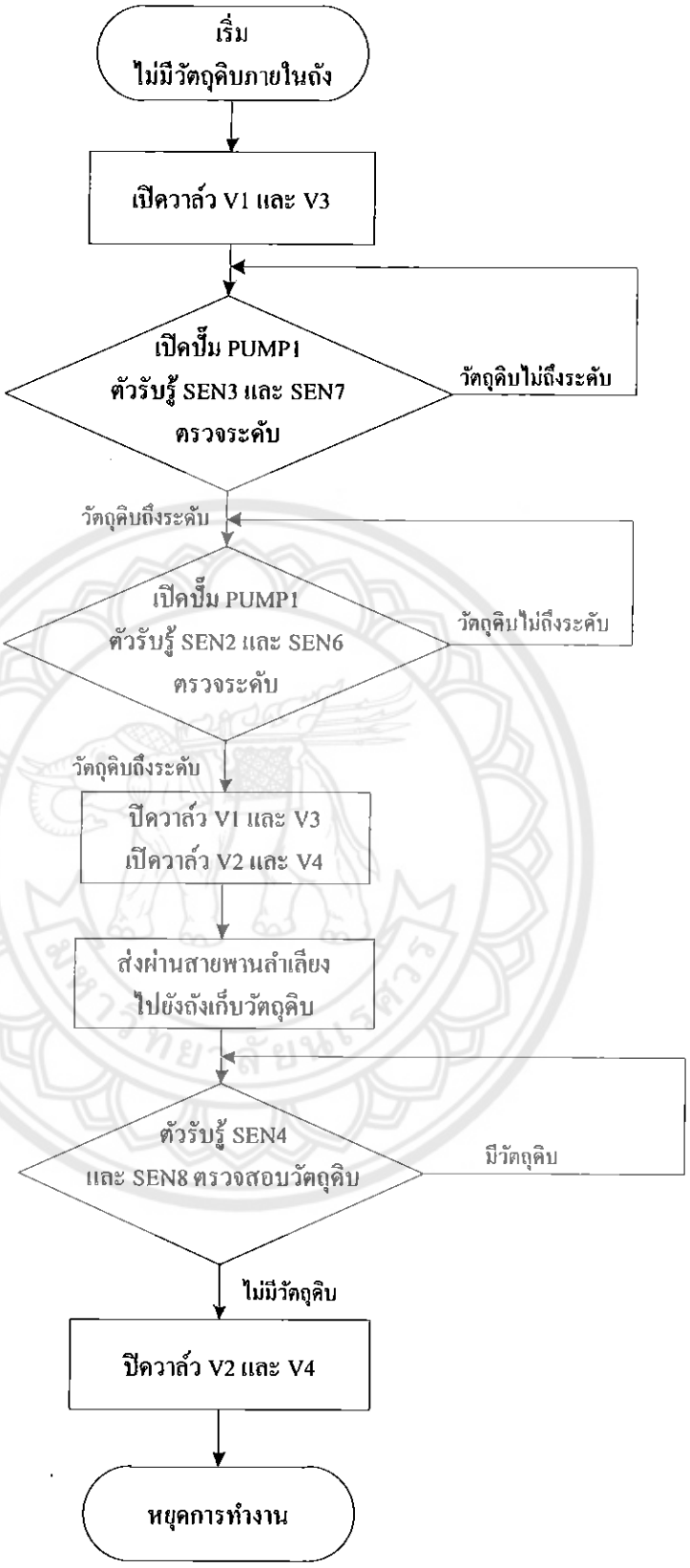
7.	SEN1 - SEN8	อุปกรณ์ตรวจจับปริมาณวัตถุดิบในถังไซโล
8.	START	เริ่มการทำงาน
9.	STOP	หยุดการทำงาน

3.3.2 หลักการทำงานของชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (กำหนดให้ระบบไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน)

เริ่มจากเมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) ระบบไซโลเริ่มทำงานโดยระบบไม่มีวัตถุดิบอยู่ในถัง จากนั้นวาล์ว V1 และ V3 เปิด และปั๊ม PUMP1 จ่ายวัตถุดิบชนิดแรกเข้ามาในถังไซโลทั้ง 2 ถังจนกระทั่งตัวรับรู้ SEN3 และ SEN7 ตรวจจับเจอวัตถุดิบจะหยุดการทำงานของปั๊ม PUMP1

จากนั้นจะให้ปั๊ม PUMP2 เริ่มทำงานเพื่อจ่ายวัตถุดิบชนิดที่สองเข้ามาในไซโลทั้ง 2 ถังจนถึงระยะที่ตัวรับรู้ SEN2 และ SEN6 ตรวจจับเจอวัตถุดิบ จึงหยุดการทำงานของปั๊ม PUMP2

หลังจากปั๊ม PUMP2 หยุดทำงานแล้วจะให้วาล์ว V2 และ V4 เปิด และวาล์ว V1 และ V3 ปิด เพื่อให้วัตถุดิบในถังไซโลเคลื่อนโดยออกระบบลำเลียงวัตถุดิบ (CONVERYOR) ไปยังถังเก็บวัตถุดิบที่ผสมแล้วเมื่อวัตถุดิบออกจากถังหมดแล้วตัวรับรู้ SEN4 และ SEN8 ตรวจจับไม่เจอวัตถุดิบจะหยุดการทำงานของวาล์ว V2 และ V4 แต่ถ้ากดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดการทำงานทันทีโดยที่วาล์ว V1, V2, V3 และ V4 และระบบลำเลียงวัตถุดิบจะหยุดทำงานทั้งหมด แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 แสดงดังรูปที่ 3.6



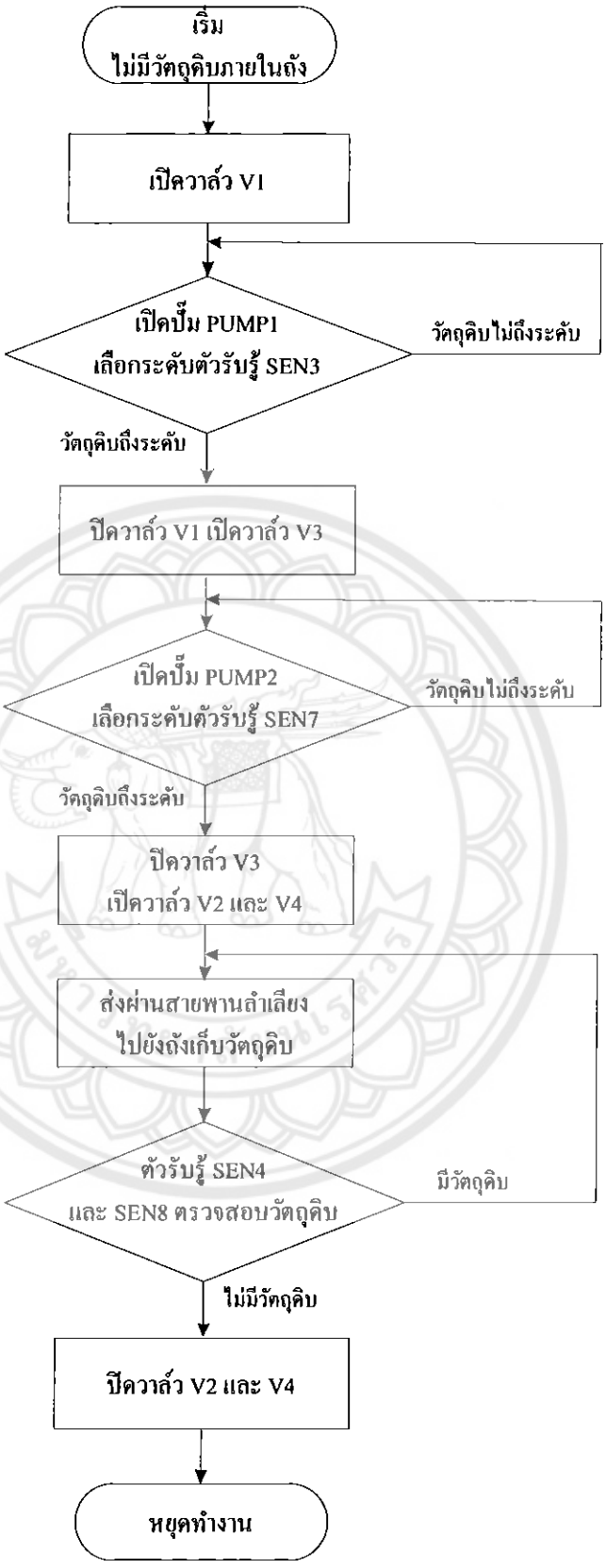
รูปที่ 3.6 แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน)

3.3.3 หลักการทำงานของชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (กำหนดให้ระบบไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน)

เริ่มจากเมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) ระบบไซโลเริ่มทำงานโดยระบบไม่มีวัตถุดิบอยู่ในถังไซโลที่ 1 เริ่มทำงานโดย ให้วาล์ว V1 เปิดโดยที่สามารถเลือกได้ว่าจะเอาวัตถุดิบปริมาณเท่าไร แต่ในการทดลองนี้จะกำหนดให้อยู่ในระดับตัวรับรู้ SEN3 หลังจากนั้นปั๊ม PUMP1 จ่ายวัตถุดิบเข้ามาในถังไซโลที่ 1 จนถึงระดับที่ได้กำหนดไว้ก็จะหยุดการทำงานของปั๊ม PUMP1

ไซโลที่ 2 เริ่มทำงานโดยหยุดการจ่ายวัตถุดิบของปั๊ม PUMP1 และปิดวาล์ว V1 จากนั้นให้วาล์ว V3 เปิดโดยที่ระบบสามารถเลือกได้ว่าจะเอาวัตถุดิบปริมาณเท่าไร แต่ในการทดลองนี้จะกำหนดให้อยู่ในระดับตัวรับรู้ SEN7 หลังจากนั้นปั๊ม PUMP2 จ่ายวัตถุดิบเข้ามาในถังไซโลที่ 2 จนถึงระดับที่ได้กำหนดไว้ก็จะหยุดการทำงานของปั๊ม PUMP2

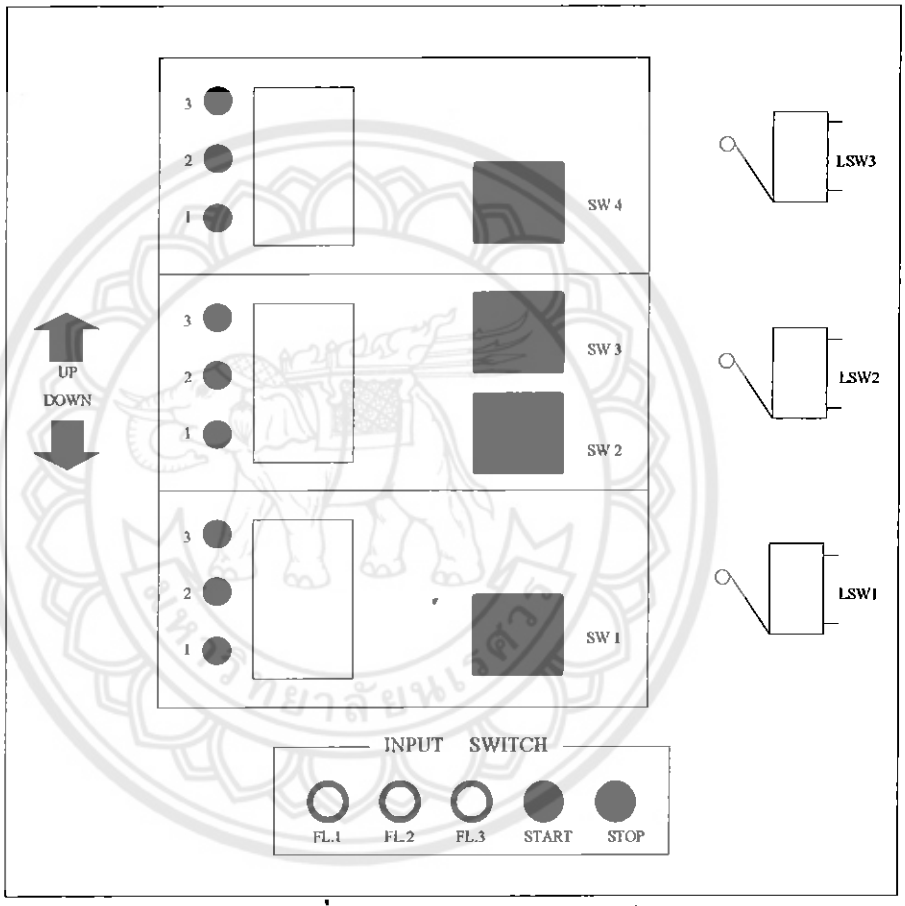
หลังจากนั้นเมื่อปั๊ม 2 หยุดทำงานแล้ววาล์ว V2 และ V4 จะเปิด และวาล์ว V3 จะปิดเพื่อให้วัตถุดิบในถังไซโลทั้งสองเคลื่อนออกโดยระบบลำเลียงวัตถุดิบ (CONVERYOR) ไปยังถังเก็บวัตถุดิบที่ผสมแล้ว เมื่อวัตถุดิบออกจากถังหมดแล้วตัวรับรู้ SEN4 และ SEN8 ตรวจจับไม่เจอวัตถุดิบจะหยุดการทำงานของวาล์ว V2 และ V4 แต่ถ้ากดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดการทำงานโดยที่วาล์ว V1, V2, V3 และ V4 และระบบลำเลียงวัตถุดิบจะหยุดทำงานทั้งหมด แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนผังการควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน)

3.4 ชุดควบคุมระบบลิฟต์

แบบจำลองนี้เป็นชุดควบคุมระบบลิฟต์ ซึ่งจะมีแบบจำลองทั้งหมด 2 แบบ โดยที่แบบที่ 1 ลิฟต์จะไม่หยุดที่ชั้น 2 และแบบที่ 2 ลิฟต์จะสามารถขึ้นลงได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะมีไฟแสดงชั้นที่ลิฟต์อยู่ในขณะนั้นและไฟแสดงการขึ้นลงของลิฟต์ ซึ่งแบบจำลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แสดงได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แบบจำลองระบบลิฟต์

3.4.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดควบคุมระบบลิฟต์

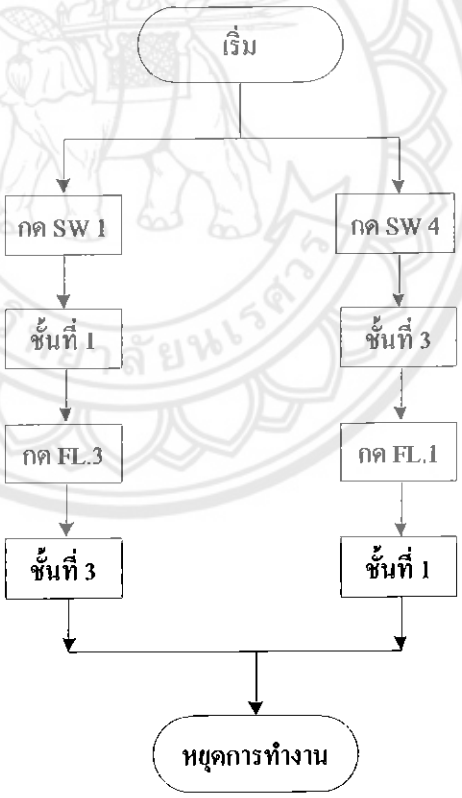
1. SW 1, SW 3 ปุ่มกดขึ้นชั้นบน
2. SW 2, SW 4 ปุ่มกดลงชั้นล่าง
3. LSW1, 2, 3 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch) ที่ชั้น 1, 2, 3
4. FL.1 ปุ่มเลือกชั้นที่ 1 ที่อยู่ข้างในลิฟต์
5. FL.2 ปุ่มเลือกชั้นที่ 2 ที่อยู่ข้างในลิฟต์
6. FL.3 ปุ่มเลือกชั้นที่ 3 ที่อยู่ข้างในลิฟต์

7. START เริ่มทำงาน
8. STOP หยุดทำงาน
9. เลข 1, 2, 3 ไฟสถานะหน้าลิฟต์

3.4.2 หลักการทำงานของชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2)

กำหนดให้ลิฟต์ไม่สามารถขึ้นลงภายใน 1 ชั้นได้นั่นคือลิฟต์จะไม่รับผู้โดยสารที่ชั้น 2 เริ่มจากเมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) เมื่อกด ปุ่ม SW 1 หรือปุ่ม FL3 เพื่อต้องการขึ้นไปชั้นที่ 3 ลิฟต์จะเลื่อนไปยังชั้นที่ 3 และเมื่ออยู่ชั้นที่ 3 ให้กดปุ่ม SW 4 หรือปุ่ม FL.1 เพื่อลงไปชั้นที่ 1

โดยการกดปุ่มสามารถกดได้แค่ปุ่ม FL.1, FL.3 และSW 1, SW 4 ได้เท่านั้น ถ้ากดปุ่ม FL.2 SW 2 และSW 3 ลิฟต์จะไม่ทำงานและเมื่อกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดการทำงานทั้งหมด แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 3.9



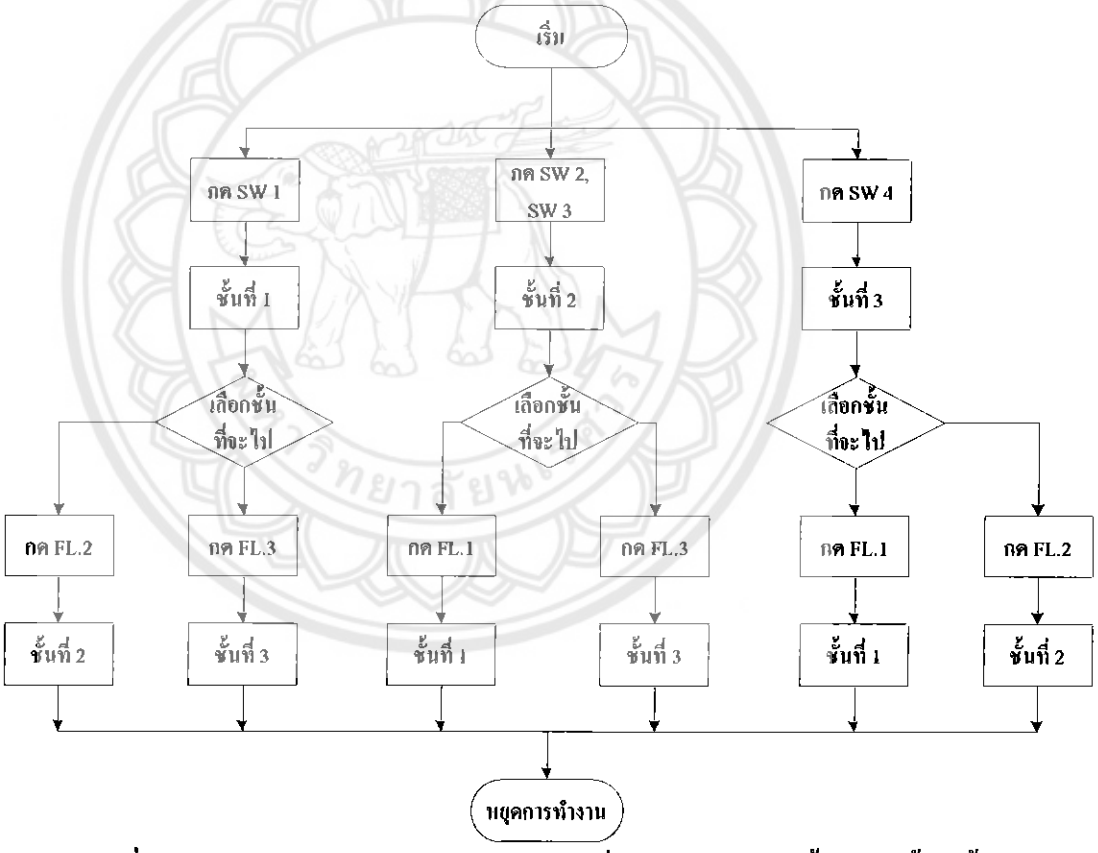
รูปที่ 3.9 แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2)

3.4.3 หลักการทำงานของชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น)

ลิฟต์แบบที่ 2 นี้จะอนุญาตให้รับผู้โดยสารที่ชั้นสองได้ เริ่มจากเมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) เมื่ออยู่ชั้นที่ 1 ให้กดปุ่ม SW 1 เพื่อต้องการขึ้นชั้นบน หลังจากนั้นจะกดปุ่ม FL.2 หรือ FL.3 เพื่อเลือกชั้นที่ต้องการไป ลิฟต์จะเลื่อนไปยังชั้นที่ต้องการ

เมื่ออยู่ชั้นที่ 2 ถ้าต้องการไปชั้น 1 ให้กดปุ่ม SW 2 หรือไปชั้น 3 ให้กดปุ่ม SW 3 แล้วให้กดปุ่ม FL.1 เพื่อไปชั้น 1 หรือ กดปุ่ม FL.3 เพื่อไปชั้น 3

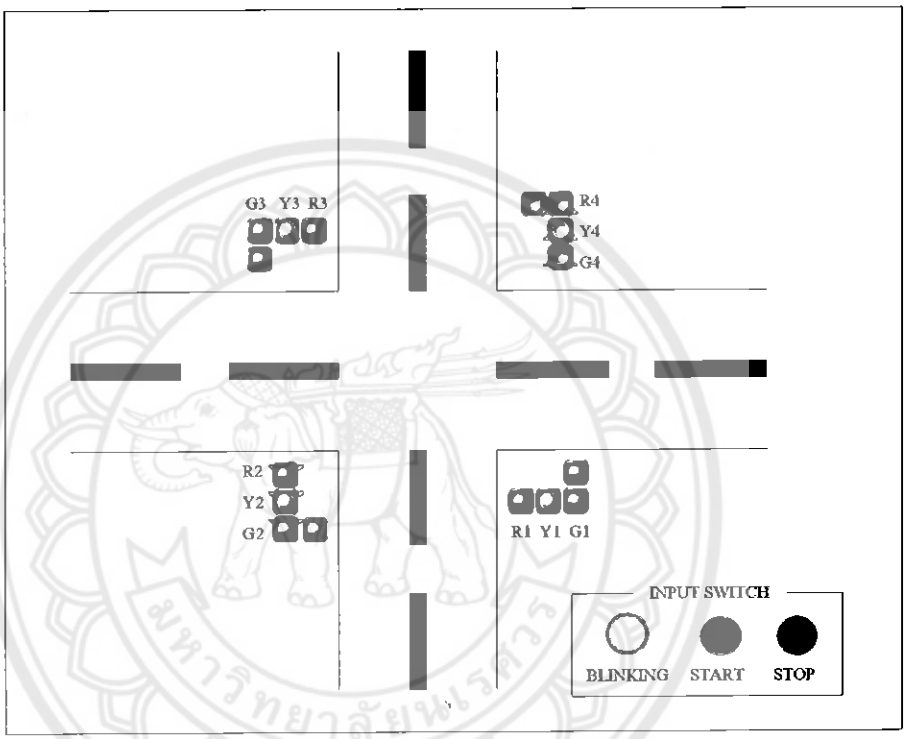
เมื่ออยู่ชั้นที่ 3 ให้กดปุ่ม SW 4 เพื่อต้องการลงไปชั้นล่างให้กดปุ่ม FL.1 เพื่อไปชั้น 1 หรือกดปุ่ม FL.2 เพื่อไปชั้น 2 และเมื่อกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดการทำงานทั้งหมด แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนผังการควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น)

3.5 ชุดควบคุมระบบไฟจราจร

แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมไฟจราจร โดยจะมีการแสดงไฟสัญญาณคือ ไฟเขียว ไฟเหลืองและไฟแดง โดยการทำงานแต่ละแยกจะทำงานเหมือนกัน เมื่อกดปุ่ม BLINKING ไฟสัญญาณจราจรทุกแยกจะเป็นไฟแดงและเมื่อกดปุ่ม STOP ไฟสัญญาณจราจรทุกแยกจะดับหมด ซึ่งแบบจำลองการควบคุมระบบไฟจราจรแสดงได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แบบจำลองระบบไฟจราจร

