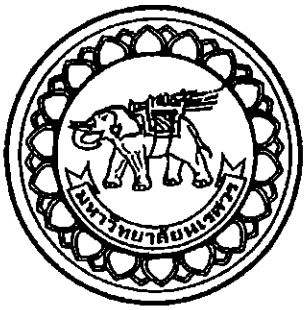
อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด



การควบคุมระบบการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

AUTOMATIC WATERING SYSTEM USING T2 TOSHIBA PLC

นายชัยยา จังพินิจกุล รหัส 53363409

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
11 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน ม.719 61727
เลขเรียกหนังสือ ส
ธ 419 ก
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การควบคุมระบบการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

ผู้ดำเนินโครงงาน นายชัยยา จังพินิจกุล รหัส 53363409

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

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

.....กรรมการ
(ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

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

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมระบบการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชัยยา จังพินิจกุล รหัส 53363409
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2557

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานที่นำพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 มาควบคุมระบบการรดน้ำให้สามารถรดน้ำได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ จุดประสงค์เพื่อที่จะลดเวลาการทำงานในส่วนของการใช้แรงงานคนในการรดน้ำ โดยพีแอลซีจะควบคุมการทำงานของปั๊มสูบน้ำ และโซลินอยด์วาวล์เพื่อจ่ายน้ำให้กับสปริงเกอร์ในการ เปิด-ปิดการทำงาน นอกจากนั้นยังเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของระบบการรดน้ำให้มีการทำงานที่หลายหลายเพื่อความเหมาะสมในการรดน้ำ

โครงงานนี้ได้สร้างแบบจำลองควบคุมการรดน้ำโดยใช้ปั๊มน้ำกระแสตรง 12 โวลต์ โซลินอยด์วาล์วพลาสติกและมินิสปริงเกอร์ ในการจำลองระบบการทำงาน

Project title	Automatic Watering System using T2 Toshiba PLC
Name	Mr. Chaiya Jangpinijkul ID. 53363409
Project advisor	Asst. Prof. Supawan Ponpitakchai, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2014

.....

Abstract

This project presents automatic watering system using T2 Toshiba PLC to control plant watering system with several conditions. PLC is designed to control pump and solenoid valve in order to transfer water to springers. Many functions of watering are created to serve many situations of plant watering.

Prototype of watering system using in this project is created using DC water pump 12 V, plastic solenoid valve and mini springer.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและปริญญานิพนธ์ ตลอดจนแนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้ปริญญานิพนธ์นี้สมบูรณ์ที่สุด ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบพระคุณ ดร. มุทิตา สงฆ์จันทร์ และผศ.ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็คณกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ทำให้โครงงานและปริญญานิพนธ์ออกมาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังต้องขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับผู้ดำเนินโครงงาน และภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ความอนุเคราะอุปกรณ์ จนทำให้โครงงานนี้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งสนับสนุนทุนด้านค่าลงทะเบียนและค่าใช้จ่ายรายเดือนตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี และขอขอบคุณกองทุนเพื่อการศึกษามหาวิทยาลัยนเรศวรที่ช่วยสนับสนุนมอบทุนการศึกษาเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในระหว่างการศึกษา

ขอขอบคุณคุณอดิเรก บัวคำ (ตั๊ก) และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยสอบถามงานของข้าพเจ้าเพราะเป็นการกระตุ้นงานของข้าพเจ้าเอง เพื่อให้ข้าพเจ้าได้ทำโครงงานในครั้งนี้จนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ข้าพเจ้าได้ตั้งเป้าหมาย

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้มอบความรัก ความเมตตา สติปัญญา ความกล้าหาญ รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบพระคุณทุกๆ คนในครอบครัวของผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายชัยยา จังพินิจกุล

สารบัญ

หน้า

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

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

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ประวัติความเป็นมาของพีแอลซี 4
2.2 ข้อมูลเบื้องต้นของพีแอลซี 5
2.3 โครงสร้างทั่วไปของพีแอลซี 5
2.4 อุปกรณ์อินพุท (Input Devices) 7
2.5 อุปกรณ์เอาท์พุท (Output Device) 8
2.6 ประเภทของพีแอลซี 9
2.7 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี 11
2.8 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี 13
2.9 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 15
2.10 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.11 ตัวตรวจจับระดับน้ำ 23
2.12 อุปกรณ์ของระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 24

บทที่ 3 การทำงานของระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 28
3.1 แบบจำลองระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 28
3.2 การสร้างแบบจำลอง 29
3.3 การออกแบบสวิทช์ควบคุม 30
3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี 31
3.5 หลักการทำงานของระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 33

บทที่ 4 ผลการทดสอบการควบคุมระบบการรดน้ำ 39
4.1 ผลการทดสอบระบบจำลอง 39

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 45
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 45
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน 45
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 46

เอกสารอ้างอิง 47

ภาคผนวก ก รายละเอียดของพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2 48
ภาคผนวก ข การใช้งานโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 58
ภาคผนวก ค แผนภาพขั้นบันไดการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 67

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก 10

2.2 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล 11

2.3 คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได 19

3.1 ชนิดอุปกรณ์ของระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 29

3.2 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมระบบควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 33

4.1 การตรวจจับระดับน้ำของตัวตรวจจับระดับน้ำ 40

4.2 อธิบายผลการทดสอบการทำงานของโหมด Manual 42

4.3 อธิบายผลการทดสอบการทำงานของโหมด Auto 44

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซี 5

2.2 แสดงพีแอลซีชนิดบล็อก 9

2.3 แสดงพีแอลซีชนิดโมดูล 10

2.4 แผนผังการใช้งานพีแอลซี 14

2.5 เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 15

2.6 หน้าต่างโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14 16

2.7 การเลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E 17

2.8 หน้าต่าง I/O Allocation หลังการปรับตั้ง 17

2.9 แถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project 18

2.10 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 21

2.11 ส่วนประกอบของโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 22

2.12 ตัวตรวจจับระดับน้ำ 23

2.13 ปั๊มน้ำ DC Brushless 12V 24

2.14 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก (Plastic Solenoid Valve) 25

2.15 มินิสปริงเกอร์ 25

2.16 Adapter 9 VDC 26

2.17 สวิตช์ปุ่มกด แบบกดติด-ปล่อยดับ (off – on) 26

2.18 ไบดิ้งโพสต์ 27

3.1 แบบจำลองระบบควบคุมการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 28

3.2 สร้างแบบจำลองระบบควบคุมการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 30

3.3 สวิทช์ควบคุมการทำงาน 30

3.4 เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 31

3.5 แผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับเครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 32

3.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี 32

3.7 ขั้นตอนการทำงานของส่วนการสูบน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ 34

3.8 ขั้นตอนการทำงานของส่วนควบคุมการรดน้ำ (ก) การทำงานโหมด Manual 37

3.8 ขั้นตอนการทำงานของส่วนควบคุมการรดน้ำ (ข) การทำงานโหมด Auto 38

4.1 น้ำในถังจ่ายน้ำลดลงต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) 39

4.2 น้ำในถังจ่ายน้ำเพิ่มถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit) 40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Manual 41
4.4 ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Auto 43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เพราะว่ามีหลากหลายอาชีพที่ต้องอาศัยพืชเป็นตัวแปลหลักในการประกอบอาชีพ ซึ่งในภาคการเกษตรพืชนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องดูแลเป็นอย่างดี ปัจจัยการดูแลพืชนั้นมีองค์ประกอบหลายอย่างแต่ที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ การรดน้ำ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการรดน้ำมาเรื่อยๆ ตามความรู้และความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เริ่มแรกนั้นเป็นการรดน้ำโดยใช้บัวรดน้ำ สายยางรดน้ำ จนมาถึงการใช้สปริงเกอร์ ซึ่งการรดน้ำแต่ละครั้งต้องใช้เวลาพอสมควรเป็นเหตุให้สิ้นเปลืองเวลาในการทำงานอย่างอื่น ต่อมาได้มีการพัฒนาคิดระบบควบคุมการรดน้ำโดยใช้ไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของสปริงเกอร์แทน โดยใช้เครื่องตั้งเวลาที่มีชื่อว่าไทเมอร์ (Timer) เพื่อควบคุมโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ให้สปริงเกอร์ทำงาน เพื่อควบคุมการรดน้ำให้มีการรดน้ำตามเวลาและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ วิธีนี้สามารถดูแลการรดน้ำให้กับพืชได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถลดเวลาในส่วนของการใช้งานคน แต่วิธีการใช้ไทเมอร์นี้ยังมีข้อจำกัดอยู่ คือ ควบคุมอุปกรณ์ได้น้อย การเพิ่มฟังก์ชันการทำงานค่อนข้างจำกัด ถ้านำไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกำลังสูงๆ ต้องใช้อุปกรณ์ต่อเพิ่ม เช่น เร็กติไฟเออร์(Rectifier) หรือ รีเลย์ (Relay) กรณีต้องการควบคุมระบบการรดน้ำที่มีพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมากซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย จากการใช้ไทเมอร์นั้นได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาช่วยในการควบคุมการรดน้ำ ข้อดีของการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์มีอินพุต เอาท์พุต ที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมได้มาก สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้หลายอุปกรณ์และสามารถเพิ่มฟังก์ชันการทำงานได้หลากหลาย ข้อเสีย ไมโครคอนโทรลเลอร์มีไฟเลี้ยงต่ำ ถ้าใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูงๆ ต้องใช้เร็กติไฟเออร์ (Rectifier) หรือ รีเลย์ (Relay) เหมือนกับเครื่องตั้งเวลาไทเมอร์ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เช่น การควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำกระแสสลับ ปั๊มน้ำสามเฟส

ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาระบบควบคุมพีแอลซี และคิดระบบควบคุมการรดน้ำโดยใช้พีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ในการควบคุมระบบ เพราะว่า พีแอลซีมีอินพุต เอาท์พุตที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าได้มาก ข้อดีคือ พีแอลซีมีเอาท์พุตที่ชื่อว่า Relay Output ที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทั้งแรงดันกระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งโครงงานนี้ใช้พีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ในการควบคุม ปั๊มน้ำ (Water pump) และโซลินอยล์วาล์ว (Solenoid Valve) เพื่อที่จะควบคุมการเปิด-ปิดน้ำของสปริงเกอร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อประยุกต์ใช้งานพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ในการควบคุมระบบการรดน้ำให้กับพืชอัตโนมัติ โดยผู้ใช้สามารถเลือกโหมดการทำงาน และพื้นที่ที่ต้องการให้สปริงเกอร์ทำงานได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานของพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 และการออกแบบการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาขั้นบันได
2. สร้างระบบจำลองการรดน้ำ โดยใช้สปริงเกอร์ 3 ตัว
3. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบการรดน้ำ โดยสามารถเลือกโหมดการทำงาน และตำแหน่งของสปริงเกอร์ได้

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2557					ปี 2558					
	ส.ค	ก.ย.	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย.	พ.ค	มิ.ย.
ศึกษาข้อมูลของ และเรียนรู้กระบวนการทำงานของพีแอลซี											
ศึกษาการใช้งานพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2											
ออกแบบระบบจำลองควบคุมการรดน้ำ											
เขียน Ladder Diagram เพื่อควบคุมการรดน้ำ											
ทดสอบการควบคุมการรดน้ำและสรุปผล											
จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์											

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบจำลองควบคุมการรดน้ำในโครงงานนี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานจริงได้ ในงานเกษตรกรรม เพื่ออำนวยความสะดวกในการรดน้ำ เนื่องจากสามารถควบคุมการรดน้ำได้ทั้งแบบผู้ใช้กำหนดเอง หรือแบบอัตโนมัติ ซึ่งสปริงเกอร์จะรดน้ำตามเวลาที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นยังสามารถนำโครงงานนี้มาประยุกต์เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับบุคคลที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับ การควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

1.6 งบประมาณ

1. ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบจำลอง	1500 บาท
2. ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	1000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งหมด (สองพันห้าร้อยบาทถ้วน)	2500 บาท

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของพีแอลซี

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

ในปี พ.ศ. 2512 พีแอลซีได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก ส่วนในประเทศญี่ปุ่น พีแอลซีได้ถูกพัฒนาขึ้นภายหลังจากที่บริษัท ออมรอม (OMRON Co., Ltd) ประเทศญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิตโซลิต-สเตทรีเลย์ (Solid State Relay)

ในปี พ.ศ.2508 หลังจากนั้น 5 ปี พีแอลซีก็ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดจนเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา และมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน โดยพีแอลซีของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศในประเทศอังกฤษ เรียกว่า พีซี (PC) หรือ โปรแกรมเมเบิล คอนโทรเลอ (Programmable Controller) ประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย เรียกว่า พีบีเอส (PBS) หรือ โปรแกรมเมเบิล ไบนารี่ ซิสเทม (Programmable Binary System) และประเทศสหรัฐอเมริกา เรียกว่า พีแอลซี (PLC) หรือ โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรเลอ (Programmable Logic Controller)

2.1.2 ความหมายของพีแอลซี

พีแอลซี ย่อมาจาก (Programmable Logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็คทรอนิกส์ ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือเครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ และพัฒนาแทนวงจรรีเลย์อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากได้เครื่อง ควบคุมที่มีราคาถูก สามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.1.3 ข้อแตกต่างระหว่างพีแอลซี กับ คอมพิวเตอร์

ก) พีแอลซีถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

ข) การโปรแกรมและการใช้งานพีแอลซีทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป พีแอลซีมีระบบตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงการติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

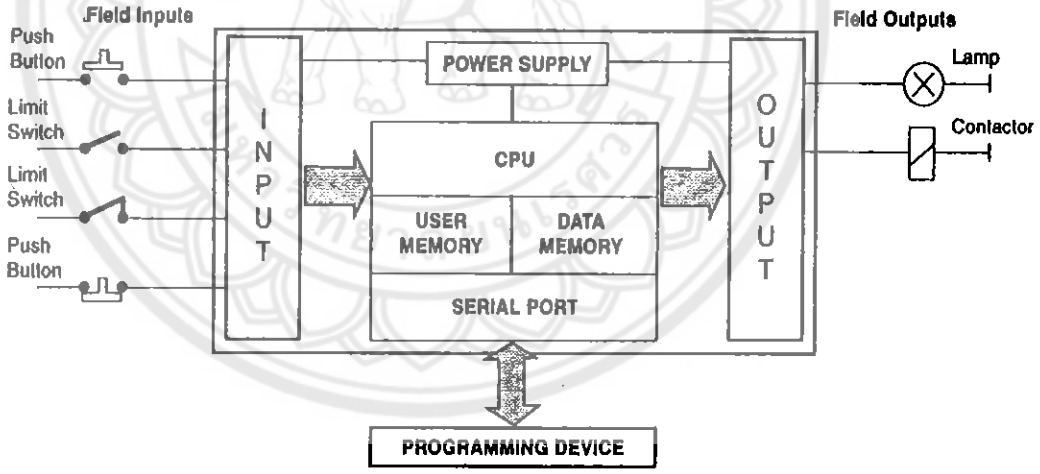
ค) พีแอลซีถูกพัฒนาให้มีความสามารถการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวก ขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ

2.2 ข้อมูลเบื้องต้นของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตต (Solid - state device) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic functions) การออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้วพีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ เรียกว่า โซลิดสเตตดิจิตอลลอจิกอีลิเมนท์ (Solid-state digital logic elements) เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจ ลอจิกพีแอลซีใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.3 โครงสร้างทั่วไปของพีแอลซี

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



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของพีแอลซี

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

ทำหน้าที่ในการคำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนได้ว่าเป็นสมองของพีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกต่างๆ หลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Microprocessor base) ใช้แทนอุปกรณ์จำ พวกรีเลย์ตัวตั้งเวลา และตัวนับเวลา เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบวงจรโดยใช้แผนภาพขั้นบันไดไดอะแกรมควบคุมได้ ซีพียูจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ

จากนั้นจะทำ การประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยจะส่งข้อมูลไปเก็บยังหน่วยความจำหลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุตต่างๆ

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory unit)

ทำหน้าที่ในการเก็บรักษาข้อมูลและโปรแกรมที่ใช้ในการทำงานหรือข้อมูลที่ถูกส่งต่อมาจากตัวประมวลผล โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data bit) ซึ่งภายในหน่วยความจำ 1 บิตจะมีค่าสภาวะทางลอจิกเป็น 1 หรือ 0 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีจะประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิดคือ หน่วยความจำชั่วคราว และหน่วยความจำถาวร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี เป็นหน่วยความจำมาตรฐานของพีแอลซีส่วนใหญ่ หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำชั่วคราวสามารถทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

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

2.3.3 หน่วยรับข้อมูล (Input)

ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาจากอุปกรณ์ภายนอกเช่น เซนเซอร์แบบต่างๆ เป็นต้น จากนั้นทำการแปลงสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์ภายนอกให้เหมาะสม แล้วส่งให้หน่วยประมวลผลกลางเพื่อที่จะนำไปประมวลผลต่อไป

2.3.4 หน่วยส่งข้อมูล (Output)

ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้ประมวลผลแล้วจากหน่วยประมวลผลกลาง แล้วทำการส่งต่อข้อมูล ออกไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาท์พุต เนื่องจากเอาท์พุตมีความสามารถในการขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 1 - 20 แอมแปร์ แต่

ถ้าโหลดต้องการ กระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นๆ เพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น

2.3.5 หน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีความเหมาะสมในการที่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล นอกจากนี้ยังจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอก

2.3.6 หน่วยติดต่อภายนอก (Peripheral device)

เป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ถูกใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งสามารถนำมาใช้ร่วมกับพีแอลซีชนิดเดียวกันได้ทีละหลายๆตัวโดยอุปกรณ์ที่นำมาต่อเข้านี้จะช่วยทำหน้าที่ในเรื่องของการแก้ไขโปรแกรม ใช้แสดงสภาวะการควบคุม ใช้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำของระบบและใช้ในการเก็บรักษาโปรแกรม เป็นต้น อุปกรณ์ที่นา มาต่อเข้า เช่น คอมพิวเตอร์ แอลอีดี ชุดจอภาพอินฟราเรด ชุดอินเตอร์เฟส เป็นต้น

2.4 อุปกรณ์อินพุต (Input Devices)

ในปัจจุบันพีแอลซีได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถและประสิทธิภาพสูงขึ้นมากซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งสัญญาณในรูปแบบ ดิจิตอล หรือ ON/OFF และสัญญาณอนาล็อกที่เป็นสัญญาณมาตรฐานต่างๆ เช่น 4-20mA 1-5V หรือ 0-10V ซึ่งอุปกรณ์อินพุตที่ให้สัญญาณได้แก่ Switch Proximity ,Switch Photo Sensor, Encoder Pressure Sensor ,Thumbwheel Switch และ Temperature Sensor เป็นต้น

2.4.1 ประเภทอินพุตของพีแอลซี

ประเภทอินพุตของพีแอลซีนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

ก) ดิจิตอลอินพุต (DC Input) เป็นอินพุตที่มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สภาวะการทำงานเท่านั้นคือ เปิด (ON) หรือ (1) และ ปิด (OFF) หรือ (0)

ข) อนาล็อกอินพุต (AC Input) เป็นอินพุตที่มีลักษณะเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการกำหนดสัญญาณมาตรฐานไว้หลายชนิดและสัญญาณมาตรฐานที่ได้รับความนิยมได้แก่ สัญญาณกระแส มาตรฐาน 4-20mA และสัญญาณแรงดันมาตรฐาน 1-5V ,0-10V ฯลฯ

ค) อินพุตพิเศษเฉพาะงาน เป็นอินพุตที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของพีแอลซีให้สูงขึ้นได้แก่ พัลซ์อินพุต (Pulse Input) จ่ายสัญญาณทำให้พีแอลซี มีความสามารถในการรับสัญญาณอินพุตที่มีความถี่สูงๆ ได้อุปกรณ์ที่จะใช้กับอินพุตแบบพิเศษนี้ได้แก่ Encoder

2.5 อุปกรณ์เอาท์พุต (Output Device)

อุปกรณ์เอาท์พุตเป็นอุปกรณ์ที่ต้องทำการขยายสัญญาณก่อนที่จะต่อใช้งานกับอุปกรณ์ในการทำงานหรือโหลดที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูงๆ เช่น มอเตอร์ ฮีตเตอร์ กระบอกสูบในระบบนิวเมติกส์ เนื่องจากในส่วนเอาท์พุตของพีแอลซีไม่ว่าจะเป็นแบบรีเลย์ หรือทรานซิสเตอร์นั้นมีความสามารถที่จะจ่ายหรือทนกระแสไฟฟ้าได้น้อย ดังนั้นจึงต้องมีการนำอุปกรณ์เอาท์พุตมาต่อใช้งานร่วมด้วย ได้แก่ รีเลย์กำลัง คอนแทคเตอร์ โซลินอยล์วาล์ว หลอดไฟ และคอนโทรลวาล์ว เป็นต้น

2.5.1 ประเภทของเอาท์พุตของพีแอลซี

ประเภทอินพุตของพีแอลซีนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเภทได้แก่

ก) ดิจิตอลเอาท์พุต (DC Output) มีลักษณะการทำงานเหมือนกับดิจิตอลอินพุต คือ มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สภาวะการทำงานเท่านั้นคือ เปิด (ON) หรือ (1) และ ปิด (OFF) หรือ (0)

