สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมลานจอดรถ

Parking Lot

โดย

นายขวัญศักดิ์ ธานินทรประชา

นายจักรกฤช ฤกษ์สมบูรณ์ศิริ

หมายเลขหนังสือ 62565
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 19 ส.ค. 2549

b 11626239
i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมลานจอดรถ

ผู้จัดทำ นายขวัญศักดิ์ ธานินทรประชา 45010076
นายจักรกฤช ฤกษ์สมบูรณ์ศิริ 45010095

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ. สุเชียร เกียรติสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมลานจอดรถ

Parking Lot

โดย

นายขวัญศักดิ์ ธานินทรประชา 45010076

นายจักรกฤช ฤกษ์สมบูรณ์ศิริ 45010095

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมลานจอดรถ เพื่อบริการตัวเองนี้มีการติดตั้งหน้าจอ เพื่อให้สะดวกแก่ผู้ที่เข้ามาใช้บริการได้ทราบจำนวนที่ว่างที่สามารถนำรถเข้าจอดได้ภายในลานจอดรถ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้จอดรถไม่เสียเวลาในการหาที่จอดอีกด้วย ในการควบคุมของระบบโดยรวมนั้นจะใช้เครื่อง PLC เป็นหน่วยประมวลผลกลางในการรับค่าต่างๆ ที่ได้รับจากเซนเซอร์ประจำตำแหน่ง เพื่อส่งคำสั่งไปควบคุมระบบเปิด-ปิดทางเข้าออก และอีกส่วนหนึ่งไปแสดงที่หน้าจอเพื่อแจ้งไปยังผู้ที่ต้องการจอดรถให้ทราบข้อมูลที่เกิดขึ้นในตัวลานจอดในเวลาเดียวกัน โดยจะมีการบอกจำนวนเข้าออกของรถยนต์และจำนวนของรถยนต์ที่ยังคงเหลืออยู่ในลาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมลานจอดรถ

Parking Lot

โดย

นายขวัญศักดิ์ ธานินทรประชา 45010076

นายจักรกฤช ฤกษ์สมบูรณ์ศิริ 45010095

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร

Abstract

This self-service parking system is installed a monitor display which is comfortable for the users to know the information in advance. Therefore, the users can park cars faster and does not waste much time to find parking space. In the main part of this project, Programmable Logic Control has been used for gathering all data from the sensors in order to send commands to control the obstruction bars at the gateways, and informs the information in the car park to the users. In Addition, it also lets you know a number of cars which come in and out and totally cars in the parking lot on the monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลืออย่างล้นเหลือของอาจารย์และบุคคลหลายท่าน

ขอขอบคุณ รศ.สุเชียร เกียรติสุนทร ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางและวิธีการที่ทำให้การทำโครงงานและปริญญานิพนธ์ สามารถสำเร็จลุล่วงได้อย่างดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสำหรับประสบการณ์ความรู้ต่างๆ ตลอดระยะเวลาสี่ปี

ขอขอบคุณคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัวที่คอยห่วงใยเอาใจใส่และคอยดูแลตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เสมอมา

คณะผู้จัดทำ

นายขวัญศักดิ์ ธานินทรประชา

นายจักรกฤช ฤกษ์สมบูรณ์ศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญภาพ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 ระบบ PLC (Programmable Logic Control)	3
2.2 โครงสร้างของ PLC	3
2.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)	3
2.2.2 หน่วยความจำ (Memory)	4
2.2.3 ส่วนของอินพุตและเอาท์พุต (Input/Output: I/O)	5
2.2.4 เครื่องป้อนโปรแกรม (Programmable Device)	5
2.3 การทำงานของ PLC	6
2.3.1 หลักการทำงานของ PLC	7
2.3.2 การประมวลผลข้อมูลของ PLC	8
2.3.3 ระบบ BCD (Binary Code Decimal)	9
2.3.4 วงจรตรรก (ลอจิก)	10
2.4 Ladder Diagrams	11
2.5 Bit Control Instructions	13
2.5.1 คำสั่ง Timer-TIM	13
2.5.2 คำสั่ง Counter-CNTR(12)	14
2.5.3 BCD SUBTRACT - SUB(31)	15
2.5.4 คำสั่ง Compare – CMP	15
2.6 การติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC และคอมพิวเตอร์	16
2.6.1 Host Link Communication	16
2.6.2 Frame Transmission and Reception	17
2.6.3 Command and Response Formats	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 FCS (Frame Check Sequence) 20
2.7 อุปกรณ์และพอร์ตรับส่งสัญญาณ 20
2.7.1 อินพุตโมดูล (Input Module) 20
2.72 อินพุตโมดูลสำหรับสัญญาณลอจิก 20
2.73 หน่วยเอาท์พุตโมดูล (Output Module) 21
2.7.4 เอาท์พุตโมดูลแบบลอจิก (Logic Output Module) 22
2.7.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (RS-232) 23
2.7.6 คุณสมบัติทาง Mechanic ของ RS-232 24
2.7.7 LDR 24
2.7.8 LED 25
2.7.9 Relay 26
2.8 การออกแบบและการทำงานของ LDR Sensor 26
2.9 หลักการทำงานของชุดเปิดปิดอัตโนมัติ 27
2.10 Microsoft Visual Basic6.0 27
2.10.1 องค์ประกอบต่างๆ ของ Visual Basic 6.0 28
2.10.2 รูปแบบของแอพพลิเคชัน 29
2.10.3 การเขียนโปรแกรมแบบ Event-Driven 30
2.10.4 ลักษณะของออบเจ็กต์ 31
2.10.5 การกำหนดพรีอพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต์ 31
2.10.6 การกำหนดพรีอพเพอร์ตี้ด้วยการเขียนโปรแกรม 33
2.10.7 การเรียกใช้เมธอดของออบเจ็กต์ 33
2.10.8 การจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น 33
2.10.9 รูปแบบการควบคุมการทำงานของโปรแกรม 34
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 36
3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 36
3.2 ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ 36
3.3 หลักการทำงานของแลดเดอร์ 41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 43
4.1 การทดลองที่ 1 43
4.2 การทดลองที่ 2 44
4.4 การทดลองที่ 4 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 46
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 49
5.1 สรุปผลการทดลอง 47
5.2 อุปสรรคและการแก้ไข 47
ภาคผนวก 48
บรรณานุกรม 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของ CPU	4
2.2 เครื่องป้อนโปรแกรมของ OMRON	6
2.3 รอบเวลาการทำงานของ PLC	8
2.4 สัญญาณดิจิตอล	9
2.5 ตารางเปรียบเทียบของระบบ BCD	10
2.6 ตัวอย่างการแปลงเลขฐานสิบเป็น BCD	10
2.7 ตัวอย่างของแลดเดอร์ไดอะแกรม	11
2.8 สัญญาณดิจิตอลของไทม์เมอร์	13
2.9 ภาพแสดงการติดต่อสื่อสารของ PLC กับ PC	17
2.10 การถ่ายทอดข้อมูลของเฟรม	18
2.11 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลอินพุทแบบลอจิก	21
2.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลเอ้าท์พุทแบบลอจิก	22
2.13 ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างระบบ PLC กับคอมพิวเตอร์	23
2.14 โครงสร้าง LDR	25
2.15 ภาพแสดงการติดตั้งเซนเซอร์	26
2.16 ชุดเปิด-ปิดทางเข้าออก	27
2.17 องค์ประกอบสำคัญต่างๆของ Visual Basic	28
2.18 ไดอะล็อก	29
2.19 ชนิดของแอพพลิเคชัน	30
2.20 ตัวอย่างการแอพพลิเคชันแบบ Event-Driven	30
2.21 พร็อพเพอร์ตี้ที่แสดงใน Properties window และ แบบต่างๆ	31
2.22 แสดงการกำหนดค่าพร็อพเพอร์ตี้แบบต่างๆ	32
2.23 การกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ด้วยการเขียนโปรแกรม	33
2.24 ตัวอย่างการเรียกใช้เมธอด	33
2.25 เลือกอีเวนต์จาก Code Window	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป **หน้า**

4.1 ภาพแสดงเหตุการณ์รถเข้าจอดในลานจอดรถ 43
4.2 ภาพแสดงเหตุการณ์รถเข้าจอดในลานจอดรถ 43
4.3 ภาพแสดงเหตุการณ์เมื่อมีรถจอด ณ ช่องจอดตำแหน่งต่างๆ 44
4.4 ภาพแสดงเหตุการณ์เมื่อมีรถจอด ณ ช่องจอดตำแหน่งต่างๆ 44
4.5 ภาพแสดงเหตุการณ์กรณีที่ลานจอดรถเต็ม 45
4.6 ภาพแสดงเหตุการณ์กรณีที่ลานจอดรถเต็ม 45
4.7 ภาพแสดงเหตุการณ์ที่รถออกจากลานจอด 46
4.8 ภาพแสดงเหตุการณ์ที่รถออกจากลานจอด 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

จากแนวความคิดที่มีความต้องการจะเพิ่มความสะดวกสบายในการหาที่จอดรถในชีวิตประจำ วัน เนื่องจากว่าบางทีการจอดรถอาจจะสร้างปัญหาให้กับผู้คนได้เช่น เหตุการณ์ที่มักจะเป็นปัญหาในการหาที่จอดรถที่พบเห็นได้ตามลานจอดรถทั่วๆไปคือ การเสียเวลาในการหาที่จอดรถโดยที่ไม่สามารถรู้ได้ว่ายังมีที่ว่างสำหรับจอดรถได้อยู่หรือไม่ จึงได้มีความคิดริเริ่มที่จะทำโครงงานชิ้นนี้ขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการจอดรถให้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นในการหาที่จอดรถ
2. ช่วยประหยัดเวลาในการหาช่องจอดรถ
3. เป็นการนำเครื่องพีแอลซี(PLC) มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

1.3 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ

ในความเป็นจริงนั้นการศึกษาอย่างเดียวนั้นอาจจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ใดๆขึ้นมา หากผู้ที่ศึกษานั้นไม่ได้นำความคิดที่ได้จากการศึกษามาใช้ประโยชน์ให้เกิดขึ้น ซึ่งในโครงงานชิ้นนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ขึ้นมากมายนักทั้งในทางตรงและทางอ้อมโดยในภาพรวมนั้นประโยชน์ที่ได้รับคือ

1. เข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องPLC อย่างลึกซึ้งซึ่งคาดว่าจะทำให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างดี
2. รู้จักสร้างแนวความคิดที่จะนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในชั้นเรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์
3. เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อสร้างโครงงานชิ้นใหม่ให้ดียิ่งขึ้น

1.4 วิธีดำเนินงาน

โครงงานนี้เริ่มต้นจากการศึกษาและวางแผนเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆของชิ้นงาน โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำต่างๆ แล้วจึงเริ่มทำการศึกษาหลักการทำงานขั้นต้นของเครื่องPLC ทั้งหมดเพื่อให้เข้าใจกระบวนการการทำงานเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลนั้นมาใช้ประยุกต์และออกแบบการทำงานของระบบควบคุมนี้ได้ จากนั้นเริ่มเขียนภาษาแลดเดอร์ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาที่ใช้ในการออกคำสั่งให้กับเครื่อง PLC เป็นขั้นแรก แล้วจึงทำการออกแบบแบบจำลองของระบบลานจอดรถพร้อมกับศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic6.0 ในการสร้างภาพเหตุการณ์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ระบบ PLC (Programmable Logic Control)

เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิกซึ่งการทำงานของเครื่อง PLC นั้นจะคล้ายกับหลักการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องPLC นั้นถูกคิดค้นขึ้นเพื่อทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าซึ่งประกอบด้วยรีเลย์จำนวนมากทำให้ยากแก่การควบคุมและแก้ไขข้อผิดพลาด การควบคุมของ PLC สามารถทำได้โดยการโยงสายไปมาระหว่างอินพุท รีเลย์และเอาท์พุท โดยให้สัมพันธ์กันกับระบบควบคุมที่ต้องการ ซึ่งPLC จะสามารถตอบสนองการใช้งานได้จากการป้อนโปรแกรมเข้าไปเท่านั้น จึงจะเห็นได้ว่าการทำงานของ PLCนั้นมีความสะดวกรวดเร็วและเหมาะสมมากกว่าทั้งทางด้านการควบคุมและการแก้ไขข้อผิดพลาด ซึ่งถ้าเป็นระบบแบบเก่าเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจะต้องทำการโยงสายสัญญาณใหม่ทั้งหมดซึ่งจะเห็นว่าทำได้ยุ่งยากมากกว่าแค่ PLC นั้นจะมีกลไกเชื่อมโยงสายและสับเปลี่ยนคอนแทค(Contact) ภายในตัวเองโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจดูวงจรได้ง่ายกว่าเพียงแค่เรียกโปรแกรมมาดูเท่านั้นและการทำงานโดยรวมก็จะมีความน่าเชื่อมากกว่าอีกทั้งยังประหยัดพื้นที่และสามารถเก็บข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ในภายหลังได้ด้วย

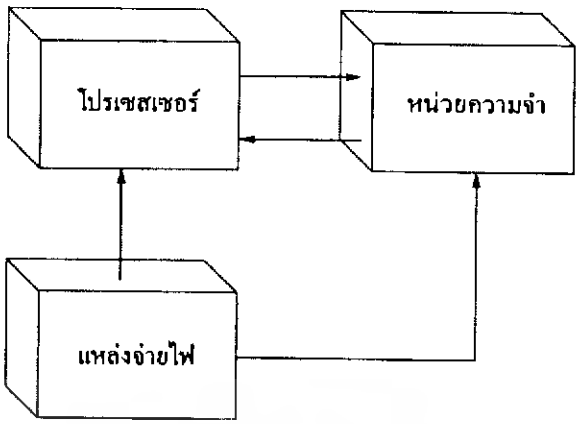
2.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรม โดยสามารถสั่งงานได้ด้วยการป้อนคำสั่งลงไปเท่านั้น โดย PLC จะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลและส่งข้อมูลนั้นผ่านทางอินพุตและเอาท์พุตของโครงสร้างของ PLC จะประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ ส่วนของอินพุตและเอาท์พุต และเครื่องป้อนโปรแกรม

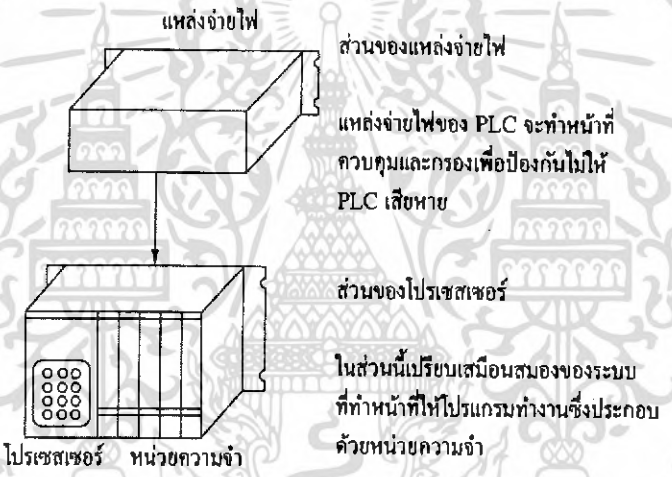
2.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบภายในซึ่งจะทำหน้าที่ตัดสินใจและควบคุมการทำงานทั้งหมดของ PLC โดยจะรับค่าสภาวะต่างๆของเครื่องจักรหรือจากกระบวนการผลิตผ่านทางหน่วยอินพุทแล้วนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อนำมาประมวลผลตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ แล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ส่งออกไปควบคุมเครื่องจักรผ่านทางหน่วยเอาท์พุท โดยช่วงเวลาการทำงานทั้งหมดนี้เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของ CPU

2.2.2 หน่วยความจำ (Memory)

PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ PLC ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้จะไม่สามารถลบโปรแกรมออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RAM (Random access Memory)

หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่าย จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนนานๆ มีข้อดีตรงที่เมื่อเกิดไฟดับข้อมูลจะไม่สูญหายจึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้โปรแกรมพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม แต่ใช้วิธีทางไฟฟ้าเหมือนหน่วยความจำชนิด RAM ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไว้สำหรับไฟดับ จึงมีราคาแพงกว่าแต่รวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เข้าไว้ด้วยกัน

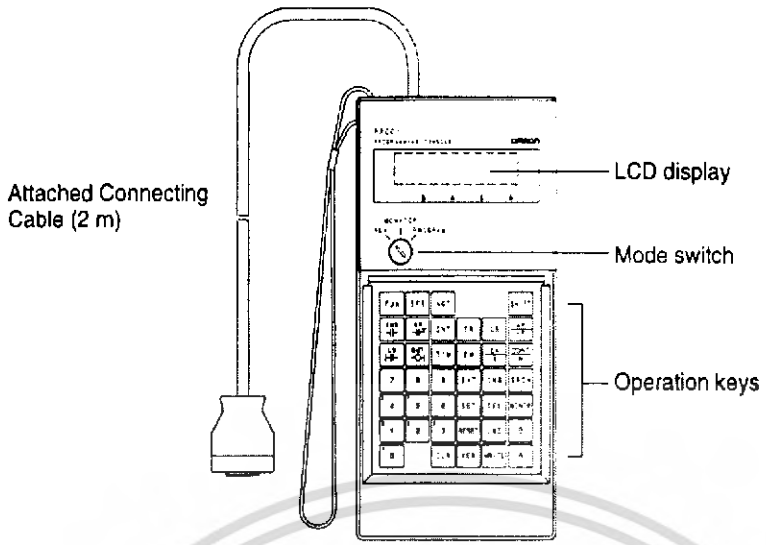
2.2.3 ส่วนของอินพุตและเอาท์พุต (Input/Output: I/O)

อินพุต/เอาท์พุตทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับเครื่องจักร โดยหน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตแบบต่างๆจากภายนอก เช่น สวิตซ์ เซนเซอร์ สัญญาณอนาล็อก (Analog) แล้วนำสัญญาณที่ได้มาปรับให้เหมาะสมกับ PLC ส่วนเอาท์พุททำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมเครื่องจักรต่างๆ เช่น มอเตอร์วาล์ว LED เป็นต้น

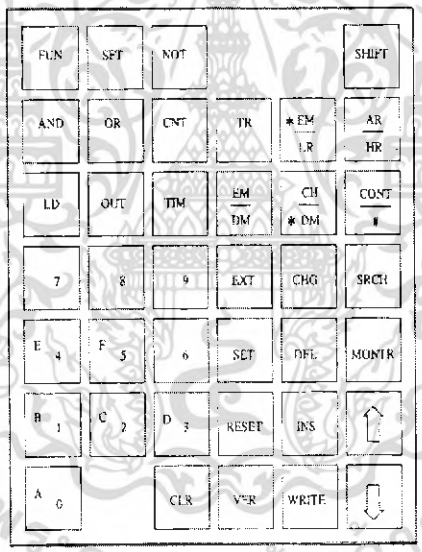
2.2.4 เครื่องป้อนโปรแกรม (Programmable Device)

หน้าที่ของเครื่องป้อนโปรแกรมคือเป็นตัวควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC แล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่อง PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.2 เครื่องป้อนโปรแกรมของ OMRON

2.3 การทำงานของ PLC

เครื่องจักรที่ควบคุมด้วย PLC จะมีความสามารถเขียนโปรแกรมทำงานของเครื่องจักร และมีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรม เช่น การเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมก็สามารถกระทำได้ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงมีไทเมอร์ (Timer) เคาน์เตอร์ (Counter) หรือคำสั่งพิเศษต่างๆเช่น MOV Data และอื่นๆอีกมากมายเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก ไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์โซลีนอยด์ หลอดไฟเป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน หรืออาจจะติดต่อกับจอชนิดสัมผัส เพื่ออำนวยความสะดวกต่อสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาท์พุต ยิ่งไปกว่านั้นการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม PLC อีกทีหนึ่งซึ่งจะทำให้ขีดความสามารถในการควบคุมสูงขึ้นอีก

2.3.1 หลักการทำงานของ PLC

หลักการทำงานของ PLC คือ เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของหน่วยความจำ (หน้าคอนแทคที่ต่อกัน เรียกว่า ลอจิก 1 ส่วนคอนแทคที่ไม่ต่อกัน เรียกว่า ลอจิก 0) หลังจากนั้นแลดเดอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทคภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิดหรือปิดขึ้น อยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาท์พุต ค่าของลอจิกต้องเป็นเลข 1 ซึ่งหมายถึง ชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface) ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์มีค่าเป็นลอจิกเลข 0 และโมดูลอินเตอร์เฟสไม่ต่อกัน

การทำงานของ PLC เมื่อครบรอบ 1 รอบเวลาของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Time คือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการทำงานของ PLC 1 สแกน ใช้เวลาประมาณ 1-100 มิลลิวินาที ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุตกับเอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 รอบเวลาการทำงานของ PLC

2.3.2 การประมวลผลข้อมูลของ PLC

PLC ใช้เลขฐานสองในการประมวลผลข้อมูลและใช้เลขฐานสิบในการติดต่อกับผู้ใช้งาน PLC และคอมพิวเตอร์ใช้ระบบเลขฐานสองในการประมวลผลเพราะการสร้างวงจรลอจิกหรือวงจรในระบบอิเล็กทรอนิกส์มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 สภาวะนั้นทำได้ง่ายกว่าการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสัญญาณหลายระดับหรือหลายสภาวะ ตัวอย่างเช่น สัญญาณระดับ 5 โวลต์ DC จะมีสภาวะเป็น "1" และสัญญาณระดับ 0 จะมีสภาวะเป็น "0"

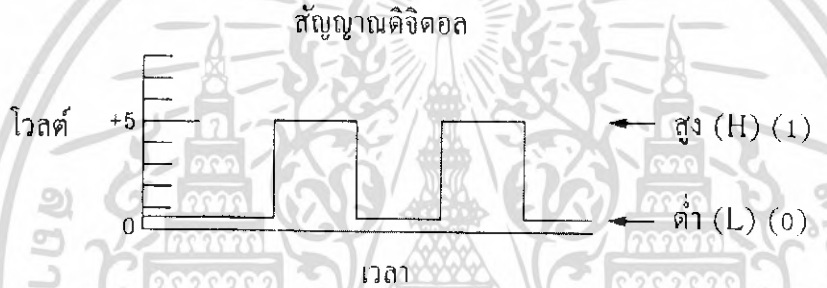
เลขฐานสิบ

การแสดงการคำนวณเพื่อหาค่าของเลขฐานสิบ ทำได้โดยการคูณแต่ละดิจิต (Digit) ด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) ในแต่ละตำแหน่ง (Position) แล้วรวมกันเป็นผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขฐานสอง

ไบนารี่ (Binary) คือ เลขฐานสองที่มีดิจิตเป็นค่า 0 และ 1 ถ้าเป็นวงจรดิจิตอลก็จะมีโวลเทจ 2 ระดับเช่น 0 โวลต์ หรือ 5 โวลต์ เป็นต้นน้ำหนักของแต่ละหลักคือ 1 2 4 8 และ 16 โดยแต่ละดิจิตอลของเลขฐานสองเรียกว่า บิต(Bit) ใน PLC มีโพรเซสเซอร์-เมโมรี่(Processcer Memory) ซึ่งประกอบด้วย จำนวนหนึ่งร้อยหรือหนึ่งพันโลเกชั่น(Location) แต่ละโลเกชั่น(Location) หรือรีจิสเตอร์(Register) อ้างถึงเวิร์ดแต่ละเวิร์ดสามารถเก็บข้อมูลในรูปของไบนารี่ ดิจิต หรือบิต จำนวนของบิตที่ให้เวิร์ดเก็บข้อมูลได้นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของ PLC ที่ใช้ เช่น ขนาดทั่วๆไปคือแปดบิตและสิบหกบิตเป็นต้น สามารถรวมบิดให้เป็นกรุ๊ปเรียกว่า ไบต์(Bite) โดยปกติแล้วกรุ๊ปของ 8 บิต คือ 1 ไบต์ และกรุ๊ปของ 1 หรือมากกว่าไบต์ เรียกว่า เวิร์ด(Word)



รูปที่ 2.4 สัญญาณดิจิตอล

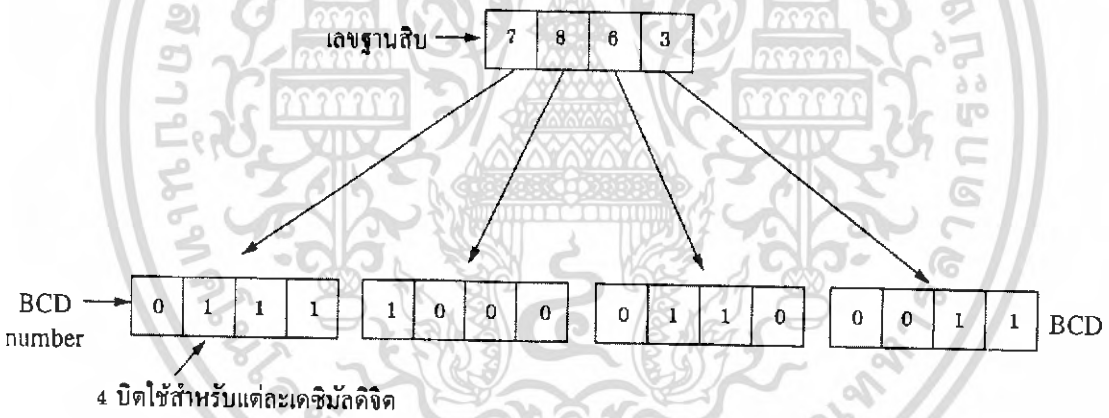
2.3.3 ระบบ BCD (Binary Code Decimal)

กระบวนการในการรับส่งข้อมูลของ PLC จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้นในกรณีที่ต้องใช้จำนวนอินพุตจาก PLC จำนวนมากๆจึงจำเป็นต้องใช้ระบบ BCD แทนค่าของเลขฐานสิบคือใช้เลขฐานสองจำนวน 4 บิต แทนตัวเลข 1 ถึง 9 เช่น 0001 คือ 1 , 0100 คือ 4 ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขฐานสิบ	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

รูปที่ 2.5 ตารางเปรียบเทียบของระบบ BCD



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการแปลงเลขฐานสิบเป็น BCD

2.3.4 วงจรตรรก (ลอจิก)

เมื่อได้ทราบหลักการของเลขฐานต่างๆแล้ว หลักการทำงานของ PLC ก็ยังใช้วงจรตรรก (ลอจิก) เพื่อให้เกิดสัญญาณเอาท์พุตที่มีเงื่อนไขชนิดต่างๆหลักการของวงจรตรรกมีดังต่อไปนี้

วงจรตรรก หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบรีเลย์ที่มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 สภาวะเท่านั้น PLC ใช้สัญญาณไฟฟ้า 2 ระดับ แทน 2 เหตุการณ์ที่

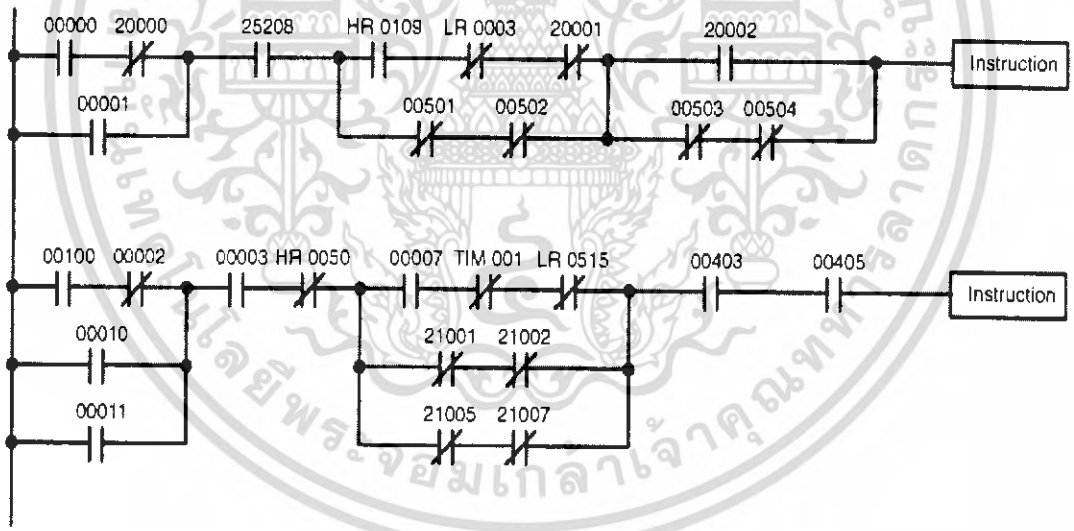
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกันเช่น ลอจิกแบบบวกจะใช้สัญญาณไฟฟ้าในระดับสูงแทนสภาวะลอจิก "1" และลอจิกแบบลบจะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำแทนสภาวะลอจิก "0"

สภาวะทางลอจิก คือสภาวะ "1" หรือ "0" ใช้แทนการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลง 2 สภาวะ ระบบควบคุมที่ใช้ระบบรีเลย์ และ PLC จะนำเอาสภาวะของอุปกรณ์เหล่านี้มาปฏิบัติลอจิกด้วยกัน เพื่อให้เข้ากันกับเงื่อนไขของการควบคุม ปฏิบัติการลอจิกประกอบด้วย AND OR และ NOT เพื่อทำให้สภาวะอินพุตต่างๆ เช่น A,B ทำให้เกิดเอาท์พุต X เป็นต้น

2.4 Ladder Diagrams

แลดเดอร์ไดอะแกรมนั้นประกอบด้วยเส้นหนึ่งเส้นวิ่งตรงลงยาวลงไปอยู่ทางด้านซ้ายมือกับเส้นทางขวามือที่แตกกิ่งก้านสาขาออกไป โดยตลอดแนวโครงสร้างของเส้นทางด้านขวามือนี้จะถูกวางไว้ด้วยเงื่อนไขต่างๆ ที่จะนำคำสั่งที่ต้องการนั้นไปสู่ทางด้านปลายสุดของทางด้านขวา การผสมผสานกันตามเงื่อนไขของตรรกศาสตร์เหล่านี้จะเป็นตัวตัดสินว่า ทำไมและอย่างไรคำสั่งที่ปลายทางทางขวามือนั้นจึงจะตรงตามเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้



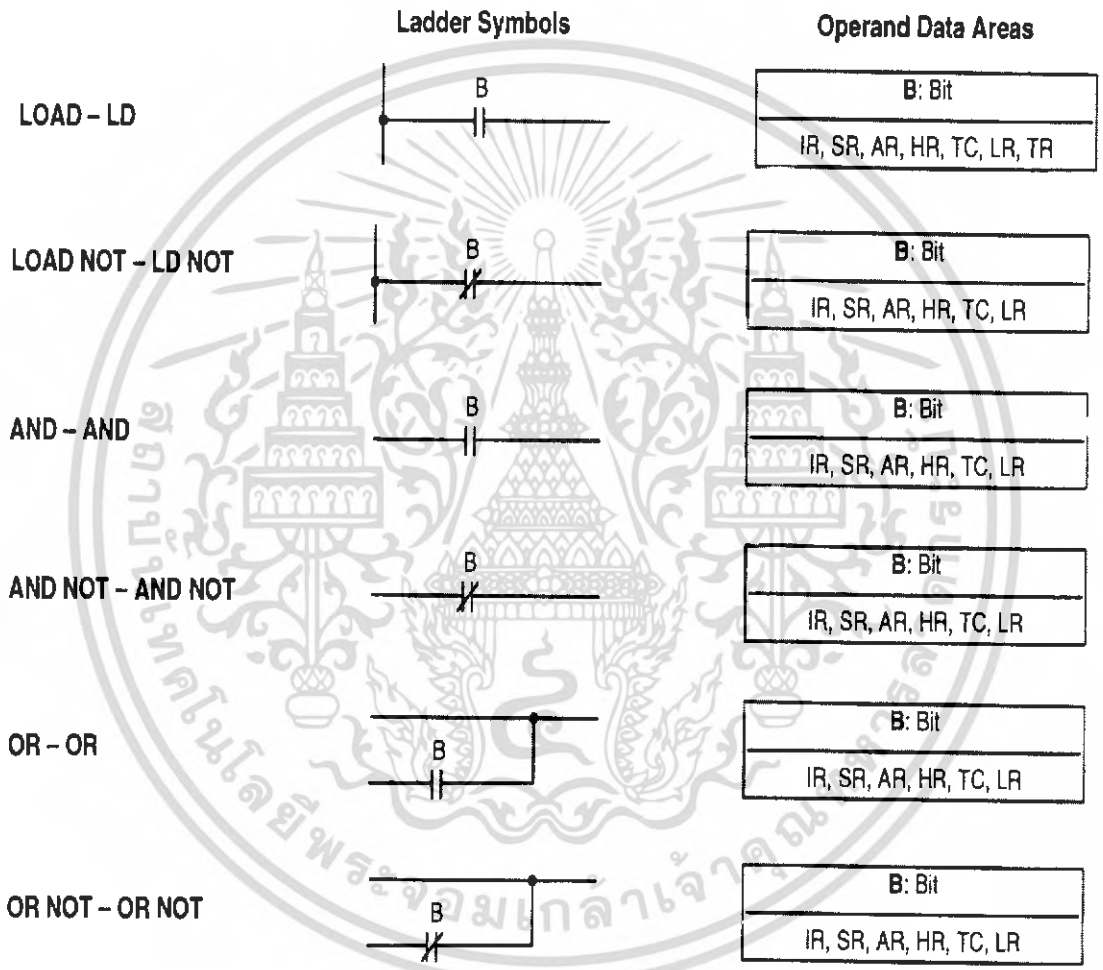
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จะเห็นได้จากไดอะแกรมข้างบนว่า เส้นคำสั่งสามารถที่จะแตกแขนงออกไปและกลับมาเข้ากับรวมกับเส้นหลักได้ใหม่อีกครั้ง คู่ของเส้นที่ดิ่งลงมาจะถูกเรียกว่า ตัวเงื่อนไข โดยตัวเงื่อนไขที่ไม่มีเส้นทแยงขวางไว้จะเรียกว่า Normally Open และจะทำงานร่วมกันด้วยคำสั่ง LOAD, AND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ OR สำหรับตัวเงื่อนไขที่มีเส้นทแยงมุมตัดขวางจะเรียกว่า Normally Closed และจะทำงานร่วมกันด้วยคำสั่ง LOAD NOT, AND NOT และ OR NOT ส่วนจำนวนเลขที่อยู่ข้างบนของแต่ละเงื่อนไขนั้นจะแสดงถึงบิตที่ใช้ในการคิดคำนวณของคำสั่ง โดยสถานะของบิตที่เกี่ยวข้องกับแต่ละเงื่อนไขจะเป็นตัวตัดสินว่าเงื่อนไขนั้น ถูกต้องตรงตามคำสั่งหรือไม่

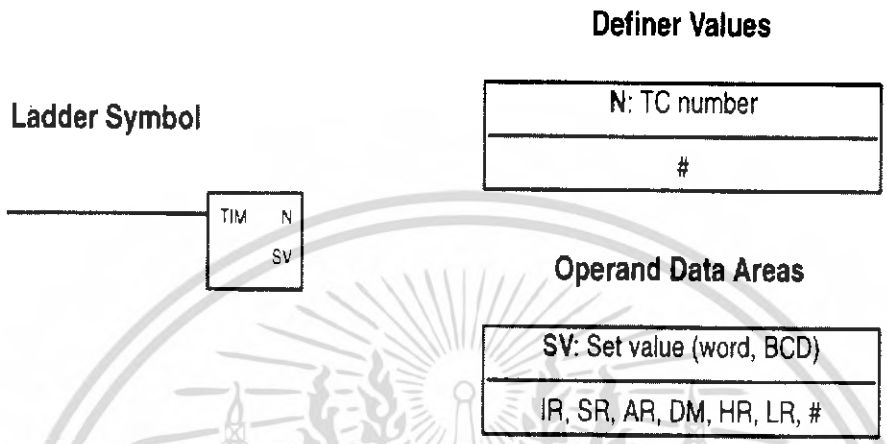
2.4.1 Ladder Insrtuctions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Bit Control Instructions

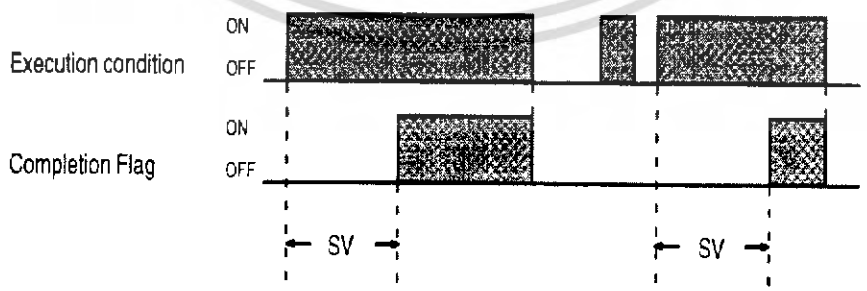
2.5.1 คำสั่ง Timer-TIM



N = จำนวนไทม์เมอร์ (ใช้ได้ตั้งแต่หมายเลข 000-127)

SV = Set Value สามารถตั้งค่าได้อยู่ระหว่าง 000.0และ 999.9 โดยจะไม่มีการนับจุดทศนิยมรวมไปด้วย

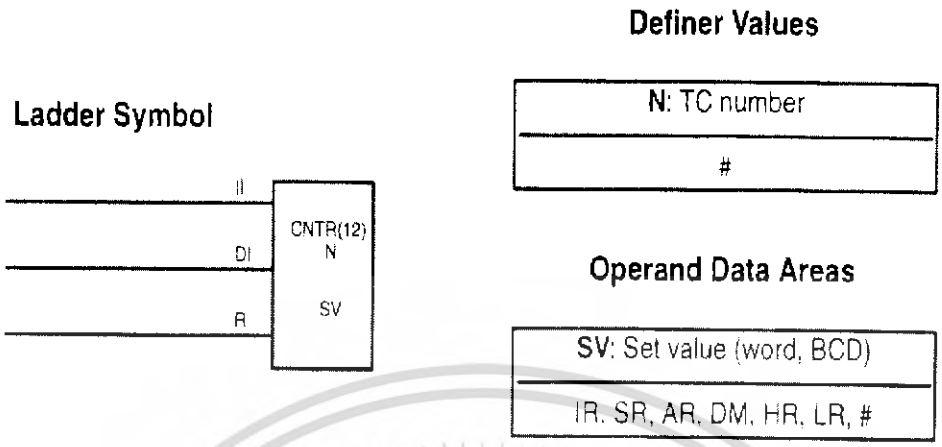
ไทม์เมอร์จะทำงานต่อเมื่อเงื่อนไขของการปฏิบัติงานมีสภาวะเป็น "ON" และจะหยุดทำงานเมื่อเงื่อนไขของการปฏิบัติงานมีสภาวะเป็น "OFF" แต่ถ้าเงื่อนไขของการปฏิบัติงานนั้นยังคงสภาวะเป็น "ON" อยู่นานเพียงพอที่จะทำให้ไทม์เมอร์นับลงจนเป็น 0 อีกครั้ง เอาท์พุตจะคงสภาวะเป็น "ON" อยู่จนกว่าเวลาที่ตั้งเอาไว้จะหมดหรือจนกว่าไทม์เมอร์จะถูกรีเซท (Reset)



รูปที่ 2.8 สัญญาณดิจิตอลของไทม์เมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 คำสั่ง Counter-CNTR(12)



N = จำนวนหมายเลขของเคาร์เตอร์

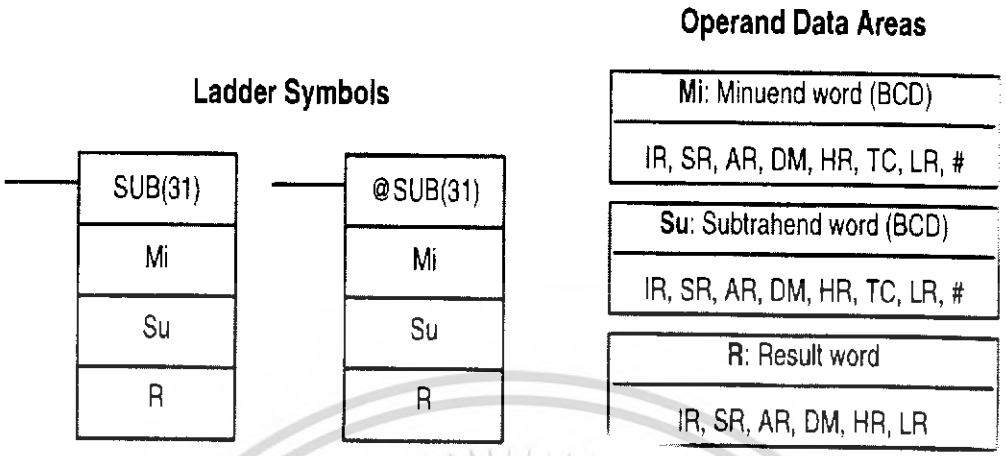
SV = เป็น Set Value สามารถตั้งค่านับได้ 9999 ครั้ง หรือจะตั้งค่าเป็น word ก็ได้

CNTR(12) เป็นคำสั่งของเคาเตอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถจะนับย้อนหลังได้ทั้งลงและขึ้น มักที่จะถูกนำมาใช้ระหว่าง 0 และ Set Value เพื่อที่จะเปลี่ยนเงื่อนไขของการปฏิบัติงานให้นับอินพุตได้ทั้งลงและขึ้น

PV (Present Value) จะเพิ่มขึ้นเมื่อไหร่ก็ตามที่คำสั่ง CNTR(12) ยังคงทำงานอยู่และมีสภาวะเป็น "ON" โดยมีเงื่อนไขของการปฏิบัติการสำหรับ II ว่าเงื่อนไขของการปฏิบัติงานครั้งก่อนมีต้องมีสภาวะเป็น "OFF" และ PV (Present Value) จะมีการนับลงโดยเมื่อไหร่ก็ตามที่คำสั่ง CNTR(12) ยังคงทำงานอยู่และมีสภาวะเป็น "ON" โดยมีเงื่อนไขของการปฏิบัติการสำหรับ DI ว่าเงื่อนไขของการปฏิบัติงานครั้งก่อนมีต้องมีสภาวะเป็น "OFF" ถ้าสภาวะ "OFF" เปลี่ยนไปเป็นสภาวะ "ON" เกิดขึ้นพร้อมกันทั้ง II และ DI ตั้งแต่การทำงานครั้งสุดท้าย PV (Present Value) จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลง

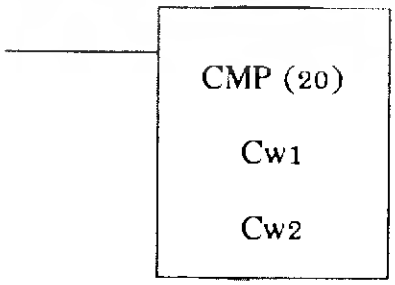
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 BCD SUBTRACT - SUB(31)



เมื่อเงื่อนไขการปฏิบัติงานมีสภาวะเป็น "OFF" แล้ว SUB(31)จะไม่ปฏิบัติงาน แต่เมื่อเงื่อนไขการปฏิบัติงานมีสภาวะเป็น "ON" SUB(31) จะทำงาน โดยคำสั่งนี้จะทำการลบค่าของ Su และ CY (Carry Flag) จาก Mi และนำค่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาใส่ไว้ใน R โดย CY (Carry Flag) คือค่าเครื่องหมายลบของผลลัพธ์ที่เป็นลบเท่านั้นจากตัวอย่างในรูปภาพข้างล่าง ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็นบวกค่าของ CY คือ ไม่มีหรือ 0

2.5.4 คำสั่ง Compare – CMP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CW1 = First Compare Word (หรือค่าคงที่)

CW2 = Second Compare Word (หรือค่าคงที่)

เมื่อคำสั่งนี้ทำงานค่าของ CW1และCW2 จะถูกเปรียบเทียบกัน โดยมีสภาวะ(Condition) ทำงานดังต่อไปนี้

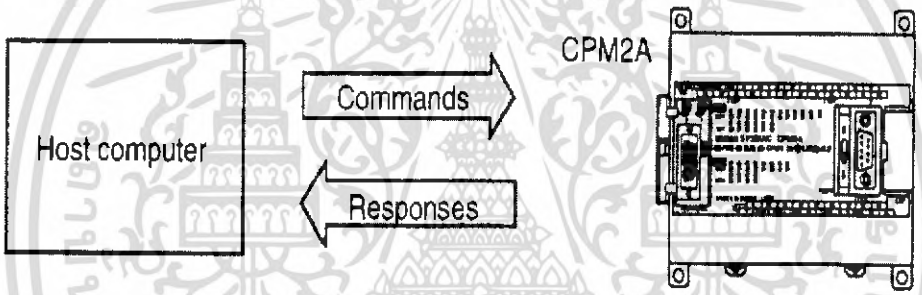
GR flag (SR 25505) จะ "ON" ถ้า CW1 > CW2