3.3.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดควบคุมระบบไฟจราจร

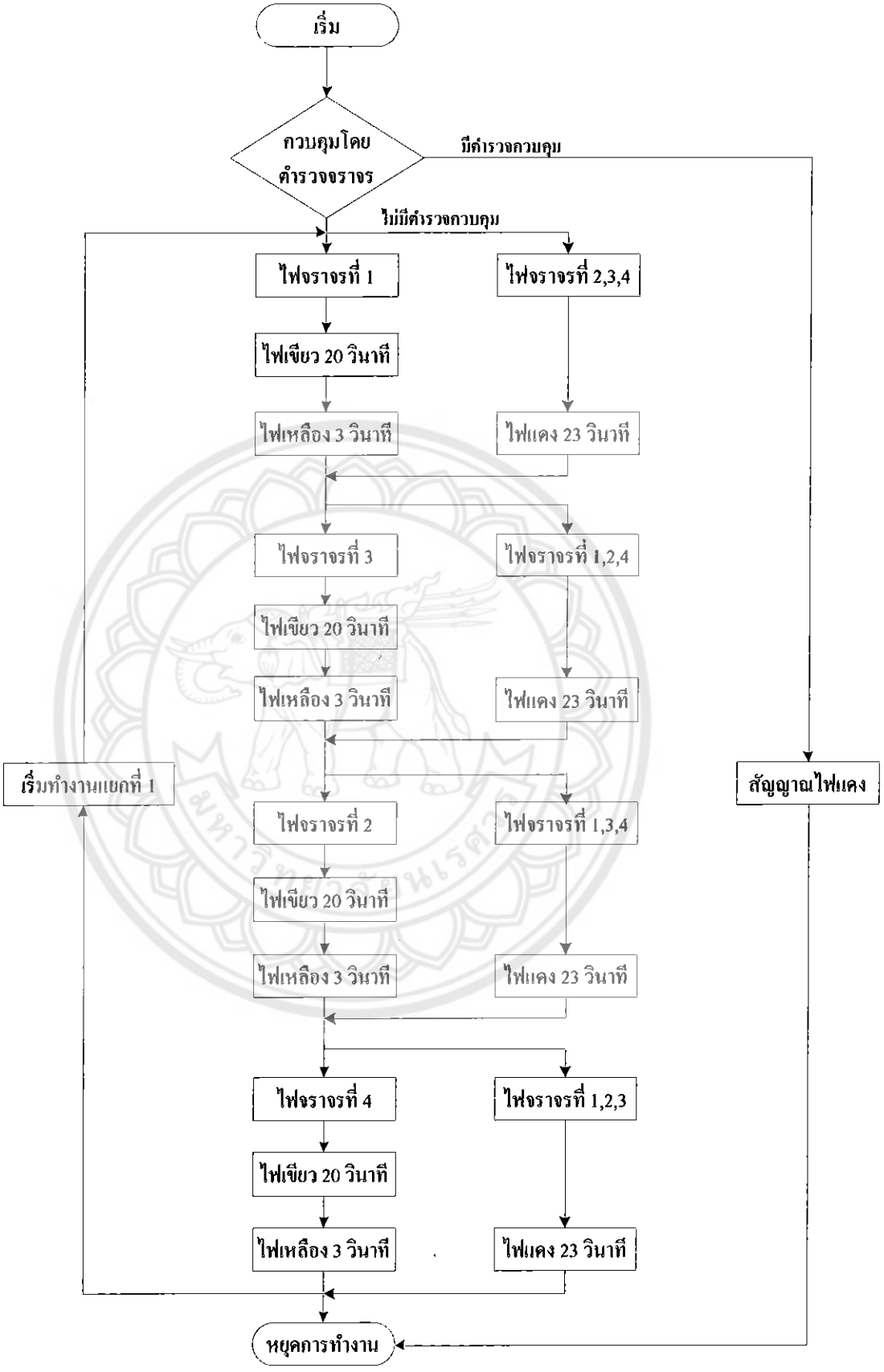
1. G1, G2, G3, G4 ไฟเขียว
2. Y1, Y2, Y3, Y4 ไฟเหลือง
3. R1, R2, R3, R4 ไฟแดง
4. BLINKING ไฟสีแดงติดค้าง
5. START เริ่มทำงาน
6. STOP หยุดทำงาน

หมายเหตุ: ในชุดสาธิตการควบคุมระบบไฟจราจรปุ่มกด BLINKING ควรทำให้ไฟสีแดงกระพริบทุกแยก แต่เนื่องจากยังคงมีข้อขัดข้องในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานดังกล่าว ดังนั้นในโครงงานนี้จึงเขียนโปรแกรมควบคุมให้ไฟแดงติดค้างแทน

3.3.2 หลักการทำงานของชุดควบคุมระบบไฟจราจร

เมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) โดยการทำงานแต่ละแยกจะทำงานเหมือนกันเริ่มจากไฟจราจรต้นที่ 1, 3, 2 และ 4 ตามลำดับโดยที่สัญญาณไฟเขียวทั้งทางเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาและทางตรงจะเขียวพร้อมกัน สัญญาณไฟเขียวจะติด 20 วินาที สัญญาณไฟเหลืองจะติด 3 วินาที และสัญญาณไฟแดงจะติด 69 วินาที ในแต่ละแยก

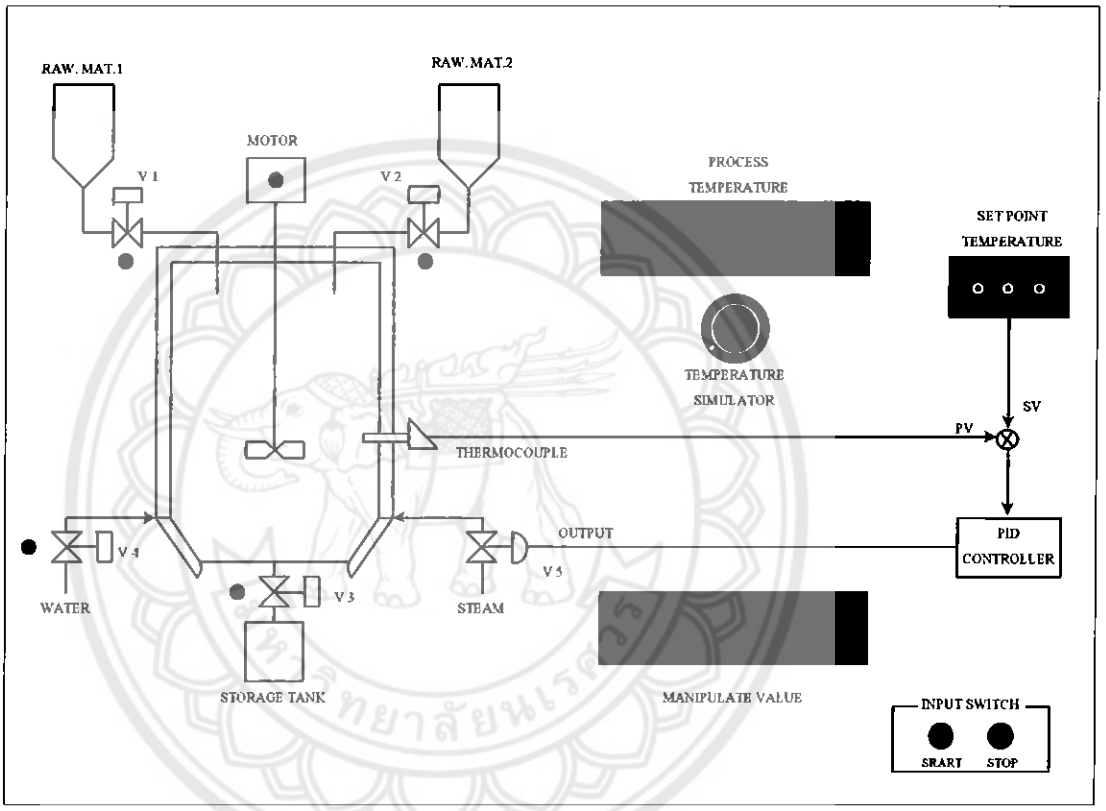
การกดปุ่ม BLINKING คือ สัญญาณไฟแดงติดทุกแยก ให้หยุดรถแล้วชลอดูรถทุกแยกก่อนผ่านทางแยกหรือให้ปฏิบัติตามตำรวจจราจรที่อยู่บริเวณนั่น การกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดทำงานทั้งหมดทันที แผนผังการควบคุมระบบไฟจราจร แสดงดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แผนผังการควบคุมระบบไฟจราจร

3.6 ชุดสาธิตการผสมวัตถุ

แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมการผสมวัตถุโดยมีวัตถุ 2 ชนิด ผสมอยู่ในถังขนาดใหญ่ ภายในถังจะมีใบพัดสำหรับผสมวัตถุ แบบจำลองนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ตรงตามต้องการของผู้ใช้โดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดีเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในการผสมวัตถุให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ ซึ่งแบบจำลองการผสมวัตถุแสดงได้ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แบบจำลองการผสมวัตถุ

3.6.1 ชนิดอุปกรณ์ของชุดสาธิตการผสมวัตถุ

1.	RAW.MAT.1 , 2	วัตถุชนิดที่ 1 และ 2
2.	V1 , V2	เปิด/ปิด การจ่ายวัตถุเข้าถังผสมวัตถุ
3.	V3	เปิด/ปิด การจ่ายวัตถุดิบออกจากถังผสมวัตถุ
4.	V4	เปิด/ปิด การจ่ายน้ำเข้าถังผสมวัตถุ
5.	V5	เปิด/ปิด การจ่ายไอน้ำเข้าถังผสมวัตถุ
6.	STORAGE TANK	ถังเก็บรักษาวัตถุที่ทำการผสมแล้ว
7.	THERMOCOUPLE	ตัววัดอุณหภูมิ

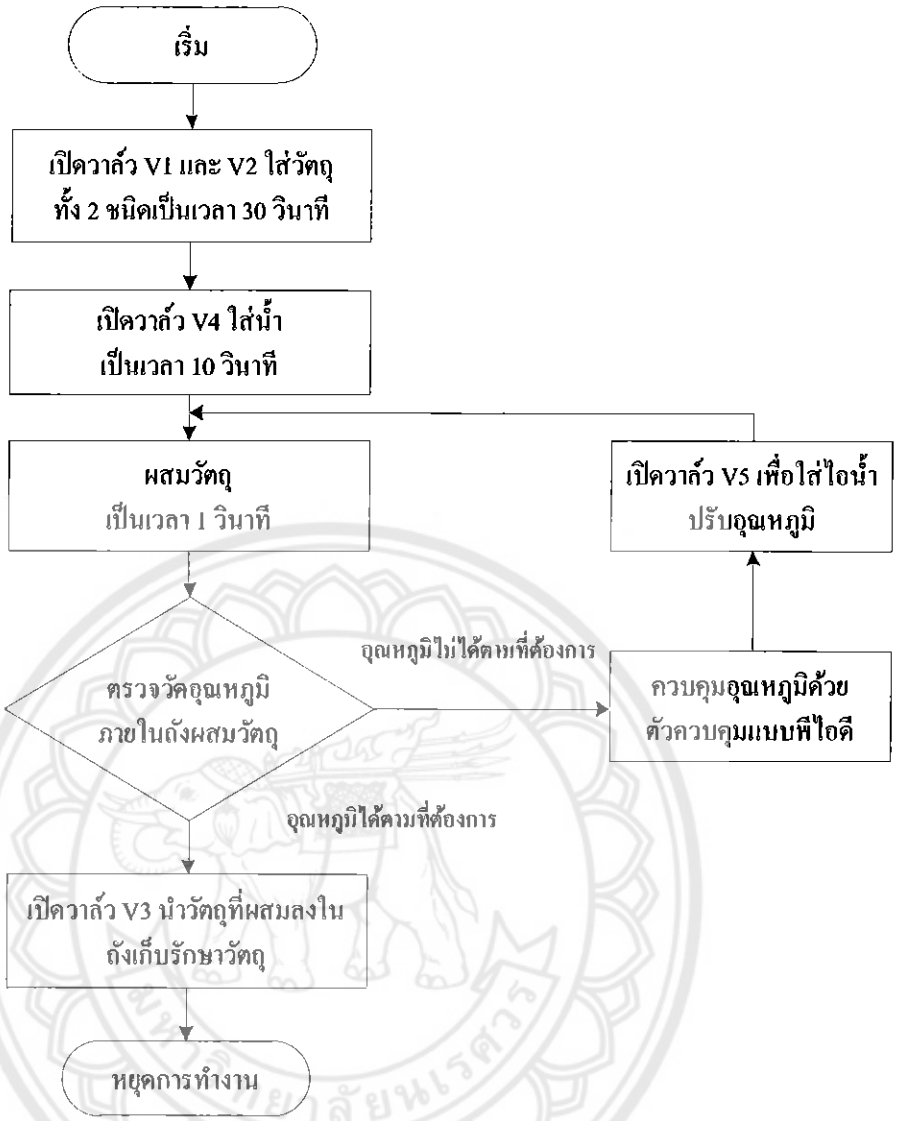
8.	TEMPERATURE SIMULATOR	ตัวจำลองอุณหภูมิในถังผสม
9.	PID CONTROLLER	ตัวควบคุมอุณหภูมิแบบพีไอดี
10.	START	เริ่มทำงาน
11.	STOP	หยุดทำงาน

3.6.2 หลักการทำงาน

เริ่มจากเมื่อกดปุ่มให้ระบบเริ่มทำงาน (START) ระบบเปิดวาล์ว V1 และเปิดวาล์ว V2 เพื่อปล่อยวัตถุทั้ง 2 ชนิดเป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นปิดวาล์ว V1 และปิดวาล์ว V2 หลังจากวัตถุทั้ง 2 ชนิด อยู่ในถังเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการเปิดวาล์ว V4 เพื่อใส่น้ำเข้าไปในถังเป็นเวลา 10 วินาที เมื่อส่วนผสมอยู่ในถังแล้ว มอเตอร์จะเริ่มทำงาน ผสมวัตถุที่อยู่ในถังเป็นเวลา 1 นาที ภายในถังจะมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เสมอด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี

แบบจำลองการผสมวัตถุจะมีการจำลองอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการผสมวัตถุ ที่ตัวปรับอุณหภูมิจำลองภายในถังผสม (TEMPERATURE SIMULATOR) โดยมีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (THERMOCOUPLE) ในถังและแสดงอุณหภูมิที่จอแสดงผล (PROCESS TEMPERATURE) โดยที่มีตัวควบคุมแบบพีไอดีในพีแอลซีโตชิบ้าเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ ในการควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการ โดยจะมีการตั้งค่า SV (Set value: ค่าที่ต้องการ) ไว้และนำมาเปรียบเทียบกับค่า PV (Process value: ตัวแปรกระบวนการหรือค่าจริงที่เกิดจากผลการทำงานของระบบ) เพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาดแล้วคอนโทรลเลอร์จะนำค่าความผิดพลาดนั้นมาทำการปรับแต่งค่าเอาท์พุตให้แสดงค่าเป็น MV (Manipulate value: ตัวแปรที่ถูกควบคุม) ที่จอแสดงผล (MANIPULATE VALUE)

เมื่อวัดเทียบค่าความผิดพลาดที่ได้แล้วระบบจะมีการปรับอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการโดยการเปิดวาล์ว V5 เพื่อนำไอน้ำเข้าไปในระบบในการปรับอุณหภูมิ เมื่อครบเวลาที่กำหนดสำหรับการผสมวัตถุ จะทำการเปิดวาล์ว 3 เพื่อวัตถุที่ผสมแล้วไว้ในถังเก็บรักษาวัตถุ (STORAGE TANK) และเมื่อกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ระบบจะหยุดการทำงานทันที แผนผังการควบคุมการผสมวัตถุ แสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แผนผังการควบคุมการผสมวัตถุ

บทที่ 4

การควบคุมระบบจำลองด้วยเครื่องพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

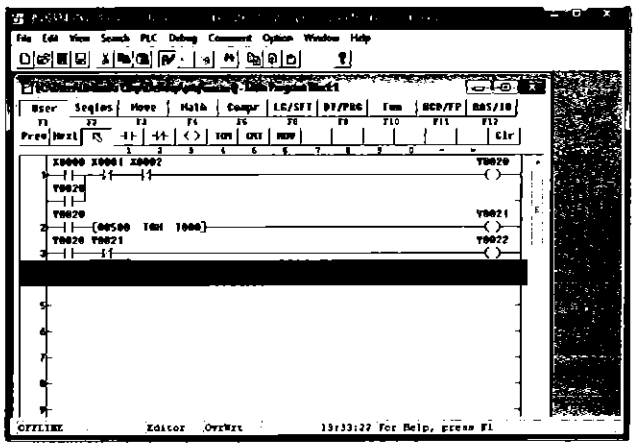
ในบทนี้จะแสดงผลการทดลองที่ได้จากการออกแบบระบบจำลองและการเขียนแผนภาพขั้นบันไดของแบบจำลองทางอุตสาหกรรม ทั้ง 6 แบบจำลองในตัวโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

4.1 การเขียนแผนภาพขั้นบันได

4.1.1 การใช้ Edit Mode เพื่อแก้ไขหรือเขียนแผนภาพขั้นบันได

เมื่อกำหนดตำแหน่ง I/O Allocation ของพีแอลซี เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือการเขียนโปรแกรมพื้นที่ ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้จะเป็นพื้นสีฟ้า สามารถเพิ่มพื้นที่การเขียนโปรแกรมนี้ได้โดยการกดปุ่ม Enter และขั้นตอนการใช้ Edit Mode มีขั้นตอนดังนี้

- เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode หรือกดปุ่ม Ctrl+E
- เลือกภาษาการเขียนโปรแกรม ในที่นี้คลิกเลือก Ladder และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏแถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project
- คลิกเลือกไอคอนคำสั่งที่ต้องการใช้ 1 ครั้ง
- เลื่อนเมาส์เข้ามาในบริเวณพื้นที่สร้าง Project (พื้นที่สีฟ้า) และคลิกในตำแหน่งที่จะวาง
- ใส่ตำแหน่ง Address ตามที่กำหนดในเงื่อนไขการทำงานและกดปุ่ม Enter
- เมื่อสิ้นสุดการสร้าง Project ต้องปิด Project ด้วยคำสั่ง End ทุกครั้งดังรูปที่ 4.1

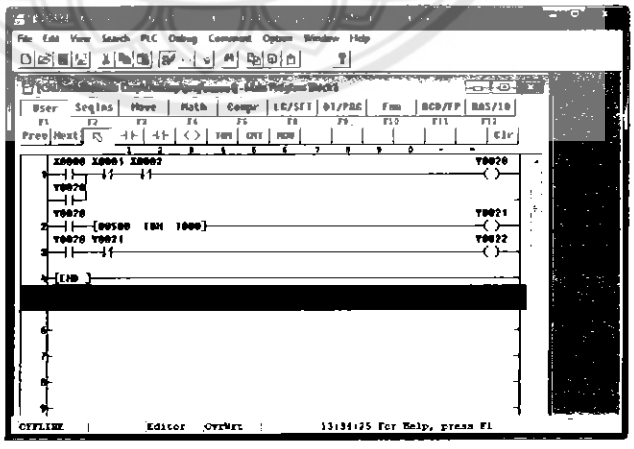


รูปที่ 4.1 แผนภาพขั้นบันไดที่สร้างเสร็จและปิดด้วยคำสั่ง End

4.1.2 การเขียน Project ลงในหน่วยความจำ

ในกรณีที่ Project มีความยาวเกินพื้นที่สีฟ้าไม่สามารถเพิ่มพื้นที่ในการสร้างต่อไปได้หรือเมื่อสร้าง Project แล้วจะต้องทำการ Write Project ลงใน EEPROM ก่อนมีขั้นตอนดังนี้

- เปิดเมนู Edit เลือก Write หรือกดปุ่ม Ctrl + W จะปรากฏหน้าต่างข้อความ
- คลิกปุ่ม Yes
- หากต้องการสร้าง Project ต่อให้กดปุ่ม Enter เพื่อเพิ่มพื้นที่สีฟ้าให้กับ Project เมื่อการสร้าง Project เสร็จแล้วให้ปฏิบัติดังนี้
- เปิดเมนู Edit เลือก Write
- เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode เพื่อจะแสดงหน้าจอของโปรแกรมดังรูปที่ 4.2

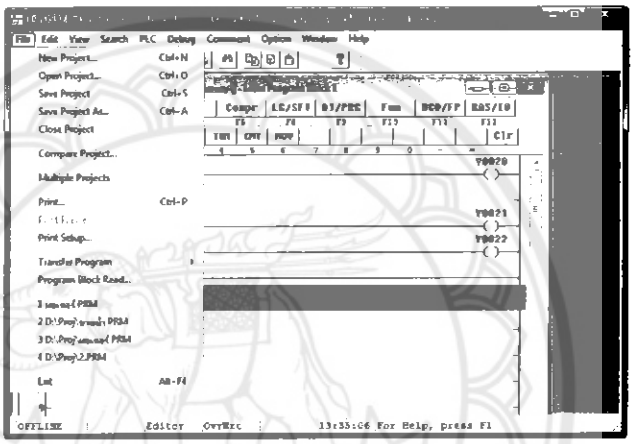


รูปที่ 4.2 หน้าจอเมื่อทำการ Write Project ลงใน EEPROM แล้ว

4.1.3 การบันทึก Project

ในกรณีที่สร้าง Project ในโหมดการทำงานแบบ Offline เมื่อสร้าง Project เสร็จทุกครั้งและยังไม่ต้องการ RUN Project ในขณะนั้นหรือในระหว่างการสร้าง Project จะต้องทำการบันทึก Project ที่สร้างขึ้นมาการบันทึกนี้เพื่อนำ Project มาใช้ในภายหลังหรือเพื่อป้องกันการสูญหายเมื่อมีปัญหาเรื่องระบบไฟฟ้าขั้นตอนการบันทึก Project มีดังนี้

- เปิดเมนู File เลือกคำสั่ง Save Project หรือ Save Project As ดังรูปที่ 4.3
- จะปรากฏหน้าต่างข้อความขึ้นมาให้กดปุ่ม OK
- เลือกตำแหน่งการจัดเก็บในช่อง Save in ตั้งชื่อ File Name และคลิกปุ่ม Save

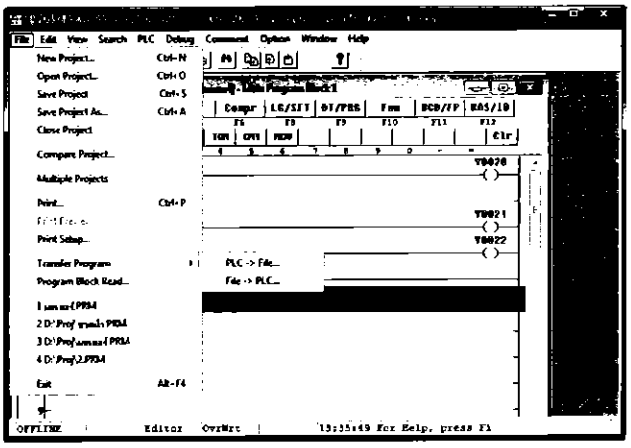


รูปที่ 4.3 การบันทึก File Project

4.1.4 การโหลด File ลงในโปรแกรมพีแอลซี

การโหลด Project ที่สร้างโหมด Offline หรือโหมด Project ที่มีอยู่แล้วในพีแอลซีเพื่อสั่งให้ทำงาน (RUN) มีขั้นตอนดังนี้

- เปิดเมนู File เลือก Transfer Program และเมนูย่อย File ลงในโปรแกรมพีแอลซีดังรูปที่ 4.4
- ปรับสวิตช์ที่เครื่องพีแอลซี ไปที่สถานะ Halt
- เปิดตำแหน่งจัดเก็บไฟล์ในช่วง Log in เลือกชื่อไฟล์และคลิกปุ่ม Open
- รอจนกว่าโหลดโปรแกรมเสร็จ

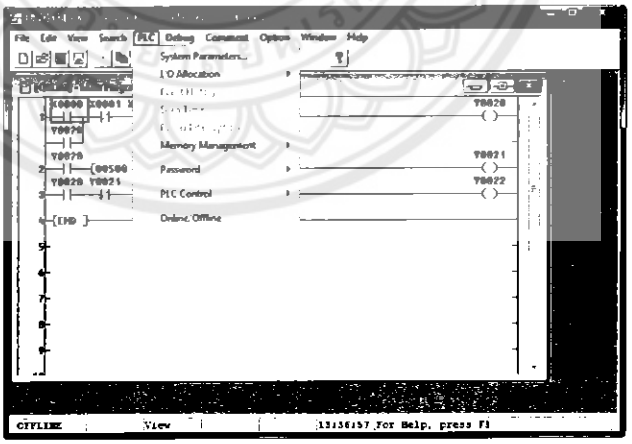


รูปที่ 4.4 การโหลด File ลงในโปรแกรมพีแอลซี

4.1.5 การสร้าง Project ในโหมด Online

การสร้าง Project ใหม่ในโหลด Online นี้จะเป็นการเขียนโปรแกรมลงในพีแอลซีโดยตรง ซึ่งก่อนที่จะเขียนโปรแกรมลงพีแอลซีมีขั้นตอนดังนี้

- ต่อเครื่องพีแอลซีเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ Port RS232
- ปรับสวิตช์ Power ของเครื่องพีแอลซี
- ปรับสวิตช์โหมดการทำงานของพีแอลซีให้อยู่ตำแหน่ง HALT
- สังเกตที่ Status bar ถ้าเป็น Offline ให้เปิดเมนู PLC เลือก Online/Offline ดังแสดงดังรูปที่ 4.5

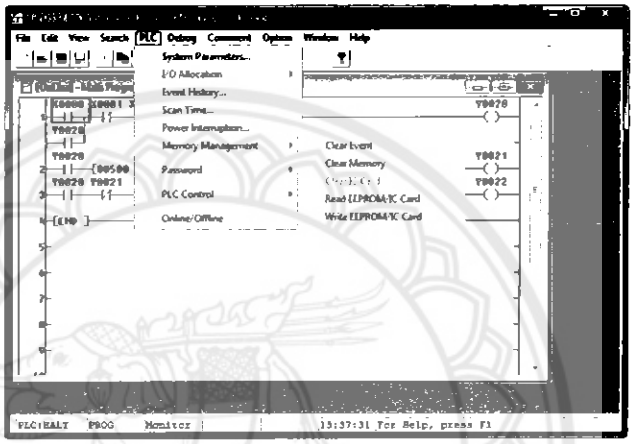


รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนโหมด Online/Offline

4.1.6 การ Write EEPROM ของพีแอลซี

เป็นการนำข้อมูลที่เป็นแผนภาพขั้นบันไดเขียนลงไปใน EEPROM ของพีแอลซีในโหมด Online มีขั้นตอนดังนี้

- เปิดเมนู PLC เลือก Memory Management และเลือก Write EEPROM/IC Card ดังรูปที่ 4.6
- จะปรากฏหน้าต่างข้อความขึ้นมาให้กดปุ่ม OK เพื่อยืนยันว่าการ Write EEPROM เสร็จเรียบร้อย