ข) อนาล็อกเอาท์พุต (AC Output) เป็นเอาท์พุตที่มีลักษณะเป็นสัญญาณต่อเนื่องที่เป็นสัญญาณมาตรฐานได้แก่ สัญญาณกระแส 4-20 mA สัญญาณแรงดันมาตรฐาน 0-5V,1-5V,0-10V ฯลฯ

ค) รีเลย์เอาท์พุต เป็นเอาท์พุตที่ค่อนข้างได้รับความนิยมสูง เนื่องจากการใช้งานง่ายและสามารถควบคุมโหลดทั้งกระแสตรงและกระแสสลับได้และยังเป็นเอาท์พุตที่สามารถจ่ายกระแสโหลดได้สูง สุดเมื่อเทียบกับเอาท์พุตประเภทอื่น

ง) ทรานซิสเตอร์เอาท์พุต เป็นเอาท์พุตที่ใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทรานซิสเตอร์ ในการทำหน้าที่เป็นสวิทช์ มีข้อดีคือมีความเร็วในการทำงานที่สูงกว่าแบบ รีเลย์เอาท์พุตเนื่องจากไม่มีส่วนเคลื่อนไหวทางแมคคานิกส์ แต่เอาท์พุตประเภทนี้สามารถใช้กับโหลดกระแสตรงได้เท่านั้น

จ) ไตรแอคเอาท์พุต เป็นเอาท์พุตที่ใช้สารกึ่งตัวนำ ไตรแอค ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการ ON/OFF ซึ่งเอาท์พุตประเภทนี้เหมาะสมกับโหลดแบบกระแสสลับซึ่งมีข้อดีเช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์เอาท์พุต คือสามารถทำงาน (ON/OFF)

ฉ) เอาท์พุตพิเศษเฉพาะงาน เป็นเอาท์พุตที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถพีแอลซีให้สูงขึ้น ได้แก่ พัลซ์เอาท์พุต (Pulse Output) ทำให้พีแอลซีมีความสามารถในการส่ง

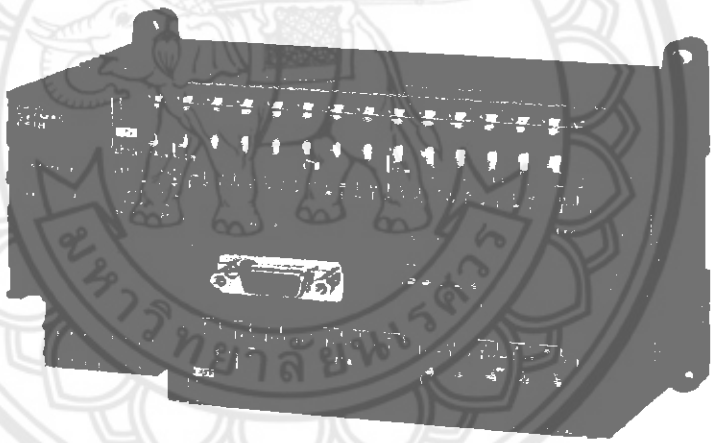
สัญญาณเอาท์พุตออกมาเป็นพัลซ์ที่สูง ซึ่งประโยชน์ของพัลซ์เอาพุทนี้ สามารถนำไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์หรืออาจจะนำไปควบคุมตำแหน่งที่มีความละเอียดโดยผ่านชุดไดร์ฟได้ ด้วยวิธี Pulse Train Output (PTO) หรือ Pulse PWM

2.6 ประเภทของพีแอลซี

ชนิดของพีแอลซีเมื่อแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ พีแอลซีชนิดบล็อก และพีแอลซีชนิดโมดูล

2.6.1 พีแอลซีชนิดบล็อก (Block type PLC)

พีแอลซีชนิดนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีอยู่ในบล็อกเดียวกัน ทั้งภาคอินพุต/เอาท์พุต ตัวประมวลผล หน่วยความจำ และแหล่งจ่ายไฟ แสดงดังรูปที่ 2.2



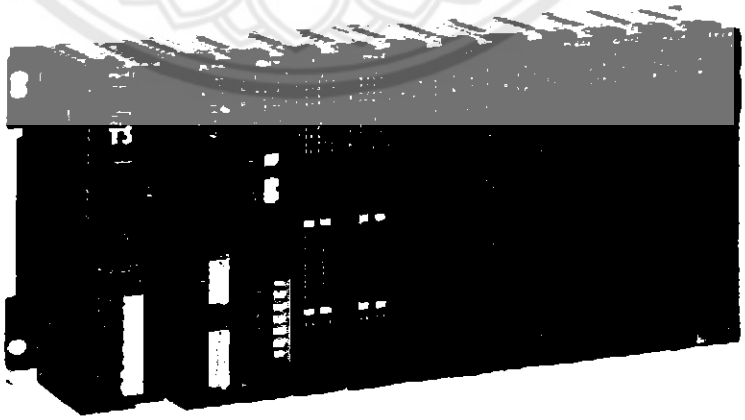
รูปที่ 2.2 แสดงพีแอลซีชนิดบล็อก

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก

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

2.6.2 พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular type PLC)

พีแอลซีชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนจะแยกออกจากกันเป็นโมดูล เช่น หน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งในส่วนนี้สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของซีพียูโมดูลให้เหมาะสมตามความต้องการ การใช้งานได้ หรือภาคอินพุต/เอาท์พุตจะอยู่ในส่วนของอินพุต/เอาท์พุต โมดูล ส่วนประกอบต่างๆของพีแอลซีชนิดโมดูลเมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมารวมต่อกัน โดยใช้คอนเน็กเตอร์หรือแบ็คเพลนในการเชื่อมต่อโมดูลต่างๆเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำงานได้



รูปที่ 2.3 แสดงพีแอลซีชนิดโมดูล

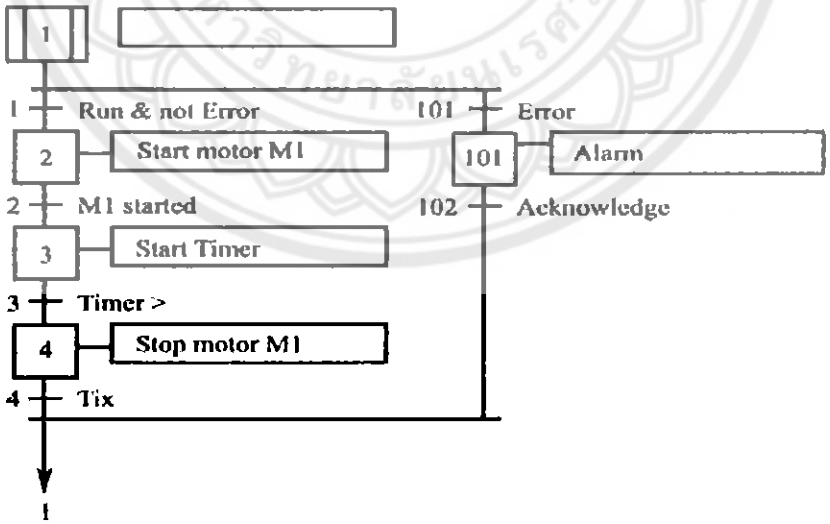
ตารางที่ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแต่ติดตั้งโมดูลต่างๆ ที่ต้องการใช้งานลงไป	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับพีแอลซีชนิดบล๊อกที่มีจำนวน อินพุต/เอาท์พุตเท่ากัน
2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาท์พุตได้มากกว่าพีแอลซีชนิดบล๊อก	-
3. อุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อได้	-
4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าพีแอลซีชนิดบล๊อก	-

2.7 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี

พีแอลซีแต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้พีแอลซีทำงานตามต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1 131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่างออกเป็น 5 แบบ คือ

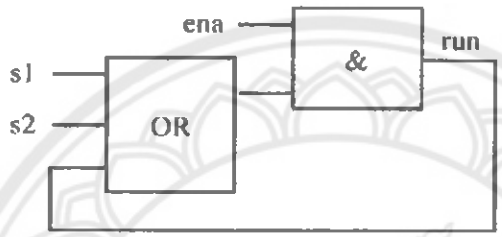
1. Sequential Flow Chart Language



2. Structure Text Language

```
D := B*B  - 4*A*C ;
IF D  < 0.0 THEN Nroots := 0 ;
ELSIF D = 0.0 THEN
          Nroots:=1 ;
          X1  :=  -B/(2.0*A) ;
ELSE Nroots := 2;
          X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
          X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
```

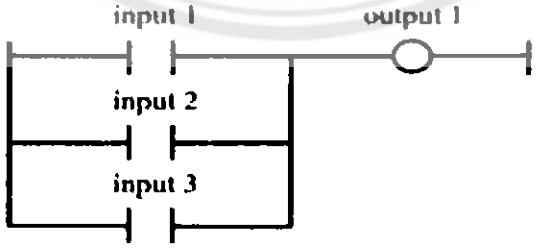
3. Function Block Diagram Language



4. Instruction List Languag

```
Label:   LD      a1      (* result := a1 *)
         ADD(    a2      (* delayed ADD, result := a2 *)
         MUL(    a3      (* delayed MUL, result := a3 *)
         SUB     a4      (* result := a3 -a4 *)
         )               (* execute delayed MUL, *)
                         (* resule := a1+ (a2*(a3  - a4)  * a5) *)
         ADD     a6      (* a1 + (a2 * (a3 - a4) * a5) + a6 *)
         ST      res     (* store current result in res *)
```

5. Ladder Diagram



2.8 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี

โดยปกติวิธีการทั่วไปสำหรับการใช้งานจะมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

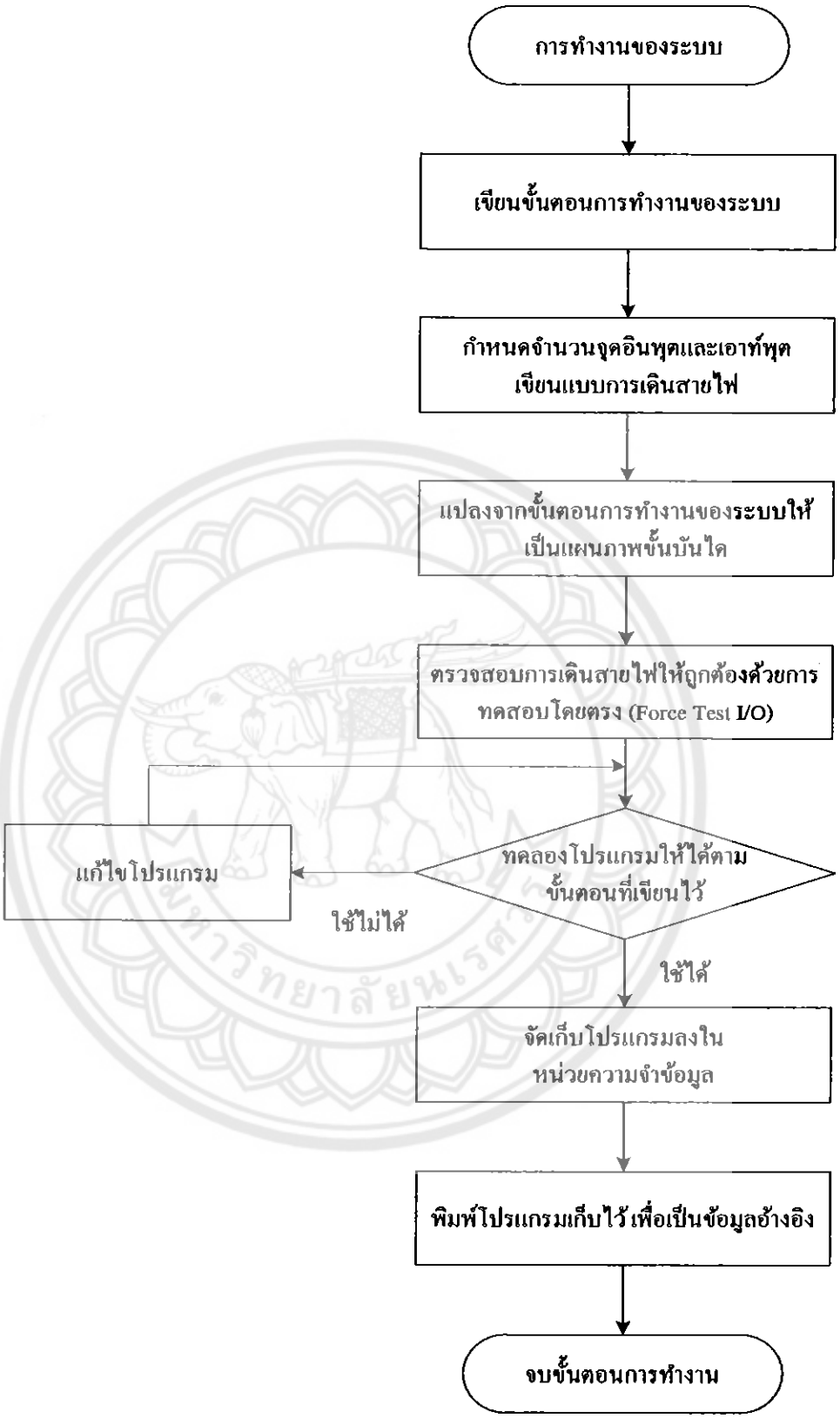
1. กำหนดขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

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

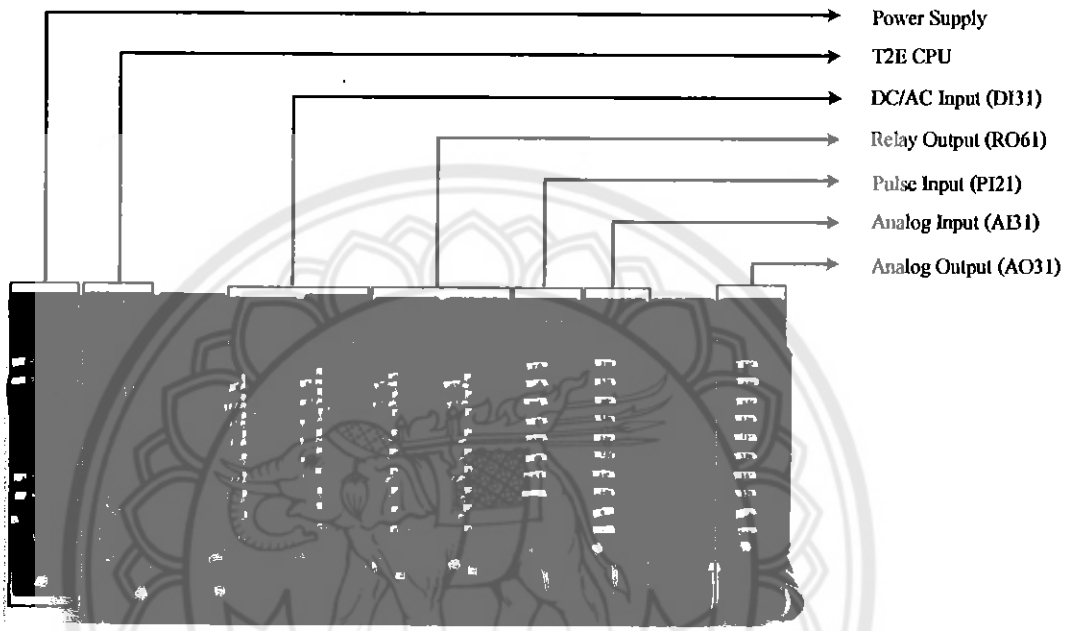
5. การให้พีแอลซีทำงานตามโปรแกรม และการมอนิเตอร์โปรแกรม หลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้ว สั่งรัน (Run) คือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรมตามที่กำหนดและดูสภาวะการทำงานที่หน้าจอ แผนผังขั้นตอนการทำงานพีแอลซีแสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนผังการใช้งานพีแอลซี

2.9 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

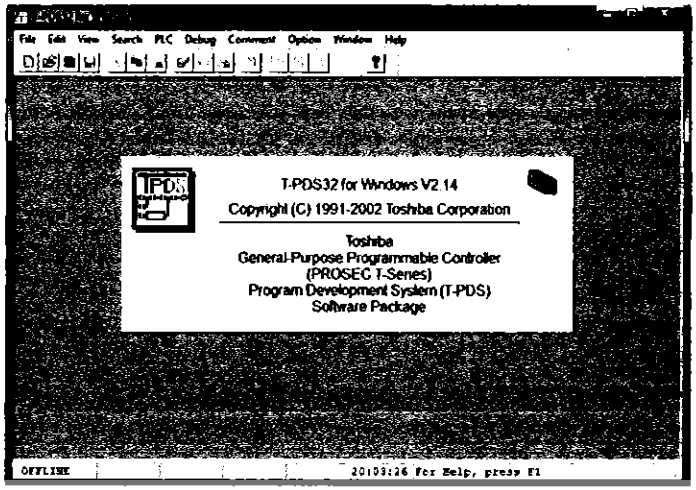
เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 เป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ชนิดโมดูล ซึ่งผลิตโดยบริษัทโตชิบ้า แสดงดังรูปที่ 2.5 โดยที่การโปรแกรมจะกระทำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกต่อเข้ากับพีแอลซี ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม คือโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14



รูปที่ 2.5 เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

2.9.1 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



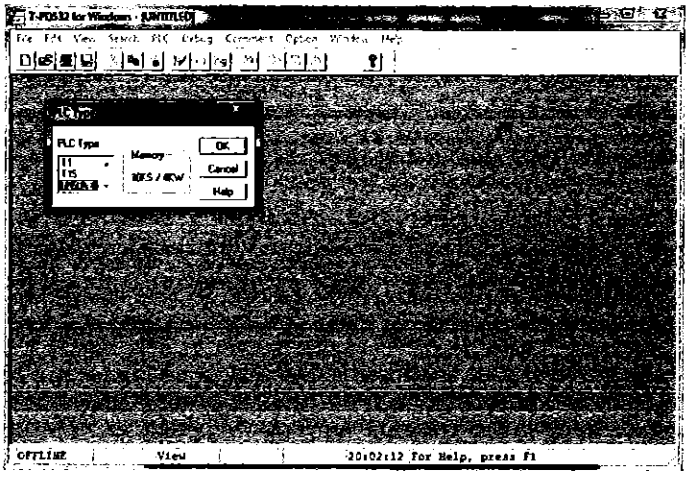
รูปที่ 2.6 หน้าต่างโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

2.9.2 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

การสร้างโปรเจคใหม่

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

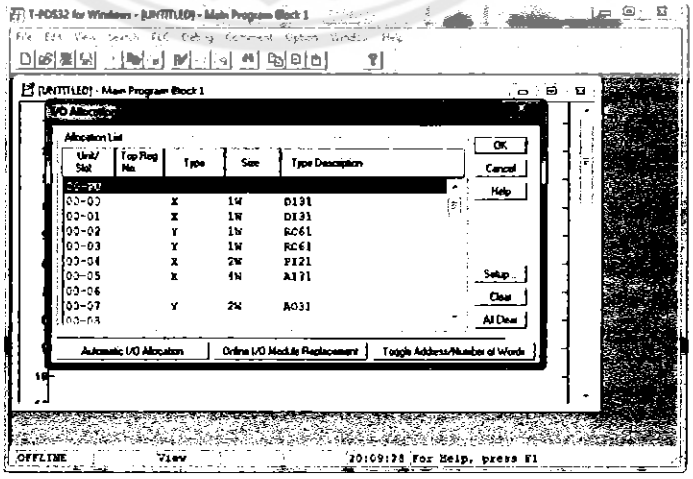


รูปที่ 2.7 การเลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E

การกำหนด I/O Allocation ของพีแอลซี

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

1. เปิดเมนูพีแอลซี เลือก I/O Allocation และเลือก I/O Allocation...
2. คลิกเลือก Unit/Slot เริ่มที่ 00-00
3. คลิกปุ่ม Setup จะปรากฏหน้าต่าง I/O Allocation Setup
4. เลือก Module Type & Description
5. เลือก Card Type
6. เลือก Card Size
7. คลิกปุ่ม OK ออกจาก I/O Allocation Setup หน้าต่างจะเป็นดังรูปที่ 2.8



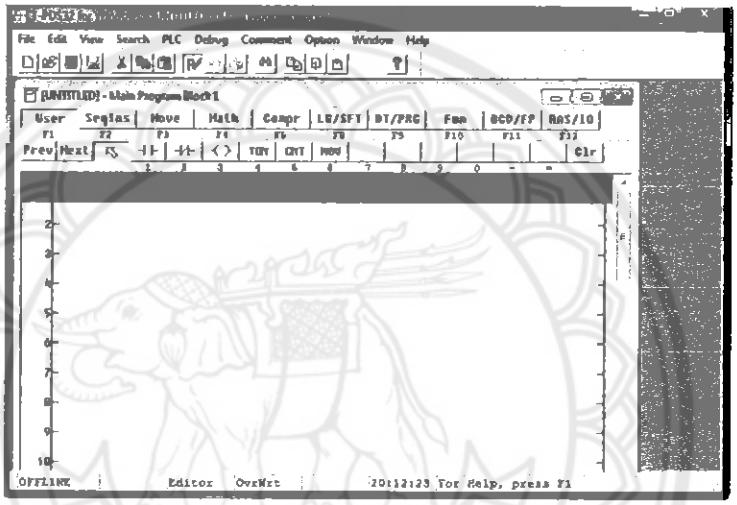
รูปที่ 2.8 หน้าต่าง I/O Allocation หลังการปรับตั้ง

การใช้ Edit Mode เพื่อแก้ไขหรือเขียนแผนภาพขั้นบันได

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

1. เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode หรือกดปุ่ม Ctrl+E

2. เลือกภาษาการเขียนโปรแกรม ในที่นี้คลิกเลือก Ladder และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏแถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project ดังรูปที่ 2.9