EQ flag (SR 25506) จะ "ON" ถ้า CW1 = CW2

LE flag (SR 25507) จะ "ON" ถ้า CW1 < CW2

2.6 การติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC และคอมพิวเตอร์

2.6.1 Host Link Communication

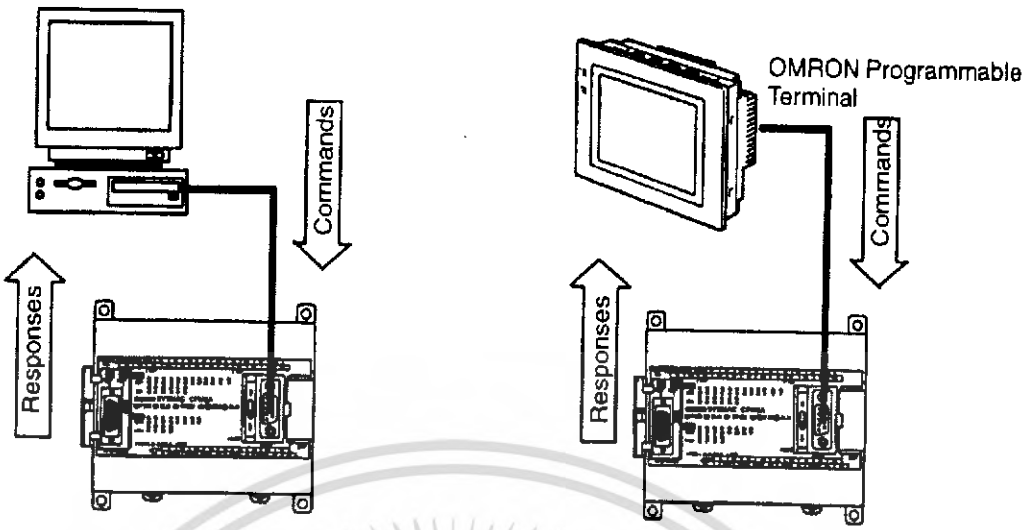


(ก)

การติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกกับเครื่อง PLC จะคล้ายกับการสนทนาพูดคุยชนิดหนึ่งด้วยข้อตกลงของการติดต่อสื่อสารที่ได้ตกลงกันไว้แล้ว โดยในแต่ละครั้งที่ผลตอบสนองถูกส่งกลับไปเป็นคำสั่งนั้น PLC จะสามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ได้ อีกทั้งยังสามารถควบคุมกระบวนการทำงานของคอมพิวเตอร์ได้ในบางส่วนอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



(ข)

รูปที่ 2.9 ภาพแสดงการติดต่อสื่อสารของ PLC กับ PC

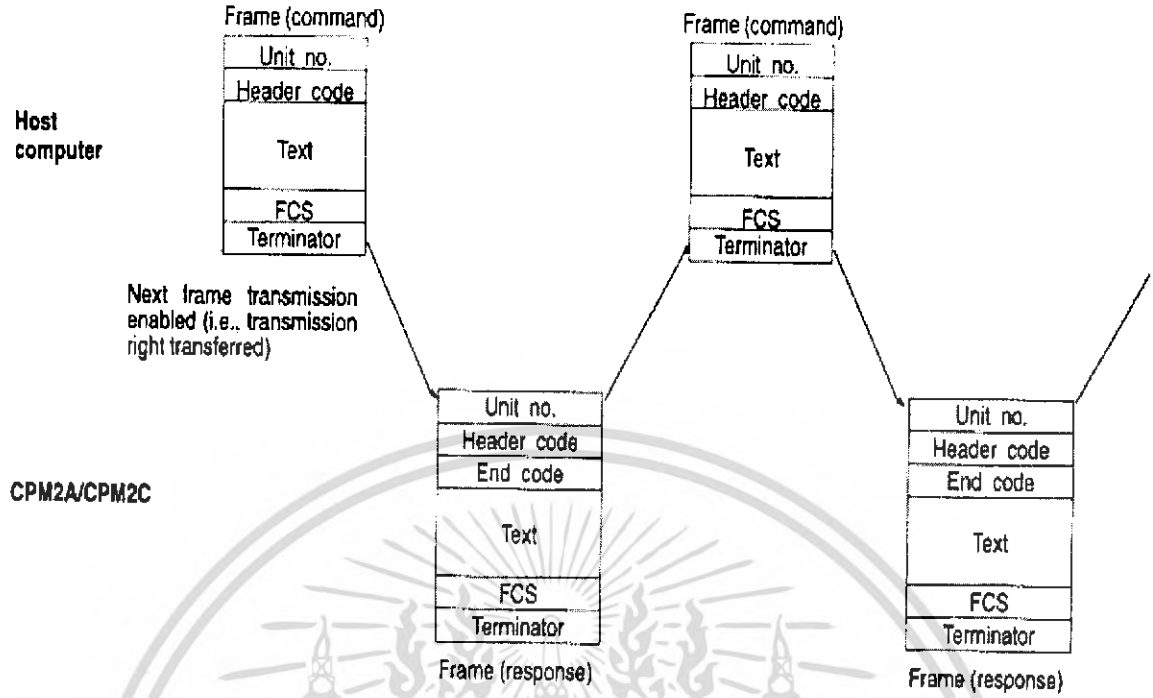
2.6.2 Frame Transmission and Reception

ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก โดยปกติแล้วคอมพิวเตอร์จะมีการถ่ายทอดคำสั่งแรกออกไปก่อนและจากนั้นจึงเริ่มที่จะทำการติดต่อสื่อสารกับ PLC โดย PLC จะทำการตอบรับด้วยการส่งสัญญาณตอบสนองออกมาโดยอัตโนมัติในทันที

คำสั่งและผลตอบสนองนั้นจะถูกสับเปลี่ยนไปมาเหมือนในที่ตัวอย่างที่แสดงอยู่ในที่รูป 2.9 จะเห็นได้ว่า บล็อกของข้อมูลที่ถูกถ่ายทอดออกมาเป็นบล็อกๆเดียวนั้น จะเรียกว่า "เฟรม" โดยในเฟรมๆเดียวนั้น จะสามารถเก็บข้อมูลอยู่ข้างในได้มากที่สุดถึง 131 คาแรคเตอร์ริสติกส์ (Characteristics) ปกติแล้วการส่งข้อมูลในเฟรมแต่ละครั้งออกไปนั้นจึงจะเรียกได้ว่าเป็นการถ่ายทอดข้อมูลที่สมบูรณ์และถูกต้อง โดยการรับและการส่งข้อมูลที่สมบูรณ์นั้นจะเกิดขึ้นระหว่างการติดต่อสื่อสารของคอมพิวเตอร์และ PLC ในแต่ละครั้งที่เฟรมถูกถ่ายทอดออกไป

ในการถ่ายทอดข้อมูลของการติดต่อสื่อสารนั้นข้อมูลที่ถูกส่งจากหน่วยส่งข้อมูลไปยังหน่วยรับข้อมูลจะมีการยุติหรือจบกระบวนการ ต่อเมื่อตัวยุติหรือรหัสที่ปิดท้ายคำสั่งหรือผลตอบสนองถูกส่งไปยังเป้าหมายเรียบร้อยแล้ว

62565
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



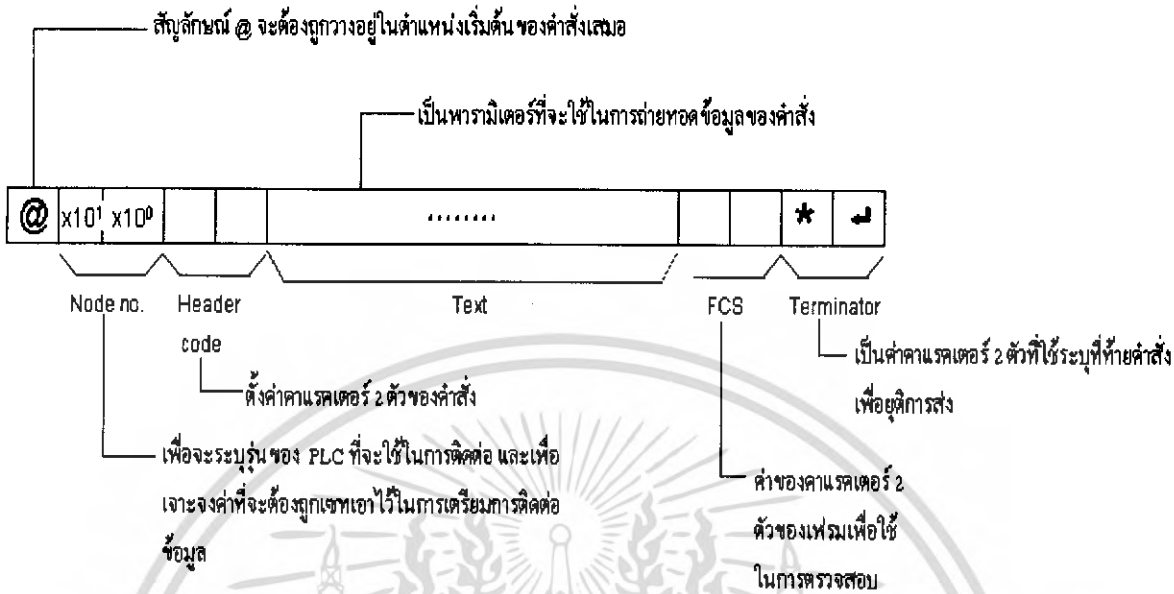
รูปที่ 2.10 การถ่ายทอดข้อมูลของเฟรม

2.6.3 Command and Response Formats

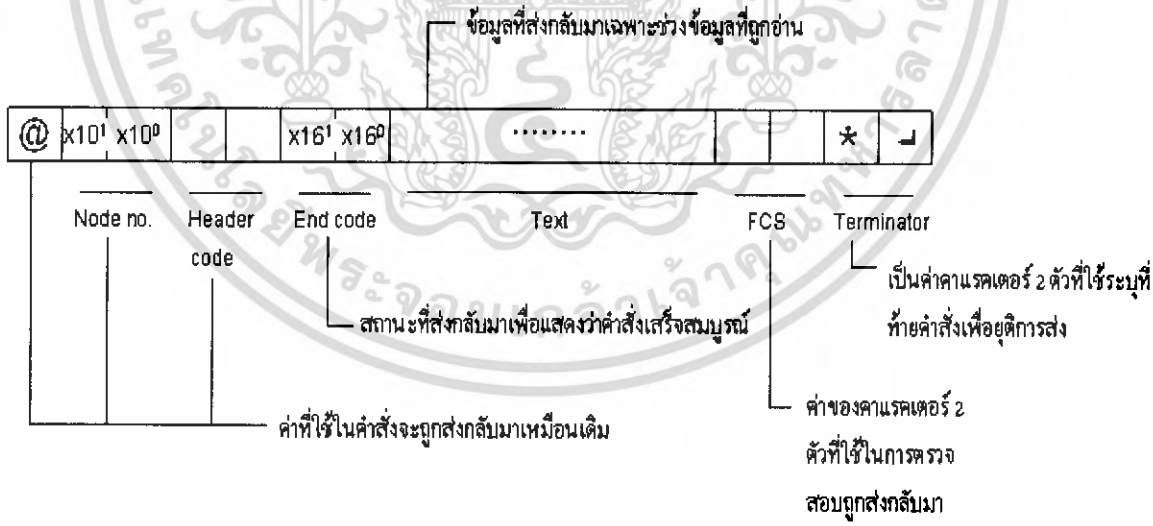
ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายรูปแบบของตัวคำสั่งและผลตอบสนองที่จะถูกแลกเปลี่ยนไปมาระหว่างการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่าง PLC และคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 FCS (Frame Check Sequence)

เมื่อเฟรมถูกถ่ายทอดข้อมูล FCS จะถูกวางไว้ที่ตำแหน่งก่อนตัวยุติหรือสัญลักษณ์แสดงการจบการติดต่อเพื่อที่จะ ตรวจสอบว่ามีข้อมูลตัวไหนบ้างที่เกิดข้อผิดพลาดขึ้นมา โดย FCS คือข้อมูลจำนวน 8 บิต ที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นคาแรคเตอร์ 2 ตัวของภาษาแอสกี้(Aski)และข้อมูล 8 บิตนี้เกิดจากผลลัพธ์ของการนำข้อมูลในตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงค่าก่อน FCS ในคำสั่งหรือผลตอบสนองมาแปลงค่าและทำการ EXCLUSIVE OR กันทั้งหมด โดยการคำนวณ FCS ในแต่ละครั้งนั้นเฟรมจะทำการรับข้อมูลและตรวจสอบเพื่อนำค่าที่ได้นั้นไปเปรียบเทียบกับค่าที่มีอยู่ในเฟรมว่าตรงกันหรือไม่วิธีนี้จะช่วยให้สามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลได้

2.7 อุปกรณ์และพอร์ตรับส่งสัญญาณ

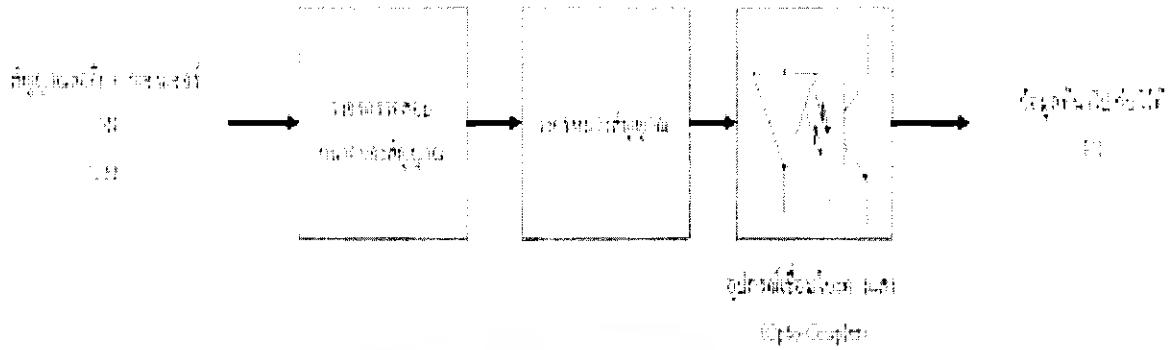
2.7.1 อินพุตโมดูล (Input Module)

อินพุตโมดูล จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกับอุปกรณ์อินพุตภายนอก ซึ่งเราเรียกอุปกรณ์เหล่านั้นว่า เซนเซอร์ (Sensors) โดยจะรับสัญญาณที่มีสถานะ (“On” หรือ “Off”) หรือ ปริมาณทางกายภาพ แล้วส่งสัญญาณ หรือ ข้อมูลเหล่านั้น ให้กับหน่วยประมวลผล เพื่อทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้น ซึ่งลักษณะอินพุตโมดูลจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณ หรือเซนเซอร์ที่ต่อเชื่อมอยู่ คือ อินพุตโมดูลสำหรับสัญญาณลอจิก (DI : Digital Input Module) และอินพุตโมดูลสำหรับสัญญาณอนาล็อก (AI : Analog Input Module)

2.72 อินพุตโมดูลสำหรับสัญญาณลอจิก

อินพุตโมดูลแบบนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกับอุปกรณ์อินพุตภายนอก ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณไบนารี่ (Binary Signal) หรือดิจิตอล(Digital) เท่านั้น แล้วนำสัญญาณหรือ ข้อมูลเหล่านั้น มาปรับแต่งให้มีระดับสัญญาณที่เหมาะสม กับการทำงานของ หน่วยประมวลผล เพื่อใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการประมวลผล ตามโปรแกรม ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา ซึ่งโครงสร้างภายในของ อินพุตโมดูลสำหรับสัญญาณลอจิก จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบ DC ลอจิก และ แบบ AC ลอจิก การเลือกใช้งานขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลอินพุทแบบลอจิก

ส่วนประกอบหลักของโมดูลอินพุตคือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (Optocoupler) ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งโดยใช้แสงในการส่งผ่านข้อมูลดังนั้น จึงทำให้สามารถแยกสัญญาณไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับส่วนประมวลผลของ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control) ออกจากกัน ทำให้สามารถป้องกันวงจรอิเล็คทรอนิคส์ ไม่ให้เกิดความเสียหายในกรณีที่เกิดการลัดวงจรที่ภายนอก นอกจากนั้นที่โมดูลอินพุตยังมีส่วนประกอบที่สำคัญอีกก็คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจวัดระดับของสัญญาณจากภายนอกว่ามีขนาดที่เหมาะสมกับโมดูลหรือไม่ และส่วนที่ทำหน้าที่หน่วงสัญญาณอินพุตเพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก

2.73 หน่วยเอาท์พุตโมดูล (Output Module)

หน่วยเอาท์พุตจะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผล กับอุปกรณ์เอาท์พุตทำงานภายนอก โดยหน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณ หรือข้อมูลปริมาณต่างๆ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ หรือข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล ของโปรเซสเซอร์ ออกไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน และลักษณะของเอาท์พุตโมดูล จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ โมดูลเอาท์พุตแบบลอจิก (DO : Digital Output Module) และโมดูลเอาท์พุตแบบอนาล็อก (AO : Analog Output Module) ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ทำงานที่ใช้งานว่าเป็นอุปกรณ์ทำงานแบบดิจิตอลหรือแบบอนาล็อกผู้ใช้ต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสม

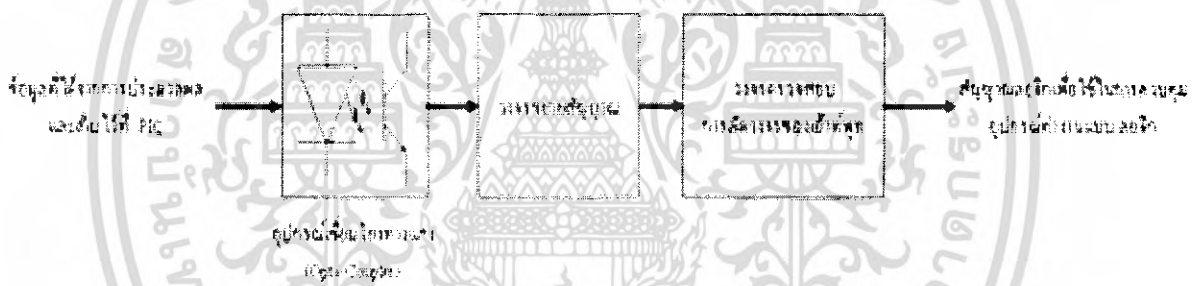
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 เอาท์พุตโมดูลแบบลอจิก (Logic Output Module)

จะส่งสัญญาณที่มีลักษณะเป็นไบนารี่ หรือ ดิจิตอล ออกไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานภายนอก ซึ่งจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง เพื่อแยกสัญญาณ จากวงจรภายในของ PLC/PC ออกจาก วงจรของอุปกรณ์ควบคุมภายนอก เพื่อป้อนออก โดยเอาท์พุตโมดูลที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 ประเภท ใหญ่ๆ คือ

- เอาท์พุตโมดูลแบบลอจิก ที่ให้สัญญาณเอาท์พุตป้องกันความเสียหายของวงจรภายใน หรือ หน่วยประมวลผล ที่เกิดขึ้น เนื่องจากส่วนของอุปกรณ์ภายออกมาอยู่ในรูปของแรงดัน (Voltage Output) เช่น สถานะ "1" จะได้แรงดันที่เอาท์พุต เท่ากับ 24 โวลต์ และ สถานะ "0" เท่ากับ 0 โวลต์

- เอาท์พุตโมดูลแบบลอจิก ที่ให้สัญญาณเอาท์พุตออกมาอยู่ในรูปของหน้าสัมผัส (Relay Output) เช่น สถานะ "1" จะได้เอาท์พุตเป็นหน้าสัมผัสปิด และ "0" จะได้เอาท์พุตเป็น หน้าสัมผัสเปิด



รูปที่ 2.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของการทำงานของโมดูลเอาท์พุทแบบลอจิก

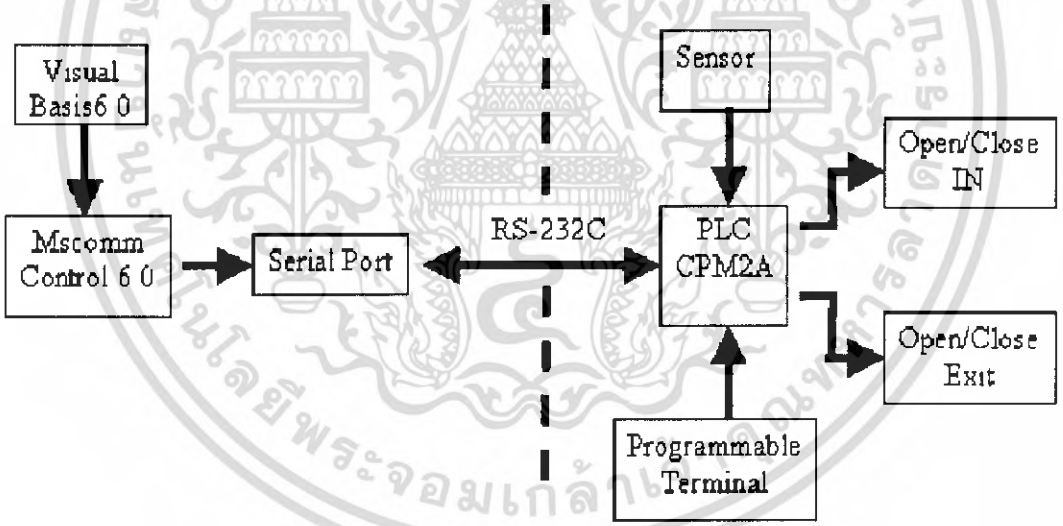
เอาท์พุตโมดูล จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณจากหน่วยประมวลผล ไปยังอุปกรณ์ทำงาน เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ภายในกระบวนการผลิต ให้มีลักษณะตามต้องการ นอกจากโมดูลเอาท์พุต จะประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง แล้วยังประกอบด้วย ส่วนที่ทำหน้าที่ขยายขนาดของสัญญาณให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ระดับแรงดันที่ใช้ในการประมวลผล อาจจะมีขนาดเท่ากับ 5 โวลต์ แต่แรงดันที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ทำงานอาจจะมีขนาด 24 โวลต์ ดังนั้นจึงต้องมีส่วนที่ทำหน้าที่ขยายขนาดของสัญญาณ นอกจากนั้นยังมีส่วนที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบการลัดวงจรของอุปกรณ์ภายนอก เพื่อใช้ในการแสดงสถานะของโมดูลกับผู้ใช้ว่าโมดูลอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (RS-232)

