สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ด้วย PLC

AIRCONDITION CONTROLLATION ON-OFF WITH PLC

นายพงศ์ธร อุดแลว

นายพรธรรม อินสด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72668
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2550

.b 11321091
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIRCONDITION CONTROLLATION ON-OFF WITH PLC

PONGTHON UDKWAE

PORNTHUM INSOD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ด้วย PLC		
	AIRCONDITION CONTROLLATION ON-OFF WITH PLC		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพงศ์ธร	อุดแดง	**รหัสนักศึกษา** 46012114
	นายพรธรรม	อินสด	**รหัสนักศึกษา** 46012116
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม		
ปีการศึกษา	2549		

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รส.วิริยะ กองรัตน์	

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ด้วย PLC		
	AIRCONDITION CONTROLLATION ON-OFF WITH PLC		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายพงศ์ธร	อุดแคว	**รหัสนักศึกษา** 46012114
	นายพรธรรม	อินสด	**รหัสนักศึกษา** 46012116
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.วิริยะ	กองรัตน์	
ปีการศึกษา	2549		

บทคัดย่อ

การตั้งเวลาเครื่องปรับอากาศด้วยโปรแกรม PLCแต่ละห้องจะเป็นการตั้งเวลาปิด – เปิด เครื่องปรับอากาศ โดยจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ Automatic Manual ซึ่งการตั้งเวลานั้นจะสามารถตั้งเวลาตั้งได้ตามแต่ละห้อง โดยจะควบคุมการตั้งเวลาที่หน้าจอสัมผัส ซึ่งหน้าจอสัมผัสนี้จะเป็นส่วนที่แสดงผลและทำการตั้งเวลา การตั้งเวลาจะแยกออกเป็นช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Aircondition Controllation ON-OFF with PLC
Authors	Mr. Pongthon Udkwae
	Mr. Pornthum Insod
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Viriya Kongratana
Year	2006

ABSTRACT

Setting Time of Aircondition Comtrollation ON-OFF with PLC is set time ON-OFF of Aircondition with to 2 type is Automation and Manual. Setting Time can set either room Control setting time on Touch Screen it is show and setting time. Setting Time is Range Time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจาก รองศาสตราจารย์ วิริยะ กองรัตน์ ที่ได้ให้คำแนะนำกับผู้วิจัยตลอดมาอีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง หลายครั้งที่ประสบปัญหาต่าง ๆ มากมายเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การทำงานกับเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ แต่ก็รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ได้คอยแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาและพัฒนาโครงงานโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้คือ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง เพื่อน อันเป็นที่รักยิ่งที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และสุดท้ายขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องที่คอยให้ความช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้โครงงานปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญภาพ.....VII

สารบัญตาราง.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....**1**

1.1 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....1

บทที่ 2 โครงสร้างและการใช้งานเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้.....**3**

2.1 กล่าวนำ.....3

2.2 โครงสร้างของ PLC.....3

2.3 ส่วนประกอบของ PLC.....3

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU).....4

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit).....5

2.3.3 ส่วนของหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (I/O Unit).....6

2.3.4 อุปกรณ์ติดต่อภายนอก (Peripheral Devices).....6

2.4 การทำงานของ PLC.....7

2.5 การติดต่อแบบพีซีลิงค์(PC Link System).....8

2.6 ข้อมูลของPLC รุ่น C 28 H.....11

2.6.1 ส่วนประกอบของ CPU ของ C 28 H.....12

2.6.2 ทางด้านการเปรียบเทียบระหว่าง Relay และ PLC ของ Omron.....14

2.6.3 โครงสร้างของพื้นที่ข้อมูล (DATA AREAS).....15

2.6.4 ในส่วนของ Memory Areas.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.5 หลักการใช้งานเบื้องต้นของ PLC....16

บทที่ 3 การติดต่อสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลระบบเครือข่าย....17

3.1 กล่าวนำ....17

3.2 การติดต่อสื่อสารทั่วไป....17

3.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม....17

3.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม....18

3.3.2 การส่งข้อมูลแบบซิมเพล็กซ์และแบบดูเพล็กซ์....19

3.3.3 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรม RS-232 C....20

3.4 ข้อกำหนดในการสื่อสารระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์....21

3.4.1 ข้อตกลงในการสื่อสารของเครื่องควบคุม PLC/PC....23

3.4.1.1 รูปแบบชุดคำสั่ง (Command Format)....24

3.4.1.2 รูปแบบชุดผลตอบสนอง (Response Block)....25

3.4.1.3 การคำนวณ FCS....26

3.5 แผงควบคุมสัมผัสหน้าจอที่โปรแกรมได้ (Touch Screen)....26

3.5.1 โครงสร้างของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ....26

3.5.2 ขั้นตอนการใช้งาน....27

3.5.3 การตั้งค่าของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ....27

3.5.4 การใช้งานโปรแกรมออกแบบหน้าจอ....28

บทที่ 4 แนวคิดการออกแบบ....35

4.1 แนวคิดการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ....35

4.2 แนวคิดในการออกแบบ Manual....36

4.3 แนวคิดการออกแบบในส่วนของการกำหนดเวลา....36

4.4 แนวคิดการออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับหน้าจอ HMI....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการทดลอง.....38

5.1 ขั้นตอนการทดลอง.....38

5.2 การทดลองใช้งาน ตู้ PLC ผ่าน HMI.....38

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....43

6.1 บทสรุป.....43

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางวิจัย.....43

บรรณานุกรม.....44

ภาคผนวก.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญภาพ.....VII

สารบัญตาราง.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....**1**

1.1 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....1

บทที่ 2 โครงสร้างและการใช้งานเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้.....**3**

2.1 กล่าวนำ.....3

2.2 โครงสร้างของ PLC.....3

2.3 ส่วนประกอบของ PLC.....3

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU).....4

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit).....5

2.3.3 ส่วนของหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (I/O Unit).....6

2.3.4 อุปกรณ์ติดต่อภายนอก (Peripheral Devices).....6

2.4 การทำงานของ PLC.....7

2.5 การติดต่อแบบพีซีลิงค์(PC Link System).....8

2.6 ข้อมูลของPLC รุ่น C 28 H.....11

2.6.1 ส่วนประกอบของ CPU ของ C 28 H.....12

2.6.2 ทางด้านการเปรียบเทียบระหว่าง Relay และ PLC ของ Omron.....14

2.6.3 โครงสร้างของพื้นที่ข้อมูล (DATA AREAS).....15

2.6.4 ในส่วนของ Memory Areas.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.5 หลักการใช้งานเบื้องต้นของ PLC....16

บทที่ 3 การติดต่อสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลระบบเครือข่าย....17

3.1 กล่าวนำ....17

3.2 การติดต่อสื่อสารทั่วไป....17

3.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม....17

3.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม....18

3.3.2 การส่งข้อมูลแบบซิมเพล็กซ์และแบบดูเพล็กซ์....19

3.3.3 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรม RS-232 C....20

3.4 ข้อกำหนดในการสื่อสารระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์....21

3.4.1 ข้อตกลงในการสื่อสารของเครื่องควบคุม PLC/PC....23

3.4.1.1 รูปแบบชุดคำสั่ง (Command Format)....24

3.4.1.2 รูปแบบชุดผลตอบสนอง (Response Block)....25

3.4.1.3 การคำนวณ FCS....26

3.5 แผงควบคุมสัมผัสหน้าจอที่โปรแกรมได้ (Touch Screen)....26

3.5.1 โครงสร้างของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ....26

3.5.2 ขั้นตอนการใช้งาน....27

3.5.3 การตั้งค่าของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ....27

3.5.4 การใช้งานโปรแกรมออกแบบหน้าจอ....28

บทที่ 4 แนวคิดการออกแบบ....35

4.1 แนวคิดการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ....35

4.2 แนวคิดในการออกแบบ Manual....36

4.3 แนวคิดการออกแบบในส่วนของการกำหนดเวลา....36

4.4 แนวคิดการออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับหน้าจอ HMI....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการทดลอง.....38

5.1 ขั้นตอนการทดลอง.....38

5.2 การทดลองใช้งาน ตู้ PLC ผ่าน HMI.....38

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....43

6.1 บทสรุป.....43

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางวิจัย.....43

บรรณานุกรม.....44

ภาคผนวก.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงการต่อแบบ Serial link....8
2.2 แสดงการต่อแบบ Parallel link....9
2.3 แสดงการแบ่งพื้นที่สำหรับ PC Link System....9
2.4 แสดง PLC รุ่น C28 H....11
2.5 แสดง CPU ของPLC รุ่น C28 H....12
2.6 แสดงพื้นที่ส่วนของ Indicator....13
3.1 แสดงส่วนประกอบหลักในการสื่อสารข้อมูล....18
3.2 แสดงรูปแบบชุดข้อมูลมาตรฐานการสื่อสารอนุกรม RS 232C....20
3.3 แสดงการส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว (Simplex)....20
3.4 แสดงการส่งข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half Duplex)....21
3.5 แสดงการส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)....21
3.6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง CPU ของเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ พอร์ตอนุกรม....22
3.7 แสดงรูปพอร์ตสื่อสารอนุกรม....23
3.8 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องควบคุม PLC/PC....24
3.9 แสดงรูปแบบของชุดข้อมูล (Block)....25
3.10 แสดงรูปแบบของชุดคำสั่ง....25
3.11 แสดงรูปแบบของชุดผลตอบสนอง....26
3.12 แสดงรูปแบบของชุดคำสั่งและชุดตอบสนอง....26
3.13 แสดงการคำนวณหา FCS....27
3.14 แสดงรูปโครงสร้างของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ....28
3.15 แสดงรูปการเข้าสู่เมนูระบบ....28
3.16 แสดงรูปเมนูระบบ (System Menu)....29
3.17 แสดงรูปหน้าหลัก....30
3.18 แสดงรูปหน้าจอ File Seleetion....30
3.19 แสดงรูปการทำหน้า Manual....31
3.20 แสดงรูปการทำหน้าจอ Scheduleของแต่ละห้อง....31
3.21 แสดงรูปหน้าจอเลือก Manual และ Schedule.... 32
3.22 แสดงรูปการกำหนด I\O Comment Table....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.23 แสดงรูปการกำหนดพื้นที่ของ PT Area....33

3.24 แสดงรูปเชื่อมโยงข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม....34

4.1 แสดงรูปแนวคิดการออกแบบ....35

4.2 แสดงรูปแนวคิดออกแบบ Manual....36

4.3 แสดงรูปการออกแบบตารางเวลา Schedule....36

4.4 แสดงรูปการออกแบบการเข้ารหัส....37

5.1 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 1....38

5.2 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 2....39

5.3 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสหน้าที่ 3....39

5.4 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 4....40

5.5 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 5....40

5.6 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่6....41

5.7 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่7....41

5.8 แสดงรูปตู้ PLC ผ่าน HMI....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอุตสาหกรรม มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นระบบควบคุมที่ดีมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบควบคุมในโรงงานอัตโนมัติ จึงมีความเป็นที่สิ่งจำเป็น เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ เป็นเครื่องควบคุมที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งาน ในระบบโรงงานอัตโนมัติ ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องควบคุมแต่ละชุดจะควบคุมเครื่องจักรกล หรือกระบวนการที่ถูกจัดวางในที่ต่างๆกัน จึงไม่สะดวกที่จะนำคอมพิวเตอร์มาทำการตรวจสอบสถานะ หรือส่งค่าตัวแปรให้กับเครื่องควบคุมชุดต่อชุด เพราะจะทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก และได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำ แต่ถ้านำคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวมาทำการควบคุมแล้วสามารถควบคุมการทำงาน โดยใช้ส่วนของการเชื่อมต่อกับโครงข่ายของเครื่องควบคุมจำนวนหลายๆ เครื่อง ก็จะอำนวยความสะดวกได้เป็นอย่างมาก

จึงเป็นเหตุผลให้มีการพัฒนา ระบบ HMI ขึ้นมา เพื่อที่จะสามารถสั่งงานควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการที่ถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ โดยจะทำการควบคุมเครื่องปรับอากาศของห้องเรียนที่นักศึกษาได้ทำการใช้การเรียนการสอนกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร
2. การใช้แสงสว่างภายในห้อง
3. การปิด-เปิด เครื่องปรับอากาศ
4. ระบบรักษาความปลอดภัย

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

การควบคุมการปิด – เปิด เครื่องปรับอากาศแบบอัตโนมัติ เพื่อประหยัดพลังงานโดยการตั้งเวลา เปิด – ปิด หรือ แบบ Manual ซึ่งในการควบคุมระบบดังกล่าวนี้ จะสามารถควบคุมได้โดยที่บริเวณ Touch Screen เพื่อความสะดวกในการใช้ จะสามารถควบคุมได้โดยที่บริเวณ Touch Screen เพื่อความสะดวกในการใช้ และยังสามารถยกเลิก ได้เมื่อเราต้องการเปลี่ยนเวลา

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาโครงสร้าง และการใช้งานเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC) ในการควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาวิธีการติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ (Host Link Communication)

3. ออกแบบและพัฒนากราฟิกที่ใช้ในการแสดงผลกระบวนการ และ ทำการเชื่อมต่อโปรแกรมที่ออกแบบกับ เครื่อง PLC

4. ทดสอบโปรแกรมที่ได้ออกแบบกับกระบวนการ

5. วิเคราะห์ และสรุปผล และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
โครงสร้างและการใช้งานเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC)

2.1 กล่าวนำ

เมื่อปี พ.ศ. 2511 ในฝ่าย Hydromatic ของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกาได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่ เพื่อใช้ทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และในปี พ.ศ.2512 PLC ได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก ส่วนในประเทศญี่ปุ่น PLC ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาภายหลังจากที่บริษัท ออมรอน (OMRON) ประเทศญี่ปุ่นได้สำเร็จในการผลิตโซลิด - สเตทรีเลย์ (Solid State Relay)ในปี พ.ศ.2508 หลังจากนั้น 5 ปี PLC ได้ถูกนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาดจนเป็นที่แพร่หลายในเวลาต่อมา ส่วน PLC นั้นมีชื่อเรียกแตกต่างกันแต่ละประเทศ เช่น PC (Programmable Controller)- อังกฤษ, PLC (Programmable Logic Controller) - USA, PBS(Programmable Binary System)- สแกนดิเนเวีย

PLC นั้นเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ได้งานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งการใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือเรียกว่า Hard-Wired ดังนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่จำเป็นจะต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงแต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้น ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าระบบเดิม กินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวก เมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่ง ที่นำมาแทนที่การควบคุมที่ใช้รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้น PLC เป็นอุปกรณ์ชนิด Solid State ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟ ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร จึงกล่าวได้ว่า PLC สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิดอีกทั้งมีประสิทธิภาพสูง น่าเชื่อถือกว่าระบบควบคุมแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบซีเคว้นซ์ (Sequence) หรือใช้การเดินสายไฟแบบเก่าแล้ว PLC มีข้อดีกว่าดังต่อไปนี้

- แก้ไขได้ง่าย
- ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย
- ติดตั้งง่าย
- ลดการเดินสายไฟฟ้าควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อยกว่า
- มีความน่าเชื่อถือสูงกว่า
- บำรุงรักษา และซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า

2.3 ส่วนประกอบของ PLC

PLC (Programmable Logic Controller) แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนด้วยกัน

2.3.1 ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit:CPU)

2.3.2 ส่วนที่เป็นหน่วยความจำ(Memory Unit)

2.3.3 ส่วนที่เป็นหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (Input /Output: I/O)

2.3.4 ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อภายนอก (Peripheral Devices)

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลาง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PLC โดยภายในจะประกอบด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆหลายชนิด และมี Microprocessor - based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (timer) และซีเคว้นเซอร์ (Sequencer) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

หน่วยประมวลผลกลางจะรับข้อมูล (Read Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการเก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับใช้สร้างแรงดันไฟฟ้าต่ำๆ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และ I/O Modules ซึ่งแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ หน่วยประมวลผลกลาง หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้

การประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจากโปรแกรม ทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตเข้ามาแล้วทำการประมวลผล แล้วจึงส่งข้อมูลที่ได้ออกไปยังเอาท์พุต จากนั้นก็วกกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีก ทำซ้ำๆ ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อยๆ การทำในลักษณะนี้เรียกว่า การสแกน (Scan Time)

นอกจากนี้ CPU ยังทำหน้าที่ รับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ติดต่อภายนอก (peripheral device) ตรวจเช็คตัวเองและหน่วยความจำ, ตรวจเช็คแหล่งจ่ายไฟฟ้า

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของระบบ เพราะใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลขนาดต่างๆ ของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งกำหนดความสามารถของระบบ ระบบที่มีหน่วยความจำมากจะทำให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้นต่างๆ โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้ว แต่คำสั่งหน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วย ความจำชนิดRAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และ ข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่ เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM (Read Only Memory) สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

หน่วยความจำชนิดต่างๆ

1. RAM (Random Access Memory) RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้รักษาข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM และ EEPROM

2.1 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือดากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาแพงกว่าแต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของ RAM และ EPROM เอาไว้

2.3.3 ส่วนของหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (I/O Unit)

หน่วยรับข้อมูล (Input) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ (Sensor) ของเครื่องจักรหรือกระบวนการ แล้วแปลงสัญญาณเป็น AC หรือ DC ที่เหมาะสมเพื่อส่งให้แก่หน่วยประมวลผลกลาง

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้าได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกันเป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

ในส่วนของหน่วยส่งข้อมูล(Output) จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางแล้วนำค่าที่ได้นี้ไปขยายสัญญาณออกให้มีขนาดใหญ่พอจะขับอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หลอดไฟ มอเตอร์ วาล์ว หรือปั๊ม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาท์พุตเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้โดยปกติเอาท์พุตนี้จะสามารถขับโหลดได้ด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ ถ้าโหลดต้องการกระแสมากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับหรือขยายอีกทีเช่น รีเลย์โซลิด-สเตทรีเลย์ และคอนแทคเตอร์