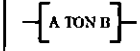
รูปที่ 2.9 แถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project

คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได

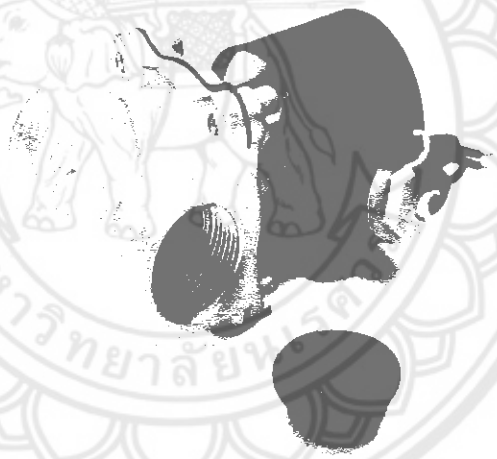
คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด	จำนวนขั้น	เวลาของการทำงาน (us)
NO CONTACT		หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NO) ของอุปกรณ์	1	1.4-3.3
NC CONTACT		หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NC) ของอุปกรณ์	1	1.4-3.3
TRANSITIONAL CONTACT (RISING)		เมื่อเอาต์พุตเปลี่ยนแปลงจาก ON เป็น OFF เอาต์พุตก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน	1	3.0
TRANSITIONAL 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)	

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) คำสั่งพื้นฐานพีแอลซีโตชิบ้าที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพขั้นบันได

คำสั่ง	สัญลักษณ์	รายละเอียด	จำนวนขั้น	เวลาของการทำงาน (us)
ON DELAY TIMER		เมื่ออินพุตสภาวะ ON ครบตามกำหนดเวลาที่กำหนดเอาท์พุตของคำสั่งก็จะเป็นสภาวะ ON	2	5
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

2.10 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

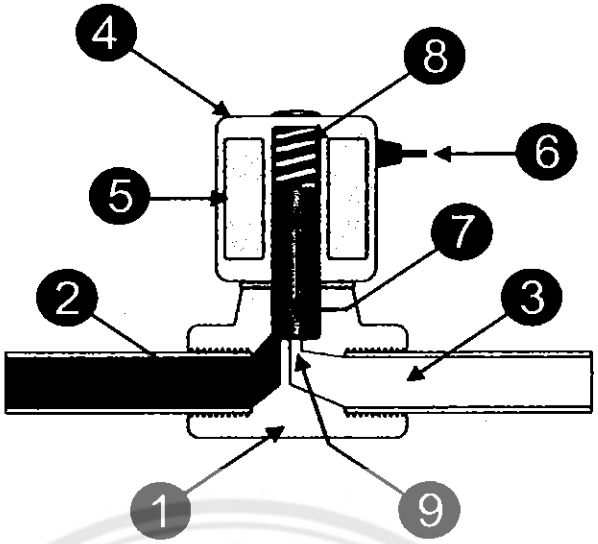
โซลินอยด์ (Solenoid) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติจากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำ มาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า โครงสร้างของ Solenoid Valve โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve) ที่ใช้อยู่ใ นปัจจุบัน เช่น โซลินอยด์วาล์ว 2/2, 3/2, 4/2 , 5/2 เป็นต้น โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

2.10.1 ส่วนประกอบของโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

ส่วนประกอบต่างๆ ภายในโซลินอยด์วาล์วนั้น สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

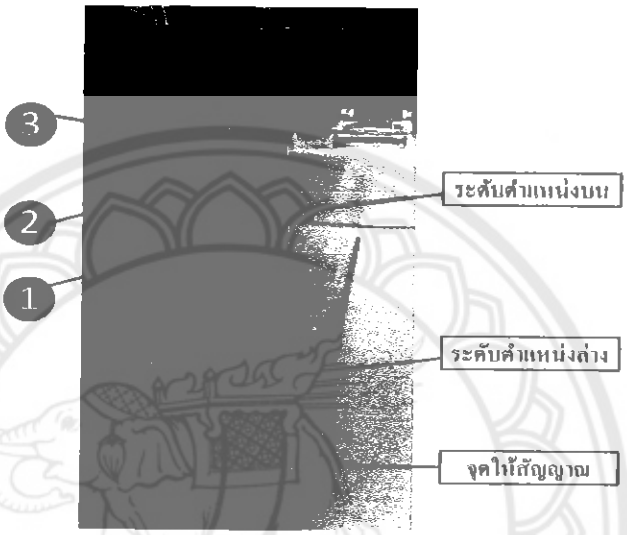
หมายเลข 1 ตัวเรือนของวาล์ว (Valve body)
หมายเลข 2 ท่อทางเข้า (Inlet port)
หมายเลข 3 ท่อทางออก (Outlet port)
หมายเลข 4 ตัวโซลินอยด์ (Solenoid)
หมายเลข 5 เมื่อมีการจ่ายกระแสจะทำหน้าที่เหมือนแม่เหล็ก (Coil windings)
หมายเลข 6 ตัวต่อสายไฟ (Lead wires)
หมายเลข 7 ลูกสูบปิด-เปิด ส่วนหัวจะมียาง (Plunger)
หมายเลข 8 สปริงมีหน้าที่ดันให้ Plunger ลูกสูบปิดอยู่ตลอด (Spring)
หมายเลข 9 ปากทางออก (Orifice)

2.10.2 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

เริ่มแรกการทำงานของตัววาล์วจะอยู่ในลักษณะปิดการทำงานอยู่ โดยที่ลูกสูบเปิด-ปิด จะถูกดันให้ปิดปากทางออกไว้ด้วยสปริง และเมื่อมีการใช้งานคือจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่คอลย์ ทำให้คอลย์สร้างฟลักซ์แม่เหล็กทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำตัวลูกสูบเปิด-ปิด เลื่อนให้ปากทางออกเปิด ทำให้น้ำไหลออกจากวาล์วออกมาได้ เมื่อต้องการจะหยุดการไหลของน้ำก็หยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าคอลย์ก็ไม่เกิดการสร้างฟลักซ์แม่เหล็กทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำทำให้สปริงดันตัวลูกสูบกลับมาปิดปากทางออกเหมือนเดิม

2.11 ตัวตรวจจับระดับน้ำ

ตัวตรวจจับระดับน้ำเป็นการออกแบบขึ้นมาเองเพื่อให้ใช้งานได้เหมาะสมกับระบบจำลองที่ออกแบบมาโดยใช้หลักการของเซนเซอร์วัดระดับชนิดวัดความนำไฟฟ้า (Conductive Level Sensor) ซึ่งจะสามารถตรวจจับระดับได้เฉพาะของเหลวที่นำไฟฟ้าได้เท่านั้นที่จะสามารถส่งสัญญาณออกมาให้กับอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์ได้



รูปที่ 2.12 ตัวตรวจจับระดับน้ำ

หมายเลข 1 สายให้สัญญาณต่อเข้ากับไฟบวก 24 VDC

หมายเลข 2 สายส่งสัญญาณอินพุต ระดับตำแหน่งล่างให้กับอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์

หมายเลข 3 สายส่งสัญญาณอินพุต ระดับตำแหน่งบนให้กับอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์

ตัวตรวจจับระดับน้ำนี้จะมีสายไฟอยู่ 3 เส้น เส้นหมายเลข 1 จะเป็นสายที่ยาวสุดจะเป็นสายสัญญาณซึ่งจะต่อกับไฟบวกที่เป็นกระแสตรง ส่วนสายเส้นหมายเลข 2 และสายเส้นหมายเลข 3 จะเป็นสายส่งสัญญาณอินพุตให้กับอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์ให้รับรู้เพื่อที่จะควบคุมปั๊มน้ำให้จ่ายน้ำหยุดจ่ายน้ำให้ได้ตามที่กำหนดไว้

2.12 อุปกรณ์ของระบบควบคุมการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

2.12.1 ปั๊มน้ำ DC Brushless 12V

ปั๊มน้ำกระแสตรง Brushless 12 โวลต์ เป็นปั๊มน้ำขนาดเล็กที่สามารถทำงานต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน โดยไม่ต้องคอยบำรุงรักษากันน้ำ และสามารถทำงานใต้น้ำได้มีอายุการใช้งานอย่างต่ำ 30,000 ชม.

รายละเอียดของปั๊มน้ำกระแสตรง Brushless 12 โวลต์

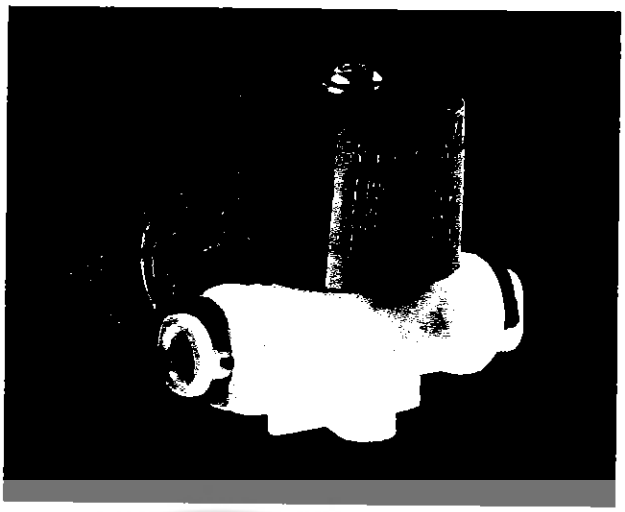
1. ใช้ระบบไฟฟ้า 12 โวลต์ พิกัดกระแส 800 mA
2. อัตราการไหลของน้ำ 750 ลิตร/ชั่วโมง
3. ความสูงของการสูบน้ำ (Pump Head) 3 เมตร
4. กำลังไฟฟ้า (Power range) 4W-9W
5. ประสิทธิภาพ 98%

รูปที่ 2.13 ปั๊มน้ำ DC Brushless 12V

2.12.2 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก (Plastic Solenoid Valve)

โซลินอยด์วาล์วพลาสติก 2 หุน (Plastic Solenoid Valve 1/4") แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ 24 โวลต์ เป็นวาล์วเปิด-ปิดอัตโนมัติที่สั่งการด้วยไฟฟ้าชนิดปรกติปิด (Normal Close) ใช้ท่อเสียบได้เลยทางน้ำเข้า-ออก ท่อน้ำขนาด 1/4 OD เสียบต่อเข้าโดยตรงไม่ต้องใช้ข้อต่อ 0-120 ไม่ต้องใช้ Fitting ขนาด 2 หุน วาล์ว เปิดเมื่อมีการจ่ายไฟฟ้าเข้า ไฟฟ้า 24 โวลต์ 0.3 A ตัวเครื่องทำด้วยวัสดุพลาสติก

สำนักหอสมุด
11 ต.ค. 256



รูปที่ 2.14 โซลินอยด์วาล์วพลาสติก (Plastic Solenoid Valve)

2.12.3 มินิสปริงเกอร์

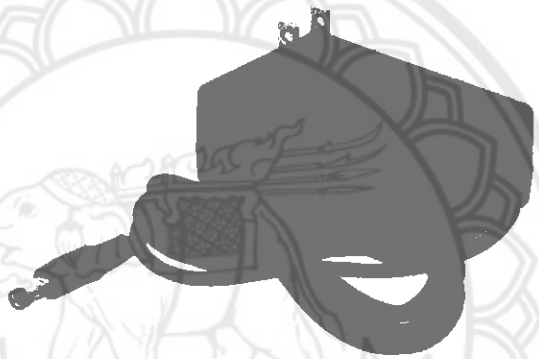
มินิสปริงเกอร์ให้ปริมาณน้ำ 50-180 ลิตรต่อชั่วโมง ขึ้นกับแรงดันครอบคลุมระยะ 0.5-3 เมตร มีข้อต่อพีอีในตัว

รูปที่ 2.15 มินิสปริงเกอร์

2.12.4 Adapter 12 VDC

คุณสมบัติโดยทั่วไป

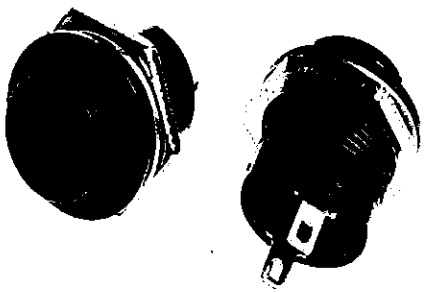
Input	: 120 – 240 VAC
Output	: 12 VDC ขนาด 1 A ขั้วแบบ Female Jack 2.5 mm. กลม ขั้วด้านในเป็นลบ ขั้วด้านนอกเป็นบวก
มาตรฐานรับรอง	: UL / TUV / CE / SA
ขนาดตัว Adapter	: 5x3x11 cm.
น้ำหนัก	: 0.3 Kg.



รูปที่ 2.16 Adapter 9 VDC

2.12.5 สวิทช์ปุ่มกด แบบกดติด-ปล่อยดับ (off – on)

สวิทช์ปุ่มกด แบบกดติด-ปล่อยดับใช้สำหรับทำสวิทช์ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 2.17 สวิตช์ปุ่มกด แบบกดติด-ปล่อยดับ (off – on)

2.12.6 ไบดิ้งโพส์ต

ไบดิ้งโพส์ต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm. ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับสวิทช์ปุ่มกด

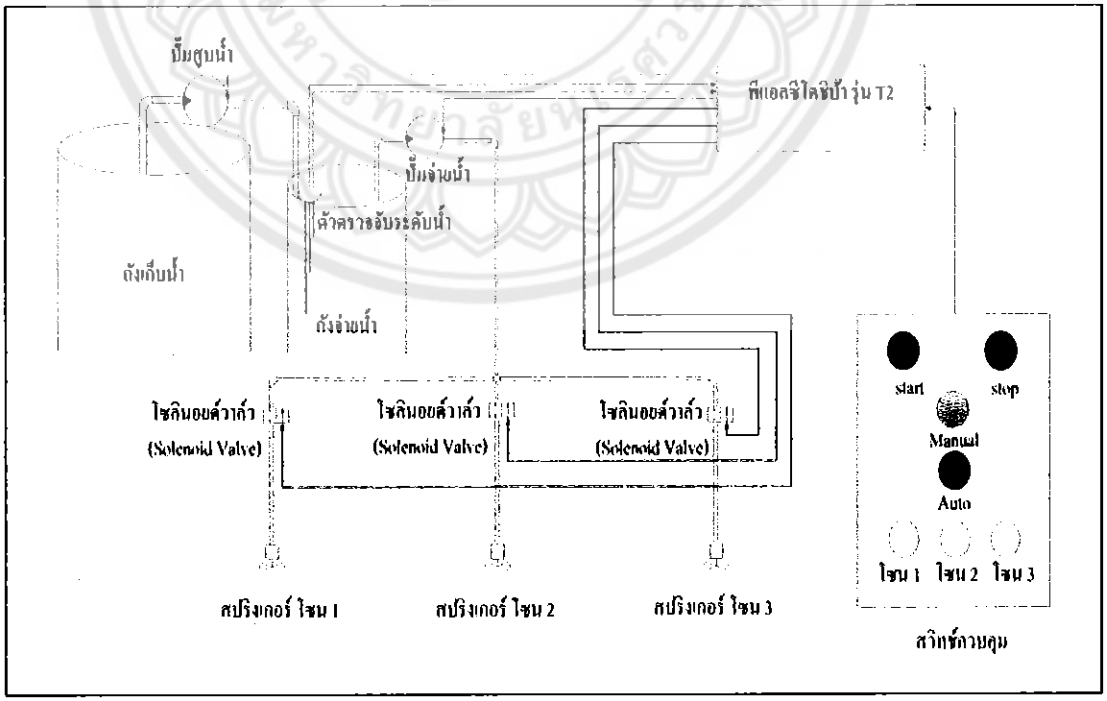
รูปที่ 2.18 ไบดิ้งโพส์ต

บทที่ 3
การทำงานของการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

ในบทนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองการควบคุมการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 โดย จะกล่าวถึงอุปกรณ์ลักษณะการทำงาน การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี รวมถึงแผนภาพการทำงาน เพื่อใช้ในการเขียนแผนภาพขั้นบันได เพื่อกำหนดให้อุปกรณ์และส่วนต่างๆ ในแบบจำลองการทำงาน

3.1 แบบจำลองการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

แบบจำลองนี้จะใช้เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ควบคุมการทำงานของปั๊มจ่ายน้ำ และโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) เพื่อควบคุมการทำงาน-หยุดทำงาน ของสปริงเกอร์ให้รดน้ำตามเวลาที่ต้องการ โดยระบบควบคุมการรดน้ำนี้จะแบ่งโซนการทำงานออกเป็น 3 โซนด้วยกัน คือ โซน 1 โซน 2 และโซน 3 ซึ่งในการควบคุมการรดน้ำนี้สามารถเลือกโหมดควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบ Manual และแบบ Auto ทั้งสองโหมดการทำงานสามารถเลือกโซนการทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยมีสวิทช์ที่ควบคุมระบบ แบบจำลองการควบคุมระบบการรดน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.1 และอุปกรณ์พร้อมหน้าที่การทำงานแสดงดังตารางที่ 3.1



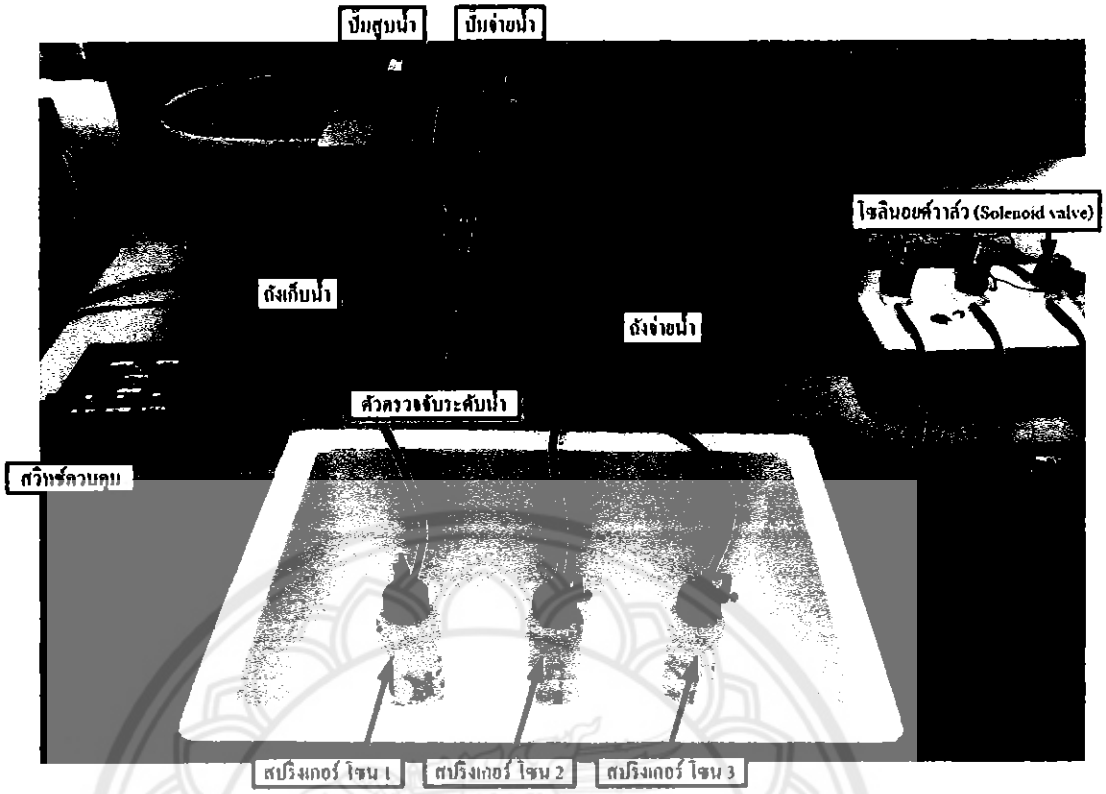
รูปที่ 3.1 แบบจำลองการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

ตารางที่ 3.1 ชนิดอุปกรณ์ของระบบควบคุมการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

1. ปั๊มสูบน้ำ	ปั๊มสูบน้ำสูบน้ำไปเก็บที่ถังจ่ายน้ำ
2. ปั๊มจ่ายน้ำ	ปั๊มจ่ายน้ำสูบน้ำไปที่วาล์วรอการจ่ายน้ำ
3. ถังเก็บน้ำ	ถังเก็บน้ำหลัก
5. ถังจ่ายน้ำ	ถังเก็บน้ำเพื่อรอการจ่ายน้ำ
6. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	เปิด-ปิด วาล์วเพื่อจ่ายน้ำให้กับสปริงเกอร์
7. สปริงเกอร์ โซน 1	รดน้ำให้โซน 1
8. สปริงเกอร์ โซน 2	รดน้ำให้โซน 2
9. สปริงเกอร์ โซน 3	รดน้ำให้โซน 3
10. พีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2	ควบคุมการทำงานของปั๊มจ่ายน้ำ และโซลินอยด์วาล์ว
11. สวิทช์ควบคุม	ควบคุมการทำงานของระบบ
12. ตัวตรวจจับระดับน้ำ	ส่งสัญญาณระดับน้ำให้กับพีแอลซี