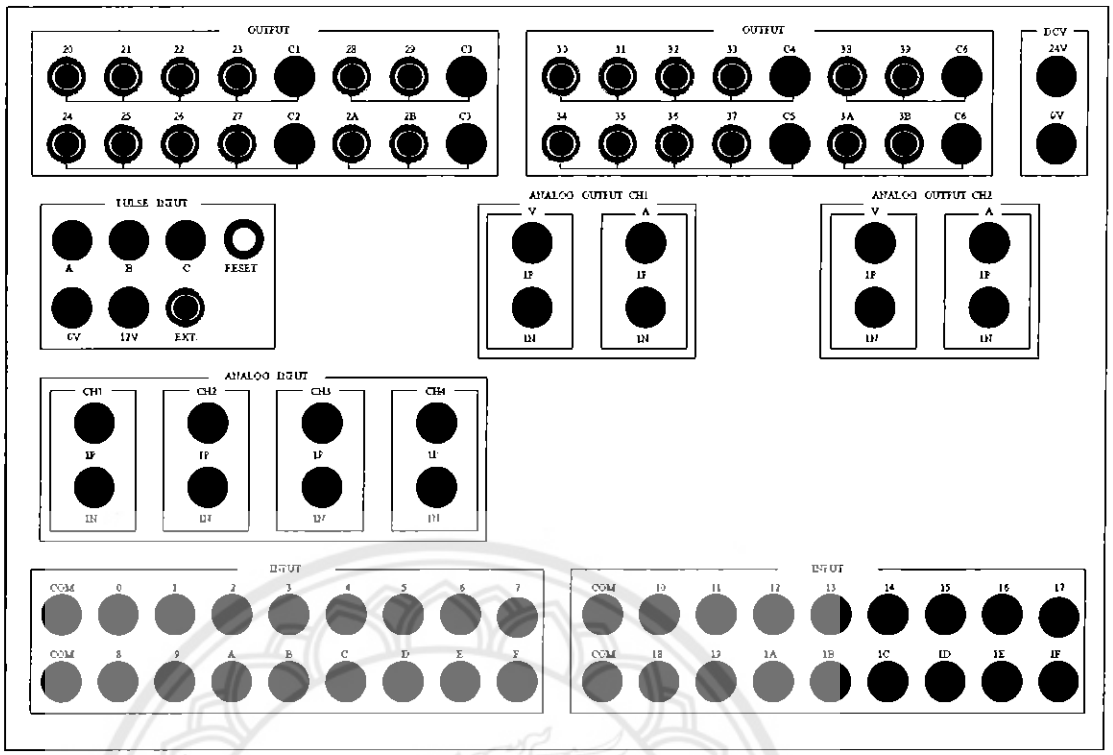


รูปที่ 4.6 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (Write EEPROM) ของพีแอลซี

4.2 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

พีแอลซีรุ่น T2 เป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ชนิดโมดูลซึ่งผลิตโดยบริษัทโตชิบ้าโครงงานนี้จะใช้เครื่องพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 เป็นเครื่องควบคุมการทำงานของแบบจำลองต่างๆแสดงดังรูปที่ 4.7 และมีแผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับเครื่องพีแอลซีและชุดทดลองดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.7 พีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2



รูปที่ 4.8 แผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับพีแอลซีและชุดทดลอง

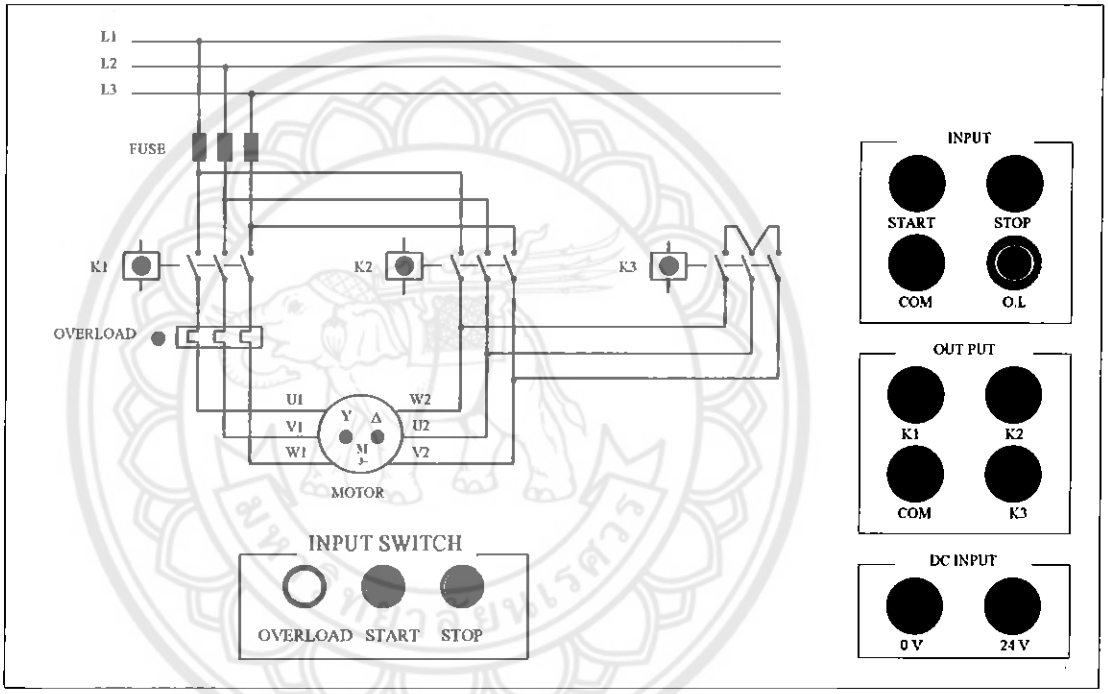
4.3 การออกแบบระบบจำลอง

สำหรับโครงงานนี้จะทำการทดลองออกแบบระบบจำลองและทำการควบคุมโดยเขียนแผนภาพขั้นบันได เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจต้องการไปศึกษาเพิ่มเติมต่อไปโดยจะมีแบบจำลองอัตโนมัติต่างๆอยู่ทั้งหมด 6 แบบ ดังนี้

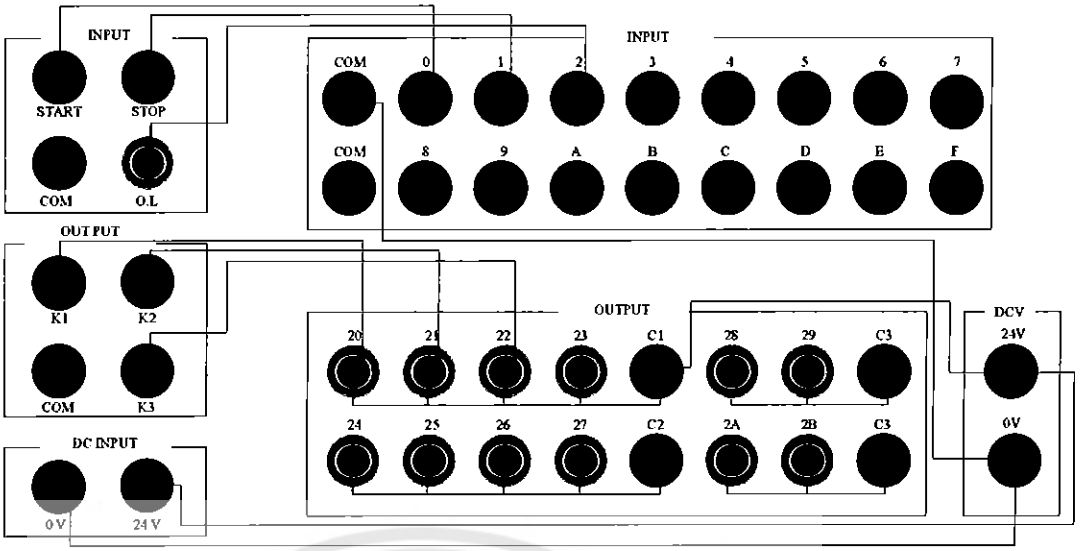
1. ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส
2. ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด
3. ชุดควบคุมระบบไซโล
4. ชุดควบคุมระบบลิฟต์
5. ชุดควบคุมระบบไฟจราจร
6. ชุดสาธิตการผสมวัตถุ

4.4 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

แบบจำลองชนิดนี้ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยให้การเริ่มต้นทำงานเป็นการต่อแบบสตาร์ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนการทำงานเป็นเดลตา และจะมีปุ่มสำหรับจำลองสถานการณ์สภาวะโหลดเกิน (OVERLOAD) ระหว่างการทำงานนอกจากนั้นจะมีปุ่มสำหรับเริ่มต้นการทำงาน (START) และหยุดการทำงาน (STOP) ของชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสด้วยซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.9 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสแสดงได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 แบบจำลองควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต



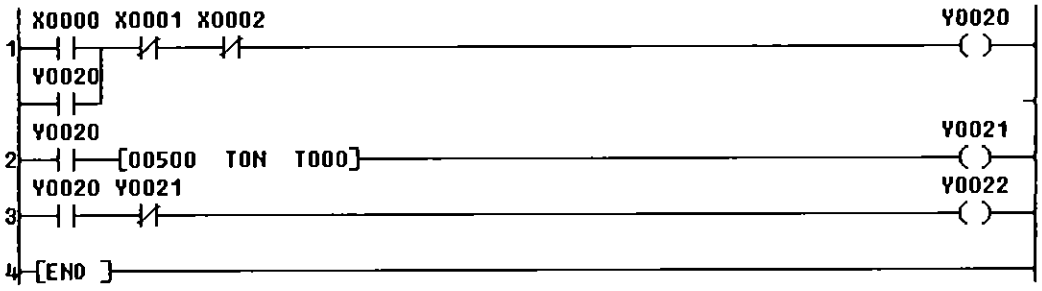
รูปที่ 4.10 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

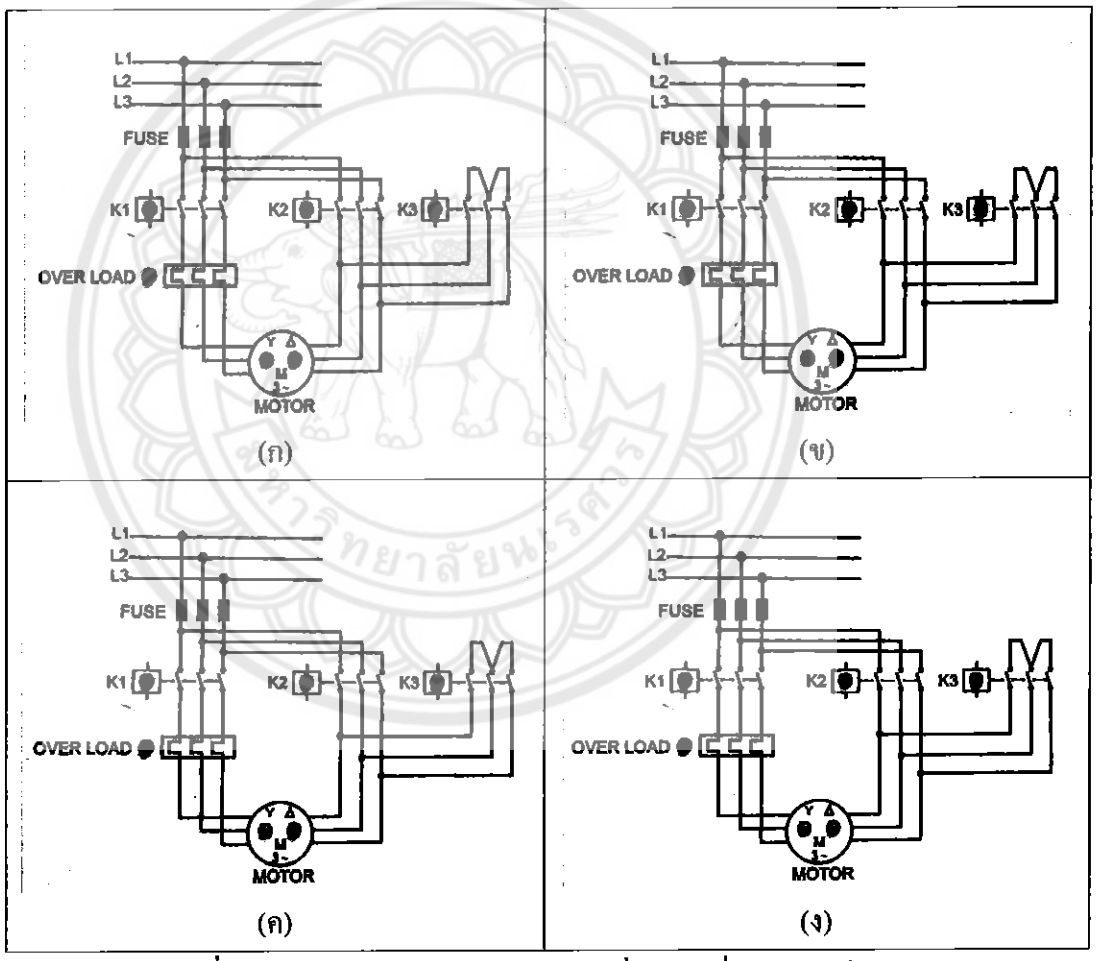
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X0001	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	OVERLOAD	กดเพื่อตรวจสอบสภาวะโหลดเกิน ระบบจะหยุดทำงาน
Y0020	K1	ทำงานเมื่อมอเตอร์ต่อวงจรแบบทั้งสตาร์และเดลตา
Y0021	K2	ทำงานมอเตอร์ต่อวงจรแบบเดลตา
Y0022	K3	ทำงานเมื่อมอเตอร์ต่อวงจรแบบสตาร์

การเขียนแผนภาพขั้นบันไดให้ไปที่เมนู Edit คลิกที่ Edit Mode เลือกคำสั่ง Ladder เพื่อทำการเขียนคำสั่ง ซึ่งโปรแกรมชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟสนี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส แสดงได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส

จากรูปที่ 4.12 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.12 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงานมอเตอร์เริ่มเดินเครื่องต่อวงจรแบบสตาร์โดยที่ K1 และ K3 ทำงาน ระบบเริ่มเดินเครื่องจนกระทั่งครบเวลาที่ตั้งไว้โดยใช้รีเลย์ตั้งเวลา 5 วินาที

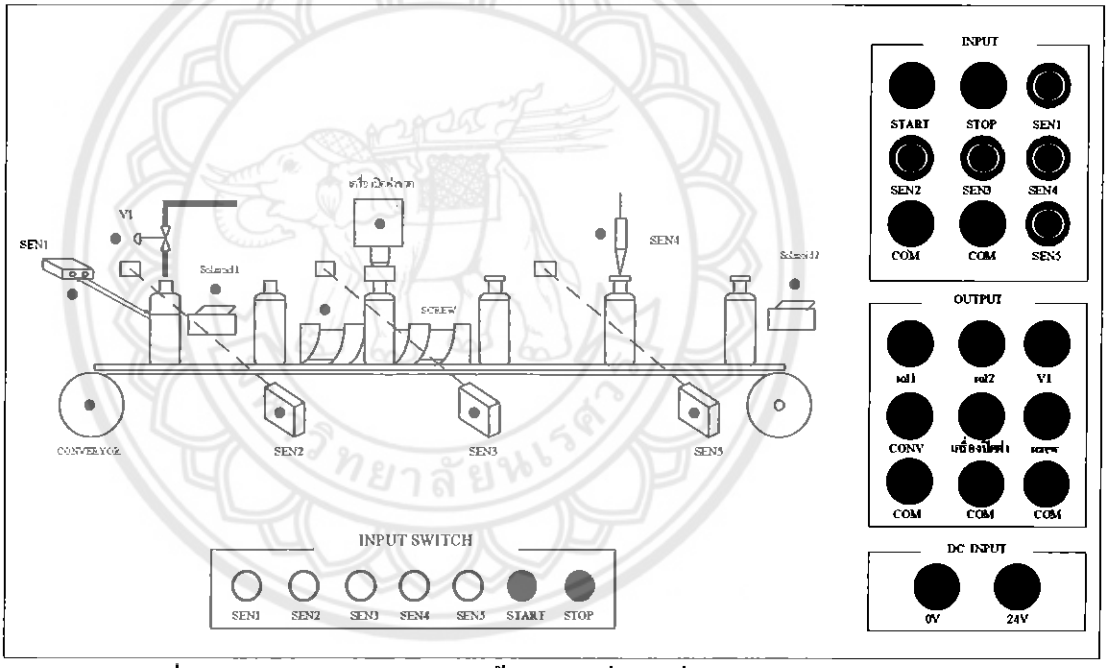
รูปที่ 4.12 (ข) เมื่อครบเวลาที่กำหนดมอเตอร์ต่อวงจรแบบเดลตาโดยที่ K1 และ K2 ทำงาน

รูปที่ 4.12 (ค) เมื่อกดปุ่ม OVERLOAD เสมือนมีการเกิดสภาวะโหลดเกินขึ้นจริงในระบบจะทำให้ระบบหยุดทำงานโดยสามารถตรวจสอบสภาวะโหลดเกินได้ตลอดการทำงาน

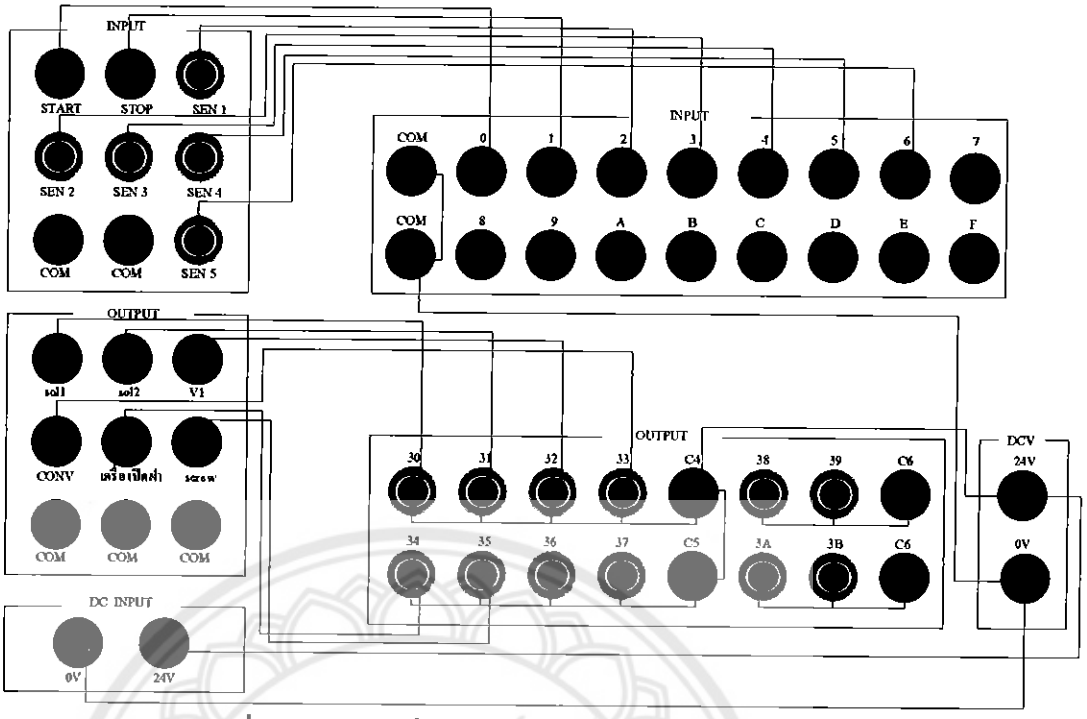
รูปที่ 4.12 (ง) เมื่อกดปุ่ม STOP มอเตอร์จะหยุดทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

4.5 การออกแบบระบบจำลองชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมการกรอกน้ำใส่ขวด โดยสายพานจะหมุนนำขวดเปล่าผ่านไปยังจุดต่างๆ ซึ่งจะทำการตรวจสอบปริมาณน้ำในขวด เติมน้ำจนเต็ม ปิดฝาขวด และตรวจสอบความผิดพลาดเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนจะส่งต่อไปขั้นตอนการจัดเก็บ ซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.13 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวดแสดงได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 แบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวดที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต



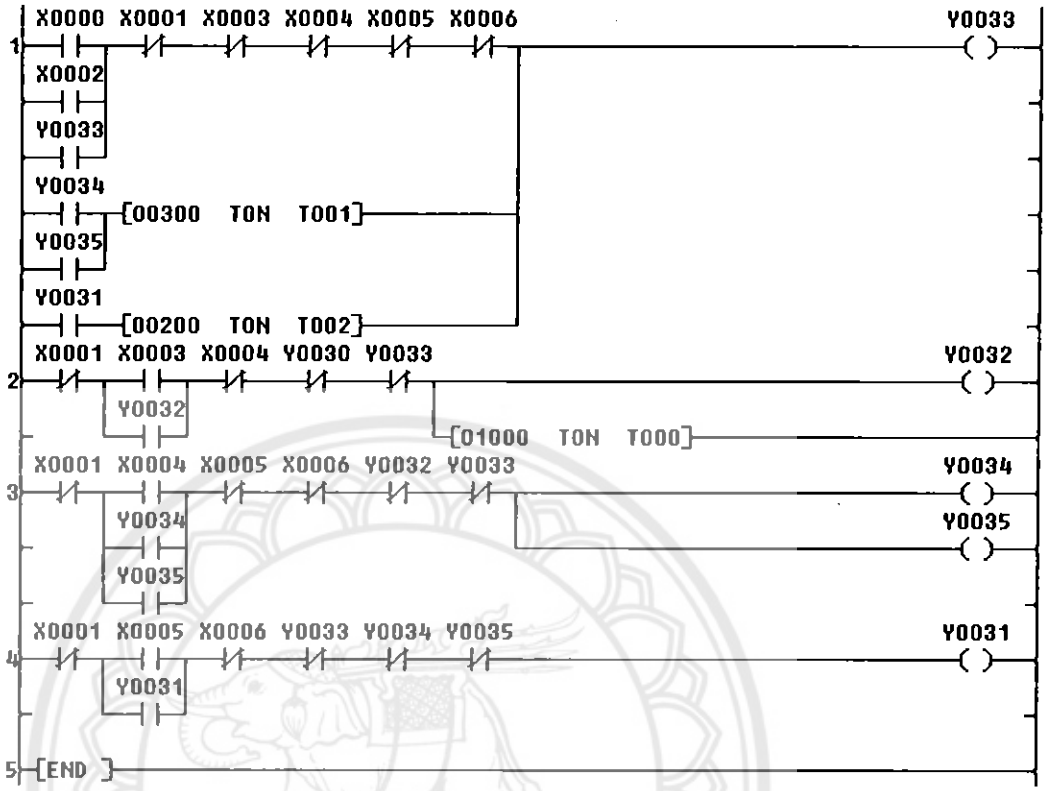
รูปที่ 4.14 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการกรอกน้ำใส่ขวด

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวดแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

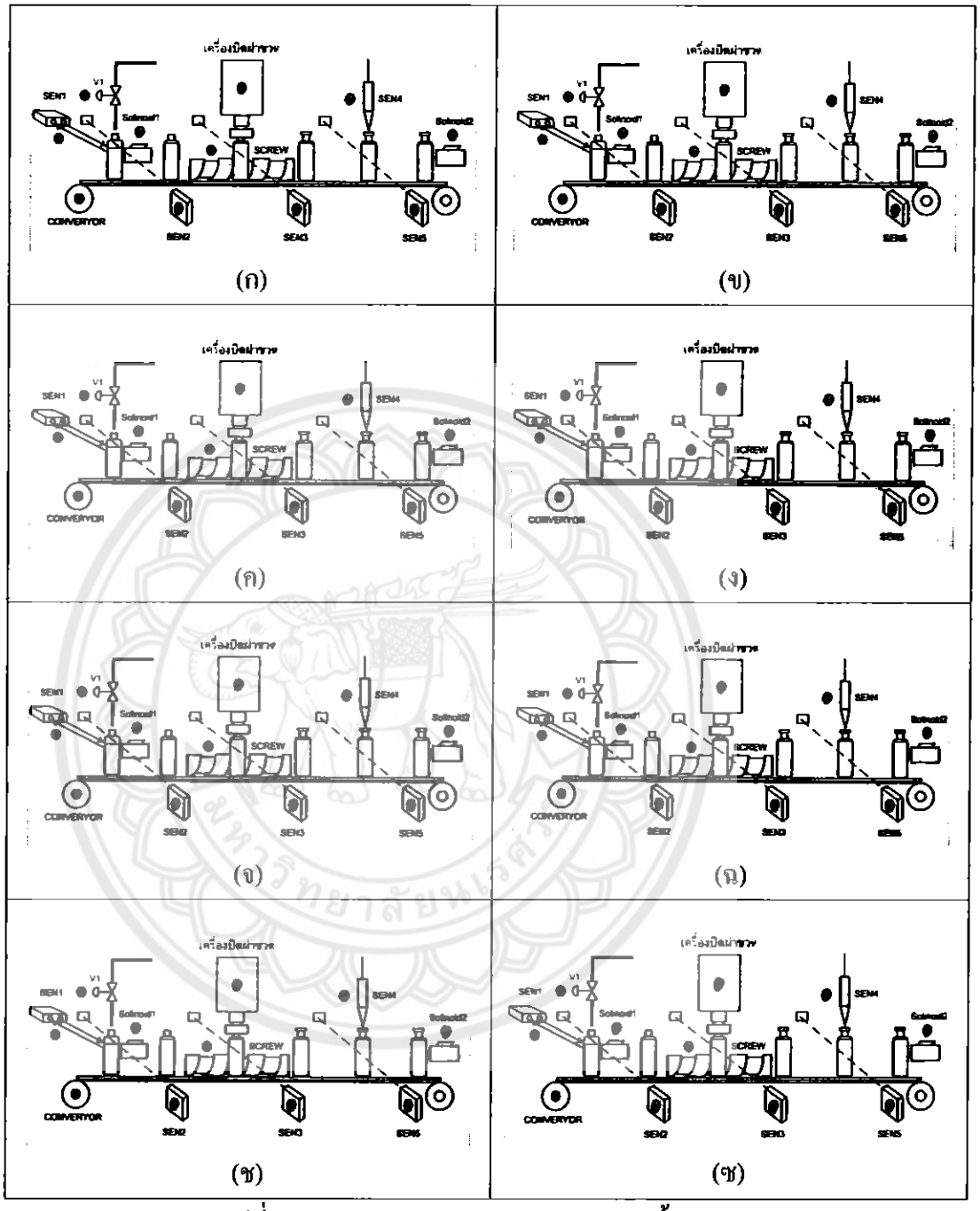
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X0001	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	SEN1	ตรวจสอบระดับน้ำ
X0003	SEN2	ตรวจสอบตำแหน่งขวดน้ำ
X0004	SEN3	ตรวจสอบตำแหน่งขวดน้ำ
X0005	SEN4	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของขวดน้ำ
X0006	SEN5	ตรวจสอบตำแหน่งขวดน้ำ
Y0030	Solinoid1	นำขวดน้ำที่ไม่ตรงเงื่อนไขออกจากระบบ
Y0031	Solinoid2	นำขวดน้ำที่ไม่ตรงเงื่อนไขออกจากระบบ
Y0032	V1	เปิด-ปิด การจ่ายน้ำใส่ขวด
Y0033	สายพานลำเลียง	ลำเลียงขวดน้ำในระบบ
Y0034	เครื่องปิดฝาขวด	ปิดฝาขวดน้ำ
Y0035	Screw	จับยึดขวดน้ำเพื่อทำการปิดฝาขวด

ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวดนี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวดแสดงได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด

จากรูปที่ 4.16 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.16 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ขวดน้ำจะเลื่อนตามสายพานลำเลียง จนถึง SEN2

รูปที่ 4.16 (ข) เมื่อกดปุ่ม SEN2 ตรวจจับเจอขวดน้ำจะทำให้สายพานลำเลียงหยุด แล้ววาล์ว V1 ให้กรอกน้ำใส่ขวดเป็นเวลา 10 วินาที เมื่อเวลาครบเวลาแล้ว SEN1 จะตรวจจับระดับน้ำ

รูปที่ 4.16 (ค) เมื่อกดปุ่ม SEN1 น้ำถึงระดับ SEN1 วาล์ว V1 จะหยุดทำงานและขวดน้ำถูกส่งต่อไปจนถึง SEN3

รูปที่ 4.16 (ง) เมื่อกดปุ่ม SEN3 จะตรวจจับเจอขวดน้ำจะทำให้สายพานลำเลียงหยุดและสกรูจะยึดขวดน้ำให้อยู่กับที่ จากนั้นเครื่องปิดฝาขวดน้ำจะทำการปิดฝาขวดเป็นเวลา 3 วินาที

รูปที่ 4.16 (จ) เมื่อครบเวลาขวดน้ำจะถูกต่อไปจนถึง SEN5 โดยผ่านสายพานลำเลียง

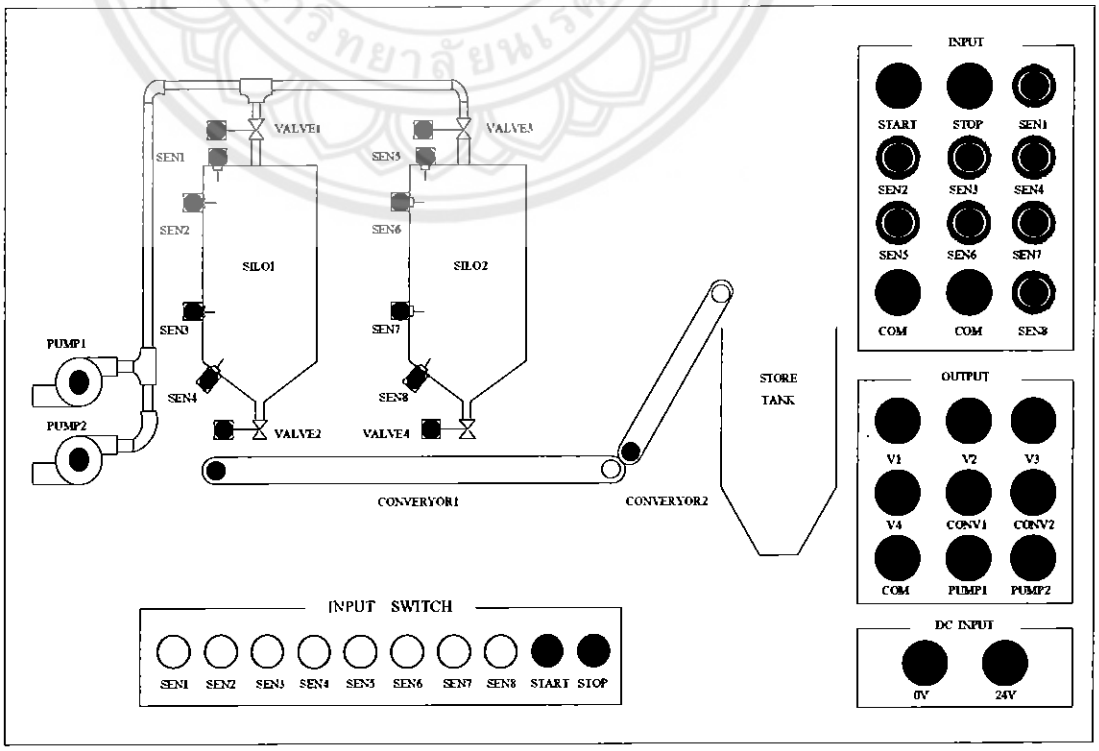
รูปที่ 4.16 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม SEN5 จะตรวจจับเจอขวดน้ำจะทำให้สายพานลำเลียงหยุด

รูปที่ 4.16 (ช) เมื่อกดปุ่ม SEN4 จะตรวจจับความสมบูรณ์ของขวดน้ำ ถ้าสมบูรณ์จะถูกลำเลียงเข้าจัดเก็บ ถ้าไม่สมบูรณ์ Solinoid2 จะนำขวดน้ำออกจากระบบเป็นเวลา 2 วินาที

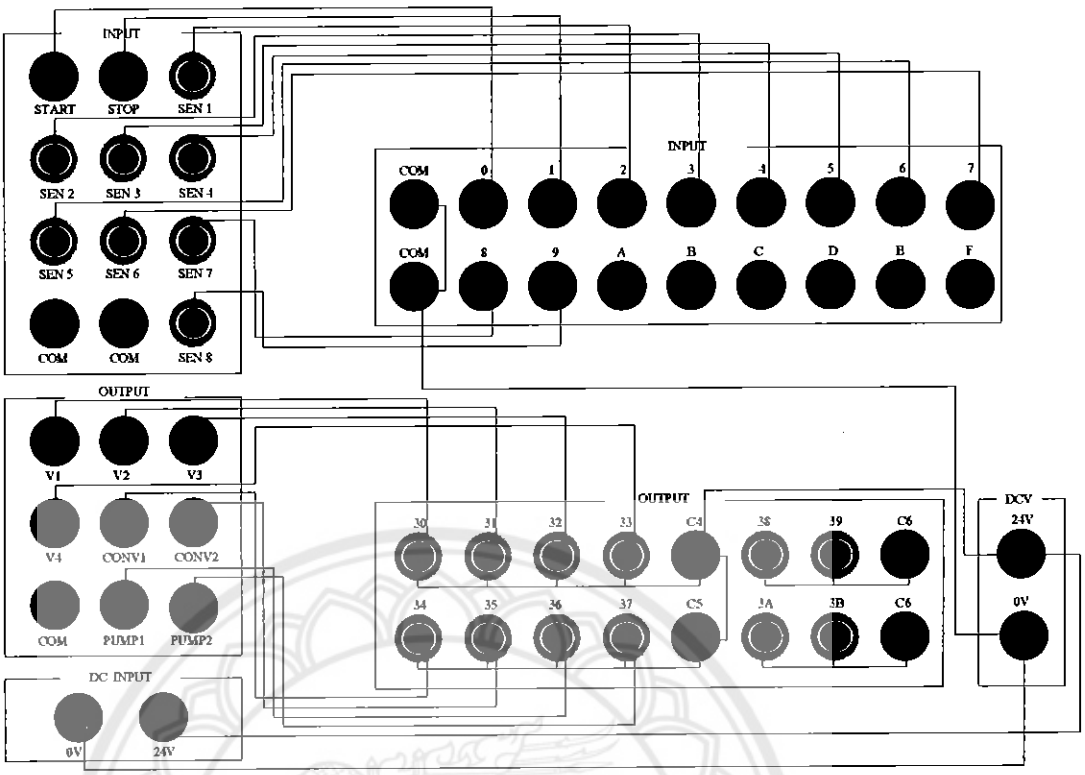
รูปที่ 4.16 (ซ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

4.6 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบไซโล

แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองระบบไซโลที่ใช้สำหรับผสมวัตถุดิบก่อนการนำไปเก็บไว้ในถังเก็บวัตถุดิบโดยมีปั้ม 2 ตัวสำหรับจ่ายวัตถุดิบ 2 ชนิดไปยังถังไซโล 2 ถัง ซึ่งจะมีแบบจำลองทั้งหมด 2 แบบ โดยที่แบบที่ 1 วัตถุดิบชนิดที่ 1 และวัตถุดิบชนิดที่ 2 จะรวมอยู่ในไซโลเดียวกันทั้งสองถัง และแบบที่ 2 วัตถุดิบชนิดที่ 1 จะอยู่ในไซโลที่ 1 และวัตถุดิบชนิดที่ 2 จะอยู่ในไซโลที่ 2 โดยที่สัดส่วนในไซโลจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.17 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไซโลแสดงได้ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.17 แบบจำลองระบบไซโลที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต



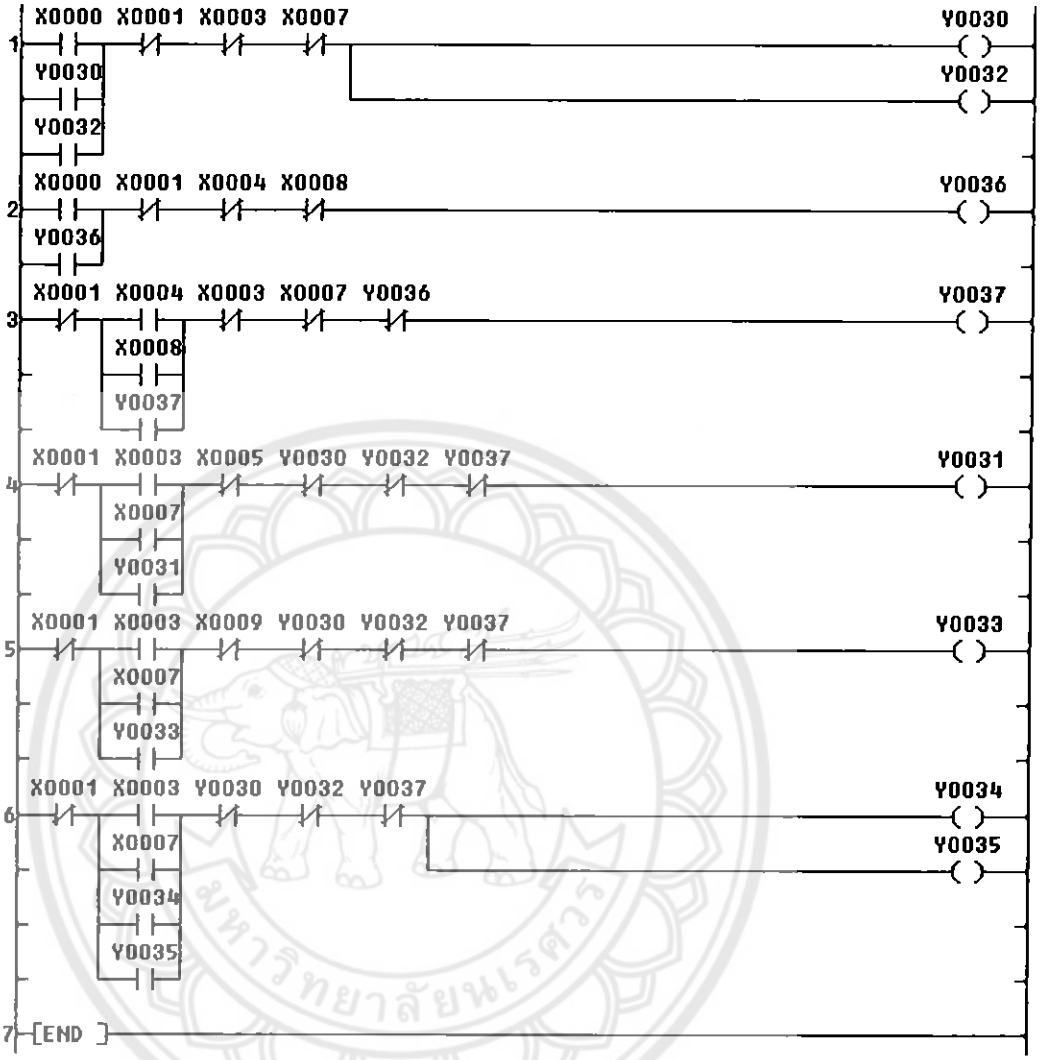
รูปที่ 4.18 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไซโล

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไซโลแสดงได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไซโล

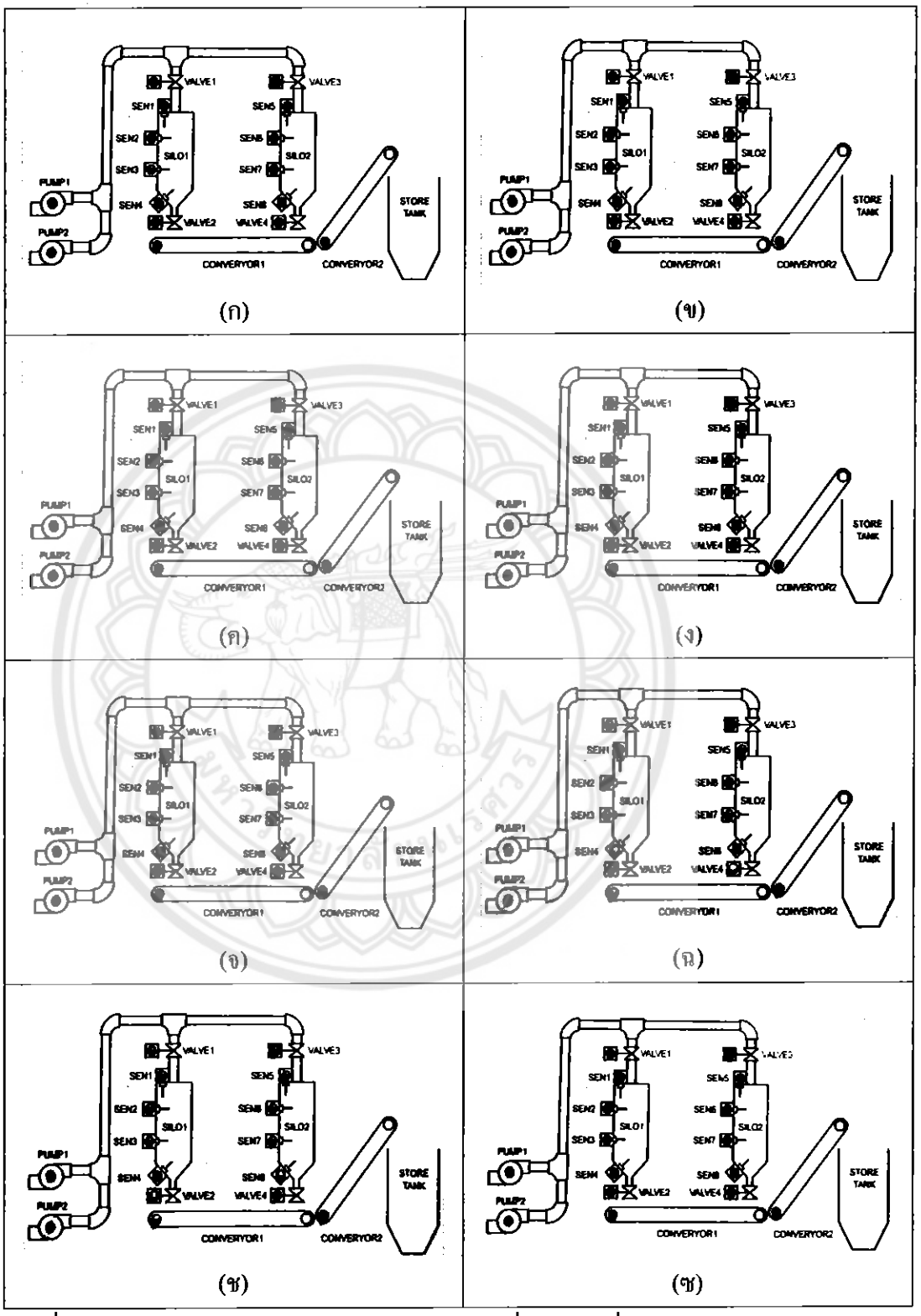
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X0001	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	SEN1	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0003	SEN2	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0004	SEN3	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0005	SEN4	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0006	SEN5	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0007	SEN6	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0008	SEN7	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
X0009	SEN8	ตรวจจับวัตถุดิบภายในถังไซโล
Y0030	VALVE1	เปิดเพื่อจ่ายวัตถุดิบเข้าถังไซโลที่ 1
Y0031	VALVE2	เปิดเพื่อจ่ายวัตถุดิบออกจากถังไซโลที่ 1
Y0032	VALVE3	เปิดเพื่อจ่ายวัตถุดิบเข้าถังไซโลที่ 2
Y0033	VALVE4	เปิดเพื่อจ่ายวัตถุดิบออกจากถังไซโลที่ 2
Y0034	CONVERYOR1	ลำเลียงวัตถุดิบจากถังไซโลไปยังถังเก็บวัตถุดิบ
Y0035	CONVERYOR2	ลำเลียงวัตถุดิบจากถังไซโลไปยังถังเก็บวัตถุดิบ
Y0036	PUMP1	จ่ายวัตถุดิบชนิดแรกเข้าถังไซโล
Y0037	PUMP2	จ่ายวัตถุดิบชนิดสองเข้าถังไซโล

ชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 นี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน)

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 แสดงได้ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 1 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบเหมือนกัน)

จากรูปที่ 4.20 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.20 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ระบบไซโลเริ่มทำงานโดยระบบไม่มีวัตถุดิบอยู่ในถัง จากนั้น VALVE1 และ VALVE3 เปิด และ PUMP1 จ่ายวัตถุดิบชนิดแรกเข้ามาในถังไซโลจนจนกระทั่ง SEN3 และ SEN7 ตรวจจับเจอวัตถุดิบ

รูปที่ 4.20 (ข) เมื่อกดปุ่ม SEN3 จะหยุดการทำงานของ PUMP1 จากนั้นจะให้ PUMP2 เริ่มทำงานเพื่อจ่ายวัตถุดิบชนิดที่สองเข้ามาในถังไซโลจนถึงระยะที่ SEN2 และ SEN6 ตรวจจับเจอวัตถุดิบ

รูปที่ 4.20 (ค) เมื่อกดปุ่ม SEN7 การทำงานจะเหมือนกับการกดที่ SEN3

รูปที่ 4.20 (ง) เมื่อกดปุ่ม SEN2 จะหยุดการทำงานของ PUMP2 จากนั้น VALVE2 และ VALVE4 เปิด และ VALVE1 และ VALVE3 ปิดเพื่อให้วัตถุดิบในถังไซโลเคลื่อนที่ออกโดย CONVERYOR ไปยังถังเก็บรักษาวัตถุดิบที่ผสมแล้ว เมื่อวัตถุดิบออกจากถังหมดแล้ว SEN4 และ SEN8 ตรวจจับไม่เจอวัตถุดิบ

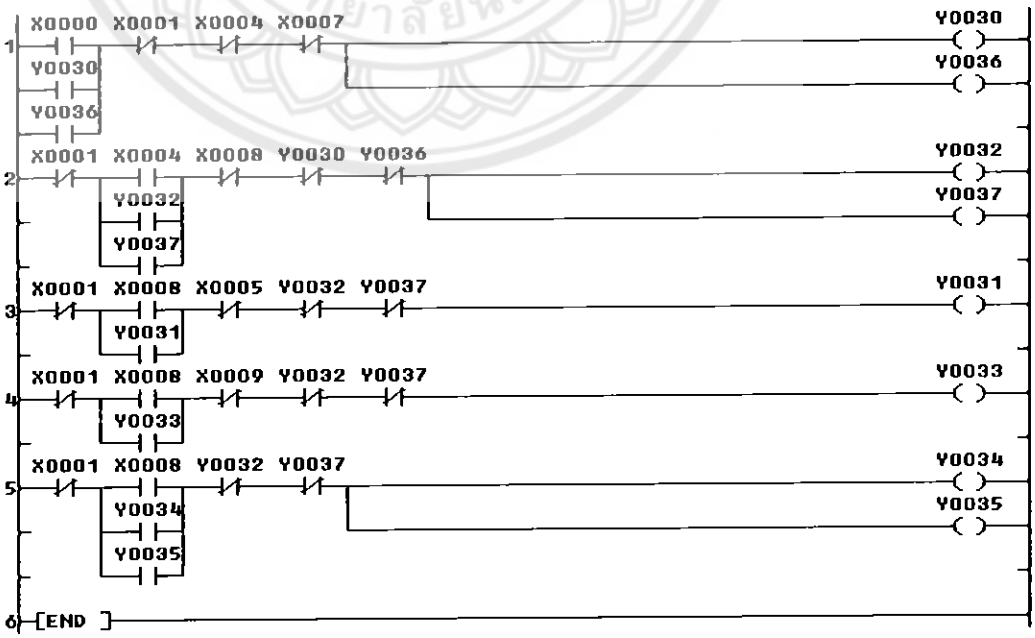
รูปที่ 4.20 (จ) เมื่อกดปุ่ม SEN6 การทำงานจะเหมือนกับการกดที่ SEN2

รูปที่ 4.20 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม SEN4 จะหยุดการทำงานของ VALVE2

รูปที่ 4.20 (ช) เมื่อกดปุ่ม SEN8 จะหยุดการทำงานของ VALVE4

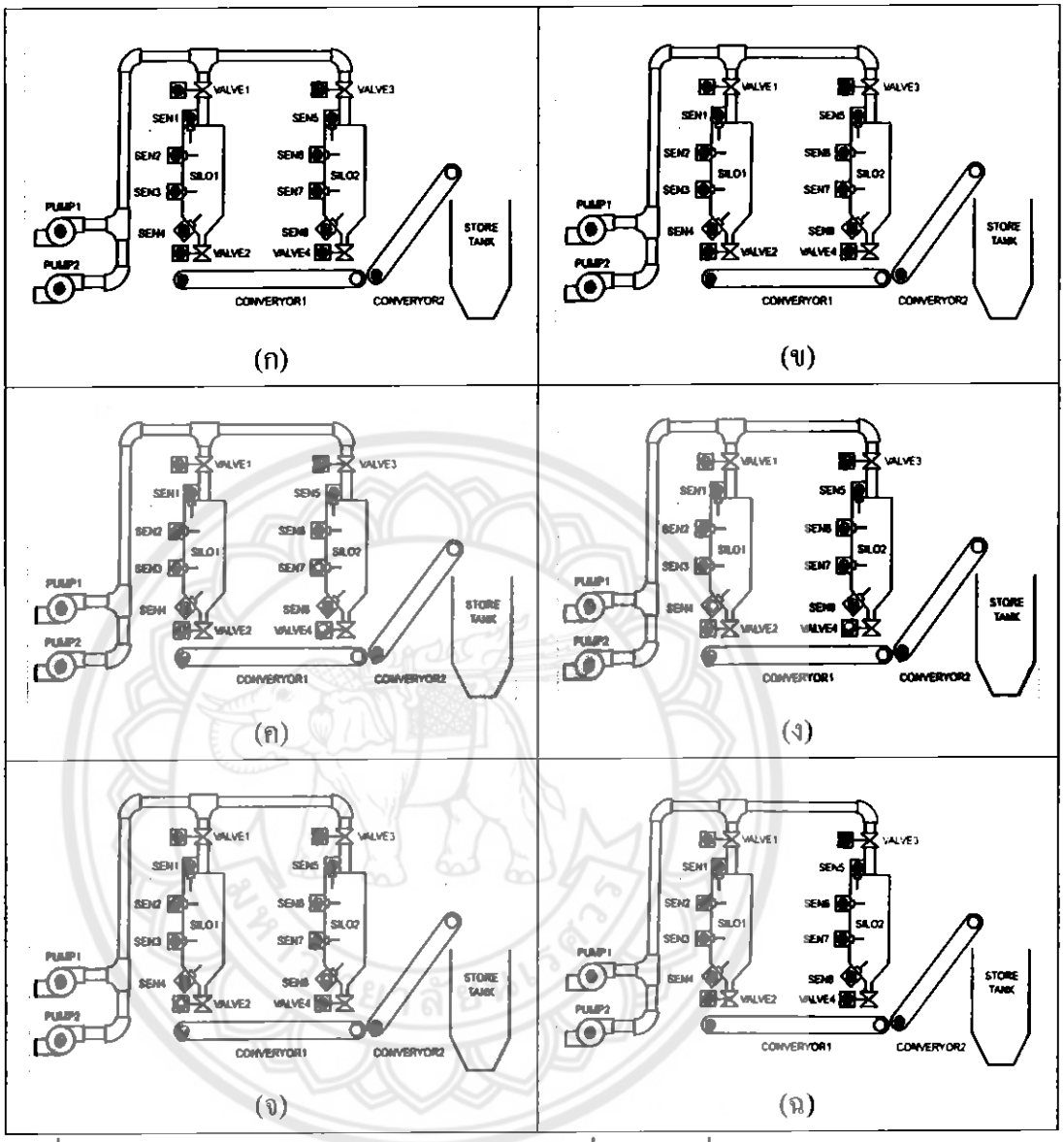
รูปที่ 4.20 (ซ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดการทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

ชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 นี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน)