2.3.4 อุปกรณ์ติดต่อภายนอก (Peripheral Devices)

ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย หน้าที่ของอุปกรณ์ติดต่อภายนอกได้แก่

1. ป้อนโปรแกรมเข้าไปในหน่วยความจำของระบบ
2. ใช้ในการแก้ไขโปรแกรม
3. ใช้ในการเก็บรักษาโปรแกรม
4. ใช้ในการพิมพ์โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้แสดงสภาวะการควบคุม

Computer กับ PLC

การเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC นั้น ส่วนใหญ่นั้นจะใช้สาย RS-232C เป็นตัวเชื่อมต่อ และ PLC สามารถใช้ software ของคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ได้หลายๆอย่าง เช่นการใช้ Software ในการป้อนโปรแกรม แก้โปรแกรม ดูการทำงานของโปรแกรม เป็นต้น ดังนั้น software ของแต่ละบริษัทจึงไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์การใช้งานที่ใกล้เคียงกัน

2.4 การทำงานของ PLC

เครื่องจักรที่ควบคุมด้วย PLC จะมีความสามารถเขียนโปรแกรมการทำงานของเครื่องจักรและมีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรม เช่น เปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมก็สามารถกระทำได้ ซึ่งจะรวมถึงมี ไทเมอร์ (Timer) เคาท์เตอร์ (Counter) หรือฟังก์ชั่นคำสั่งพิเศษต่างๆมากมาย เช่น MOV Data เพื่อที่จะได้ใช้ในงานควบคุมอุปกรณ์ภายนอก ไม่ว่าจะเป็น มอเตอร์ โซลี-นอย์ดหรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับ Computer เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันหรืออาจจะติดต่อกับอุปกรณ์อื่น เช่น จอสัมผัส (Touch Screen) เพื่ออำนวยความสะดวกต่อสัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาท์พุต ยิ่งไปกว่านั้นการติดต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ขีดความสามารถในการควบคุมนั้นสูงขึ้นอีกด้วย โดยการควบคุมนั้นสามารถทำได้ โดยการเขียนวงจรแลดเดอร์ (Ladder Diagram) ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมจัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่ที่เวลาที่ PLC จะทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instructions) ทำงาน โดยวิธีการเขียนลงในส่วนหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บแลดเดอร์โดยตรงได้ ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจชุดคำสั่ง เพราะชุดคำสั่งนั้นก็แปลงภาษามาจากแลดเดอร์ไดอะแกรมนั่นเอง

วงจรตรรกะ (ลอจิก)

จากพื้นฐานความรู้หลักการของเลขฐานชนิดต่างๆแล้ว หลักการทำงานของ PLC ก็ยังใช้วงจรตรรกะ (ลอจิก) เพื่อให้เกิดสัญญาณเอาท์พุตที่มีเงื่อนไข (สัญญาณอินพุต) ชนิดต่างๆหลักการของวงจรตรรกะ มีดังต่อไปนี้

วงจรตรรกะหมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบรีเลย์ที่มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 สภาวะเท่านั้น PLC ใช้สัญญาณไฟฟ้า 2 ระดับแทน 2 เหตุการณ์ที่ต่างกัน เช่น การเปิดวาล์ว การปิด-เปิด สวิตช์ เป็นต้น วงจรตรรกะมี 2 ชนิดคือ แบบบวก (Positive Logic) แบบลบ (Negative Logic) ลอจิกบวก จะใช้สัญญาณไฟระดับสูงแทนสภาวะลอจิก "1" และ

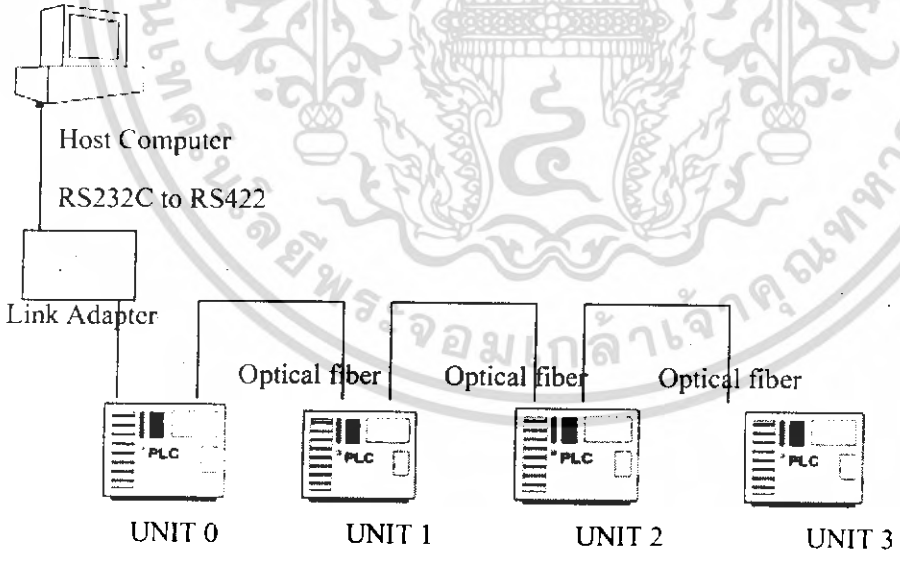
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำแทนสภาวะลอจิก "0" ส่วนวงจรลอจิกแบบลบจะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำแทนสภาวะลอจิก "1" และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูงแทนสภาวะลอจิก "0"

สภาวะทางลอจิก คือ สภาวะ "1" หรือ "0" ใช้แทนการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลง 2 สภาวะ ระบบควบคุมที่ใช้ระบบรีเลย์ และ PLC จะนำเอาสภาวะของอุปกรณ์เหล่านี้มาปฏิบัติลอจิกด้วยกัน เพื่อให้เข้ากันกับเงื่อนไขการควบคุม ปฏิบัติการลอจิกประกอบด้วย AND OR และ NOT เพื่อทำให้สภาวะอินพุตต่างๆเช่น A, B ทำให้เกิดเอาท์พุต Y เป็นต้น ส่วนพีชคณิตบูลีนมีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ทางลอจิกเพื่อที่จะให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

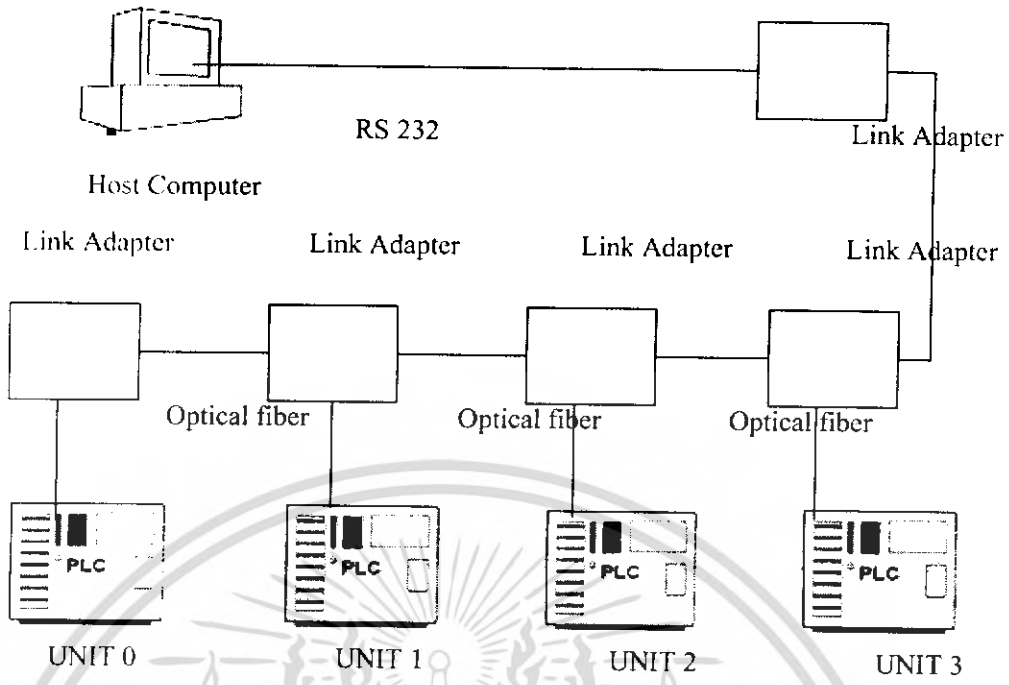
2.5 การติดต่อแบบพีซีลิงค์(PC Link System)

เป็นการเชื่อมโยงสื่อสารข้อมูลในลักษณะของการแบ่งพื้นที่ ในการอ่านเขียนระหว่างเครื่องควบคุม PLC/PC แต่ละตัว เครื่องควบคุม PLC/PC แต่ละตัวสามารถรับรู้ข่าวสารซึ่งกันและกันได้ มาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลชนิดนี้มักจะเป็นแบบ RS-422A หรือ RS 485 หรือรูปแบบการสื่อสารผ่านสายใยแก้วนำแสง (Fiber optic) หรือผ่านทางสายโคแอคเชียล หรือสายคู่ตีเกลียว โดยจะมีตัว Link Adapter เป็นตัวแปลงรูปแบบข้อมูลให้เป็นมาตรฐานตรงกัน อาจจะมีการเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาในระบบการลิ้งค์ เพื่อสนับสนุนการทำงานของเครื่องควบคุม PLC/PC ซึ่งจะเรียกว่าโฮสคอมพิวเตอร์ (Host Computer) มีลักษณะการต่อวงจรดังนี้



ภาพที่ 2.1 แสดงการต่อแบบ Serial link

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงการต่อแบบ Parallel link

ตัวอย่างการจัดพื้นที่ของเครื่องควบคุม PLC /PC กำหนดให้มีเครื่องควบคุมจำนวน 4 ชุด เชื่อมโยงในเครื่องควบคุมแต่ละเครื่อง จะมีพื้นที่ของรีเลย์ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงข้อมูล (Link-Relay) ถ้ามีเครื่องควบคุมที่เชื่อมต่อในระบบมากพื้นที่ก็จะถูกแบ่งออกไปตามจำนวน เช่น 4 ชุด พื้นที่จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน เช่นเครื่องควบคุมนี้มีพื้นที่ Link Relayจำนวน 64 word ก็จะถูกแบ่งเป็นส่วนละ 16word ส่วนแรกจะเป็นพื้นที่ของเครื่องควบคุมตัวที่ 1 ส่วนที่ 2 ก็จะเป็นพื้นที่ของเครื่องควบคุมตัวที่ 2 และตัวที่ 3 และตัวที่ 4 ตามลำดับ โดยพื้นที่ส่วนอื่นจะถูกกันไว้ไม่ให้สามารถเขียนข้อมูลลงไปได้ (Read Only) ยกเว้นพื้นที่ของตัวเอง ดังนั้นถ้า PLC/PC เครื่องที่ 1 ต้องการจะรับข้อมูลจากเครื่องที่ 3ก็สามารถอ่านได้ จากพื้นที่ของเครื่องควบคุมส่วนที่ 3 และถ้าต้องการส่งข้อมูลให้ก็เขียนลงในพื้นที่ของส่วนแรก แล้ว PLC ตัวที่ 3 จะทำการอ่านข้อมูลในส่วนแรก ก็จะสามารถทราบข้อมูลของเครื่องควบคุมPLCตัวที่1

PLC เครื่องที่ 1	PLC เครื่องที่ 2	PLC เครื่องที่ 3	PLC เครื่องที่ 4
LR 00 – LR 15	LR 00 – LR 15	LR 00 – LR 15	LR 00 – LR 15
LR 16 – LR 31	LR 16 – LR 31	LR 16 – LR 31	LR 16 – LR 31
LR 32 – LR 47	LR 32 – LR 47	LR 32 – LR 47	LR 32 – LR 47
LR 48 – LR 63	LR 48 – LR 63	LR 48 – LR 63	LR 48 – LR 63

ภาพที่ 2.3 แสดงการแบ่งพื้นที่สำหรับ PC Link System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ PLC เข้าด้วยกัน

โดยใช้หลักของ PC Link ต้องใช้หลักการเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1. นำเครื่องควบคุมจำนวน 2 ชุดขึ้นไป ทำการต่อสายโคแอกเชียลเข้าที่ SYSMAC LINK โมดูล
2. ทำการตั้งหมายเลขประจำเครื่อง (Unit Number) ให้ต่างกันเริ่มต้นจาก 1. 2. 3. 4....16
3. ทำการตั้งค่าบน DIP SWITCHS ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการตั้งค่าบน DIP SWITCHS

หมายเลข DIP SWITCHS	รายละเอียดในการกำหนดค่า	
	ON	OFF
1	Start Test	Stop test
2	Start Link	Stop Link
3	Operating On Level 0	Operating On Level 1
4	Not Use	Not Use

*หมายเหตุ---SW 1OFF

SW 2 ON

SW 3 ON

4. ทำการตั้งค่าในหน่วยความจำสำรอง Auxiliary Relay (AR) เพื่อกำหนดพื้นที่ของหน่วยความจำ ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการตั้งค่าในหน่วยความจำสำรอง Auxiliary Relay (AR)

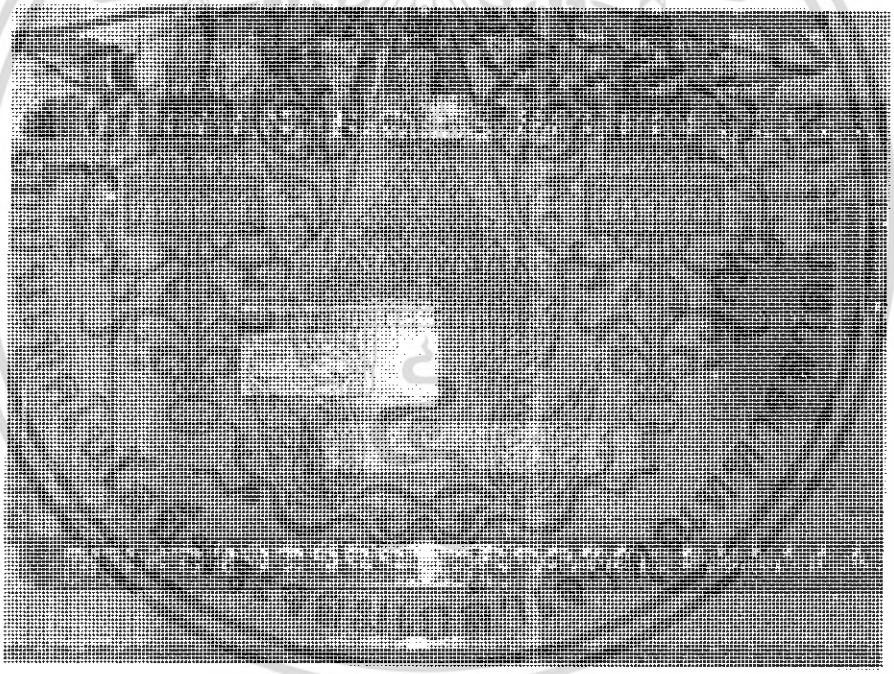
Operation Level 0		Operation Level 1		Memory Setting
AR 700	AR 701	AR 704	AR 705	
0	0	0	0	No meaning
1	0	1	0	LR area only
0	1	0	1	DM area only
1	1	1	1	LR and DM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงการเลือกจำนวน WORD สำหรับเชื่อมโยงข้อมูล

Operation Level 0		Operation Level 1		Word per Node		MAX node
AR 702	AR 703	AR 706	AR 707	LR	DM	
0	0	0	0	4	8	16
1	0	1	0	8	16	8
0	1	0	1	16	32	4
1	1	1	1	32	64	2

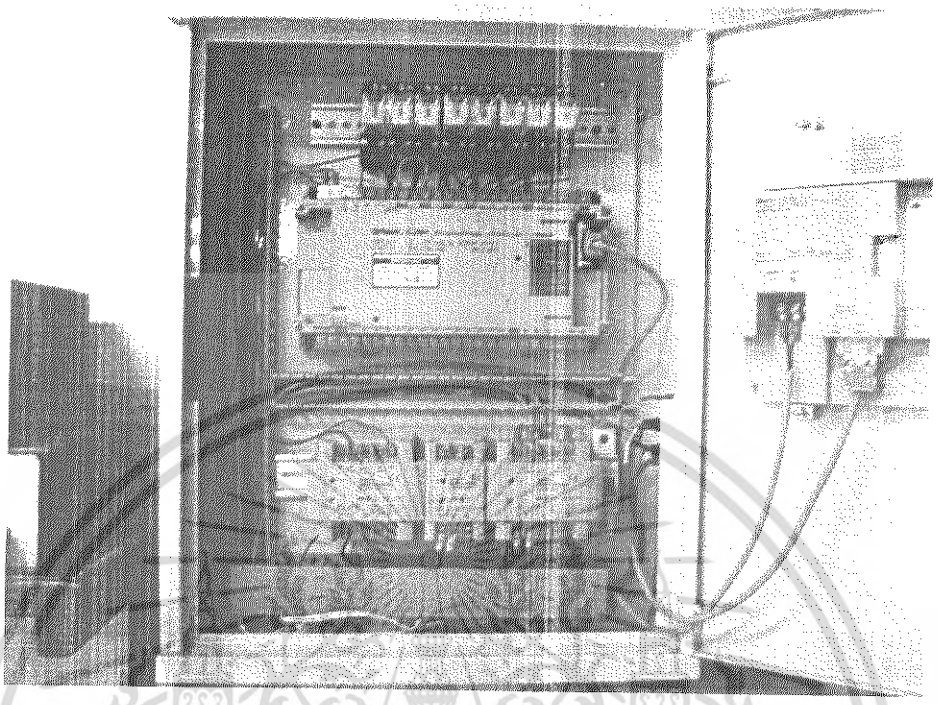
2.6 ข้อมูลของPLC รุ่น C 28 H



ภาพที่ 2.4 แสดง PLC รุ่น C28 H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ส่วนประกอบของ CPU ของ C 28 H



