สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉาดกระบัง

การสื่อสารอีเตอร์เน็ตของระบบ PLC

ETHERNET-BASED COMMUNICATION OF PLC SYSTEM

นายกิตติพงษ์ ธรรมวานิช
นายมนตรี หะหมาน
นายวันชัย วินทไชย์

วพ
ก๔๖๗ก
๒๕๔๗

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61978
วัน,เดือน,ปี 25 ก.ค. 2549

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารฉาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ETHERNET-BASE COMMUNICATION OF PLC SYSTEM

KITIPHONG THUMAVANAIT

MONTREE HAMARN

WANCHAI WINTACHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMANT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMINT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF THCHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การสื่อสารอีเธอร์เน็ตของระบบ PLC

ETHERNET-BASE COMMUNICATION OF PLC SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ

นายกิตติพงษ์	ธรรมวนิช	รหัสประจำตัว 45015544
นายมนตรี	ทะหมาน	รหัสประจำตัว 45015570
นายวันชัย	วินทไชย์	รหัสประจำตัว 45015575

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.พิพัฒน์ เลาหสงคราม	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันพุธที่ 23 มีนาคม 2548

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การสื่อสารอีเตอร์เน็ตของระบบ PLC
	ETHERNET-BASE COMMUNICATION OF PLC SYSTEM
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกิตติพงษ์ ธรรมวนิช
	นายมนตรี หะหมาน
	นายวันชัย วินทไชย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.พิพัฒน์ เลาหสงคราม
ปีการศึกษา	2547

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม PLC ผ่านเครือข่าย Ethernet โดยใช้โปรแกรม Visual C++ ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมบอร์ด Ethernet IO เพื่อส่งข้อมูลไปยัง PLC โดยมีคอมพิวเตอร์เป็น Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thiesis Title	Ethernet-Based Communication of PLC System
Authors	Mr. Kitiphong Thumavanait
	Mr. Montree Hamarn
	Mr. Wanchai Wintachai
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Phiphat Laohasongkram
Year	2004

ABSTRACT

This thesis is present about PLC controlling by PC via Ethernet with Visual C++ programming for control Ethernet IO board wish to communication between user and PLC by using PC as a monitoring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยคำปรึกษาแนะนำ และ เสนอแนะแนวทางการดำเนินงานเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พิพัฒน์ เลาหสงคราม ที่ให้คำแนะนำแนวทางการดำเนินงานเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการเงินและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา ตลอดจนพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 การศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ 2

2.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายและระดับชั้นของโพรโตคอล 2

2.1.1 แบบอ้างอิงโอเอสไอ 2

2.1.2 ชุดโพรโตคอลทีซีพี/ไอพี 4

2.1.3 โพรโตคอลเออาร์พี 5

2.1.4 โพรโตคอลอาร์เออาร์พี 6

2.1.5 โพรโตคอลไอซีเอ็มพี 7

2.2 Ethernet และ IEEE Encapsulation 7

2.3 ระบบเน็ตเวิร์ก 8

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของ Local Area Network (LAN) 8

2.3.2 โครงสร้างของ LAN ประกอบด้วย 9

2.3.3 ประเภทของเน็ตเวิร์ก 10

2.3.4 โครงสร้างของระบบเน็ตเวิร์ก 11

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม 13

2.4.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส 14

2.4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 14

2.4.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 16

2.4.4 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4.5 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART) 20

2.5 Programmable Logic Contron (PLC) 20

2.5.1 ส่วนประกอบของ PLC 21

2.5.1.1 Memory Unit (หน่วยความจำ) 21

2.5.1.2 หน่วยความจำชนิดต่าง ๆ 21

2.5.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง 22

2.5.2 การติดตั้ง Host Link Unit 22

2.5.3 การส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมพีแอลซี 23

2.5.3.1 รูปแบบของบล็อก 23

บทที่ 3 การออกแบบ และการทำงาน 24

3.1 ผังการทำงานของ Ethernet-Base PLC 24

3.1.1 คอมพิวเตอร์ 24

3.1.2 Hub 25

3.1.3 Ethernet IO Board 25

3.2 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้โฟลวชาร์ต 27

3.2.1 โปรแกรมทดสอบ Command PLC 27

3.2.2 โปรแกรมควบคุมไฟจราจร 28

บทที่ 4 การทดลอง และ ผลการทดลอง 29

4.1 การตั้งค่าก่อนการทดลอง 29

4.2 การทดลองโปรแกรมทดสอบ Command PLC 32

4.2.1 การทดลองเปลี่ยน Mode 33

4.2.2 การทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01) 34

4.2.3 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00) 35

4.2.4 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30) 36

4.3 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.1 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Auto 38
4.3.2 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Manual 39
4.3.3 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Blink 40

บทที่ 5 สรุปหลักการทำงานและการวิจารณ์ 41
5.1 สรุปหลักการทำงาน Ethernet-Base PLC 41
5.2 วิจารณ์ 41

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แบบอ้างอิงโอเอสไอ	2
2.2 สถาปัตยกรรมทีซีพี/ไอพี	4
2.3 การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเลเยอร์	5
2.4 รูปแบบดาต้าแกรมเออาร์พี	6
2.5 แสดงไอซีเอ็มพีชนิดต่าง ๆ ถูกเอ็นแคปซูเลทในไอพี	7
2.6 แสดงโครงสร้าง Local Area Network ของระบบ	8
2.7 แสดงเพียร์ทูเพียร์เน็ตเวิร์ก	10
2.8 แสดงไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์	11
2.9 Bus Network	12
2.10 Ring Network	13
2.11 Star Network	13
2.12 แผนการทำงานเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส	14
2.13 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	15
2.14 คอนเน็กเตอร์อนุกรม	17
2.15 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่าง ๆ	19
2.16 แบบของบล็อกคำสั่ง	23
3.1 ผังการทำงานของ Ethernet-Base PLC	24
3.2 Ethernet IO Board	25
3.3 Block Diagram ของ Ethernet IO Board	25
3.4 โฟลวชาร์ตโปรแกรมทดสอบ Command PLC	27
3.5 โฟลวชาร์ตโปรแกรมควบคุมไฟจราจร	28
4.1 Local Area Connection Properties	30
4.2 Internet Protocol (TCP/IP)	30
4.3 Local Area Connection (General)	31
4.4 Local Area Connection (Support)	31
4.5 Configuration ของ Ethernet IO Board	32
4.6 การทดลองเปลี่ยน Mode	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.7 ผลการทดลองเปลี่ยน Mode 33

4.8 การทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01) 34

4.9 ผลการทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01) 34

4.10 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00) 35

4.11 ผลการทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00) 35

4.12 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30) 36

4.13 ผลการทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30) 36

4.14 Model ไฟจราจร และการเชื่อมต่อ 37

4.15 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Auto 38

4.16 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Manual 39

4.17 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Blink 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่าง ๆ และหน้าที่การทำงาน 18

4.1 Parameters ต่าง ๆ ของ PLC.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

ปัจจุบัน PLC (Programable Logic Controller:PLC) เข้ามามีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรม ในการควบคุมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ซึ่งการใช้งานมีการควบคุมจากบุคลากรหรือพนักงาน เมื่อคิดในระยะยาวค่าใช้จ่ายที่ใช้ค่อนข้างมาก และถ้า PLC มีจำนวนหลายเครื่องและระยะทางเครื่องห่างกัน จะต้องเสียเวลาที่ใช้ในการที่จะต้องเดินไปโปรแกรม

ด้วยเหตุนี้ในปริญญานิพนธ์ จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุม PLC ผ่านเครือข่าย Ethernet ซึ่งสามารถส่งข้อมูลในระยะไกลภายในองค์กรบริษัท โดยมีการควบคุมจากคอมพิวเตอร์โดยมี IP Address เป็นตัวกำหนดในการสื่อสารข้อมูล ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการเขียน คือ Visual C++ เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย โดยผ่านระบบอุปกรณ์บน LAN

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษามาตรฐานการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Ethernet
2. เพื่อศึกษามาตรฐานการติดต่อสื่อสารข้อมูลอนุกรม
3. เพื่อศึกษารูปแบบคำสั่งของ PLC
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุม PLC
5. สามารถควบคุม PLC ผ่านทางเครือข่ายบน LAN

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึง การควบคุม PLC จากรูปแบบคำสั่งต่าง ๆ ของ PLC ผ่านเครือข่าย Ethernet โดยใช้การติดต่อจากคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์บน LAN ไปยังโมดูล และจากโมดูลไปยัง PLC ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เป็นมอนิเตอร์

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การทำโครงงานวิจัยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการศึกษาการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++ เพื่อติดต่อกับโมดูลบนระบบ LAN และศึกษาการเชื่อมต่อ PLC ผ่าน RS232 โดยส่ง Commands และรับค่า Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์

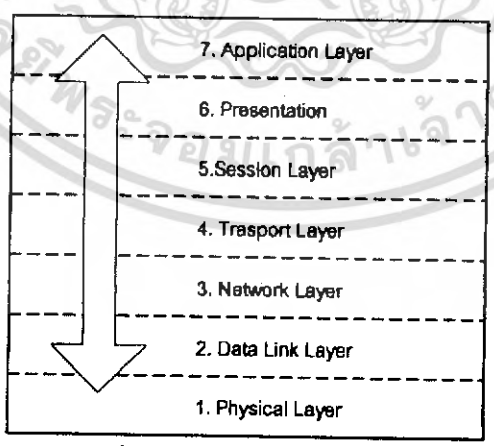
2.1 สถาปัตยกรรมเครือข่ายและระดับชั้นของโพรโตคอล

2.1.1 แบบอ้างอิงโอเอสไอ (OSI Reference Model)

ในการกล่าวถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จะต้องใช้คำที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับระบบสื่อสารข้อมูล การมีสิ่งไว้อ้างอิงจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำความเข้าใจความหมายของคำที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล โมเดลแบบสถาปัตยกรรม (Architectural model) ที่ถูกพัฒนาโดยองค์การมาตรฐาน (International Standard Orqanization : ISO) ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลาย ในการอธิบายถึงโครงสร้างและหน้าที่ของโพรโตคอลในการสื่อสารข้อมูล โมเดลดังกล่าวนี้มีชื่อว่าแบบอ้างอิงการเชื่อมต่อของระบบเปิด (Open System Interconnection: OSI Reference Model)

โมเดลนี้ประกอบไปด้วยเลเยอร์จำนวน 7 ชั้น ที่กำหนดหน้าที่ของโพรโตคอลการสื่อสารข้อมูล แต่ละเลเยอร์แสดงถึงหน้าที่เมื่อข้อมูลถูกส่งระหว่างแอพพลิเคชั่นที่ทำงานร่วมกันข้ามเครือข่ายดังรูปที่ 2.1 ที่แสดงถึงแต่ละเลเยอร์พร้อมทั้งคำอธิบายเกี่ยวกับหน้าที่ของมันสั้นๆ มักเรียกโครงสร้างนี้ว่า "สแต็ก" หรือ "โพรโตคอลสแต็ก"

หนึ่งเลเยอร์ไม่ได้กำหนดโพรโตคอลเดียว แต่กำหนดหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลที่สามารถทำได้โดยโพรโตคอลจำนวนเท่าไรก็ได้ ดังนั้นแต่ละเลเยอร์จึงมีได้หลายโพรโตคอลซึ่งให้บริการที่เหมาะสมกับหน้าที่ของเลเยอร์นั้น ตัวอย่างเช่น โพรโตคอลไฟล์ทรานสเฟอร์และโพรโตคอลอิเลคทรอนิคส์เมล์ซึ่งทั้งสองให้บริการแก่ผู้ใช้ จึงเป็นส่วนหนึ่งของเลเยอร์แอพพลิเคชั่น



รูปที่ 2.1 แบบอ้างอิงโอเอสไอ

ทุกโพรโตคอลติดต่อสื่อสารกับเพียร์ (Peer) ของมัน เพียร์คือ การนำโพรโตคอลเดียวกันในเลเยอร์ที่เทียบเท่ากันบนระบบไกล (Remote system) มาใช้งานจริง เช่น โพรโตคอลไฟล์-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานสเฟอร์คือ เพียร์ของโพรโตคอลไฟล์ทรานสเฟอร์ที่ใช้อยู่อีกระบบหนึ่ง โดยนามธรรมแล้วแต่ละโพรโตคอลจะเกี่ยวข้องกับการสื่อสารกับเพียร์ของมัน โดยที่ไม่ต้องสนใจเลเยอร์ที่อยู่เหนือหรือต่ำกว่ามัน แต่การส่งข้อมูลจริง ๆ จะเกี่ยวข้องกับทุกเลเยอร์ที่จะต้องส่งข้อมูลจากแอพพลิเคชั่นที่เราใช้ไปยังแอพพลิเคชั่นที่เทียบเท่ากันในระบบไกล เลเยอร์ที่สูงกว่าจะเกี่ยวข้องกับเลเยอร์ที่ต่ำกว่าในการส่งข้อมูลไปบนเครือข่ายที่มีอยู่ ข้อมูลถูกส่งมาจากสแต็กหนึ่งจากเลเยอร์หนึ่งไปสู่เลเยอร์ถัดไปจนกระทั่งข้อมูลถูกส่งไปบนเครือข่ายโดยโพรโตคอลในเลเยอร์ฟิสิคัล (Physical layer) ที่ปลายอีกข้างหนึ่งก็จะทำในลักษณะตรงกันข้ามคือ ข้อมูลจะถูกส่งไปไปบนสแต็กให้แก่แอพพลิเคชั่นที่ต้องการ แต่ละเลเยอร์ไม่จำเป็นต้องรู้ว่าเลเยอร์บนและล่างมันทำหน้าที่อะไร มันจำเป็นต้องรู้เฉพาะว่าทำอย่างไรจึงจะส่งข้อมูลไปให้ได้การแบ่งหน้าที่ของการสื่อสารข้อมูลออกเป็นหลาย ๆ เลเยอร์จะช่วยลดผลกระทบที่จะต้องเปลี่ยนแปลงทั้งชุดโพรโตคอล เมื่อเทคโนโลยีเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น เราสามารถเพิ่มแอพพลิเคชั่นเข้าไปใหม่ โดยไม่ต้องเปลี่ยนเครือข่ายในระดับฟิสิคัล หรือ ฮาร์ดแวร์ใหม่ สามารถติดตั้งได้โดยไม่ต้องเขียนซอฟแวร์ใหม่ แบบอ้างอิงโอเอสไอ ประกอบด้วยเลเยอร์ต่าง ๆ 7 ชั้น ดังต่อไปนี้

- Application Layer เป็นเลเยอร์ที่ติดต่อกับผู้ใช้ ประกอบด้วยแอพพลิเคชั่นโปรแกรมที่ใช้เครือข่าย

- Presentation Layer การที่แอพพลิเคชั่นจะทำงานร่วมกันได้ จะต้องทำการตกลงว่าจะแทนข้อมูลกันอย่างไร เลเยอร์นี้จะกำหนดมาตรฐาน การแทนข้อมูล

- Session Layer จัดการการติดต่อระหว่างแอพพลิเคชั่นที่ทำงานร่วมกัน

- Transport Layer รับประกันว่าผู้รับจะต้องได้รับข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วน

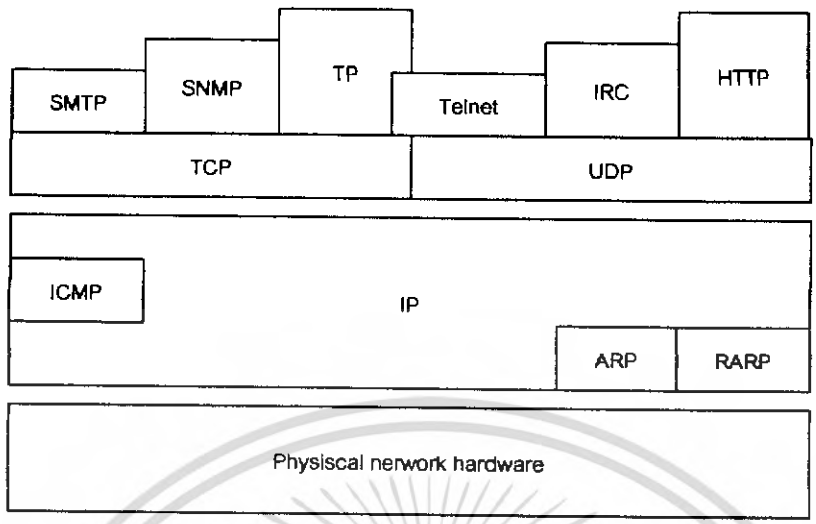
- Network Layer จัดการการติดต่อข้ามเครือข่ายและแยกโพรโตคอลในเลเยอร์ที่ สูงกว่าออกจากรายละเอียดของเครือข่าย

- Data Link Layer ดูแลความน่าเชื่อถือ ของการส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายฟิสิคัล

- Physical Layer กำหนดคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการพาสัญญาการสื่อสารข้อมูล เช่น ระดับโวลเตจ จำนวนและตำแหน่งของขา ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสตัวอย่างมาตรฐานในเลเยอร์นี้ คือ คอนเน็คเตอร์ในการอินเตอร์เฟส เช่น RS232C และ V3.5 และมาตรฐานในการเชื่อมสายของเครือข่าย เช่น ไอทริปเปิ้ลอี 802.3 (IEEE 802.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

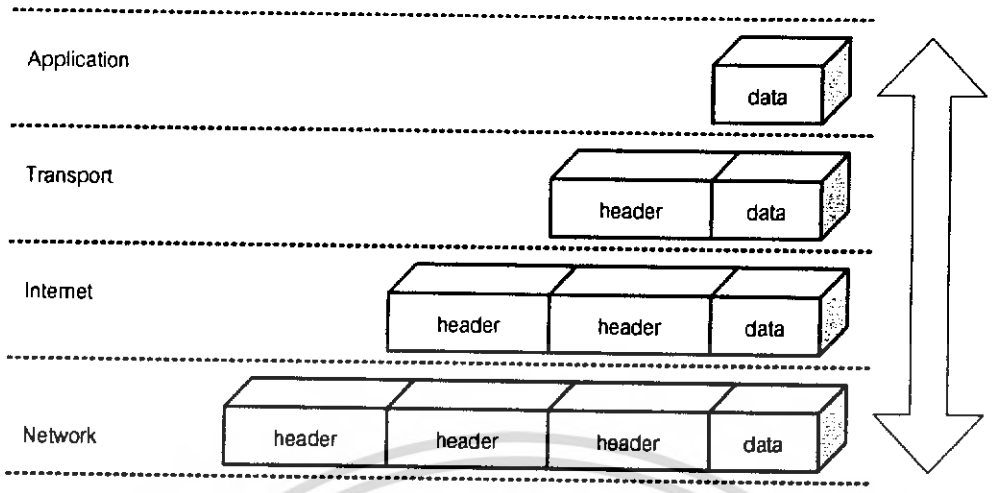
2.1.2 ชุดโพรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP Protocol suite)