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีข้อดี คือ ใช้สายสัญญาณน้อยและสามารถส่งข้อมูลได้เป็นระยะทางไกล การใช้สาย RS-232 เป็นวิธีการรับส่งข้อมูลมาตรฐานผ่านทางสายอนุกรม สามารถใช้กับโมเด็ม เครื่องพิมพ์ และอุปกรณ์อนุกรมอื่น ๆ ลักษณะโดยทั่วไปของการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 คือเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆแล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำแฮนด์เชค (Hand-shake) หรือไม่ก็ได้

มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19200 บิตต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่นในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิทช์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสสูงๆก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง



รูปที่ 2.13 ภาพแสดงการเชื่อมต่อระหว่างระบบ PLC กับคอมพิวเตอร์

RS-232 เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบอนุกรมที่มีคนนิยมใช้มากที่สุด กำหนดโดย EIA (Electronics Industry Association) หรือสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกาตั้งแต่ปี 1969 โดยมีจุดเริ่มต้นจากความต้องการที่จะกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ในสมัยนั้นตัวมาตรฐานจะกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยกันทั้งหมด 4 หัวข้อหลักๆ ด้วยกันคือ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. คุณสมบัติทางกลของการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงตัวคอนเน็กเตอร์นั่นเอง
3. หน้าที่การทำงานของวงจรสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล
4. มาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับระบบสื่อสารเฉพาะอย่าง

2.7.6 คุณสมบัติทาง Mechanic ของ RS-232

จะมี 2 ประเภทคือ 25-pin connector และ 9-pin connector ในส่วนของคุณสมบัติทางไฟฟ้านั้น RS-232 จะแทนไบนารี่ 1 ด้วยสัญญาณแรงดัน (Voltage) ที่น้อยกว่า -3 โวลต์ และแทนไบนารี่ 0 ด้วยสัญญาณแรงดันที่มากว่า +4 โวลต์ โดยอัตราเร็วในการส่งสัญญาณนั้นสามารถทำได้ถึง 20 kbps เมื่อสาย Cable ยาวถึง 15 เมตร และความยาวของสายมากที่สุดคือ 50 ฟุต แต่จะขยายให้เกินกว่านี้ได้โดยใช้สายที่มีคุณภาพดีมากความเร็วสูงขึ้น

2.7.7 LDR

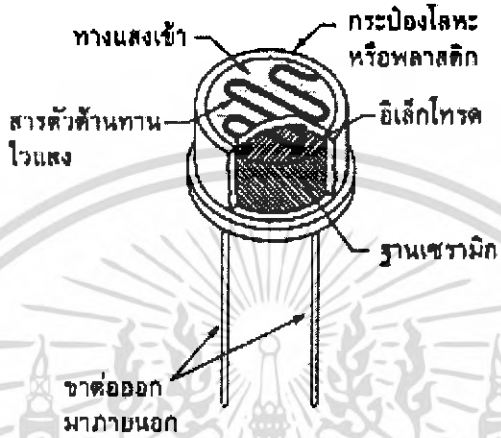
LDR ที่มีสมบัติเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวหน้าแปลี่ยนไป โดยแสงที่มีความเข้มมากจะทำให้ LDR มีความต้านทานน้อย และแสงที่มีความเข้มน้อยจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก จากหลักการดังกล่าวจึงนำ LDR มาสร้างเป็นสวิตช์แสง โดยที่แสงมีความเข้มมากจะให้ตรรกะ 1 และเมื่อแสงมีความเข้มน้อยจะให้ตรรกะ 0 LDR มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร ค่าความต้านทานของ LDR ขณะที่มืดจะมีความต้านทานประมาณ 200 กิโลโอห์ม ขณะสว่าง LDR จะมีความต้านทานประมาณ 10 กิโลโอห์ม
การนำไปใช้หรือการประยุกต์ใช้งาน

- ใช้เป็นเครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูป
- ใช้เป็นสวิตช์แสงของลิฟต์
- ใช้เป็นสวิตช์นับจำนวน
- ใช้เป็นสวิตช์ตรวจสอบควันดำของท่อไอเสียรถ
- ใช้เป็นสวิตช์ตรวจสอบไฟไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้าง

ตัวLDRว่าที่จริงแล้วมีเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักตีฟเซล (Photoconductive Cell) หรือ ตัวต้านทาน ไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟต์ (CdS) หรือไม่ก็แคดเมียมซีนิไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไว้ออกมา



รูปที่ 2.14 โครงสร้าง LDR

รูปร่างของมันจะเห็นได้ในรูปที่ 2.14 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆสีดำ จะทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และ แนวสีดำ นั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ซึ่งถ้าดู ของจริงจะเห็นว่าออกสีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัส กับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือ เรียกว่าอิเล็กโทรด ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิก และ อุปกรณ์ สำหรับห่อหุ้มมัน ซึ่งมีได้หลายแบบ

2.7.8 LED

เป็นส่วนแสดงผลด้วยแสงสว่าง ทำให้ทราบว่าขณะนั้นมีตรรกะ 1 ของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องมือวัด เครื่องคิดเลข ในปัจจุบันมีการแสดงผลโดยใช้ LCD Liquid Crystal Display จะให้ตัวเลขหรือตัวอักษรสีดำ ต้องมีแสงจากภายนอกจึงจะอ่านจอ LCD ได้ ผิดกับจอ LCD นั้นมีแสงสว่างของตัวเองสามารถอ่านในที่มืดได้ เพียงแต่ต้องการพลังงานไฟฟ้ามากกว่าแบบ LCD โดยสามารถดัดแปลง LCD ให้เป็นตัวส่งสัญญาณด้วยแสงได้ เช่น การส่งสัญญาณด้วยสาย Optical Fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าเป็น Infrared Emitting Diode (IRED) ก็จะเป็นการส่งสัญญาณแบบ IR ส่วนหลักการสร้าง Laser Diode จะคล้ายกับ LCD เพียงแต่มีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อนกว่า และสามารถทำเป็นเครื่องทดสอบความต่อเนื่องของวงจรไฟฟ้า

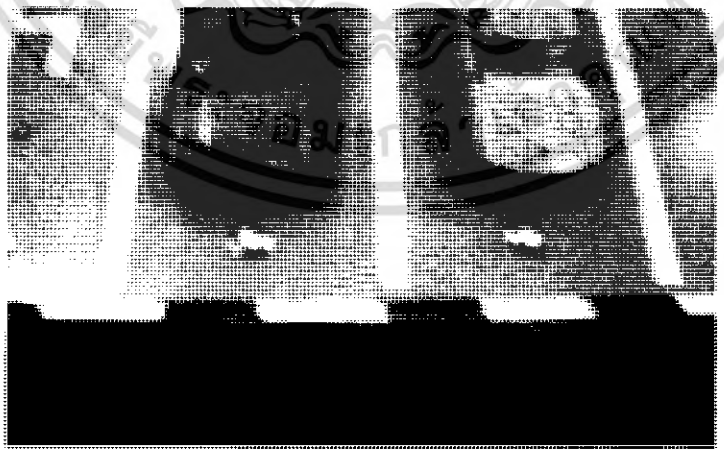
2.7.9 Relay

เป็นส่วนแสดงผลด้วยการควบคุม เช่น ควบคุมการปิดเปิดมอเตอร์ไฟฟ้า การเปิดปิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้โวลต์สูง การปิดเปิดเครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
การนำไปใช้หรือการประยุกต์ใช้งาน

- เป็นเครื่องควบคุมที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม
- เป็นเครื่องควบคุมที่ใช้ในโรงงานไฟฟ้า
- เป็นเครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าในรถยนต์
- เป็นเครื่องควบคุมวงจรไฟฟ้าในสวิตช์อัตโนมัติ
- สร้างเป็นเครื่องเตือนภัย เช่น กันขโมย ไฟไหม้

2.8 การออกแบบและการทำงานของ LDRSensor

คุณลักษณะของตัว LDR นี้คือ เป็นตัวต้านทานชนิดหนึ่งที่มีค่าความต้านทานต่ำ เมื่อมีแสงมาตกกระทบ และมีค่ามาก เมื่ออยู่ในที่มืด วงจร LDR Sensor จะใช้หลักในการเปรียบเทียบ Voltage โดยใช้ IC Comparator เบอร์ LM339 ค่า Output ของวงจรจะเป็น logic "1" เมื่อมีแสงมาตกกระทบที่หน้าสัมผัส และให้ logic "0" เมื่อไม่มีแสงมีตกกระทบ Output นี้จะถูกต่อเข้ากับ PLC



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการติดตั้งเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

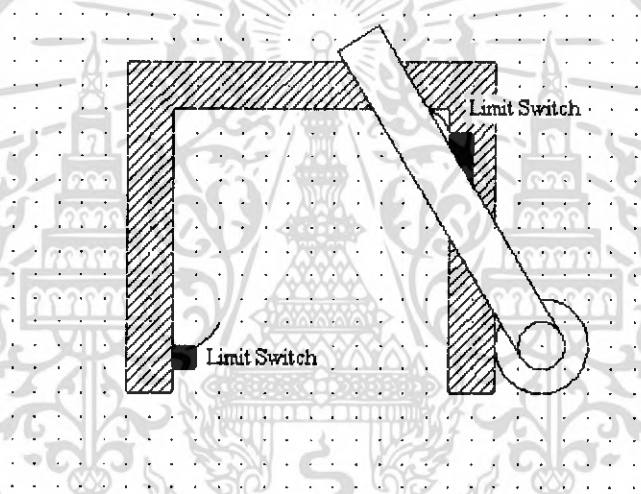
2.9 หลักการทำงานของชุดเปิดปิดอัตโนมัติ

ประกอบไปด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ

1. ชุด DC มอเตอร์ ซึ่งติดตั้งกับชุดการทำงานส่วนไม้กั้นเปิด-ปิดทางเข้า-ออก ของลานจอดรถ สำหรับทำหน้าที่หมุนไม้กั้นเพื่อเปิด หรือปิดทางเข้าออก ตามสัญญาณควบคุมที่สั่งงานมาจาก PLC

2.ชุด Limit Switch จะประกอบไปด้วย Limit Switch 2 ตัว ที่ได้ทำการติดตั้งไว้ ณ ตำแหน่งเปิด-ปิดของตัวไม้กั้น โดยส่วนของไม้กั้นนั้นเมื่อหมุนมาชนกับสวิทช์ที่ตำแหน่งเปิดหรือปิดจะทำให้มอเตอร์ทำการหยุดหมุน

3.Relay 2 Contact ทำหน้าที่กลับสัญญาณไฟฟ้าที่สำหรับจ่ายให้มอเตอร์ โดยจะถูกครอบคลุมจาก PLC อีกครั้ง



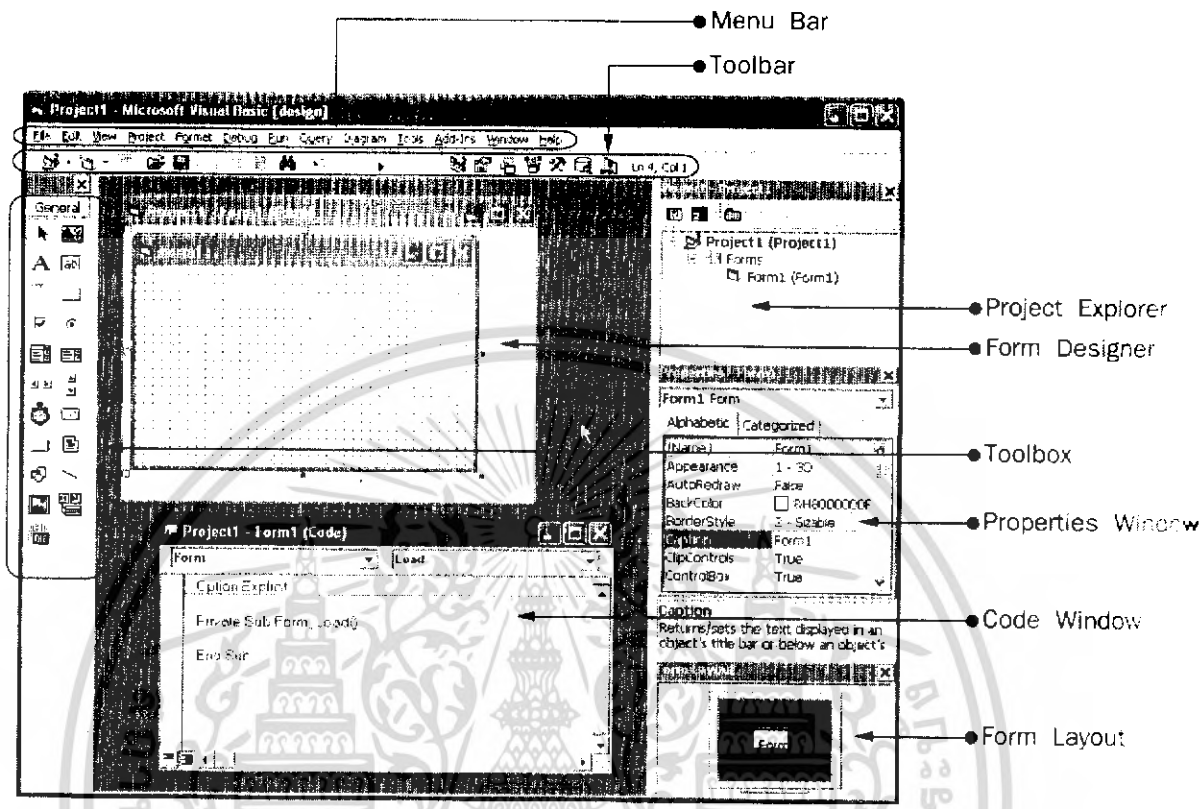
รูปที่ 2.16 ชุดเปิด-ปิดทางเข้าออก

2.10 Microsoft Visual Basic6.0

Visual Basic ก็คือหนึ่งใน Visual Programming ที่ไมโครซอฟท์สร้างขึ้นมา โดยถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมบน Windows ซึ่งมีความสามารถทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ทันทีและมีเครื่องมือสำหรับช่วยอำนวยความสะดวกเป็นรูปภาพ ดังนั้นจึงทำให้มีความสะดวกรวดเร็วและเหมาะแก่การเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 องค์ประกอบต่างๆ ของ Visual Basic 6.0



รูปที่ 2.17 องค์ประกอบสำคัญต่างๆของ Visual Basic

Menu Bar

เป็นส่วนที่รับคำสั่งในแบบเมนู เมื่อเราสร้างแอพพลิเคชันด้วย Visual Basic เป็นเสมือนศูนย์กลางที่ควบคุมการสร้างแอพพลิเคชัน

Tool Bar

ในการใช้งานเมนูบาร์สั่งงานอาจจะมีขั้นตอนยุ่งยากเพื่อลดขั้นตอนลงเราจะคลิกที่ทูลบาร์เพียงครั้งเดียวก็สามารถสั่งงานที่เราต้องการได้

Project Explorer

เป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรเจค

Properties Window

เป็นส่วนที่กำหนดพร็อพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต่างๆ ในแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From Layout

เป็นหน้าตาคร่าวๆของฟอร์มที่ได้จากการรันแอพพลิเคชั่น ทำให้เราทราบตำแหน่งที่จะปรากฏ บนจอภาพเมื่อแอพพลิเคชั่นทำงาน

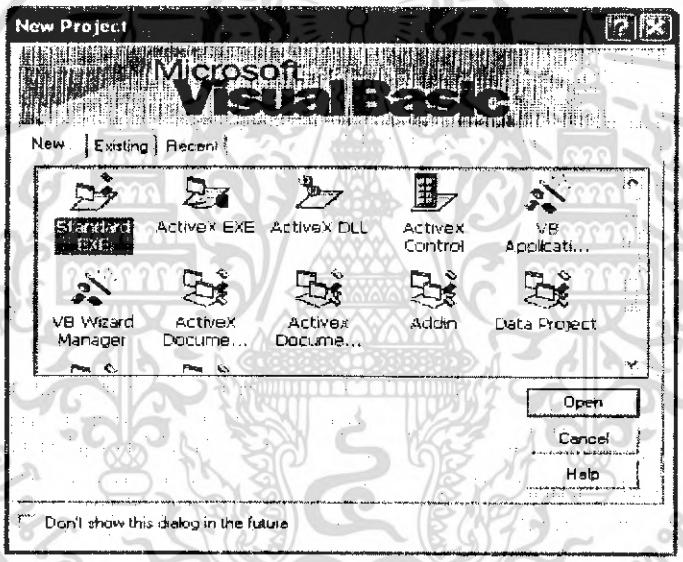
From Designer

เป็นส่วนที่เราได้มองเห็นในขณะออกแบบแอพพลิเคชั่นของ Visual Basic ซึ่งเราจะออกแบบหน้าตาของแอพพลิเคชั่นผ่านฟอร์มดีไซเนอร์

Code Window

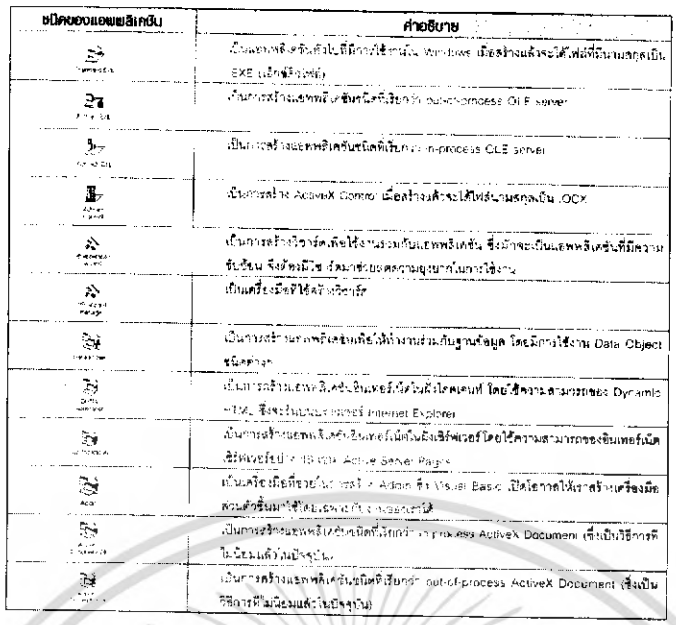
เป็นส่วนที่เราเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ

2.12 รูปแบบของแอพพลิเคชัน



รูปที่ 2.18 ไดอะล็อก

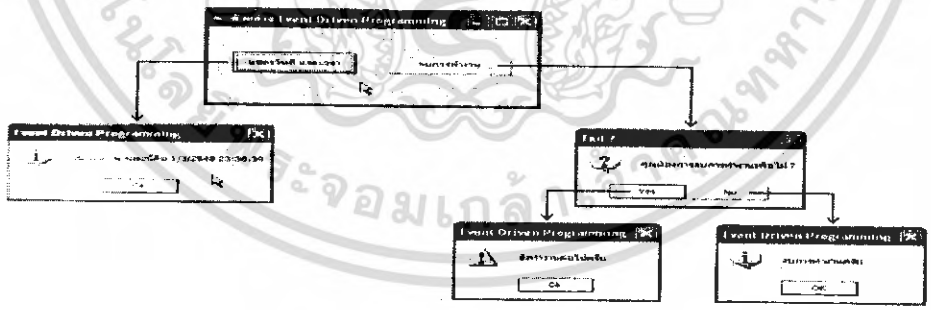
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ชนิดของแอพพลิเคชัน

2.13 การเขียนโปรแกรมแบบ Event-Driven

คือการเขียนโปรแกรมในลักษณะ "เมื่อมีเหตุการณ์นี้เกิดขึ้น เราจะจัดการกับเหตุการณ์นั้นๆอย่างไร หมายถึง จำแนกออกทีละเหตุการณ์ แล้วเขียนโค้ดเข้าไปจัดการแต่ละเหตุการณ์ซึ่งมีความยืดหยุ่นกว่าแบบเดิมๆ ไม่ต้องยุ่งยากในการแก้ปัญหา และเห็นผลลัพธ์ได้ทันท่วงที



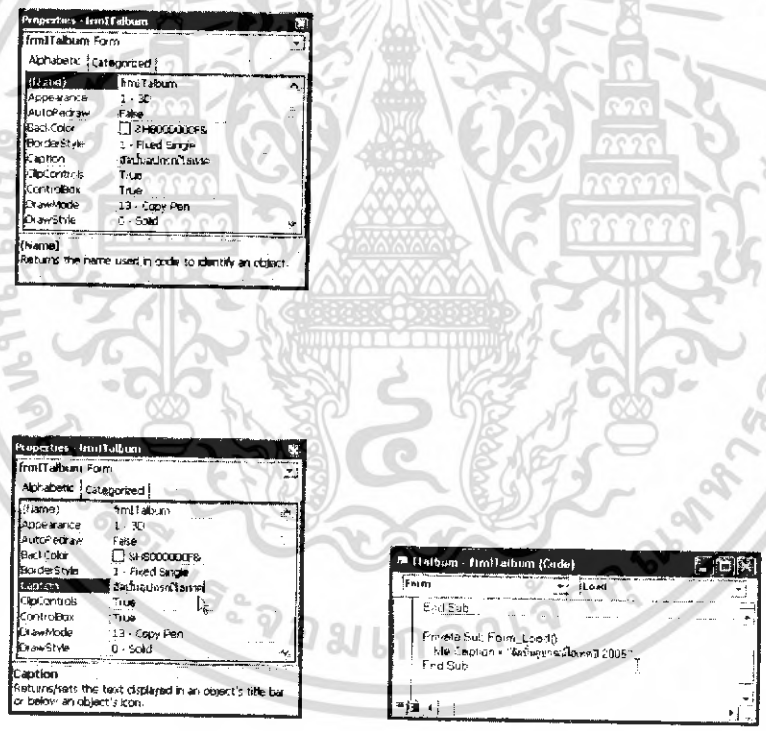
รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการแอพพลิเคชันแบบ Event-Driven

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ลักษณะของออบเจ็กต์

ออบเจ็กต์	ลักษณะออบเจ็กต์
ฟอร์ม (Form)	เป็นออบเจ็กต์ที่เรามองเห็นในรูปของวินโดว์ที่เป็นพื้น ซึ่งมีออบเจ็กต์อื่นๆวางอยู่
ปุ่มกด (Button)	เป็นออบเจ็กต์ที่เราคลิ๊กเมาส์หรือกด Enter เพื่อเลือกปุ่มนั้น
ปุ่มตัวเลือก (Option)	เป็นออบเจ็กต์ที่เราคลิ๊กเมาส์เลือกตัวใดตัวหนึ่ง
รูปภาพ (Image)	เป็นออบเจ็กต์ที่ทำหน้าที่แสดงรูปภาพ