ภาพที่ 2.5 แสดง CPUของPLC รุ่น C28 H

1. Indicator (ตัวชี้สถานะและไฟแสดงสถานะ) ต่างๆ

ภาพที่ 2.6 แสดงพื้นที่ส่วนของ Indicator

RUN ไฟสีเขียวจะติดเมื่อ CPU กำลังทำงานตามปกติ

ALM ไฟสีส้มจะติดเมื่อเกิดความผิดพลาดของระบบขึ้น แต่ยังไม่ถึงกับขั้นที่ CPU หยุดการทำงาน

ERR ไฟสีแดงจะติดเมื่อเกิดความผิดพลาดถึงขั้น CPU หยุดการทำงานแล้วจะทำให้ไฟการ RUNหยุด การทำงานและหน่วย OUTPUT ก็จะหยุดการทำงานด้วย

COMM1 ไฟสีส้มจะติดก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ภายนอกถูกต่อกับระบบและทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMM2 ไฟสีส้มจะติดก็ต่อเมื่อสาย RS--232 ถูกเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ อุปกรณ์อื่น

POWER ไฟสีเขียวจะติดเมื่อมีไฟจ่ายให้ PLC

2. Fuse เป็นฟิวส์ของเครื่อง CPU ของ PLC ช่วยป้องกันเมื่อเกิดความผิดพลาดทางวงจรขึ้นมา

3. Removable terminal block เป็นส่วนที่รับไฟฟ้ามาจากภายนอก หรือ เป็นส่วนที่ส่งสัญญาณต่างๆ ไปยังอุปกรณ์ภายนอก

4. Cable connector for peripheral devices เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น Programming Console

5. RS-232 Connector เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเชื่อต่อกับอุปกรณ์อื่นโดยผ่านสาย RS-232.

2.6.2 ทางด้านการเปรียบเทียบระหว่าง Relay และ PLC ของ Omron

PLC นั้นจะใช้ระบบคำศัพท์ซึ่งต่างจาก Relay แต่ความหมายนั้นเหมือนกันซึ่ง ตามตารางด้านล่างนี้จะเปรียบเทียบให้เห็นเฉพาะส่วนสำคัญเท่านั้น

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างศัพท์ของRelay และ PLC ของ Omron

Relay Term	Equivalent
Contact	Input or condition
Coil	Output or work bit
NO Relay	Nonnally open Condition
NC Relay	Nonnally close Condition

ซึ่งในความเป็นจริงแต่ละ term ไม่จำเป็นต้องมีความหมายตามด้านบนนี้เสมอไป เช่น Condition นั้นจะใช้ในการอธิบาย Ladder อย่างเดียวไม่สามารถใช้ในการเขียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงประสิทธิภาพ CPU ของ PLC รุ่น C28 H

Function	C200HS					
	CPU01-E	CPU21-E	CPU31-E	CPU03-E	CPU23-E	CPU33-E
Built-in clock/calendar	Yes					
Error log	Yes[1]					
Data Trace	Yes					
Differential Monitor	Yes					
Expansion DM	3K words max.[2]					
General-use DM	6K words					
Ladder Program capacity	15.2K words max.					
SR Area	SR 236 to SR 255 and SR 256 to SR 299					
New instructions (See 1-3-3 Larger instruction Set for a list of the 56 new instructions.)	Yes					
Network Instructions NETWORK SEND - SEND(90) NETWORK RECEIVE - RECV(98)	No	No	Yes	No	No	Yes
Power Supply	AC			DC		

Note – 1. CPU C-200HS นี้สามารถบันทึกวันและเวลาที่เกิดปัญหาการรบกวนทาง Power

2. ในส่วนของ word ที่ 16K UM จะถูกติดตั้งในส่วน Expansion DM

2.6.3 โครงสร้างของพื้นที่ข้อมูล (DATA AREAS)

เมื่อมีการกำหนดพื้นที่ข้อมูลต่างๆ จะใช้ตัวย่อซึ่งมาจากศัพท์เต็มของแต่ละพื้นที่ เช่น IR หรือSR Areas อย่างไรก็ตามคำย่อของ IRหรือSR Areas จะถูกนำไปใช้บ่อยในการอธิบายความหมายต่างๆ ส่วน Data Areas อื่นๆ จะถูกสมมุติให้อยู่ในรูปของ IR หรือ SR Areas เพราะว่า IR และ SR Areas นั้นจะทำงานอยู่ตลอด

โดยในความเป็นจริงข้อมูลของData Areas นั้น จะอยู่ข้างในแต่พื้นที่ของ TC Areas จะออกแบบให้อยู่ในรูปของ address ซึ่งการระบุที่อยู่ของพื้นที่ TC นี้ จะอยู่ในรูปแบบของ Bitsและ Words พื้นที่ของ TC นี้จะประกอบไปด้วย TC Numbers และพื้นที่ของTC Areasนี้ จะถูกนำไปใช้ในพื้นที่พิเศษของพวก Timer และ Counter ส่วน Date Areas อื่นๆที่เหลือนอกจากนี้ เช่น IR,SR,HR,DM,ARและLR Areas ก็จะอยู่ในรูปของ words ต่างๆ และแต่ละ words นั้นจะประกอบด้วย 16 bits ซึ่งจะเริ่มต้นจาก 00 จนถึง 15 จากขวาไปซ้าย ซึ่งBit 00 จะถูกเรียกว่า Rightmost ส่วนทาง Bit 15 จะถูกเรียกว่า Leftmost

หลักการทำงานของ Bits และ Words

เมื่อบาง Bits หรือ Words ใน data areas ไม่ถูกนำไปใช้ในจุดที่ต้องการใช้งานพวกมันก็จะถูกนำไปใช้งานในจุดอื่นๆ Words และ Bits ที่นิยมนำไปใช้งานนี้จะเรียกว่า Work words และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Work Bits ซึ่งโดยส่วนมากเราจะไม่เรียกว่า Bits เฉยๆ แต่เราจะเรียกพวกมันว่า Work bits ซึ่งพวกมันจะถูกอธิบายในแต่ละพื้นที่ของมัน

2.6.4 ในส่วนของ Memory Areas

ตารางที่ 2.6 ประกอบด้วยชื่อ ขนาด และ ช่วงที่ใช้งานของแต่ละพื้นที่

Area	Size	Range	Comments
I/O Area	480 bits	IR 000 to IR 029	I/O words are allocated to the CPU Rack and Expansion I/O Racks by slot position.[1]
Group-2 High-density I/O Unit and B7A Interface Unit Area	320 bits	IR 030 to IR 049	Allocated to Group-2 High-density I/O Units and to Group-2 B7A Interface Units 0 to 9.[1]
SYSMAC BUS Area	800 bits	IR 050 to IR 099	Allocated to Remote I/O Slave Racks 0 to 4.[1]
Special I/O Unit Area	1,600 bits	IR 100 to IR 199	Allocated to Special I/O Units 0 to 9.[1]
Optical I/O Unit and I/O Terminal Area	512 bits	IR 200 to IR 231	Allocated to Optical I/O Units and I/O Terminals.[1]
Work Area 1	64 bits	IR 232 to IR 235	For use as work bits in the program.
Special Relay Area 1	312 bits	SR 23600 to SR 25507	Contains system clocks, flags, control bits, and status information.
Special Relay Area 2	704 bits	SR 256 to SR 299 (298 to 299 reserved by system)	Contains flags, control bits, and status information.
Macro Area	64 bits	SR 290 to SR 293	Inputs
	64 bits	SR 294 to SR 297	Outputs
Work Area 2	3,392 bits	IR 300 to IR 511	For use as work bits in the program.
Temporary Relay Area	8 bits	TR 00 to TR 07	Used to temporarily store and retrieve execution conditions when programming certain types of branching ladder diagrams.
Holding Relay Area	1,600 bits	HR 00 to HR 99	Used to store data and to retain the data values when the power to the PC is turned off
Auxiliary Relay Area	448 bits	AR 00 to AR 27	Contains flags and bits for special functions. Retains status during power failure.
Link Relay Area	1,024 bits	LR 00 to LR 63	Used for data links in the PC Link System.[1]
Timer/Counter Area	512 counters/ timers	TC 000 to TC 511	Used to define timers and counters, and to access completion flags, PV, and SV. Interval timers 0 through 2 and high-speed counters 0 through 2 provided in separate area. TIM 000 through TIM 015 can be refreshed via interrupt processing as high-speed timers.
Data Memory Area	8,144 words	DM 0000 to DM 6143	Read/Write
	1,000 words	DM 0000 to DM 0999	Normal DM
	1,000 words	DM 1000 to DM 1999	Special I/O Unit Area[2]
	4,000 words	DM 2000 to DM 5999	Normal DM
	31 words	DM 6000 to DM 6030	History Log
	(44 words)	DM 6100 to DM 6143	Link test area (reserved)
Fixed DM Area	512 words	DM 6144 to DM 6599	Fixed DM Area (read only)
	56 words	DM 6600 to DM 6655	PC Setup
Expansion DM Area	3,000 words max.	DM 7000 to DM 9999	Read only

Note 1. การที่จะใช้พื้นที่ของ Word และ Bit ต่างๆตามตาราง ควรใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. DM7000-7999 นี้สามารถที่จะถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่พิเศษของ I/O Area

2.6.5 หลักการใช้งานเบื้องต้นของ PLC

จากเนื้อหาที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะพูดถึงหลักการทำงานเป็นขั้นตอนรวมถึงการเขียนโปรแกรม หากคุณมี PC ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้คุณจะต้องเริ่มการคิดเป็นขั้นตอนโดยทำงานเป็นขั้นๆ ตั้งแต่ Step ที่ 1 2 3 4.....10 หรือต่อไปเรื่อยๆ ซึ่งต่อไปนี้ จะพูดถึงขั้นตอนการคิดเป็น step

1. ตัดสินใจดูว่าเราต้องการที่จะทำอะไร ควบคุมระบบอะไร ใช้เวลาเท่าไหร่

2. ดูว่างานที่เราจะควบคุมต้องการใช้อะไรบ้าง ติดตั้ง Guide C 200HS ดูว่าการเชื่อมต่อต้องใช้อะไรบ้าง

3. ในการเขียนควรเขียนในกระดาษก่อน ควรกำหนด Input/Output ของอุปกรณ์ต่างๆ และตัดสินใจในการใช้ว่า I/O ตัวไหนใช้ บิตไหน หากระบบใช้ในการ Link เชื่อมต่อกับตัวอื่นให้ดูตำแหน่งพื้นที่ของการใช้พื้นที่ต่างๆ ในตาราง Memory area

4. ในการใช้สัญลักษณ์ต่างๆของ PLC ในการเขียน Ladder ควรจะเขียนให้ถูกหลักการซึ่งสามารถศึกษาหลักการเขียนได้จากหนังสือต่างๆ

5. ทำการป้อนข้อมูลลงในเครื่อง PC

6. ทำการ Debug โปรแกรม แล้วหากมีข้อผิดพลาดก็ทำการแก้ไขที่ตรงจุด

7. ทำการต่อสายจาก PLC ไปยังอุปกรณ์ต่างๆ

8. ทำการ Test โปรแกรมกับตัว simulator เพื่อทดลองโปรแกรมต่างๆ

9. บันทึกไฟล์ไว้ 2 ไฟล์เพื่ออาจมีการย้าย โปรแกรมไปติดตั้งยังอีกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
การติดต่อสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูล

3.1 กล่าวนำ

การสื่อสารแบบ Host link เป็นการเชื่อมต่อ ระหว่าง เครื่อง PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยผ่านทางพอร์ตของคอมพิวเตอร์ (COM1: หรือ COM2:) ส่วนมากจะนิยมใช้มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เพื่อให้สามารถควบคุม PLC จากคอมพิวเตอร์ได้ สำหรับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องสามารถต่อเข้ากับ PLC ได้จำนวนมาก โดยใช้การเชื่อมต่อหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันเรียกว่า PC LINK ในการติดต่อแบบ Host Link จะต้องผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Host Link Unit ซึ่งจะต้องตั้งค่าต่างๆ ที่จำเป็นที่ใช้ในการติดต่อแบบ Host Link Unit SLK 23 ผ่านสวิตช์ของเครื่อง PLC

3.2 การสื่อสารข้อมูลทั่วไป

ส่วนประกอบเบื้องต้นในการสื่อสารข้อมูลแบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ฝ่ายส่งข้อมูล(Transmitter)
2. ตัวกลางในการส่งผ่านข้อมูล (Medium)
3. ฝ่ายรับข้อมูล (Receiver)

ภาพที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบหลักในการสื่อสารข้อมูล

3.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันมีด้วยกัน 2 แบบคือ การรับส่งข้อมูลแบบขนานและการรับส่งแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการรับหรือส่งข้อมูลคราวละ 4 หรือ 8 บิต ในเวลาเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลมีความเร็วสูง ทว่าจำนวนรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อมูลต้องมีมากเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลที่ทำการถ่ายทอดด้วย นอกจากนี้ยังมีสายที่ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจใช้มากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตของข้อมูล ข้อจำกัดของการถ่ายข้อมูลแบบขนานก็คือ ระยะทางในการถ่ายทอดข้อมูล โดยปกติอยู่ที่ 10-15 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72668

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม จะเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบการรับส่งเป็นมาตรฐาน ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับส่งข้อมูลของตัวรับและตัวส่ง ซึ่งการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้น จะมีข้อดีในเรื่องของจำนวนสายสัญญาณที่ใช้น้อยมาก และไม่แปรผันตามจำนวนบิตของข้อมูล ระยะทางในการส่งสูงกว่าแบบขนาน โดยปกติพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุต โดยประมาณ

3.3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

เมื่อพิจารณาการส่งข้อมูลในแบบอนุกรมให้ดีจะพบว่า ปัญหาหนึ่งที่ควรจะเกิดขึ้นอยู่เสมอก็คือการตัดสินว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นมีจุดเริ่มต้นที่ใด ดังนั้นจึงมีการกำหนดข้อตกลงในการสื่อสารขึ้นเพื่อแก้ปัญหาข้อตกลงดังกล่าวเราเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) ของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ โปรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) และโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัสนั้นข้อมูลจะถูกส่งออกไปอย่างสม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างบิตและระหว่างเวิร์ดจะมีค่าเท่ากันเสมอ ดังนั้นในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบซิงโครนัสจึงต้องมีสัญญาณเพิ่มเติมเพื่อกำกับการส่งว่าควรจะส่งเมื่อใด และควรจะหยุดเมื่อใด แบบซิงโครนัสจะเป็นระบบที่มีความเร็วสูง แต่ก็ยังต่ำกว่าการสื่อสารแบบขนาน

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนี้ เป็นหัวใจของการสื่อสารข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ในปัจจุบัน การสื่อสารแบบนี้ช่วงระยะเวลาระหว่างบิตจะมีค่าเท่ากันเช่นเดียวกับซิงโครนัส แต่จะมีระยะห่างระหว่างเวิร์ดนั้นแตกต่างออกกันไปเป็นกี่ วินาที นาที ชั่วโมง หรือเป็นวัน เป็นต้น ได้ทั้งสิ้นขึ้นอยู่กับว่าฝ่ายรับสามารถรอได้หรือไม่เท่านั้น เมื่อไม่มีข้อกำหนดทางด้านระยะเวลาระหว่างเวิร์ดเพื่อแก้ปัญหานี้ จึงมีการกำหนดข้อตกลงเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งให้ทางผู้รับสามารถเข้าใจว่าจุดใดเป็นจุดเริ่มต้นของเวิร์ด

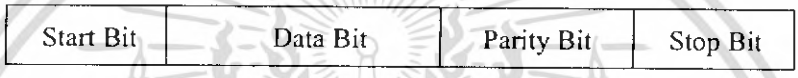
ข้อกำหนดดังกล่าวกำหนดให้แต่ละเวิร์ดจะต้องขึ้นต้นด้วยบิตที่เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะต้องมีข้อมูลที่เป็นลอจิก 0 เสมอ จากนั้นตามด้วยบิตข้อมูลที่ต้องการส่งซึ่งมีความยาว 5-8 บิต ถัดจากบิตข้อมูลก็จะเป็นบิตแบบพาริตี้บิต ซึ่งทำหน้าที่เป็นบิตสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับว่ามีความถูกต้องหรือไม่ บิตพาริตี้นี้จะมี 2 ประเภทคือ อีเวนพาริตี้ (Even Parity) ซึ่งจะกำหนดจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1ในสายข้อมูลแล้วได้เป็นจำนวนคู่ ส่วนออดพาริตี้ (Odd Parity) ซึ่งจะกำหนดจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1ในสายข้อมูลแล้วได้เป็นจำนวนคี่ ในการส่งข้อมูลบางครั้งอาจจะไม่มีการใช้บิตพาริตี้ก็ได้ ถ้าหากการสื่อสารในครั้งนั้นมีความน่าเชื่อถือสูง คือมีสัญญาณรบกวนต่ำเป็นการเพิ่มความเร็วในการสื่อสารได้ด้วย

บิตสุดท้ายในรูปแบบก็คือ บิตสิ้นสุดข้อมูล (Stop Bit) ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) นั้น บิตสิ้นสุดข้อมูลจะต้องถูกต่อเพิ่มท้ายข้อมูลทุกครั้งเพื่อแจ้งการสิ้นสุดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิตสิ้นสุดข้อมูลสามารถกำหนดให้มี 1 หรือ 2 ก็ได้ แต่ต้องกำหนดให้ตรงกันทั้งในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่สื่อสารด้วย บิตสิ้นสุดข้อมูลนี้ถูกกำหนดให้เป็นลอจิก 1 เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบบิตเริ่มต้น จากรูปแบบดังกล่าวจะเห็นว่าเรามีรูปแบบสำหรับการสื่อสารมากมาย เช่น 5E1 (5Data bit, Even Parity, 1 Stop Bit), 7E1 (7Data bit, Even Parity, 1 Stop Bit) และ 8N1 (8Data bit, Non Parity, 1 Stop Bit) เป็นต้น ในการใช้งานทั่วไปเรานิยมใช้อยู่ 2 รูปแบบ คือ 7E1 และ 8N1 จะเลือกใช้รูปแบบใดก็ขึ้นอยู่กับสภาพของสายส่งสัญญาณว่ามีสัญญาณรบกวนมากเพียงใด ถ้าหากสายส่งมีสัญญาณรบกวนมาก ก็ควรจะใช้ 7E1 แต่ถ้าสายส่งสัญญาณมีสภาพดีสัญญาณรบกวนต่ำการใช้ 8N1 จะเร็วกว่า เป็นต้น