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมทีซีพี/ไอพี

ประกอบด้วยเลเยอร์หลายชั้นเช่นเดียวกับแบบอ้างอิงโอเอสไอ ดังรูปที่ 2.2 ถ้าพิจารณาจากหน้าที่ของแต่ละเลเยอร์แล้ว 4 เลเยอร์ล่างของทีซีพี/ ไอพี สามารถนำมาเปรียบเทียบกับ 4 เลเยอร์ล่างของแบบอ้างอิงโอเอสไอได้ โดยเลเยอร์ 1 และ 2 เป็นเลยอร์ที่ใช้ร่วมกันได้ (Compatible) เพราะโอเอสไอ กำหนดระบบตัวกลางหลายระบบในเลเยอร์ดังกล่าว และทีซีพี/ไอพี ก็ถูกออกแบบให้ใช้ตัวกลางใดก็ได้ (Medium independent) เมื่อพิจารณาเลเยอร์ 3และ 4 คืออินเทอร์เน็ตและทรานสปอร์ตของทีซีพี/ไอพี และเน็ตเวิร์คและทรานสปอร์ตของของโอเอสไอจะเห็นได้ว่าโอเอสไอมีทางเลือกมากมายที่สามารถใช้ในเลเยอร์ทั้งสองนี้ได้ และบางตัวก็ทำหน้าที่ในลักษณะคล้ายคลึงกับทีซีพี/ไอพี ข้อแตกต่างสำคัญระหว่างทีซีพี/ไอพี กับโอเอสไอ คือ เลเยอร์แอพพลิเคชั่นของทีซีพี/ไอพีซึ่งในโอเอสไอแล้ว จะเท่ากับ 3 เลเยอร์บน ถึงแม้จะมีความแตกต่างกันในการแบ่งเป็นเลเยอร์อยู่บ้าง แต่ลักษณะในการส่งข้อมูลของทีซีพี/ไอพี จะเหมือนกับโอเอสไอ คือข้อมูลจะถูกส่งลงมาจากสแต็กหรือส่งขึ้นไปบนสแต็ก ขณะที่ข้อมูลถูกส่งลงมาแต่ละเลเยอร์ในสแต็กก็จะเพิ่มข้อมูลควบคุม (Control information) เข้าไปเพื่อจะแน่ใจได้ว่าการส่งเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม ข้อมูลควบคุมนี้เรียกว่า "เฮดเดอร์ (Heacer) " เพราะมันถูกใส่ไว้หน้าข้อมูลที่ถูกส่งแต่ละเลเยอร์ปฏิบัติกับข้อมูลทั้งหมดที่มันได้รับมาจากเลเยอร์ที่สูงกว่าเหมือนกับเป็นข้อมูลจริง และเพิ่มเฮดเดอร์ของมันเองไว้ข้างหน้าข้อมูลทั้งหมดนั้น การทำดังกล่าวนี้เรียกว่า "เอ็นแคปซเลชั่น (Encapsulation)" ดังรูปที่ 2.3 เมื่อผู้รับได้รับข้อมูลก็จะทำตรงกับที่กล่าวมา คือ แต่ละเลเยอร์จะนำเฮดเดอร์ออกมาก่อนที่จะข้อมูลขึ้นไปยังเลเยอร์ที่สูงกว่า ข้อมูลก็จะไหลลงสแต็ก ข้อมูลที่ได้รับก็จะถูกแปลความหมายทั้งเฮดเดอร์และข้อมูลเลเยอร์ต่าง ๆ และโพรโตคอลที่เกี่ยวข้องในโพรโตคอลชุดทีซีพี/ไอพี มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



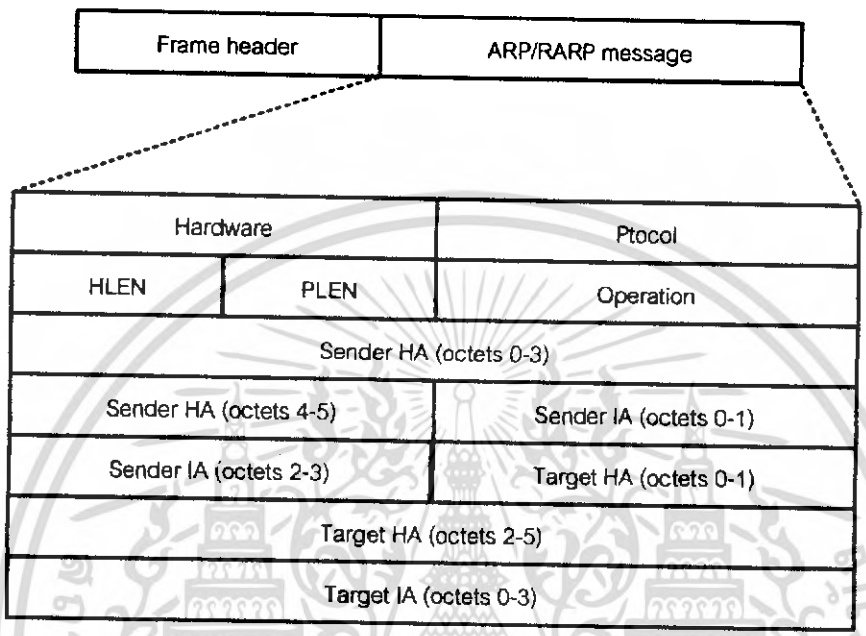
รูปที่ 2.3 การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเลเยอร์

2.1.3 โพรโตคอลเออาร์พี (ARP : Address Resolution Protocol)

การ์ดแลนส่งและรับเฟรมโดยใช้แมคแอดเดรส (MAC address) แต่ทีซีพี/ไอพี ใช้ไอพีแอดเดรสที่กำหนดโดยผู้ดูแลระบบเครือข่าย ณ เวลาติดตั้ง ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับแมคแอดเดรส การสื่อสารแบบปลายถึงปลาย (end-to-end) ใช้ไอพีแอดเดรสแต่แบบฮ็อพถึงฮ็อพ (hop-to-hop) ใช้แมคแอดเดรสดังนั้นเลเยอร์แมค (MAC) จึงต้องการแมคแอดเดรสของฮ็อพถัดไประหว่างไอพีแอดเดรสต้นทาง และปลายทาง เราสามารถรู้แมคแอดเดรสของไอพีแอดเดรสที่กำหนดโดยใช้โพรโตคอลเออาร์พี แต่จะใช้ได้เฉพาะบนตัวกลางที่สนับสนุนการปรอดคาสท์เท่านั้น และแต่ละโหนดจะมีแคช (cache) ที่เรียกว่าแคชเออาร์พี ซึ่งเก็บไอพีแอดเดรส และแมคแอดเดรสที่สัมพันธ์กัน เมื่อไอพีจะส่งดาต้าแกรมไปยังไอพีแอดเดรสอื่น มันก็จะไปหาแมคแอดเดรสของไอพีแอดเดรสที่เลเยอร์ดาต้าลิงค์จำเป็นต้องใช้ในการส่งจากแคชเออาร์พีก่อน ถ้าไม่พบมันจะพยายามหาแมค-แอดเดรสจากไอพีแอดเดรสโดยใช้โพรโตคอลเออาร์พี ซึ่งการทำดังกล่าวนี้โพรโตคอลเออาร์พีจะส่งดาต้าแกรมร้องขอ (ARP request datagram) ไปยังทุกการ์ดแลน โดยใช้แมคแอดเดรสสำหรับการบรอดคาสท์ (0xFFFF_FFFF_FFFF) พร้อมทั้งไอพีแอดเดรสของแมคแอดเดรสที่ต้องการ การ์ดในเครือข่ายจะอ่านคำขอนี้ และทุกการ์ดที่รู้คำตอบจะตอบกลับ (ARP response) ซึ่งเมื่อได้รับคำตอบคำตอบนี้ก็จะถูกเก็บไว้ในแคชเพื่อใช้ต่อไปในอนาคต แต่ถ้าไม่ได้รับคำตอบภายในเวลาไม่กี่วินาทีเออาร์พีรีเควสก็จะถูกส่งซ้ำ เพราะเออาร์พีอาจถูกละทิ้งได้เนื่องจากความผิดพลาดในการส่งหรือความคับคั่งของบริดจ์ (bridge) เพื่อลดความจำเป็นในการบรอดคาสท์เออาร์พี โหนดที่ตอบกลับจะคัดลอกไอพีแอดเดรสและแมคแอดเดรสของผู้ร้องขอเก็บไว้ในแคชเออาร์พี โหนดที่ตอบกลับจะคัดลอกไอพีแอดเดรส ซึ่งทำให้ป้องกันการเกิดข้อมูลจำนวนมาก (flooding) วิ่งไปทั่วทั้งระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของดาต้าแกรมเออาร์พีแสดงดังรูปที่ 3-8 สามารถใช้กับเครือข่ายแบบใดก็ได้ ไม่เฉพาะทีซีพี/ไอพีเท่านั้น แต่ต้องมีตัวกลางที่สามารถส่งเฟรมบรอดคาสท์ได้ เออาร์พีทำงานโดยตรงบนเลเยอร์ดาต้าลิงค์ ดังนั้นจึงถูกเอ็นแคปซูเลชั่น โดยเฟรมดาต้าลิงค์เท่านั้น ทำให้มันต้องการฟิลด์ Ethernet type ของมันเอง คือ 0x0806



รูปที่ 2.4 รูปแบบดาต้าแกรมเออาร์พี

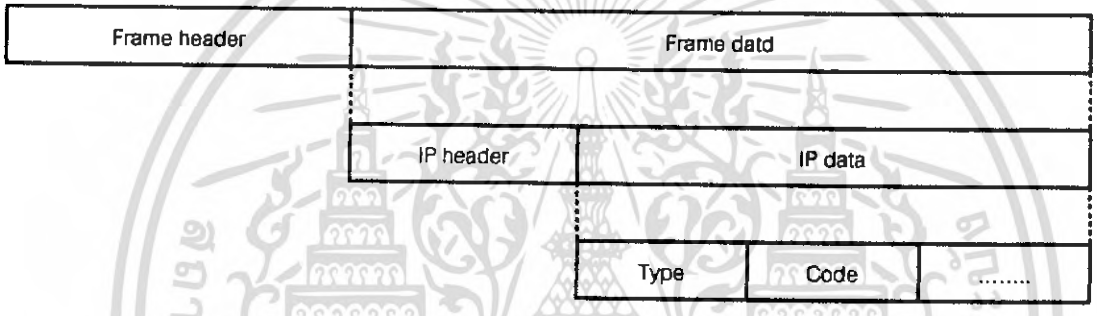
2.1.4 โพรโตคอลอาร์เออาร์พี (RARP : Reverse Address Resolution Protocol)

ใช้สำหรับอุปกรณ์ที่ไม่สามารถเก็บไอพีแอดเดรสของตัวเองได้ เช่น เวิร์คสเตชั่นที่ไม่มีฮาร์ดดิสค์อาร์เออาร์พีทำงานในลักษณะตรงกันข้ามกับเออาร์พี คือ หาไอพีแอดเดรสจากแมค-แอดเดรสที่กำหนด อาร์เออาร์พีทำงานโดยตรงกับเลเยอร์ดาต้าลิงค์โดยมีหมายเลขชนิดอีเธอร์เน็ตเท่ากับ 0x0835 โหนดที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์อาร์เออาร์พี (RARP server) ที่พบแมคแอดเดรสที่กำหนดจะตอบกลับโดยอาร์เออาร์พีเรสปอนด์ พร้อมทั้งไอพีแอดเดรสที่ต้องการ รูปแบบของดาต้าแกรมจะเหมือนเออารีพีแต่ฟิลด์โอเปอร์เรชั่นจะใช้ค่าเป็น 3 สำหรับบรีเควส และ 4 สำหรับเรสปอนด์ ถึงแม้ว่าอาร์เออาร์พีจะทำงานได้ดี แต่ก็มีข้อจำกัดมาก ในทางปฏิบัติจึงถูกแทนที่โดยโพรโตคอลบูท (Boot Protocol : BOOTP) ซึ่งสามารถทำงานผ่านเราท์เตอร์และหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้มากกว่าอาร์เออาร์พี เมื่อเวิร์คสเตชั่นที่ไม่มีฮาร์ดดิสค์ทำการบูท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 โพรโตคอลไอซีเอ็มพี (ICMP: Internet Control Message Protocol)

ถึงแม้ว่าไอพีจะไม่รับรองในการส่งข้อมูล แต่ไอซีเอ็มพีซึ่งได้ในไอพีสามารถสร้างแมสเสจ (Message) เกี่ยวกับความผิดพลาดเพื่อช่วยเลเยอร์ไอพีในการให้บริการส่งข้อมูลให้ดีที่สุด และยังช่วยผู้ดูแลระบบในการวิเคราะห์หาสาเหตุเกี่ยวกับการทำงานของเครือข่าย ไอซีเอ็มพีใช้ดาต้าแกรม-ไอพีในการส่งแมสเสจระหว่างโหนด แมสเสจแสดงข้อผิดพลาดของไอซีเอ็มพีจะถูกสร้างโดยโหนดที่พบว่ามีปัญหาในการส่งเกิดขึ้น และจะส่งแมสเสจนี้กลับไปต้นทางของดาต้าแกรมที่ทำให้เกิดปัญหา รูปที่ 2.5 แสดงถึงแมสเสจไอซีแอ็พีที่ถูกเอ็นแคปซูเลทในดาต้าแกรมไอพีและแมสเสจแบบต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ ไอซีเอ็มพีมีหมายเลขโพรโตคอล (Protocol number) ของตัวเอง ซึ่งเท่ากับ 1 ทำให้ไอพีรู้ว่าได้รับไอซีเอ็มพี ถึงแม้ว่าไอซีเอ็มพีจะใช้เลเยอร์ไอพี แต่มันถูกมองว่าอยู่ภายในไอพีทั้งหมด เพราะไม่ได้ให้บริการแก่เลเยอร์ที่อยู่เหนือมัน



รูปที่ 2.5 แสดงไอซีเอ็มพีชนิดต่าง ๆ ถูกเอ็นแคปซูเลทในไอพี

2.2 Ethernet และ IEEE Encapsulation

อีเธอร์เน็ตโดยทั่วไปหมายถึงมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลที่เผยแพร่ในปี 1982 โดยบริษัท Digital Epuipment , Inter และ Xerox เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลบน LAN โดยใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ซึ่งทำให้อุปกรณ์บน LAN สามารถใช้สายรับ-ส่งสัญญาณร่วมกัน และรับส่งข้อมูลพร้อมกันได้ด้วยความเร็ว 10 Mbits/Sec โดยมีแอดเดรสในการระบุต้นทาง-ปลายทางในการรับส่งขนาด 48 บิต หลังจากนั้นไม่นานสถาบัน IEEE ได้เผยแพร่มาตรฐานของเน็ตเวิร์กที่มีการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธี CSMA/CD และมีคุณสมบัติเหมือนกับ Ethernet ขึ้นมา คือ

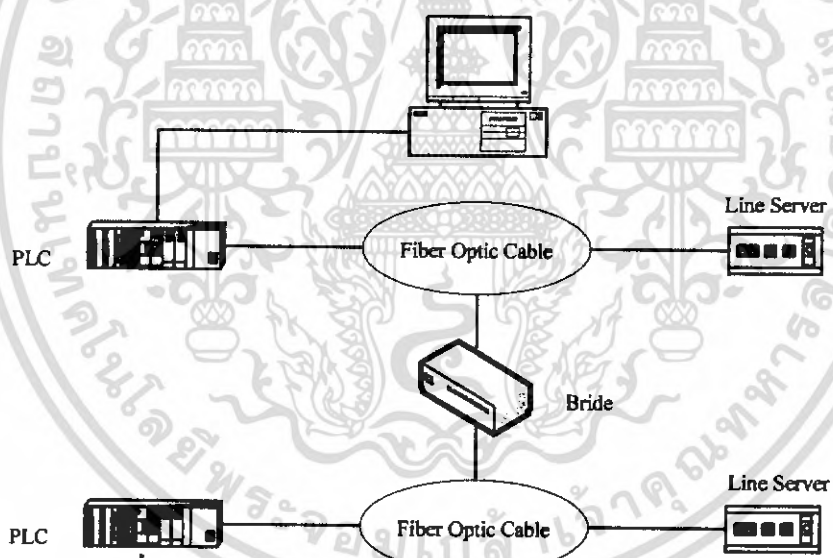
IEEE 802.3	เป็นมาตรฐานของการรับส่งข้อมูลสำหรับเครือข่าย Ethernet ด้วยวิธี CSMA/CD
IEEE 802.4	สำหรับเครือข่ายแบบ Token Bus
IEEE 802.5	สำหรับเครือข่าย Token Ring
IEEE 802.2	มาตรฐานร่วมของ 802.3,4 และ 5 สำหรับการสื่อสารระหว่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการรวมกันของมาตรฐาน IEEE 802.3 และ 802.2 ทำให้โครงสร้างของ Ethernet Frame ต่างจากของ True Ethernet แบบเดิมค่อนข้างมาก แต่เพื่อให้ TCP/IP ยังคงสามารถใช้งานได้ทั้งบน True Ethernet และ IEEE 802 จึงมีการปรับมาตรฐานบางส่วนในการนำ TCP/IP ไปใช้งานกับทั้ง 2 มาตรฐานได้ โดยข้อบังคับในการเชื่อมต่อ TCP/IP โฮสต์กับอีเธอร์เน็ตเคเบิลและใช้งานได้ทั้งสองมาตรฐานคือ

1. จะต้องสามารถส่ง-รับแพ็กเก็ตตาม RFC 894 (Ethernet) Encapsulation ได้
2. ควรจะสามารถส่ง-รับแพ็กเก็ต RFC 1042 (IEEE 802) ในเน็ตเวิร์กเดียวกัน และผสมกันกับ RFC 894 ได้
3. อาจจะสามารถส่ง-รับข้อมูลได้ด้วย RFC 1042 หากว่าโฮสต์สามารถส่งรับข้อมูลได้ทั้ง 2 แบบคือ RFC 894 และ 1042 ค่า option ที่ควรเป็น default คือ RFC 894

2.3 ระบบเน็ตเวิร์ก



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้าง Local Area Network ของระบบ

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของ Local Area Network (LAN)

โลคัลเอเรียเนตเวิร์ค หรือ LAN มีความหมายตามคำนิยามของ IEEE หรือ ISO คือ โครงข่ายที่เป็นไปได้ สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วขนาดกลางไปจนกระท่งความเร็วสูงที่ถูกจำกัดขอบเขตอยู่ภายในสำนักงานหรืออาคารหนึ่ง ๆ

สำหรับโครงสร้างของ LAN นั้นจะเป็นโครงข่ายที่เชื่อมต่อโฮสคอมพิวเตอร์เวิร์ค-โปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือโทรสาร ที่กระจายภายในอาคารหรืออาเขตเดียวกัน ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงาน หรือโรงงานด้วยความเร็วในการส่งประมาณ 1Mbps – 100Mbps โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการรีสอร์ต (Resource) เช่นข่าวสารหรืออุปกรณ์ร่วมกัน

LAN จะมีพื้นที่เป้าหมายของโครงข่ายค่อนข้างแคบ นอกจากนี้รูปแบบการติดตั้งโดยทั่วไปจะคล้ายคลึงกันและมีความเสถียรภาพ LAN มีบทบาทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานในสำนักงานของแต่ละองค์กรเพิ่มความก้าวหน้าของการผลิตและลดค่าใช้จ่ายโดยมีการทำงานในลักษณะของโรงงานอัตโนมัติ

ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า LAN นั้นมีบาทบาทสำหรับการสื่อสารข่าวสารที่ก้าวหน้าและเป็นอิสระด้วยการเชื่อมต่อเทอร์มินัลของแต่ละแผนกภายในองค์กรสำหรับผลลัพธ์ของการนำเอา LAN มาใช้นั้นคือ