3.2 การสร้างแบบจำลอง

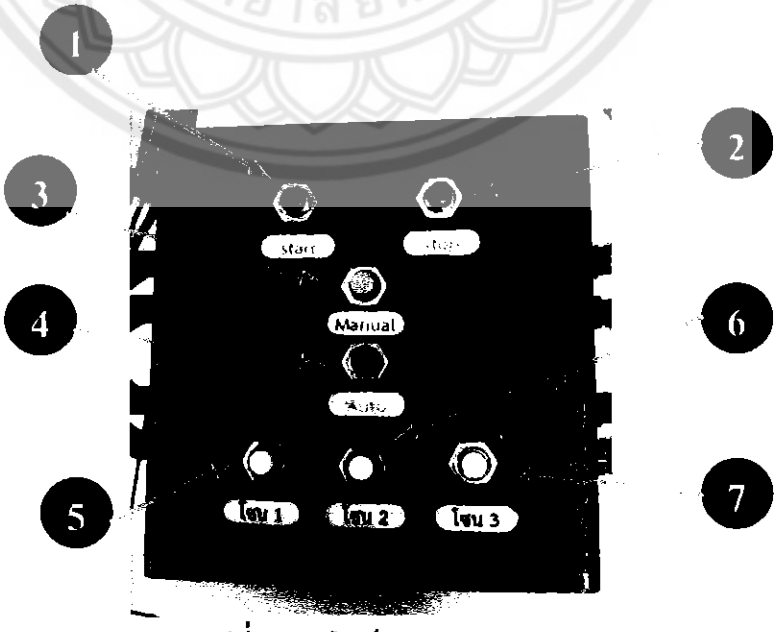
ในโครงงานนี้ ได้สร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของการควบคุมระบบการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 ซึ่งส่วนประกอบของแบบจำลองประกอบด้วย ถังเก็บน้ำ ถังจ่ายน้ำ ปั๊มสูบน้ำ ปั๊มจ่ายน้ำ ตัวตรวจจับระดับน้ำ โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) สปริงเกอร์ และสวิทช์ควบคุม แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สร้างแบบจำลองการควบคุมระบบการรดน้ำด้วยพีแอลซีโตชิบ้า **รุ่น T2**

3.3 การออกแบบสวิทช์ควบคุม

การออกแบบสวิทช์ควบคุมนี้เพื่อควบคุมการทำงานของระบบจำลองการรดน้ำ ซึ่งมีปุ่มการทำงานทั้งหมด 7 ปุ่มด้วยกัน สามารถอธิบายการทำงานของแต่ละปุ่มได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สวิทช์ควบคุมการทำงาน

หมายเลข 1 ปุ่ม Start ระบบพร้อมที่จะทำงานรอการเลือกโหมดการทำงาน Manual หรือ Auto

หมายเลข 2 ปุ่ม Stop ระบบหยุดทำงาน

หมายเลข 3 ปุ่ม Manual สปริงเกอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Manual

หมายเลข 4 ปุ่ม Auto สปริงเกอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Auto

หมายเลข 5 ปุ่มโซน 1 ควบคุมการทำงานของสปริงเกอร์โซน 1 แบบ Manual หรือ Auto

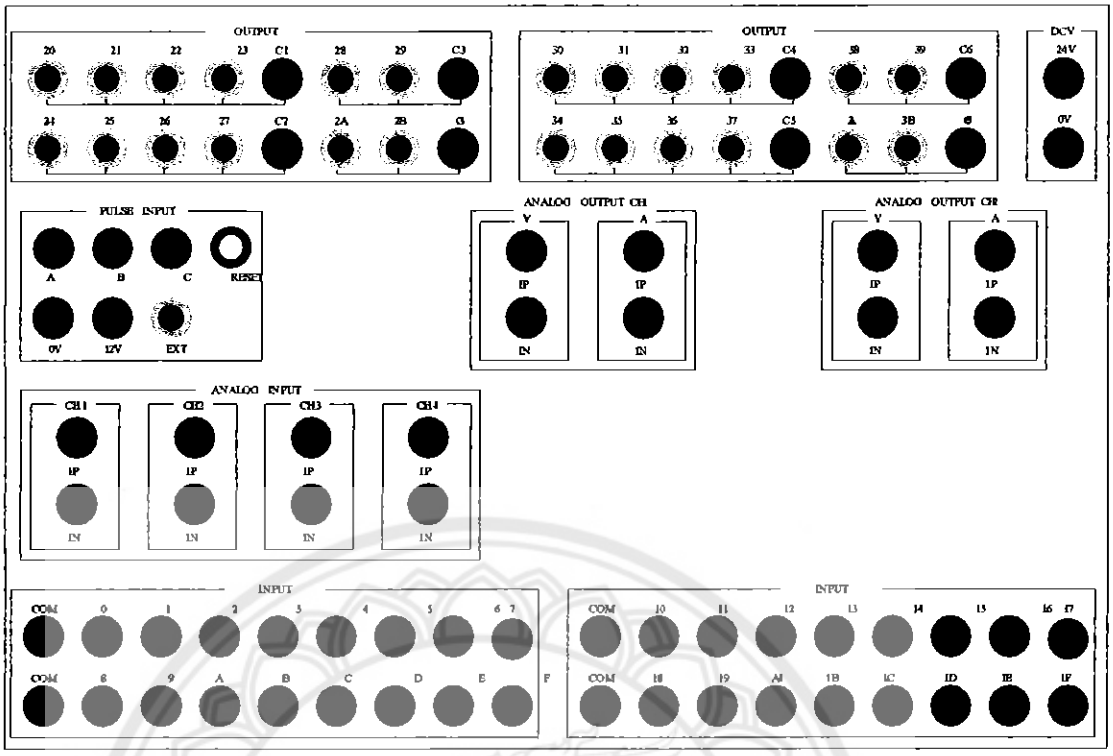
หมายเลข 6 ปุ่มโซน 2 ควบคุมการทำงานของสปริงเกอร์โซน 2 แบบ Manual หรือ Auto

หมายเลข 7 ปุ่มโซน 3 ควบคุมการทำงานของสปริงเกอร์โซน 3 แบบ Manual หรือ Auto

3.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี

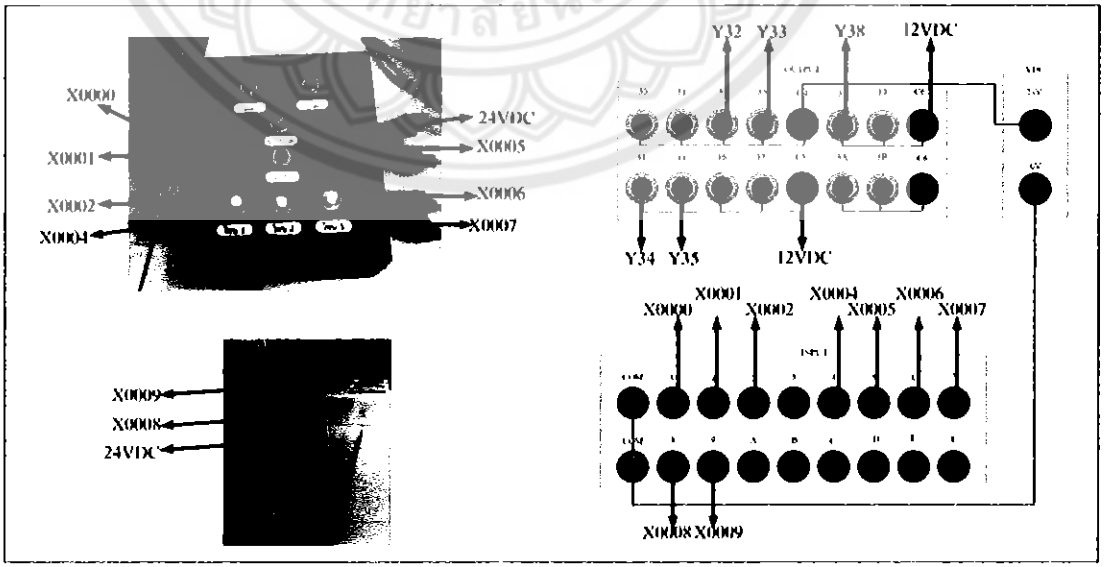
เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 เป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ชนิดโมดูลซึ่งผลิตโดยบริษัทโตชิบ้า โครงงานนี้จะใช้เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 เป็นเครื่องควบคุมการทำงานของแบบจำลอง แสดงดังรูปที่ 3.4 และมีแผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับเครื่องพีแอลซีดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.4 เครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2



รูปที่ 3.5 แผงการเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุตสำหรับเครื่องพีแอลซีโตชิบ้า **รุ่น T2**

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองต่างๆ เข้ากับ พีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.6 เพื่อความเข้าใจการเชื่อมต่ออุปกรณ์นี้จะอ้างตำแหน่งที่อยู่ (Address) ชนิด ชื่อ ของอุปกรณ์ในการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี

ชนิด ชื่อ และการทำงานของอุปกรณ์ของโปรแกรมควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 แสดงดังตารางที่ 3.2 โดยอุปกรณ์ประเภทอินพุตจะขึ้นต้นด้วยอักษร X ส่วนอุปกรณ์ประเภทเอาท์พุตจะขึ้นต้นด้วยอักษร Y

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลอินพุตและเอาท์พุตของโปรแกรมระบบควบคุมการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	Start	เมื่อกดปุ่ม Start ระบบพร้อมที่จะทำงาน รอการเลือกโหมดการทำงาน
X0001	Stop	เมื่อกดปุ่ม Stop ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	Manual	เมื่อกดปุ่ม Manual สปริงเกอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Manual
X0004	Auto	เมื่อกดปุ่ม Auto สปริงเกอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Auto
X0005	โซน 1	เมื่อกดปุ่มโซน 1 สปริงเกอร์โซน 1 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0006	โซน 2	เมื่อกดปุ่มโซน 2 สปริงเกอร์โซน 2 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0007	โซน 3	เมื่อกดปุ่มโซน 3 สปริงเกอร์โซน 3 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0008	ตัวตรวจจับระดับน้ำ	เมื่อน้ำลดต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) ปั๊มสูบน้ำจะทำงาน
X0009	ตัวตรวจจับระดับน้ำ	เมื่อน้ำเพิ่มถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit) ปั๊มสูบน้ำจะหยุดทำงาน
Y0034	ปั๊มจ่ายน้ำ	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0035	ปั๊มสูบน้ำ	ทำงานเมื่อระดับน้ำถึงระดับที่ตั้งไว้
Y0038	โซลินอยด์วาล์ว 1	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0032	โซลินอยด์วาล์ว 2	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0033	โซลินอยด์วาล์ว 3	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3

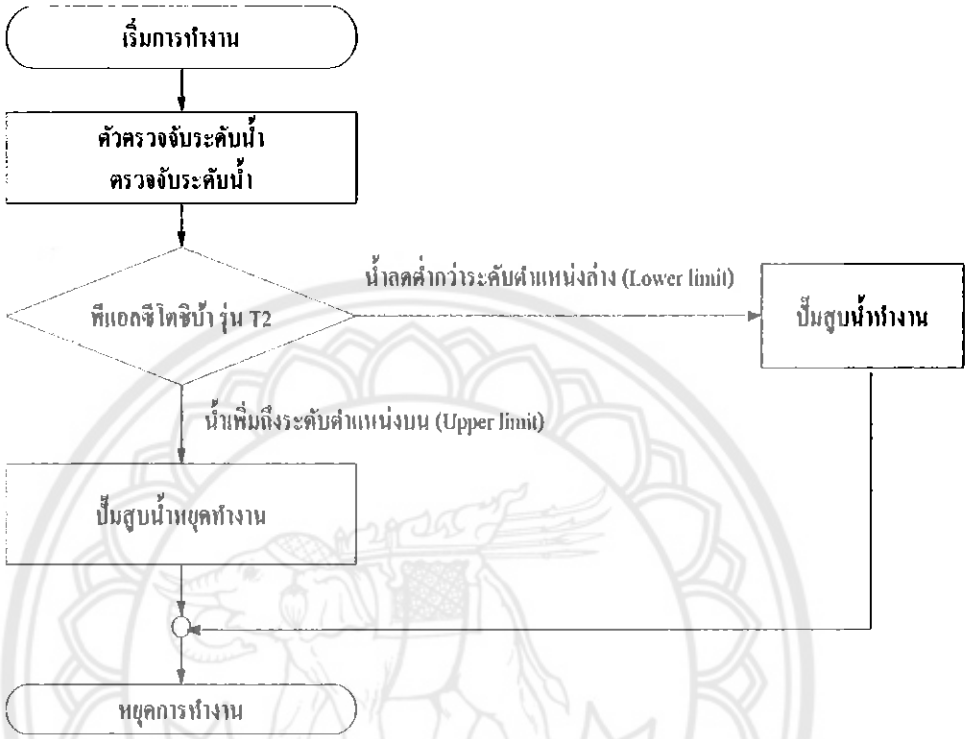
3.5 หลักการทำงานการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

หลักการทำงานการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 นี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของการสูบน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ และส่วนที่สองเป็นส่วนควบคุมการรดน้ำ

3.5.1 หลักการทำงานของส่วนการสูบน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ

เมื่อระบบเริ่มทำงานตัวตรวจจับระดับน้ำจะตรวจจับระดับน้ำแล้วส่งสัญญาณที่ได้ให้กับ พีแอลซี เพื่อที่ พีแอลซี จะสั่งการควบคุมปั๊มสูบน้ำให้ทำงานหรือหยุดทำงาน เมื่อระดับน้ำของถังจ่ายน้ำลดต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) พีแอลซี ก็จะสั่งให้ปั๊มสูบน้ำทำงาน สูบน้ำไปที่ถังจ่าย

น้ำ แต่ถ้าระดับน้ำของถังจ่ายน้ำเพิ่มถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit) พีแอลซี ก็จะสั่งให้ปั๊มสูบน้ำหยุดทำงาน หยุดจ่ายน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ ระบบจะหยุดทำงานก็ต่อเมื่อหยุดการทำงานของ พีแอลซี ซึ่งการทำงานทั้งหมดนี้แสดงขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานของส่วนการสูบน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ

3.5.2 หลักการทำงานของส่วนควบคุมการรดน้ำ

หลักการทำงานของส่วนควบคุมการรดน้ำนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมดด้วยกัน คือ โหมดการทำงานแบบ Manual และโหมดการทำงานแบบ Auto เมื่อกดปุ่มสตาร์ท Start ระบบก็พร้อมที่จะทำงาน รอการเลือกโหมดการทำงาน Manual หรือ Auto

ก) การทำงานโหมด Manual จะมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

- เมื่อกดปุ่ม Manual ปั๊มจ่ายน้ำก็จะสูบน้ำไปที่วาล์วพร้อมกับโซลินอยด์วาล์ว ทั้ง 3 โซนทำงาน เปิดวาล์วจ่ายน้ำไปที่สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซน สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซนก็จะทำงานพร้อมกัน

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 1 และโซน 2 โซลินอยด์วาล์ว โซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 3 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 1 และโซน 3 โซลินอยด์วาล์ว โซน 2 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 2 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 2 และโซน 3 โซลินอยด์วาล์ว โซน 1 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 1 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 ทำงานเพียงอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 1 โซลินอยด์วาล์ว โซน 2 และโซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 2 ทำงานเพียงอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 2 โซลินอยด์วาล์ว โซน 1 และโซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 2 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 3 ทำงานเพียงอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 3 โซลินอยด์วาล์ว โซน 1 และโซน 2 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 หยุดทำงาน ทำให้สปริงเกอร์โซน 3 ทำงานเพียงอย่างเดียว

- ถ้าต้องการให้ระบบหยุดการทำงานก็กดปุ่ม Stop ระบบหยุดการทำงานทันที

ข) การทำงานโหมด Auto จะมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

- เมื่อกดปุ่ม Auto ปั๊มจ่ายน้ำก็จะสูบน้ำไปที่วาล์วพร้อมกับโซลินอยด์วาล์วทั้ง 3 โซนทำงาน เปิดวาล์วจ่ายน้ำไปที่สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซน สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซนก็จะทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นปั๊มจ่ายน้ำก็จะหยุดการทำงานพร้อมกับโซลินอยด์วาล์วทั้ง 3 โซนหยุดทำงาน ปิดวาล์วจ่ายน้ำไปที่สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซน สปริงเกอร์ทั้ง 3 โซนก็จะหยุดการทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 20 วินาที แล้วระบบก็จะทำงาน-หยุดการทำงานใหม่ ทุกๆ 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 1 และโซน 2 โซลินอยด์วาล์ว โซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 3 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 จะทำงาน-หยุดทำงาน ทุกๆ 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 1 และโซน 3 โซลินอยด์วาล์วโซน 2 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 2 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 จะทำงาน-หยุดทำงาน ทุกๆ 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 ทำงานพร้อมกัน ก็กดปุ่มโซน 2 และโซน 3 โซลินอยด์วาล์ว โซน 1 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 จะทำงาน-หยุดทำงาน ทุกๆ 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 1 ทำงานอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 1 โซลินอยด์วาล์วโซน 2 และโซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 2 และโซน 3 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 1 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 1 จะทำงาน-หยุดทำงาน ทุกๆ 20 วินาที

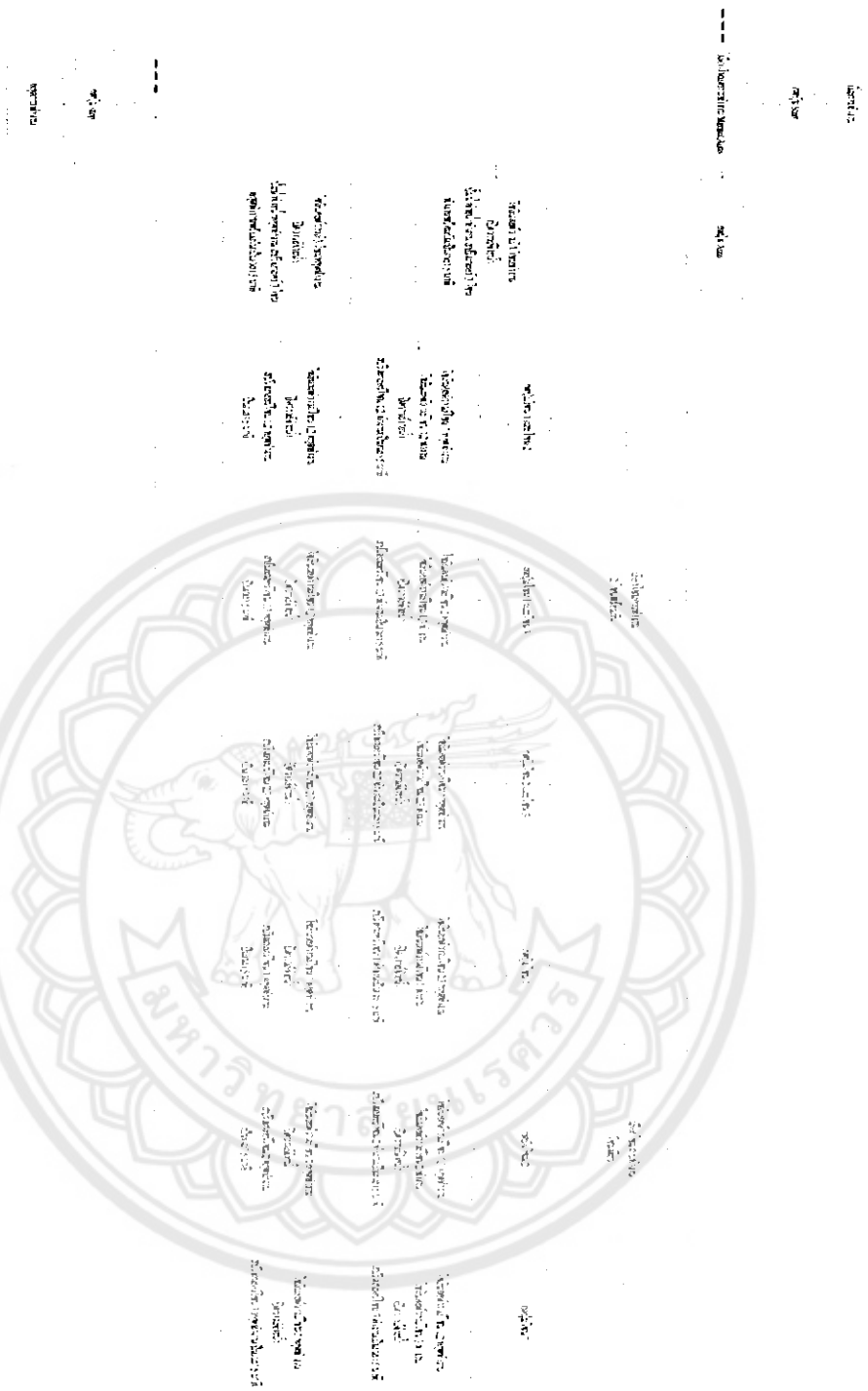
- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 2 ทำงานอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 2 โซลินอยด์วาล์วโซน 1 และโซน 3 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 3 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 2 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 2 จะทำงาน-หยุดทำงาน 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้สปริงเกอร์โซน 3 ทำงานอย่างเดียว ก็กดปุ่มโซน 3 โซลินอยด์วาล์วโซน 1 และโซน 2 ก็จะหยุดทำงานปิดวาล์วจ่ายน้ำ ทำให้สปริงเกอร์โซน 1 และโซน 2 หยุดทำงาน เหลือสปริงเกอร์โซน 3 ทำงานอย่างเดียว โดยที่สปริงเกอร์โซน 3 จะทำงาน-หยุดทำงาน ทุกๆ 20 วินาที