ทั้งนี้จะต้องมีการตกลงกันล่วงหน้าระหว่างผู้รับและผู้ส่ง ว่าจะใช้รูปแบบใดในการสื่อสาร ลักษณะของข้อมูลที่ถูกส่งออกไป



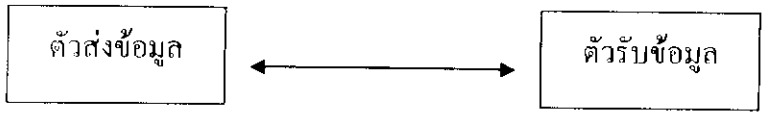
ภาพที่ 3.5 แสดงรูปแบบชุดข้อมูลมาตรฐานการสื่อสารอนุกรม

3.3.2 การส่งข้อมูลแบบซิมเพล็กซ์ และแบบดูเพล็กซ์

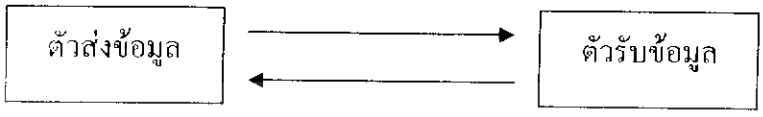
ในการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารข้อมูลหรือการสื่อสารทั่วไปนั้น ย่อมจะต้องประกอบด้วย ผู้รับ และ ผู้ส่ง ผู้รับในขณะนี้อาจจะเป็นผู้ส่งในอนาคตก็ได้ แต่มีบางกรณีที่เป็นผู้รับและ ผู้ส่งแน่นอนตายตัวอยู่ตลอดเวลา เช่น การสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ เป็นต้น การสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์ที่มี ผู้รับ และ ผู้ส่ง ตายตัวนั้น เราเรียกว่าการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ กล่าวคือการสื่อสารเป็นลักษณะทิศทางเดียวตลอดเวลาซึ่งจะมีที่ใช้ไม่มากนัก การสื่อสารโดยทั่วไปนั้นจะเป็นแบบดูเพล็กซ์ คือ มีทิศทางการสื่อสาร 2 ทิศทางทั้งไปและกลับการสื่อสารในลักษณะดูเพล็กซ์นี้ ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ แบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half Duplex) นิยมเขียนย่อกันว่า HDX ซึ่งจะมีทิศทางการสื่อสารในลักษณะที่ผลัดกันเป็นผู้ส่งและผู้รับพร้อมกันไป และแบบฟูลดู-เพล็กซ์ (Full Duplex) นิยมเขียนย่อว่า FDX จะมีทิศทางการสื่อสารในลักษณะสัญญาณรับทิศทางหนึ่งสัญญาณส่งอีกทิศทางหนึ่งหรือกล่าวได้อีกนัยว่า สัญญาณรับและส่งจะมีสายตัวนำสัญญาณแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด

ภาพที่ 3.2 แสดงการส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว (Simplex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 แสดงการส่งข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half Duplex)



ภาพที่ 3.4 แสดงการส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)

3.3.3 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรม RS-232 C

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่กำหนดโดย EIA (Electronics Industries Association) มาตรฐาน RS-232 C โดยตัวอักษร RS แทน " Recommend Standard " และ 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้รู้ว่ามาตรฐานนี้ได้รับการแก้ไขกี่ครั้ง ซึ่ง EIA เป็นสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยแบ่งการเชื่อมต่อออกเป็น 2 ลักษณะคือ DTE (Data Terminal Equipment) และ DCE (Data Communication Equipment) ซึ่งโดยปกติ DTE จะต้องต่อเข้ากับ DCE เสมอ ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE ก็คือ คอนเน็คเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่จะเป็นแบบ DTE เช่น การต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ (อุปกรณ์ DTE) เข้ากับโมเด็ม (อุปกรณ์ DCE) เป็นต้น

พอร์ตอนุกรม RS-232 จะเป็นพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรามักจะเรียกว่าพอร์ต COM1: และ COM2: ในความเป็นจริงพอร์ตอนุกรมไม่ได้ถูกควบคุมจาก CPU บนเมนบอร์ด แต่การสื่อสารทั้งหมดจะถูกจัดการโดยชิพ UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) อีกทีหนึ่ง ซึ่งชิพ UART นี้จะทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารแบบอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

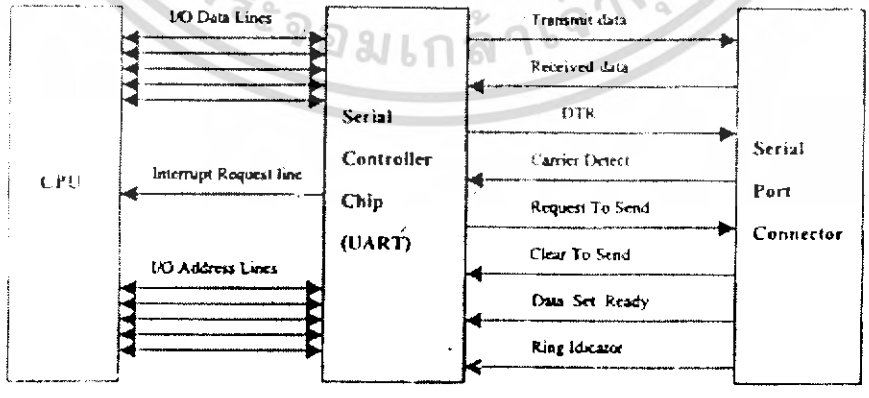
หน้าที่หลักของ UART คือ แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากซีพียูให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วทำการส่งออกไปและทำการแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าซีพียู ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังซีพียูแล้ว ยังแจ้งถึงรายละเอียดอื่นๆ ของข้อมูลให้คอมพิวเตอร์รับทราบอีกด้วย อาทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลหรือบอดเรต, รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล เช่น เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน เป็นต้น

1. การส่งข้อมูล (Data Transmission):
   - รับตัวอักษรจากเครื่องคอมพิวเตอร์
   - แปลงตัวอักษรให้เป็นสายข้อมูลแบบบิต (เรียกว่าขบวนการ Serialization)
   - สร้างเฟรมข้อมูลโดยการเพิ่มบิตที่จำเป็นสำหรับการสื่อสาร และการตรวจสอบ เช่น Start Bit, Stop Bit, และ Parity Bit เป็นต้น
   - ส่งผ่านเฟรมข้อมูลที่สร้างขึ้นมาแล้วจากขั้นตอนที่ผ่านมา ด้วยความเร็วของโมเด็ม หรือพอร์ตอนุกรม (Baud Rate)
   - แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับข้อมูลตัวอักษรถัดไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์
2. การรับข้อมูล (Data Receiver):
   - รับตัวอักษรจากอินเทอร์เฟซ (Interface)
   - ตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลตามมาตรฐานที่กำหนด โดยถ้าหากเฟรมข้อมูลมีรูปแบบไม่ถูกต้อง ก็จะมีการแจ้งความผิดพลาดทันที
   - ตรวจสอบความถูกต้องของพาริตีบิต
   - แปลงสายข้อมูลแบบบิตให้เป็นตัวอักษร
   - ส่งตัวอักษรให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์
   - แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับข้อมูลตัวอักษรตัวต่อไปให้กับอินเทอร์เฟซ

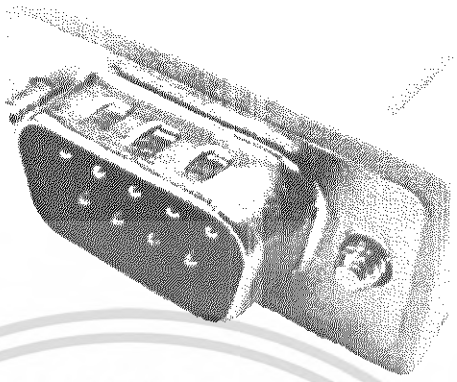
สำหรับการเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ ระหว่าง CPU บนเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์กับพอร์ตอนุกรมนั้นจะต้องกระทำผ่านทางชิพ UART ซึ่งจะมีวิธีการเชื่อมต่อดังรูป



ภาพที่ 3.6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง CPU ของเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ พอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Communication) หรือเรียกว่า "Serial Port" เครื่องคอมพิวเตอร์โดยปกติจะมีพอร์ตชนิดนี้อยู่แล้ว 2 พอร์ต



ภาพที่ 3.7 แสดงรูปพอร์ตสื่อสารอนุกรมขนาด 9 ขา

ตารางที่ 3.1 แสดงขาสัญญาณต่างๆในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232 C Standard

DB-9 pins	DB-25 pins	ชื่อของสายสัญญาณ
1	8	Carrier Detect: DCD
2	3	Received Data: RxD
3	2	Transmitted Data: TxD
4	20	Data Terminal Ready: DTR
5	7	Signal Ground: GND
6	6	Data Set Ready: DSR
7	4	Request to send: RTS
8	5	Clear to send: CTS
9	22	Ring Indictor: RI

ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเทอร์เฟซแบบ RS-232 C

- ถูกออกแบบให้ใช้กับอุปกรณ์พวกสัญญาณ Discrete
- ใช้การอินเทอร์เฟซแบบ Unbalanced
- ใช้สายตัวนำในการนำสัญญาณ 1 เส้นและมีสายกราวด์รวมของทุกวงจรอีกหนึ่งเส้น
- อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่า < 20 กิโลบิทต่อวินาที (Kbps)
- ระยะทางสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลมีค่า < 15 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำให้เกิด Crosstalk ที่มีค่ามาก

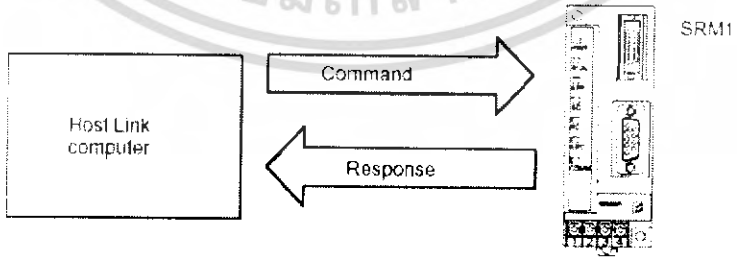
มาตรฐานของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232 C นี้ได้กำหนดขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงแต่ละชนิดรับส่งข้อมูลกันได้เมื่อทำตามมาตรฐานนี้ โดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์นั้นจะผลิตมาจากที่ใด

3.4 ข้อกำหนดในการสื่อสารระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ (Host Link Communication)

การติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดย การใช้งานในส่วนของ Host Link Communication ซึ่งถูกพัฒนาโดย OMRON เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมระหว่าง PLC กับโฮสต์คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 C รูปแบบการจัดเรียงข้อมูลเป็นชุดคำสั่ง (Command Block) และชุดตอบสนอง (Response Block) ที่ใช้ใน Host Link นี้จะเป็นชุดคำสั่งที่ PLC สามารถเข้าใจและทำงานตามได้ โดยกลุ่มของข้อมูลที่ส่งในครั้งหนึ่งๆ เรียกว่า เฟรม (Frame) ซึ่งใน 1 เฟรมสามารถบรรจุตัวอักษรสูงสุด 122 ตัวอักษร

3.4.1 ข้อตกลงในการสื่อสารของเครื่องควบคุม PLC/PC

รูปแบบของข้อตกลงในการสื่อสารของเครื่องควบคุม PLC/PC โดยทั่วไป มีรูปแบบเป็นไบท์โอเรียนโปรโตคอล (Byte-oriented protocol) แบบอะซิงโครนัสโปรโตคอล (Asynchronous protocol) จะเป็นลักษณะการถามตอบกันระหว่างเครื่องควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกมักเป็นฝ่ายถามก่อน โดยการส่งบล็อกคำสั่ง(Command Block) ออกไป จากนั้นเครื่องควบคุมจะทำการตรวจสอบแล้วจึงส่งบล็อกตอบสนองกลับมา (Response Block) ในการวิจัยได้นำโปรโตคอลของ ออมรอนมาเป็นตัวอย่าง สำหรับการสื่อสารข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องควบคุม PLC/PC



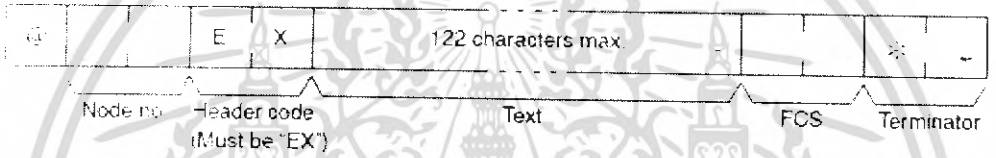
ภาพที่ 3.8 แสดงการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องควบคุม PLC/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.1 รูปแบบชุดคำสั่ง (Command Format)

ในการสื่อสารข้อมูลจะต้องมีกฎหรือข้อกำหนดในการสื่อสารข้อมูลหรือที่ เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) ซึ่งจะเป็นส่วนที่กำหนดมาตรฐานในการควบคุมและจัดการระบบการสื่อสารข้อมูล ลักษณะของบล็อกของเครื่องควบคุมPLC/PC แต่ละผู้ผลิตจะแตกต่างกันออกไปแต่จะมีพื้นฐานเดียวกัน

ภาพที่ 3.9 แสดงรูปแบบของชุดข้อมูล (Block)



ภาพที่ 3.10 แสดงรูปแบบของชุดคำสั่ง

จากรูปแบบของชุดคำสั่งที่ส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PLC สามารถอธิบายส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

1. หมายเลขเครื่อง (Node No.) ในการเชื่อมต่อที่เป็นเครือข่ายแบบหลายๆ จุดนั้น เครื่องควบคุมที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบจะมีมากกว่า 1 เครื่อง ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดหมายเลขให้กับเครื่องควบคุม เช่น @03 คือ เครื่องควบคุมหมายเลขที่ 03

2. ส่วน HEADER COCE เป็นส่วนของคำสั่งหลักที่จะกำหนดว่าต้องการกระทำกับข้อมูลส่วนใด ซึ่งจะเป็นตัวอักษรย่อภาษาอังกฤษ เช่น ต้องการอ่านข้อมูลอินพุตจากเครื่องควบคุมจะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ว่า “RR” หรือถ้าต้องการเขียนข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมใช้ “WR” เป็นต้น ซึ่งสามารถดูรายละเอียดในภาคผนวก

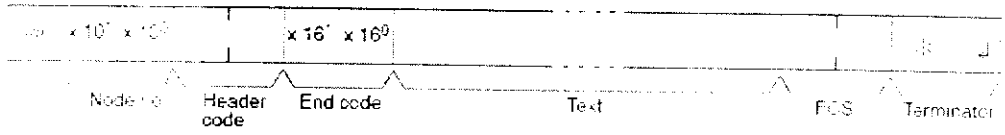
3. ส่วน TEXT เป็นส่วนของข้อมูล เช่น ค่าที่อ่านได้จากอินพุต หรือค่าที่ต้องการเขียนลงในพื้นที่ต่างๆ

4. ส่วนของ FCS เป็นส่วนของการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งได้จากการคำนวณ

5. ส่วนของ TERMINAL เป็นส่วนที่ปิดท้ายบอกให้ทราบว่าจบบล็อก และมักจะดิดตามด้วยรหัส Carrier Return (CR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.2 รูปแบบชุดผลตอบสนอง (Response Block)



ภาพที่ 3.11 แสดงรูปแบบของชุดผลตอบสนอง

รูปแบบของชุดผลตอบสนอง (Response Block) ซึ่งส่วนประกอบจะเหมือนกับ Command Block แต่จะแตกต่างกันตรงที่บล็อกผลตอบสนองนั้น จะมีส่วนของ End code ซึ่งใช้แสดงสถานะในการสื่อสารและบอกความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการสื่อสาร ในกรณีที่ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น End code จะเท่ากับ 00 แต่ถ้า End code ไม่เท่ากับ 00 แสดงว่าการสื่อสารมีความผิดพลาด ซึ่งสามารถตรวจสอบสาเหตุของความผิดพลาดได้จากตารางแสดงค่า End code กับสาเหตุของความผิดพลาดในภาคผนวก เช่น End code แสดงตัวเลข 18 แสดงว่าเกิดความผิดพลาดในเรื่องขนาดความยาวของข้อมูลเกิน เป็นต้น

ตัวอย่างของรูปแบบชุดคำสั่งและชุดตอบสนอง

@	10	RR	00040003	46	* CR

@	10	RR	00	AB59 6324 7831	47	* CR

ภาพที่ 3.12 แสดงตัวอย่างรูปแบบของชุดคำสั่งและชุดตอบสนอง

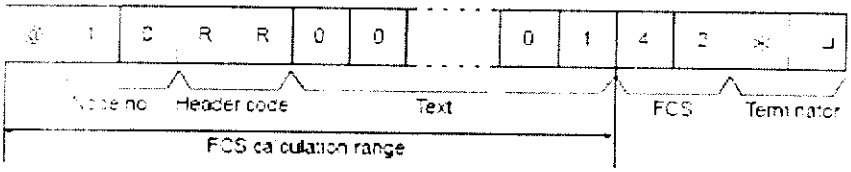
3.4.1.3 การคำนวณ FCS

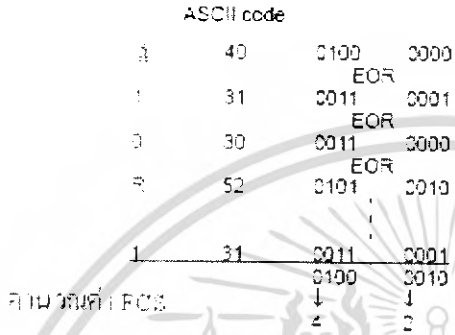
FCS หรือ Frame Check Sequence เป็นสิ่งที่ใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดของการสื่อสาร ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับ พาริตี้บิตในการสื่อสารแบบอนุกรม ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับ PLC ทุกครั้ง จะต้องมีการคำนวณ FCS เพื่อใส่ให้กับชุดข้อมูลที่จะส่งออกไป หรือนำ FCS ที่คำนวณได้จากชุดข้อมูลรับเข้ามามาเปรียบเทียบกับค่า FCS ในชุดข้อมูลรับที่เข้ามาว่าตรงกันหรือไม่