1. การใช้แหล่งข่าวสารร่วม เทอมินัลใด ๆ ที่ต่อเข้ากับโครงข่ายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างอิสระ เมื่อเป็นเช่นนี้ข่าวสารร่วมทั้งหมดที่ถูกเก็บรักษาไว้ที่อุปกรณ์ไฟล์ร่วมสามารถถูกเรียกออกนำมาใช้ร่วมกันด้วยฟังก์ชั่นสื่อสารความเร็วสูงของ LAN ซึ่งจะทำให้การใช้ข่าวสารร่วมกันได้ทั้งองค์กร

2. ความรวดเร็วในการส่งข่าวสาร การส่งเอกสารโดยใช้คนนำส่งแต่ละแผนกนั้นสามารถเปลี่ยนเป็นการส่งจากเทอร์มินัลของแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่ง หรือการส่งข่าวสารเดียวกันโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์เมล์และสามารถกระทำได้ด้วยความรวดเร็ว

3. ความประหยัดเนื่องจากการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน อุปกรณ์ราคาแพงบางชนิดไม่จำเป็นต้องใช้ในลักษณะส่วนตัว เช่น เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ดังนั้นหากนำเอาฟังก์ชั่นการสื่อสารความเร็วสูงของ LAN มาใช้งานแล้วเทอร์มินัลทั้งหมดสามารถใช้อุปกรณ์ราคาแพงร่วมกันได้ จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

2.3.2 โครงสร้างของ LAN ประกอบด้วย

1. เทอร์มินัล (สถานี) อุปกรณ์ที่ถูกต่อเชื่อมเข้ากับ LAN นั้นได้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์ เวอร์คสเตชั่น โฮสคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกเรียกว่าเป็นเทอร์มินัลของ LAN และโดยทั่วไปอาจจะเรียกว่า สถานี หรือเซอร์เวอร์ ก็ได้

2. คอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสาร เช่น ควบคุมความผิดพลาด ควบคุมแอดเดรสเพื่อที่จะทำให้การส่งข่าวสารระหว่างสถานีสามารถกระทำได้อย่างถูกต้อง

3. ทรานซีพเวอร์ อุปกรณ์ที่รับข่าวสารจากคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนเป็นสัญญาณแสงหรือสัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะสมกบเส้นทางแล้วทำการส่งออกไป หรือรับเราสัญญาณจากเส้นทางส่งมาแปลงเป็นสัญญาณข่าวสารแล้วส่งต่อออกไปยังคอนโทรลเลอร์

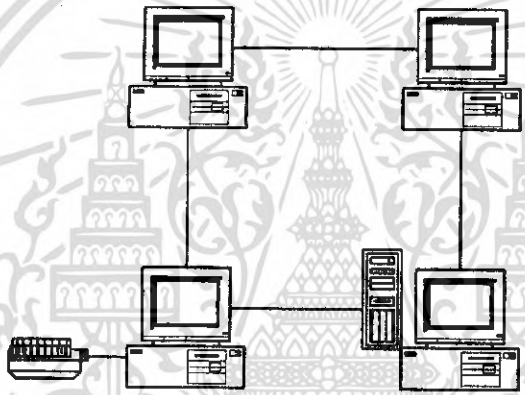
4. เส้นทางส่งตัวกลางที่เชื่อมต่อโหนดเข้ากับระบบโครงข่าย เพื่อให้การรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีใด ๆ สามารถกระทำได้ ตัวกลางที่ใช้ใน LAN นั้นได้แก่ ทวิสแพร์เคเบิล โคแอค-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อต่อเข้าหากัน

ตามหน้าที่

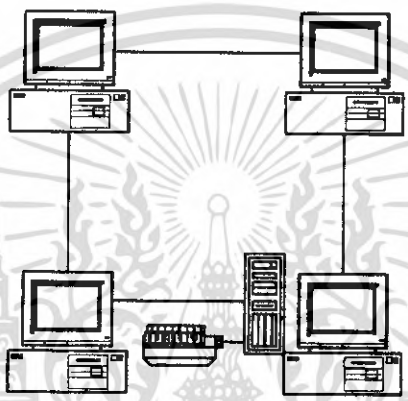
1. เพียร์ทูเพียร์เน็ทเวิร์ก (Peer to Peer Network) เป็นลักษณะของกลุ่ม PC ที่ทุกเครื่องมีสิทธิเท่าเทียมกันหมด (Peer) ไม่มีเครื่องไหนทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของเน็ตเวิร์กทุกเครื่องเป็นทั้งผู้ใช้และผู้ถูกใช้ สามารถเป็นได้ทั้ง Client และ Server ไม่มีเครื่องไหนมีหน้าที่ดูแลจัดการระบบทั้งหมดแต่ละเครื่องจะเป็นผู้ดูแลข้อมูลและทรัพยากรของตัวเอง



รูปที่ 2.7 แสดงเพียร์ทูเพียร์เน็ตเวิร์ก

2. ไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์ ในกรณีที่องค์กรของเรามีผู้ใช้มากกว่า 15-20 เครื่อง ระบบเน็ตเวิร์กแบบเพียร์ทูเพียร์ดูจะไม่เหมาะสมเสียแล้ว ระบบไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์จะเป็นระบบที่เหมาะสมกว่า เพราะมีความสามารถในการดูแลควบคุมการใช้งานของระบบเน็ตเวิร์กที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากได้ดีกว่า ระบบเน็ตเวิร์กแบบนี้จะเป็นระบบที่มีศูนย์กลางคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่

ดูแลระบบ อำนวยความสะดวก จัดเก็บข้อมูลรักษาความปลอดภัยให้กับคอมพิวเตอร์ทั้งระบบ มีหน้าที่คล้าย ๆ กับหัวหน้ากลุ่ม เราจะเรียกคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่นี้ว่า เซิร์ฟเวอร์ (Server) ส่วนเครื่องที่เหลือในระบบที่ไม่ได้ทำหน้าที่นี้จะเรียกกว่า ไคลเอ็นต์ (Client) หรือ เวิร์กสเตชั่น (Workstation) เป็นกลุ่มคอมพิวเตอร์ในระบบที่ทำหน้าที่รับการบริการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานทุกอย่างของเน็ตเวิร์ก เช่น ข้อมูล เครื่องพิมพ์จะถูกดูแลและแชร์โดยเครื่องเซิร์ฟเวอร์อุปกรณ์และทรัพยากรทุกอย่างจะเชื่อมต่อกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เครื่องไคลเอ็นต์ทุกเครื่องจะใช้งานทรัพยากรต่างๆ โดยผ่านทางเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 2.8 แสดงไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์

2.3.4 โครงสร้างของระบบเน็ตเวิร์ก (Network Topology)

หมายถึง รูปแบบในการจัดวางตำแหน่งของคอมพิวเตอร์ สายเคเบิ้ล และอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อที่จะให้ขอ้มูลได้ทำงานตามทิศทางที่เราได้กำหนดไว้ โครงสร้างเน็ตเวิร์กที่ต่างกันมีความต้องการด้านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ที่แตกต่างกันไปด้วย โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ

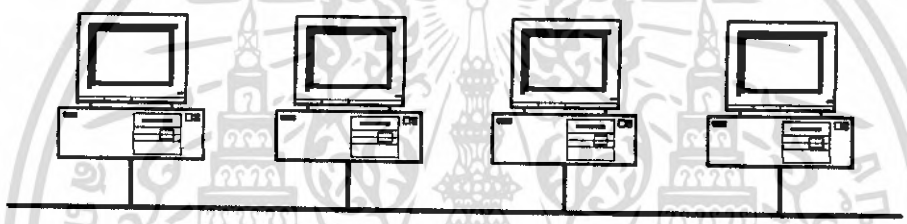
1. แบบ Bus
2. แบบ Star
3. แบบ Ring

แบบ Bus

เป็นเน็ตเวิร์กที่ง่ายที่สุดและเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง โดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องด้วยการใช้สายเคเบิ้ลเป็นสายหลัก เชื่อต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องโดยมีเน็ตเวิร์กการ์ดเป็นตัวเชื่อมระหว่างสายเคเบิ้ลกับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจะถูกส่งออกไปตามสายไปยังคอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่อง ไม่สนใจว่าเครื่องไหนเป็นเครื่องรับ คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะตรวจสอบเองว่าข้อมูลที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกส่งออกมานั้นเป็นของตนหรือไม่ ถ้าไม่ จะปล่อยข้อมูลผ่านไป แต่ถ้าใช่ก้อรับข้อมูลนำไปใช้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ ในระบบนี้คอมพิวเตอร์ไม่สามารถส่งข้อมูลได้พร้อม ๆ กันหลายเครื่องในเวลาเดียวกัน เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของเน็ตเวิร์กจะน้อยลงเมื่อมีคอมพิวเตอร์มากขึ้น สายเคเบิ้ลที่เป็นสายหลักที่คอมพิวเตอร์ใช้รับและส่งข้อมูลเรียกว่า Backbone สายที่ใช้ส่วนมากจะใช้สายโคแอ็กเชียล (Coaxial) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Thicknet และ Thinet มีลักษณะคล้าย ๆ กับสายเคเบิ้ลทีวี (UBC) การใช้จะต้องมีอุปกรณ์ที่ปิดหัวและท้ายของสายเคเบิลด้วยเรียกว่า เทอร์มิเนเตอร์ (Therminater) คอยรับสัญญาณไม่ให้สะท้อนกลับไปซึ่งอาจจะเป็นการรบกวนสัญญาณได้ บัสเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดในการติดตั้งเน็ตเวิร์กไม่ต้องมีฮาร์ดแวร์มากมาย มีเพียงสายเคเบิลเน็ตเวิร์กกับเทอร์มิเนเตอร์เท่านั้นก็พอแล้ว มักใช้กับเน็ตเวิร์กขนาดเล็ก ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก

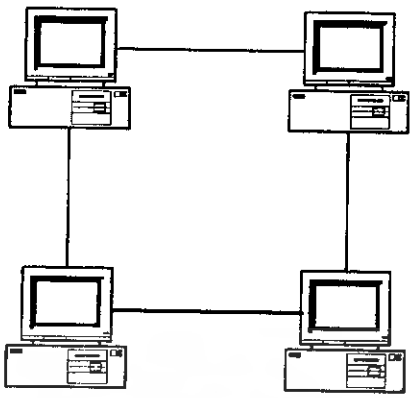


รูปที่ 2.9 Bus Network

แบบ Ring

เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ในลักษณะของรูปวงแหวนโดยใช้สายเคเบิล การต่อลักษณะนี้จะไม่มีจุดเริ่มต้นหรือจุดสุดท้าย การส่งข้อมูลจะวิ่งผ่านคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเป็นรูปวงแหวนในทิศทางเดียวกัน เมื่อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการส่งข้อมูล มันจะทำการใส่ข้อมูลตำแหน่งและที่อยู่ของเครื่องที่มันต้องการจะส่งข้อมูลไปให้ คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะรับสัญญาณมาเช็คว่าเป็นข้อมูลของตนหรือเปล่า ถ้าไม่ จะส่งให้เครื่องต่อ ๆ ไป สัญญาณจะวิ่งไปจนกระทั่งเจอคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นและรับข้อมูลนำไปใช้ เนื่องจากสัญญาณจะวิ่งไปเรื่อย ๆ เป็นวงกลม จึงไม่ต้องการอุปกรณ์ปิดหัวปิดท้าย มักจะใช้กับเน็ตเวิร์กที่มีคอมพิวเตอร์อยู่ไม่ไกลกันมากนัก ใช้โทเค็นเป็นสื่อในการนำสัญญาณ โทเค็นจะถูกวิ่งผ่านไปทุก ๆ เครื่องเรื่อย ๆ จนกว่าเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลจะดึงโทเค็นไปใช้และส่งสัญญาณออกมา เครื่องที่มีโทเค็นเท่านั้นที่จะสามารถส่งข้อมูลได้

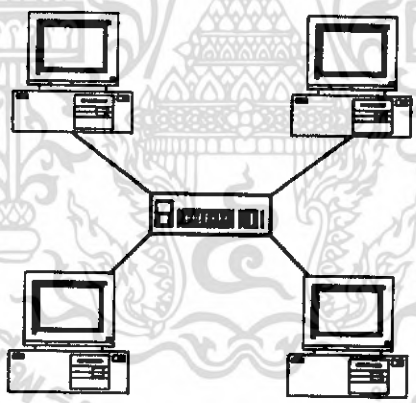
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 Ring Network

แบบ Star

เป็นลักษณะการเชื่อมต่อโดยเชื่อต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเข้าสู่อุปกรณ์ส่วนกลางที่เรียกว่า ฮับ (Hub) ข้อมูลหรือสัญญาณจะเดินทางจากเครื่องส่งไปสู่ผู้รับโดยผ่าน ฮับ



รูปที่ 2.11 Star Network

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพวงภายนอกหรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันมีกัน 2 รูปแบบ คือ รับส่งข้อมูลแบบขนานและรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การส่งข้อมูลแบบขนาน เป็นการรับและส่งข้อมูลคราวละ 4 ถึง 8 บิตในเวลาเดียวกัน ทำให้การรับส่งข้อมูลมีความเร็วสูง แต่จำนวนสายที่ใช้ในการถ่ายทอดข้อมูลมีมากเท่ากับจำนวนบิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

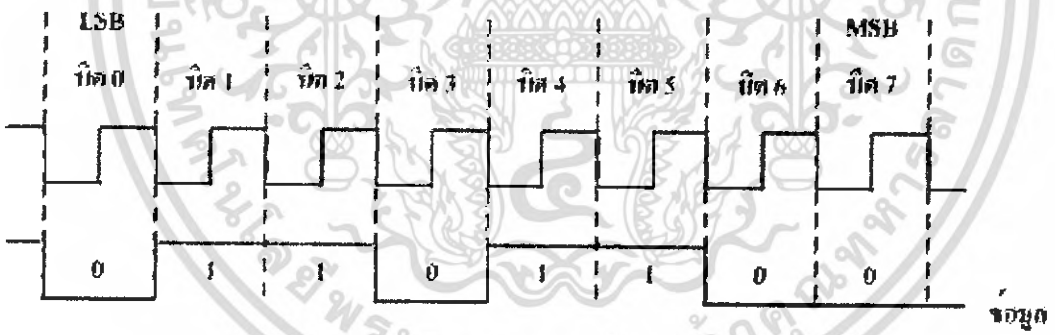
ข้อมูลที่ทำการถ่ายทอด นอกจากนั้นยังมีสายที่ใช้สำหรับควบคุม และตรวจสอบการรับส่งข้อมูลด้วยซึ่งอาจต้องใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูล

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม จะเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบการรับส่งที่เป็นมาตรฐาน ต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับและส่งข้อมูลของตัวส่งและตัวรับ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีข้อดีในเรื่องจำนวนสายสัญญาณที่น้อยมากและไม่แปรผันตามจำนวนบิตของข้อมูล ระยะทางในการรับส่งข้อมูลสูงกว่าแบบขนานมาก

การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

2.4.1 การสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูลและกราวด์ รูปที่ 2.12 แสดงให้เห็นถึงไดอะแกรมเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.12 แผนการทำงานเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส

2.4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส คือ การรับข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอดเรต (Baud Rate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที

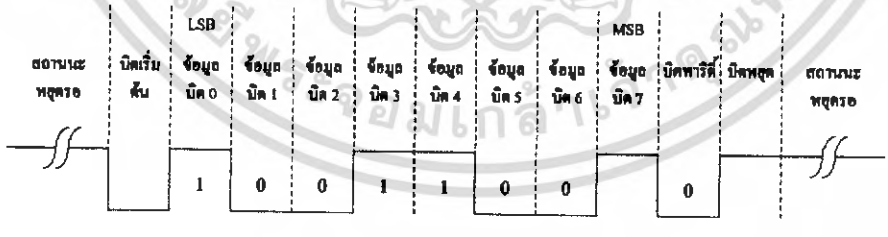
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วน ด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 5,6,7 หรือ 8บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) มีขนาด 1 บิต หรือไม่มีบิต
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (Stop Bit) มีขนาด 1,1.5 หรือ 2บิต

รูปที่ 2.13 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น (Start Bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งอาจมีจำนวน 5,6,7หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี้ (Parity Bit) ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่ส่งก็คือ บิตปิดท้าย หรือ บิตหยุด (Stop Bit) โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก "1" อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1,1.5 หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอดหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ19200 บิตต่อวินาที โดยมีค่ามากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบอดเรตคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่าข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็สามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที



รูปที่ 2.13 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดเป็นแบบคี่ (Odd), แบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์รวมพาริตี้ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ยกตัวอย่างข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 99H หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์มีจำนวนลอจิก "1" จำนวน 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าของพาริตี้บิตจะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้ากำหนดพาริตี้เป็นคี่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์ รวมทั้งบิตพาริตี้เป็นคี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ซึ่งทางภาครับจะต้องกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คู่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับสั่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผลสำหรับการตั้งพาริตี้บิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ไอซี UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ไอซี UART เบอร์ 8250 ไอซี UART เหล่านี้มีระดับแรงดันของลอจิกเป็นแบบทีทีแอล (+ 5V) แต่เพื่อให้แรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ที่ระยะไกลมากยิ่งขึ้น ระดับแรงดันทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้น โดยลอจิก "0" จะมีระดับแรงดัน –3V ถึง –12V และลอจิก "1" มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V

2.4.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้ส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลโดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตราฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ –3V จนถึง –12V แสดงว่ามีข้อมูล (mark) และ +3V จนถึง +12V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (space)

มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลกันระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น

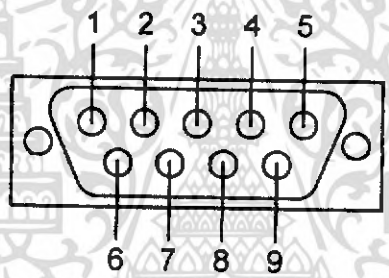
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTM ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

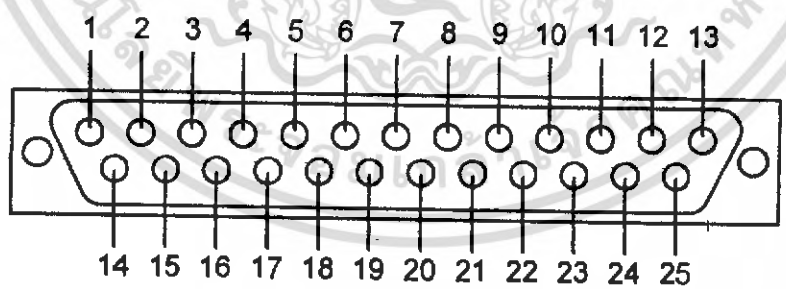
สำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 ถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อกับโมเด็ม, เมาส์ และเครื่องพิมพ์ที่สามารถติดต่อทางพอร์ตอนุกรมได้

2.4.4 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียว กับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยมีใช้งานมาในอดีตไม่ค่อยมีความสำคัญมากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่ 2.14



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)



(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

รูปที่ 2.14 คอนเน็กเตอร์อนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

61978

ตารางที่ 2.1 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่าง ๆ และหน้าที่การทำงาน

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	7	Single Groud : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

ขา Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก

ขา Recceive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับส่งสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