2.15 การกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ให้กับออบเจ็กต์

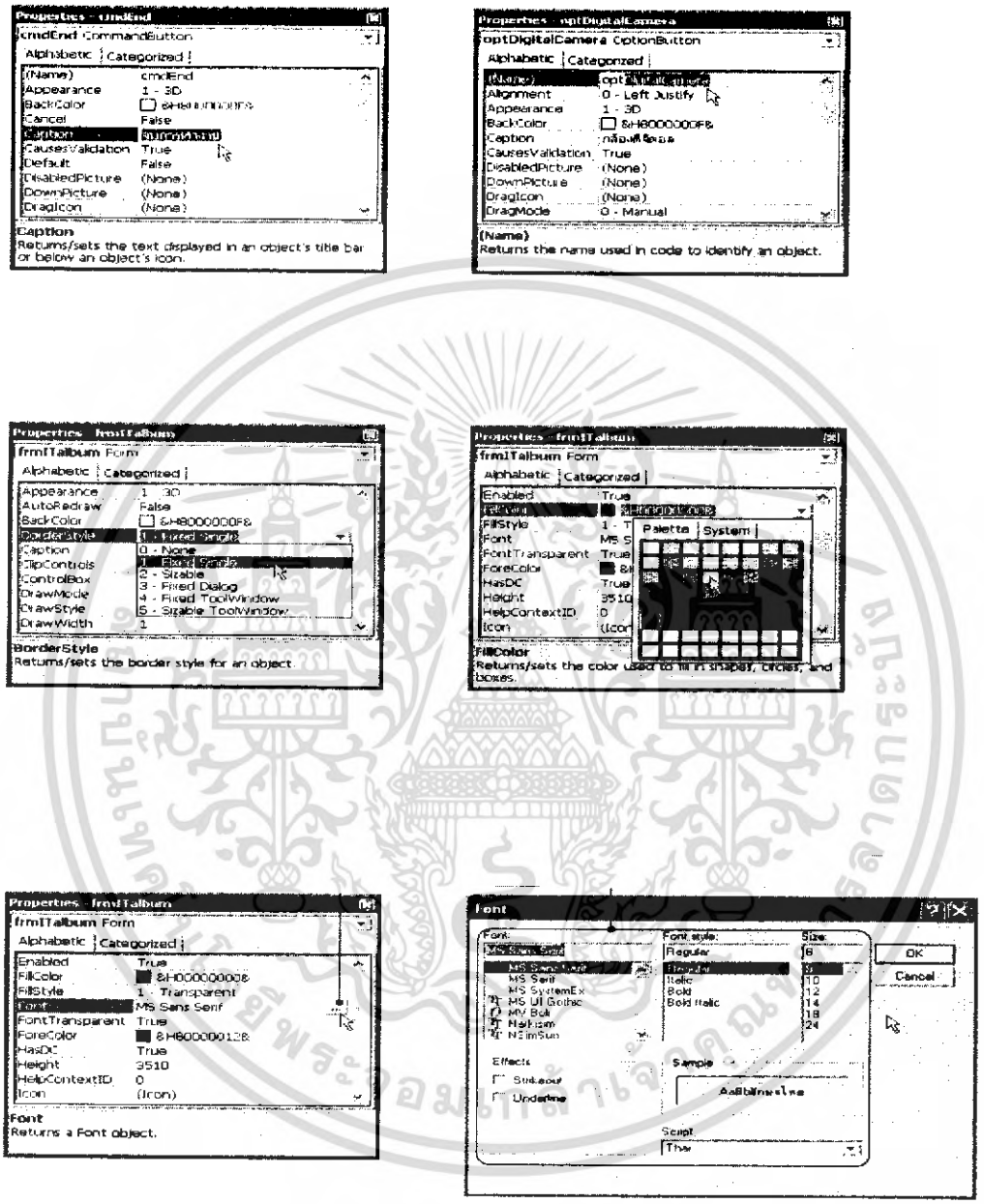


รูปที่ 2.21 พร็อพเพอร์ตี้ที่แสดงใน Properties Window และ แบบต่างๆ

การกำหนดค่าพร็อพเพอร์ตี้ของออบเจ็กต์ต่างๆใน Properties Windows ซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ 3 รูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

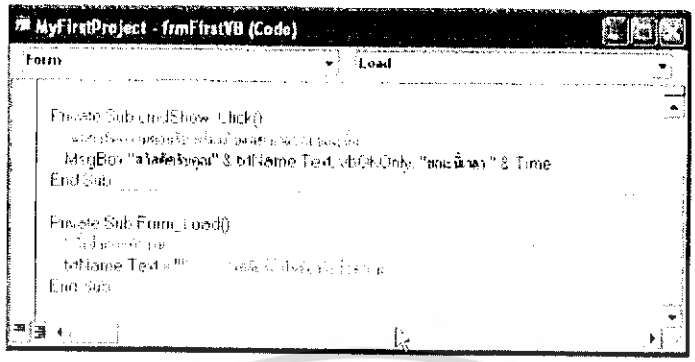
1. กำหนดค่าอย่างอิสระ
2. กำหนดค่าจากตัวเลือกที่มี
3. กำหนดค่าไดอะล็อกบ็อก



รูปที่ 2.22 แสดงการกำหนดค่าพร็อพเพอร์ตี้แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

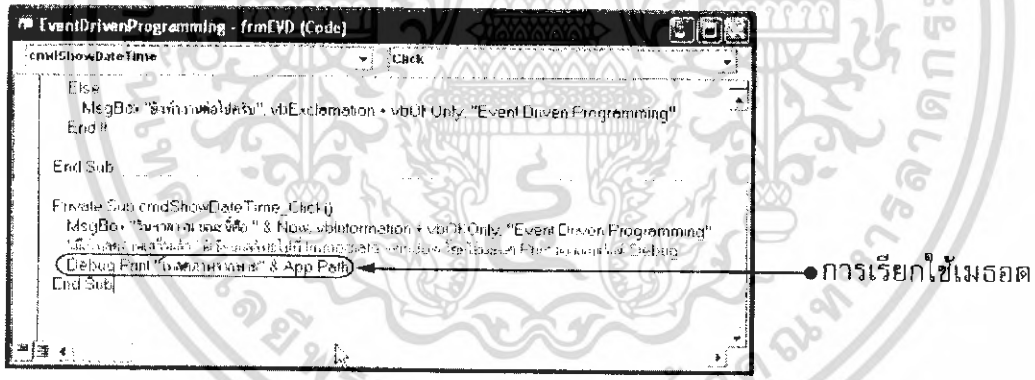
2.16 การกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ด้วยการเขียนโปรแกรม



รูปที่ 2.23 การกำหนดพร็อพเพอร์ตี้ด้วยการเขียนโปรแกรม

2.17 การเรียกใช้เมธอดของออบเจ็กต์

คือ ความสามารถที่ออบเจ็กต์มีอยู่ จะแตกต่างกันในแต่ละออบเจ็กต์ ซึ่งสามารถเรียกใช้เมธอดผ่านการเขียนโปรแกรมเท่านั้น

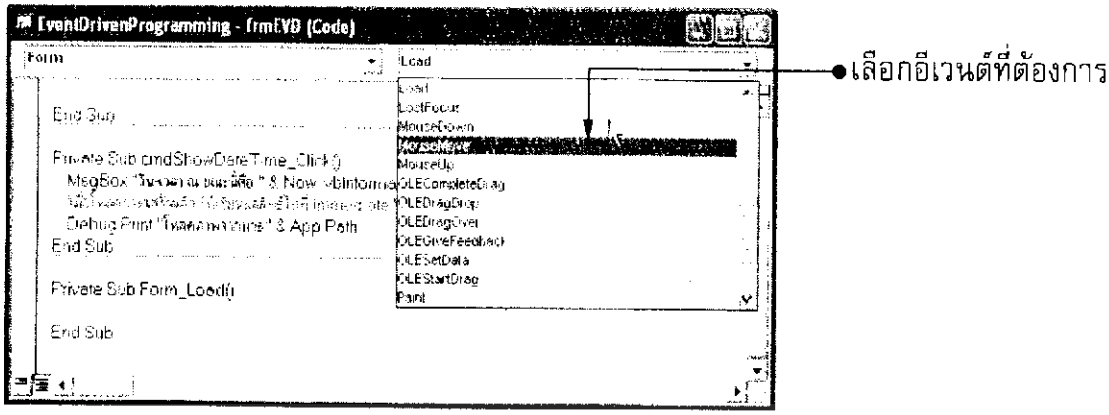


รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการเรียกใช้เมธอด

2.18 การจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

เป็นการเขียนโปรแกรมในแบบ Event-Driven ต้องทำการสนใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับส่วนต่างๆ โดยออบเจ็กต์แต่ละตัวจะมีอีเวนต์(Event) ที่สามารถเกิดขึ้นได้หลายตัว ซึ่งสามารถดูได้จาก Code Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 เลือกอีเวนต์จาก Code Window

2.19 รูปแบบการควบคุมการทำงานของโปรแกรม

การควบคุมทิศทางของโปรแกรมเป็นการเลียบแบบการทำงานของมนุษย์ในสถานการต่างๆ เช่น การตัดสินใจว่าจะเลี้ยวซ้ายหรือขวา

การเขียนโปรแกรมคือ การจำลองสถานการณ์ต่างๆลงไป เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการพิจารณา ถ้าข้อมูลบอกมายังไงก็จะปฏิบัติอย่างนั้น เรียกว่าการควบคุมทิศทางของโปรแกรม ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ

1. การตัดสินใจ แบ่งได้อีก 2 ประเภท คือ
   - การตัดสินใจเลือก 1 ตัวจาก 2 ตัวที่ให้มา
   - การตัดสินใจเลือก 1 ตัวจากตัวเลือกมากกว่า 2 ตัว
2. การทำงานแบบวนซ้ำ แบ่งได้อีก 2 ประเภท คือ
   - การวนซ้ำแบบมีจำนวนรอบที่แน่นอน
   - การวนซ้ำแบบมีจำนวนรอบที่ไม่แน่นอน

If...Then...Else: การตัดสินใจเลือกจาก 2 ทางเลือก

เป็นการตัดสินใจเมื่อมีทางเลือก 2 ทาง (Yes\No) ซึ่งเป็นการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนว่าจริงหรือเท็จ คือ ถ้าตรวจสอบแล้วเป็นจริง ก็เลือกตัวเลือกที่อยู่หลัง Then แต่ถ้าตรวจสอบแล้วเป็นเท็จ ก็เลือกตัวที่อยู่หลัง Else

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Select...Case: ตัดสินใจเลือกมากกว่า 2 ทางเลือก

เป็นการตัดสินใจเลือกจากทางมากกว่า 2 ทางเลือกจะใช้ Select...Case ซึ่งจะมีการทดสอบเงื่อนไขในการเลือกก่อนว่าตรงกับทางเลือกใด แล้วทำงานตามคำสั่งที่ต่อท้ายตัวเลือกนั้น

For...Next: การวนซ้ำด้วยจำนวนรอบที่แน่นอน

การใช้คำสั่งนี้จะต้องมีตัวแปร 1 ตัว ที่ใช้นับจำนวนรอบว่าวนซ้ำครบรอบตามที่กำหนดหรือไม่ โดยตัวแปรที่ทำหน้าที่เป็นตัวนับจำนวนรอบในการวนซ้ำนั้น สามารถนับได้ทั้งแบบเดินหน้าและนับแบบถอยหลังนอกจากนี้ยังกำหนดขั้นตอนของการนับว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงทีละเท่าไหร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เริ่มต้นออกแบบว่าต้องการให้ลานจอดรถมีการทำงานอย่างไร

2. ศึกษาองค์ประกอบต่างๆของโครงงาน เช่น ศึกษาทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์

3. อันดับแรกกำหนดขนาดลานจอดรถ สร้างแบบจำลองที่จอดขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตรที่จอดรถได้ทั้งหมด 8 คัน วางตำแหน่งของอุปกรณ์ ศึกษาการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ร่วมกับ ลิมิตสวิตซ์(Limit Switch)

4. ออกแบบการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ในจุดต่างๆ คือ ที่ทางเข้า-ทางออก ตำแหน่งละ 2 ตัว และบริเวณช่องจอดรถอย่างละ 1 ตัว

5. ศึกษาวงจรที่ใช้ เช่น วงจรเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับวัตถุ

6. ออกแบบโปรแกรมควบคุมในส่วนของนับจำนวนรถเข้า-ออก การเปิด-ปิดที่กั้นบริเวณทางเข้า-ทางออก การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

7. ทำการทดสอบโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้ของระบบควบคุม ตรวจสอบข้อผิดพลาดและทำการแก้ไข

8. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดลงในลานจอดรถจำลอง

9. ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

10. ทำการทดสอบระบบควบคุมหลังจากติดตั้งอุปกรณ์แล้ว

3.2 ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ

เริ่มต้นด้วยการยังไม่มีรถเข้ามาจอด ระบบจะเริ่มทำงานเมื่อเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งไว้กับพื้นตรงทางเข้าของลานจอดรถ ซึ่งเซนเซอร์ใช้หลักการทำงานโดยอาศัยแสงจากภายนอกหรือแสงจากแสงไฟที่ติดอยู่บนเพดานมาตกกระทบกับตัวมัน ทำให้ LDR ทำงานแล้วส่งค่าสัญญาณออกทางเอาท์พุทเป็นลอจิก “0” เพื่อบอกหน่วยประมวลผลว่าสถานะขณะนี้ยังไม่มีวัตถุเข้ามาหรือไม่มีรถเข้ามาจอดตามช่องจอดรถ เมื่อใดที่มีรถผ่านตัวเซนเซอร์ LDR นั้น เซนเซอร์จะทำการส่งค่าสัญญาณเอาท์พุทเป็นลอจิก “1” ให้กับหน่วยประมวลผลเพื่อบอกสถานะขณะนี้ว่ามีรถกำลังเข้ามาในลานจอดรถและบอกสถานะเมื่อมีรถเข้าจอดตามตำแหน่งช่องจอดรถ

ซึ่งเมื่อมีรถเข้ามาตรงทางเข้าผ่านเซนเซอร์แล้ว เซนเซอร์จะส่งค่าไปให้ PLC ส่งสัญญาณควบคุมให้มอเตอร์หมุนที่กั้นขึ้นเพื่อให้รถแล่นผ่านไปได้ โดยมอเตอร์จะทำงานร่วมกับลิมิตสวิตซ์ในการสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงานจากนั้น PLC จะทำการนับค่าจำนวนรถเข้าและส่งสัญญาณหน่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาสำหรับให้มอเตอร์ทำการเปิดที่กั้นไว้ประมาณ 30 วินาที ในส่วนเซนเซอร์อีกหนึ่งตัวที่ติดตั้งไว้หลังที่กั้นนั้น มีไว้สำหรับตรวจสอบความปลอดภัยเพื่อไม่ให้มอเตอร์หมุนที่กั้นลงมาโดนรถที่จะเข้าจอด

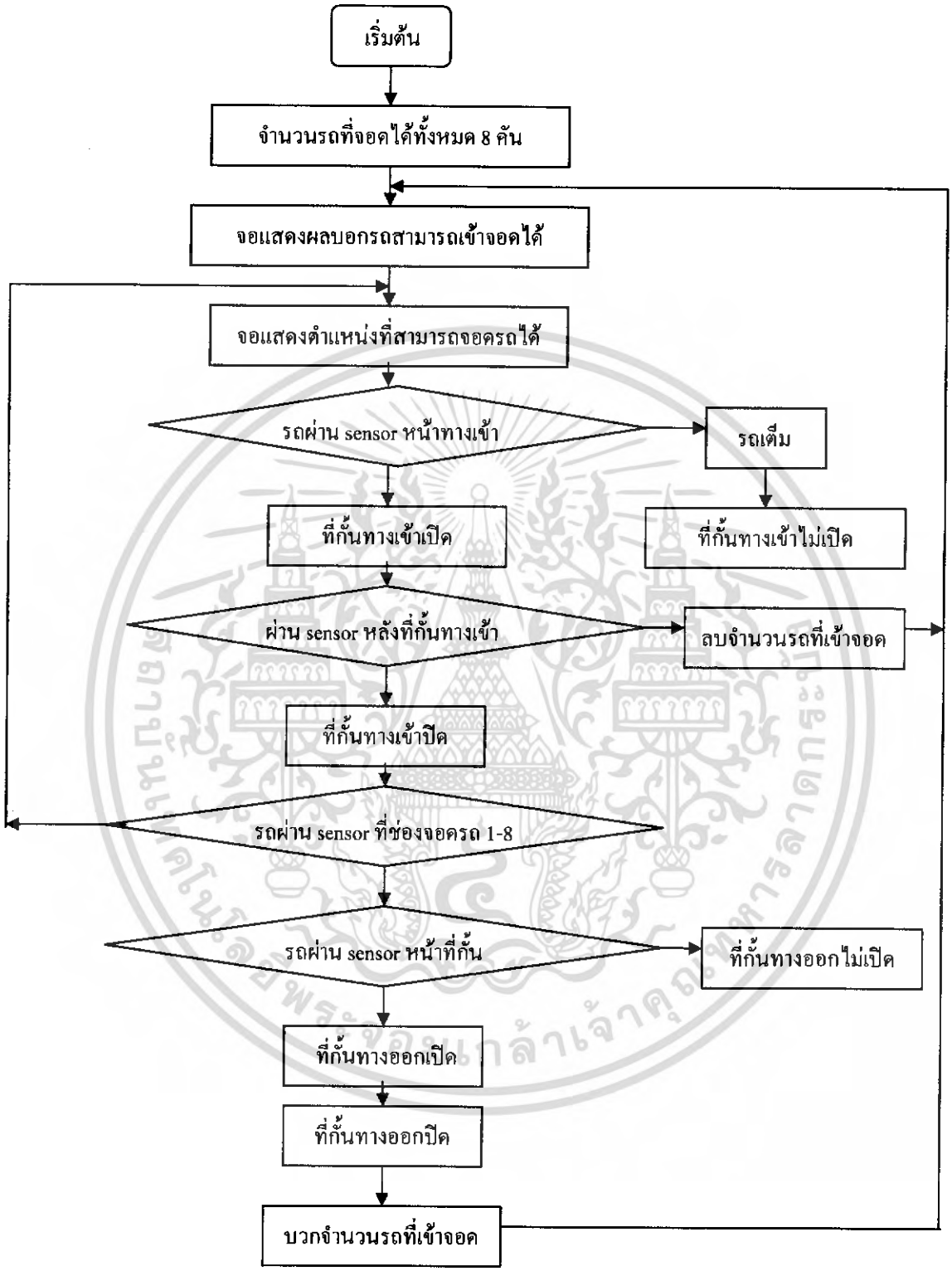
จากนั้นรถจะเข้าจอดตามช่องจอดของลานจอดรถ โดยในแต่ละช่องจอดได้ติดตั้งเซนเซอร์ไว้กับพื้นตรงตำแหน่งช่องจอดรถทั้งหมด ซึ่งเซนเซอร์นั้นจะใช้หลักการสะท้อนกลับของแสงเช่นเดียวกับเซนเซอร์ตรงตำแหน่งทางเข้า เมื่อเซนเซอร์ตรวจเจอรถที่เข้าจอดตามช่องจอดนั้นๆแล้วจะทำส่งค่าเป็นลอจิกให้กับ PLC แล้ว PLC จะทำการส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับหน้าจอแสดงผลซึ่งหน้าจอแสดงผลจะแสดงรูปรถตรงตำแหน่งช่องจอด ซึ่งมีไว้สำหรับให้ผู้ที่จะนำรถเข้าจอดคันต่อไปได้ทราบว่าตำแหน่งช่องจอดไหนว่าง

ในส่วนของ PLC ที่ทำการนับจำนวนรถเข้า จะส่งข้อมูลจำนวนรถเข้าจอดทั้งหมดไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจำนวนรถทั้งหมดที่สามารถเข้าจอดได้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8 คัน ถ้าหากเปรียบเทียบแล้วมีค่าเท่ากับศูนย์ จากนั้น PLC จะส่งสัญญาณควบคุมมอเตอร์ไม่ทำการหมุนที่กั้นเปิดสำหรับรถที่จะเข้าจอดคันต่อไป ซึ่งเหตุการณ์จะดำเนินแบบนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีรถออกจากลานจอดรถแล้วแล่นผ่านเซนเซอร์ตรงบริเวณทางออกซึ่งเซนเซอร์จะส่งค่าให้กับ PLC ในการนับจำนวนรถออกแล้วนำจำนวนรถออกทั้งหมดไปคำนวณกลับค่าจำนวนรถเข้าทั้งหมดที่ได้จากนั้นนำค่าที่คำนวณแล้วไปเปรียบเทียบจำนวนรถทั้งหมดที่เข้าจอดได้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแล้วมีค่าน้อยกว่า 8 PLC จะส่งสัญญาณควบคุมไปสั่งให้มอเตอร์สามารถทำงานได้อีกครั้ง เมื่อมีรถจะเข้าจอดต่อไป

สุดท้ายเป็นส่วนการควบคุมบริเวณช่องทางออก ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับการควบคุมบริเวณช่องทางเข้าคือติดตั้งเซนเซอร์ไว้กับพื้นตรงตำแหน่งหน้าที่กั้นและหลังที่กั้นของช่องทางออกจะทำงานก็ต่อเมื่อมีรถจะออกจากลานจอด เมื่อรถยนต์แล่นผ่านเซนเซอร์ตัวแรกแล้วเซนเซอร์จะส่งค่าให้กับ PLC ในการนับค่าจำนวนรถออกซึ่งค่าที่ได้จะส่งไปคำนวณต่อไปอย่างที่กล่าวมาแล้ว จากนั้นจะส่งสัญญาณควบคุมสั่งให้มอเตอร์ทำงานหมุนที่กั้นเปิดออกให้รถแล่นผ่านไปได้ ในส่วนของเซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้หลังที่กั้นนั้น ทำงานเช่นเดียวกับเซนเซอร์บริเวณทางเข้า