หลักการนำข้อมูลในชุดข้อมูล โดยเริ่มจาก @ จนถึงตัวอักษรตัวสุดท้ายของ TEXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล 8 บิต เป็น 2 ตัวอักษร เป็นรหัสข้อมูล ASCII แล้วจึงนำมาทำการ EXCLUSIVE-OR (XOR) กันจะได้ค่า FCS





ภาพที่ 3.13 แสดงการคำนวณหา FCS

3.5 แผงควบคุมสัมผัสหน้าจอที่โปรแกรมได้ (Touch Screen)

ในการออกแบบระบบควบคุมให้กับเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ทางด้านอินพุต ได้แก่ ตัวตรวจจับ และตัวส่งสัญญาณ (Sensor and transducer) และอุปกรณ์ทางด้านเอาท์พุต ได้แก่ รีเลย์ แมคเนติกคอนแทคเตอร์ อินเวอร์เตอร์มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ และส่วนที่เชื่อมโยงกับผู้ใช้งาน (Human Machine Interface) ซึ่งเป็นส่วนที่รับและส่งสัญญาณเพื่อแสดงผลและสั่งการควบคุม

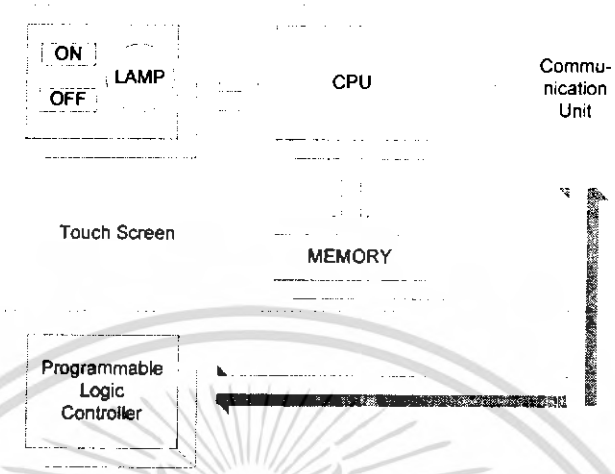
แผงควบคุมสัมผัสหน้าจอเป็นอุปกรณ์ที่สามารถโปรแกรมรูปแบบในการแสดงผล และการควบคุมบนหน้าจอได้หลายๆ หน้าจอ โดยทำการออกแบบบนคอมพิวเตอร์และทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ โดยอาศัยการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมทำให้ลดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ อีกทั้งถูกออกแบบมาให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม

3.5.1 โครงสร้างของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

ประกอบด้วยแผ่นฟิล์มพิเศษทับซ้อนกันเมื่อออกแรงกด ก็จะส่งผลให้ความต้านทานของเซลล์ที่ถูกกดทับเปลี่ยนไป ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับการโปรแกรมเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็น สวิทช์ หลังจากนั้นหน่วยประมวลผลของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอก็จะส่งข้อมูลไปยังหน่วยติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเชื่อมโยงการทำงานกับอุปกรณ์ภายนอก ดังนั้นการโปรแกรมบนเครื่องควบคุมจะต้องสอดคล้องกันกับหน้าจอที่ทำการออกแบบด้วย



ภาพที่ 3.14 แสดงรูปโครงสร้างของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

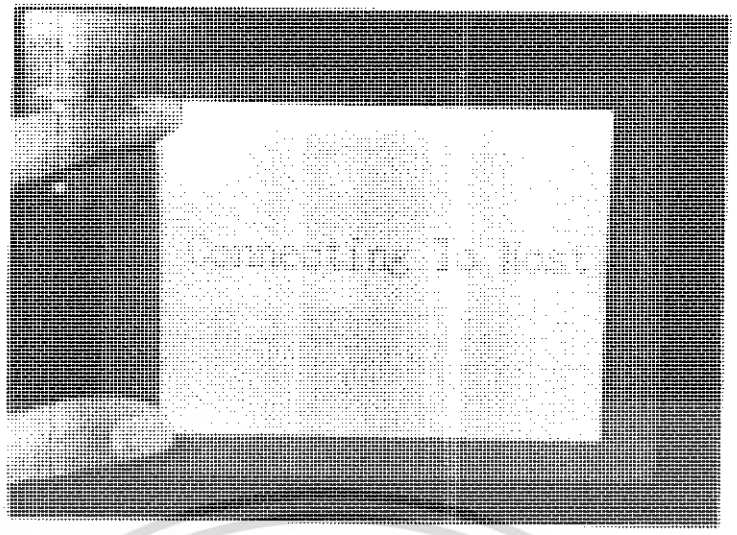
3.5.2 ขั้นตอนการใช้งาน

- เขียนโปรแกรมเพื่อออกแบบหน้าจอของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอด้วย โปรแกรม NT Support Tool บนเครื่องคอมพิวเตอร์
- ส่งข้อมูลของโปรแกรมหน้าจอผ่านพอร์ตอนุกรม RS 232C จากคอมพิวเตอร์ ไปยังแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ
- ทำการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้กับแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

3.5.3 การตั้งค่าของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

การเข้าสู่ระบบโดยทำการกดที่มุมบนซ้ายและล่างซ้ายของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอพร้อมกันทั้งสองจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 แสดงรูปการเข้าสู่เมนูระบบ

ส่วนของเมนูระบบ (System menu) ประกอบไปด้วย ปุ่มกดสัมผัสที่จะเรียกไปยังโหมดการทำงานต่างๆ คือ

1. Transmit Mode จะเป็นการส่งโปรแกรมหน้าจอจาก คอมพิวเตอร์ไปยังแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ หรือการนำโปรแกรมที่มีอยู่ในหน่วยความจำของแผงควบคุมสัมผัสมาทำการแก้ไข

2. Maintenance Mode จะเป็นโหมดของการตั้งค่าต่างๆ เมื่อเรียกเข้ามาก็จะพบปุ่มกดที่ใช้เรียกไปยังเมนูอื่นอีก ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะในเมนูที่มีความจำเป็นเท่านั้น

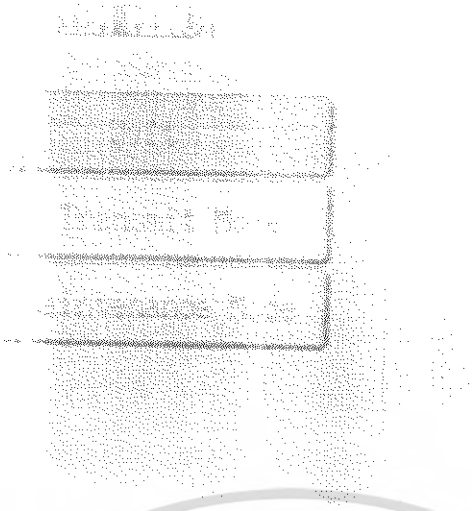
- เมนู I/O Check ใช้ในการตรวจสอบสภาพการใช้งานของพอร์ตติดต่อสื่อสารและความพร้อมขององค์ประกอบในแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

- เมนู PT Setting ใช้ดูการตรวจสอบการกำหนดค่าให้กับพื้นที่ของหน่วยความจำพิเศษ ใน PT Notify area และ PT Control area

- เมนู Init. Memory ใช้สำหรับล้างข้อมูลในหน่วยความจำของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ Memory Switch

- เมนู Memory Switch ใช้ในการตั้งค่าการใช้งานอุปกรณ์และฟังก์ชั่นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

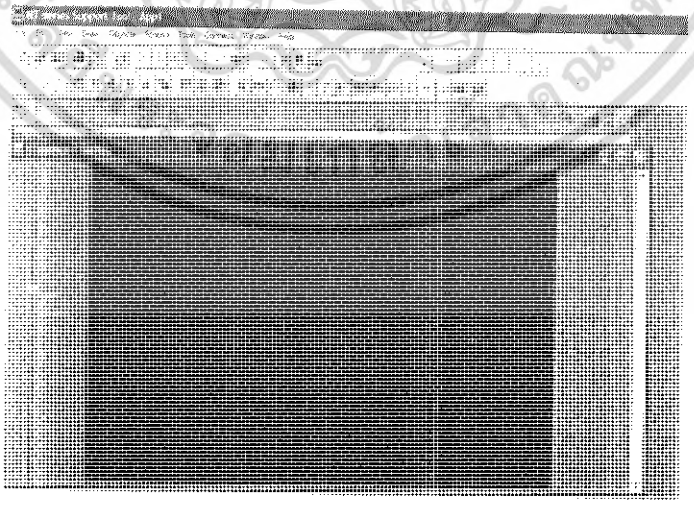


ภาพที่ 3.16 แสดงรูปเมนูระบบ (System Menu)

3.5.4 การใช้งานโปรแกรมออกแบบหน้าจอ

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอนี้ ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการ DOS อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ลงบนเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ควบคู่กันไปด้วยเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์กันของทั้งสองส่วน

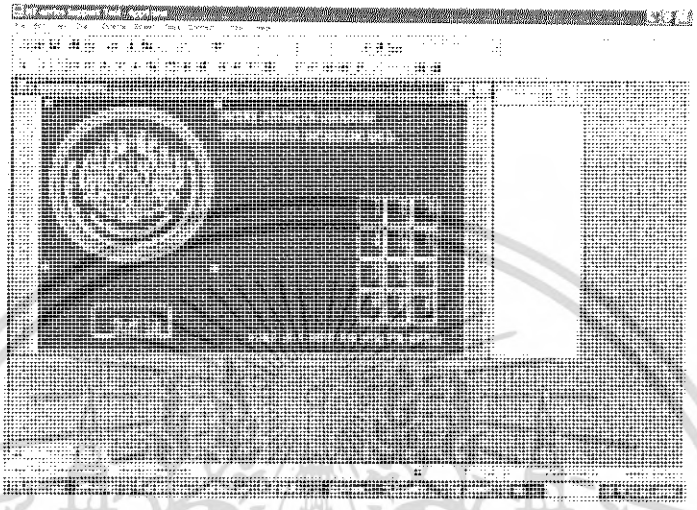
1. เรียกใช้งานโปรแกรม NT Series Support Tool จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะปรากฏหน้าต่างหลักแล้วเลือกคำสั่ง file new จะปรากฏหน้าต่างดังอย่างข้างล่าง ซึ่งจะสามารถเข้าใจได้ง่ายในการทำปุ่ม(switch screen)หรือภาพ(image) และ การเขียนตัวหนังสือ(text) และ การทำสวิทช์สั่งงานบิต(notify bit)



ภาพที่ 3.17 แสดงรูปหน้าหลัก

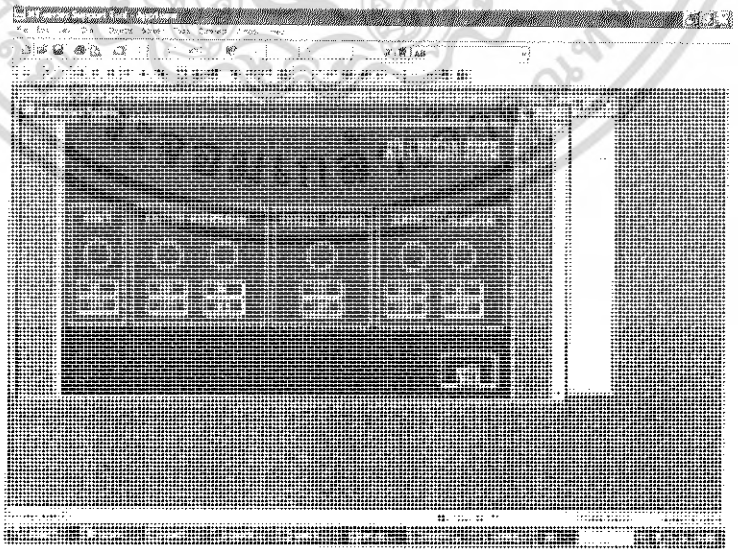
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการสร้างภาพ และ ใส่ function อื่นๆเข้าไปดังภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะเป็นภาพการเข้ารหัส ในส่วนของ ปุ่มตัวเลขนั้นจะต้องสร้างภาพเป็น สี่เหลี่ยม โดยจะมีแทปเครื่องมืออยู่จากนั้นกดclick เข้าไปในกรอปตัวเลขและทำการตั้งค่าเป็น Input-key Control ทุกหมายเลข ส่วนปุ่ม staff lab ตั้งค่า switch screen ดังภาพ



ภาพที่ 3.18 แสดงรูปหน้าจอ File Selection

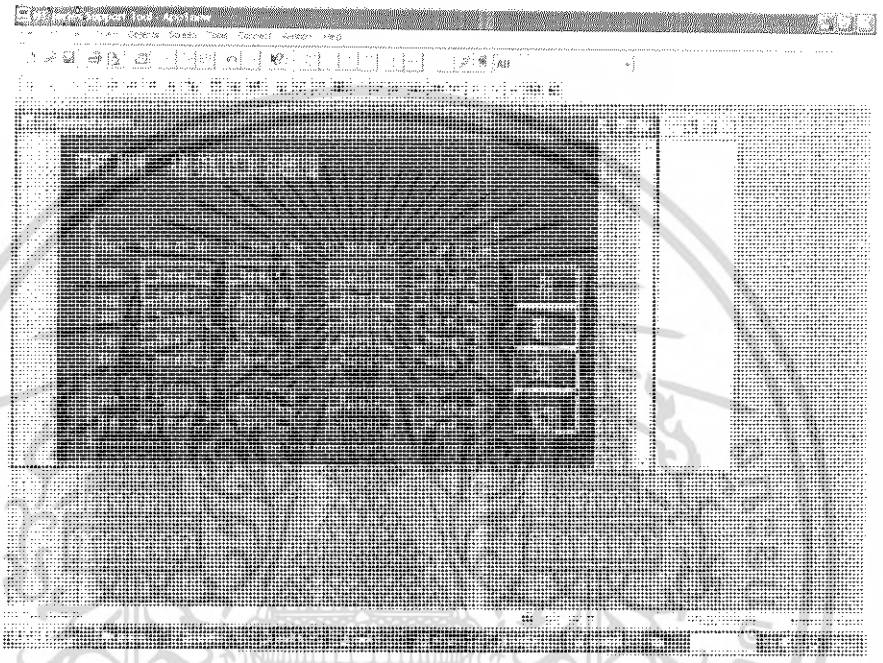
3. ส่วนปุ่ม ON -OFF เปลี่ยน function เป็น Notify Bit และ กำหนด Bit Address ในส่วนของไฟบอกสถานะ ON-OFF สามารถทำได้โดยเลือกโหมด Stadard Lamp และกำหนด Bit Address



ภาพที่ 3.19 แสดงรูปการทำหน้าของ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

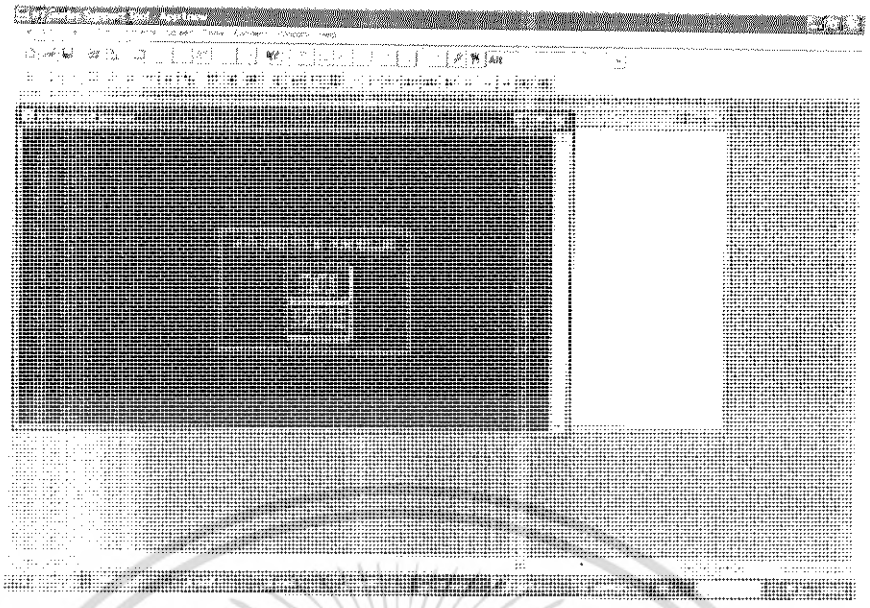
4. เป็นการสร้างหน้าจอในส่วนของ การกำหนดเวลาของ แต่ละห้อง โดยการทำ ปุ่ม permit ทำได้โดยตั้งค่าเป็น Notify Bit และกำหนด Bit Address และ กำหนดในส่วนของ light function ต้องกำหนด Bit Address ด้วย และ ต้องทำปุ่ม switch screen ด้วย เพื่อ link ไปยังห้องอื่นๆและหน้าจอหลักดังภาพ