ขา Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์โดยการนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

ขา Data Terminal Ready : DTR เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์และถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ 3 สาย ต้องเชื่อมต่อขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกัน และจะต้องต่อเชื่อมเข้ากับขา DCD ด้วย ในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

ขา Signal Ground : GND เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

ขา Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก

ขา Request To Send : RTS เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ

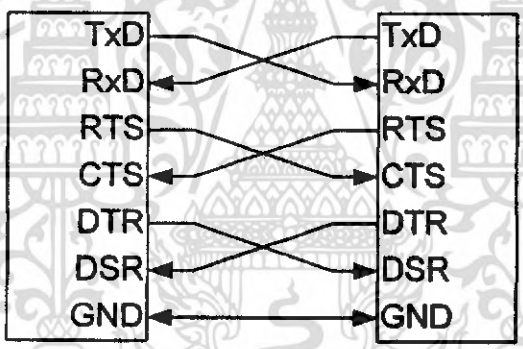
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS หรือ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

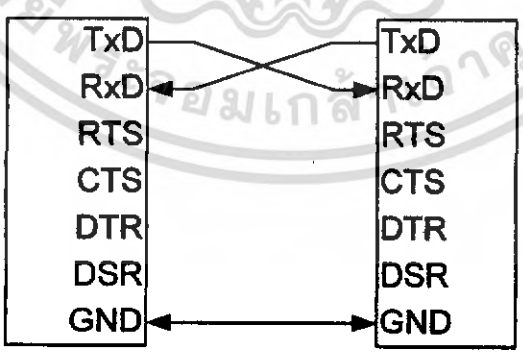
ขา Clear To Send : CTS เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ขานี้จะใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือยัง

ขา Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มแล้วยังมีความต้องการตรวจสอบสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์

สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.4 ลูกศรในรูป แสดงถึงทิศทางของข้อมูล การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.4 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ NULLMODEM หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม ส่วนการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.4 (ข) เป็นการเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์



(ก) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ Null Modem



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232
ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น

รูปที่ 2.15 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (UART)

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้ารับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากซีพียูในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วทำการส่งออกไปและแปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่ซีพียู ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังซีพียูแล้วยังแจ้งรายละเอียดอื่น ๆ ของข้อมูล ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลหรือบอดเรต, รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล เช่น ผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์ เป็นต้น

ภายใน UART จะมีวงจรสร้างบอดเรตโปรแกรมได้ (Programmable Baudrate Generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้จะมีขนาด 16 บิต ดังนั้นจะสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,35

มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์ คือ เบอร์ 8252 และ 16550 สำหรับ UART เบอร์ 8250 เป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันมายาวนาน UART เบอร์นี้มีบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลเป็นตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาที สำหรับ UART เบอร์ 16550 จะเพิ่มส่วนของชิฟท์รีจิสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์เข้าไปด้วย ทำให้สามาร สนับสนุนความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ระดับ 256 กิโลบิตต่อวินาทีได้

2.5 Programmable Logic Contron (PLC)

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

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟ ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้น ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือว่าเดิมการกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเครื่องจักร จึงกล่าวได้ว่า PLC สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด อีกทั้งมีประสิทธิภาพสูง น่าเชื่อถือกว่าระบบควบคุมแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบซีเควันซ์ (Sequence) หรือใช้การเดินสายไฟแบบเก่าแล้ว PLC มีข้อดีกว่าดังต่อไปนี้

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

2.5.1 ส่วนประกอบของ PLC

PLC มีส่วนประกอบหลักดังนี้

1. หน่วยความจำ (Memory Unit)
2. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)
3. ส่วนที่เป็นหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (Input / Output : I/O)
4. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

2.5.1.1 Memory Unit (หน่วยความจำ)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบ เพราะใช้เป็นโปรแกรมและข้อมูลขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งกำหนดความสามารถของระบบ ระบบที่มีหน่วยความจำมากจะให้ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM (Read Only Memory) สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

2.5.1.2 หน่วยความจำชนิดต่างๆ

- RAM (Randon Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อรักษาข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมากจึงคหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและโปรแกรมการลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือตากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญญาณหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

- EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของ RAM และ EEPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.5.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

เป็นส่วนมันสมองของระบบโดยภายในประกอบด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ Relay Counter Timer และ Sequencer เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก Relay Ladder Logic เข้าไปได้

หน่วยประมวลผลกลางจะรับข้อมูล (Read Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นปฏิบัติการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่เหมาะถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างแรงดันไฟฟ้าต่ำ ๆ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ และ I/O Modules ซึ่งแหล่งจ่ายไฟฟ้านี้จะเก็บไว้ที่ หน่วยประมวลผลกลาง หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้

การประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วย อินพุตเข้ามาทำการประมวลผล แล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปยังเอาท์พุต จากนั้นก็วกกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีก การทำในลักษณะนี้เรียกว่า Scan time

2.5.2 การติดตั้ง Host Link Unit

โดยมีสวิตช์ที่สำคัญอยู่ 2 สวิตช์คือ

สวิตช์ SW1 เป็นกลุ่มสวิตช์ที่ใช้ในการติดตั้งค่ายูนิตของตัว PLC และใช้สำหรับในการเลือก Mode การทำงานของ PLC นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวกำหนดรูปแบบในการติดต่อว่าเป็นแบบใด ตัวเลือกระหว่าง Monitor mode กับ Normal mode

สวิตช์ SW1 เป็นกลุ่มสวิตช์ที่ใช้กำหนดอัตราเร็วในการรับส่งระหว่าง Mode ต่าง ๆ ในระบบซึ่งอาจจะเป็นการติดต่อระหว่าง PLC กับ PLC หรือระหว่าง คอมพิวเตอร์กับ PLC ก็ได้และยังกำหนดว่าเป็นการติดต่อใน PLC หลายตัวหรือตัวเดียวนอกจากนี้ยังสามารถกำหนดระดับของความต้องการ (Command Level) ในการติดต่อกับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุม PLC

การส่งสัญญาณการควบคุมผ่านพอร์ทอนุกรม RS-232 จะอาศัยรูปแบบข้อตกลงในการสื่อสาร (Protocol) ของเครื่องควบคุม PLC โดยทั่วไปจะเป็นลักษณะการตอบกันระหว่างเครื่องควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายถามก่อนโดยสงบล็อกคำสั่ง (Command Block) ออกไป จากนั้นเครื่องควบคุมจะทำการตรวจสอบแล้วสงบล็อกตอบสนองกลับมา (Response Block) ตัวอย่าง การสื่อสารข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องควบคุม PLC

2.5.3.1 รูปแบบของบล็อก (BLOCK FORMAT)

ลักษณะของบล็อกของเครื่องควบคุม PLC แต่ละผู้ผลิตจะแตกต่างกันไป แต่จะมีพื้นฐานเดียวกันซึ่งบล็อกคำสั่งที่ใช้มีลักษณะดังนี้

รูปที่ 2.16 แบบของบล็อกคำสั่ง

- หมายเลขเครื่องในการเชื่อมต่อที่เป็นโครงข่ายแบบหลายจุดนั้น เครื่องควบคุมที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบจะมีมากกว่า 1 เครื่อง การกำหนดว่าต้องการส่งฐานข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมตัวใด เช่น @ 05 คือหมายเลขที่ 05

- ส่วน HEADER เป็นส่วนของคำสั่งหลักที่จะกำหนดว่าต้องการกระทำกับข้อมูลส่วนใด เช่น ต้องการอ่านข้อมูลอินพุตจากเครื่องควบคุมจะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ว่า "RR" ต้องการเขียนข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมจะใช้ "WR" เป็นต้น

- ส่วน TEXT เป็นส่วนของข้อมูล เช่น ค่าที่อ่านได้จากอินพุต หรือ ค่าที่จะต้องเขียนลงในพื้นที่ต่างๆ

- ส่วนของ FCS เป็นส่วนของการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลซึ่งจะได้จากการคำนวณ

- ส่วนของ TERMINAL เป็นส่วนที่ปิดท้ายบอกว่าจบบล็อก ซึ่งจะมี "*" และจะตามด้วยรหัส ของ Carriage Return (CR)

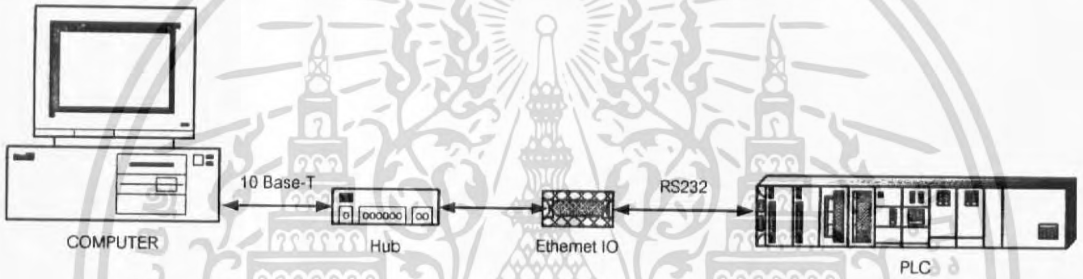
การคำนวณค่า FCS (Frame Check Sequence) เป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดของการสื่อสาร เป็นการเปลี่ยนข้อมูล 8 บิต เป็น 2 ตัวอักษร ข้อมูล ASCIL นำมาทำการ Exclusive–Or (XOR) โดยเริ่มจาก "@" จนถึงตัวอักษรตัวสุดท้ายของ TEXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ และการทำงาน

Ethernet-Base PLC จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของ Hardware และส่วนของ Software ซึ่งส่วนของ Hardware จะประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ขยายเช่น Hub ฯลฯ Ethernet IO Board และ PLC ส่วนของ Software จะใช้โปรแกรม Visual C++ ในการออกแบบและควบคุม

3.1 ผังการทำงานของ Ethernet-Base PLC



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของ Ethernet-Base PLC

Ethernet-Base PLC จะประกอบด้วย

1. คอมพิวเตอร์
2. Hub
3. Ethernet IO Board
4. PLC

3.1.1 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์จะเป็นศูนย์กลางในการรับส่งข้อมูลกับพีแอลซี โดยใช้โปรแกรม Visual C++ ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ Ethernet IO Board ไปควบคุมการทำงานพีแอลซี ซึ่งในการควบคุมจะเป็นลักษณะการส่ง Command ต่าง ๆ และรับ Respose กลับมา

ในการติดต่อจะมีการกำหนด IP Address ที่ใช้ในการติดต่อกลับ Ethernet IO Board โดย Module แต่ละตัวจะมีค่า MAC Addreess ซึ่งเป็นตัวกำหนดรหัสของผู้ผลิตและ Serial No. โดยเรา

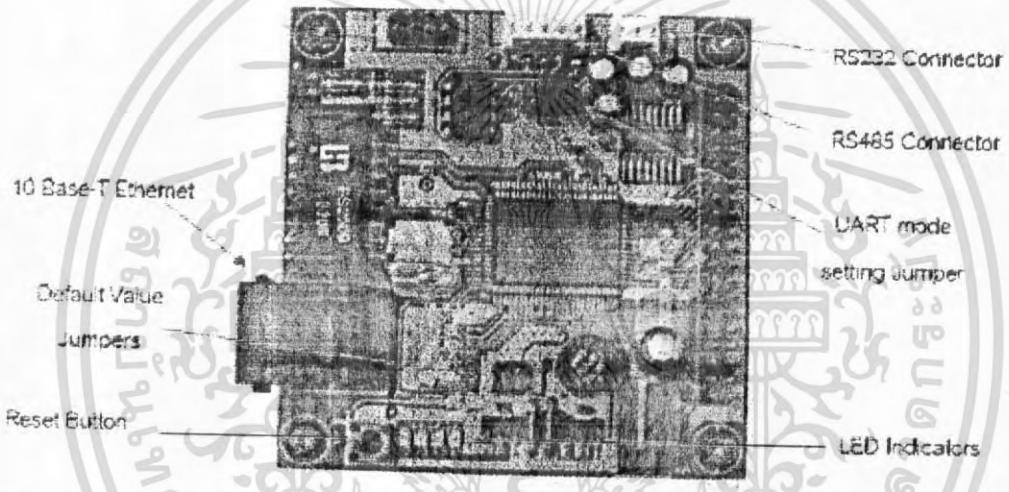
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ของ Ethernet IO Board ได้เช่น IP Address, Subnet Mask, Default Gateway, Baud Rate, Data bit, Parity และ Stop bit

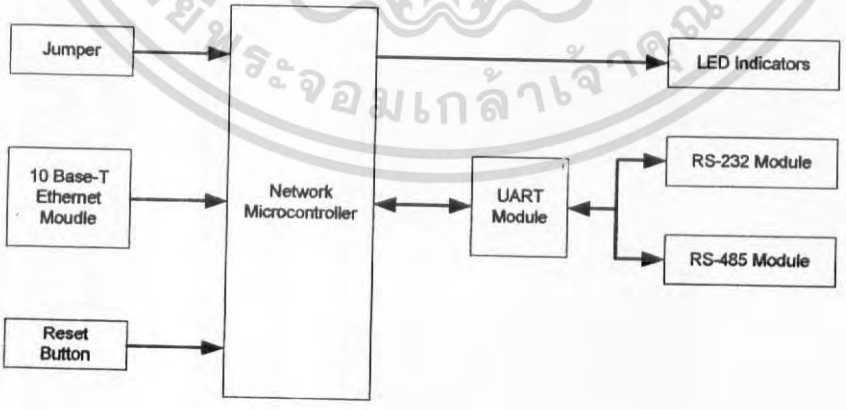
3.1.2 Hub

การขยายระบบที่มีจำนวนของ Module กว่า 1 ตัวจะต้องมีการนาอุปกรณ์มาใช้ในการเชื่อม ซึ่งจะพิจารณาตามความเหมาะสมของระบบ ซึ่งจากรูปของการเชื่อมต่อจะยกตัวอย่างโดยใช้ Hub ในการขยายระบบ

3.1.3 Ethernet IO Board



รูปที่ 3.2 Ethernet IO Board



รูปที่ 3.3 Block Diagram ของ Ethernet IO Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram ของ Ethernet IO Board มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- Jumper จะเป็นตัวเลือกเพื่อปรับค่า IP Address ให้เป็นค่า Default คือ 192.168.11.241

- 10 Base-T เป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อ โดยจะเป็น Connecter แบบ RJ-45

- Reset Button เป็นปุ่ม Reset ของ Ethernet IO Board เมื่อมีการปรับแต่งค่าต่าง ๆ หรือเลือกการ Reset ด้วย Software ก็ได้

- Network Microcontroller เป็น Microcontroller ที่ประมวลผลและแปลงค่าต่าง ๆ ที่รับมาและส่งไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมในรูปแบบที่ต้องการ

- LED Indicators เป็น LED ที่แสดงการทำงานของ Ethernet IO Board ของการติดต่อและรับส่งข้อมูล

- UART Module **(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter: UART)** เป็นรูปแบบในการรับส่งข้อมูล ซึ่งรูปแบบของการรับส่งข้อมูลจะสัมพันธ์กับ UART Mode Setting Jumper ที่เลือกด้วย

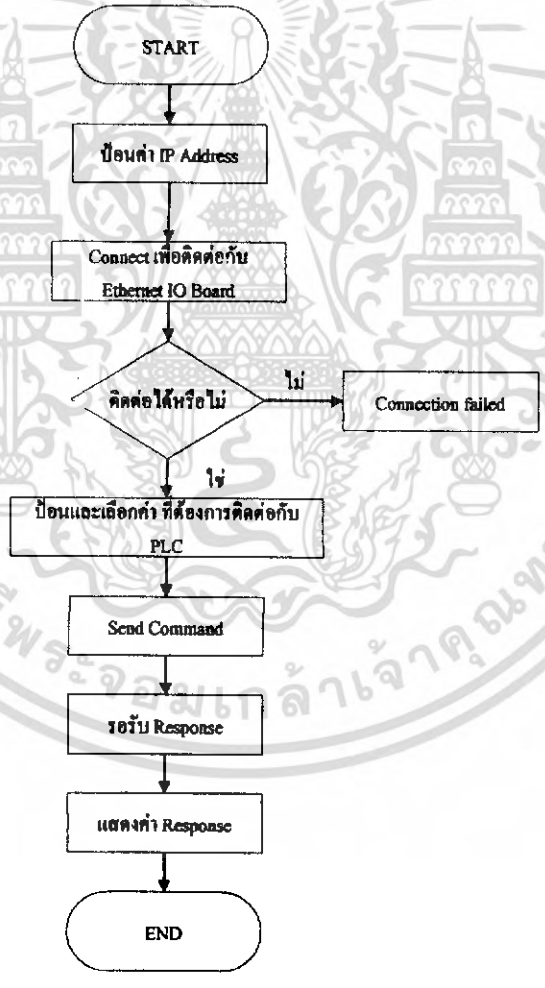
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้โฟลวชาร์ต

3.2.1 โปรแกรมทดสอบ Command PLC

หลักการทำงานของโปรแกรมหลังจากเปิดโปรแกรมคือ เริ่มจากการป้อนค่าของ IP Address ให้ตรงกับ IP Address ของ Ethernet IO Board ที่ต้องการติดต่อ แล้วทำการ Click ปุ่ม Connect รอจนสามารติดต่อได้ หรือ Connection failed เมื่อเกิด Time Out

หลังจากที่ติดต่อได้ ก็ทำการเลือกและป้อนค่าต่าง ๆ ที่ต้องการทดลอง เมื่อ Click ปุ่ม Send แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการส่งค่าที่ได้จากการคำนวณส่งไปยัง Ethernet IO Board เพื่อส่งไปยัง PLC อีกที PLC จะรับค่าและส่ง Response กลับมาอีกที เมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับค่า Response ก็จะนำค่าที่ได้มาเปรียบแล้วแสดงผล



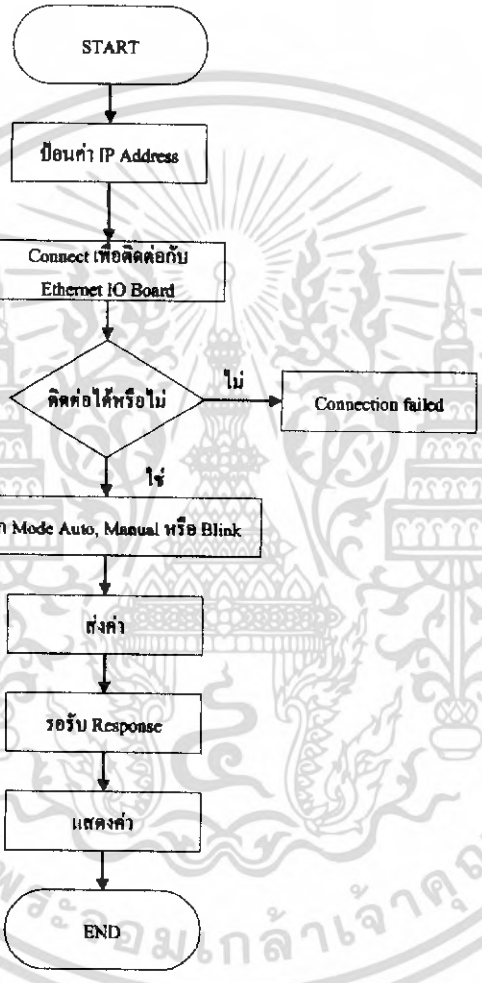
รูปที่ 3.4 โฟลวชาร์ตโปรแกรมทดสอบ Command PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โปรแกรมควบคุมไฟจราจร