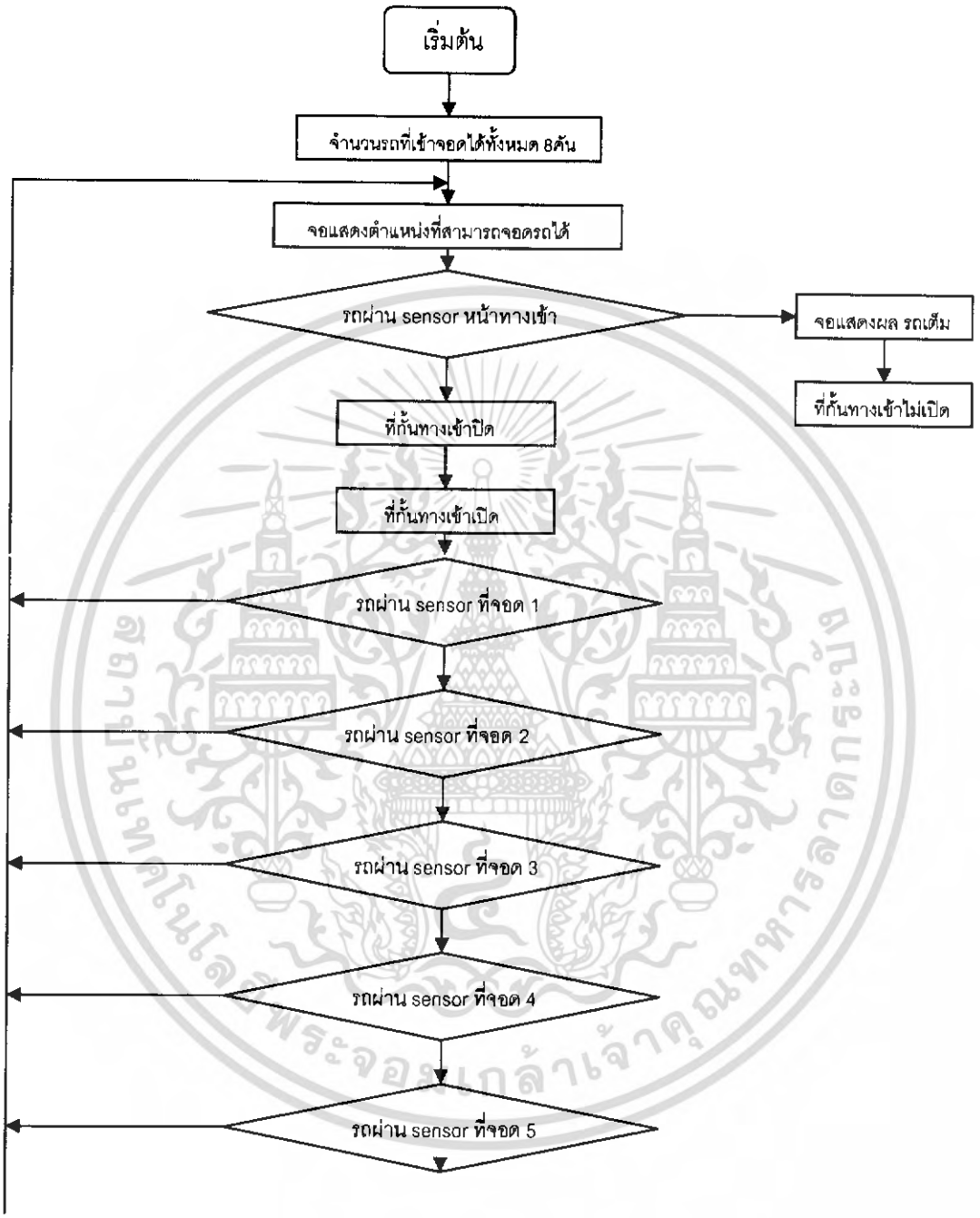
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart แสดงการทำงานของระบบลานจอดรถ

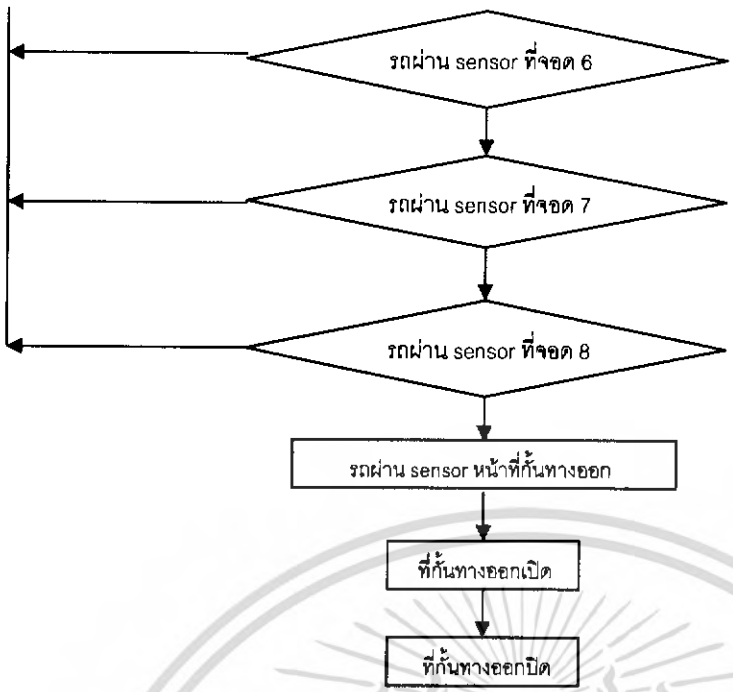


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart แสดงการทำงานของเซนเซอร์

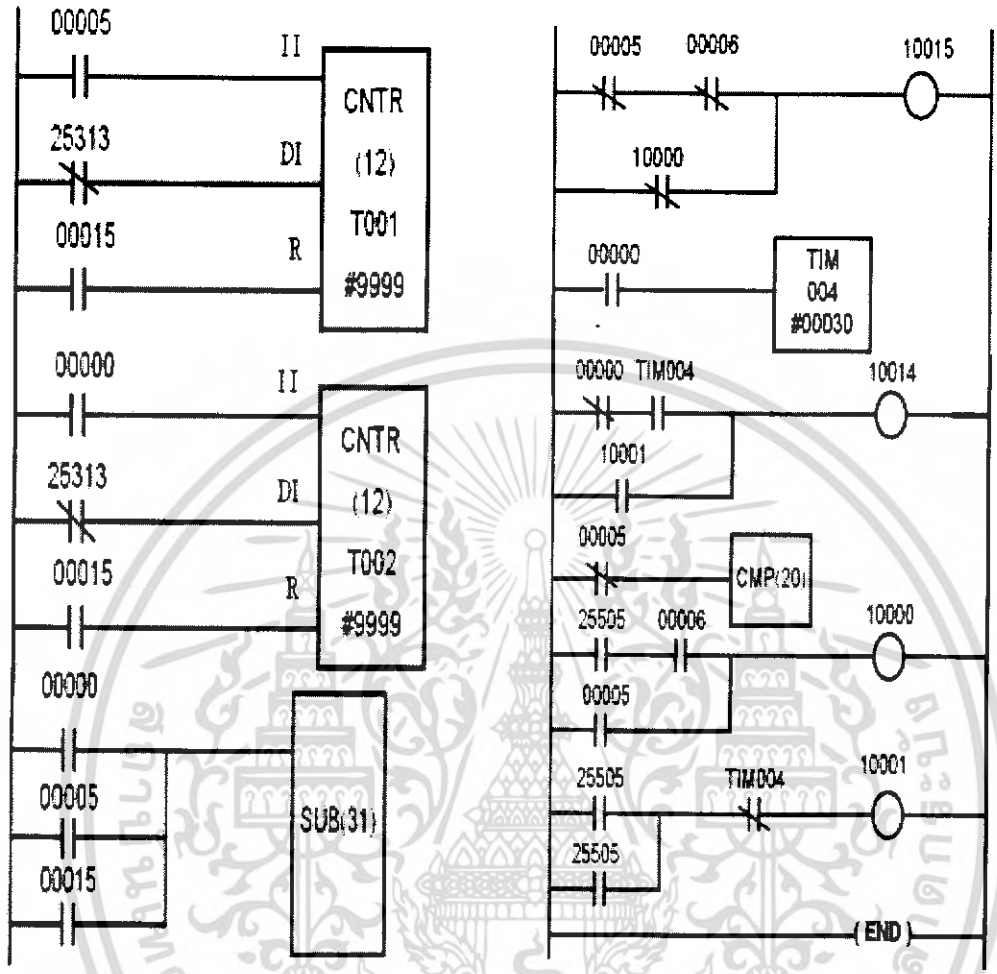


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Ladder Diagram



หลักการทำงานของแลดเดอร์

ในส่วนแรกของโปรแกรมเป็นการใช้คำสั่ง Counter (CNTR) ซึ่งเป็น Counter ชนิดหนึ่งที่สามารถนับจำนวนได้ทั้งขึ้นและลงตามที่เรากำหนด สำหรับการออกแบบการใช้งานของระบบลานจอดรถนี้ CNTR จะถูกกำหนดให้นับค่าขึ้นเพื่อที่จะใช้ในการนับการเพิ่มขึ้นของจำนวนรถที่เข้าและจำนวนรถที่ออกของลานจอดรถโดย Counter จะถูกเซ็ตค่าให้สามารถนับจำนวนรถได้มากที่สุดคือ 9999 คัน ถัดมาเป็นการใช้ ฟังชันส์ SUB(31) เพื่อทำหน้าที่ เป็นตัวคำนวณหักลบค่าจำนวนรถเข้า (T001) กับค่าจำนวนรถออก (T002) แล้วเก็บไว้ที่ Data Memory เพื่อที่จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนที่จอดรถทั้งหมด(จำนวน 8 คัน) ในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนถัดมาเป็นการกำหนดเงื่อนไขของลำดับขั้นตอนที่ต้องการให้เป็นคือ ประตูทางเข้าจะสามารถทำงานได้ต่อเมื่อจำนวนค่าหักลบของรถยนต์ที่เข้าและออก ที่ถูกเก็บไว้ใน Data Memory นั้นมีค่าไม่เกิน 8 คือจำนวนที่จอดรถทั้งหมดซึ่งหมายความว่าประตูทางเข้าจะไม่สามารถเปิดได้หลังจากที่ที่จอดรถภายในลานจอดรถเต็มแล้วนั้นเอง ซึ่ง 0006 และ 10000 จะเป็นตัวเชคเงื่อนไขของการทำงานของประตูทางเข้าคือ ถ้ายังมีที่ว่างอยู่นั้น 10000 จะเป็นตัวสั่งให้ประตูทางเข้าเปิดพร้อมกับ 0006 แต่ถ้าไม่มีที่ว่างเหลืออยู่แล้ว 10000 จะไม่ทำงานถึงแม้ว่า 0006 จะทำงานอยู่ก็ตามจึงทำให้ประตูทางเข้าไม่สามารถเปิดได้

หลักการทำงานของประตูทางออกนั้นจะมีส่วนสำคัญอยู่ที่ตัวหน่วงเวลาคือ TIMER ซึ่งได้ถูกกำหนดค่าหน่วงเวลาไว้ที่ 3 วินาทีหมายความว่า ประตูทางออกจะถูกกำหนดให้หน่วงเวลาทุกๆครั้งที่มีรถยนต์ออกเป็นระยะเวลา 3 วินาที จึงจะปิดลงมาซึ่งจะมีแอดเดรส 0000 จะเป็นตัวกำหนดการทำงานของประตูทางออกพร้อมกับสั่งงานให้ TIMER เริ่มต้นหน่วงเวลาในเวลาเดียวกัน

การทำงานของฟังชันส์ Compare(CMP) คือการเปรียบเทียบค่าของจำนวนที่จอดรถยนต์ทั้งหมดกับจำนวนรถยนต์ที่เข้ามาใช้บริการซึ่ง GR flag (SR 25505) จะ "ON" ถ้า CW1 > CW2 โดย 25505 จะเป็นตัวเชคเงื่อนไขของขั้นตอนการทำงานของ 10000 เพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของประตูทางเข้า

สุดท้ายเป็นส่วนของ First Scan เพื่อให้ประตูทางออกทำงานพร้อมๆกันกับการเริ่มต้นการทำงานของระบบควบคุมลานจอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

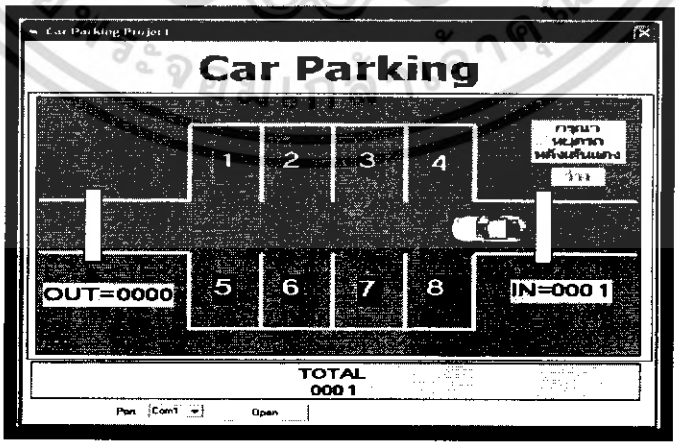
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1

ภาพแสดงเหตุการณ์รถเข้าจอดในลานจอดรถ

รูปที่ 4.1

จำลองเหตุการณ์รถกำลังเข้าจอดเมื่อแล่นผ่านเซนเซอร์ เซนเซอร์จะส่งสัญญาณไดร์ฟมอเตอร์ และส่งสัญญาณลอจิกเพื่อ แสดงผลที่หน้าจอ ซึ่งได้ติดตั้ง LED แสดงการทำงานของเซนเซอร์ ผลที่ได้ คือ มอเตอร์หมุนที่กั้นเปิดให้รถเข้ามาในลานจอด

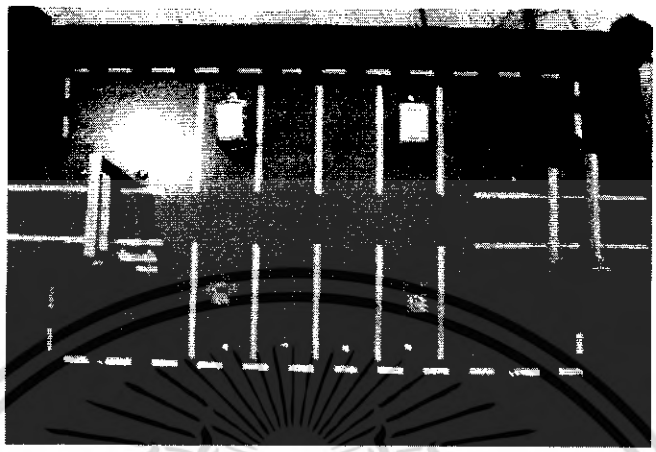


รูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

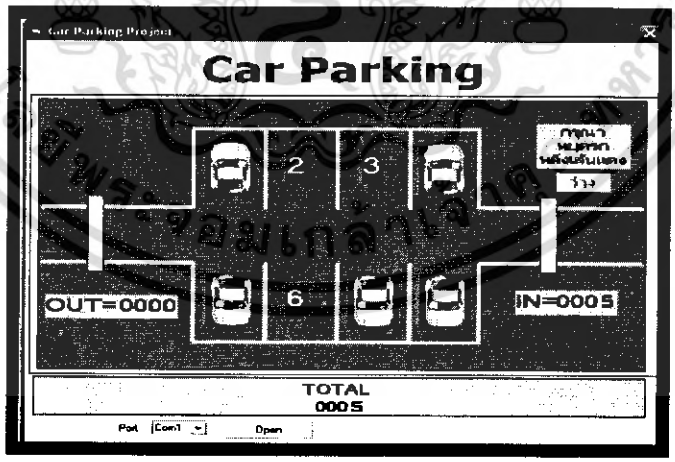
4.2 การทดลองที่ 2

ภาพแสดงเหตุการณ์เมื่อมีรถจอด ณ ช่องจอดตำแหน่งต่างๆ



รูปที่4.3

จำลองเหตุการณ์เมื่อมีรถเข้าจอดที่ช่องจอดช่องใดช่องหนึ่งนั้นจะมี LED แสดงสถานะว่ามีรถจอด ณ ตำแหน่งนั้นๆ และเซนเซอร์ส่งค่าเพื่อแสดงตำแหน่งรถจอดที่หน้าจอแสดงผล ผลที่ได้คือ ช่องจอดไหนที่มีรถจอด LED จะทำงานและภาพของตำแหน่งที่มีรถจอดจะเกิดขึ้นที่หน้าจอ

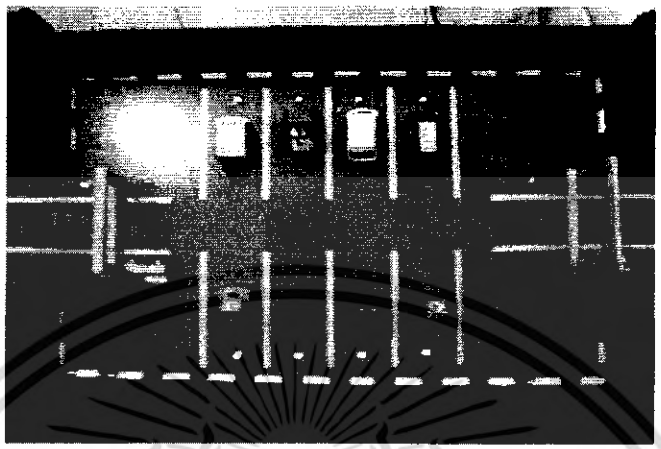


รูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

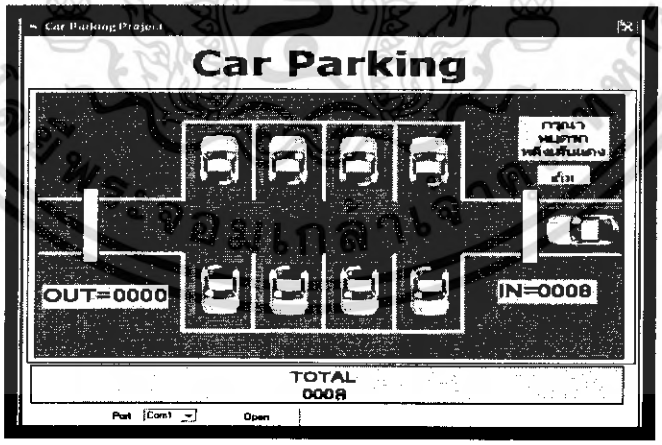
4.3 การทดลองที่ 3

ภาพแสดงเหตุการณ์กรณีที่ลานจอดรถเต็ม



รูปที่ 4.5

จำลองเหตุการณ์เมื่อมีรถเข้าจอดในลานจอดรถเต็ม 8 คันแล้ว ระบบจะควบคุมไม่ให้ไดร์ฟมอเตอร์ทำงานผลที่ได้คือ มอเตอร์จะไม่หมุนที่กั้นขึ้นเพื่อเปิดซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้รถแล่นเข้ามาภายในลานจอดรถ

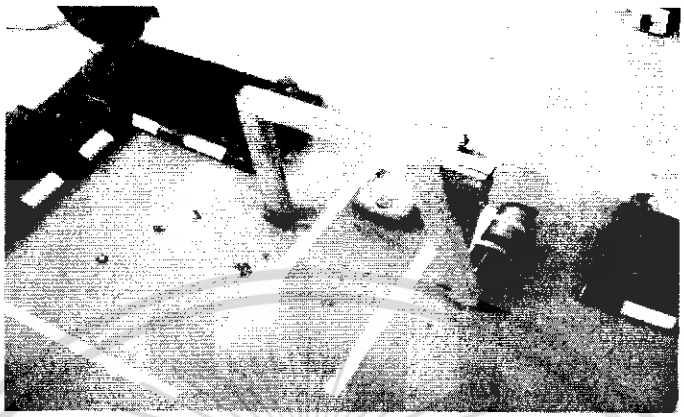


รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

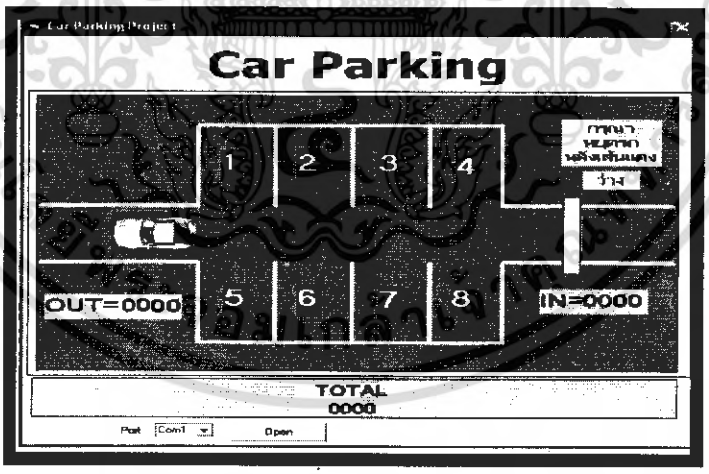
4.4 การทดลองที่ 4

ภาพแสดงเหตุการณ์ที่รถออกจากลานจอด



รูปที่ 4.7

จำลองเหตุการณ์รถออกจากลานจอดรถโดยเมื่อแล่นผ่านเซนเซอร์ จะส่งสัญญาณไดร์ฟมอเตอร์และหน่วงเวลาไว้ผลที่ได้ คือ มอเตอร์หมุนที่กั้นเปิดให้รถออกจากลานจอดรถและหน่วงเวลาไว้ประมาณ 3 วินาที



รูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

- เซนเซอร์ LDR ที่ใช้สำหรับตรวจตำแหน่งรถเข้า-ออก และตำแหน่งช่องจอดรถ จะมีปัญหาในเรื่องความใกล้-ไกล และการตอบสนองที่ช้าบ้างเร็วบ้าง ทำให้ต้องแก้ไขปรับจูนให้มีความแม่นยำขึ้น

- การออกแบบทางเข้าและทางออกในส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งมอเตอร์ ไม้กั้นและสวิตซ์นั้นไม่แข็งแรงพอและรูปแบบในการติดตั้งอาจมีผลในเรื่องความสูงของรถที่จำกัด ซึ่งสามารถพัฒนาให้ทันสมัยเหมาะกับสถานการณ์ปัจจุบันตามที่เห็นได้ตามลานจอดรถหลายๆแห่ง