ภาพที่ 3.20 แสดงรูปการทำหน้าจอ schedule ของแต่ละห้อง

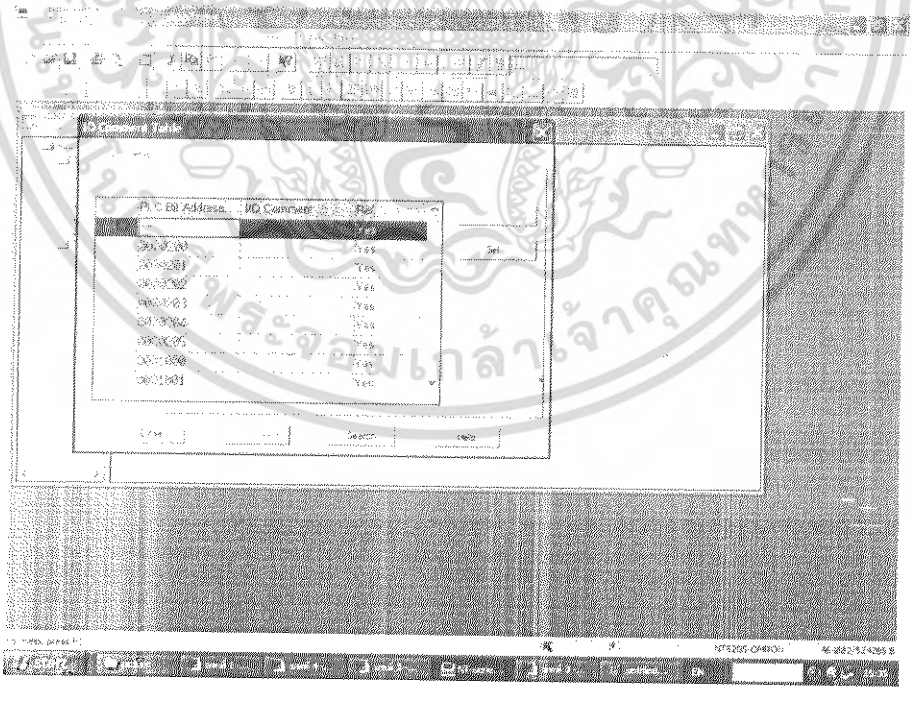
5. เป็นการทำหน้าจอต่อจากหน้าการเข้ารหัส ซึ่งเป็นหน้าจอของการจะเลือกหน้าที่จะเลือกหน้าในส่วนของ Manual and Schedule ทำได้โดยตั้งปุ่มเป็น switch screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 แสดงรูปหน้าจอเลือก Manual and Schedule

6. เป็นกำหนด I/O Comment Table



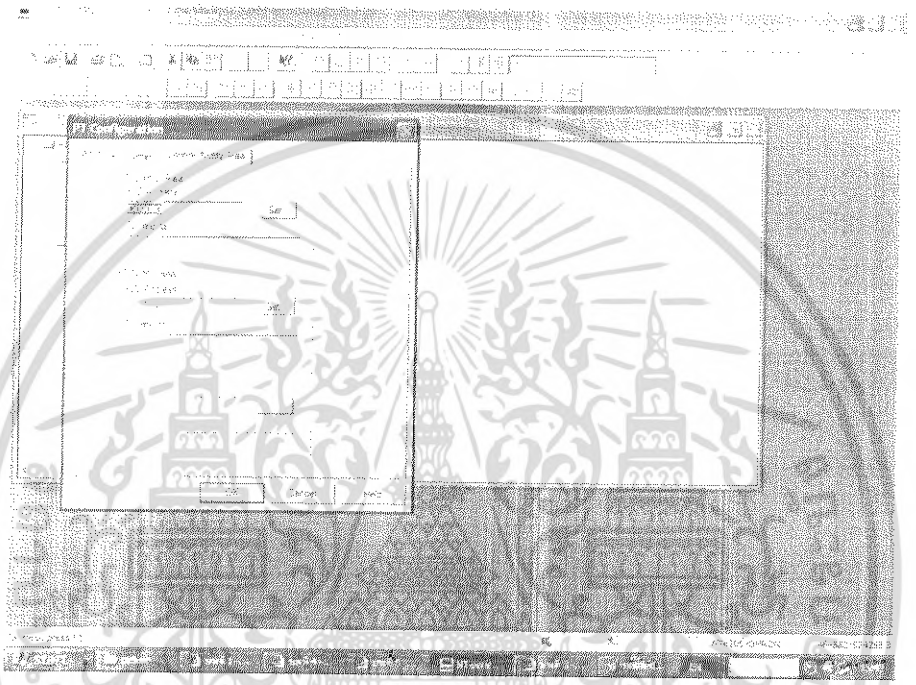
ภาพที่ 3.22 แสดงรูปการกำหนด I/O Comment Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การกำหนดพื้นที่ของ PT Area ซึ่งเป็นพื้นที่หน่วยความจำระดับเวิร์ดในเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ สำหรับอ้างอิงหมายเลขหน้าของแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ

- PT Control Area คือ พื้นที่สำหรับควบคุมการเปลี่ยนหน้าจากเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

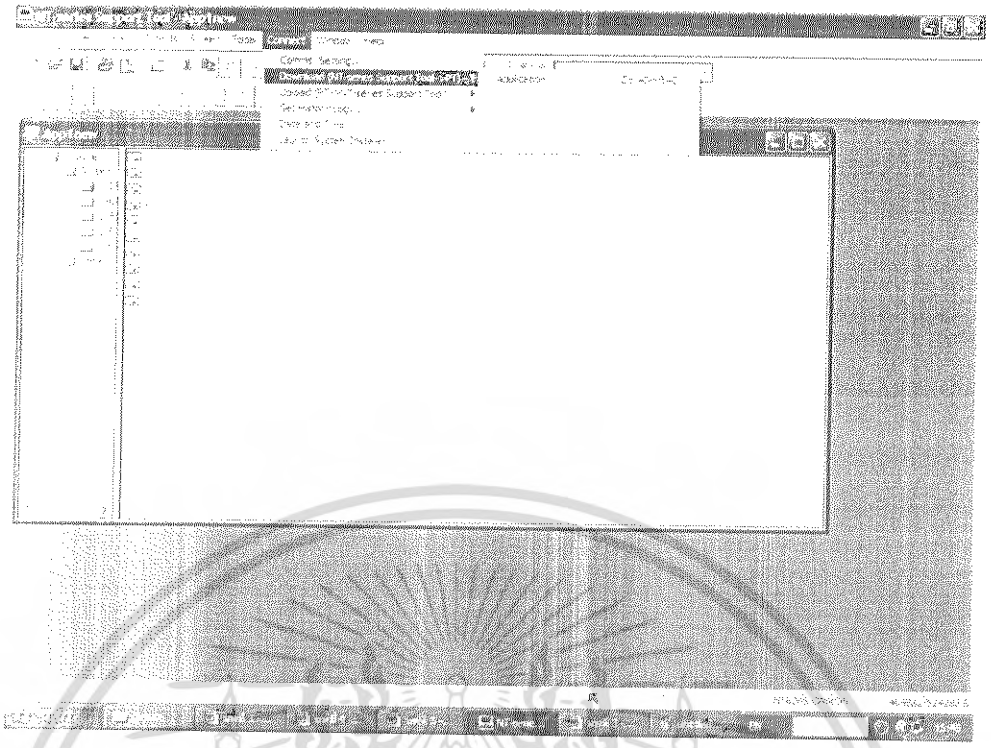
- PT Notify Area คือ พื้นที่สำหรับแสดงการเปลี่ยนหน้าของแผงควบคุม โดยสามารถดูได้จากเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้



ภาพที่ 3.23 แสดงรูปการกำหนดพื้นที่ของ PT Area

8. เมื่อเสร็จแล้วให้ทำการบันทึกเพิ่มข้อมูล และตั้งชื่อของงาน การส่งข้อมูลหน้าจอไปสู่แผงควบคุมสัมผัสหน้าจอ ทำการตรวจสอบสายเชื่อมโยงข้อมูลและพอร์ตอนุกรมให้ถูกต้อง ตัวแผงควบคุมสัมผัสหน้าจอจะต้องอยู่ใน Transmit Mode โดยจะส่งเข้าไปที่ Connect แล้วเลือก Download (NT Series Support Tool – PT) และเลือก Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.24 แสดงรูปการเชื่อมโยงข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

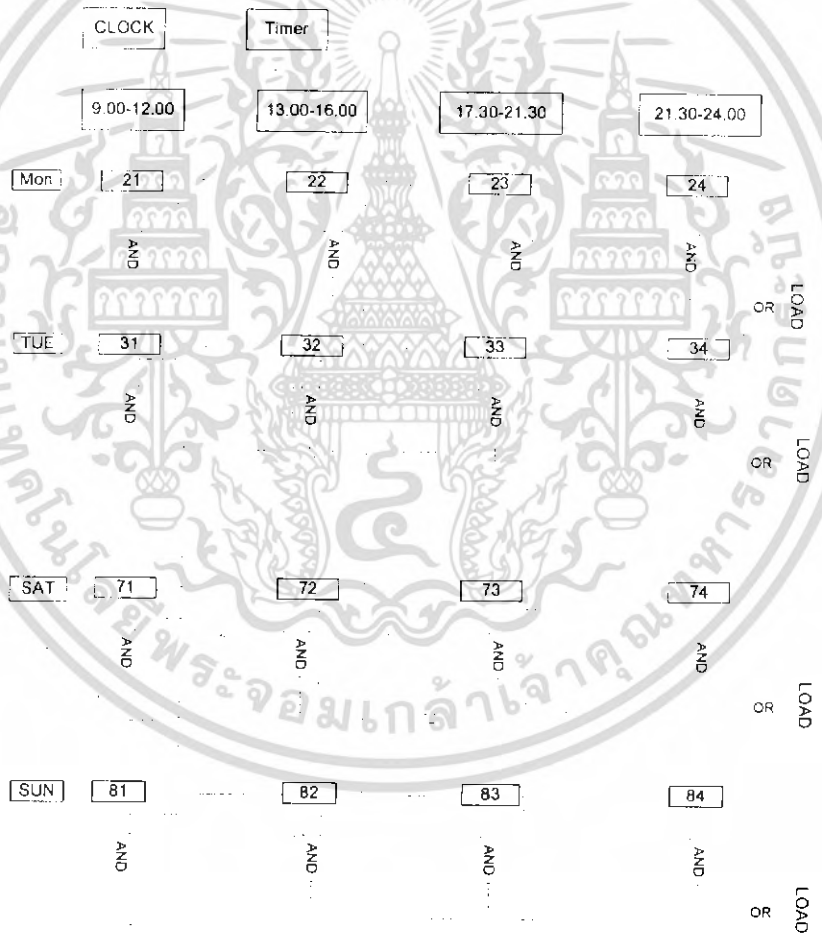
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

แนวคิดในการออกแบบ

4.1 แนวคิดการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศ

เนื่องจากในการจะควบคุมการเปิด – ปิด เครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะต้องคำนึงถึง เวลา ในการที่จะใช้เครื่องปรับอากาศได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะแบ่งเวลาเป็น 1 อาทิตย์ คือ แบ่งเป็น 7 วัน วันละ 4 ช่วงเวลา ช่วงละ 3 ชั่วโมง คือ จะเริ่มตั้งแต่ 9.00 – 12.00, 13.00 – 16.00, 17.30 – 20.30, 21.00 – 24.00 ซึ่งช่วงเวลาที่คำนึงถึงนั้น จะอ้างอิงจาก คาบเวลา ในการเรียนของนักศึกษา ดังตัวอย่างในภาพ

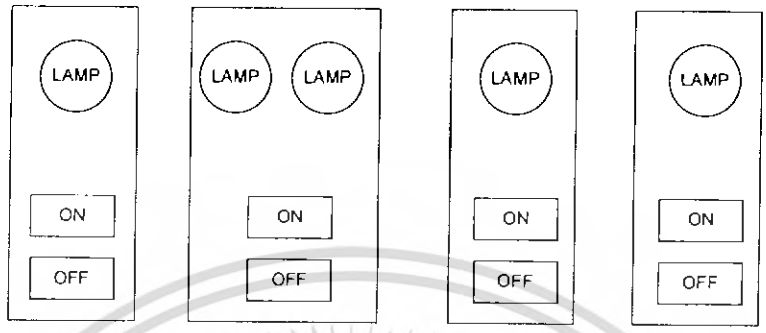


ภาพที่ 4.1 แสดงรูปแนวคิดการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

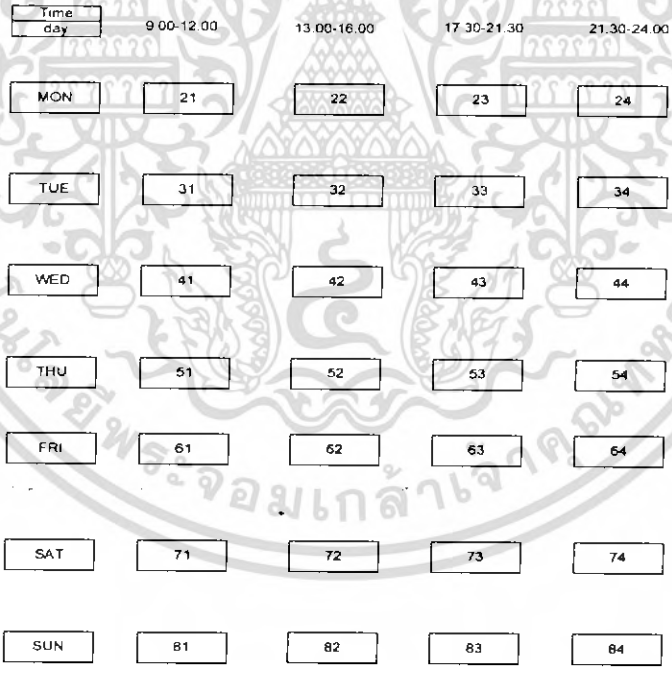
4.2 แนวคิดในการออกแบบ Manual

มีการแสดงผลว่า ขณะนี้ เครื่องปรับอากาศในห้องนี้ทำงานอยู่ หรือไม่ และยังมี ON-OFF เพื่อใช้เป็น Manual อีก



ภาพที่ 4.2 แสดงรูปแนวคิดออกแบบ Manual

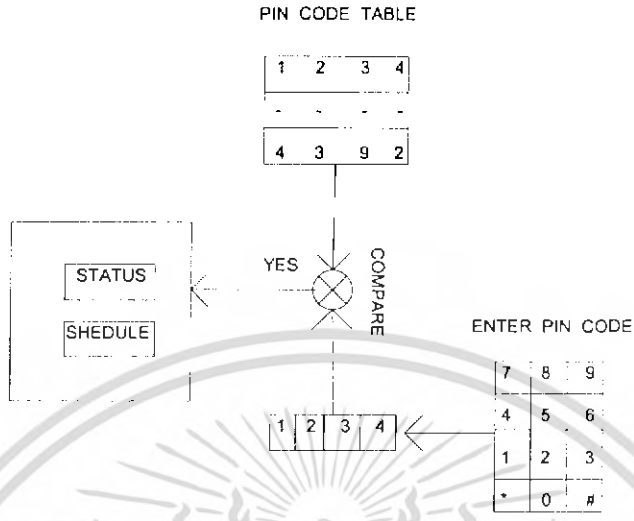
4.3 การออกแบบในส่วนของการกำหนดเวลา



ภาพที่ 4.3 แสดงรูปออกแบบ Schedule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 แนวคิดการออกแบบระบบความปลอดภัยสำหรับหน้าจอ HMI



ภาพที่ 4.4 แสดงรูปแนวความคิดในการออกแบบการเข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ขั้นตอนการทดลอง

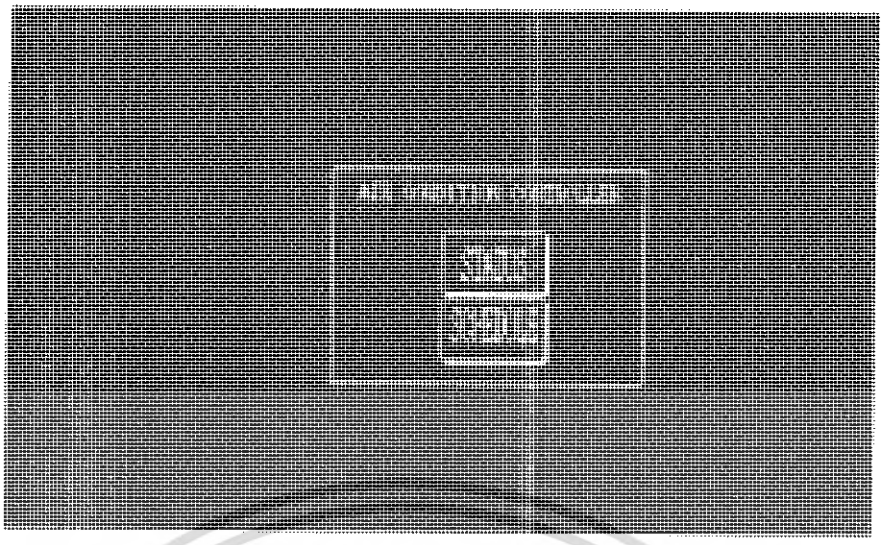
- ในการทดลองจะตั้งเวลาเวลา ช่วง 17.30 – 20.30
- ในวันเสาร์ SAT ที่ห้อง FA และ ห้อง PDS
- จากนั้น เมื่อขณะที่เวลา ณ ปัจจุบัน เท่ากับ 18.24 จะแสดงผลที่ห้องของ FA และห้อง PDS ว่าเครื่องปรับอากาศกำลังทำงานอยู่
- โดยที่ห้องอื่นๆ จะไม่แสดงสัญญาณไฟติด เนื่องจากไม่ได้ทำการตั้งเวลาไว้ ดังนั้น เมื่อ วัน และ ช่วงเวลา ที่เราทำการตั้งไว้ ตรงกับ วันและเวลา จะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงาน และแสดงสัญญาณไฟติดที่ห้องในแต่ละห้องที่เราตั้งเวลาไว้