หลักการทำงานของโปรแกรมหลังจากเปิดโปรแกรมคือ เริ่มจากการป้อนค่าของ IP Address ให้ตรงกับ IP Address ของ Ethernet IO Board ที่ต้องการติดต่อ แล้วทำการ Click ปุ่ม Connect รอจนสามารติดต่อได้ หรือ Connection failed เมื่อเกิด Time Out

หลังจากติดต่อได้ ก็ทำการเลือกโหมดที่ต้องการแล้วคลิกปุ่ม Ok คอมพิวเตอร์ก็จะส่งค่าที่ได้จากการคำนวณ แล้วรอรับค่า Response เพื่อทำการเปรียบเทียบและแสดงผล



รูปที่ 3.5 โฟลวชาร์ตโปรแกรมควบคุมไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การตั้งค่าก่อนการทดลอง

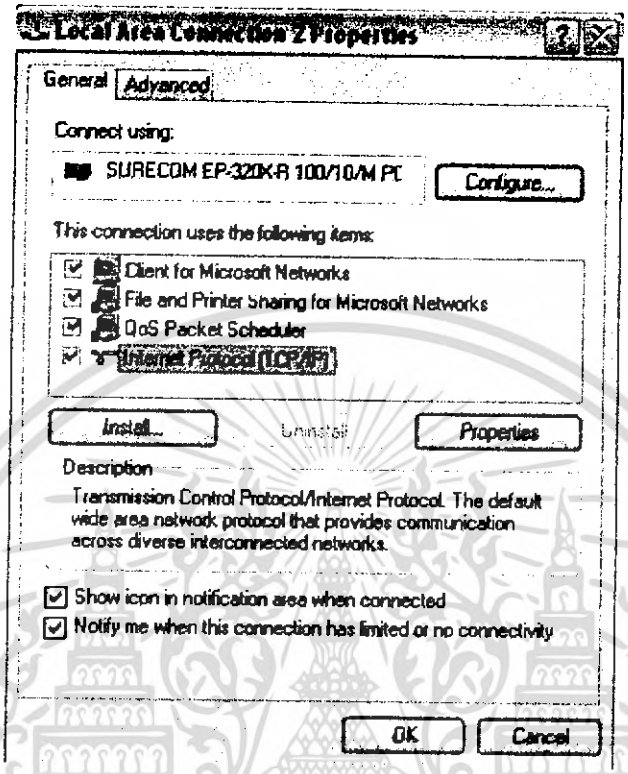
การทดลองของทั้งสองการทดลองจะต้องมีการตั้งค่าต่าง ๆ ทั้ง PLC และคอมพิวเตอร์ โดยตั้งค่า Parameters ต่าง ๆ ของ PLC ตามตาราง

ตารางที่ 4.1 Parameters ต่าง ๆ ของ PLC

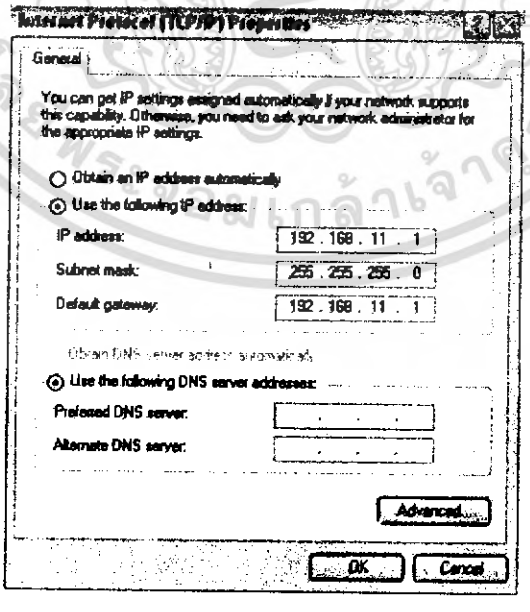
Item	Setting
Communications mode	Host Link
Unit no.	00
Start bits	1
Data length	7
Stop bits	2
Parity	Even
Baud rate	9600 bps
Transmission delay	None

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่า Internet Protocol (TCP/IP) Properties ของคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถมองเห็น Ethernet IO Board ในเครือข่ายได้



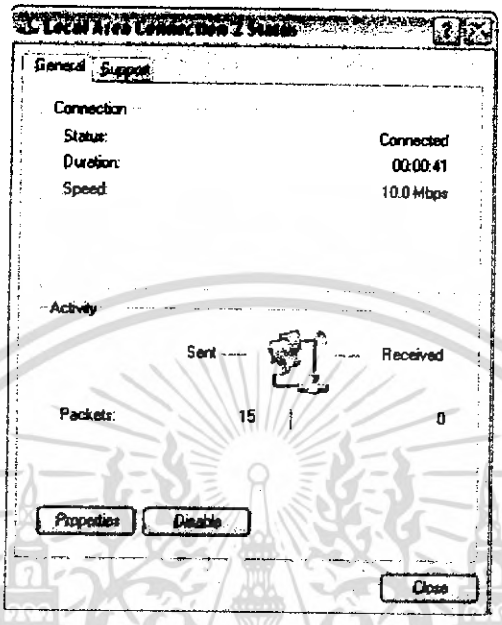
รูปที่ 4.1 Local Area Connection Properties



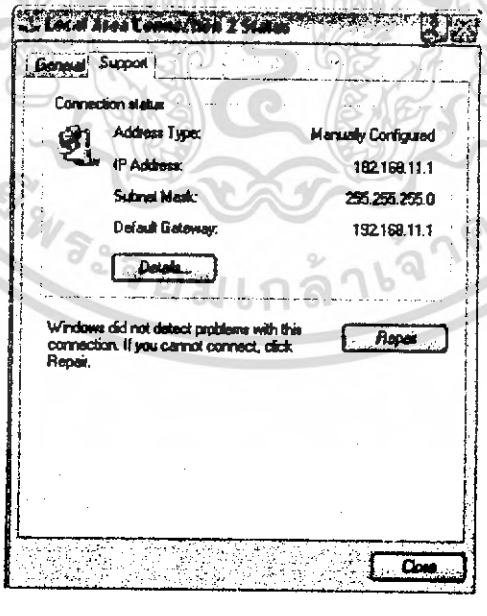
รูปที่ 4.2 Internet Protocol (TCP/IP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคอมพิวเตอร์สามรถเชื่อมต่อกับเครือข่าย ค่าต่าง ๆ สามารถดูได้จาก Status ของ Local Area Connection ดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 Local Area Connection (General)

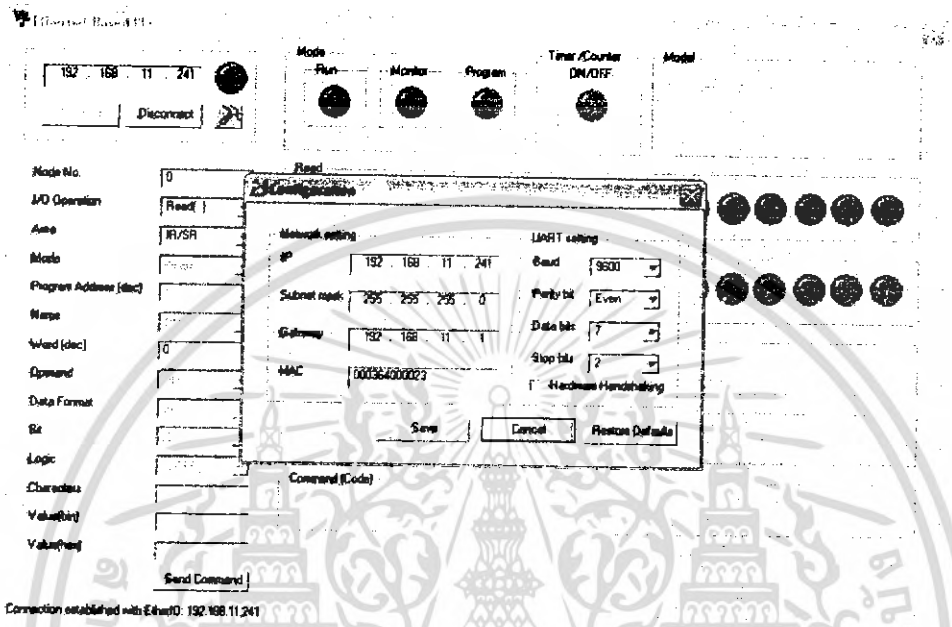


รูปที่ 4.4 Local Area Connection (Support)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองโปรแกรมทดสอบ Command PLC

ทำการรันโปรแกรมทดสอบ Command PLC เมื่อติดต่อกับ Ethernet IO Board ได้ แล้วจะต้อง ตั้งค่า Configuration ของ Ethernet IO Board เพื่อให้การสื่อสารข้อมูลระหว่าง Ethernet IO Board กับ PLC สัมพันธ์กัน ผลดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 Configuration ของ Ethernet IO Board

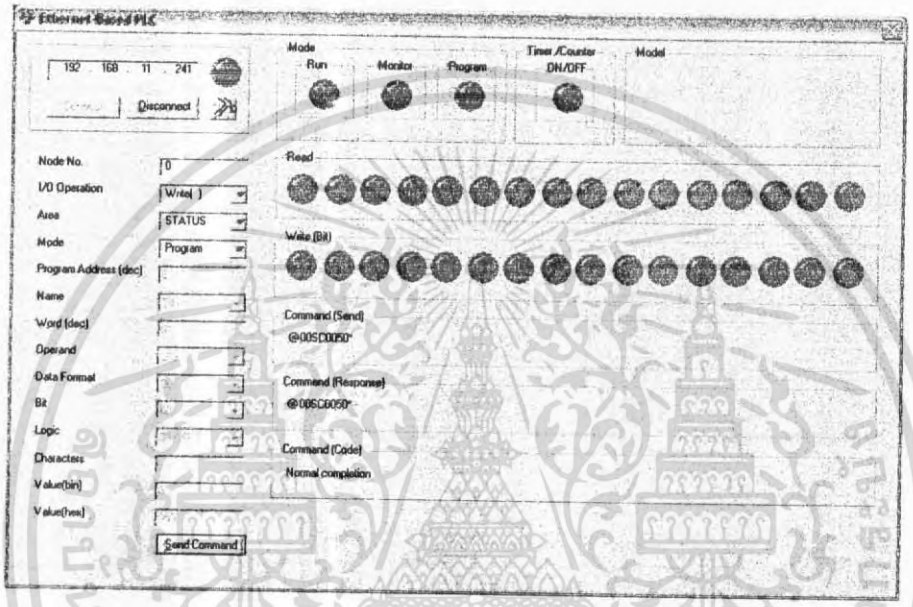
การทดลองโปรแกรมทดสอบ Command PLC จะยกตัวอย่างการทดลองบาง Command ซึ่งจะแยกเป็นการทดลองย่อย ๆ ดังนี้

1. การทดลองเปลี่ยน Mode
2. การทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01)
3. การทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00)
4. การทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30)

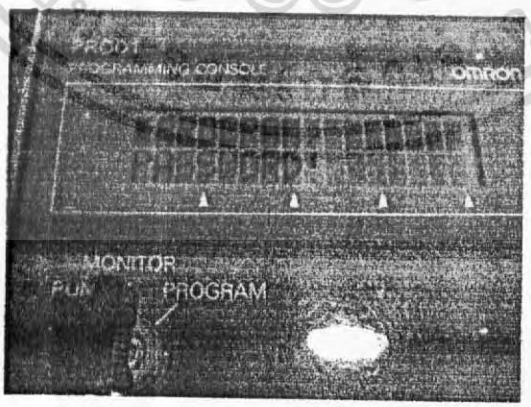
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การทดลองเปลี่ยน Mode

ปกติการเปลี่ยน Mode ของ PLC จะเปลี่ยนจาก Programming Console ในการทดลองจะให้ Programming Console เลือกไว้ที่ MONITOR แล้วทำการเปลี่ยน Mode ผ่านเครือข่ายให้อยู่ใน Mode PROGRAM ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งสังเกตผลการทดลองได้จาก LCD และ Select Switch ของ Programming Console โดยหลังการทดลอง PLC จะเปลี่ยนไปอยู่ใน Mode PROGRAM ในขณะที่ Select Switch ยังอยู่ในตำแหน่ง MONITOR ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 การทดลองเปลี่ยน Mode

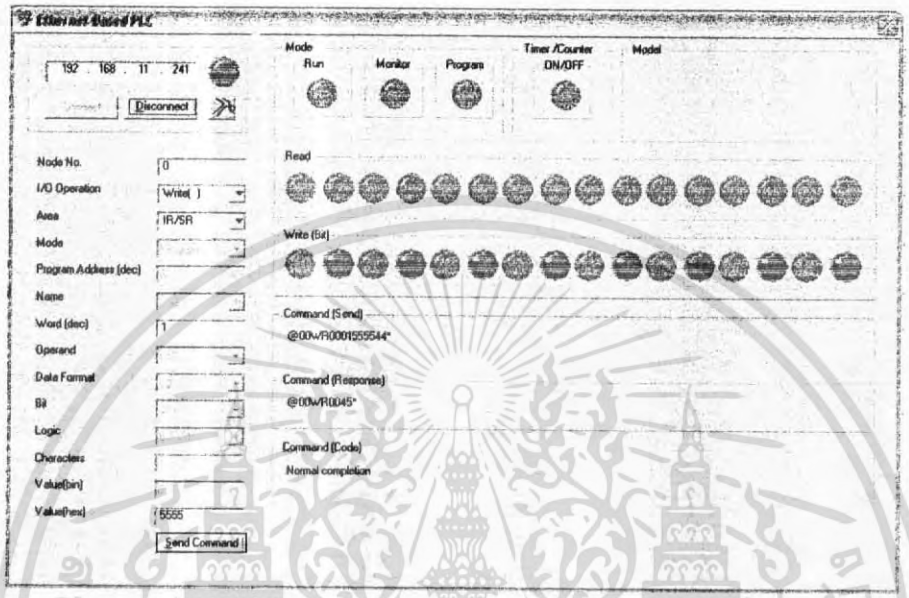


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองเปลี่ยน Mode

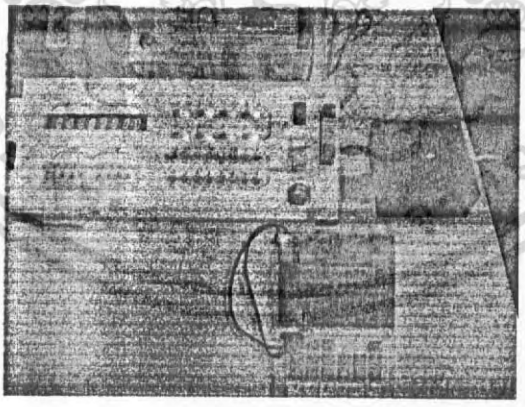
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01)

LED ของ PLC จะอยู่ที่ CH01 ซึ่งตรงกับ IR/SR Word ที่ 001 ดังนั้นกาที่จะควบคุม LED จะต้องเขียนข้อมูลไปยัง IR001 ด้วย โดยการทดลองจะเขียนข้อมูล 5555H ฐาน 16 หรือเท่ากับ 21845 ฐาน10



รูปที่ 4.8 การทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01)

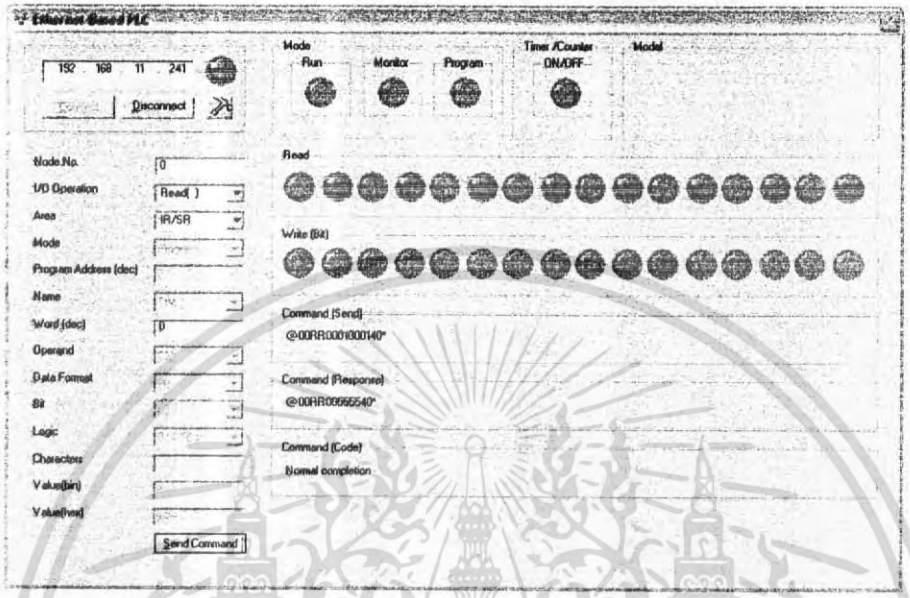


รูปที่ 4.9 ผลการทดลองเขียนข้อมูลไป LED (CH01)

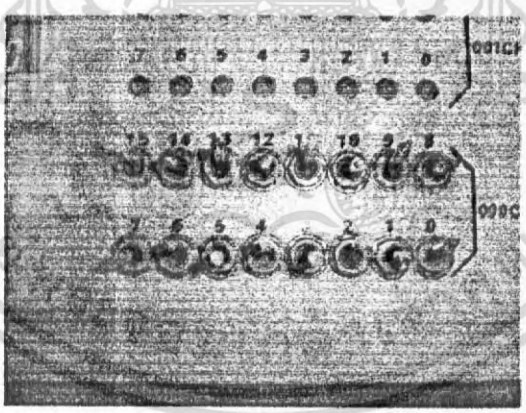
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00)

การทดลองอ่านค่าขอมูลจาก Switch (CH00) จะอ่านจาก IR000 เนื่องจากเมื่อมีการลง Switch ค่าใน IR Word ที่ 000 ก็จะมีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4.10 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00)

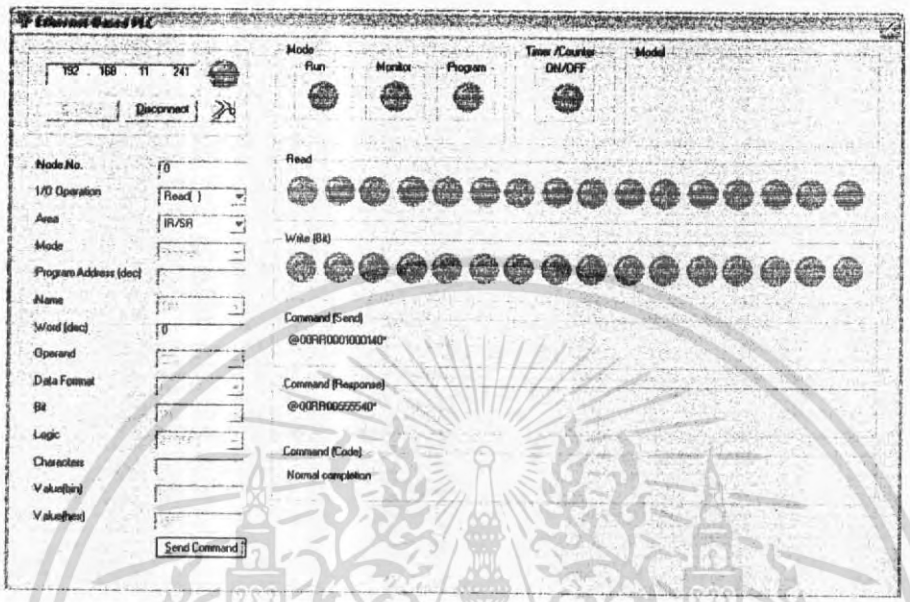


รูปที่ 4.11 ผลการทดลองอ่านข้อมูลจาก Switch (CH00)