- ถ้าต้องการให้ระบบหยุดการทำงานก็กดปุ่ม Stop ระบบหยุดการทำงานทันที

ในกรณีระบบทำงานในโหมด Manual อยู่แล้ว ต้องการให้ระบบทำงานในโหมด Auto ก็กดปุ่ม Auto ระบบก็จะหยุดทำงานระบบ Manual ทันที แล้วไปทำระบบ Auto หรือถ้าระบบทำงานในโหมด Auto อยู่แล้ว ต้องการให้ระบบทำงานในโหมด Manual ก็กดปุ่ม Manual ระบบก็จะหยุดทำงานระบบ Auto ทันที แล้วไปทำระบบ Manual

(ก) การทำงานโหมด Manual



(ข) การทำงานโหมด Auto

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของส่วนควบคุมการรดน้ำ

บทที่ 4

ผลการทดสอบการควบคุมระบบการรดน้ำ

จากแบบการจำลองการทำงานของระบบ รวมถึงการออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 แล้วในบทนี้จะแสดงผลการทดสอบที่ได้จากการออกแบบระบบจำลอง

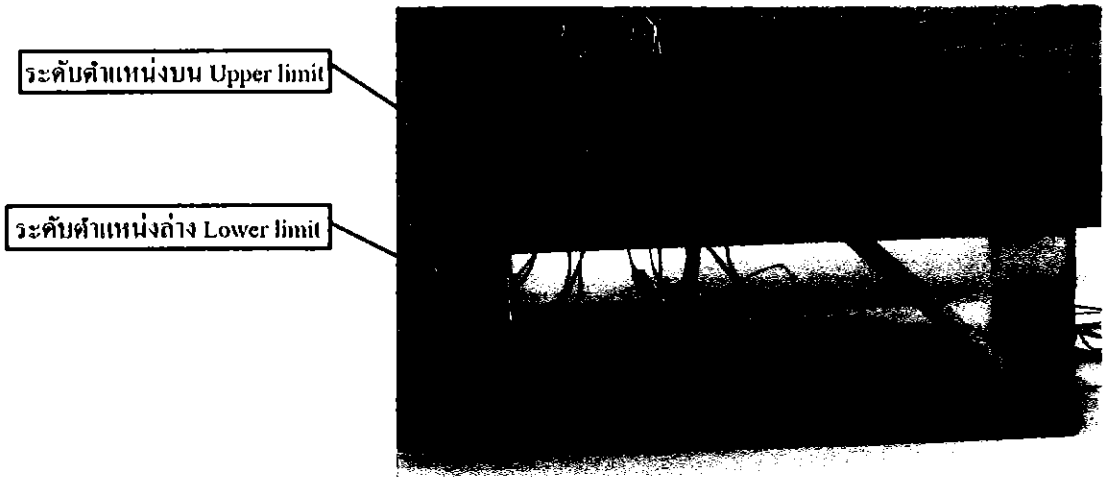
4.1 ผลการทดสอบระบบจำลอง

4.1.1 ผลทดสอบส่วนการสูบน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ

เมื่อให้ระบบเริ่มทำงานตัวตรวจจับระดับน้ำก็ตรวจจับระดับน้ำ ซึ่งได้ตั้งค่าระดับน้ำไว้ 2 ระดับ คือ ระดับตำแหน่งบน (Upper limit) และระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) ถ้าน้ำลดลงต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) ตัวตรวจจับระดับน้ำจะส่งสัญญาณให้พีแอลซี พีแอลซีก็จะสั่งให้ปั๊มสูบน้ำทำงานเติมน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 น้ำในถังจ่ายน้ำลดลงต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit)

เมื่อน้ำในถังจ่ายน้ำเพิ่มจนถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit) ตัวตรวจจับระดับน้ำจะส่งสัญญาณให้พีแอลซี พีแอลซีก็จะสั่งให้ปั๊มสูบน้ำหยุดทำงานหยุดการเติมน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 น้ำในถังจ่ายน้ำเพิ่มถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit)

ตารางที่ 4.1 การตรวจจับระดับน้ำของตัวตรวจจับระดับน้ำ

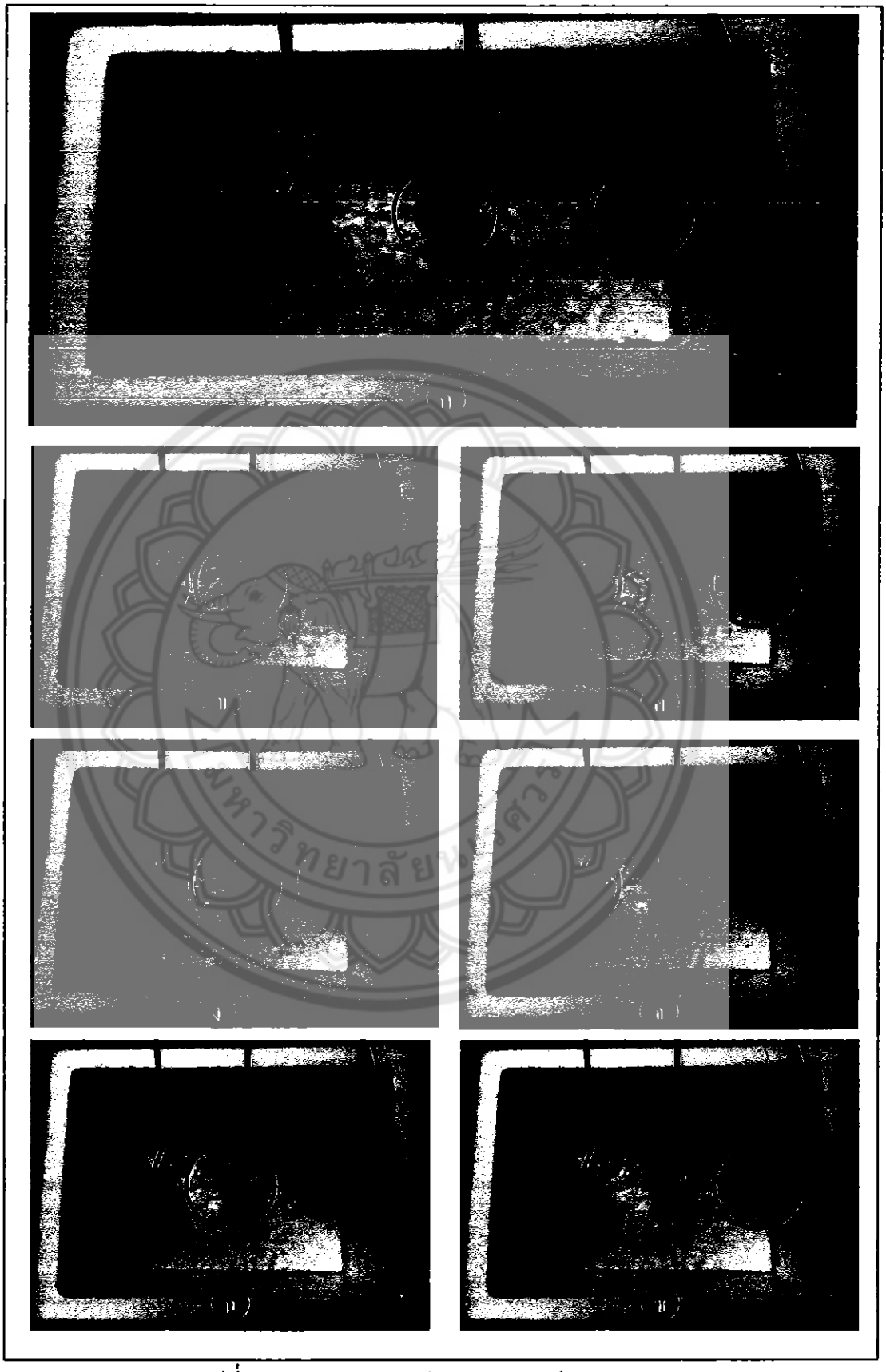
ตำแหน่งการตรวจจับ	ค่าระดับที่ตั้งไว้	ระดับในการตรวจจับแต่ละครั้ง					ค่าเฉลี่ย
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
Upper limit	20.5 cm	20.5 cm	20.6 cm	20.5 cm	20.6 cm	20.5 cm	20.54 cm
Lower limit	11.5 cm	11.5 cm	11.5 cm	11.4 cm	11.5 cm	11.4 cm	11.46 cm

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบการตรวจจับระดับน้ำของตัวตรวจจับระดับน้ำแต่ละตำแหน่งการตรวจจับนั้น พบว่าการตรวจจับในระดับตำแหน่งบน Upper limit จากการทดสอบ 5 ครั้งด้วยกัน ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 20.54 cm เทียบกับค่าระดับตำแหน่งที่ตั้งไว้ 20.5 cm ถือว่ามีความเที่ยงตรงในการตรวจจับเท่ากับ 100% ส่วนการตรวจจับในระดับตำแหน่งล่าง Lower limit จากการทดสอบ 5 ครั้งด้วยกัน ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 11.46 cm เทียบกับค่าระดับตำแหน่งที่ตั้งไว้ 11.5 cm ถือว่ามีความเที่ยงตรงในการตรวจจับเท่ากับ 100%

4.1.2 ผลการทดสอบส่วนของการควบคุมระบบการรดน้ำ

ส่วนการทดสอบในการควบคุมระบบการรดน้ำแบ่งการทดสอบทำงานออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือส่วนโหมดการทำงานแบบ Manual และส่วนโหมดการทำงานแบบ Auto

ก) ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Manual แสดงได้ดังรูปที่ 4.3



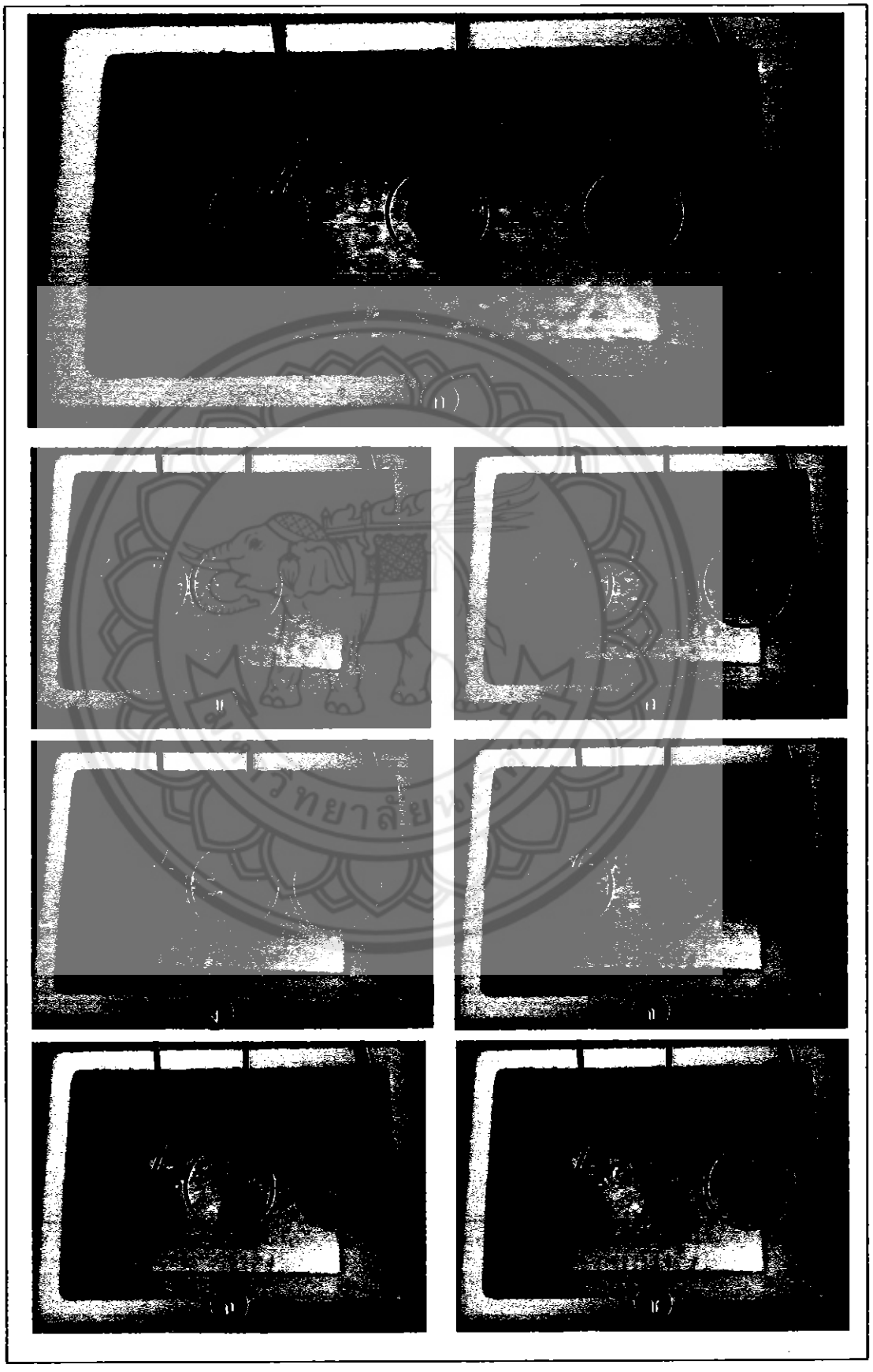
รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Manual

จากรูปที่ 4.3 สปริงเกอร์ตัวที่ทำงานจะมีวงกลมล้อมรอบ และอธิบายผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อธิบายผลการทดสอบการทำงานของโหมด Manual

ลำดับรูป	การกดปุ่มทำงาน	การทำงานของสปริงเกอร์		
		โซน 1	โซน 2	โซน 3
รูปที่ 4.3 (ก)	ปุ่ม Manual	✓	✓	✓
รูปที่ 4.3 (ข)	ปุ่มโซน 1 และโซน 2	✓	✓	
รูปที่ 4.3 (ค)	ปุ่มโซน 1 และโซน 3	✓		✓
รูปที่ 4.3 (ง)	ปุ่มโซน 2 และโซน 3		✓	✓
รูปที่ 4.3 (จ)	ปุ่มโซน 1	✓		
รูปที่ 4.3 (ฉ)	ปุ่มโซน 2		✓	
รูปที่ 4.3 (ช)	ปุ่มโซน 3			✓

ข) ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Auto แสดงได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบส่วนการทำงานโหมด Auto

จากรูปที่ 4.4 สปริงเกอร์ตัวที่ทำงานจะมีวงกลมล้อมรอบ และอธิบายผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อธิบายผลการทดสอบการทำงานของโหมด Auto

ลำดับรูป	การกดปุ่มทำงาน	การทำงานของสปริงเกอร์			หมายเหตุ
		โซน 1	โซน 2	โซน 3	
รูปที่ 4.4 (ก)	ปุ่ม Auto	✓	✓	✓	ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (ข)	ปุ่มโซน 1 และโซน 2	✓	✓		ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (ค)	ปุ่มโซน 1 และโซน 3	✓		✓	ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (ง)	ปุ่มโซน 2 และโซน 3		✓	✓	ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (จ)	ปุ่มโซน 1	✓			ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (ฉ)	ปุ่มโซน 2		✓		ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที
รูปที่ 4.4 (ช)	ปุ่มโซน 3			✓	ทำงานและหยุดทำงานทุกๆ 20 วินาที

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผล ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ปัญหา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงงานต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้นำพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 มาใช้ในการควบคุมระบบการรดน้ำเพื่อให้ระบบการรดน้ำมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับลักษณะของการรดน้ำกับพืชที่แตกต่างกัน โดยแบ่งโหมดการทำงานออกเป็น 2 โหมดด้วยกัน คือ โหมด Manual กับโหมด Auto

ในการทดสอบ มีการทดสอบการเติมน้ำเข้าถังจ่ายน้ำให้มีการเติมน้ำอยู่ตลอดเวลา และทดสอบส่วนการควบคุมการรดน้ำ จากผลการทดสอบพบว่า การเติมน้ำเข้าถังจ่ายน้ำ และส่วนการควบคุมการรดน้ำ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

1. เนื่องจากเครื่องพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2 อยู่ในห้องปฏิบัติการของภาควิชา ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ผู้ออกแบบจึงเลือกอุปกรณ์ของแบบจำลองให้เหมาะสม และสะดวกต่อการทดสอบที่สุด ซึ่งทำให้มีข้อจำกัดในการเลือกใช้อุปกรณ์ของแบบจำลอง

2. การหาตัวตรวจจับระดับน้ำเพื่อตรวจจับระดับน้ำ เนื่องจากถังเก็บน้ำในแบบจำลองมีขนาดเล็ก ทำให้เลือกตัวตรวจจับระดับน้ำที่เหมาะสมไม่ได้ ผู้ออกแบบจึงคิดประยุกต์ตัวตรวจจับระดับน้ำขึ้นเพื่อใช้กับระบบจำลองเท่านั้น ถ้านำไปประยุกต์การใช้งานจริงควรดูเรื่องวัสดุที่จะนำมาใช้ และดูเรื่องการส่งสัญญาณว่าต้องการนำไปใช้ส่งสัญญาณชนิดใด แบบแรงดัน หรือกระแส

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

เพื่อพัฒนาการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีให้ใช้งานกับสภาพจริงและเหมาะสมที่สุด สามารถนำระบบนี้ไปต่อยอดโดยเพิ่มฟังก์ชันการทำงานในส่วนของการควบคุมการทำงานระบบช่วงเวลาที่มีฝนตกโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับน้ำฝน (Rain sensor) มาช่วยเพื่อควบคุมการทำงานเมื่อเวลามีฝนตก และควบคุมการทำงานเมื่อความชื้นในดินเพียงพอโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับความชื้นมาช่วย อีกทั้งพีแอลซีนั้นยังมีฟังก์ชัน Real-time clock/calendar สามารถเซ็ตระบบให้ทำงานล่วงหน้าได้ตามเวลา วัน เดือน ปี ที่ต้องการทำให้สามารถควบคุมการทำงานช่วงไม่มีคนดูแลเรื่องการรดน้ำได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] อดิเรก บัวคำ, เมธาวัจน์ เนตรแก้วศิวัฒน์. (2556). "การควบคุมระบบโรงงานจำลองด้วยพีแอลซีโตชิบ้า",ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

[2] รศ. ธีรศิลป์ ทุมวิภาต, สภาพร จำปาทอง. (2547). "เรียนรู้ PLC ขั้นกลางด้วยตนเอง." กรุงเทพมหานคร: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน).

[3] บริษัท โตชิบา ไทยแลนด์ จำกัด. [Online]: http://www.toshiba.co.th สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2557.

[4] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2553). "ระบบ PLC (Programmable Logic Controller)" กรุงเทพมหานคร: บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน).

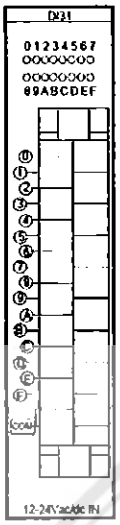
[5] TOSHIBA CORPORATION. (1998). **USER'S MANUAL Expantion I/O** (3rd ed., p.31-57). Tokyo: Japan. [Online]: http://www.toshiba.com สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2557.

[6] TOSHIBA CORPORATION. (1998). **INSTRUCTION SET (LADDER, SFC)** (3rd ed., p.233). Tokyo: Japan. [Online]: http://www.toshiba.com สืบค้นเมื่อ 16 มกราคม 2557.

ภาคผนวก ก

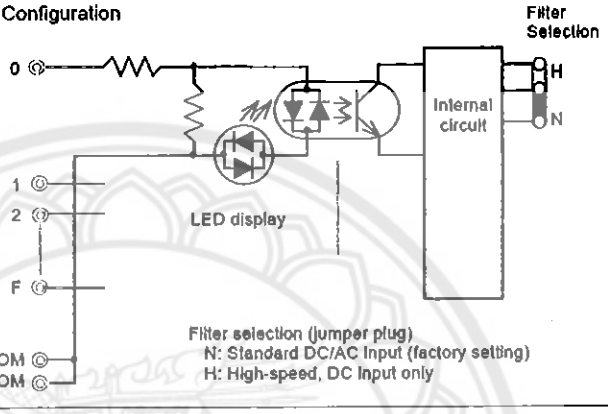
รายละเอียดของพีแอลซีโตชิบ้ารุ่น T2

- **16 points DC/AC input**

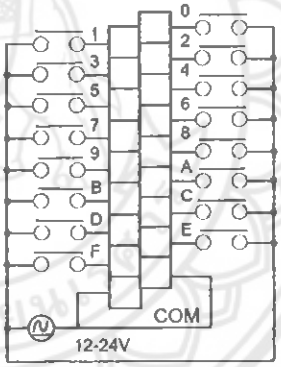


Item		DI31 (EX10*MDI31)
Input Voltage		12 - 24 V dc/ac, +10/-15 % (DC or 50/60 Hz)
Minimum ON Voltage		9.6 V
Maximum OFF Voltage		3.6 V (leakage current 0.7 mA or less)
Input Current		Approx. 8 mA (at 24 Vdc) (typ.)
Number of Input Points		16 points (single common)
ON Delay	N Mode	10 ms or less (dc)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

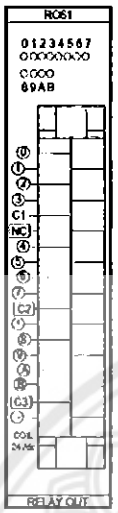
Circuit Configuration



Terminal Connections

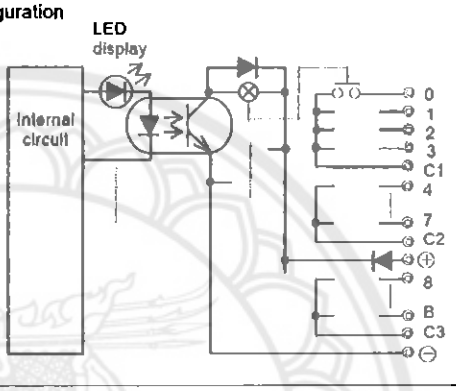


- **12 points relay output**

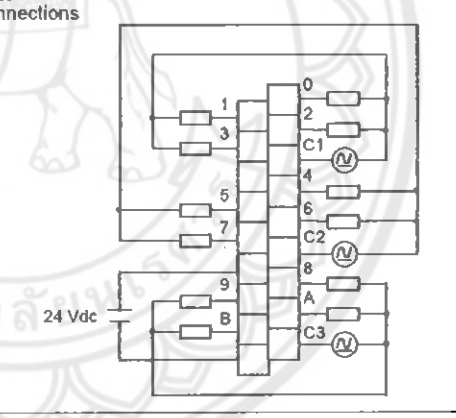


Item	RO61 (EX10*MRO61)
Load Voltage	24 Vdc, +20 % (MAX) / 240 Vac, +10% (MAX)
Maximum Load	2 A/point (resistive load), 1 A/point (inductive load), 4 A/4 points common
Minimum Load	50 mW (5 V or more)
Number of Output Points	12 points (4 points / common)
ON Delay	10 ms or less
OFF Delay	15 ms or less
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



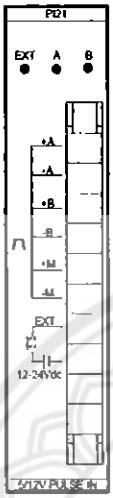
Terminal Connections



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.