5.2 การทดลองใช้งาน HMI

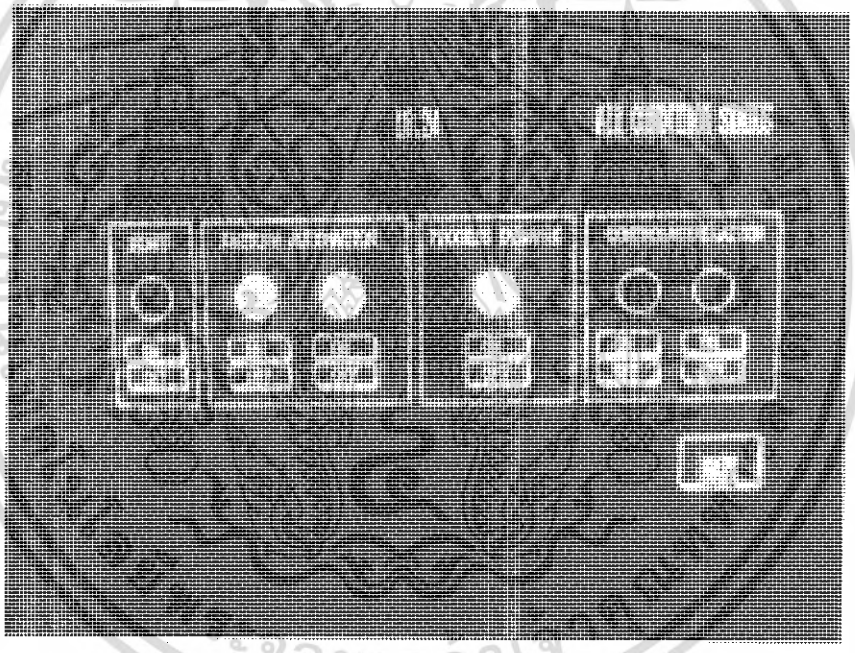
1. การใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัส

ภาพที่ 5.1 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

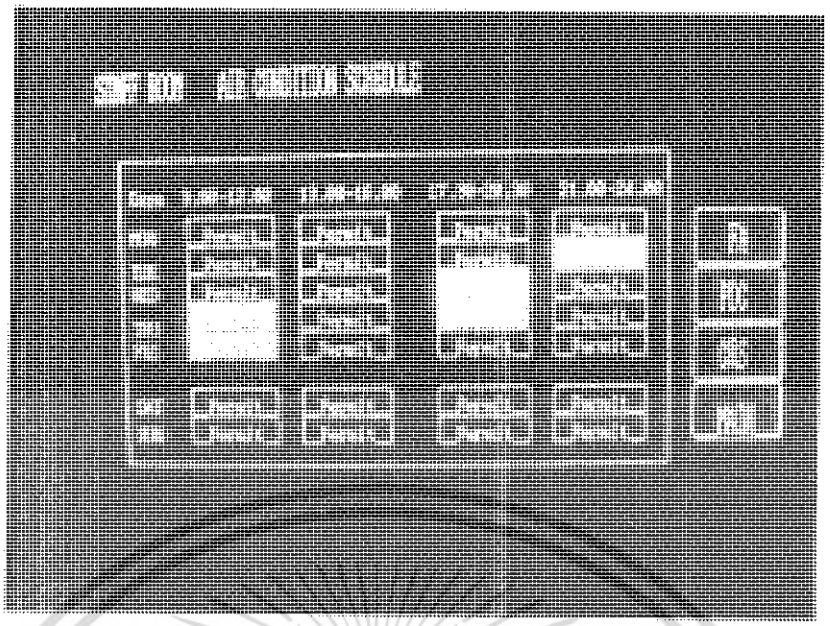


ภาพที่ 5.2 แสดงรูปการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 2

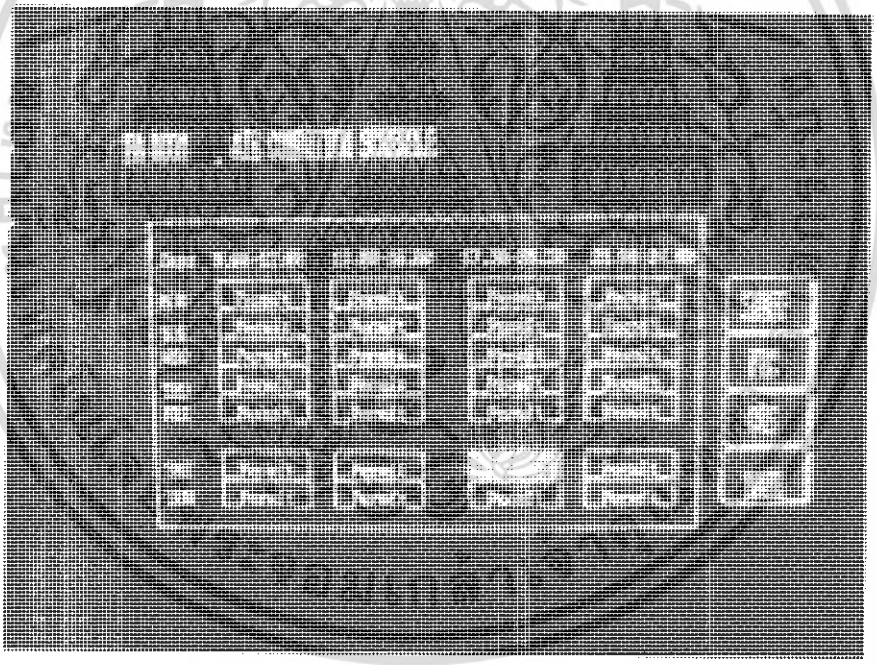


ภาพที่ 5.3 แสดงรูปผลการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสหน้าที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

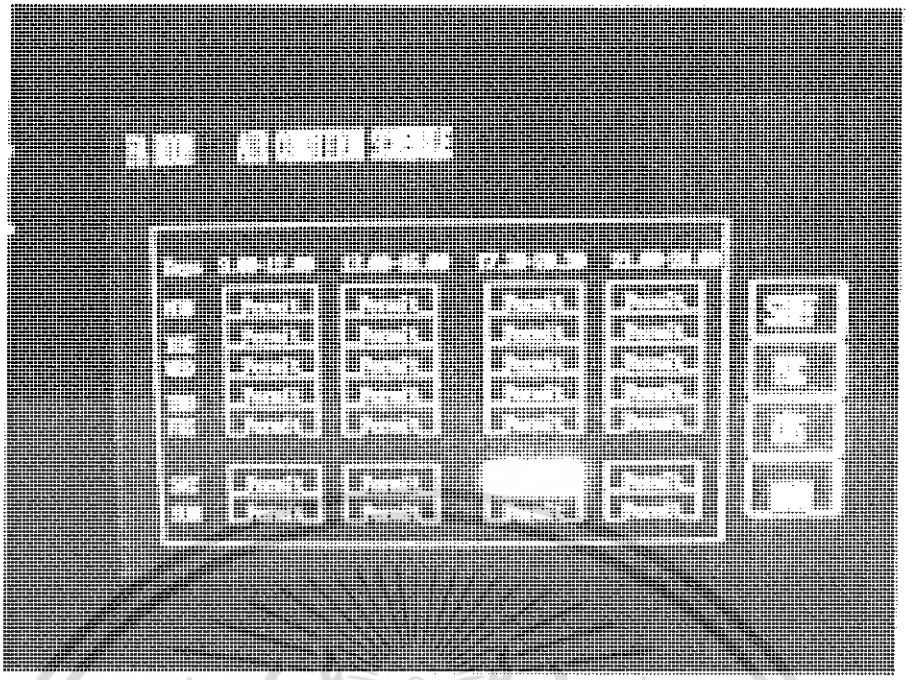


ภาพที่ 5.4 แสดงรูปผลการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 4

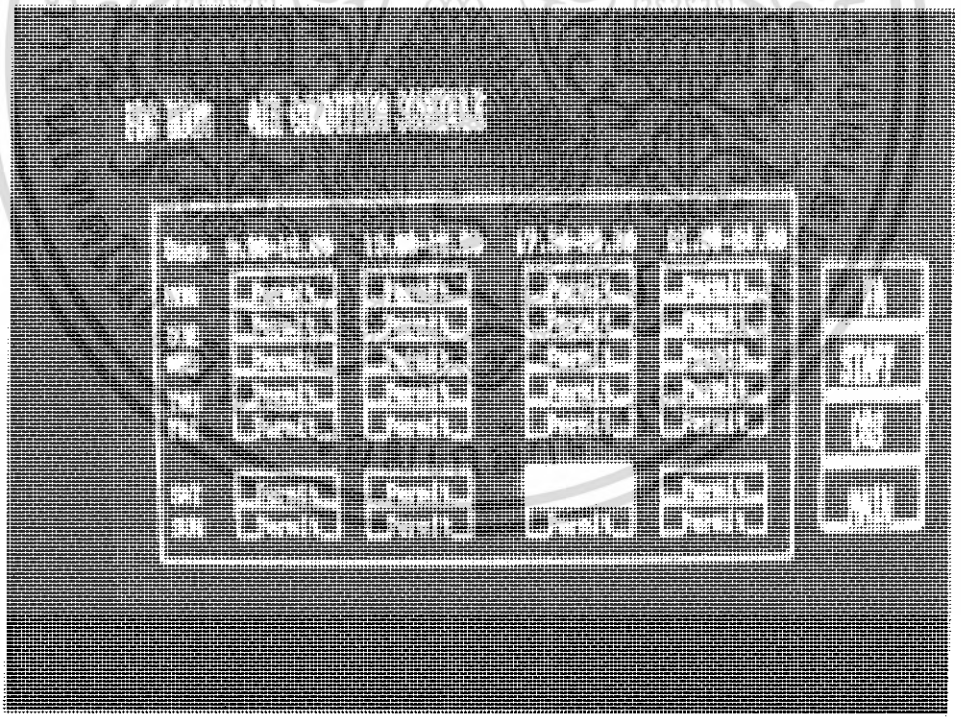


ภาพที่ 5.5 แสดงรูปผลการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

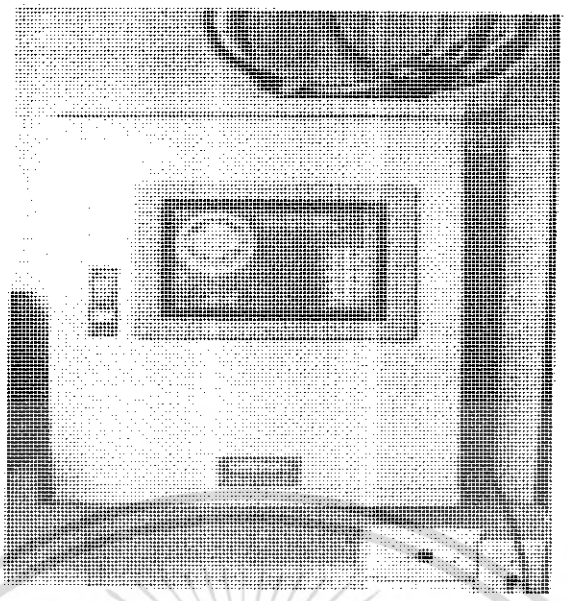


ภาพที่ 5.6 แสดงรูปผลการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 6



ภาพที่ 5.7 แสดงรูปผลการใช้งาน HMI บนเครื่องควบคุมแบบหน้าจอสัมผัสในหน้าที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 แสดงรูปตู้ PLC ผ่าน HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากการศึกษาและใช้งาน ได้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาประสิทธิภาพของโปรแกรมให้สูงขึ้นต่อไป เพื่อความสะดวกในการควบคุมการทำงานของระบบที่ถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ เช่นการพัฒนาซอฟท์แวร์ให้สามารถทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล เพื่อจัดเก็บข้อมูลการทำงานของระบบควบคุม

6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการวิจัย

6.2.1 แนวทางในการพัฒนาต่อ

จากแนวทางการออกแบบ HMI (Human Machine Interface) ผ่านโครงข่ายเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ และสามารถนำประยุกต์ใช้งานกับเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ที่รองรับข้อตกลงในการสื่อสารข้อมูลแบบ Host Link Communication อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆรวมทั้งสถานะการทำงานของกระบวนการทางอุตสาหกรรมในรูปแบบของฐานข้อมูล (Data Acquisition) ตลอดจนการพัฒนาเป็นระบบ SCADA

6.2.2 ข้อจำกัดของโครงงาน

ข้อจำกัดเรื่องข้อตกลงในการติดต่อสื่อสารแบบ Host Link Communication เนื่องจากข้อตกลงในการการติดต่อสื่อสารแบบ Host Link Communication นั้นยอมให้สามารถทำการควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ที่ทำการเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ไม่สามารถทำการควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ตัวอื่นๆ รวมถึงข้อจำกัดในเรื่องของการสื่อสารข้อมูลแบบ Host Link Communication ที่ระบุให้เป็นการสื่อสารแบบอนุกรมผ่านพอร์ตอาร์เอส 232C (RS-232C) โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเป็นดังนี้คือ อัตราบอร์ตเท่ากับ 9600 บิตเริ่มต้นเท่ากับ 1 บิตข้อมูลเท่ากับ 7 บิตสุดท้ายเท่ากับ 2 และพาริตี้บิตเป็น EVEN เท่านั้น อีกทั้งข้อยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความรวดเร็วในการสื่อสารข้อมูลเนื่องจากการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมนั้นเป็นเป็นการสื่อสารแบบไม่สัมพันธ์(Asyncronous) แนวทางการพัฒนาต่อจากโครงงานนี้จึงไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้กับกระบวนการที่ต้องการการสื่อสารข้อมูลที่ต้องการความรวดเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. OMRON, "SYSMAC Programmable Controller C28H"
2. Craig Peacock, "Interfacing the serial / RS232 Port V5.0"
3. OMRON, "Programmable Terminals"
4. หนังสือ Programmable Logic Control ของ รศ. สุพรรณ กุลพาณิชย์ ผู้สอน
5. รศ. วิริยะ กองรัตน์,"ปฏิบัติการวิศวกรรมการวัดคุม 3", ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ : พิมพ์ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก แสดงความหมายของ End Code ในการติดต่อสื่อสารแบบ Host Link Communication

End code	Contents	Probable cause	Corrective measures
00	Normal completion	---	---
01	Not executable in RUN mode	The command that was sent cannot be executed when the PC is in RUN mode.	Check the relation between the command and the PC mode.
02	Not executable in MONITOR mode	The command that was sent cannot be executed when the PC is in MONITOR mode.	
0B	Not executable in PROGRAM mode	The command that was sent cannot be executed when the PC is in PROGRAM mode.	This code is not presently being used.
13	FCS error	The FCS is wrong. Either the FCS calculation is mistaken or there is adverse influence from noise.	Check the FCS calculation method. If there was influence from noise, transfer the command again.
14	Format error	The command format is wrong.	Check the format and transfer the command again.
15	Entry number data error	The areas for reading and writing are wrong.	Correct the areas and transfer the command again.
16	Command not supported	The specified command does not exist.	Check the command code.
18	Frame length error	The maximum frame length was exceeded.	Divide the command into multiple frames.
19	Not executable	Items to read not registered for composite command (QQ).	Execute QQ to register items to read before attempting batch read.
23	User memory write-protected	Pin 1 on C200HS DIP switch is ON.	Turn OFF pin 1 to execute.
A3	Aborted due to FCS error in transmit data	The error was generated while a command extending over more than one frame was being executed. **Note:** The data up to that point has already been written to the appropriate area of the CPU.	Check the command data and try the transfer again.
A4	Aborted due to format error in transmit data		
A5	Aborted due to entry number data error in transmit data		
A8	Aborted due to frame length error in transmit data		
Other	---	Influence from noise was received.	Transfer the command again.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Manufacturer	Series Name	System (CPU unit)	Link Unit	PLC Model set using WindO/I-NV2
Omron	SYMAC-C	C500, C500F, C1000H, C2000, C2000H	C120-LK201-V1	SYSMAC C Series
			C120-LK202-V1	
			C500-LK201-V1	
			C500-LK203	
		C1000HF	C500-LK203	
		C200HS	C200H-LK201	
			C200H-LK202	
		C200HE, C200HG,	C200H-LK201	
			C200H-LK202	
		C200HX	C200HW-COM02/COM04/COM05/COM06	
			C200HW-COM03/COM06	
		C120, C120F	C120-LK201-V1	
			C120-LK202-V1	
		C20H, C28H, C40H, C60H	Not required (connects to CPU unit)	
		CQM1H, C200HS-CPU21/23/31/33	Not required (connects to CPU unit)	
		C200HE-CPU42, C200HG-CPU43/63, C200HX-CPU44/64	Not required (connects to CPU unit)	
		CPM 1,CPM 1A, CPM 2A	CPM 1-CIF01	
			CPM 1-CIF11	
		CPM 2A	Not required (connects to CPU unit)	
	CS1Series	CS1G, CS1H	Not required (connects to CPU unit)	SYSMAC CS1 Series
		CS1G, CS1H	CS1W-SCB41 (port1)	
			CS1W-SCB41 (port2)	
	CJ1MSeries	CJ1M	Not required (connects to CPU unit)	
Allen-Bradley	PLC-5	All PLC-5 models that can be connected to 1770-KF2	1770-KF2	PLC-5 (Half Duplex)
		All PLC-5 models	Not required (Connects to CPU unit)	
	SLC-500 (Half Duplex)	SLC5/03, SLC5/04	Not required (Connects to CPU unit)	SLC500 (Half Duplex)
	MicroLogix (Full Duplex)	MicroLogix1000 MicroLogix1200	Not required (Connects to CPU unit)	MicroLogix/SLC 500 (Full Duplex)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

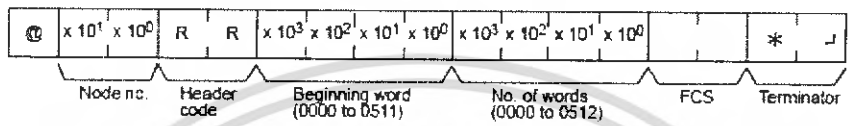
11-3 Host Link Commands

This section explains the commands that can be issued from the host computer to the PC.

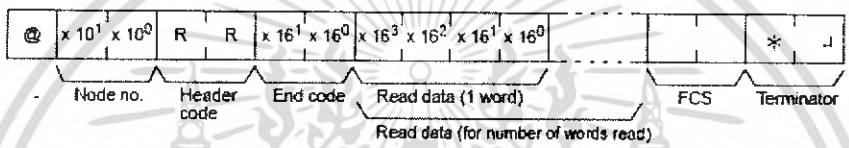
11-3-1 IR/SR AREA READ — RR

Reads the contents of the specified number of IR and SR words, starting from the specified word.