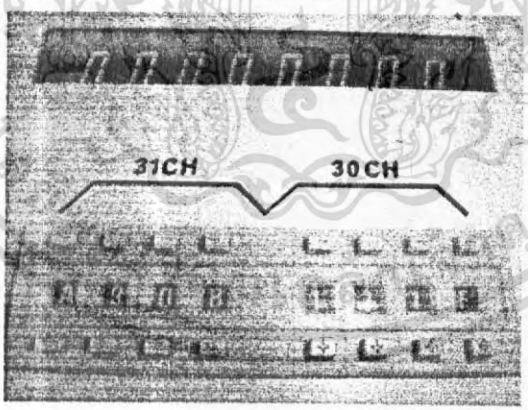
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30)

Thumb Wheel Switch มี 2 ตัว โดยแยกเป็น CH30 และ CH31 ในการทดลองจะทดลองอ่านข้อมูลจาก CH30 ซึ่งจะตรงกับตำแหน่ง DM Word ที่ 30



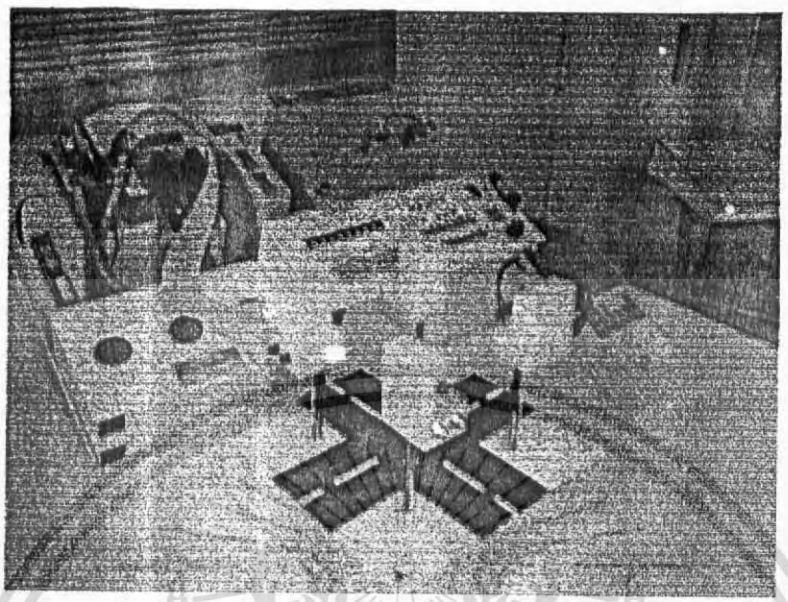
รูปที่ 4.12 การทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30)



รูปที่ 4.13 ผลการทดลองอ่านข้อมูลจาก Thumb Wheel Switch (CH30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร



รูปที่ 4.14 Model ไฟจราจร และการเชื่อมต่อ

การตั้งค่าต่างๆของ PLC และ คอมพิวเตอร์ โปรแกรมควบคุมไฟจราจรนี้จะกำหนดค่าไว้ในโปรแกรมแล้ว แต่สามารถเปลี่ยนแปลงค่า IP Address ได้

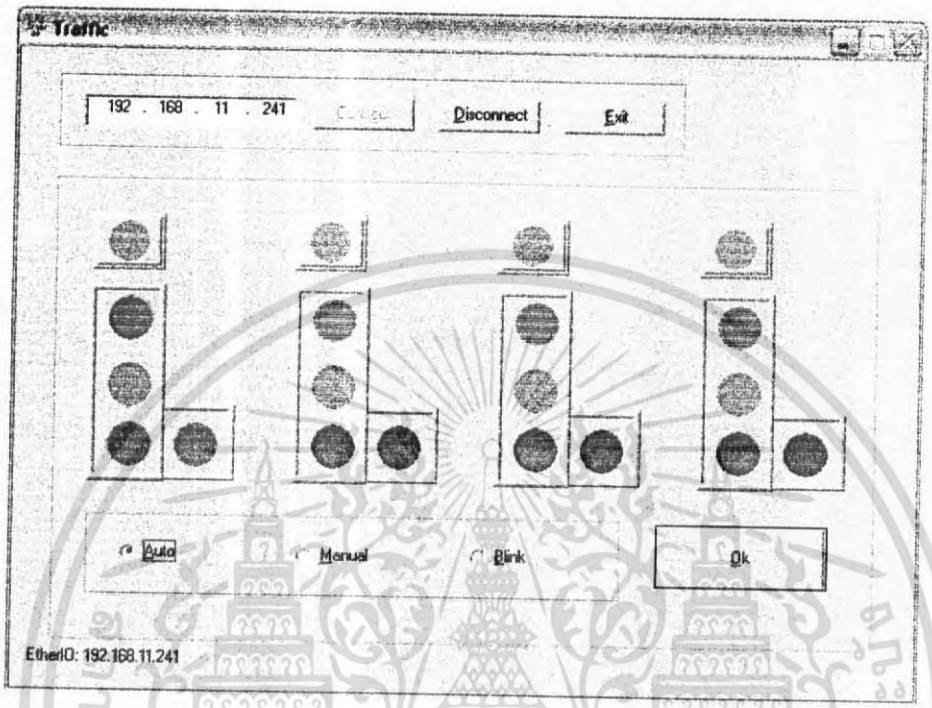
โปรแกรมควบคุมไฟจราจร มี Mode การทำงานอยู่ 3 Mode คือ

1. การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Auto
2. การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Manual
3. การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Blink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Auto

ใน Mode Auto โปรแกรมควบคุมไฟจราจรจะทำงานวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการเปลี่ยน Mode

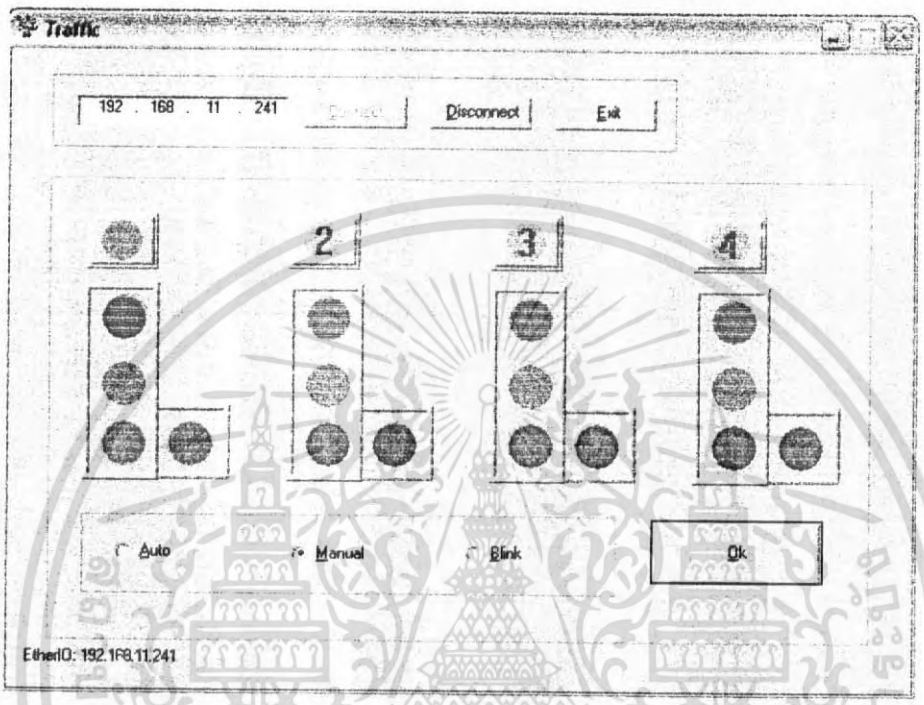


รูปที่ 4.15 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Auto

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Manual

ใน Mode Manual ไฟจราจรจะเริ่มทำงานจากแยกที่ 1 ก่อน ไฟเขียวก็จะติดค้าง เมื่อต้องการแยกใดให้รถวิ่งผ่าน ก็เลือกแยกที่ต้องการ ไฟจราจรแยกก่อนหน้าก็จะเปลี่ยนเป็น เหลือง และแดง ตามลำดับไปเรื่อย ๆ

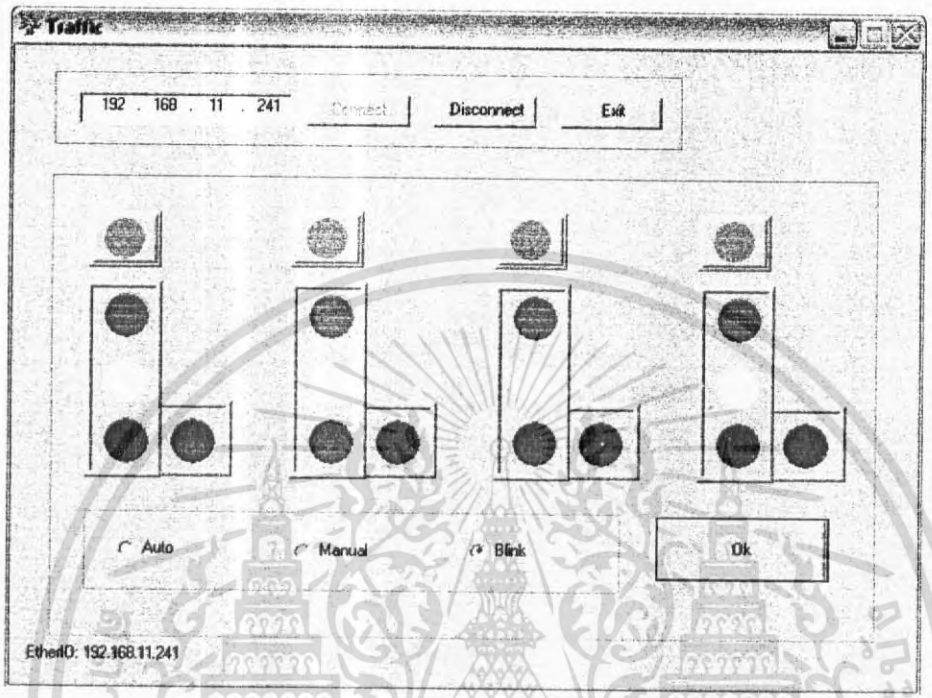


รูปที่ 4.16 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Blink

ใน Mode Blink ไฟเหลืองของไฟจราจรจะกระพริบตลอดเวลาต้อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการเปลี่ยน Mode ซึ่งในขณะที่กระพริบไฟเหลืองจะติด 0.5 วินาที และดับอีก 0.5 วินาที



รูปที่ 4.17 การทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร Mode Blink

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะพบว่าการทดลองโปรแกรมทดสอบ Command PLC จะทดลองได้ที่ละ Command การอ่านและการเขียนข้อมูลได้ทีละ 1 Word ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลจาก PLC และเขียนข้อมูลไปยัง PLC ได้

ส่วนในการทดลองโปรแกรมควบคุมไฟจราจร จะควบคุมจากคอมพิวเตอร์ เพียงอย่างเดียว โดยที่ในตัว PLC ไม่ได้เขียน Ladder เอาไว้ สามารถควบคุม Model ไฟจราจรได้และมีการทำงานที่ถูกต้อง ทั้งเวลาที่ใช้ควบคุมก็เที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นิรุธ อำนวยศิลป์, **"คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0"**, กรุงเทพฯ : ซัคเซส มีเดีย, 2544.

ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล, **"คู่มือการเขียนโปรแกรมและการใช้งาน Visual C++ 6.0"**, กรุงทพฯ : อินโฟเพรส,2544.

ผศ.ดร.สัลยุทธ์ สว่างวรรณ, **"COMPUTER NETWORKS"**, กรุงเทพฯ : เพียร์สัน เอ็นดูเคชั่น อินโดไชน่า,2542.

กฤษฎา ใจเย็น, **"เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์อนุกรม"**, กรุงเทพฯ : อินโนเวตีปเอ็กเพอริเมนต์,2541.

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, **"สถาปัตยกรรมและโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี"**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,2543.

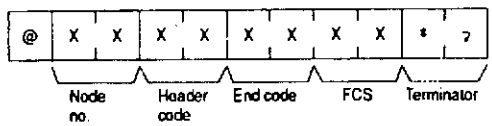
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-6 Host Link Errors

These error codes are received as the response code (end code) when a command received by the C200HS from a host computer cannot be processed. The error code format is as shown below.



The header code will vary according to the command and can contain a subcode (for composite commands).

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.

Power Interruptions

The following responses may be received from the C200HS if a power interruption occurs, including momentary interruptions. If any of these responses are received during or after a power interruption, repeat the command.

Undefined Command Response

@00IC4A*↵

No Response

If no response is received, abort the last command and resend.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECTION 11
Host Link Commands

This section explains the methods and procedures for using host link commands, which can be used for host link communications via the C200HS ports.

11-1 Communications Procedure 402
11-2 Command and Response Formats 404
11-2-1 Commands from the Host Computer 404
11-2-2 Commands from the PC 406
11-3 Host Link Commands 407
11-3-1 IR/SR AREA READ — RR 407
11-3-2 LR AREA READ — RL 407
11-3-3 HR AREA READ — RH 408
11-3-4 PV READ — RC 408
11-3-5 TC STATUS READ — RG 409
11-3-6 DM AREA READ — RD 409
11-3-7 AR AREA READ — RJ 410
11-3-8 IR/SR AREA WRITE — WR 410
11-3-9 LR AREA WRITE — WL 411
11-3-10 HR AREA WRITE — WH 411
11-3-11 PV WRITE — WC 412
11-3-12 TC STATUS WRITE — WG 412
11-3-13 DM AREA WRITE — WD 413
11-3-14 AR AREA WRITE — WJ 413
11-3-15 SV READ 1 — R# 414
11-3-16 SV READ 2 — RS 415
11-3-17 SV READ 3 — R% 416
11-3-18 SV CHANGE 1 — W# 417
11-3-19 SV CHANGE 2 — WS 417
11-3-20 SV CHANGE 3 — W% 418
11-3-21 STATUS READ — MS 419
11-3-22 STATUS WRITE — SC 420
11-3-23 ERROR READ — MF 421
11-3-24 FORCED SET — KS 422
11-3-25 FORCED RESET — KR 423
11-3-26 MULTIPLE FORCED SET/RESET — FK 424
11-3-27 FORCED SET/RESET CANCEL — KC 425
11-3-28 PC MODEL READ — MM 425
11-3-29 TEST — TS 426
11-3-30 PROGRAM READ — RP 426
11-3-31 PROGRAM WRITE — WP 427
11-3-32 I/O TABLE GENERATE — MI 427
11-3-33 COMPOUND COMMAND — QQ 427
11-3-34 ABORT — XZ 429
11-3-35 INITIALIZE — ** 430
11-3-36 Undefined Command — IC 430
11-4 Host Link Errors 431

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-1 Communications Procedure

Command Chart

The commands listed in the chart below can be used for host link communications with the C200HS. These commands are all sent from the host computer to the PC.

Header code	PC mode			Name	Page
	RUN	MON	PRG		
RR	Valid	Valid	Valid	IR/SR AREA READ	407
RL	Valid	Valid	Valid	LR AREA READ	407
RH	Valid	Valid	Valid	HR AREA READ	408
RC	Valid	Valid	Valid	PV READ	408
RG	Valid	Valid	Valid	TC STATUS READ	409
RD	Valid	Valid	Valid	DM AREA READ	409
RJ	Valid	Valid	Valid	AR AREA READ	410
WR	Not valid	Valid	Valid	IR/SR AREA WRITE	410
WL	Not valid	Valid	Valid	LR AREA WRITE	411
WH	Not valid	Valid	Valid	HR AREA WRITE	411
WC	Not valid	Valid	Valid	PV WRITE	412
WG	Not valid	Valid	Valid	TC STATUS WRITE	412
WD	Not valid	Valid	Valid	DM AREA WRITE	413
WJ	Not valid	Valid	Valid	AR AREA WRITE	413
R#	Valid	Valid	Valid	SV READ 1	414
R$	Valid	Valid	Valid	SV READ 2	415
R%	Valid	Valid	Valid	SV READ 3	416
W#	Not valid	Valid	Valid	SV CHANGE 1	417
W$	Not valid	Valid	Valid	SV CHANGE 2	417
W%	Not valid	Valid	Valid	SV CHANGE 3	418
MS	Valid	Valid	Valid	STATUS READ	419
SC	Valid	Valid	Valid	STATUS WRITE	420
MF	Valid	Valid	Valid	ERROR READ	421
KS	Not valid	Valid	Valid	FORCED SET	422
KR	Not valid	Valid	Valid	FORCED RESET	423
FK	Not valid	Valid	Valid	MULTIPLE FORCED SET/RESET	424
KC	Not valid	Valid	Valid	FORCED SET/RESET CANCEL	425
MM	Valid	Valid	Valid	PC MODEL READ	425
TS	Valid	Valid	Valid	TEST	426
RP	Valid	Valid	Valid	PROGRAM READ	426
WP	Not valid	Not valid	Valid	PROGRAM WRITE	427
MI	Not valid	Not valid	Valid	I/O TABLE GENERATE	427
QQ	Valid	Valid	Valid	COMPOUND COMMAND	427
XZ	Valid	Valid	Valid	ABORT (command only)	429
**	Valid	Valid	Valid	INITIALIZE (command only)	430
IC	---	---	---	Undefined command (response only)	430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Host link communications are executed by means an exchange of commands and responses between the host computer and the PC. With the C200HS, there are two communications methods that can be used. One is the normal method, in which commands are issued from the host computer to the PC. The other method allows commands to be issued from the PC to the host computer.

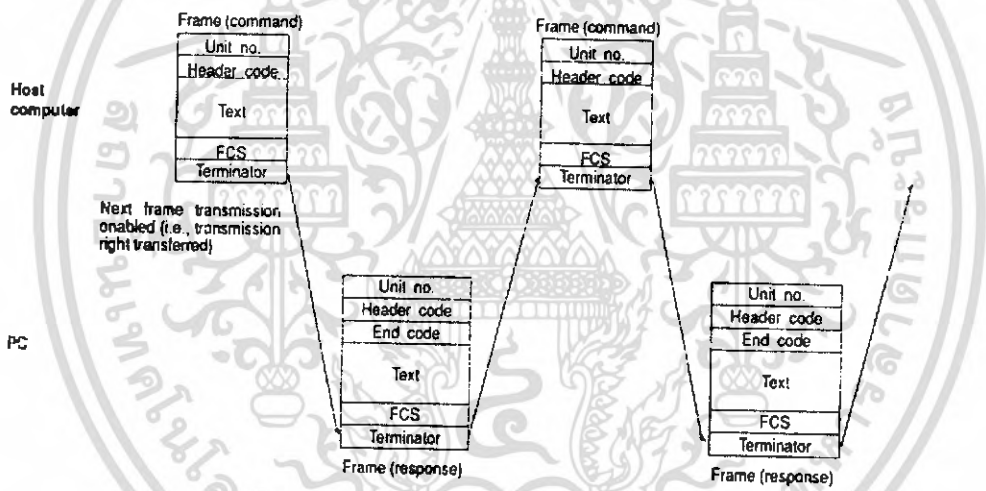
Frame Transmission and Reception

Commands and responses are exchanged in the order shown in the illustration below. The block of data transferred in a single transmission is called a "frame." A single frame is configured of a maximum of 131 characters of data.