- ในส่วนลานจอดรถที่ได้ออกแบบให้สามารถจอดรถได้ทั้งหมด 8 คัน ซึ่งได้ออกแบบให้เป็นลานจอดรถกลางแจ้งที่มีความซับซ้อนไม่มากนัก แต่ในการใช้งานจริงสามารถประยุกต์ใช้ได้โดยอาจเปลี่ยนรูปแบบของลานจอดรถให้มีความทันสมัยมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการสร้างลานจอดรถขึ้น ซึ่งสามารถขยายจำนวนช่องเพิ่มขึ้นได้ตามต้องการโดย ขยายระบบควบคุม PLC ขึ้นนั้นเอง

- ส่วนของหน้าจอแสดงผลและรูปแบบแสดงผลนั้นได้มีการใช้โปรแกรม Visual Basic เข้ามาช่วยเพื่อง่ายต่อความเข้าใจให้มากขึ้นโดยแสดงผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่ในความจริงแล้วน่าจะใช้มอนิเตอร์ในการแสดงข้อมูลเพื่อมีการมองเห็นที่ชัดเจนและกว้างไกลขึ้น

5.2 อุปสรรคและการแก้ไข

- เกิดขึ้นหลังจากติดตั้ง Sensors Photo Diode เข้ากับลานจอดรถเสร็จแล้ว จึงได้ทำการทดสอบ ผลที่ได้ปรากฏว่า เซนเซอร์ มีการทำงานที่ไม่ค่อยแน่นอนและหลังจากที่ได้ลองพยายามปรับแต่งดูแล้วผลที่ได้ก็ยังไม่เป็นที่ไม่น่าพอใจ จึงแก้ไขโดยการเปลี่ยนชนิดของเซนเซอร์ขึ้นใหม่ โดยเปลี่ยนมาใช้เซนเซอร์แบบ LDR แทนจึงทำให้ต้องสร้างลานจอดรถใหม่ด้วย ซึ่งหลังจากที่ได้มีการทดสอบเซนเซอร์ที่ติดตั้งใหม่แล้ว ผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจคือเซนเซอร์มีความแม่นยำมากขึ้น

- เกิดจากการติดตั้งกรอบเสาไม้เพื่อติดตั้งมอเตอร์กับไม้กั้นเปิด-ปิด ทางเข้า-ออกและลิมิตสวิตซ์ 2 ตัว เพื่อใช้ในการทำงานรวมกัน จากนั้นใช้กาวยึดกรอบเสาไม้เข้ากับพื้นลานจอดรถไว้ ซึ่งปัญหาที่เกิดมี 2 อย่างด้วยกันคือ กรอบเสาไม้กั้นไม่มั่นคงทนแข็งแรงพอและทิศทางการหมุนของไม้กั้นด้านทางเข้าไม่แม่นยำพอในการชนกับลิมิตสวิตซ์ จึงได้มีการแก้ไขเกิดขึ้นในส่วนกรอบเสาไม้ได้มีการใช้น็อตยึดติดกับลานจอดเพิ่มขึ้นและส่วนของไม้กั้นได้มีการติดตั้งให้มีความมั่นคงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปรับแต่งทิศทางการหมุนของไม้กั้นใหม่ ซึ่งผลที่ได้น่าพอใจทั้ง 2 อย่าง คือ กรอบไม้กั้นมีความมั่นคงแข็งแรงมากขึ้นและไม้กั้นมีทิศทางการหมุนที่แน่นอน

- เนื่องจากไฟเลี้ยงวงจรของ PLC ไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานในวงจรของระบบลานจอดรถ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องต่อไฟเลี้ยงเพิ่มเติม ทำให้อาจจะเป็นอันตรายได้ในเวลาที่มีการป้อนอินพุทจาก PLC โดยตรง เพราะว่าไฟจาก PLC ที่เข้ามาเลี้ยงโดยตรงจะถูกป้อนเข้าไปในวงจรแล้วจะทำให้วงจรเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] OMRON Corporation "Operation Manual" , July 2000

[2] OMRON Corporation "Programming Manual" , February 2001

[3] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. "ระบบ PLC (Programmable Logic Controller)" โดย สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 8 กุมภาพันธ์ 2547

[4] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร "คู่มือเขียนโปรแกรม Visual Basic 6.0 ฉบับเริ่มต้น" โดย บริษัท DEV BOOK Infopress Development Book พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-1-3 CPM2A/CPM2C PC Setup Settings

The PC Setup is broadly divided into four categories: 1) Settings related to basic PC operation and I/O processes, 2) Settings related to pulse output functions, 3) Settings related to interrupts, and 4) Settings related to communications. This section will explain the settings according to these classifications.

The following table shows the setting in order in the DM area. For details, refer to the page numbers shown.

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
Startup Processing (DM 6600 to DM 6614)			
The following settings are effective after transfer to the PC only after the PC is restarted.			
DM 6600	00 to 07	Startup mode (effective when bits 08 to 15 are set to 02). 00: PROGRAM; 01: MONITOR; 02: RUN	16
	08 to 15	Startup mode designation 00: Mode set on Programming Console switch if Programming Console is connected. RUN mode if Programming Console is not connected. 01: Continue operating mode last used before power was turned OFF. 02: Setting in 00 to 07 The setting of the switch SW2 will affect the operating mode for all CPM2C CPU Units produced before 1 September 2000. Refer to *1-3 Changes in SW2* for details.	
DM 6601	00 to 07	Not used.	17
	08 to 11	IOM Hold Bit (SR 25212) Status at Startup 0: Reset to 0; 1: Maintain previous status	
	12 to 15	Forced Status Hold Bit (SR 25211) Status at Startup 0: Reset to 0; 1: Maintain previous status	
DM 6602	00 to 03	Program memory write-protection 0: Program memory unprotected 1: Program memory write-protected (except DM 6602 itself)	17
	04 to 07	Programming Console display language 0: English; 1: Japanese	
	08 to 11	Expansion instruction function code assignments 0: Default settings 1: User assignments	158
	12 to 15	Not used.	
DM 6603	00 to 15	Not used.	
DM 6604	00 to 07	00: A memory error will not be generated if data could not be retained by the battery. 01: A memory error will be generated if data could not be retained by the battery.	
	08 to 15	Not used.	
DM 6605 to DM 6614	00 to 15	Not used.	

Note For CPM2C PCs with lot number of 3180O or earlier, the startup operating mode will be as shown in the following table if bits 08 to 15 of DM 6600 are set to 00.

Peripheral port connected to	Communications port setting switch	
	SW2 OFF	SW2 ON
Nothing	PROGRAM	RUN
Programming Console	Mode set on Programming Console mode switch	PROGRAM (The CPM2C will not be able to communicate with Programming Console.)
Other Programming Device	PROGRAM (The CPM2C will not be able to communicate with Programming Device.)	PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
Cycle Time Settings (DM 6615 to DM 6619) The following settings are effective after transfer to the PC the next time operation is started.			
DM 6615	00 to 15	Not used.	
DM 6616	00 to 07	Servicing time for RS-232C port (Effective when bits 08 to 15 are set to 01.) 00 to 99 (BCD): Percentage of cycle time used to service RS-232C port.	18
	08 to 15	RS-232C port servicing setting enable 00: 5% of the cycle time 01: Use time in bits 00 to 07.	
DM 6617	00 to 07	Servicing time for peripheral port (Effective when bits 08 to 15 are set to 01.) 00 to 99 (BCD): Percentage of cycle time used to service peripheral.	18
	08 to 15	Peripheral port servicing setting enable 00: 5% of the cycle time 01: Use time in bits 00 to 07.	
DM 6618	00 to 07	Cycle monitor time (Effective when bits 08 to 15 are set to 01, 02, or 03.) 00 to 99 (BCD): Setting (See bits 08 to 15, below.) A fatal error will be generated and PC operation will stop if the cycle time exceeds the cycle monitor time set here.	18
	08 to 15	Cycle monitor enable (Setting in 00 to 07 × units; 99 s max.) 00: 120 ms (setting in bits 00 to 07 disabled) 01: Setting units: 10 ms 02: Setting units: 100 ms 03: Setting units: 1 s	
DM 6619	00 to 15	Minimum cycle time 0000: Variable (no minimum) 0001 to 9999 (BCD): Minimum time in ms	19
Interrupt Processing (DM 6620 to DM 6639) The following settings are effective after transfer to the PC the next time operation is started.			
DM 6620	00 to 03	Input time constant for IR 00000 to IR 00002 0: 10 ms; 1: 1 ms; 2: 2 ms; 3: 3 ms; 4: 5 ms; 5: 10 ms; 6: 20 ms; 7: 40 ms; 8: 80 ms	19
	04 to 07	Input time constant for IR 00003 and IR 00004 (Setting same as bits 00 to 03)	
	08 to 11	Input time constant for IR 00005 and IR 00006 (Setting same as bits 00 to 03)	
	12 to 15	Input time constant for IR 00007 to IR 00011 (Setting same as bits 00 to 03)	
DM 6621	00 to 07	Input time constant for IR 001 00: 10 ms 01: 1 ms 02: 2 ms 03: 3 ms 04: 5 ms 05: 10 ms 06: 20 ms 07: 40 ms 08: 80 ms	
	08 to 15	Input constant for IR 002 (Setting same as for IR 001.)	
DM 6622	00 to 07	Input constant for IR 003 (Setting same as for IR 001.)	
	08 to 15	Input constant for IR 004 (Setting same as for IR 001.)	
DM 6623	00 to 07	Input constant for IR 005 (Setting same as for IR 001.)	
	08 to 15	Input constant for IR 006 (Setting same as for IR 001.)	
DM 6624	00 to 07	Input constant for IR 007 (Setting same as for IR 001.)	
	08 to 15	Input constant for IR 008 (Setting same as for IR 001.)	
DM 6625	00 to 07	Input constant for IR 009 (Setting same as for IR 001.)	
	08 to 15	Not used.	
DM 6626 to DM 6627	00 to 15	Not used.	
DM6628	00 to 03	Interrupt enable for IR 00003 (0: Normal input; 1: Interrupt input; 2: Quick-response)	27
	04 to 07	Interrupt enable for IR 00004 (0: Normal input; 1: Interrupt input; 2: Quick-response)	
	08 to 11	Interrupt enable for IR 00005 (0: Normal input; 1: Interrupt input; 2: Quick-response) (Set to 0 in CPM2C CPU Units with 10 I/O points.)	
	12 to 15	Interrupt enable for IR 00006 (0: Normal input; 1: Interrupt input; 2: Quick-response) (This input does not exist in CPM2C CPU Units with 10 I/O points.)	

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
DM 6629	00 to 03	PV coordinate system for pulse output 0 0: Relative coordinates; 1: Absolute coordinates	98
	04 to 07	PV coordinate system for pulse output 1 0: Relative coordinates; 1: Absolute coordinates	
	08 to 15	Not used.	
DM 6630 to DM 6641	00 to 15	Not used.	
High-speed Counter Settings (DM 6640 to DM 6644) The following settings are effective after transfer to the PC the next time operation is started.			
DM 6640 to DM 6641	00 to 15	Not used.	
DM 6642	00 to 03	High-speed counter mode 0: Differential phase mode (5 kHz) 1: Pulse + direction input mode (20 kHz) 2: Up/down input mode (20 kHz) 4: Increment mode (20 kHz)	44, 53
	04 to 07	High-speed counter reset mode 0: Z phase and software reset; 1: Software reset only	
	08 to 15	High-speed counter/Synchronized pulse control for IR 00000 to IR 00002 00: Don't use either function. 01: Use as high-speed counters. 02: Use for synchronized pulse control (10 to 500 Hz). 03: Use for synchronized pulse control (20 Hz to 1 kHz). 04: Use for synchronized pulse control (300 Hz to 20 kHz).	
DM 6643, DM 6644	00 to 15	Not used.	
RS-232C Port Communications Settings The following settings are effective after transfer to the PC. If the CPM2A CPU Unit's Communications Switch is ON, communications through the CPM2A's RS-232C port are governed by the default settings (all 0) regardless of the settings in DM 6645 through DM 6649. If pin 2 of the CPM2C CPU Unit's DIP switch is ON, communications through the CPM2C's RS-232C port are governed by the default settings (all 0) regardless of the settings in DM 6645 through DM 6649.			
DM 6645	00 to 03	Port settings 0: Standard (1 start bit, 7 data bits, even parity, 2 stop bits, 9,600 bps), Host Link unit number: 0 1: Settings in DM 6646 (Any other setting will cause a non-fatal error and AR 1302 will turn ON.)	222
	04 to 07	CTS control setting 0: Disable CTS control; 1: Enable CTS control (Any other setting will cause a non-fatal error and AR 1302 will turn ON.)	
	08 to 11	Link words for 1:1 data link 0: LR 00 to LR 15 (Any other settings are ineffective.)	
	12 to 15	Communications mode 0: Host Link; 1: No-protocol; 2: 1:1 PC Link Slave; 3: 1:1 PC Link Master; 4: NT Link (Any other setting causes a non-fatal error and turns ON AR 1302.)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
DM 6646	00 to 07	Baud rate 00: 1,200 bps; 01: 2,400 bps; 02: 4,800 bps; 03: 9,600 bps; 04: 19,200 bps	222
	08 to 15	Frame format 00: 1 bit, 7 bits, 1 bit, Even 01: 1 bit, 7 bits, 1 bit, Odd 02: 1 bit, 7 bits, 1 bit, None 03: 1 bit, 7 bits, 2 bits, Even 04: 1 bit, 7 bits, 2 bits, Odd 05: 1 bit, 7 bits, 2 bits, None 06: 1 bit, 8 bits, 1 bit, Even 07: 1 bit, 8 bits, 1 bit, Odd 08: 1 bit, 8 bits, 1 bit, None 09: 1 bit, 8 bits, 2 bits, Even 10: 1 bit, 8 bits, 2 bits, Odd 11: 1 bit, 8 bits, 2 bits, None (Any other setting specifies standard settings (1 start bit, 7 data bits; even parity, 2 stop bits, 9,600 bps), causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
DM 6647	00 to 15	Transmission delay (0000 to 9999 BCD sets a delay of 0 to 99,990 ms.) (Any other setting specifies a delay of 0 ms, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	222
DM 6648	00 to 07	Node number (Host Link) 00 to 31 (BCD) (Any other setting specifies a node number of 00, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	222
	08 to 11	Start code selection for no-protocol communications 0: Disables start code; 1: Enables start code in DM 6649 (Any other setting disables the start code, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
	12 to 15	End code selection for no-protocol communications 0: Disables end code; 1: Enables end code in DM 6649; 2: Sets end code of CR, LF. (Any other setting disables the end code, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
DM 6649	00 to 07	Start code (00 to FF) (This setting is valid only when bits 8 to 11 of DM 6648 are set to 1.)	222
	08 to 15	When bits 12 to 15 of DM 6648 set to 0: Sets the number of bytes to receive. (00: 256 bytes; 01 to FF: 1 to 255 bytes) When bits 12 to 15 of DM 6648 set to 1: Sets the end code. (00 to FF)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
Peripheral Port Communications Settings The following settings are effective after transfer to the PC. If the CPM2A CPU Unit's Communications Switch is ON, communications through the peripheral port are governed by the default settings (all 0) regardless of the settings in DM 6650 through DM 6654. The CPM2A's *Communications Switch setting has no effect* on communications with a Programming Console connected to the peripheral port or Support Software set for peripheral bus communications. The CPM2A CPU Unit will auto-detect either Programming Device and automatically establish communications. SW2 on the CPM2C CPU Unit must be OFF in order for communications through the CPM2C's peripheral port to be governed by the settings in DM 6650 through DM 6654.			
DM 6650	00 to 03	Port settings 00: Standard (1 start bit, 7 data bits, even parity, 2 stop bits, 9,600 bps), Host Link unit *number:* 0 01: Settings in DM 6651 (Any other setting specifies standard settings, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	222
	04 to 11	Not used.	
	12 to 15	Communications mode 0: Host Link or peripheral bus; 1: No-protocol (Any other setting *specifies Host Link, causes a non-fatal error,* and turns ON AR 1302.)	
DM 6651	00 to 07	Baud rate 00: 1,200 bps; 01: 2,400 bps; 02: 4,800 bps; 03: 9,600 bps; 04: 19,200 bps	
	08 to 15	Frame format Start bits / Data bits / Stop bits / Parity 00: 1 bit / 7 bits / 1 bit / Even 01: 1 bit / 7 bits / 1 bit / Odd 02: 1 bit / 7 bits / 1 bit / None 03: 1 bit / 7 bits / 2 bits / Even 04: 1 bit / 7 bits / 2 bits / Odd 05: 1 bit / 7 bits / 2 bits / None 06: 1 bit / 8 bits / 1 bit / Even 07: 1 bit / 8 bits / 1 bit / Odd 08: 1 bit / 8 bits / 1 bit / None 09: 1 bit / 8 bits / 2 bits / Even 10: 1 bit / 8 bits / 2 bits / Odd 11: 1 bit / 8 bits / 2 bits / None (Any other setting specifies standard settings (1 start bit, 7 data bits; even parity, 2 stop bits, 9,600 bps), causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
DM 6652	00 to 15	Transmission delay (0000 to 9999 BCD sets a delay of 0 to 99,990 ms.) (Any other setting specifies a delay of 0 ms, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	222
DM 6653	00 to 07	Node number (Host Link) 00 to 31 (BCD) (Any other setting specifies a node number of 00, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
	08 to 11	Start code selection for no-protocol communications 0: Disables start code; 1: Enables start code in DM 6649 (Any other setting disables the start code, causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	
	12 to 15	End code selection for no-protocol communications 0: Disables end code; 1: Enables end code in DM 6649; 2: Sets end code of CR, LF. (Any other setting *disables the end code,* causes a non-fatal error, and turns ON AR 1302.)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
DM 6654	00 to 07	Start code (00 to FF) (This setting is valid only when bits 8 to 11 of DM 6648 are set to 1.)	222
	08 to 15	When bits 12 to 15 of DM 6648 set to 0: Sets the number of bytes to receive. (00: 256 bytes; 01 to FF: 1 to 255 bytes) When bits 12 to 15 of DM 6648 set to 1: Sets the end code. (00 to FF)	
Error Log Settings (DM 6655) The following settings are effective after transfer to the PC.			
DM 6655	00 to 03	Style 0: Shift after 7 records have been stored 1: Store only first 7 records (no shifting) 2 to F: Do not store records	21
	04 to 07	Not used.	
	08 to 11	Cycle time monitor enable 0: Generate a non-fatal error for a cycle time that is too long. 1: Do not generate a non-fatal error.	
	12 to 15	Low battery error enable 0: Generate a non-fatal error for low battery voltage. 1: Do not generate a non-fatal error. Low battery error detection is disabled (i.e., set to 1) by default in CPU Units that do not have a clock. If the PC Setup is cleared, the setting will changed to 0 and a low battery error will occur. Bits 12 to 15 should always be set to 0 when the optional CPM2C-BAT01 is mounted.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Read/ write	Page
SR 244	00 to 15	**Interrupt Input 00003 Counter Mode PV** Counter PV when interrupt input 00003 is used in counter mode (4 digits hexadecimal).	Read-only	72
SR 245	00 to 15	**Interrupt Input 00004 Counter Mode PV** Counter PV when interrupt input 00004 is used in counter mode (4 digits hexadecimal).		
SR 246	00 to 15	**Interrupt Input 00005 Counter Mode PV** Counter PV when interrupt input 00005 is used in counter mode (4 digits hexadecimal).		
SR 247	00 to 15	**Interrupt Input 00006 Counter Mode PV** Counter PV when interrupt input 00006 is used in counter mode (4 digits hexadecimal). (Input 00006 does not exist in CPM2C CPU Units with 10 I/O points.)		
SR 248, SR 249	00 to 15	**High-speed Counter PV Area** (Can be used as work bits when the high-speed counter is not used.)		57
SR 250	00 to 15	**Analog Setting 0 (CPM2A PCs only)** Used to store the 4-digit BCD set value (0000 to 0200) from analog control 0.		147
SR 251	00 to 15	**Analog Setting 1 (CPM2A PCs only)** Used to store the 4-digit BCD set value (0000 to 0200) from analog control 1.		
SR 252	00	**High-speed Counter Reset Bit**	Read/ write	48
	01 to 03	Not used.		
	04	**Pulse Output 0 PV Reset Bit** Turn ON to clear the PV of pulse output 0.	Read/ write	94
	05	**Pulse Output 1 PV Reset Bit** Turn ON to clear the PV of pulse output 1.		
	06, 07	Not used.		
	08	**Peripheral Port Reset Bit** Turn ON to reset the peripheral port. Automatically turns OFF when reset is complete.	Read/ write	---
	09	**RS-232C Port Reset Bit** Turn ON to reset the RS-232C port. Automatically turns OFF when reset is complete.		---
	10	**PC Setup Reset Bit** Turn ON to initialize PC Setup (DM 6600 through DM 6655). Automatically turns OFF again when reset is complete. Only effective if the PC is in PROGRAM mode.		2
	11	**Forced Status Hold Bit** (See note.) OFF: The forced status of bits that are forced set/reset is cleared when switching between PROGRAM mode and MONITOR mode. ON: The status of bits that are forced set/reset are maintained when switching between PROGRAM mode and MONITOR mode. The PC Setup can be set to maintain the status of this bit when the PC is turned off.		17
	12	**I/O Hold Bit** (See note.) OFF: IR and LR bits are reset when starting or stopping operation. ON: IR and LR bit status is maintained when starting or stopping operation. The PC Setup can be set to maintain the status of this bit when the PC is turned off.		17
	13	Not used.		
	14	**Error Log Reset Bit** Turn ON to clear error log. Automatically turns OFF again when operation is complete.	Read/ write	551
	15	Not used.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Read/ write	Page
SR 253	00 to 07	**FAL Error Code** The error code (a 2-digit number) is stored here when an error occurs. The FAL number is stored here when FAL(06) or FALS(07) is executed. This word is reset (to 00) by executing a FAL 00 instruction or by clearing the error from a Programming Device.	Read-only	381
	08	**Battery Error Flag** Turns ON when the CPU Unit backup battery's voltage is too low.		---
	09	**Cycle Time Overrun Flag** Turns ON when a cycle time overrun occurs (i.e., when the cycle time exceeds 100 ms).		---
	10,11	Not used.		
	12	**Changing RS-232C Setup Flag** Turns ON when the RS-232C port's settings are being changed.	Read/ write	---
	13	**Always ON Flag**	Read-only	---
	14	**Always OFF Flag**		---
	15	**First Cycle Flag** Turns ON for 1 cycle at the start of operation.		---
SR 254	00	1-minute clock pulse (30 seconds ON; 30 seconds OFF)		---
	01	0.02-second clock pulse (0.01 second ON; 0.01 second OFF)		---
	02	**Negative (N) Flag**		---
	03	Not used.		
	04	**Overflow (OF) Flag** Turns ON when an overflow occurs in a signed binary calculation.	Read-only	---
	05	**Underflow (UF) Flag** Turns ON when an underflow occurs in a signed binary calculation.		---
	06	**Differential Monitor Complete Flag** Turns ON when differential monitoring is completed.		156
	07	**STEP(08) Execution Flag** Turns ON for 1 cycle only at the start of process based on STEP(08).		381
	08 to 15	Not used.		
SR 255	00	0.1-second clock pulse (0.05 second ON; 0.05 second OFF)	Read-only	---
	01	0.2-second clock pulse (0.1 second ON; 0.1 second OFF)		---
	02	1.0-second clock pulse (0.5 second ON; 0.5 second OFF)		---
	03	**Instruction Execution Error (ER) Flag** Turns ON when an error occurs during execution of an instruction.		---
	04	**Carry (CY) Flag** Turns ON when there is a carry in the results of an instruction execution.		---
	05	**Greater Than (GR) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "greater."		---
	06	**Equals (EQ) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "equal," or when the result of an instruction execution is 0.		---
	07	**Less Than (LE) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "less."		---
	08 to 15	Not used.		