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 แสดงได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไซโลแบบที่ 2 (ไซโลที่ 1 และ 2 มีวัตถุดิบต่างชนิดกัน)

จากรูปที่ 4.22 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.22 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ระบบไซโลเริ่มทำงานโดยระบบไม่มีวัตถุดิบอยู่ในถังไซโลที่ 1 เริ่มทำงานโดยให้ VALVE1 เปิดหลังจากนั้น PUMP1 จ่ายวัตถุดิบเข้ามาในถังไซโลที่ 1 จนถึงระดับ SEN3

รูปที่ 4.22 (ข) เมื่อกดปุ่ม SEN3 จะหยุดการทำงานของ PUMP1 ไซโลที่ 2 เริ่มทำงานโดยหยุดการจ่ายวัตถุดิบของ PUMP1 และปิด VALVE1 และให้ VALVE3 จ่ายวัตถุดิบถึงระดับ SEN6

รูปที่ 4.22 (ค) เมื่อกดปุ่ม SEN7 วัตถุดิบถึงระดับที่ไซโลที่ 2 จะหยุดการทำงานของ PUMP2 หลังจากนั้น VALVE2 และ VALVE4 จะเปิดและ VALVE3 จะปิดเพื่อให้วัตถุดิบในถังไซโลทั้งสองเคลื่อนโดย CONVERYOR ไปยังถังเก็บวัตถุดิบที่ผสมแล้วเมื่อวัตถุดิบออกจากถังหมดแล้ว SEN4 และ SEN8 ตรวจจับไม่เจอวัตถุดิบ

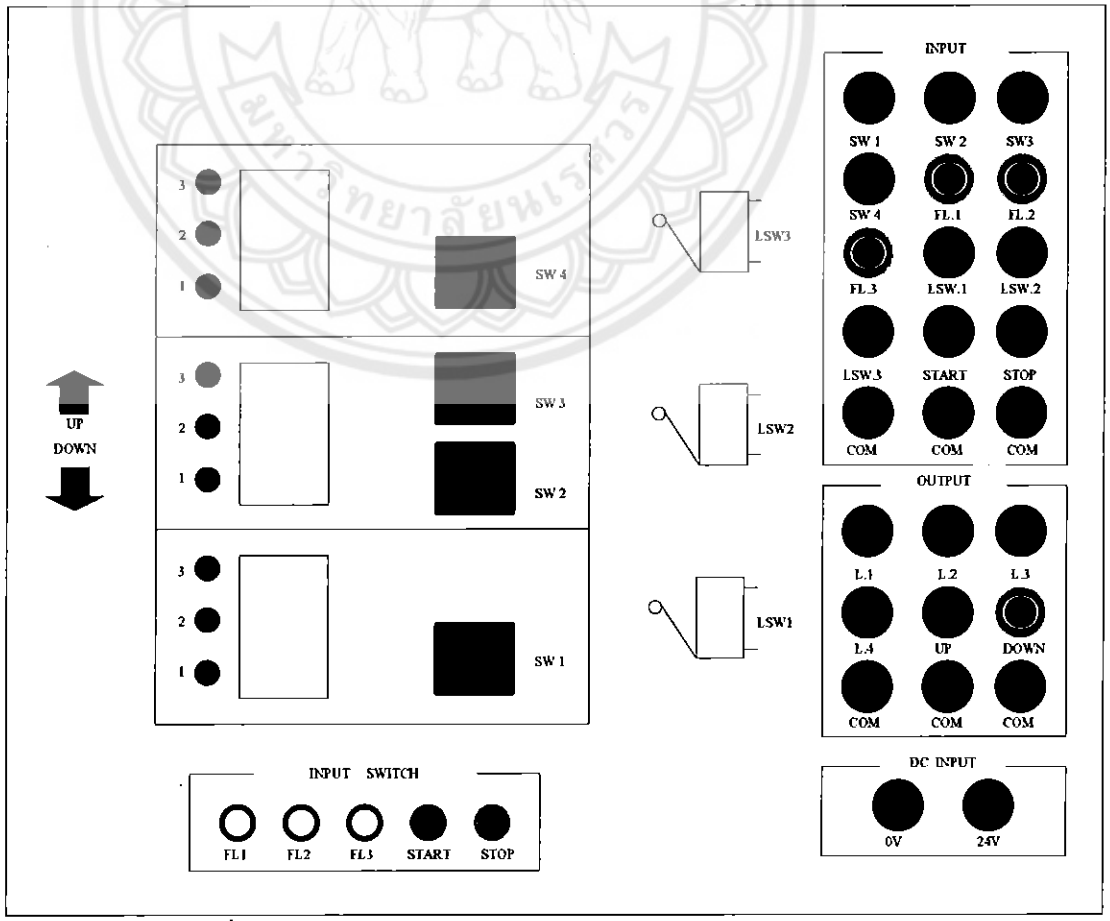
รูปที่ 4.22 (ง) เมื่อกดปุ่ม SEN4 จะหยุดการทำงานของ VALVE2

รูปที่ 4.22 (จ) เมื่อกดปุ่ม SEN8 จะหยุดการทำงานของ VALVE4

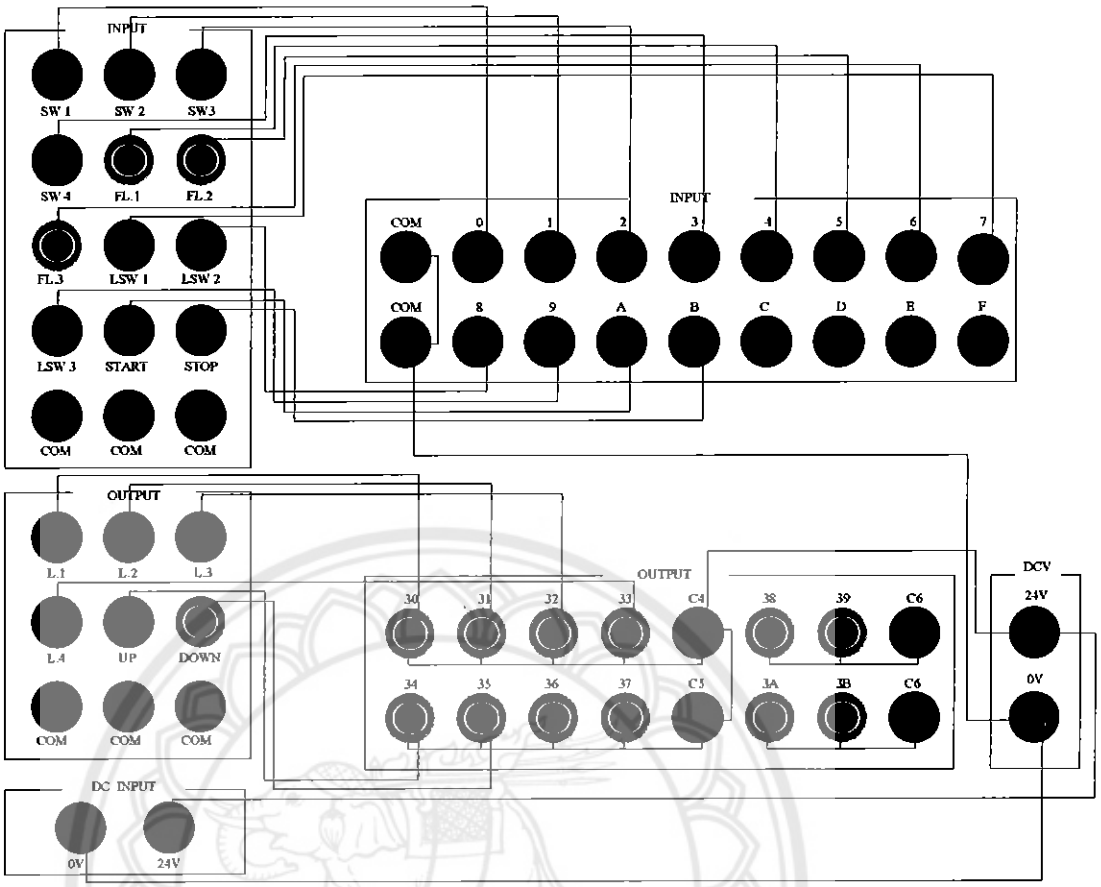
รูปที่ 4.20 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดการทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

4.7 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบลิฟต์

แบบจำลองนี้เป็นชุดควบคุมระบบลิฟต์ ซึ่งจะมีแบบจำลองทั้งหมด 2 แบบ โดยที่แบบที่ 1 ลิฟต์จะไม่หยุดที่ชั้น 2 และแบบที่ 2 ลิฟต์จะสามารถขึ้นลงได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งจะมีไฟแสดงชั้นที่ลิฟต์อยู่ในขณะนั้นและไฟแสดงการขึ้นลงของลิฟต์ ซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.23 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบลิฟต์แสดงได้ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 แบบจำลองระบบลิฟต์ที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต



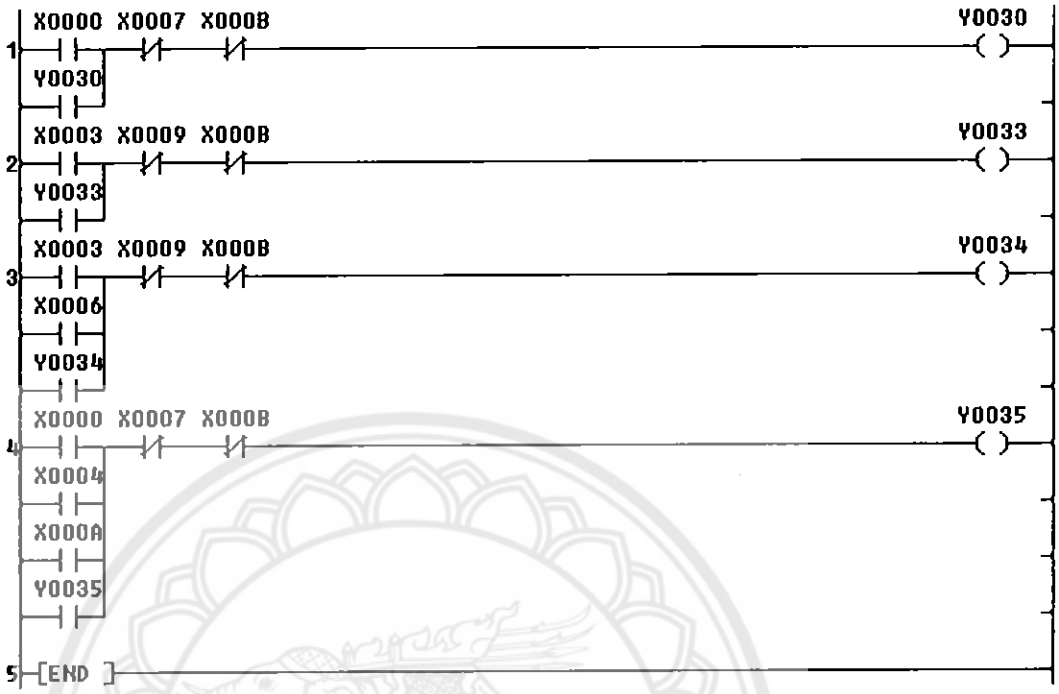
รูปที่ 4.24 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบลิฟต์

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมชุดควบคุมระบบลิฟต์แสดงได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบลิฟต์

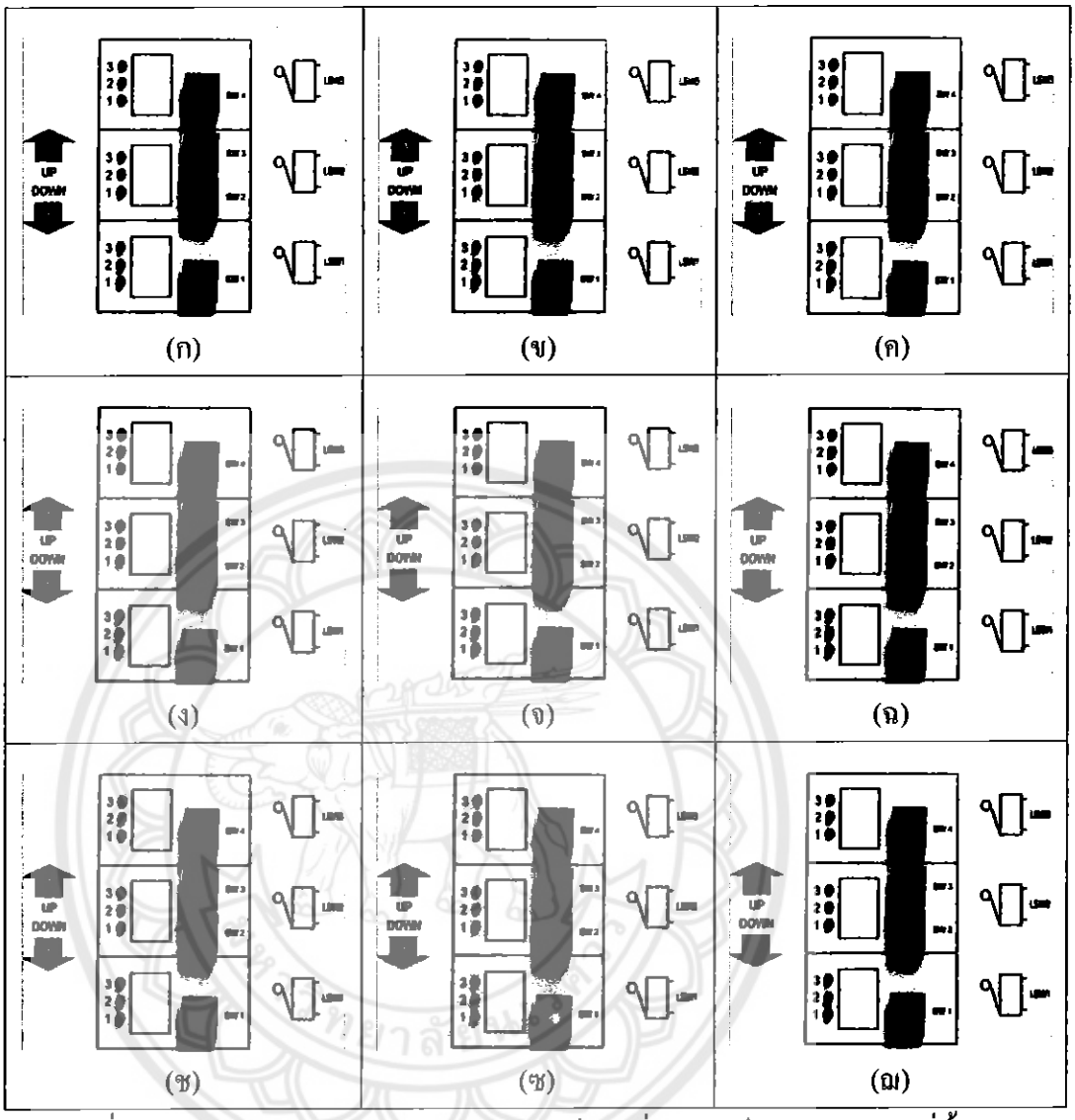
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	SW 1	กดหน้าลิฟต์ชั้นที่ 1 เพื่อให้ลิฟต์เลื่อนมาหา
X0001	SW 2	กดหน้าลิฟต์ชั้นที่ 2 เพื่อให้ลิฟต์เลื่อนมาหา
X0002	SW 3	กดหน้าลิฟต์ชั้นที่ 2 เพื่อให้ลิฟต์เลื่อนมาหา
X0003	SW 4	กดหน้าลิฟต์ชั้นที่ 3 เพื่อให้ลิฟต์เลื่อนมาหา
X0004	FL.1	กดในลิฟต์เพื่อเลือกจะไปชั้นที่ 1
X0005	FL.2	กดในลิฟต์เพื่อเลือกจะไปชั้นที่ 2
X0006	FL.3	กดในลิฟต์เพื่อเลือกจะไปชั้นที่ 3
X0007	LSW1	ควบคุมการหยุดของลิฟต์ชั้นที่ 1
X0008	LSW2	ควบคุมการหยุดของลิฟต์ชั้นที่ 2
X0009	LSW3	ควบคุมการหยุดของลิฟต์ชั้นที่ 3
X000A	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X000B	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
Y0030	L.1	ไฟแสดงการกดลิฟต์หน้าชั้นที่ 1
Y0031	L.2	ไฟแสดงการกดลิฟต์หน้าชั้นที่ 2
Y0032	L.3	ไฟแสดงการกดลิฟต์หน้าชั้นที่ 2
Y0033	L.4	ไฟแสดงการกดลิฟต์หน้าชั้นที่ 3
Y0034	UP	ไปแสดงการเลื่อนขึ้นของลิฟต์
Y0035	DOWN	ไฟแสดงการเลื่อนลงของลิฟต์

ชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 นี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2)

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 แสดงได้ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 1 (ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2)

จากรูปที่ 4.26 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.26 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ลิฟต์จะลงมาอยู่ที่ชั้น 1 ทันทีไม่ว่าลิฟต์จะอยู่ที่ชั้นไหนก็ตาม

รูปที่ 4.26 (ข) เมื่อกดปุ่ม FL.3 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP

รูปที่ 4.26 (ค) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.26 (ง) เมื่อกดปุ่ม FL.1 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN

รูปที่ 4.26 (จ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 1

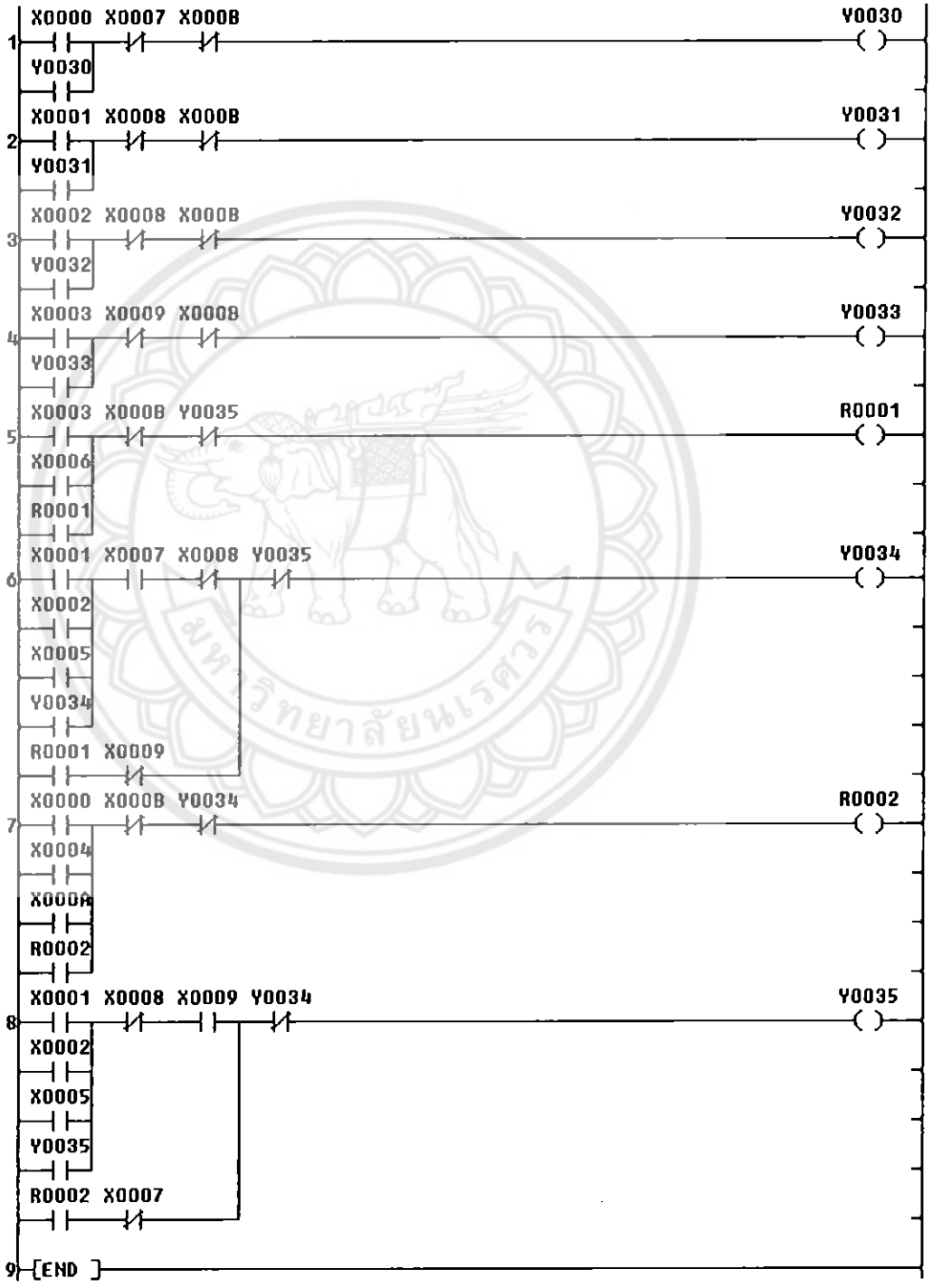
รูปที่ 4.26 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม SW 4 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP ถ้าลิฟต์ไม่ได้อยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.26 (ช) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.26 (ซ) เมื่อกดปุ่ม SW 1 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN ถ้าลิฟต์ไม่ได้อยู่ที่ชั้น 1

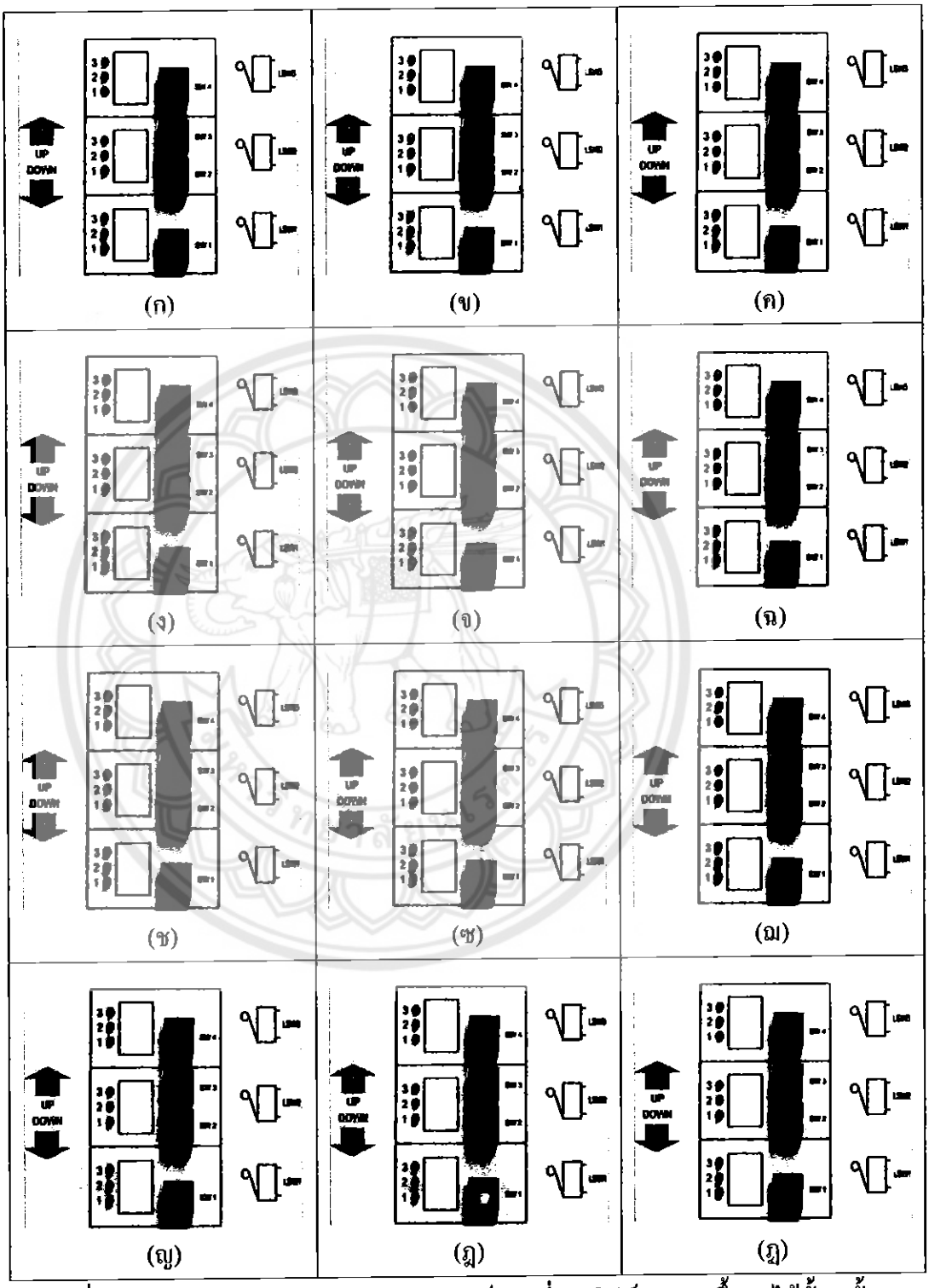
รูปที่ 4.26 (ฌ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 1

ชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 นี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.27