The right to send a frame is called the "transmission right." The Unit that has the transmission right is the one that can send a frame at any given time. The transmission right is traded back and forth between the host computer and the PC each time a frame is transmitted. The transmission right is passed from the transmitting Unit to the receiving Unit when either a terminator (the code that marks the end of a command or response) or a delimiter (the code that sets frames apart) is received.

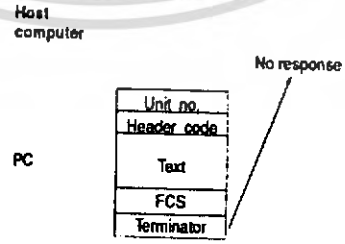
Commands from Host

In host link communications, the host computer ordinarily has the transmission right first and initiates the communications. The PC then automatically sends a response.



Commands from PC

It is also possible in host link communications for the PC to send commands to the host computer. In this case it is the PC that has the transmission right and initiates the communications.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When commands are issued to the host computer, the data is transmitted in one direction from the PC to the host computer. If a response to a command is required use a host link communications command to write the response from the host computer to the PC.

11-2 Command and Response Formats

This section explains the formats for the commands and responses that are exchanged in host link communications.

11-2-1 Commands from the Host Computer

When a command is issued from the host computer, the command and response formats are as shown below.

Command Format

When transmitting a command from the host computer, prepare the command data in the format shown below.

@
An "@" symbol must be placed at the beginning.

Node No.
Identifies the PC communicating with the host computer.
Specify the node number set for the PC in the PC Setup (DM 6648, DM 6653).

Header Code
Set the 2-character command code.

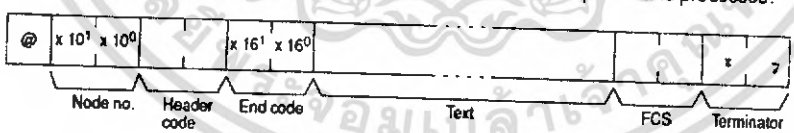
Text
Set the command parameters.

FCS
Set a 2-character Frame Check Sequence code. See page 405.

Terminator
Set two characters, "*" and the carriage return (CHR$(13)) to indicate the end of the command.

Response Format

The response from the PC is returned in the format shown below. Prepare a program so that the response data can be interpreted and processed.



@, Node No., Header Code
Contents identical to those of the command are returned.

End Code
The completion status of the command (e.g., whether or not an error has occurred) is returned.

Text
Text is returned only when there is data such as read data.

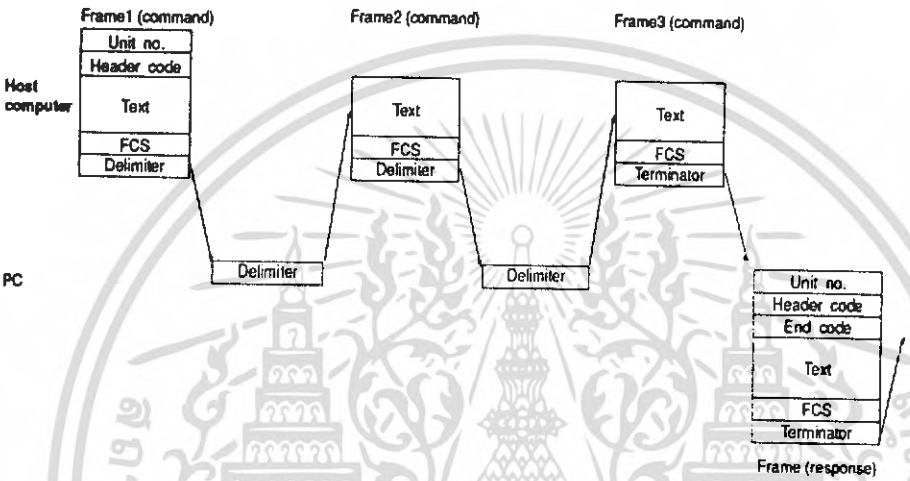
FCS, Terminator
Refer to the corresponding explanations under "Command Format."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Long Transmissions

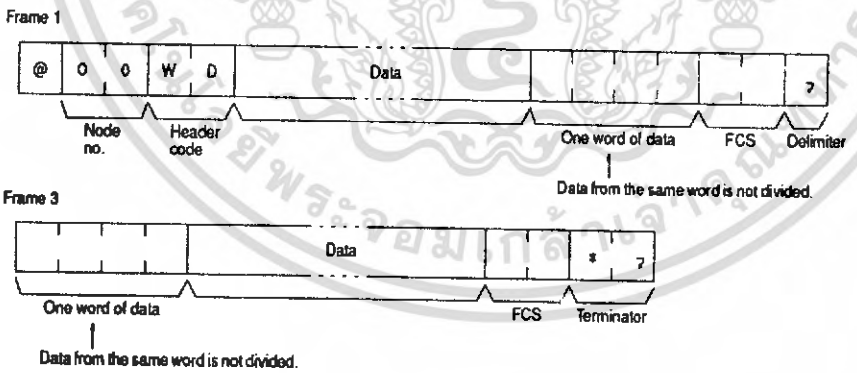
The largest block of data that can be transmitted as a single frame is 131 characters. A command or response of 132 characters or more must therefore be divided into more than one frame before transmission. When a transmission is split, the ends of the first and intermediate frames are marked by a delimiter instead of a terminator.

As each frame is transmitted, the receiving node waits for the delimiter to be transmitted. After the delimiter has been transmitted, the next frame will then be sent. This procedure is repeated until the entire command or response has been transmitted. The following diagram shows an example of host link communications addressed to a PC.



Precautions for Long Transmissions

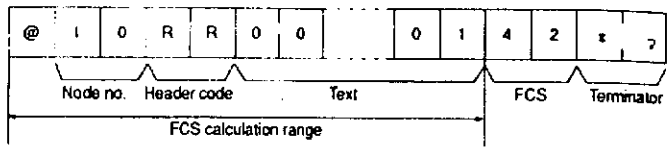
When dividing commands such as WR, WL, WC, or WD that execute write operations, be careful not to divide into separate frames data that is to be written into a single word. As shown in the illustration below, be sure to divide frames so that they coincide with the divisions between words.



FCS (Frame Check Sequence) When a frame is transmitted, an FCS is placed just before the delimiter or terminator in order to check whether any data error has been generated. The FCS is 8-bit data converted into two ASCII characters. The 8-bit data is the result of an EXCLUSIVE OR performed on the data from the beginning of the frame until the end of the text in that frame (i.e., just before the FCS). Calculating the FCS each

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

time a frame is received and checking the result against the FCS that is included in the frame makes it possible to check for data errors in the frame.



	ASCII code		
@	40	0100	0000
		EOR	
1	31	0011	0001
		EOR	
0	30	0011	0000
		EOR	
R	52	0101	0010
		↓	↓
1	31	0011	0001
Calculation result		0100	0010
		↓	↓
		4	2

Converted to hexadecimal.
Handled as ASCII characters.

Example Program for FCS This example shows a BASIC subroutine program for executing an FCS check on a frame received by the host computer.

```
400 *FCSCHECK
410 L=LEN(RESPONSE$) ' ..... Data transmitted and received
420 Q=0:FCSCK$="  "
430 AS=RIGHT$(RESPONSE$,1)
440 PRINT RESPONSE$,AS,L
450 IF AS="*" THEN LENGS=LEN(RESPONSE$)-3
                ELSE LENGS=LEN(RESPONSE$)-2
460 FCSP$=MID$(RESPONSE$,LENGS+1,2) ' .... FCS data received
470 FOR I=1 TO LENGS ' ..... Number of characters in FCS
480 Q=ASC(MID$(RESPONSE$,I,1)) XOR Q
490 NEXT I
500 FCSD$=HEX$(Q)
510 IF LEN(FCSD$)=1 THEN FCSD$="0"+FCSD$ 'FCS result
520 IF FCSD$<>FCSP$ THEN FCSCK$="ERR"
530 PRINT"FCSD$=";FCSD$,"FCSP$=";FCSP$,"FCSCK$=";FCSCK$
540 RETURN
```

Note

1. Normal reception data includes the FCS, delimiter or terminator, and so on. When an error occurs in transmission, however the FCS or some other data may not be included. Be sure to program the system to cover this possibility.
2. In this program example, the CR code (CHR$(13)) is not entered for RESPONSE$. When including the CR code, make the changes in lines 430 and 450.

11-2-2 Commands from the PC

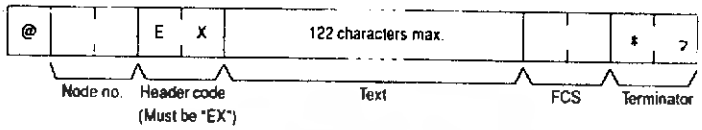
In host link communications, commands are ordinarily sent from the host computer to the PC, but it is also possible for commands to be sent from the PC to the host computer. In Host Link Mode, any data can be transmitted from the PC to the host computer. To send a command to the host computer, use the TRANSMIT instruction (TXD(--)) in the PC program in Host Link Mode.

TXD(—) outputs data from the specified port (the RS-232C port or the peripheral port). Refer to page 300 for details on using TXD(—).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reception Format

When TXD(—) is executed, the data stored in the words beginning with the first send word is converted to ASCII and output to the host computer as a host link command in the format shown below. The "@" symbol, node number, header code, FCS, and delimiter are all added automatically when the transmission is sent. At the host computer, it is necessary to prepare in advance a program for interpreting and processing this format.



One byte of data (2 digits hexadecimal) is converted to two characters in ASCII for transmission, the amount of data in the transmission is twice the amount of words specified for TXD(—). The maximum number of characters for transmission is 122 and the maximum number of bytes that can be designated for TXD(—) is one half of that, or 61.

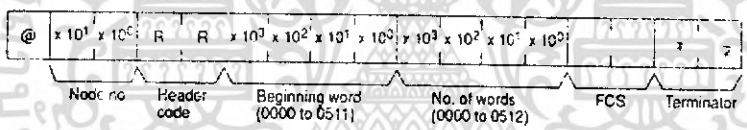
11-3 Host Link Commands

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

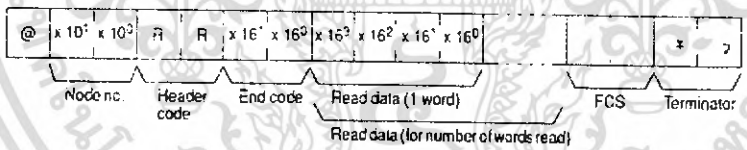
11-3-1 IR/SR AREA READ — RR

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

Command Format



Response Format



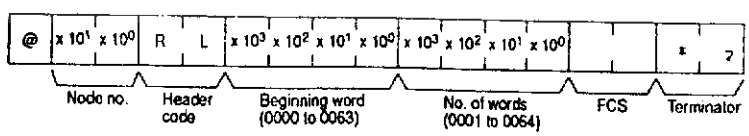
Parameters

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.

11-3-2 LR AREA READ — RL

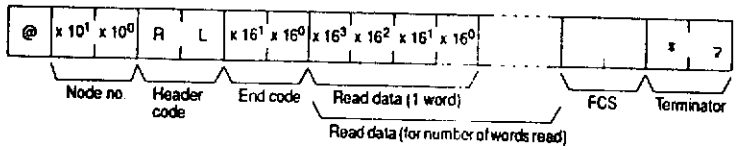
Reads the contents of the specified number of LR words, starting from the specified word.

Command Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Response Format



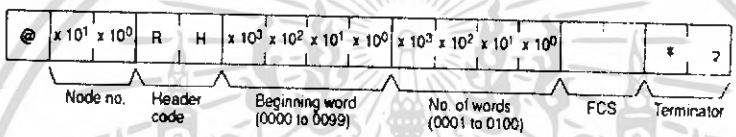
Parameters

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.

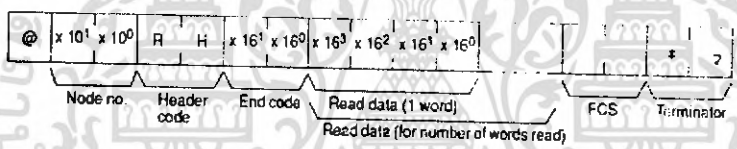
11-3-3 HR AREA READ — RH

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

Command Format



Response Format



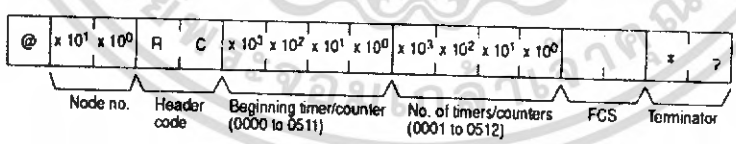
Parameters

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.

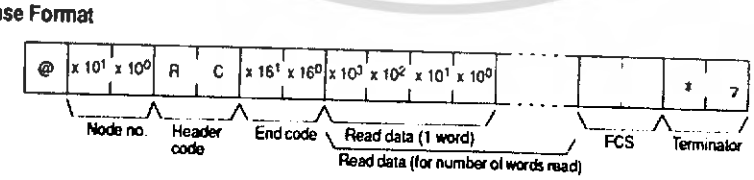
11-3-4 PV READ — RC

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-

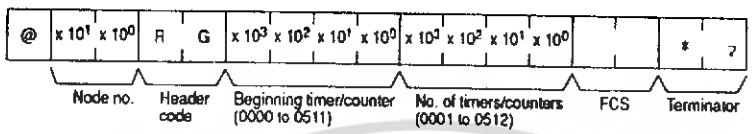
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cimal as a response. The PVs are returned in order, starting with the specified beginning timer/counter.

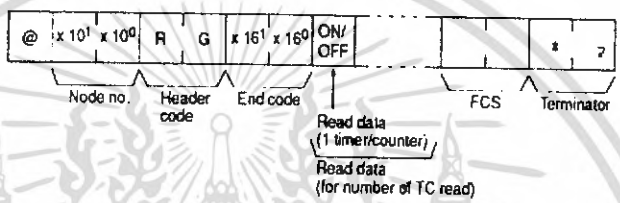
11-3-5 TC STATUS READ — RG

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

Command Format



Response Format



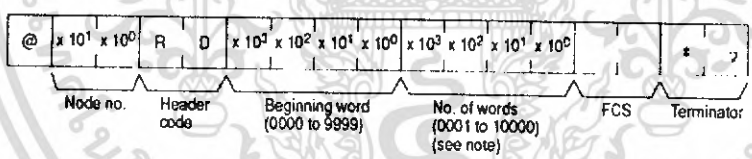
Parameters

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.

11-3-6 DM AREA READ — RD

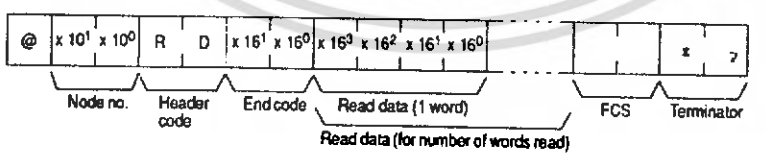
Reads the contents of the specified number of DM words, starting from the specified word.

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

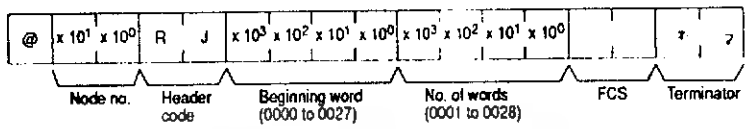
Read Data (Response)
The contents of the number of words specified by the command are returned in hexadecimal as a response. The words are returned in order, starting with the specified beginning word.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

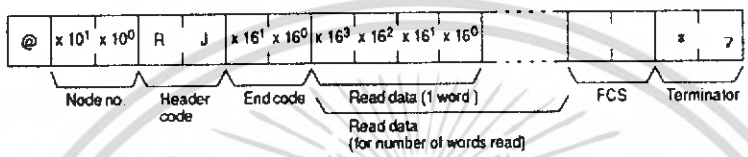
11-3-7 AR AREA READ — RJ

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

Command Format



Response Format



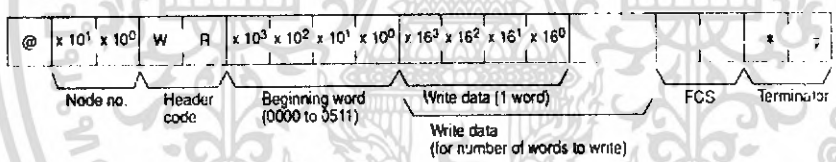
Parameters

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.

11-3-8 IR/SR AREA WRITE — WR

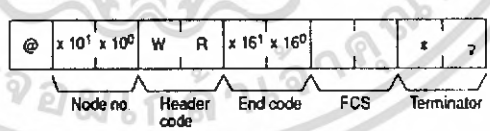
Writes data to the IR and SR areas, starting from the specified word. Writing is done word by word.

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.

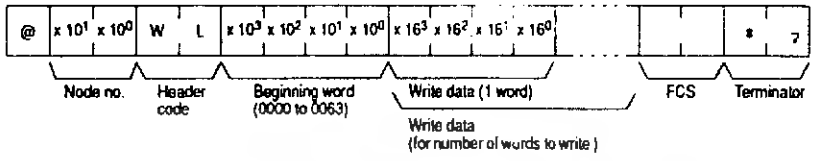
Note If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 511 is specified as the beginning word for writing, and two words of data are specified, then 0512 will become the last word for writing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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

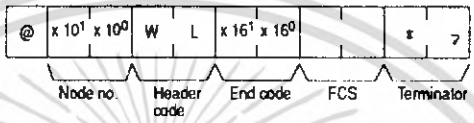
11-3-9 LR AREA WRITE — WL

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

Command Format



Response Format



Parameters

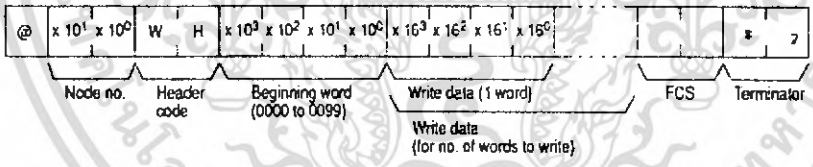
Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the LR area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

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.

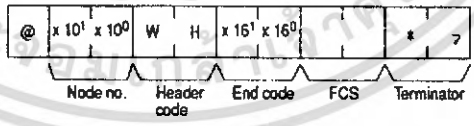
11-3-10 HR AREA WRITE — WH

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.