Note DM 6601 in the PC Setup can be set to maintain the previous status of the Forced Status Hold Bit (SR 25211) and the I/O Hold Bit (SR 25212) when power is turned OFF. Refer to *1-1-3 CPM2A/CPM2C PC Setup Settings* for details on the PC Setup.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AR Area

These bits mainly serve as flags related to CPM2A/CPM2C operation. These bits retain their status even after the CPM2A/CPM2C power supply has been turned off or when operation begins or stops.

Word(s)	Bit(s)	Function		Page
AR 00, AR 01	00 to 15	Not used.		
AR 02	00	*Expansion Unit Error Flag for 1st Unit*	These flags turn ON when there is an error in the corresponding Unit.	---
	01	Expansion Unit Error Flag for 2nd Unit		
	02	Expansion Unit Error Flag for 3rd Unit		
	03	Expansion Unit Error Flag for 4th Unit (Not used by CPM2A.)		
	04	Expansion Unit Error Flag for 5th Unit (Not used by CPM2A.)		
	05 to 07	Not used.		
	08 to 11	**Number of Expansion Units and Expansion I/O Units Connected**		---
	12 to 15	Not used.		
AR 03 to AR 06	00 to 15	Not used.		
AR 07	00 to 11	Not used.		---
	12	Valid only for CPM2C CPU Units with lot numbers of 0190O or later. (Cannot be used for CPM2C CPU Units with lot numbers of 3180O or earlier and cannot be used with CPM2A CPU Units.) Refer to *1-3 Changes in SW2* for information on lot numbers. ON: SW2 on the front of the CPU Unit is ON. OFF: SW2 on the front of the CPU Unit is OFF.		
	13 to 15	Not used.		
AR 08	00 to 03	**RS-232C Port Error Code** 0: Normal completion 1: Parity error 2: Frame error 3: Overrun error		246, 254
	04	**RS-232C Communications Error Flag** Turns ON when an RS-232C port communications error occurs.		
	05	**RS-232C Transmit Ready Flag** Turns ON when the PC is ready to transmit data. (No-protocol and Host Link only)		
	06	**RS-232C Reception Completed Flag** Turns ON when the PC has completed reading data. (No-protocol only)		
	07	**RS-232C Reception Overflow Flag** Turns ON when an overflow has occurred. (No-protocol only)		
	08 to 11	**Peripheral Port Error Code** 0: Normal completion 1: Parity error 2: Frame error 3: Overrun error		
	12	***Peripheral Port Communications Error Flag*** Turns ON when a peripheral port communications error occurs.		
	13	**Peripheral Port Transmit Ready Flag** Turns ON when the PC is ready to transmit data. (No-protocol and Host Link only)		
	14	**Peripheral Port Reception Completed Flag** Turns ON when the PC has completed reading data. (No-protocol only)		
	15	**Peripheral Port Reception Overflow Flag** Turns ON when an overflow has occurred. (No-protocol only)		
AR 09	00 to 15	**RS-232C Port Reception Counter** (4 digits BCD) Valid only when no-protocol communications are used.		254
AR 10	00 to 15	**Peripheral Port Reception Counter** (4 digits BCD) Valid only when no-protocol communications are used.		254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
AR 11 (Note 1)	00 to 07	**High-speed Counter Range Comparison Flags** 00 ON: Counter PV is within comparison range 1 01 ON: Counter PV is within comparison range 2 02 ON: Counter PV is within comparison range 3 03 ON: Counter PV is within comparison range 4 04 ON: Counter PV is within comparison range 5 05 ON: Counter PV is within comparison range 6 06 ON: Counter PV is within comparison range 7 07 ON: Counter PV is within comparison range 8	58
	08	**High-speed Counter Comparison Operation** ON: Operating OFF: Stopped	
	09	**High-speed Counter PV Overflow/Underflow Flag** ON: An overflow or underflow occurred. OFF: Normal operation	
	10	Not used.	
	11	**Pulse Output 0 Output Status** ON: Pulse output 0 is accelerating or decelerating. OFF: Pulse output 0 is operating at a constant rate.	101
	12	**Pulse Output 0 Overflow/Underflow Flag** ON: An overflow or underflow occurred. OFF: Normal operation	
	13	**Pulse Output 0 Pulse Quantity Set Flag** ON: Pulse quantity has been set. OFF: Pulse quantity has not been set.	
	14	**Pulse Output 0 Pulse Output Completed Flag** ON: Completed OFF: Not completed	
	15	**Pulse Output 0 Output Status** ON: Pulses being output. OFF: Stopped.	
AR 12 (Note 1)	00 to 11	Not used.	
	12	**Pulse Output 1 Overflow/Underflow Flag** ON: An overflow or underflow occurred. OFF: Normal operation	101
	13	**Pulse Output 1 Pulse Quantity Set Flag** ON: Pulse quantity has been set. OFF: Pulse quantity has not been set.	
	14	**Pulse Output 1 Pulse Output Completed Flag** ON: Completed OFF: Not completed	
	15	**Pulse Output 1 Output Status** ON: Pulses being output. OFF: Stopped.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
AR 13	00	**Power-up PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6600 to DM 6614 (the part of the PC Setup area that is read at power-up).	549
	01	**Start-up PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6615 to DM 6644 (the part of the PC Setup area that is read at the beginning of operation).	
	02	**RUN PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6645 to DM 6655 (the part of the PC Setup area that is always read).	
	03, 04	Not used.	
	05	**Cycle Time Too Long Flag** Turns ON if the actual cycle time is longer than the cycle time set in DM 6619.	---
	06, 07	Not used.	
	08	**Memory Area Specification Error Flag** Turns ON when a non-existent data area address is specified in the program.	---
	09	**Flash Memory Error Flag** Turns ON when there is an error in flash memory.	---
	10	**Read-only DM Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the read-only DM (DM 6144 to DM 6599) and that area is initialized.	550
	11	**PC Setup Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the PC Setup area.	
	12	**Program Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the program memory (UM) area, or when an improper instruction is executed.	---
	13	**Expansion Instruction Area Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the expansion instruction assignments area. The expansion instruction assignments will be cleared to their default settings.	
	14	**Data Save Error Flag** Turns ON if data could not be retained with the backup battery. The following words are normally backed up by the battery: DM read/write words (DM 0000 to DM 1999 and DM 2022 to DM 2047), Error Log (DM 2000 to DM 2021), HR area, counter area, SR 25511, SR 25512 (if DM 6601 is set to hold I/O memory at startup), AR 23, operating mode (if DM 6600 is set to use the previous operating mode), and clock words (AR 17 to AR 21, for CPU Units with clocks). If the above words cannot be retained, all data will be cleared except that AR 2114 will be turned ON. The CPU Unit will start in PROGRAM mode if DM 6600 is set to use the previous operating mode. (If DM 6604 is set to generate an error, the PC will start in PROGRAM mode regardless.)	---
	15	Not used.	
AR 14	00 to 15	**Maximum Cycle Time** (4 digits BCD, see note 3) The longest cycle time since the beginning of operation is stored. It is not cleared when operation stops, but it is cleared when operation starts again.	519
AR 15	00 to 15	**Current Cycle Time** (4 digits BCD, see note 3) The most recent cycle time during operation is stored. The Current Cycle Time is not cleared when operation stops.	
AR 16	00 to 15	Not used.	
AR 17 (Note 2)	00 to 07	**Minute** (00 to 59, BCD)	160
	08 to 15	**Hour** (00 to 59, BCD)	
AR 18 (Note 2)	00 to 07	**Second** (00 to 59, BCD)	
	08 to 15	**Minute** (00 to 59, BCD)	
AR 19 (Note 2)	00 to 07	**Hour** (00 to 23, BCD)	
	08 to 15	**Day of the Month** (01 to 31, BCD)	
AR 20 (Note 2)	00 to 07	**Month** (01 to 12, BCD)	
	08 to 15	**Year** (00 to 99, BCD)	

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
AR 21 (Note 2)	00 to 07	**Day of the Week**[3] (00 to 06, BCD) 00: Sunday 01: Monday 02: Tuesday 03: Wednesday 04: Thursday 05: Friday 06: Saturday	160
	08 to 12	Not used.	
	13	**30-second Compensation Bit** Turn this bit ON to round off to the nearest minute. When the seconds are 00 to 29, the seconds are cleared to 00 and the rest of the time setting is left unchanged. When the seconds are 30 to 59, the seconds are cleared to 00 and the time is incremented by one minute.	160
	14	**Clock Stop Bit** Turn this bit ON to stop the clock. The time/date can be overwritten while this bit is ON.	
	15	**Clock Set Bit** To change the time/date, turn ON AR 2114, write the new time/date (being sure to leave AR 2114 ON), and then turn this bit ON to enable a new time/date setting. The clock will restart and both AR 2114 and AR 2115 will be turned OFF automatically.	
AR 22	00 to 15	Not used.	
AR 23	00 to 15	**Power-off Counter** (4 digits BCD) This is the count of the number of times that the power has been turned off. To clear the count, write "0000" from a Programming Device.	---

Note 1. The same data can be read immediately with PRV(62).

2. The time and date can be set while AR 2114 is ON. The new setting becomes effective when AR 2115 is turned ON. (AR 2114 and AR 2115 are turned OFF automatically when the new setting goes into effect.) These words will contain 0000 in CPM2C CPU Units that are not equipped with the clock function.

3. The units for the maximum and current cycle times are determined by the setting in bits 08 to 15 of DM 6618. A setting of 00 specifies 0.1-ms units, 01 specifies 0.1-ms units, 02 specifies 1-ms units, and 03 specifies 10-ms units.

SRM1 Memory Areas

Memory Area Structure

The following memory areas can be used with the SRM1.

Data area		Words	Bits	Function
IR area[1]	Input area	IR 000 to IR 007 (8 words)	IR 00000 to IR 00715 (128 bits)	These bits can be allocated to the external I/O terminals. The ON/OFF status of the I/O bits will be the same as the ON/OFF status of the I/O terminals (When the CompoBus/S is used in 128-bit mode, IR 004 to IR 007 and IR 014 to IR 017 can also be used as work bits.)
	Output area	IR 010 to IR 017 (8 words)	IR 01000 to IR 01715 (128 bits)	
	Work area	IR 008 to IR 009 IR 018 to IR 019 IR 200 to IR 239 (44 words)	IR 00800 to IR 00915 IR 01800 to IR 01915 IR 20000 to IR 23915 (704 bits)	Work bits can be freely used within the program. IR 232 to IR 239 however, are used as the MACRO input area when MCRO(99) is being used.
SR area		SR 240 to SR 255 (16 words)	SR 24000 to SR 25507 (248 bits)	These bits serve as storage space for flags and function set values/present values for SRM1 operation. Refer to *SR Area.*
TR area		---	TR 0 to TR 7 (8 bits)	When a complicated ladder diagram cannot be recorded as a mnemonic these bits are used to temporarily store ON/OFF status at program branches. These temporary bits cannot be used within the same block but if the blocks are different several may be used. The ON/OFF status of these bits cannot be monitored using the monitoring function of a Programming Device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data area		Words	Bits	Function
HR area[2]		HR 00 to HR 19 (20 words)	HR 0000 to HR 1915 (320 bits)	These bits store data and retain their ON/OFF status when power is turned off, or operation starts or stops. They are used in the same way as work bits.
AR area[2]		AR 00 to AR 15 (16 words)	AR 0000 to AR 1515 (256 bits)	These bits serve specific functions such as flags and control bits. AR 04 to 07 are used as slaves. Refer to *AR Area*.
LR area[1]		LR 00 to LR 15 (16 words)	LR 0000 to LR 1515 (256 bits)	Used for a 1:1 data link with another SRM1, CQM1 or C200HS PC.
Timer/Counter area[2]		TC 000 to TC 127 (timer/counter numbers)[3]		Timers and counter use the TIM, TIMH(15), CNT and CNTR(12) instructions. The same numbers are used for both timers and counters. Timer/counter numbers should be specified as bits when dealing with timer/counter present values. The counter data will be stored even when the SRM1 power is turned off or operation is stopped or started. When timer/counter are treated as up-flags the number should be specified as relay data.
DM area	Read/write[2]	DM 0000 to DM 1999 (2,000 words)	---	DM area data can be accessed in word units only. Word values are retained when the power is turned off, or operation started or stopped. Read/write areas can be read and written freely within the program.
	Error log[4]	DM 2000 to DM 2021 (22 words)	---	Used to store the time of occurrence and error code of errors that occur. Refer to *7-5 Coding Right-hand Instructions*.
	Read-only[4]	DM 6144 to DM 6599 (456 words)	---	Cannot be overwritten from program.
	PC Setup[4]	DM 6600 to DM 6655 (56 words)	---	Used to store various parameters that control PC operation.

Note 1. IR and LR bits that are not used for their allocated functions can be used as work bits.

2. The contents of the HR area, LR area, Counter area, and read/write DM area are backed up by a capacitor. At 25°C, the capacitor will back up memory for 20 days. Refer to *2-1-2 Characteristics* in the *SRM1 Master Control Unit Operation Manual* for a graph showing the backup time vs. temperature.

3. When accessing a PV, TC numbers are used as word data; when accessing Completion Flags, they are used as bit data.

4. Data in DM 6144 to DM 6655 cannot be overwritten from the program, but they can be changed from a Programming Device.

SR Area

These bits mainly serve as flags related to SRM1 operation or contain present and set values for various functions. The functions of the SR area are explained in the following table.

Note "Read-only" words and bits can be read as status in controller PC operation, but they cannot be written from the ladder program. Bits and words that are "Not used" are also read-only.

Word(s)	Bit(s)	Function	Read/ write	Page
SR 240 to SR 247	00 to 15	Not used.		
SR 248, SR 249	00 to 15	Reserved.		
SR 250, SR 251	00 to 15	Not used.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Read/ write	Page
SR 252	00	Not used. (system use)		
	01 to 07	Not used.		
	08	**Peripheral Port Reset Bit** Turn ON to reset peripheral port. (Not valid when Programming Device is connected.) Automatically turns OFF when reset is complete.	Read/ write	268
	09	**RS-232C Port Reset Bit** Automatically turns OFF when reset is complete.		
	10	**PC Setup Reset Bit** Turn ON to initialize PC Setup (DM 6600 through DM 6655). Automatically turns OFF again when reset is complete. Only effective if the PC is in PROGRAM mode.		2
	11	***Forced Status Hold Bit*** OFF: The forced status of bits that are forced set/reset is cleared when switching between PROGRAM mode and MONITOR mode. ON: The status of bits that are forced set/reset are maintained when switching between PROGRAM mode and MONITOR mode.		17
	12	**I/O Hold Bit** OFF: IR and LR bits are reset when starting or stopping operation. ON: IR and LR bit status is maintained when starting or stopping operation.		17
	13	Not used.		
	14	**Error Log Reset Bit** Turn ON to clear error log. Automatically turns OFF again when operation is complete.	Read/ write	551
	15	Not used.		
SR 253	00 to 07	**FAL Error Code** The error code (a 2-digit number) is stored here when an error occurs. The FAL number is stored here when FAL(06) or FALS(07) is executed. This word is reset (to 00) by executing a FAL 00 instruction or by clearing the error from a Programming Device.	Read-only	381
	08	Not used.		
	09	**Cycle Time Overrun Flag** Turns ON when a cycle time overrun occurs.	Read-only	---
	10 to 11	Not used.		
	12	**RS-232C Port Set Bit** Turn ON to set RS-232C port. Turn OFF when reset is complete.	Read/ write	
	13	**Always ON Flag**	Read-only	---
	14	**Always OFF Flag**		---
	15	**First Cycle Flag** Turns ON for 1 cycle at the start of operation.		---
SR 254	00	1-minute clock pulse (30 seconds ON; 30 seconds OFF)		---
	01	0.02-second clock pulse (0.01 second ON; 0.01 second OFF)		---
	02	**Negative (N) Flag**		---
	03	Not used.		
	04	**Overflow Flag**	Read-only	---
	05	**Underflow Flag**		---
	06	**Differential Monitor Complete Flag** Turns ON when differential monitoring is complete.		156
	07	**STEP(08) Execution Flag** Turns ON for 1 cycle only at the start of process based on STEP(08).		381
	08 to 15	Not used.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Read/ write	Page
SR 255	00	0.1-second clock pulse (0.05 second ON; 0.05 second OFF)	Read-only	---
	01	0.2-second clock pulse (0.1 second ON; 0.1 second OFF)		---
	02	1.0-second clock pulse (0.5 second ON; 0.5 second OFF)		---
	03	**Instruction Execution Error (ER) Flag** Turns ON when an error occurs during execution of an instruction.		---
	04	**Carry (CY) Flag** Turns ON when there is a carry in the results of an instruction execution.		---
	05	**Greater Than (GR) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "greater."		---
	06	**Equals (EQ) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "equal," or when the result of an instruction execution is 0.		---
	07	**Less Than (LE) Flag** Turns ON when the result of a comparison operation is "less."		---
	08 to 15	Not used.		

AR Area

These bits mainly serve as flags related to SRM1 operation. These bits retain their status even after the SRM1 power supply has been turned off or when operation begins or stops.

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
AR 00, AR 01	00 to 15	Not used.	
AR 02	00 to 07	Not used.	
	08 to 11	Not used. (system use)	
	12 to 15	Not used.	
AR 03	00 to 15	Not used.	
AR 04 to AR 07	00 to 15	**Slave Status Flag**	---
AR 08	00 to 03	**RS-232C Error Code** (1-digit number) 0: Normal completion 1: Parity error 2: Framing error 3: Overrun error	---
	04	**RS-232C Communications Error**	---
	05	**RS-232C Transmission Enabled Flag** Valid only when Host Link, no-protocol communications are used.	---
	06	**RS-232C Reception Completed Flag** Valid only when no-protocol communications are used.	---
	07	**RS-232C Reception Overflow Flag** Valid only when no-protocol communications are used.	---
	08 to 11	**Programming Device Error Code** 0: Normal completion 1: Parity error 2: Frame error 3: Overrun error	269
	12	**Programming Device Error Flag**	
	13	**Programming Device Transmission Enabled Flag** Valid only when Host Link, no-protocol communications are used.	---
	14	**Programming Device Reception Completed Flag** Valid only when no-protocol communications are used.	---
	15	**Programming Device Reception Overflow Flag** Valid only when no-protocol communications are used.	---

เอกสารนี้เป็นเ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Word(s)	Bit(s)	Function	Page
AR 09	00 to 15	When the no-protocol communications mode is being used: **RS-232C Reception Counter** (4 digits BCD)	---
		When the 1:N NT Link communications mode is being used (V2 only): **Communicating with PT Flags** (Bits 00 to 07 are flags for PTs 0 to 7.) **Registering Priority with PT Flags** (Bits 08 to 15 are flags for PTs 0 to 7.)	---
AR 10	00 to 15	**Programming Device Reception Counter** (4 digits BCD) Valid only when no-protocol communications are used.	---
AR 11	00 to 15	4 digits BCD Power supply cut frequency.	---
AR 12	00 to 15	Not used.	
AR 13	00	**Power-up PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6600 to DM 6614 (the part of the PC Setup area that is read at power-up).	549
	01	**Start-up PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6615 to DM 6644 (the part of the PC Setup area that is read at the beginning of operation).	
	02	**RUN PC Setup Error Flag** Turns ON when there is an error in DM 6645 to DM 6655 (the part of the PC Setup area that is always read).	
	03, 04	Not used.	
	05	**Long Cycle Time Flag** Turns ON if the actual cycle time is longer than the cycle time set in DM 6619.	---
	06	Turns ON when the program memory (UM) area is full.	---
	07	Turns ON when instructions other than those in the support software area used.	---
	08	**Memory Area Specification Error Flag** Turns ON when a non-existent data area address is specified in the program.	---
	09	**Flash Memory Error Flag** Turns ON when there is an error in flash memory.	---
	10	**Read-only DM Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the read-only DM (DM 6144 to DM 6599) and that area is initialized.	550
	11	**PC Setup Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the PC Setup area.	
	12	**Program Error Flag** Turns ON when a checksum error occurs in the program memory (UM) area, or when an improper instruction is executed.	---
	13	Not used. (Cleared when power is turned on.)	
AR 13	14	**Data Save Error Flag** Turns ON when power is turned on if data could not be saved in the following areas: DM area (read/write-capable), HR area, CNT area, SR 252, bits 11, 12 (when PC Setup in DM 6601 is set to maintain status), error log, operation mode (when PC Setup in DM 6600 is set to continue mode last used before power failure). (For details regarding the holding time, refer to the *SRM1 Operation Manual.*) If data could not be saved in the above areas: The DM (read/write-capable), error log, HR, and CNT areas, and SR 252, bits 11 and 12 will be cleared. The operation mode will go into PROGRAM mode.	
	15	**SRM1 CompoBus/S Communications Error Flag**	---
AR 14	00 to 15	**Maximum Cycle Time** (4 digits BCD) The longest cycle time since the beginning of operation is stored. It is cleared at the beginning, and not at the end, of operation. The units can be any of the following, depending on the setting of in DM 6618. Default: 0.1 ms; "10 ms" setting: 0.1 ms; "100 ms" setting: 1 ms; "1 s" setting: 10 ms	519
AR 15	00 to 15	**Current Cycle Time** (4 digits BCD) The most recent cycle time during operation is stored. The Current Cycle Time is not cleared when operation stops. The units can be any of the following, depending on the setting of in DM 6618. Default: 0.1 ms; "10 ms" setting: 0.1 ms; "100 ms" setting: 1 ms; "1 s" setting: 10 ms	

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้