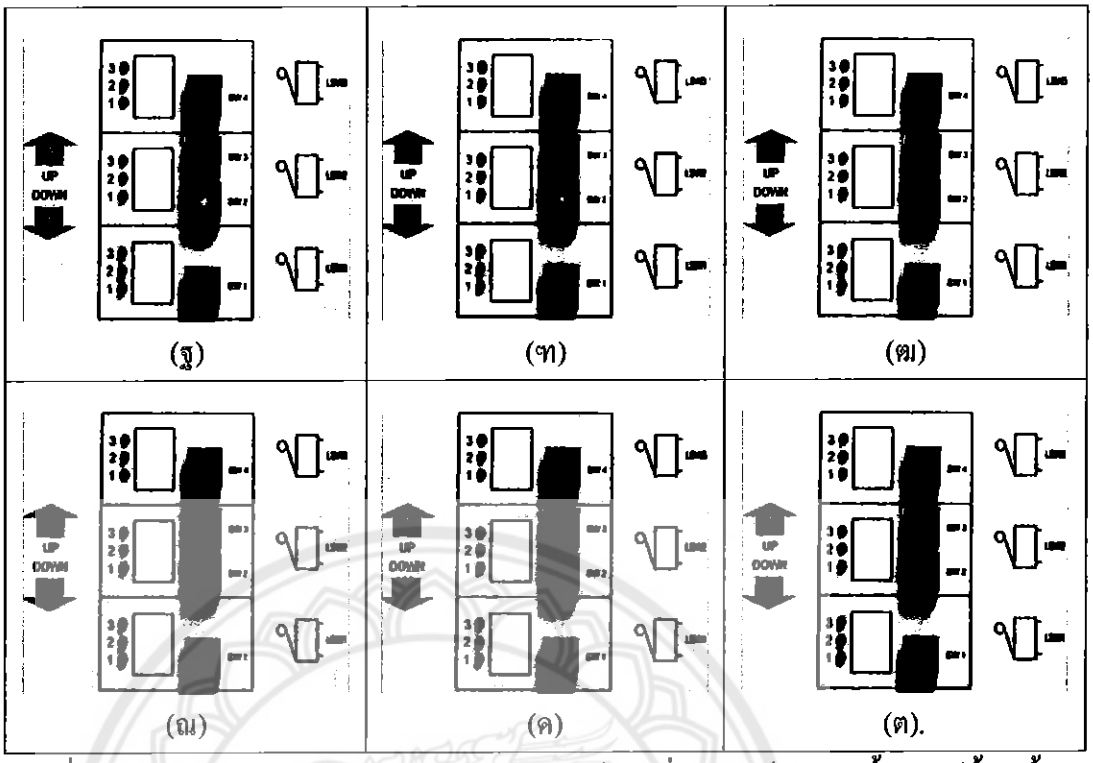


รูปที่ 4.27 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น)

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 แสดงได้ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น)



รูปที่ 4.28 (ต่อ) ผลการทดลองชุดควบคุมระบบลิฟต์แบบที่ 2 (ลิฟต์สามารถขึ้นลงได้ทั้ง 3 ชั้น)

จากรูปที่ 4.28 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.28 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ลิฟต์จะลงมาอยู่ที่ชั้น 1 ทันทีไม่ว่าลิฟต์จะอยู่ที่ชั้นไหนก็ตาม

รูปที่ 4.28 (ข) เมื่อกดปุ่ม FL.3 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP

รูปที่ 4.28 (ค) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.28 (ง) เมื่อกดปุ่ม FL.1 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN

รูปที่ 4.28 (จ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม FL.2 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 2 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP ถ้าลิฟต์อยู่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ช) เมื่อกดปุ่ม FL.2 ขณะอยู่ในลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 2 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN ถ้าลิฟต์อยู่ชั้น 3

รูปที่ 4.28 (ซ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 2

รูปที่ 4.28 (ฌ) เมื่อกดปุ่ม SW 4 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP ถ้าลิฟต์ไม่ได้อยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.28 (ญ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.28 (ฎ) เมื่อกดปุ่ม SW 1 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN ถ้าลิฟต์ไม่ได้อยู่ที่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ฏ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ฐ) เมื่อกดปุ่ม SW 2 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP เมื่อลิฟต์อยู่ที่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ฑ) เมื่อกดปุ่ม SW 2 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 1 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN เมื่อลิฟต์อยู่ที่ชั้น 3

รูปที่ 4.28 (ฒ) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 2

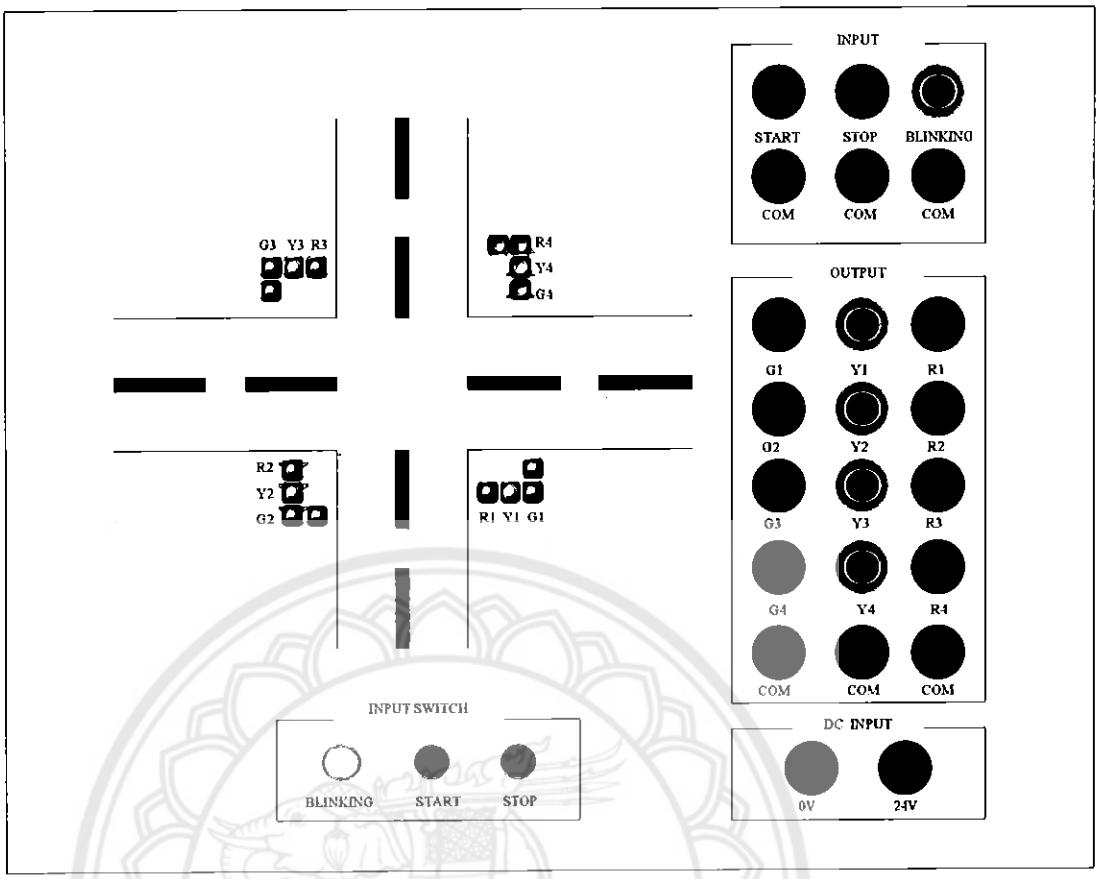
รูปที่ 4.28 (ณ) เมื่อกดปุ่ม SW 3 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ UP เมื่อลิฟต์อยู่ที่ชั้น 1

รูปที่ 4.28 (ด) เมื่อกดปุ่ม SW 3 ขณะอยู่นอกลิฟต์เพื่อต้องการไปที่ชั้น 3 ลิฟต์จะแสดงสถานะ DOWN เมื่อลิฟต์อยู่ที่ชั้น 3

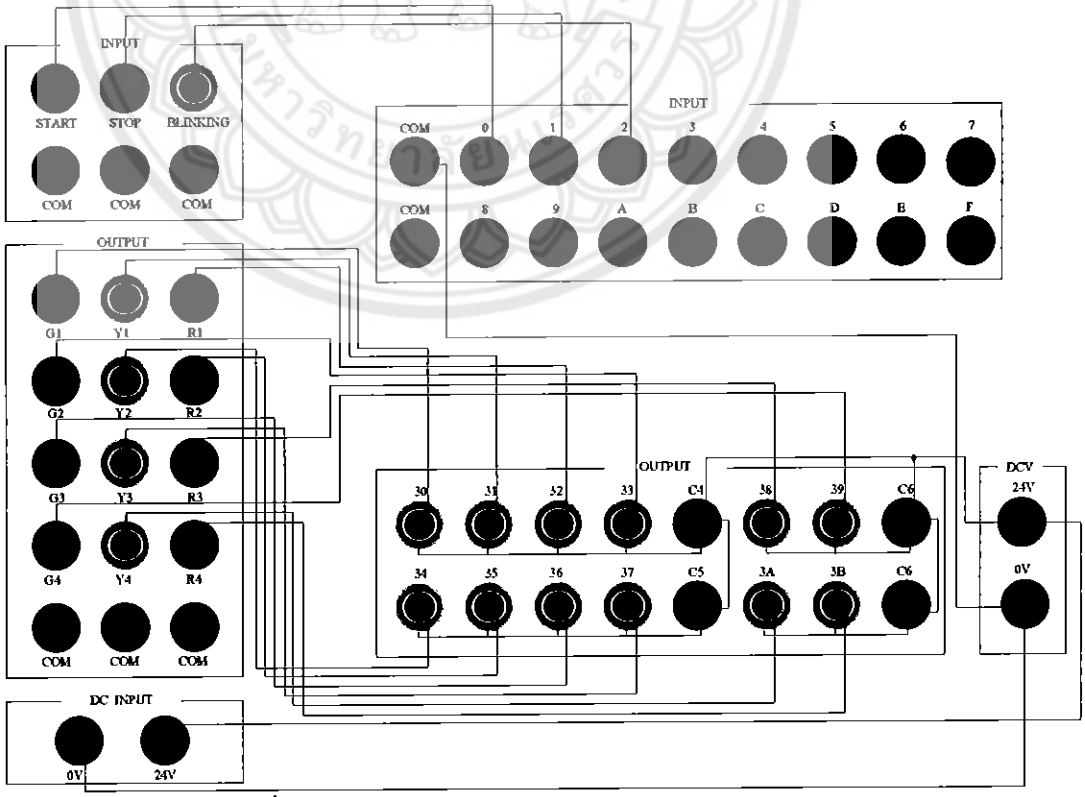
รูปที่ 4.28 (ต) ลิฟต์เลื่อนไปอยู่ที่ชั้น 2

4.8 การออกแบบระบบจำลองชุดควบคุมระบบไฟจราจร

แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมไฟจราจร โดยจะมีการแสดงไฟสัญญาณคือ ไฟเขียว ไฟเหลืองและไฟแดง โดยการทำงานแต่ละแยกจะทำงานเหมือนกัน เมื่อกดปุ่ม BLINKING ไฟสัญญาณจราจรทุกแยกจะเป็นไฟแดงและเมื่อกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ไฟสัญญาณจราจรทุกแยกจะดับหมด ซึ่งแบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 4.29 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไฟจราจรแสดงได้ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.29 แบบจำลองระบบไฟจราจรที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต



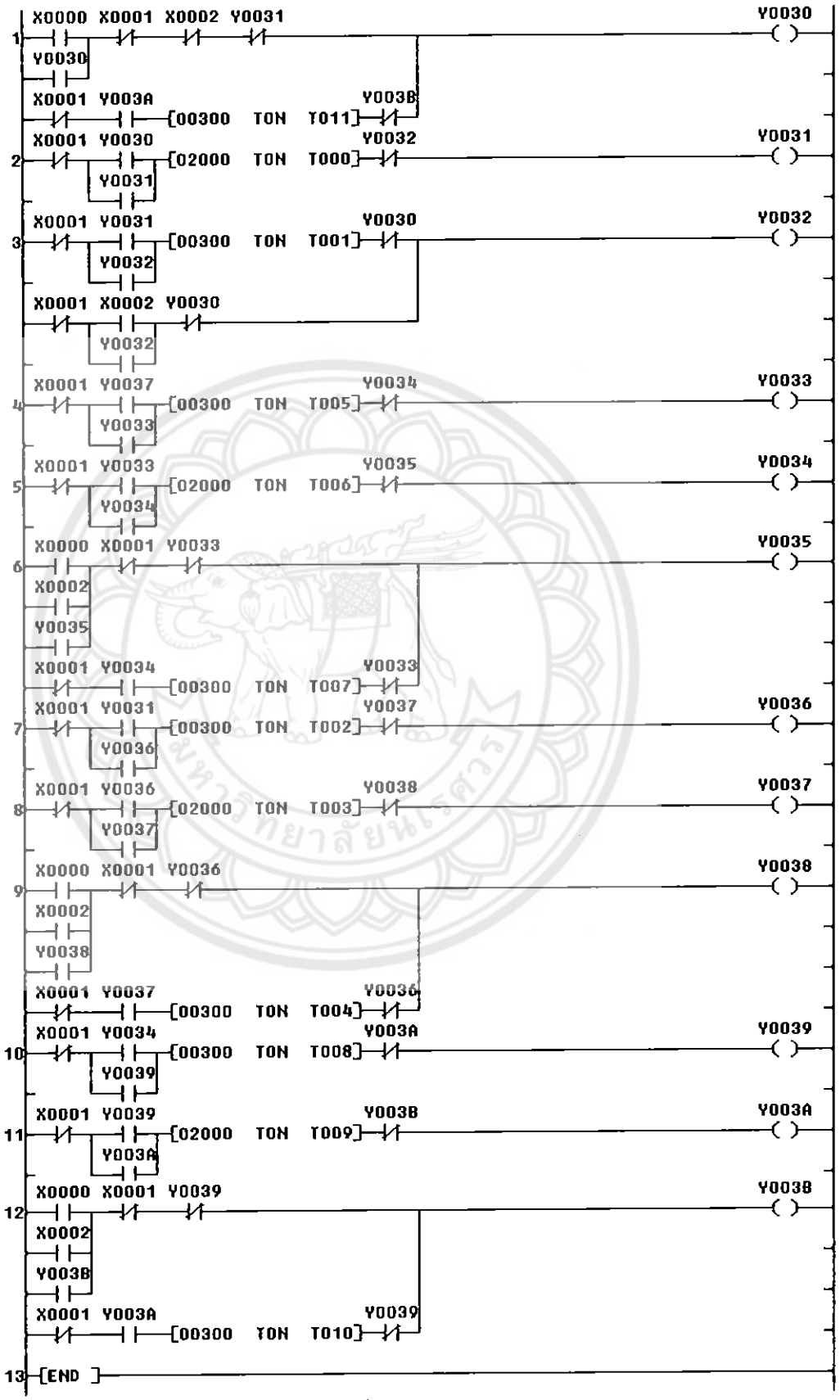
รูปที่ 4.30 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองระบบไฟจราจร

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไฟจราจรแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดควบคุมระบบไฟจราจร

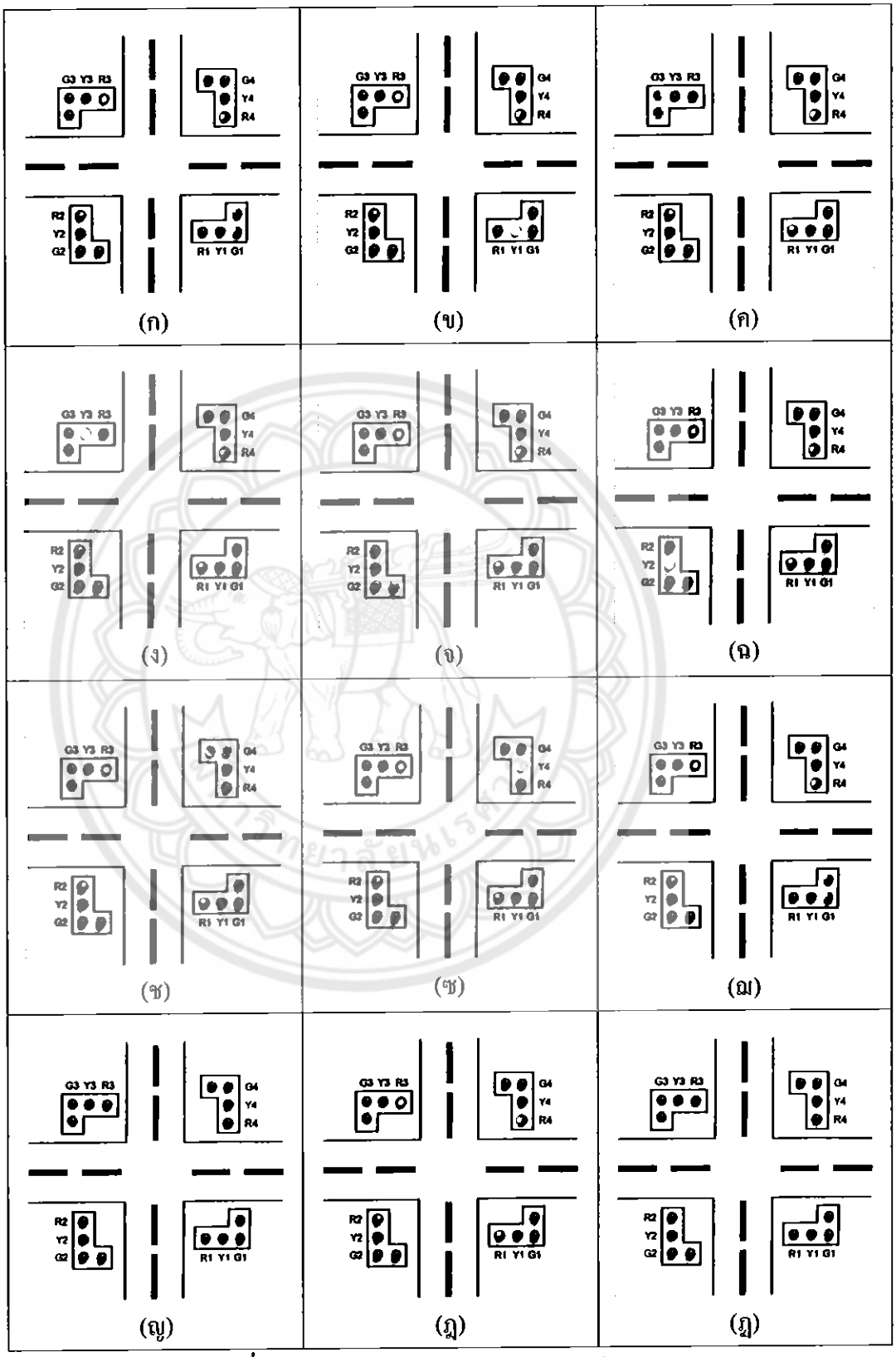
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X0001	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	BLINKING	เมื่อกดปุ่ม BLINKING สัญญาณไฟแดงจะติดทุกแยก และมีการควบคุมการจราจรโดยตำรวจ
Y0030	G1	ไฟเขียวแยกที่ 1 ติดทั้งตรงและเลี้ยวขวา
Y0031	Y1	ไฟเหลืองแยกที่ 1 ติด
Y0032	R1	ไฟแดงแยกที่ 1 ติด
Y0033	G2	ไฟเขียวแยกที่ 2 ติดทั้งตรงและเลี้ยวขวา
Y0034	Y2	ไฟเหลืองแยกที่ 2 ติด
Y0035	R2	ไฟแดงแยกที่ 2 ติด
Y0036	G3	ไฟเขียวแยกที่ 3 ติดทั้งตรงและเลี้ยวขวา
Y0037	Y3	ไฟเหลืองแยกที่ 3 ติด
Y0038	R3	ไฟแดงแยกที่ 3 ติด
Y0039	G4	ไฟเขียวแยกที่ 4 ติดทั้งตรงและเลี้ยวขวา
Y003A	Y4	ไฟเหลืองแยกที่ 4 ติด
Y003B	R4	ไฟแดงแยกที่ 4 ติด

ชุดควบคุมระบบไฟจราจรนี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไฟจราจร

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดควบคุมระบบไฟจราจร แสดงได้ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ผลการทดลองชุดควบคุมระบบไฟจราจร

จากรูปที่ 4.32 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.32 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงานโดยที่สัญญาณไฟเขียวทั้งทางเลี้ยวขวาและทางตรงจะเขียวพร้อมกัน และเริ่มทำงานที่แยกที่ 1 สัญญาณไฟเขียวจะติด 20 วินาที

รูปที่ 4.32 (ข) ไฟเหลืองแยกที่ 1 ติด 3 วินาที ขณะเดียวกันไฟแดงแยก 2, 3, 4 จะติด 23 วินาที

รูปที่ 4.32 (ค) หลังจากแยกที่ 1 ไฟแดง แยกที่ 3 จะเริ่มไฟเขียวติด 20 วินาที

รูปที่ 4.32 (ง) ไฟเหลืองแยกที่ 3 ติด 3 วินาที ขณะเดียวกันไฟแดงแยก 1, 2, 4 จะติด 23 วินาที

รูปที่ 4.32 (จ) หลังจากแยกที่ 3 ไฟแดง แยกที่ 2 จะเริ่มไฟเขียวติด 20 วินาที

รูปที่ 4.32 (ฉ) ไฟเหลืองแยกที่ 2 ติด 3 วินาที ขณะเดียวกันไฟแดงแยก 1, 3, 4 จะติด 23 วินาที

รูปที่ 4.32 (ช) หลังจากแยกที่ 2 ไฟแดง แยกที่ 4 จะเริ่มไฟเขียวติด 20 วินาที

รูปที่ 4.32 (ซ) ไฟเหลืองแยกที่ 4 ติด 3 วินาที ขณะเดียวกันไฟแดงแยก จะติด 23 วินาที

รูปที่ 4.32 (ฌ) หลังจากที่แยกที่ 4 ไฟแดง จะเริ่มวนกลับมาไฟเขียวแยกที่ 1 อีกครั้ง

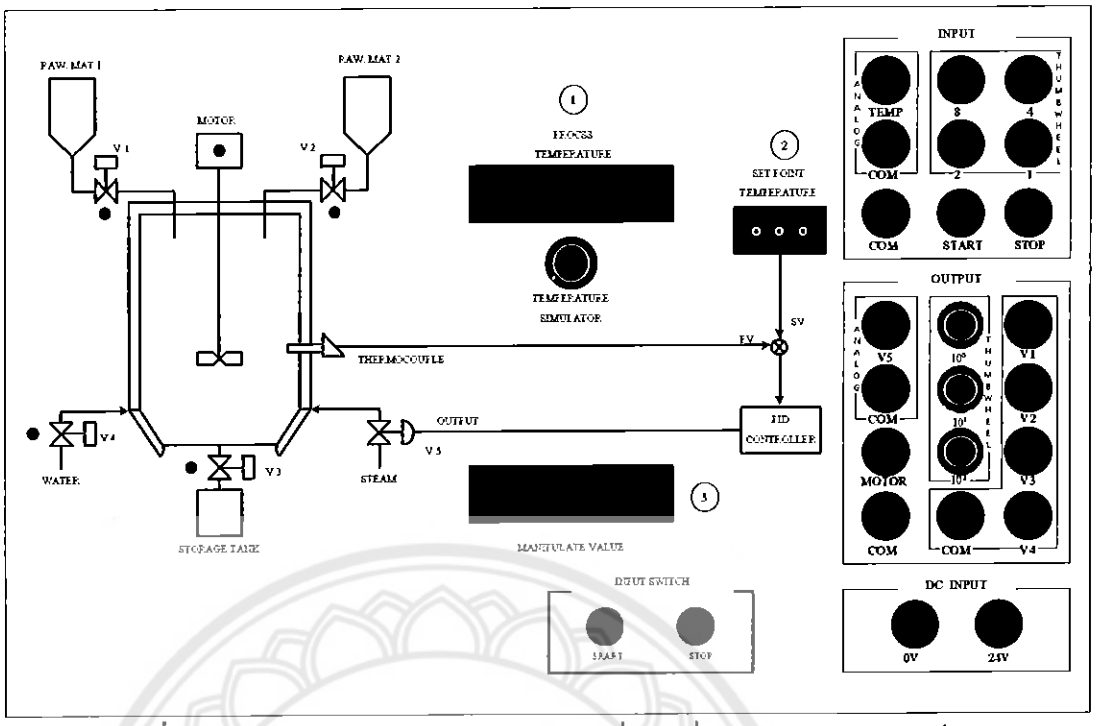
รูปที่ 4.32 (ญ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

รูปที่ 4.32 (ฎ) เมื่อกดปุ่ม BLINKING สัญญาณไฟแดงติดทุกแยก ให้หยุดรถแล้วชลอดูรถทุกแยกก่อนผ่านทางแยกหรือให้ปฏิบัติตามตำรวจจราจรที่อยู่บริเวณนั้น