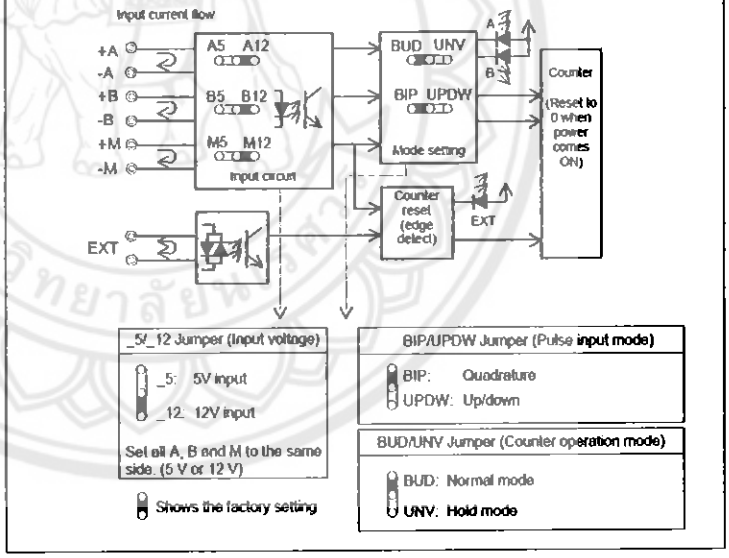
- **1 channel pulse input**



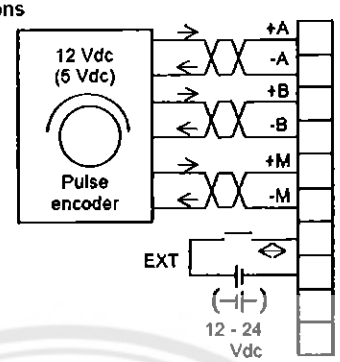
Item		PI21 (EX10*MP121)
Input Voltage	A, B, M	12 V, +10/-20 % (12 V setting), 5 V, +10/-20 % (5V setting)
	EXT	12 - 24 Vdc, +10/-15 %
Minimum ON Voltage	A, B, M	9 V (12 V setting), 3.5 V (5 V setting)
	EXT	9.6 V
Maximum OFF Voltage	A, B, M	2 V (12 V setting), 1 V (5 V setting)
	EXT	3.6 V
Input Current	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

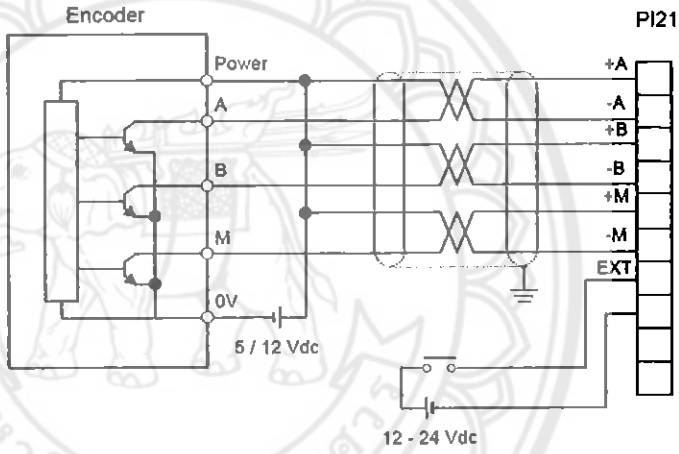


Terminal Connections



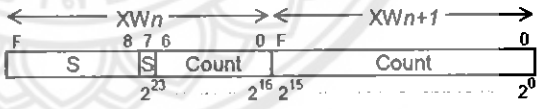
Use shielded twisted-pair cables for pulse signals, and ground the shield securely.

Wiring Example



Data Format

Register assignment



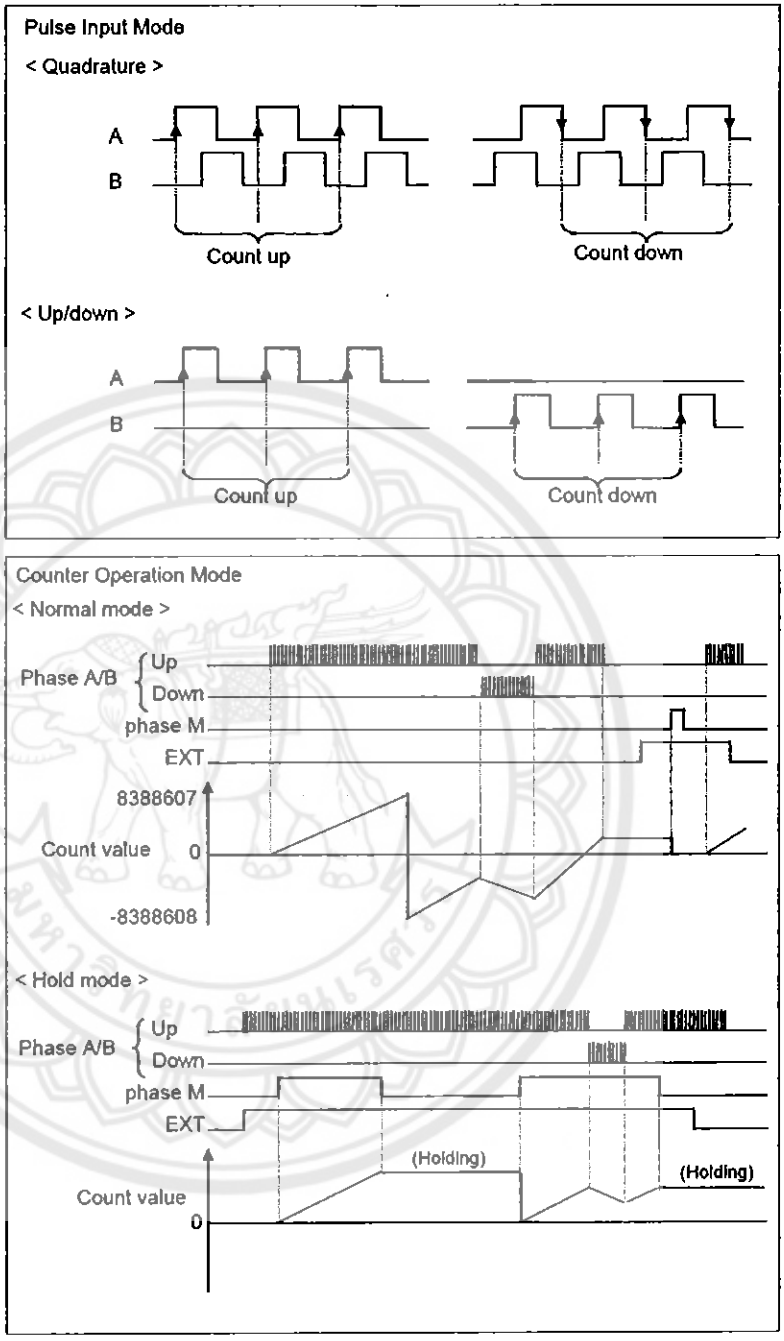
24-bit counter: Data range = -8388608 to 8388609
(HFF800000 to H007FFFFF)

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.

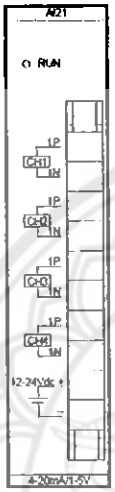
```
|-[ XW00  MOV  D0101 ]-[ XW01  MOV  D0100 ]-
```

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



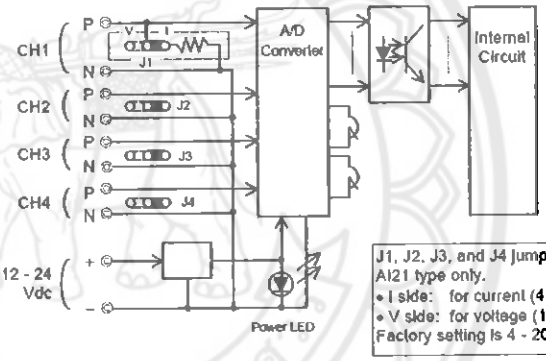
Note) If the direct I/O instruction (FUN 235) is used for this module, two registers (both upper and lower words) should be specified.

- **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

Circuit Configuration

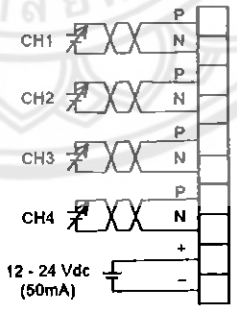


J1, J2, J3, and J4 jumper plugs are AI21 type only.
- I side: for current (4 - 20 mA)
- V side: for voltage (1-5 V)

Factory setting is 4 - 20 mA.

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

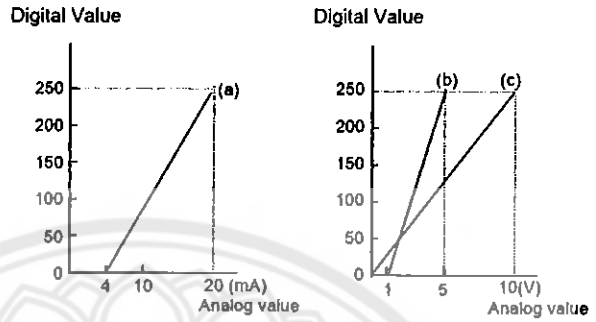
Terminal Connections



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

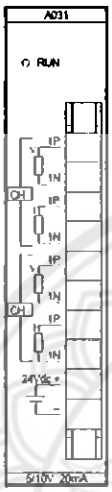
Register assignment

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

Note)

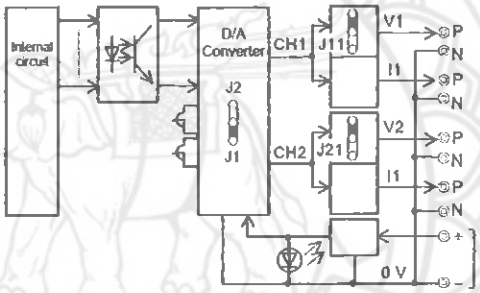
In the voltage input mode, if the input terminals (P and N) are open, the input data is not 0. It is recommended to short the input terminals for unused input.

- **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

Circuit Configuration



Jumper settings

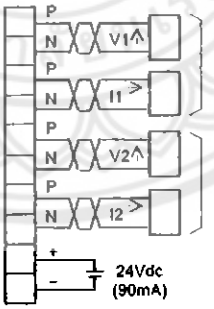
J1/J2: Offset
J1 side = 1 V (4 mA)
J2 side = 0 V (0 mA)
(for both CH1 and CH2)

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

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

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.

Terminal Connections



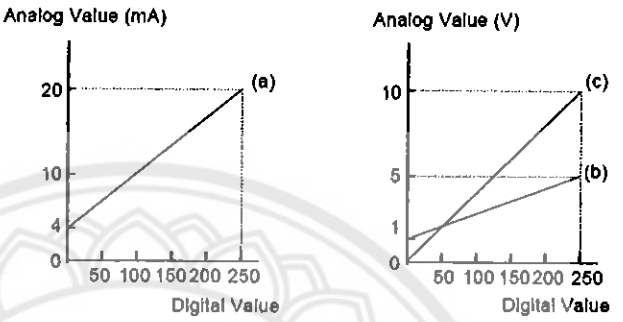
V: Voltage output
I: Current output

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.**

ภาคผนวก ข

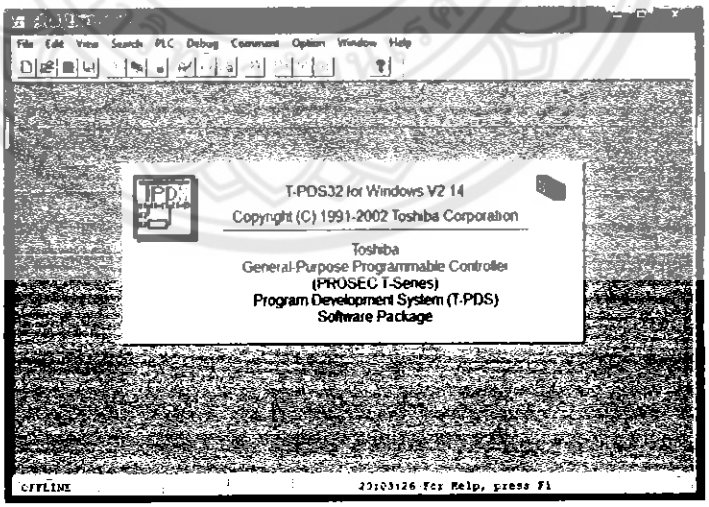
การใช้งานโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

T-PDS32 for Windows Version 2.14

รูปที่ 1 icon โปรแกรม T-PDS 32 for Windows Version 2.14

1 การโปรแกรม

การเข้าสู่โปรแกรม ไปที่ Start menu เลือก T-PDS32 for Windows Version 2.14 จะพบหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 2



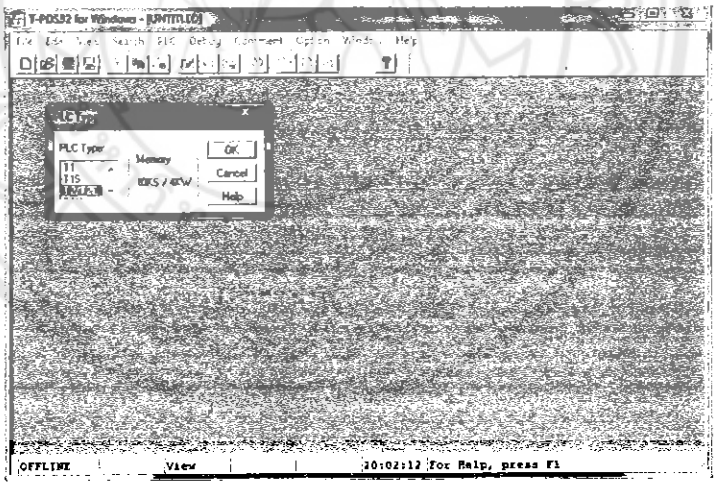
รูปที่ 2 หน้าต่างโปรแกรม T-PDS32 for Windows Version 2.14

2 การตั้งค่าก่อนเริ่มเขียนโปรแกรม

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

2.1 การสร้างโปรเจคใหม่

1. เปิดเมนูพีแอลซี เลือก Online/Offline (สังเกตที่ Status bar จะแสดง Offline)
2. เปิดเมนู File เลือก New Project หรือกด Ctrl+N
3. เลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E ดังแสดงในรูปที่ 3
4. คลิกปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่าง Main Program Block



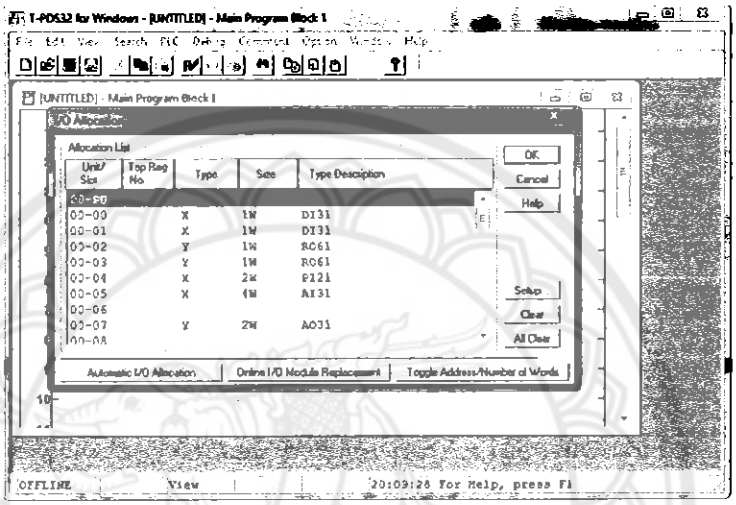
รูปที่ 3 การเลือกชนิดพีแอลซี T2/T2E

2.2 การกำหนด I/O Allocation ของพีแอลซี

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

1. เปิดเมนูพีแอลซี เลือก I/O Allocation และเลือก I/O Allocation...

2. คลิกเลือก Unit/Slot เริ่มที่ 00-00
3. คลิกปุ่ม Setup จะปรากฏหน้าต่าง I/O Allocation Setup
4. เลือก Module Type & Description
5. เลือก Card Type
6. เลือก Card Size
7. คลิกปุ่ม OK ออกจาก I/O Allocation Setup หน้าต่างจะเป็นดังรูปที่ 4

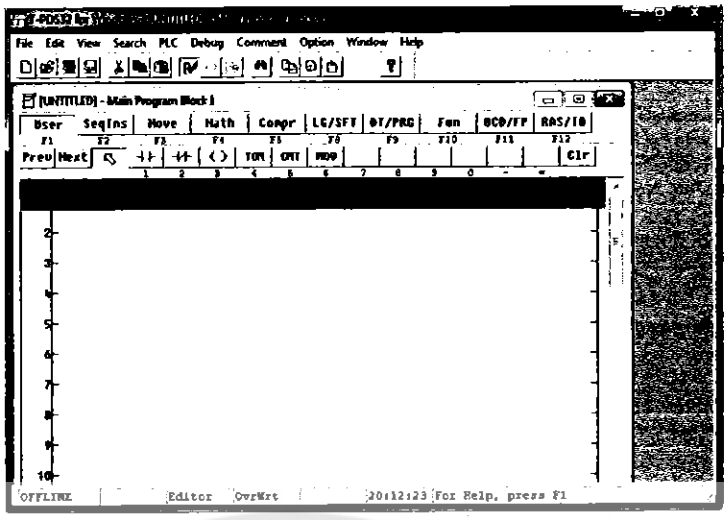


รูปที่ 4 หน้าต่าง I/O Allocation หลังการปรับตั้ง

2.3 การใช้ Edit Mode เพื่อแก้ไขหรือเขียนแผนภาพขั้นบันได

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

1. เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode หรือกดปุ่ม Ctrl+E
2. เลือกภาษาการเขียนโปรแกรม ในที่นี้คลิกเลือก Ladder และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏแถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project ดังรูปที่ 5



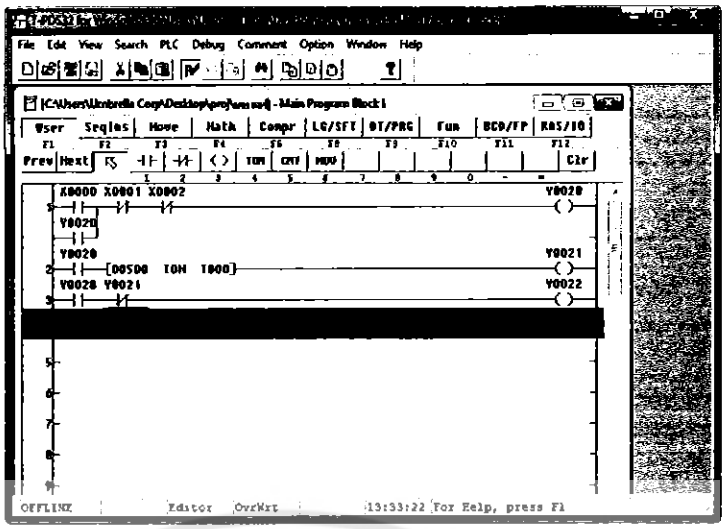
รูปที่ 5 แถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project

3 การเขียนโปรแกรมแผนภาพขั้นบันได

3.1 การใช้ Edit Mode เพื่อแก้ไขหรือเขียนแผนภาพขั้นบันได

การเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้จะเป็นพื้นสีฟ้า สามารถเพิ่มพื้นที่การเขียนโปรแกรมนี้ได้โดยการกดปุ่ม Enter และขั้นตอนการใช้ Edit Mode มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode หรือกดปุ่ม Ctrl+E
2. เลือกภาษาการเขียนโปรแกรม ในที่นี้คลิกเลือก Ladder และคลิกปุ่ม OK จะปรากฏแถบเครื่องมือคำสั่งสำหรับสร้าง Project
3. คลิกเลือกไอคอนคำสั่งที่ต้องการใช้ 1 ครั้ง
4. เลื่อนเมาส์เข้ามาในบริเวณพื้นที่สร้าง Project (พื้นที่สีฟ้า) และคลิกในตำแหน่งที่จะวาง
5. ใส่ตำแหน่ง Address ตามที่กำหนดในเงื่อนไขการทำงานและกดปุ่ม Enter
6. เมื่อสิ้นสุดการสร้าง Project ต้องปิด Project ด้วยคำสั่ง End ทุกครั้งดังรูปที่ 6