Command Format



Response Format



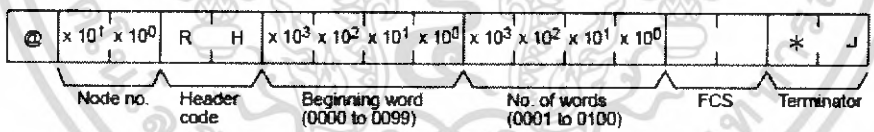
Parameters

Read Data (Response)
The contents of the number of words specified by the command are returned in hexadecimal as a response. The words are returned in order, starting with the specified beginning word.

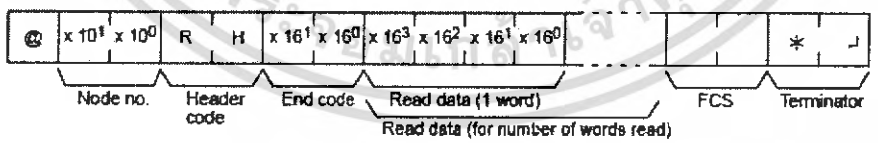
11-3-3 HR AREA READ — RH

Reads the contents of the specified number of HR words, starting from the specified word.

Command Format



Response Format



Parameters

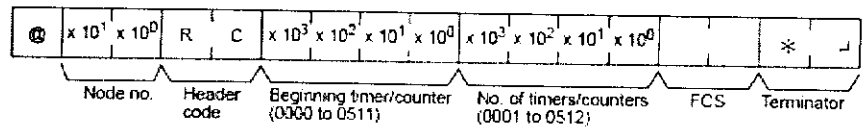
Read Data (Response)
The contents of the number of words specified by the command are returned in hexadecimal as a response. The words are returned in order, starting with the specified beginning word.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

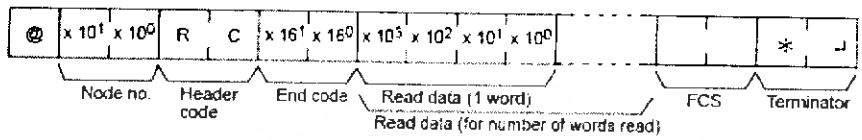
11-3-4 PV READ — RC

Reads the contents of the specified number of timer/counter PVs (present values), starting from the specified timer/counter.

Command Format



Response Format



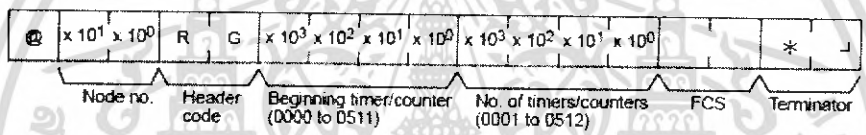
Parameters

Read Data (Response)
The number of present values specified by the command is returned in hexade-

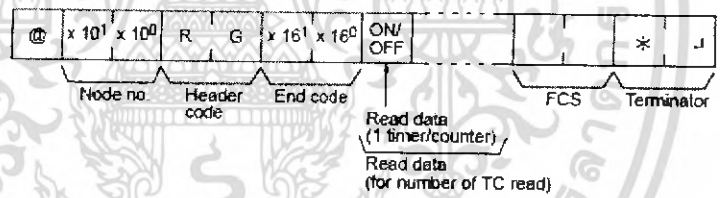
11-3-5 TC STATUS READ — RG

Reads the status of the Completion Flags of the specified number of timers/counters, starting from the specified timer/counter.

Command Format



Response Format



Parameters

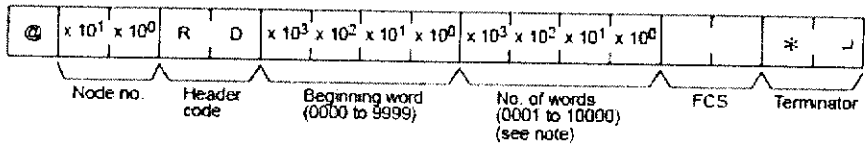
Read Data (Response)
The status of the number of Completion Flags specified by the command is returned as a response. "1" indicates that the Completion Flag is ON.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3-6 DM AREA READ — RD

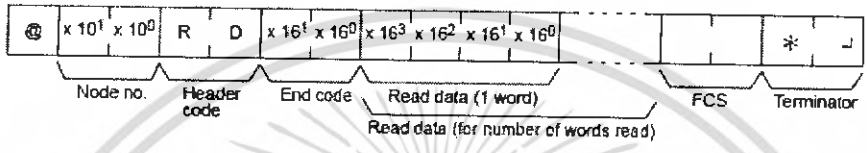
Reads the contents of the specified number of DM words, starting from the specified word.

Command Format



Note
1. If 10,000 words have to be read, specify the number of words to be read as 0000.
2. DM 6656 to DM 6999 do not exist. An error will not, however, result if you try to read these words. Instead, "0000" will be returned as a response.

Response Format



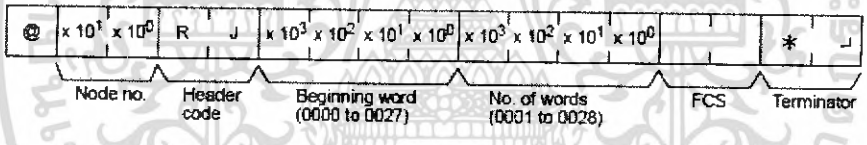
Parameters

Read Data (Response)
The contents of the number of words specified by the command are returned in hexadecimal as a response. The words are returned in order, starting with the specified beginning word.

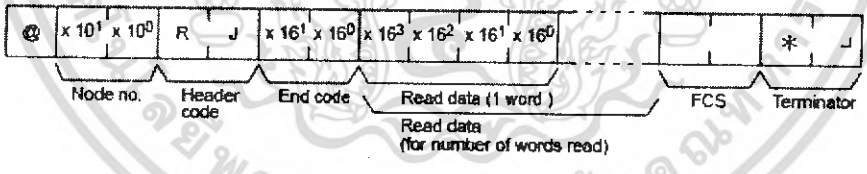
11-3-7 AR AREA READ — RJ

Reads the contents of the specified number of AR words, starting from the specified word.

Command Format



Response Format



Parameters

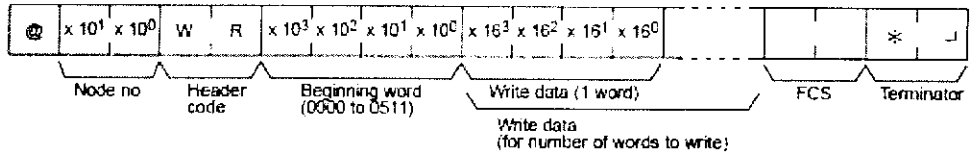
Read Data (Response)
The contents of the number of words specified by the command are returned in hexadecimal as a response. The words are returned in order, starting with the specified beginning word.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3-8 IR/SR AREA WRITE — WR

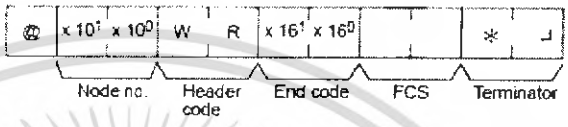
Writes data to the IR and SR areas, starting from the specified word. Writing is done word by word.

Command Format



Note Data cannot be written to words 253 to 255. If there is an attempt to write to these words, no error will result, but nothing will be written to these words.

Response Format



Parameters

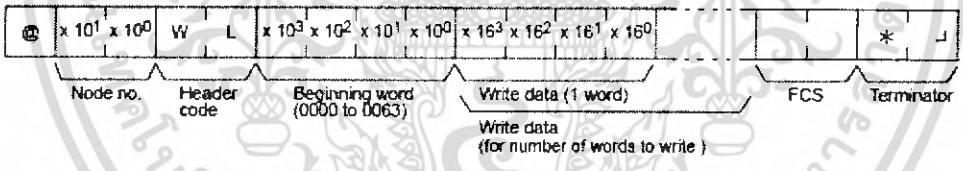
Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the IR or SR area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

Note If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 511 is specified as the beginning word for writing,and two words of data are specified, then 0512 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because SR 512 is beyond the writeable range.

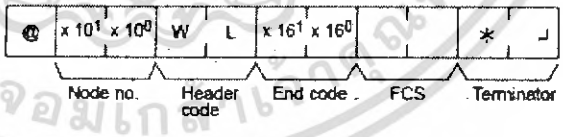
11-3-9 LR AREA WRITE — WL

Writes data to the LR area, starting from the specified word. Writing is done word by word.

Command Format



Response Format



Parameters

Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the LR area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

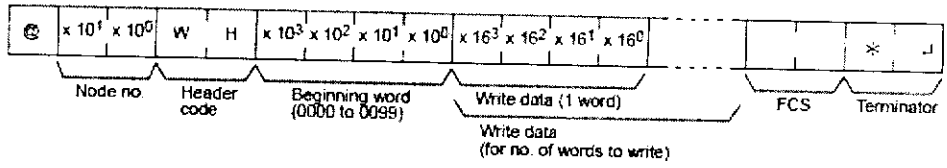
Note If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 60 is specified as the beginning word for writing and five words of data are specified, then 64 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because LR 64 is beyond area boundary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

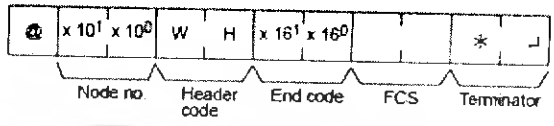
11-3-10 HR AREA WRITE — WH

Writes data to the HR area, starting from the specified word. Writing is done word by word.

Command Format



Response Format



Parameters

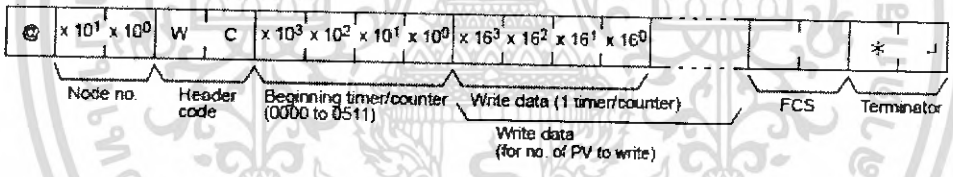
Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the HR area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

Note If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 98 is specified as the beginning word for writing, and three words of data are specified, then 100 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because HR 100 is beyond area boundary.

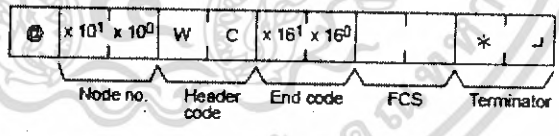
11-3-11 PV WRITE — WC

Writes the PVs (present values) of timers/counters starting from the specified timer/counter.

Command Format



Response Format



Parameters

Write Data (Command)
Specify in decimal numbers (BCD) the present values for the number of timers/counters that are to be written, starting from the beginning timer/counter.

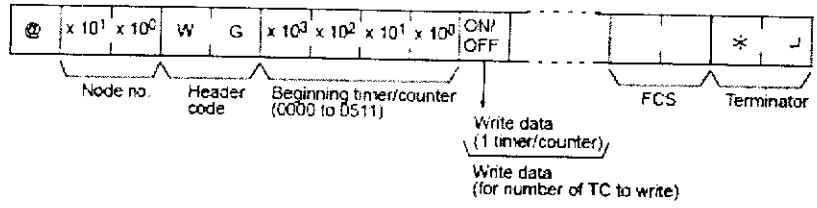
Note
1. When this command is used to write data to the PV area, the Completion Flags for the timers/counters that are written will be turned OFF.
2. If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 510 is specified as the beginning word for writing, and three words of data are specified, then 512 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because TC 512 is beyond area boundary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

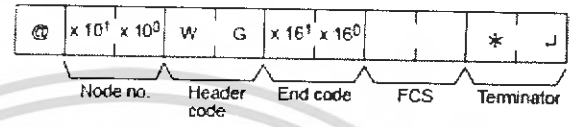
11-3-12 TC STATUS WRITE — WG

Writes the status of the Completion Flags for timers and counters in the TC area, starting from the specified timer/counter (number). Writing is done number by number.

Command Format



Response Format



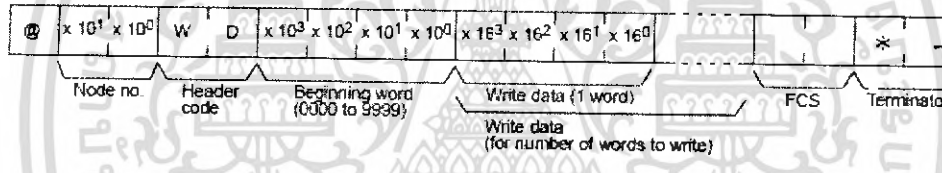
Parameters

Write Data (Command)
Specify the status of the Completion Flags, for the number of timers/counters to be written, in order (from the beginning word) as ON (i.e., "1") or OFF (i.e., "0"). When a Completion Flag is ON, it indicates that the time or count is up.

11-3-13 DM AREA WRITE — WD

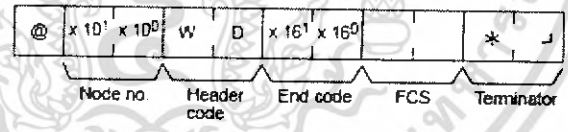
Writes data to the DM area, starting from the specified word. Writing is done word by word.

Command Format



Note DM 6656 to DM 6999 do not exist. An error will not, however, result if you try to write to these words.

Response Format



Parameters

Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the DM area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

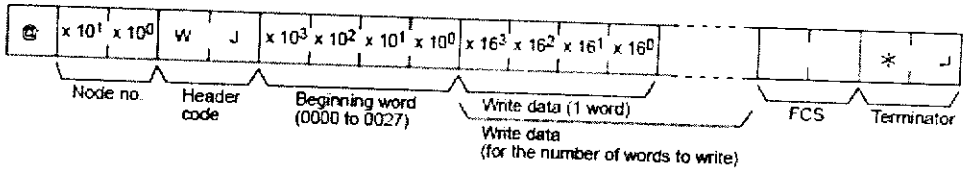
Note
1. If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 9998 is specified as the beginning word for writing, and three words of data are specified, then 10000 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because DM 10000 is beyond the writeable range.
2. Be careful about the configuration of the DM area, as it varies depending on the CPU model.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

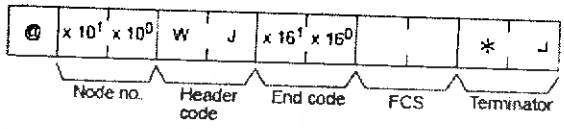
11-3-14 AR AREA WRITE — WJ

Writes data to the AR area, starting from the specified word. Writing is done word by word.

Command Format



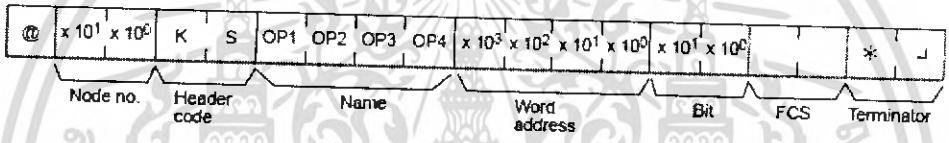
Response Format



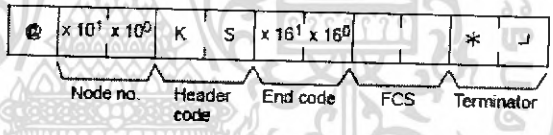
11-3-24 FORCED SET — KS

Force sets a bit in the IR, SR, LR, HR, AR, or TC area. Once a bit has been forced set or reset, that status will be retained until FORCED SET/RESET CANCEL (KC) is transmitted.

Command Format



Response Format



Parameters

Name, Word address, Bit (Command)

In "Name", specify the area (i.e., IR, SR, LR, HR, AR, or TC) that is to be forced set. Specify the name in four characters. In "Word address", specify the address of the word, and in "Bit" the number of the bit that is to be forced set.

Name				Classification	Word address setting range	Bit
OP1	OP2	OP3	OP4			
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511	00 to 15 (decimal)
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063	
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099	
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027	
T	I	M	(S)	Completion Flag (timer)	0000 to 0511	Always 00.
T	I	M	H	Completion Flag (high-speed timer)		
C	N	T	(S)	Completion Flag (counter)		
C	N	T	R	Completion Flag (reversible counter)		
T	T	I	M	Completion Flag (totalizing timer)		

(S): Space

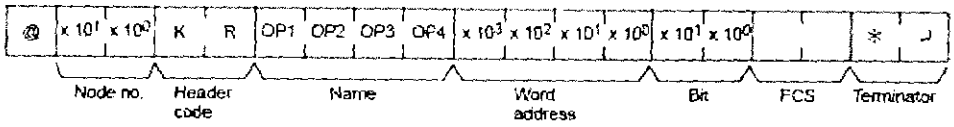
Note
1. The area specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.
2. Words 253 to 255 cannot be set when the CIO Area is specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

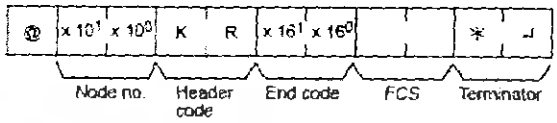
11-3-25 FORCED RESET — KR

Force resets a bit in an IR, SR, LR, HR, AR, or TC area. Once a bit has been forced set or reset, that status will be retained until FORCED SET/RESET CANCEL (KC) is transmitted.

Command Format



Response Format



Parameters

Name, Word address, Bit (Command)

In "Name", specify the area (i.e., IR, SR, LR, HR, AR, or TC) that is to be forced reset. Specify the name in four characters. In "Word address", specify the address of the word, and in "Bit" the number of the bit that is to be forced reset.

Name				Classification	Word address setting range	Bit
OP1	OP2	OP3	OP4			
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511	00 to 15 (decimal)
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063	
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099	
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027	
T	I	M	(S)	Completion Flag (timer)	0000 to 0511	Always 00.
T	I	M	H	Completion Flag (high-speed timer)		
C	N	T	(S)	Completion Flag (counter)		
C	N	T	R	Completion Flag (reversible counter)		
T	T	I	M	Completion Flag (totalizing timer)		

(S): Space

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้