รูปที่ 4.32 (ฏ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

4.9 การออกแบบระบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุ

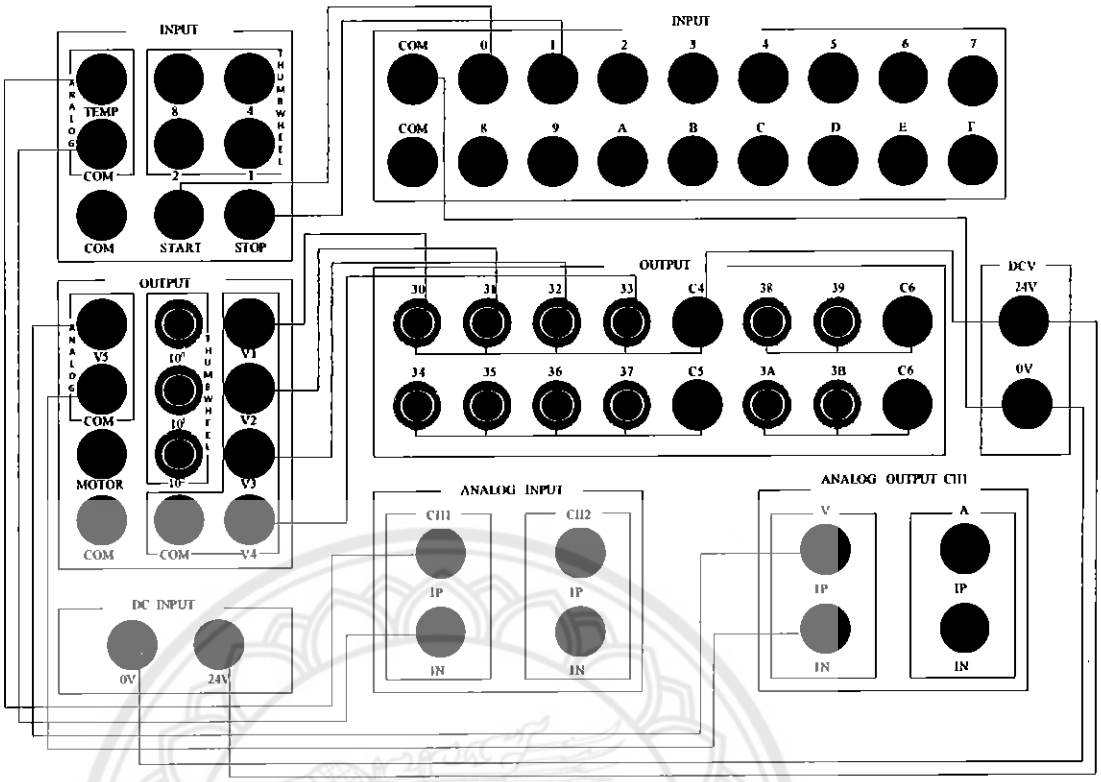
แบบจำลองนี้เป็นการควบคุมการผสมวัตถุ โดยมีวัตถุ 2 ชนิด ผสมอยู่ในถังขนาดใหญ่ ภายในถังจะมีใบพัดสำหรับผสมวัตถุ โดยที่แบบจำลองนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ตรงตามต้องการของผู้ใช้ โดยตัวควบคุมแบบพีไอดี เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในการผสมวัตถุให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ ซึ่งแบบจำลองการผสมวัตถุแสดงได้ดังรูปที่ 4.33 และวิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการผสมวัตถุแสดงได้ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.33 แบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุที่มีจุดเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต

จากรูปที่ 4.33 อธิบายหมายเลขได้ดังนี้

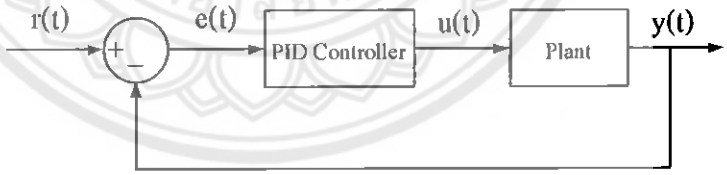
1. จอแสดงอุณหภูมิ PROCESS TEMPERATURE ที่ได้จากการปรับ TEMPERATURE SIMULATOR โดยที่มีค่าตั้งแต่ 0 – 200 (0 – 10 V)
2. ปุ่มตั้งค่าอุณหภูมิ SET POINT TEMPERATURE สำหรับการตั้งอุณหภูมิที่ต้องการภายในถังผสมวัตถุ
3. จอแสดงอุณหภูมิที่ต้องปรับภายในถังผสมวัตถุ MANIPULATE VALUE โดยที่มีค่าตั้งแต่ 9.8 – 50 (1 – 5 V)



รูปที่ 4.34 วิธีการเชื่อมต่อสายแบบจำลองการผสมวัตถุ

4.9.1 ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller)

โครงสร้างโดยทั่วไปของตัวควบคุมพีไอดีแบบวงปิดแสดงดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 ตัวควบคุมพีไอดีแบบวงปิด

จากการควบคุมแบบวงปิดโดยตัวควบคุมพีไอดีตามรูปที่ 4.35 จะได้สมการตัวควบคุมและค่าความคลาดเคลื่อนดังนี้

$$u(t) = K_p\left[e(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t e(t)dt + T_d\frac{de(t)}{dt}\right] \tag{4.1}$$

$$e(t) = r(t) - y(t) \tag{4.2}$$

$u(t)$ คือ สัญญาณควบคุม

$r(t)$ คือ สัญญาณอินพุต

$y(t)$ คือ สัญญาณเอาท์พุต

K_p คือ ค่าอัตราขยายแบบสัดส่วน (Proportional coefficient)

T_i คือ เวลาที่แสดงถึงผลตอบสนองเนื่องจากตัวอินทิกรัล (Integration time)

T_d คือ เวลาที่แสดงถึงผลตอบสนองเนื่องจากตัวอนุพันธ์ (Differentiating time)

T คือ คาบการชักตัวอย่าง (Sampling period)

เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวแปรทางคณิตศาสตร์ (Discrete Math) ของสมการที่ (4.1) จะได้

$$u(n) = K_p\left[e(n) + \frac{T}{T_i}\sum_{k=0}^{n-1} e(k) + \frac{T_d}{T}\{e(n) - e(n-1)\}\right] \tag{4.3}$$

$$u(n-1) = K_p\left[e(n-1) + \frac{T}{T_i}\sum_{k=0}^{n-2} e(k) + \frac{T_d}{T}\{e(n-1) + e(n-2)\}\right] \tag{4.4}$$

$$\Delta u(n) = u(n) - u(n-1) \tag{4.5}$$

$$\Delta u(n) = K_p\left[\{e(n) - e(n-1)\} + \frac{T}{T_i}e(n) + \frac{T_d}{T}\{e(n) - 2e(n-1) + e(n-2)\}\right] \tag{4.6}$$

กำหนดให้

$$K_p^{'} = K_p\left(1 + \frac{T}{T_i} + \frac{T_d}{T}\right) \tag{4.7}$$

$$K_I = K_p\left(1 + \frac{2T_d}{T}\right) \tag{4.8}$$

$$K_D = K_p\frac{T_d}{T} \tag{4.9}$$

แทนค่า (4.7), (4.8), (4.9) ลงใน (4.6) จะได้

$$\Delta u(n) = K_p^{'}e(n) - K_I e(n-1) + K_D e(n-2) \tag{4.10}$$

เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวแปรทางคณิตศาสตร์ (Discrete Math) ของสมการที่ (4.2) และกำหนด $r(t)$ เป็นค่าคงที่โดยให้ $r(t) = e_0$ จะได้

$$e(n) = e_0 - y(n) \tag{4.11}$$

$$e(n-1) = e_0 - y(n-1) \tag{4.12}$$

$$e(n-2) = e_0 - y(n-2) \tag{4.13}$$

โดย (4.10), (4.11), (4.12) และ (4.13) เป็นสมการที่ใช้ปรับค่าเพื่อควบคุม [7]

ชนิด ชื่อ และการทำงานของโปรแกรมของชุดสาธิตการผสมวัตถุแสดงได้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมชุดสาธิตการผสมวัตถุ

ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	START	เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงาน
X0001	STOP	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
Y0030	V1	จ่ายวัตถุชนิดที่ 1 เข้าสู่ถังผสมวัตถุ
Y0031	V2	จ่ายวัตถุชนิดที่ 2 เข้าสู่ถังผสมวัตถุ
Y0032	V3	ปล่อยวัตถุเข้าสู่ STORAGE TANK
Y0033	V4	จ่ายน้ำเข้าสู่ถังผสมวัตถุ
Y0034	MOTOR	ใบพัดที่ติดกับมอเตอร์ทำการผสมวัตถุภายในถัง
XW006	TEMP	อุณหภูมิจำลองภายในถังผสมวัตถุ
YW010	V5	จ่ายไอน้ำเพื่อปรับอุณหภูมิภายในถังผสมวัตถุ

ตัวแปรการควบคุมสำหรับการคำนวณค่าพีไอดี ในชุดสาธิตการผสมวัตถุแสดงได้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตัวแปรการควบคุมสำหรับการคำนวณค่าพีไอดี [8]

ชนิดตัวแปร	ชื่อตัวแปร	ชนิดตัวแปร	ชื่อตัวแปร
D1000	Process value: PV	D1015	Gap constant: G
D1001	Set value: SV	D1016	Limit constant: L
D1010	Proportional coefficient: K_p	D1030	Manipulate value: MV
D1011	Integral coefficient: K_{IH}	D1031	Last deviation: e_{-1}
D1012	Integral coefficient: K_{IL}	D1030	Last present value: PV_{-1}
D1013	Derivative coefficient: K_{DH}	D1030	Present value before: PV_{-2}
D1014	Derivative coefficient: K_{DL}	D1030	Integral remainder: Ir

และสูตรสำหรับการคำนวณค่าพีไอดี [8]

$$MV = K_p\left[(e-e_{-1}) + INT\left(\frac{|K_{IL}|\cdot e + Ir}{|K_{IH}|}\right) + INT\left\{\frac{|K_{DH}|}{|K_{DL}|}\cdot(2PV_{-1} - PV - PV_{-2}\right\}\right] \qquad (4.14)$$

จากสมการที่ (4.14)

Ir คือ ส่วนที่เหลืออยู่จากการหารที่ไม่ลงตัวในเทอมอินทิกรัลหาได้จาก $\frac{|K_{IL}| \cdot e + Ir}{|K_{IH}|}$

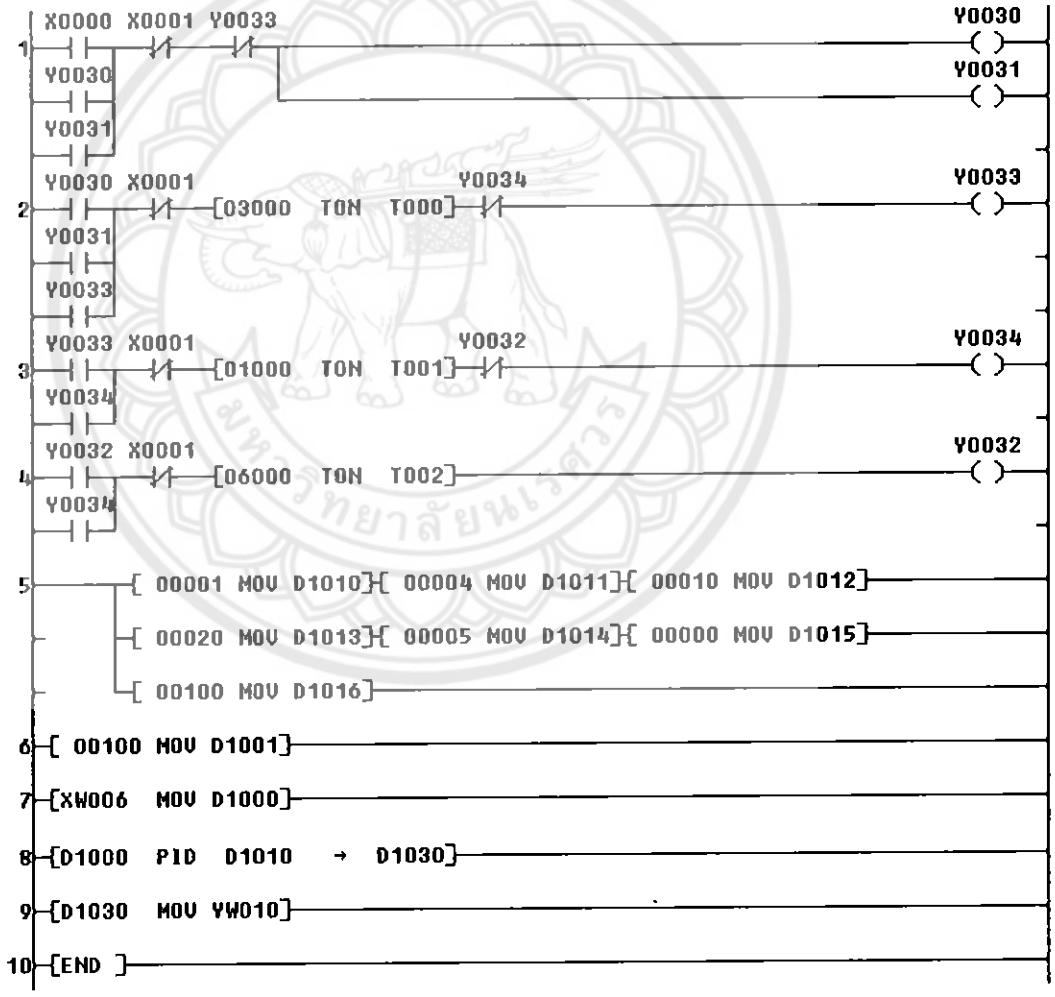
โดยที่ค่า Ir เริ่มต้นมีค่าเป็น 0

e คือ ค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิหาได้จาก $SV - PV$

PV คือ ค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้น

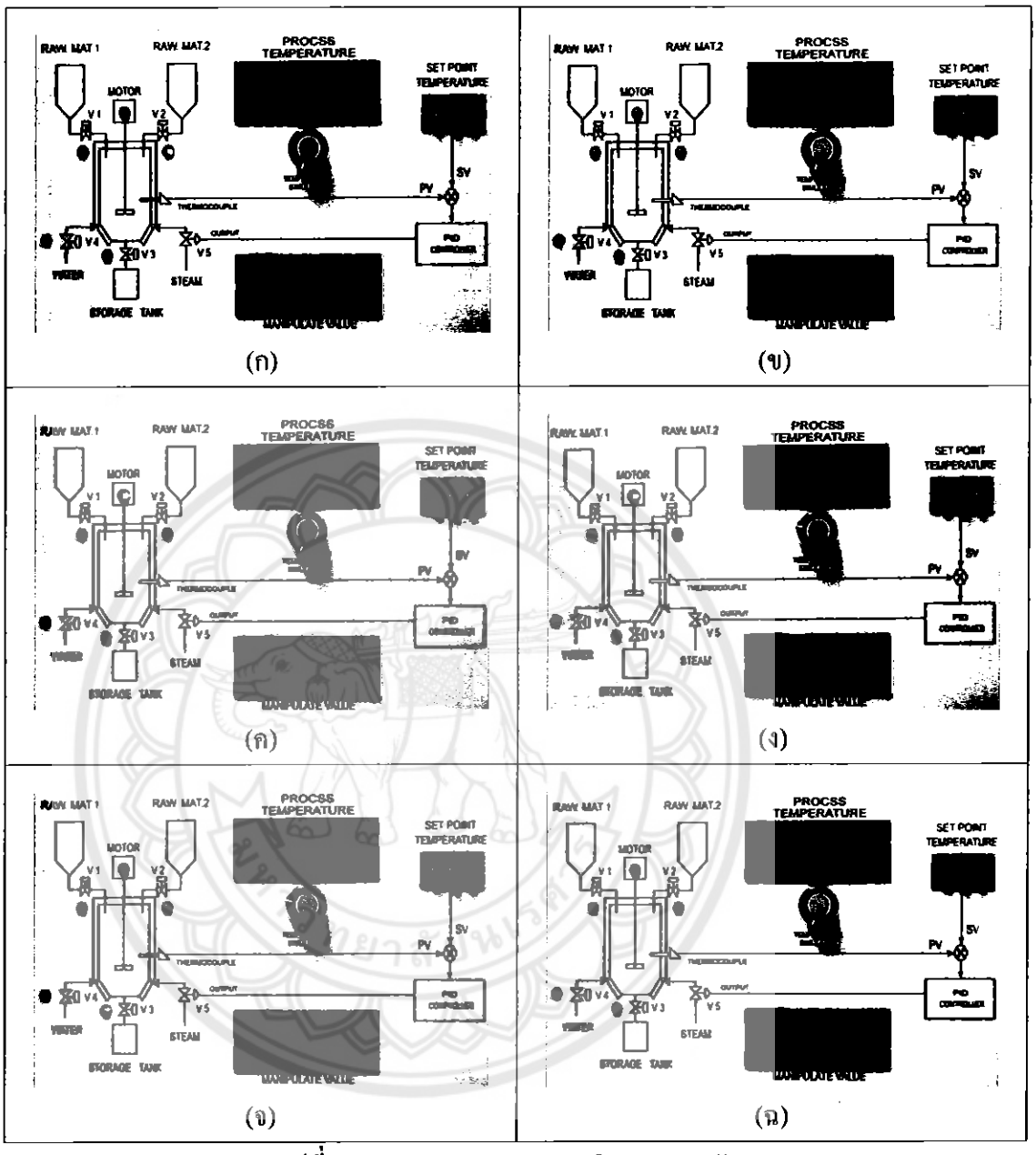
$INT(a)$ คือ ส่วนที่แสดงค่าผลหารที่ไม่คิดเศษ

ชุดสาธิตการผสมวัตถุนี้สามารถเขียนแผนภาพขั้นบันไดได้ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 แผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการผสมวัตถุ

ผลการทดลองของแผนภาพขั้นบันไดชุดสาธิตการผสมวัตถุ แสดงได้ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 ผลการทดลองชุดสาธิตการผสมวัตถุ

จากรูปที่ 4.36 อธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

รูปที่ 4.36 (ก) เมื่อกดปุ่ม START ระบบจะเริ่มทำงานโดยที่ระบบจะเปิด V1 และ V2 เพื่อจ่ายวัตถุทั้ง 2 ชนิดเป็นเวลา 30 วินาที

รูปที่ 4.36 (ข) หลังจากครบ 30 วินาที V1 และ V2 จะหยุดทำงานและเริ่มทำการจ่ายน้ำ โดยเปิด V4 เป็นเวลา 10 วินาที

รูปที่ 4.36 (ค) หลังจากครบ 10 วินาที V4 จะหยุดทำงานและระบบเริ่มทำการผสมวัตถุโดยมอเตอร์หมุนเป็นเวลา 1 นาที

รูปที่ 4.36 (ง) ระบบทำการตรวจสอบอุณหภูมิโดยการควบคุมแบบพีไอดี

รูปที่ 4.36 (จ) หลังจากครบ 1 นาที และอุณหภูมิได้ตรงตามที่ต้องการ มอเตอร์จะหยุดทำงานและทำการปล่อยวัตถุที่ผสมแล้วลงในถังเว็บวัตถุ

รูปที่ 4.36 (ฉ) เมื่อกดปุ่ม STOP ทั้งระบบจะหยุดทำงานโดยสามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลา

ผลการทดลองจากการปรับค่าอุณหภูมิจอแสดง PROCESS TEMPERATURE เพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิภายในถังที่ต้องการ โดยค่าที่ทำการการปรับจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้จนถึง 100 ค่าที่ได้จะปรากฏที่ RW006 ซึ่งหมายถึง ค่า Process value โดยสามารถปรับค่าให้ได้ตั้งแต่ 0 – 250 (AI31, 8 Bit, 0 – 10V)

ค่าอุณหภูมิที่ต้องการหรือค่า Set value จะถูกปรับตั้งที่หน้าโปรแกรมซึ่งจะทำการปรับตั้งที่ตัวแปล D1001 โดยโครงงานนี้ทดลองใช้ค่าที่ 0, 50 และ 100 ตามลำดับ

จากนั้นพีแอลซีจะนำค่า Process value ที่ได้และค่า Set value ที่ปรับตั้งไว้มาทำการคำนวณแบบพีไอดีตามสมการที่ (4.12) และแสดงค่าที่ YW010 (AO31, 8 Bit, 1 – 5V) ซึ่งหมายถึงค่า Manipulate value และจะถูกส่งไปที่ระบบเพื่อปรับอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ ค่าที่ได้จะแสดงผลที่จอแสดงผล MANIPULATE VALUE

ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 1 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี แสดงได้ดังตารางที่ 4.8

D1010: K_p = 1

D1011: K_{IH} = 4

D1012: K_{IL} = 10

D1013: K_{DH} = 20

D1014: K_{DL} = 5

D1015: G = 0

D1016: L = 100

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 1 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี

ที่ค่า Set value: $SV = 100$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	240	2.5	48.6
20	200	15.7	42.2
40	150	32.2	34.0
60	100	48.2	25.9
80	50	64.0	17.9
100	0	80.0	9.8
ที่ค่า Set value: $SV = 50$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	115	2.3	28.4
20	75	15.5	21.9
40	25	31.8	13.9
60	-25	47.7	47.2
80	-75	63.8	39.1
100	-125	79.7	31.0
ที่ค่า Set value: $SV = 0$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	-10	2.6	49.6
20	-50	15.5	43.1
40	-100	32.1	35.0
60	-150	47.7	26.6
80	-200	64.1	18.8
100	-250	80.2	10.8

ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 2 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี แสดงได้ดังตารางที่ 4.9

D1010: K_p = 3

D1011: K_{IH} = 20

D1012: K_{IL} = 10

D1013: K_{DH} = 10

D1014: K_{DL} = 20

D1015: G = 0

D1016: L = 100

จากผลการทดลองการคำนวณแบบพีไอดีสามารถอธิบายตัวแปรและสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

XW006 คือค่า Process value โดยสามารถปรับค่าให้ได้ตั้งแต่ 0 – 250 โดยที่ค่านี้จะแสดงที่โปรแกรมของแผนภาพขั้นบันไดดังรูปที่ 4.36

YW010 คือค่าที่ได้จากการคำนวณแบบพีไอดีตามสมการที่ (4.12) โดยที่ค่านี้จะแสดงที่โปรแกรมของแผนภาพขั้นบันไดดังรูปที่ 4.36

Process value คือค่าอุณหภูมิภายในถังผสมวัตถุที่ได้จากการปรับ TEMPERATURE SIMULATOR โดยที่มีค่าอุณหภูมิตั้งแต่ 0 – 200 โดยที่ค่านี้จะแสดงที่จอแสดงอุณหภูมิ PROCESS TEMPERATURE ของแบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุดังรูปที่ 4.33

Manipulate value คือค่าอุณหภูมิที่ต้องปรับภายในถังผสมวัตถุโดยที่มีค่าตั้งแต่ 9.8 – 50 โดยที่ค่านี้จะแสดงที่จอแสดงอุณหภูมิ MANIPULATE VALUE ของแบบจำลองชุดสาธิตการผสมวัตถุดังรูปที่ 4.33

ที่ค่า Set value สูงกว่าค่า Process value ระบบจะพยายามปรับค่า Manipulate value จนกระทั่งเข้าใกล้ค่า Set point มากที่สุด โดยที่เมื่อระยะห่างระหว่าง Set value กับ Process value มีค่ามาก Manipulate value จะมีค่ามากที่สุด เพื่อพยายามทำให้ค่าอุณหภูมิของระบบหรือ Process value มีค่าใกล้ Set value และเมื่อระยะห่างระหว่าง Set value กับ Process value มีค่าลดลง Manipulate value ก็จะมีค่าค่อยๆลดลงซึ่งแสดงให้เห็นดังตาราง ลักษณะการลดค่า Manipulate value นี้เป็นผลมาจากการใช้วิธีควบคุมแบบพีไอดีนั่นเอง

ที่ค่า Set value ต่ำกว่าค่า Process value ระบบจะพยายามปรับค่า Manipulate value ซึ่งในกรณีนี้ค่า YW010 หรือค่าที่ได้จากการคำนวณตามสมการที่ (4.12) จะมีค่าเป็นลบและส่งไปเป็นค่า Manipulate value สำหรับควบคุมระบบต่อไป ซึ่งเมื่อค่า Process value มีค่าสูงกว่า Set value มากเท่าไรค่า Manipulate value จะมีค่าน้อยลงเรื่อยๆ เพื่อลดอุณหภูมิของระบบให้มีค่าใกล้เคียง Set value ที่ต้องการมากที่สุด

ในการปรับอุณหภูมิให้เข้าใกล้กับค่าที่ตั้งไว้นั้น ระบบจะทำการปรับอุณภูมิโดยการเติมไอน้ำเข้าที่วาล์ว V5 ภายในช่วงระยะเวลาที่มอเตอร์หมุนอยู่ เมื่ออุณหภูมิได้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้แล้วและครบระยะเวลาที่มอเตอร์หมุน ระบบจะทำการปล่อยวัตถุที่ผสมแล้วลงที่ถังเก็บรักษาวัตถุที่ทำการผสมแล้ว (STORAG TANK) โดยการเปิดวาล์ว V3 ให้วัตถุออก และเมื่อกดปุ่มหยุดการทำงาน (STOP) ทั้งระบบจะหยุดการทำงาน

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองการตั้งค่าพารามิเตอร์ชุดที่ 2 สำหรับการควบคุมแบบพีไอดี

ที่ค่า Set value: $SV = 100$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	144	2.4	33.1
20	120	16.0	29.2
40	90	31.7	24.4
60	60	47.9	19.5
80	30	63.8	14.7
100	0	80.0	9.8
ที่ค่า Set value: $SV = 50$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	69	2.8	21.0
20	45	15.5	17.1
40	15	31.1	12.2
60	-15	40.2	48.6
80	-45	63.8	44.0
100	-75	79.6	39.1
ที่ค่า Set value: $SV = 0$			
ค่าที่ได้จากโปรแกรม		ค่าที่ได้จากชุดการทดลอง	
XW006	YW010	Process value	Manipulate value
4	-6	2.4	50.4
20	-30	15.7	46.6
40	-60	32.0	41.5
60	-90	48.2	36.7
80	-120	64.0	31.8
100	-150	80.1	27.0

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลองของระบบจำลองต่างๆของโรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 6 แบบจำลองได้แก่ ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด ชุดควบคุมระบบไซโล ชุดควบคุมระบบลิฟต์ ชุดควบคุมระบบไฟจราจรและชุดสาธิตการผสมวัตถุโดยการใช้โปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผลและแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งข้อเสนอแนะในการนำโครงงานไปพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

จากการได้ทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมแบบจำลองทั้ง 6 แบบซึ่งในแต่ละแบบจะมีวิธีการเขียนและการใช้ฟังก์ชันที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถทำการควบคุมชุดทดลองได้ตามที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 ดังนี้

ชุดควบคุมการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ 3 เฟส สามารถสั่งให้มอเตอร์ต่อแบบสตาร์-เดลตาได้และตรวจสอบสภาวะโหลดเกินของระบบได้ตลอดเวลา

ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด สามารถออกแบบให้ขวดน้ำเลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆเพื่อเติมน้ำ ปิดฝาขวดและตรวจสอบความสมบูรณ์ของขวดน้ำได้