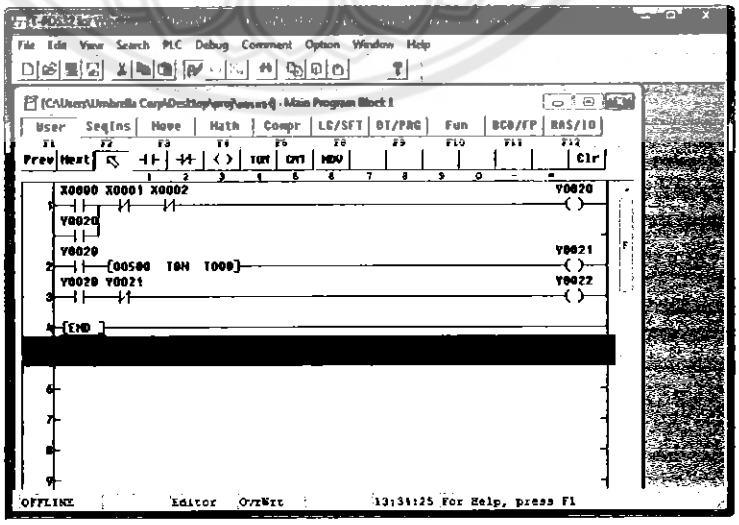


รูปที่ 6 แผนภาพขั้นบันไดที่สร้างเสร็จและปิดด้วยคำสั่ง End

3.2 การเขียน Project ลงในหน่วยความจำ

ในกรณีที่ Project มีความยาวเกินพื้นที่สีฟ้า ไม่สามารถเพิ่มพื้นที่ในการสร้างต่อไปได้หรือเมื่อสร้าง Project แล้วจะต้องทำการ Write Project ลงใน EEPROM ก่อนมีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเมนู Edit เลือก Write หรือกดปุ่ม Ctrl + W จะปรากฏหน้าต่างข้อความ
2. คลิกปุ่ม Yes
3. หากต้องการสร้าง Project ต่อให้กดปุ่ม Enter เพื่อเพิ่มพื้นที่สีฟ้าให้กับ Project เมื่อการสร้าง Project เสร็จแล้วให้ปฏิบัติดังนี้
4. เปิดเมนู Edit เลือก Write
5. เปิดเมนู Edit เลือก Edit Mode เพื่อจะแสดงหน้าจอของโปรแกรมดังรูปที่ 7

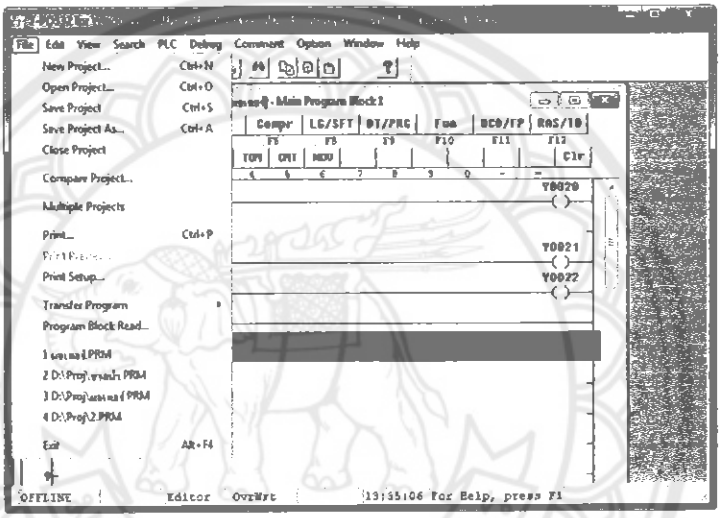


รูปที่ 7 หน้าจอเมื่อทำการ Write Project ลงใน EEPROM แล้ว

3.3 การบันทึก Project

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

1. เปิดเมนู File เลือกคำสั่ง Save Project หรือ Save Project As ดังรูปที่ 8
2. จะปรากฏหน้าต่างข้อความขึ้นมาให้กดปุ่ม OK
3. เลือกตำแหน่งการจัดเก็บในช่อง Save in ตั้งชื่อ File Name และคลิกปุ่ม Save

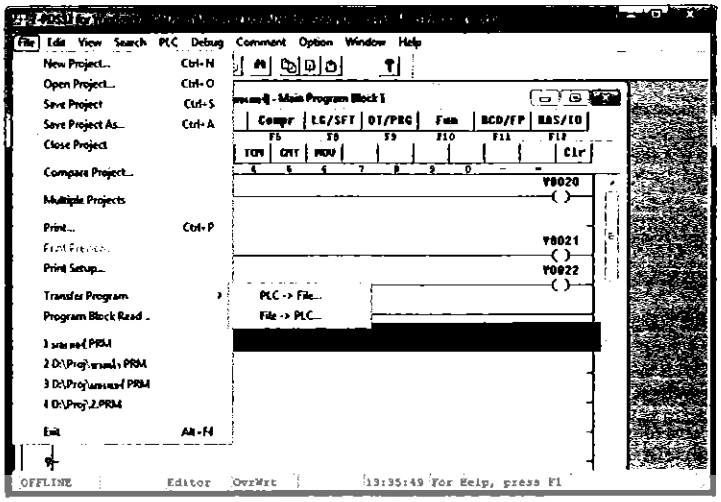


รูปที่ 8 การบันทึก File Project

3.4 การโหลด File ลงในโปรแกรมพีแอลซี

การโหลด Project ที่สร้างโหมด Offline หรือโหมด Project ที่มีอยู่แล้วในพีแอลซีเพื่อสั่งให้ทำงาน (RUN) มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเมนู File เลือก Transfer Program และเมนูย่อย File ลงในโปรแกรมพีแอลซีดังรูปที่ 9
2. ปรับสวิทช์ที่เครื่องพีแอลซี ไปที่สถานะ Halt
3. เปิดตำแหน่งจัดเก็บไฟล์ในช่วง Log in เลือกชื่อไฟล์และคลิกปุ่ม Open
4. รอจนกว่าโหลดโปรแกรมเสร็จ

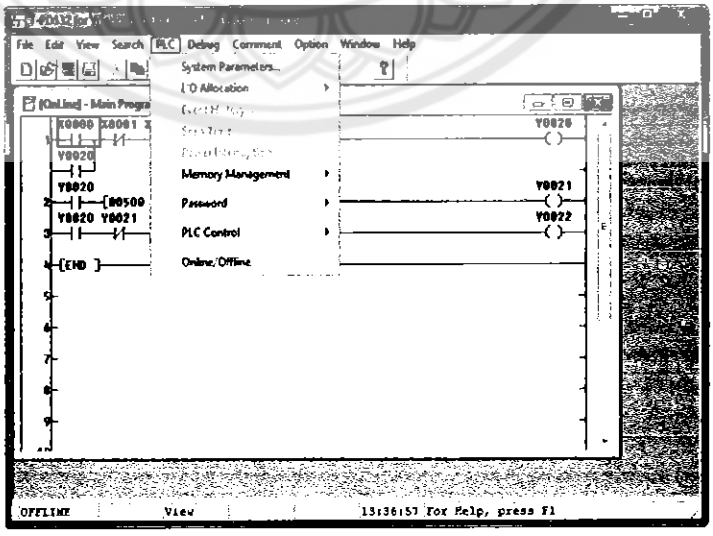


รูปที่ 9 การโหลด File ลงในโปรแกรมพีแอลซี

3.5 การสร้าง Project ในโหมด Online

การสร้าง Project ใหม่ในโหลด Online นี้จะเป็นการเขียนโปรแกรมลงใน**พีแอลซีโดยตรง** ซึ่งก่อนที่จะเขียนโปรแกรมลงพีแอลซีมีขั้นตอนดังนี้

1. ต่อเครื่องพีแอลซีเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ Port RS232
2. ปรับสวิทช์ Power ของเครื่องพีแอลซี
3. ปรับสวิทช์โหมดการทำงานของพีแอลซีให้อยู่ตำแหน่ง HALT
4. สังเกตที่ Status bar ถ้าเป็น Offline ให้เปิดเมนู PLC เลือก Online/Offline **ดังแสดงดังรูปที่ 10**



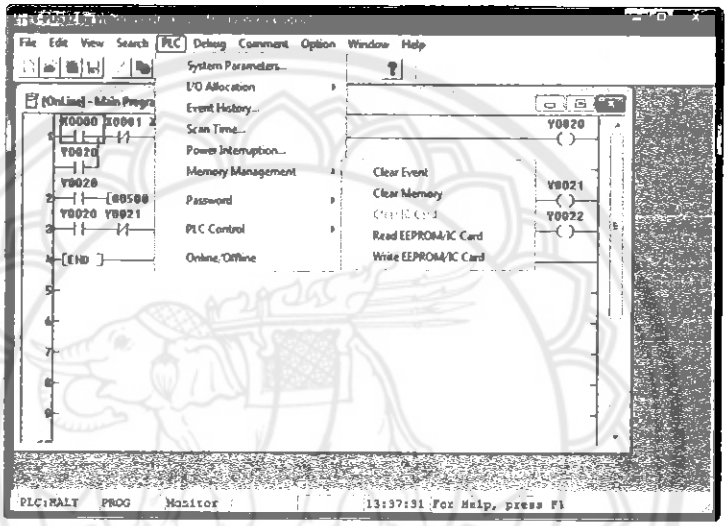
รูปที่ 10 การเปลี่ยนโหมด Online/Offline

3.6 การ Write EEPROM ของพีแอลซี

เป็นการนำข้อมูลที่เป็นแผนภาพขั้นบันไดเขียนลงไปใน EEPROM ของพีแอลซีในโหมด Online มีขั้นตอนดังนี้

1. เปิดเมนู PLC เลือก Memory Management และเลือก Write EEPROM/IC Card ดังรูปที่ 11

2. จะปรากฏหน้าต่างข้อความขึ้นมาให้กดปุ่ม OK เพื่อยืนยันว่าการ Write EEPROM เสร็จเรียบร้อย



รูปที่ 11 การเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ (Write EEPROM) ของพีแอลซี

ภาคผนวก ค

แผนภาพขั้นบันไดการควบคุมระบบการรดน้ำ ด้วยพีแอลซีโตชิบ้า รุ่น T2

1 การกำหนดตัวแปรอินพุต (Input) และเอาท์พุต (Output)

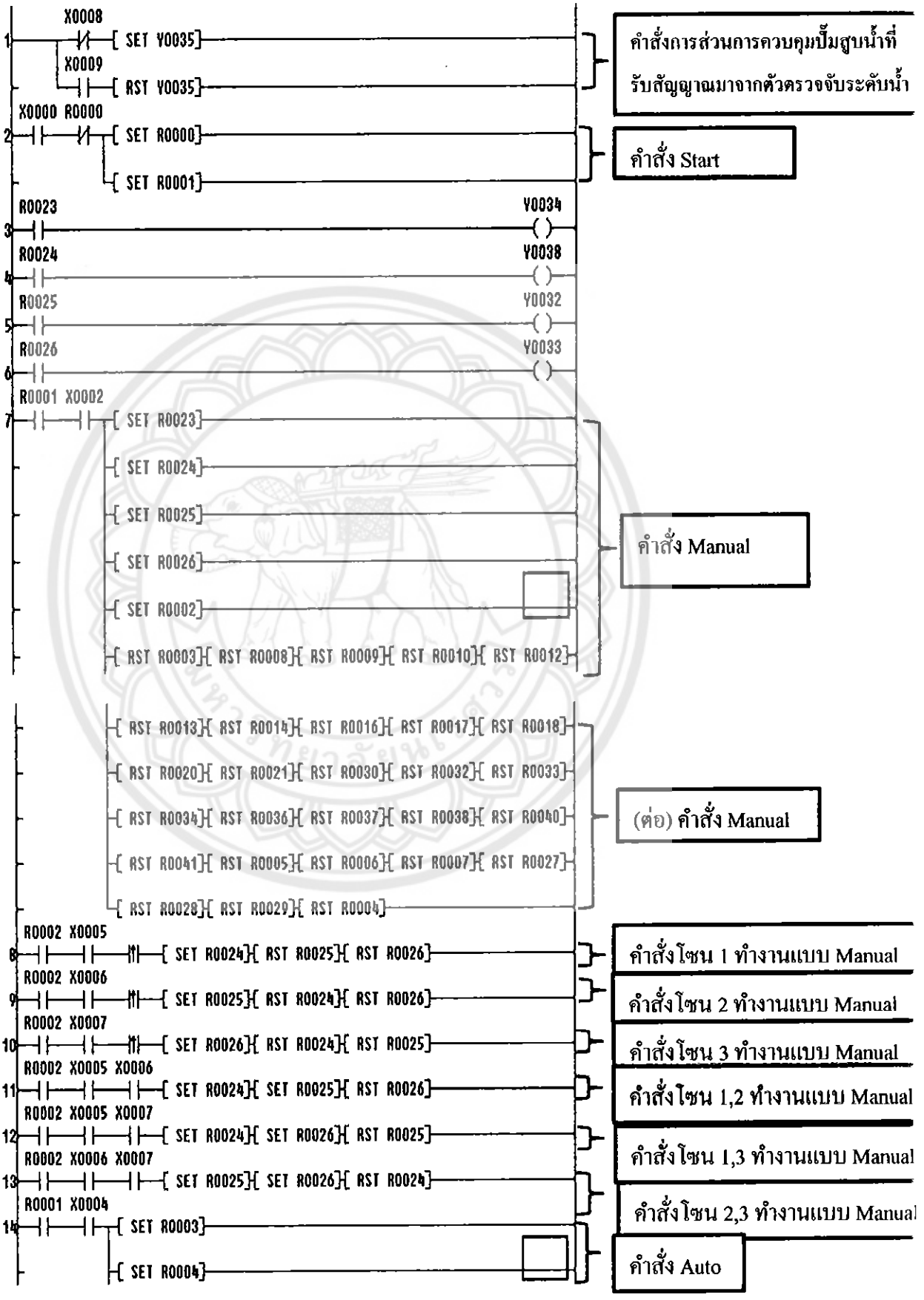
ตารางที่ 1 ตารางชนิดอุปกรณ์ ชื่ออุปกรณ์ ตัวแปร และการทำงานในอินพุต (Input)

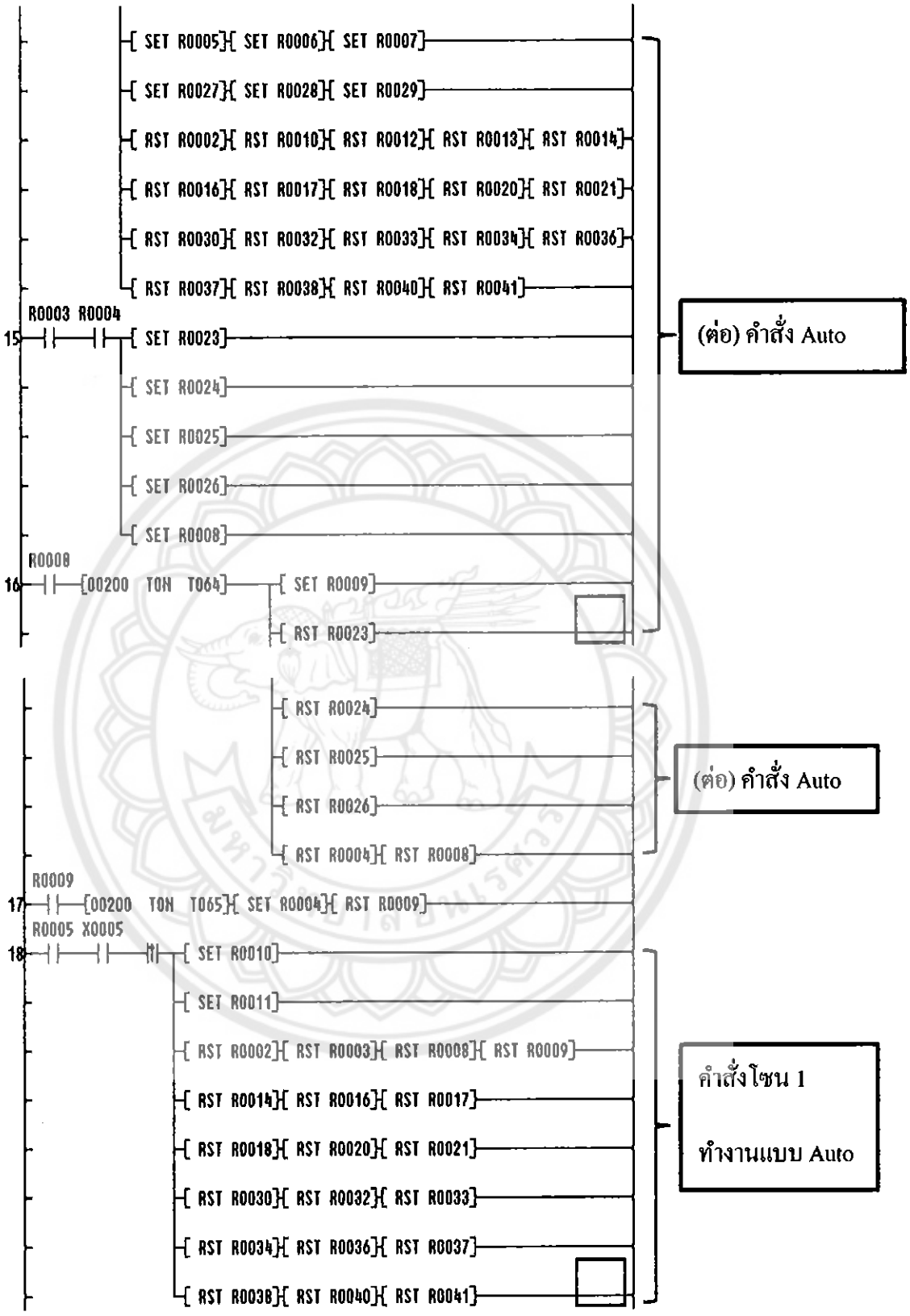
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
X0000	Start	เมื่อกดปุ่ม Start ระบบพร้อมที่จะทำงาน รอการเลือกโหมดการทำงาน
X0001	Stop	เมื่อกดปุ่ม STOP ระบบจะหยุดทำงาน
X0002	Manual	เมื่อกดปุ่ม Manual สปริงเกลอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Manual
X0004	Auto	เมื่อกดปุ่ม Auto สปริงเกลอร์ทั้งสามโซนทำงานแบบ Auto
X0005	โซน 1	เมื่อกดปุ่มโซน 1 สปริงเกลอร์โซน 1 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0006	โซน 2	เมื่อกดปุ่มโซน 2 สปริงเกลอร์โซน 2 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0007	โซน 3	เมื่อกดปุ่มโซน 3 สปริงเกลอร์โซน 3 ทำงานแบบ Manual หรือ Auto
X0008	ตัวตรวจจับระดับน้ำ	เมื่อน้ำลดต่ำกว่าระดับตำแหน่งล่าง (Lower limit) ปั๊มสูบน้ำจะทำงาน
X0009	ตัวตรวจจับระดับน้ำ	เมื่อน้ำเพิ่มถึงระดับตำแหน่งบน (Upper limit) ปั๊มสูบน้ำจะหยุดทำงาน

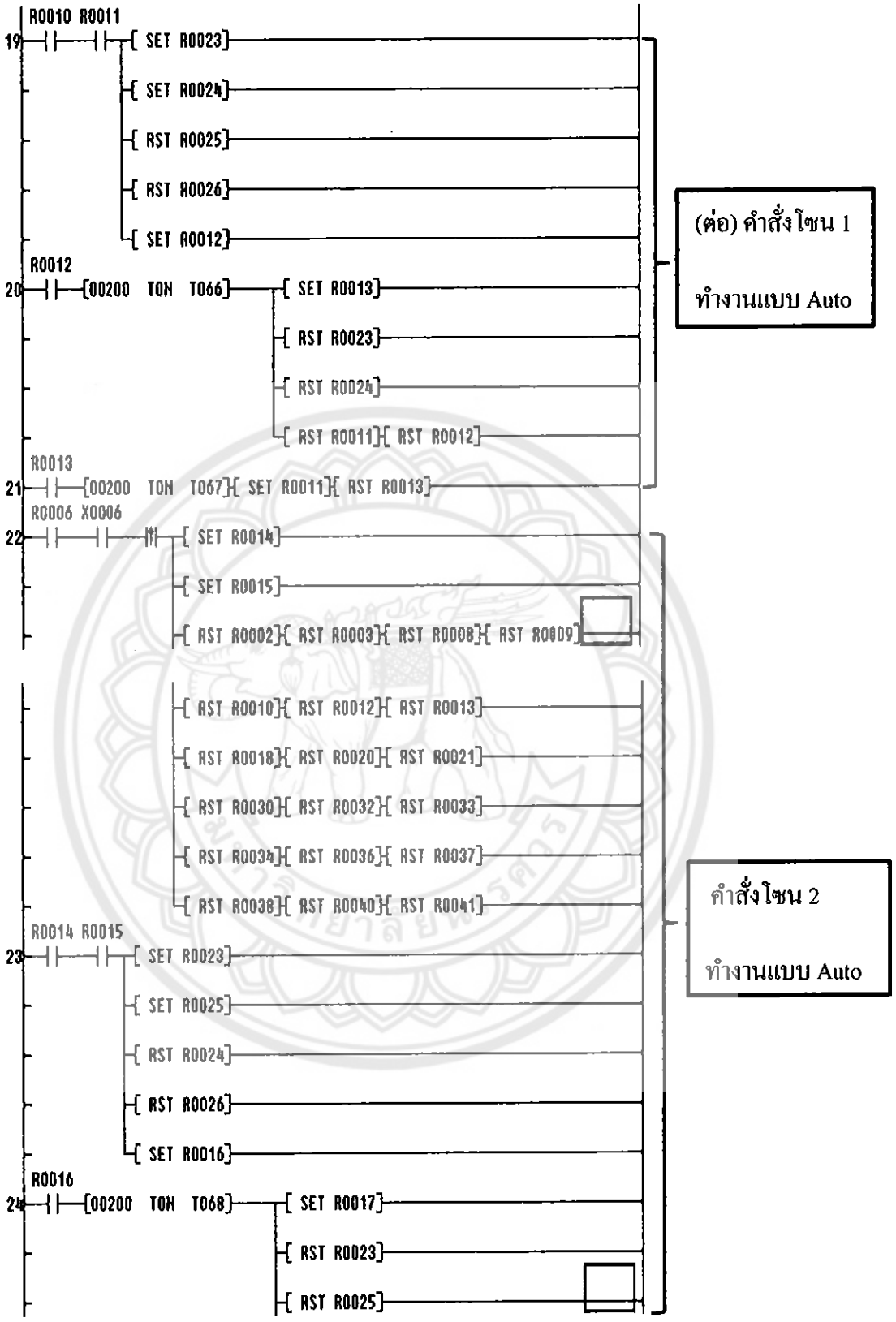
ตารางที่ 2 ตารางชนิดอุปกรณ์ ชื่ออุปกรณ์ ตัวแปร และการทำงานในเอาท์พุต (Output)