ชุดควบคุมระบบไซโล สามารถออกแบบให้ผสมวัตถุดิบตามสัดส่วนที่เราต้องการได้โดยใน 1 ไซโลสามารถมีวัตถุดิบ 1 หรือ 2 ชนิดได้ นอกจากนั้นยังสามารถปรับเปลี่ยนระดับวัตถุดิบได้ตามต้องการ

ชุดควบคุมลิฟต์ มีการทดลองควบคุม 2 แบบได้แก่การออกแบบให้ลิฟต์ขึ้นและลงทั้งสามชั้นและออกแบบให้ลิฟต์ไม่สามารถหยุดที่ชั้น 2 (ขึ้นลงได้แค่ชั้น 1 และชั้น 3)

ชุดควบคุมระบบไฟจราจร การทำงานของระบบจะวนลูปไปเรื่อยๆ เริ่มตั้งแต่แยกที่ 1, 3, 2 และ 4 ตามลำดับและสามารถออกแบบให้ไฟแดงทุกแยกติดพร้อมกันเพื่อให้ปฏิบัติตามเจ้าหน้าที่จราจรที่อยู่ในแยกนั้น

ชุดสาธิตการผสมวัตถุ ซึ่งเป็นการควบคุมแบบแอนะล็อกมีการนำฟังก์ชันพีไอดีมาใช้ในการควบคุมแบบจำลองด้วยเพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้เหมาะสมตามที่ต้องการ ซึ่งโดยรวมของการเขียนโปรแกรมนั้นแบบจำลองสามารถทำงานตามที่ได้กำหนดได้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงงานและแนวทางแก้ไข

เนื่องจากไม่ทราบหลักการทำงานของแบบจำลองที่ชัดเจนทำให้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้ตามเป้าหมายที่ออกแบบไว้ เช่น ชุดควบคุมไฟจราจร ซึ่งได้ออกแบบไว้ให้สัญญาณไฟเขียวทั้งตรงและเลี้ยวขวาทำงานแยกกัน แต่ในแบบจำลองนั้นบังคับให้สัญญาณไฟเขียวทำงานพร้อมกันจึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนเพื่อให้แบบจำลองทำงานได้ และไม่สามารถออกให้สัญญาณไฟจราจรติดแบบกระพริบได้ จึงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดงทุกแยกติดค้างไว้

ชุดสาธิตการผสมวัตถุนั้นเนื่องจากผู้ทำการทดลองไม่สามารถตั้งค่า SV (Set value: ค่าที่ต้องการ) จากแบบจำลองได้เพราะไม่ทราบวิธีการใช้งานและมีการเชื่อมต่อสายที่สับสนจึงจำเป็นต้องตั้งค่าที่โปรแกรมแทน นอกจากนั้นการทดลองไม่สามารถดูผลของการปรับค่า K_p, K_I และ K_D ได้เนื่องจากไม่ใช่ระบบจริง จึงไม่สามารถศึกษาการทำงานของระบบควบคุมพีไอดีได้

นอกจากนี้การที่แบบจำลองไม่ได้ใช้มาเป็นเวลานานนั้น ทำให้มีอุปกรณ์บางอย่างเสื่อมสภาพ เช่น สายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อจุดอินพุตและเอาท์พุตมีการหลุดออก หลอดไฟแสดงการทำงานเสีย ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบก่อนการใช้งานและต้องใช้ความระมัดระวังเพราะอาจทำให้อุปกรณ์อื่นในแบบจำลองเกิดความเสียหายได้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ผลที่ได้จากการศึกษาและทดลองในโครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ เช่น ชุดสาธิตการกรอกน้ำใส่ขวด ซึ่งจะช่วยให้เกิดความรวดเร็วและแม่นยำในการผลิตน้ำดื่ม จึงเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่มเป็นอย่างมาก

นอกจากนี้ชุดสาธิตและชุดควบคุมอื่นๆ สามารถนำหลักการหรือวิธีการออกแบบไปใช้ในการควบคุมได้จริง อีกทั้งยังสามารถนำโครงงานนี้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในการใช้งานเกี่ยวกับพีแอลซี หรือวิธีการออกแบบโปรแกรมในการควบคุมอัตโนมัติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับพีแอลซีชนิดอื่นๆที่สูงกว่าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ภาณุพงศ์ พัฒนชัยวิทย์, วิวัฒน์ ชาญธัญกร. (2554). **การศึกษาโปรแกรมจำลองพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม MITSUBISHI FX TRAINING.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

[2] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2552). **ระบบ PLC.** (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[3] **บริษัท โตชิบา ไทยแลนด์ จำกัด.** [Online]: http://www.toshiba.co.th สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556.

[4] บริษัท ออมรอน อีเลคทรอนิคส์ จำกัด. (2550). คู่มือประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้งาน PLC ระดับที่ 1. (พิมพ์ครั้งที่ 1). [Online]: http://www.omron-ap.co.th สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556.

[5] TOSHIBA CORPORATION. (1998). **USER'S MANUAL Expantion I/O** (3rd ed., p.31-57). Tokyo: Japan. [Online]: http://www.toshiba.com สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556.

[6] ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์. การควบคุมระบบพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T1. ใน **คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์** (หน้า 23-25). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

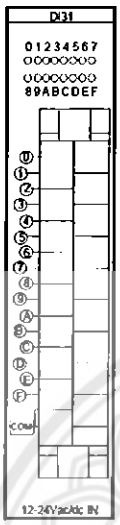
[7] รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และคณะ. (2556). **การออกแบบตัวควบคุมพีไอดีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับระบบเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ.** งานวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ, สกลนคร.

[8] TOSHIBA CORPORATION. (1998). **INSTRUCTION SET (LADDER, SFC)** (3rd ed., p.233). Tokyo: Japan. [Online]: http://www.toshiba.com สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556.

ภาคผนวก

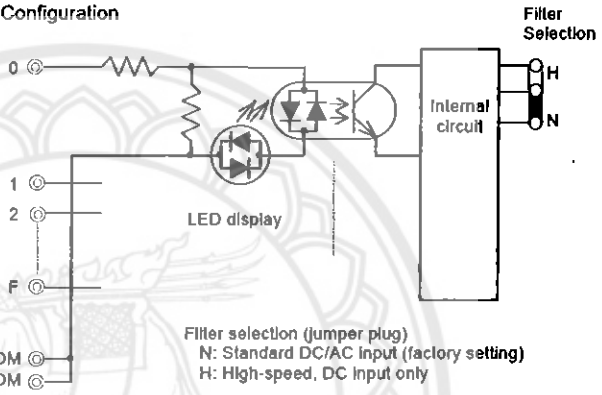
รายละเอียดของพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

- **16 points DC/AC input**

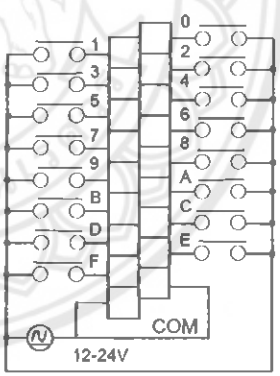


Item		DI31 (EX10*MDI31)
Input Voltage		12 - 24 V dc/ac, +10/-15 % (DC or 50/60 Hz)
Minimum ON Voltage		9.6 V
Maximum OFF Voltage		3.6 V (leakage current 0.7 mA or less)
Input Current		Approx. 8 mA (at 24 Vdc) (typ.)
Number of Input Points		16 points (single common)
ON Delay	N Mode	10 ms or less (dc) / 20 ms or less (ac)
	H Mode	1.5 ms or less (dc)
OFF Delay	N Mode	10 ms or less (dc) / 15 ms or less (ac)
	H Mode	1.5 ms or less (dc)
Withstand Voltage		1500 Vac for 1 minute
Current Consumption		15 mA (5 Vdc) or less

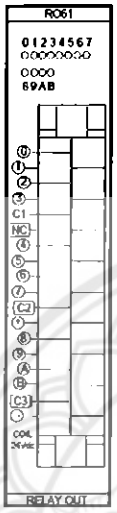
Circuit Configuration



Terminal Connections

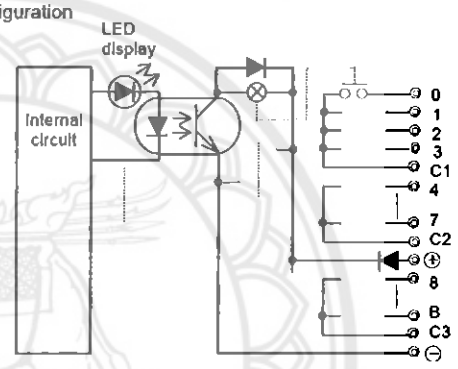


- **12 points relay output**

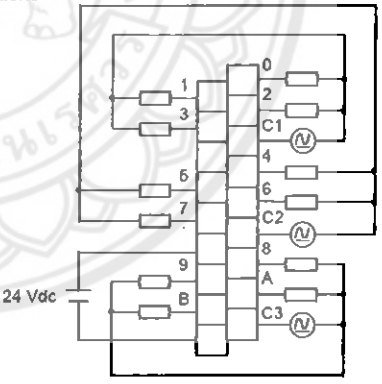


Item	RO61 (EX10*MRO61)
Load Voltage	24 Vdc, +20 % (MAX) / 240 Vac, +10% (MAX)
Maximum Load	2 A/point (resistive load), 1 A/point (inductive load), 4 A/4 points common
Minimum Load	50 mW (5 V or more)
Number of Output Points	12 points (4 points / common)
ON Delay	10 ms or less
OFF Delay	15 ms or less
Leakage Current at OFF	0 mA
Withstand Voltage	1500 Vac for 1 minute
Over-current Protection	None (required externally)
Current Consumption	50 mA (5 Vdc) or less
External Power Required for Relay Coil	24 Vdc, +/-10% – 140 mA / all points ON (10 mA / point)

Circuit Configuration



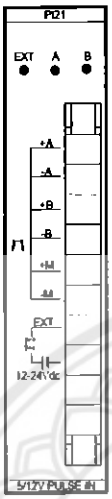
Terminal Connections



Note)

1. ON/OFF life of relays: Electrical 100,000 times
   Mechanical 20 million times
2. No overload protection fuses are built into this module. Therefore make sure to insert fuses suitable to the load current.

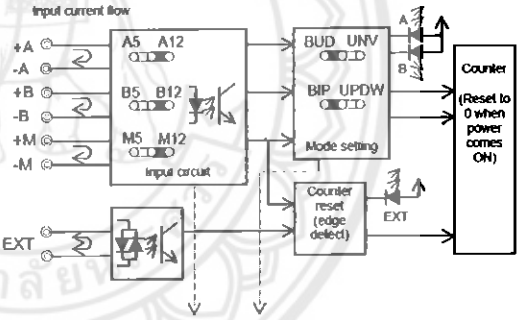
- **1 channel pulse input**



Item		PI21 (EX10*MP121)
Input Voltage	A, B, M	12 V, +10/-20 % (12 V setting), 5 V, +10/-20 % (5V setting)
	EXT	12 - 24 Vdc, +10/-15 %
Minimum ON Voltage	A, B, M	9 V (12 V setting), 3.5 V (5 V setting)
	EXT	9.6 V
Maximum OFF Voltage	A, B, M	2 V (12 V setting), 1 V (5 V setting)
	EXT	3.6 V
Input Current	A, B, M	12 V – 7.5 mA (12 V setting), 5V – 10 mA (5V setting)
	EXT	24 V – 10 mA, 12 V – 5 mA
Number of Input Points		1 channel (phase A, B, M and EXT)
Pulse Counting Speed		100 kpps (max.) (pulse-width 4 μs or more)
Counter Configuration		24-bit binary
Pulse Input Mode	Quadrature	Phase A, B (90 degree phase shift), up/down
	Up / down	Phase A: count up / phase B: count down
Counter Operation Mode	Normal	Always count enable
	Hold	Both M and EXT are ON: Count enable Either M or EXT is OFF: Count stop (count value held)
Counter Reset		Count value is reset to 0 at the moment when both M and EXT are ON
EXT Input ON/OFF Delay		5 ms or less
Withstand Voltage		1500 Vac for 1 minute
Current Consumption		80 mA (5 Vdc) or less

The input voltage of A, B and M are set to 12 V, and the counter mode is set to quadrature normal count mode at the factory.

Circuit Configuration



_5/_12 Jumper (Input voltage)

_5: 5V input

_12: 12V input

Set all A, B and M to the same side. (5 V or 12 V)

Shows the factory setting

BIP/UPDW Jumper (Pulse input mode)

BIP: Quadrature

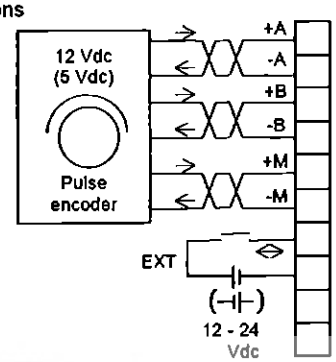
UPDW: Up/down

BUD/UNV Jumper (Counter operation mode)

BUD: Normal mode

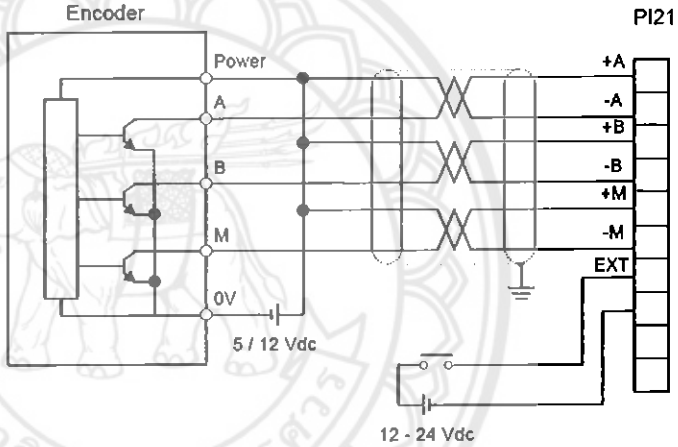
UNV: Hold mode

Terminal Connections



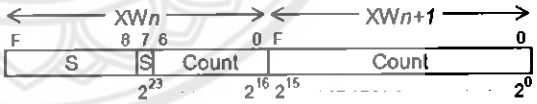
Use shielded twisted-pair cables for pulse signals, and ground the shield securely.

Wiring Example



Data Format

Register assignment



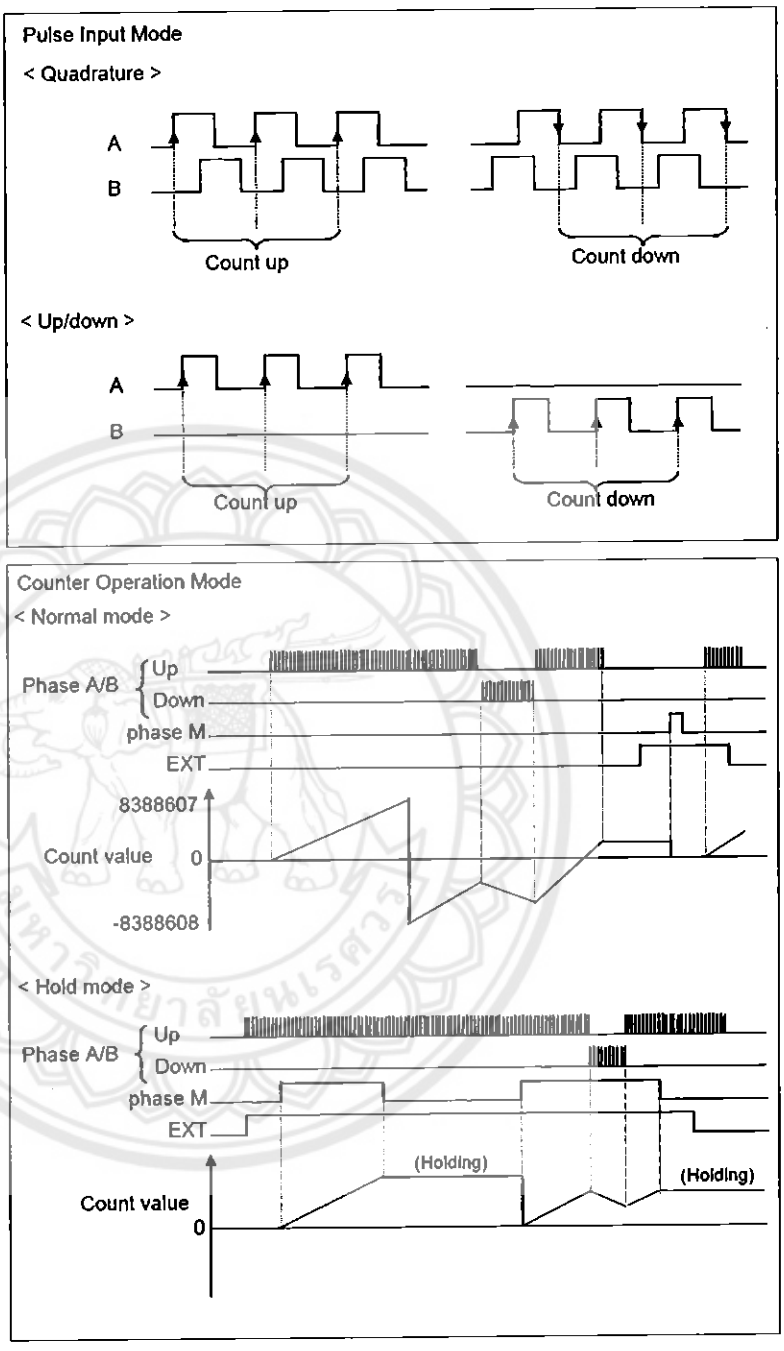
24-bit counter: Data range = -8388608 to 8388609
(HFF800000 to H007FFFFF)

The counter works as a ring counter. If upper 8 bits of XW*n* is masked, the count data range is 0 to 16777215.

Note) The double-word register arrangement of the PI21 and that of the T1 are different. In the T1 user program, exchange the upper and lower words as follows.

```
|-[ XW00  MOV  D0101 ]-[ XW01  MOV  D0100 ]-|
```

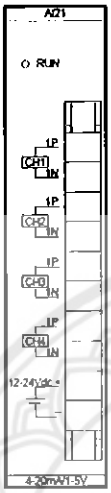
In this example, the PI21 is allocated to XW00 and XW01, and the count value is stored in double-word register D0101·D0100.



Note) If the direct I/O instruction (FUN 235) is used for this module, two registers (both upper and lower words) should be specified.

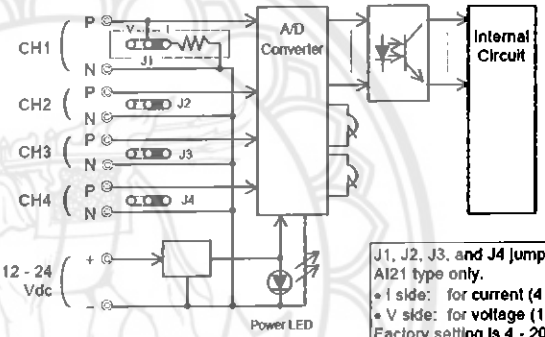
- **4 channels analog input (8-bit)**

Item	A121 (EX10*MA121)	A131 (EX10*MA131)
Input Range	1 - 5 V or 4 - 20 mA	0 - 10 V
Input Impedance	1 - 5 V: 500 kΩ or more 4 - 20 mA: 250 Ω	500 kΩ or more
Number of Input Points	4 channels (N common)	4 channels (N common)
Resolution	8-bit (1/250)	8-bit (1/250)
Overall Accuracy	±1 % (FS)	±1 % (FS)
Conversion Cycle	Approx. 1 ms	Approx. 1 ms
Wire Breakage Detection	Yes, for 4-20mA	No
External Power Failure Detection	Yes	Yes
Withstand Voltage	1500 Vac for 1 minute	1500 Vac for 1 minute
Current Consumption	50 mA (5 Vdc) or less	50 mA (5 Vdc) or less
External Power Required	12 - 24 Vdc, ±10 % 50 mA	12 - 24 Vdc, ±10 % 50 mA



The AI21 type is set to 4 - 20 mA at the factory. For 1 - 5 V input, set J1 - J4 to V side.

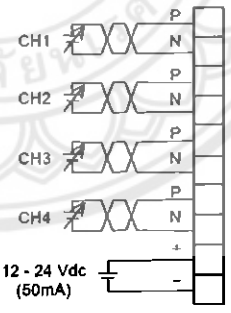
Circuit Configuration



J1, J2, J3, and J4 jumper plugs are AI21 type only.
- I side: for current (4 - 20 mA)
- V side: for voltage (1-5 V)

Factory setting is 4 - 20 mA.

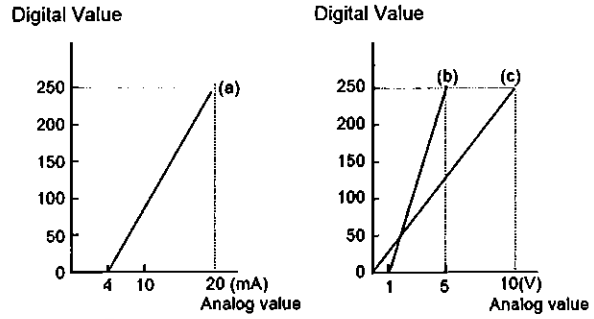
Terminal Connections



Use shielded twisted-pair cables for analog signals, and ground the shields securely.

Separate the external power (12 - 24 Vdc) line from other cables.

A/D Conversion



(a) 4 - 20 mA range: D = 15.625 x A - 62.5
(b) 1 - 5 V range: D = 62.5 x A - 62.5
(c) 0 - 10 V range: D = 25 x A

[D = Digital Value
A = Analog Value]

Data Format

	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
XW	B	*	*	*	*	*	*	*	D	D	D	D	D	D	D	D

D: Data bit (8 bits)
0 to 250 (H00 to HFA)

B: Error bit
0 = Normal
1 = Error with all D is 0, analog input line is open. (4 - 20 mA only)
with all D is 1, external power (12 - 24 Vdc) is not normal.

*: Always 0

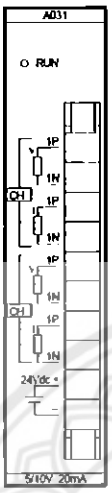
Register assignment

	F	0
XW*n*	CH1	
XW*n+1*	CH2	
XW*n+2*	CH3	
XW*n+3*	CH4	

Note)

In the voltage input mode, if the input terminals (P and N) are open, the input data is not 0. It is recommended to short the input terminals for unused input.

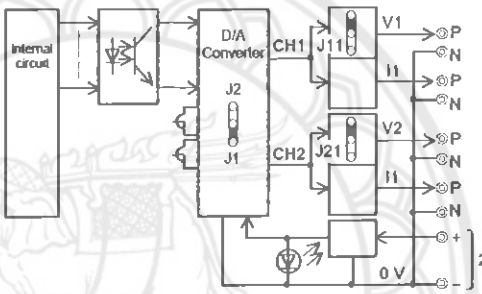
- **2 channels analog output (8-bit)**



Item	AO31 (EX10*MA031)
Output Range	0 - 10 V, 1 - 5 V, or 4 - 20 mA
Load Impedance	5 V full-scale terminal: 5 kΩ or more
	10 V full scale terminal: 10 kΩ or more
	20 mA full-scale terminal: 600 Ω or less
Number of Output Points	2 channels (N side common)
Resolution	8-bit (1/250)
Overall Accuracy	±1 % (FS)
Conversion Cycle	Approx. 1 ms
External Power Failure Detection	No
Withstand Voltage	1500 Vac for 1 minute
Current Consumption	70 mA (5 Vdc) or less
External Power Required	24 Vdc, ±10% – 90 mA

The A031 type is set to 1 - 5 V, 4 - 20 mA setting at the factory. Refer to the circuit configuration for 0 - 10 V jumper setting.

Circuit Configuration



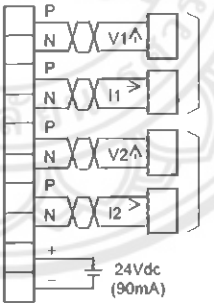
Jumper settings

J1/J2: Offset
J1 side = 1 V (4 mA)
J2 side = 0 V (0 mA)
(for both CH1 and CH2)

J11: CH1 voltage gain
Upper side = 5 V
Lower side = 10 V

J21: CH1 voltage gain
Upper side = 5 V
Lower side = 10 V

Terminal Connections



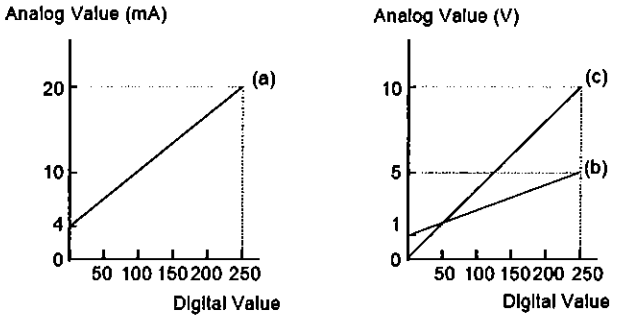
V: Voltage output
I: Current output

Note) Either voltage or current output can be used.

Use shielded twisted-pair cables for analog signals, and ground the shields securely.

Separate the external power (24 Vdc) line from other cables.

D/A Conversion



(a) 4 - 20 mA range: A = 0.064 x D + 4 (mA)
(b) 1 - 5 V range: A = 0.016 x D + 1 (V)
(c) 0 - 10 V range: A = 0.04 x D (V)

A = Analog value
D = Digital value

Data Format (2 output registers (YW) are assigned)

	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
YW	*	*	*	*	*	*	*	*	D	D	D	D	D	D	D	D

D: Data bit (8 bits)
0 to 250 (H00 to HFA)

*: Invalid (does not affect D/A conversion)

Register assignment

	F	0
YW*n*	CH1	
YW*n+1*	CH2	

Note) If the direct I/O instruction (FUN 235) is used for this module, two registers (both channels) should be specified.