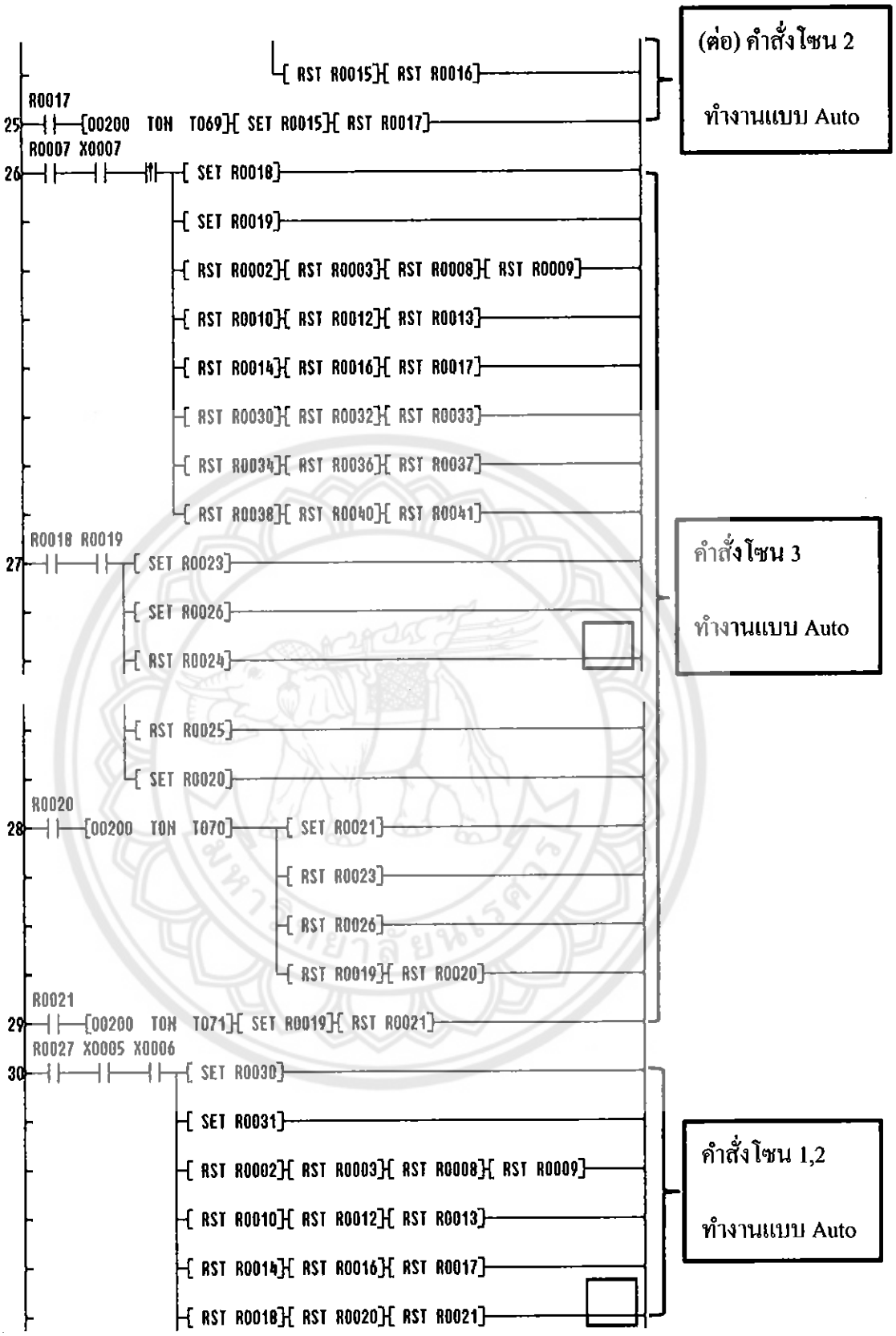
ชนิดอุปกรณ์	ชื่ออุปกรณ์	การทำงาน
Y0034	ปั๊มจ่ายน้ำ	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0035	ปั๊มสูบน้ำ	ทำงานเมื่อระดับน้ำถึงระดับที่ตั้งไว้
Y0038	โซลินอยด์วาวล์ 1	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0032	โซลินอยด์วาวล์ 2	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3
Y0033	โซลินอยด์วาวล์ 3	ทำงานเมื่อกดปุ่ม Manual หรือ ปุ่ม Auto หรือ โซน 1,2,3

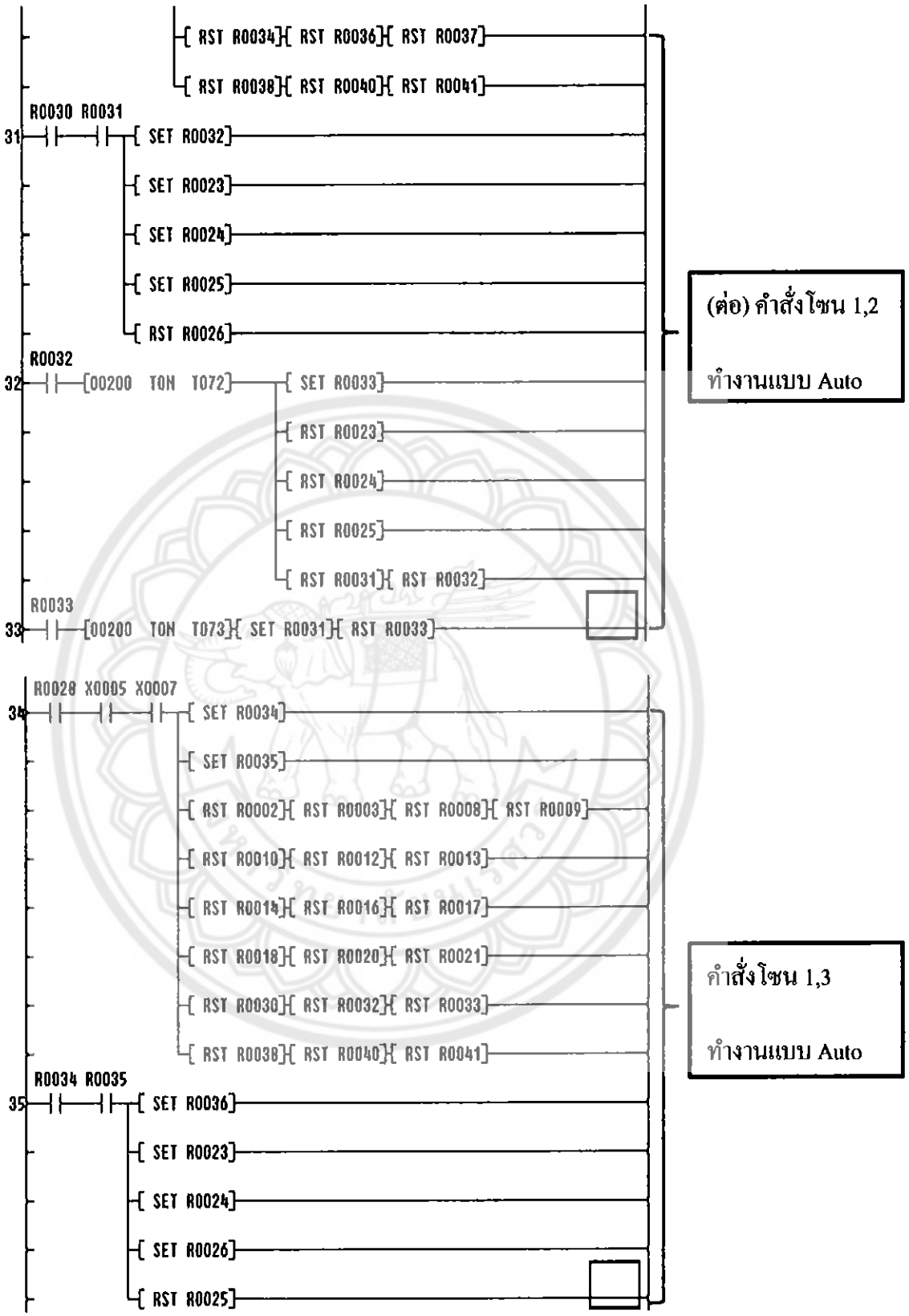
2 อธิบายการทำงานของโปรแกรม

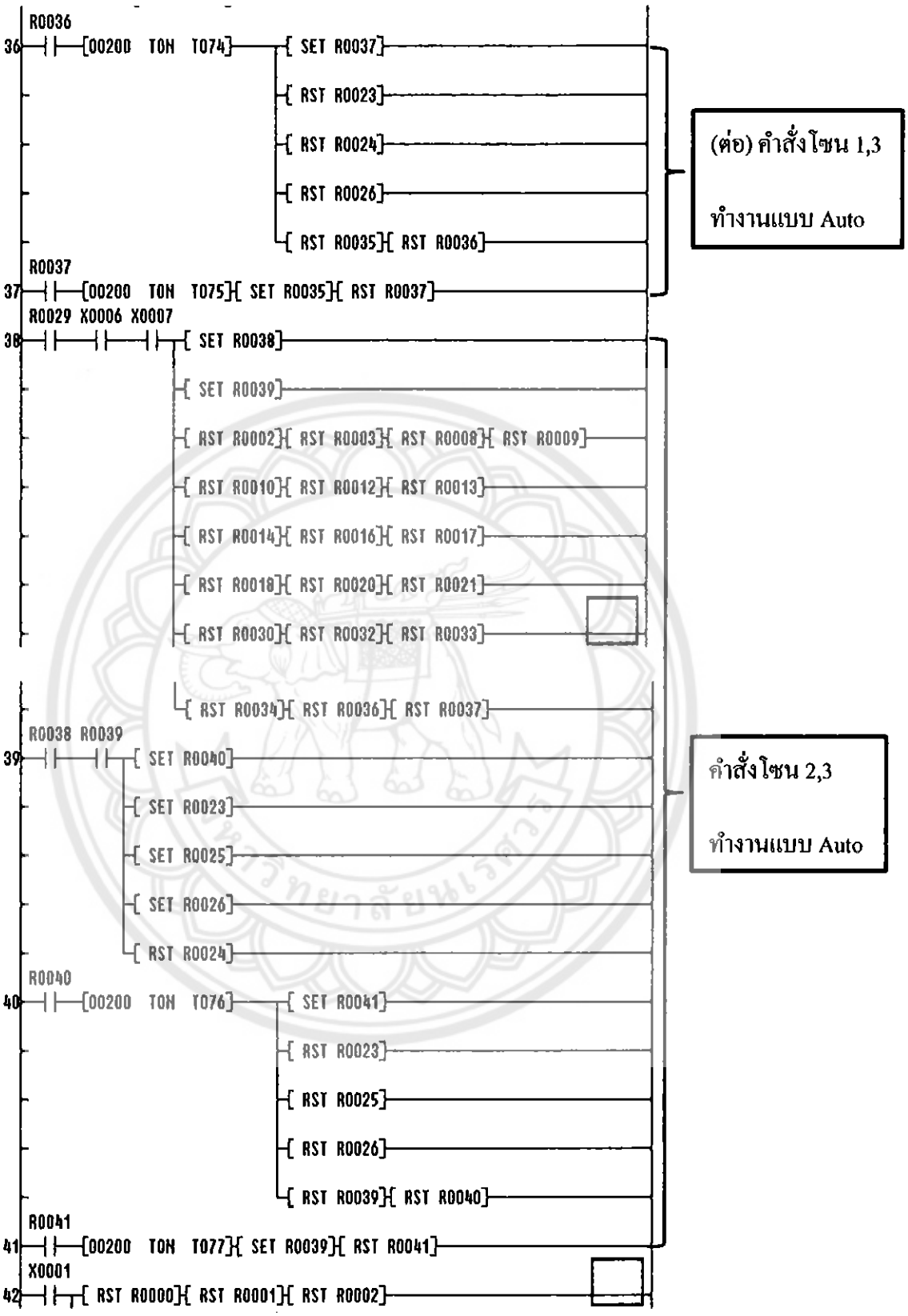


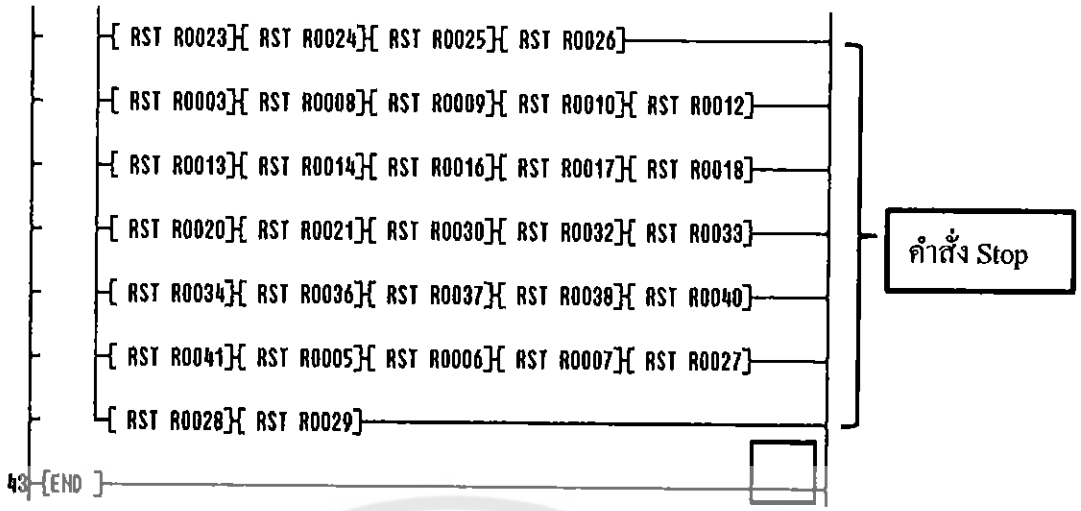

SET R0005 SET R0006 SET R0007
SET R0027 SET R0028 SET R0029
RST R0002 RST R0010 RST R0012 RST R0013 RST R0014
RST R0016 RST R0017 RST R0018 RST R0020 RST R0021
RST R0030 RST R0032 RST R0033 RST R0034 RST R0036
RST R0037 RST R0038 RST R0040 RST R0041
R0003 R0004
15
SET R0023
SET R0024
SET R0025
SET R0026
SET R0008
R0008
16
00200 TON T064
SET R0009
RST R0023
(ต่อ) คำสั่ง Auto
RST R0024
RST R0025
RST R0026
RST R0004 RST R0008
(ต่อ) คำสั่ง Auto
R0009
17
00200 TON T065 SET R0004 RST R0009
R0005 X0005
18
SET R0010
SET R0011
RST R0002 RST R0003 RST R0008 RST R0009
RST R0014 RST R0016 RST R0017
RST R0018 RST R0020 RST R0021
RST R0030 RST R0032 RST R0033
RST R0034 RST R0036 RST R0037
RST R0038 RST R0040 RST R0041
คำสั่งโซน 1
ทำงานแบบ Auto


R0010 R0011
19
SET R0023
SET R0024
RST R0025
RST R0026
SET R0012
(ต่อ) คำสั่งโซน 1
ทำงานแบบ Auto
R0012
20
00200 TON T066
SET R0013
RST R0023
RST R0024
RST R0011 RST R0012
R0013
21
00200 TON T067 SET R0011 RST R0013
R0006 X0006
22
SET R0014
SET R0015
RST R0002 RST R0003 RST R0008 RST R0009
RST R0010 RST R0012 RST R0013
RST R0018 RST R0020 RST R0021
RST R0030 RST R0032 RST R0033
RST R0034 RST R0036 RST R0037
RST R0038 RST R0040 RST R0041
คำสั่งโซน 2
ทำงานแบบ Auto
R0014 R0015
23
SET R0023
SET R0025
RST R0024
RST R0026
SET R0016
R0016
24
00200 TON T068
SET R0017
RST R0023
RST R0025


(ต่อ) คำสั่งโซน 2
ทำงานแบบ Auto
[RST R0015][RST R0016]
R0017
25 [00200 TON T069][SET R0015][RST R0017]
R0007 X0007
26 [SET R0018]
[SET R0019]
[RST R0002][RST R0003][RST R0008][RST R0009]
[RST R0010][RST R0012][RST R0013]
[RST R0014][RST R0016][RST R0017]
[RST R0030][RST R0032][RST R0033]
[RST R0034][RST R0036][RST R0037]
[RST R0038][RST R0040][RST R0041]
R0018 R0019
27 [SET R0023]
[SET R0026]
[RST R0024]
คำสั่งโซน 3
ทำงานแบบ Auto
[RST R0025]
[SET R0020]
R0020
28 [00200 TON T070] [SET R0021]
[RST R0023]
[RST R0026]
[RST R0019][RST R0020]
R0021
29 [00200 TON T071][SET R0019][RST R0021]
R0027 X0005 X0006
30 [SET R0030]
[SET R0031]
[RST R0002][RST R0003][RST R0008][RST R0009]
[RST R0010][RST R0012][RST R0013]
[RST R0014][RST R0016][RST R0017]
[RST R0018][RST R0020][RST R0021]
คำสั่งโซน 1,2
ทำงานแบบ Auto


RST R0034 RST R0036 RST R0037
RST R0038 RST R0040 RST R0041
R0030 R0031
31
SET R0032
SET R0023
SET R0024
SET R0025
RST R0026
R0032
32
00200 TON T072
SET R0033
RST R0023
RST R0024
RST R0025
RST R0031 RST R0032
R0033
33
00200 TON T073 SET R0031 RST R0033
(ต่อ) คำสั่งโซน 1,2
ทำงานแบบ Auto
R0028 X0005 X0007
34
SET R0034
SET R0035
RST R0002 RST R0003 RST R0008 RST R0009
RST R0010 RST R0012 RST R0013
RST R0014 RST R0016 RST R0017
RST R0018 RST R0020 RST R0021
RST R0030 RST R0032 RST R0033
RST R0038 RST R0040 RST R0041
R0034 R0035
35
SET R0036
SET R0023
SET R0024
SET R0026
RST R0025
คำสั่งโซน 1,3
ทำงานแบบ Auto


R0036
36 [00200 TON T074] { SET R0037}
{ RST R0023}
{ RST R0024}
{ RST R0026}
{ RST R0035}{ RST R0036}
(ต่อ) คำสั่งโซน 1,3
ทำงานแบบ Auto
R0037
37 [00200 TON T075]{ SET R0035}{ RST R0037}
R0029 X0006 X0007
38 { SET R0038}
{ SET R0039}
{ RST R0002}{ RST R0003}{ RST R0008}{ RST R0009}
{ RST R0010}{ RST R0012}{ RST R0013}
{ RST R0014}{ RST R0016}{ RST R0017}
{ RST R0018}{ RST R0020}{ RST R0021}
{ RST R0030}{ RST R0032}{ RST R0033}
{ RST R0034}{ RST R0036}{ RST R0037}
R0038 R0039
39 { SET R0040}
{ SET R0023}
{ SET R0025}
{ SET R0026}
{ RST R0024}
คำสั่งโซน 2,3
ทำงานแบบ Auto
R0040
40 [00200 TON T076] { SET R0041}
{ RST R0023}
{ RST R0025}
{ RST R0026}
{ RST R0039}{ RST R0040}
R0041
41 [00200 TON T077]{ SET R0039}{ RST R0041}
X0001
42 { RST R0000}{ RST R0001}{ RST R0002}


RST R0023 RST R0024 RST R0025 RST R0026
RST R0003 RST R0008 RST R0009 RST R0010 RST R0012
RST R0013 RST R0014 RST R0016 RST R0017 RST R0018
RST R0020 RST R0021 RST R0030 RST R0032 RST R0033
RST R0034 RST R0036 RST R0037 RST R0038 RST R0040
RST R0041 RST R0005 RST R0006 RST R0007 RST R0027
RST R0028 RST R0029
คำสั่ง Stop
43
END