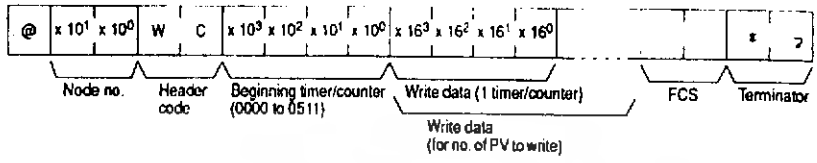
Note If data is specified for writing which exceeds the allowable range, an error will be generated and the writing operation will not be executed. If, for example, 98 is specified as the beginning word for writing, and three words of data are specified, then 100 will become the last word for writing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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

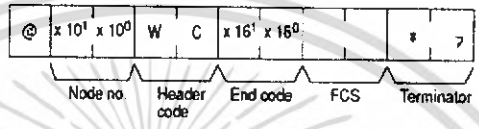
11-3-11 PV WRITE — WC

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

Command Format



Response Format



Parameters

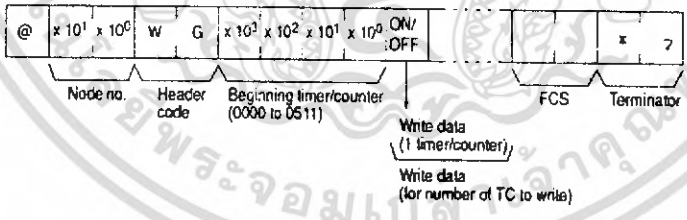
Write Data (Command)
Specify in decimal numbers (BCD) the present values for the number of timers/counters that are to be written, starting from the beginning timer/counter.

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.

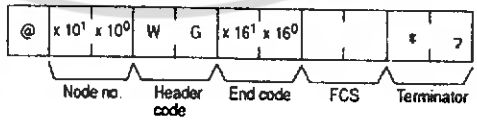
11-3-12 TC STATUS WRITE — WG

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)		

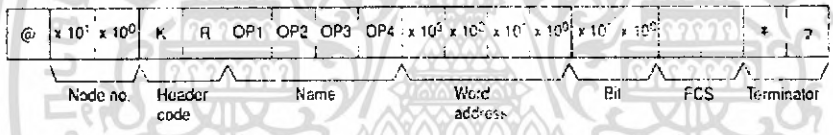
(S): Space

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.

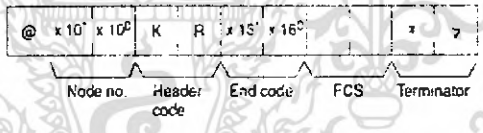
11-3-25 FORCED RESET — KR

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

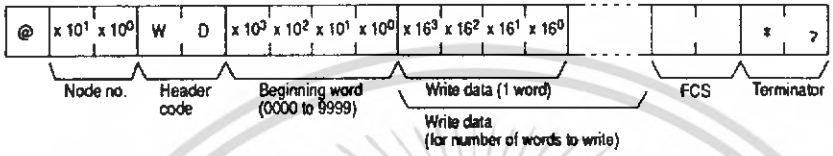
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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, 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.

11-3-13 DM AREA WRITE — WD

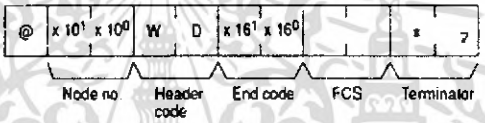
Writes data to the DM area, starting from the specified word. Writing is done word by word.

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

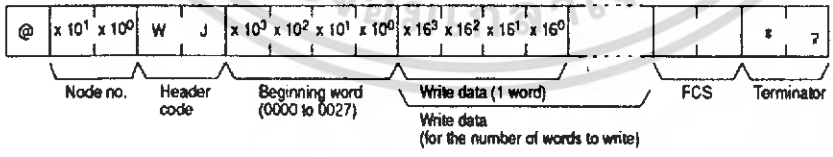
Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the DM area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

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.

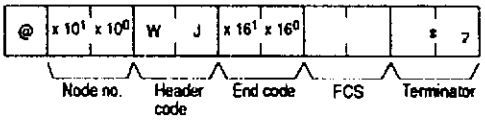
11-3-14 AR AREA WRITE — WJ

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

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

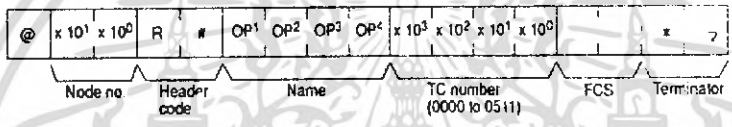
Write Data (Command)
Specify in order the contents of the number of words to be written to the AR area in hexadecimal, starting with the specified beginning word.

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, 26 is specified as the beginning word for writing, and three words of data are specified, then 28 will become the last word for writing data, and the command will not be executed because AR 28 is beyond the writeable range.

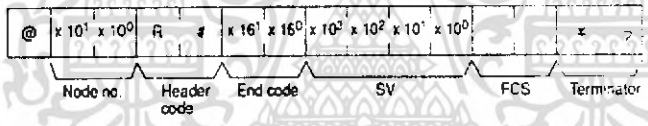
11-3-15 SV READ 1 — R#

Searches for the first instance of a TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) instruction with the specified TC number in the user's program and reads the PV, which assumed to be set as a constant. The SV that is read is a 4-digit decimal number (BCD). The program is searched from the beginning, and it may therefore take approximately 10 seconds to produce a response.

Command Format



Response Format



Parameters

Name, TC Number (Command)
Specify the instruction for reading the SV in "Name." Make this setting in 4 characters. In "TC number," specify the timer/counter number used for the instruction.

Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

SV (Response)
The constant SV is returned.

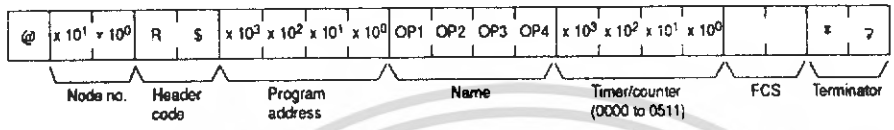
Note
1. The instruction specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.
2. If the same instruction is used more than once in a program, only the first one will be read.
3. Use this command only when it is definite that a constant SV has been set.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

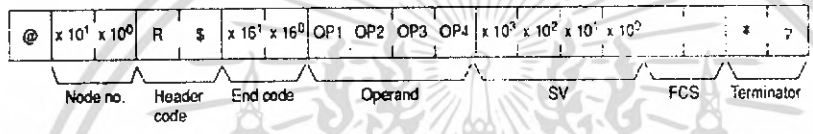
11-3-16 SV READ 2 — R$

Reads the constant SV or the word address where the SV is stored. The SV that is read is a 4-digit decimal number (BCD) written as the second operand for the TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) instruction at the specified program address in the user's program. This can only be done with a program of less than 10K.

Command Format



Response Format



Parameters

Name, TC Number (Command)
Specify the name of the instruction for reading the SV in "Name." Make this setting in 4 characters. In "TC number," specify the timer/counter number used by the instruction.

Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

Operand, SV (Response)
The name that indicates the SV classification is returned to "Operand," and either the word address where the SV is stored or the constant SV is returned to "SV."

Operand				Classification	Constant or word address
OP1	OP2	OP3	OP4		
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027
D	M	(S)	(S)	DM	0000 to 6655
D	M	*	(S)	DM (indirect)	0000 to 6655
C	O	N	(S)	Constant	0000 to 9999

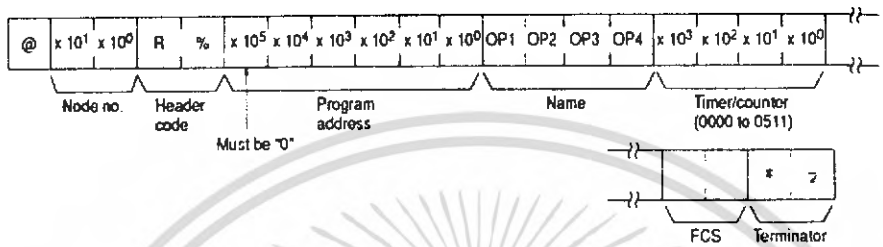
Note The instruction name specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

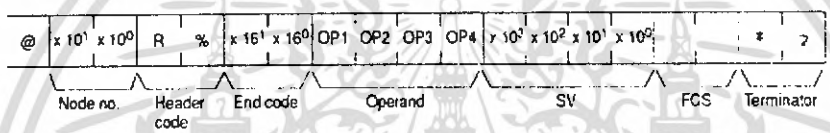
11-3-17 SV READ 3 — R%

Reads the constant SV or the word address where the SV is stored. The SV that is read is a 4-digit decimal number (BCD) written in the second word of the TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) instruction at the specified program address in the user's program. With this command, program addresses can be specified for a program of 10K or more.

Command Format



Response Format



Parameters

Name, TC Number (Command)

Specify the name of the instruction for reading the SV in "Name." Make this setting in 4 characters. In "TC number," specify the timer/counter number used by the instruction.

Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

Operand, SV (Response)

The name that indicates the SV classification is returned to "Operand," and either the word address where the SV is stored or the constant SV is returned to "SV."

Operand				Classification	Constant or word address
OP1	OP2	OP3	OP4		
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027
D	M	(S)	(S)	DM	0000 to 6655
D	M	*	(S)	DM (indirect)	0000 to 6655
C	O	N	(S)	Constant	0000 to 9999

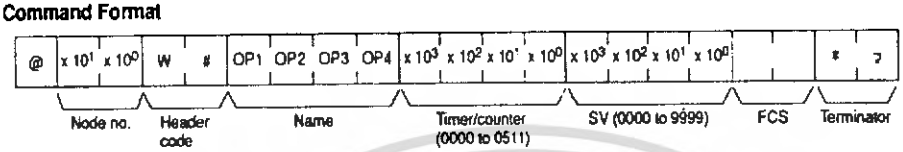
Note The instruction name specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

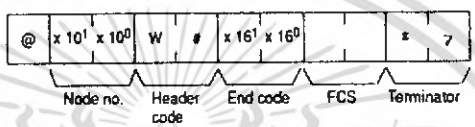
11-3-18 SV CHANGE 1 — W#

Searches for the first instance of the specified TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) instruction in the user's program and changes the SV to new constant SV specified in the second word of the instruction. The program is searched from the beginning, and it may therefore take approximately 10 seconds to produce a response

Command Format



Response Format



Parameters

Name, TC Number (Command)
In "Name," specify the name of the instruction, in four characters, for changing the SV. In "TC number," specify the timer/counter number used for the instruction.

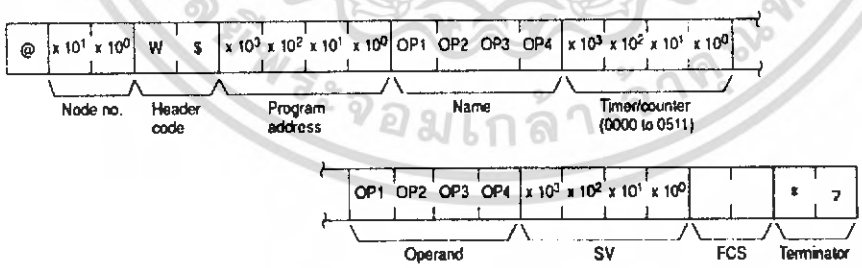
Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

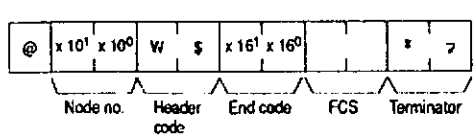
11-3-19 SV CHANGE 2 — W$

Changes the contents of the second word of the TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) at the specified program address in the user's program. This can only be done with a program of less than 10K.

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

Name, TC Number (Command)
In "Name," specify the name of the instruction, in four characters, for changing the SV. In "TC number," specify the timer/counter number used for the instruction.

Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

Operand, SV (Response)
In "Operand," specify the name that indicates the SV classification. Specify the name in four characters. In "SV," specify either the word address where the SV is stored or the constant SV.

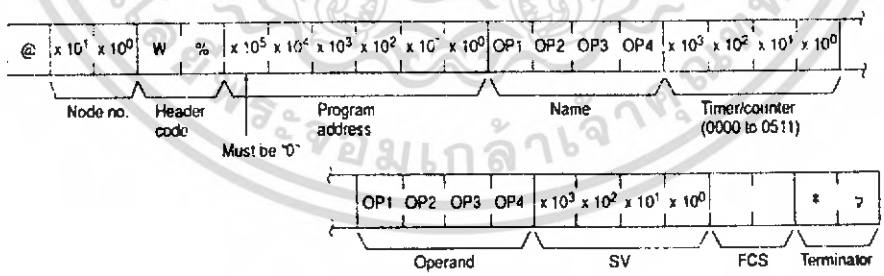
Operand				Classification	Constant or word address
OP1	OP2	OP3	OP4		
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027
D	M	(S)	(S)	DM	0000 to 6655
D	M	*	(S)	DM (indirect)	0000 to 6655
C	O	N	(S)	Constant	0000 to 9999

(S): Space

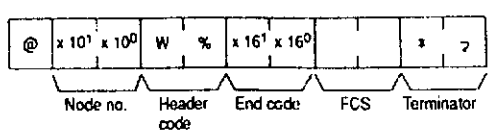
11-3-20 SV CHANGE 3 — W%

Changes the contents of the second word of the TIM, TIMH(15), CNT, CNTR(12), or TTIM(87) at the specified program address in the user's program. With this command, program address can be specified for a program of more than 10K.

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

Name, TC Number (Command)
In "Name," specify the name of the instruction, in four characters, for changing the SV. In "TC number," specify the timer/counter number used for the instruction.

Instruction name				Classification	TC number range
OP1	OP2	OP3	OP4		
T	I	M	(S)	TIMER	0000 to 0511
T	I	M	H	HIGH-SPEED TIMER	
C	N	T	(S)	COUNTER	
C	N	T	R	REVERSIBLE COUNTER	
T	T	I	M	TOTALIZING TIMER	

(S): Space

Operand, New SV (Response)
In "Operand," specify the name that indicates the SV classification. Specify the name in four characters. In "SV," specify either the word address where the SV is stored or the constant SV.

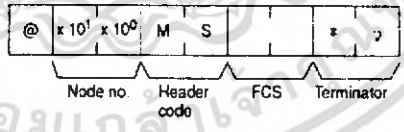
Operand				Classification	Constant or word address
OP1	OP2	OP3	OP4		
C	I	O	(S)	IR or SR	0000 to 0511
L	R	(S)	(S)	LR	0000 to 0063
H	R	(S)	(S)	HR	0000 to 0099
A	R	(S)	(S)	AR	0000 to 0027
D	M	(S)	(S)	DM	0000 to 6655
D	M	*	(S)	DM (indirect)	0000 to 6655
C	O	N	(S)	Constant	0000 to 9999

(S): Space

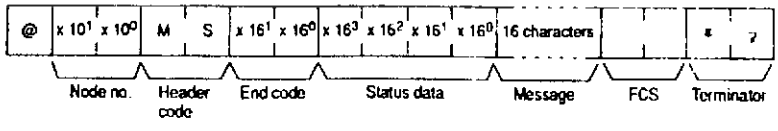
11-3-21 STATUS READ — MS

Reads the PC operating conditions.

Command Format



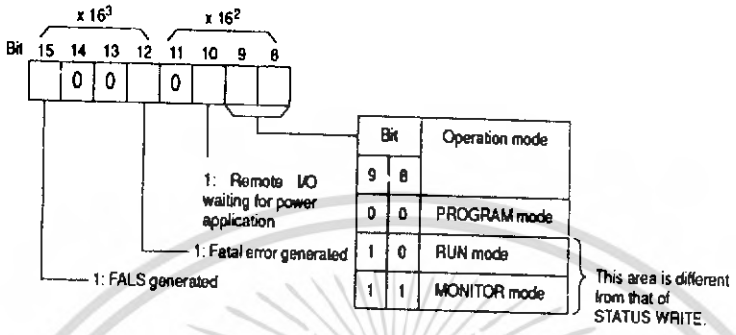
Response Format

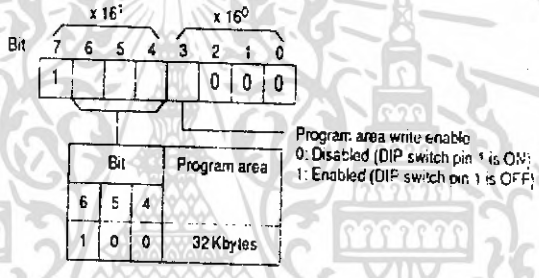


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

Status Data, Message (Response)
"Status data" consists of four digits (two bytes) hexadecimal. The leftmost byte indicates CPU operation mode, and the rightmost byte indicates the size of the program area.



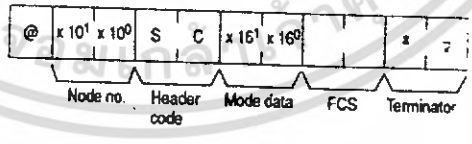


"Message" indicates the FAL/FALS number generated at the point when the command is executed. When there is no message, this is omitted.

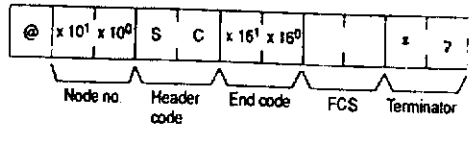
11-3-22 STATUS WRITE — SC

Changes the PC operating mode.

Command Format



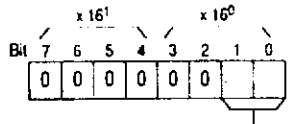
Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

Mode Data (Command)
"Mode data" consists of two digits (one byte) hexadecimal. With the leftmost two bits, specify the PC operating mode. Set all of the remaining bits to "0."



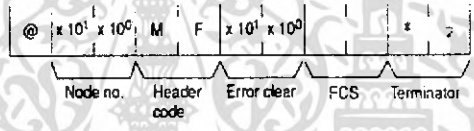
Bit		Operation mode
1	0	
0	0	PROGRAM mode
1	0	MONITOR mode
1	1	RUN mode

This area is different from that of STATUS READ.

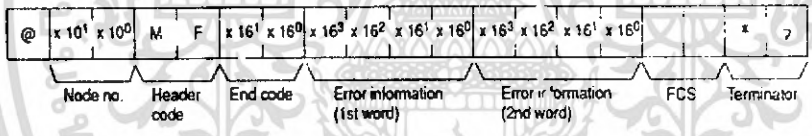
11-3-23 ERROR READ — MF

Reads and clears errors in the PC. Also checks whether previous errors have been cleared.

Command Format



Response Format

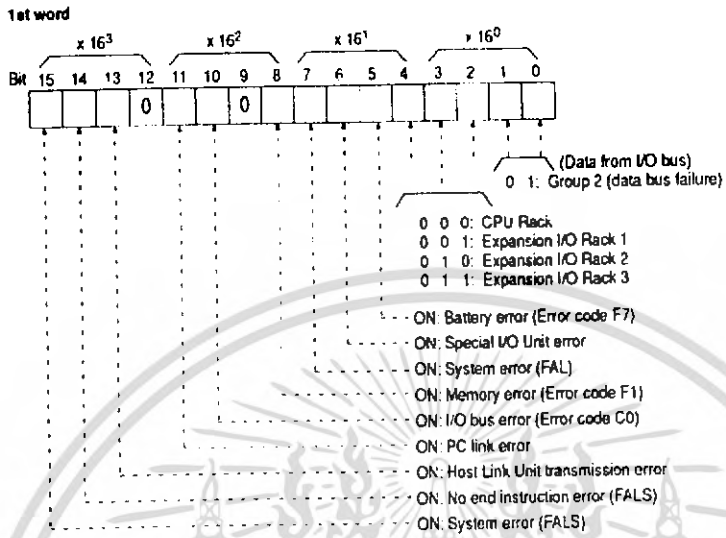


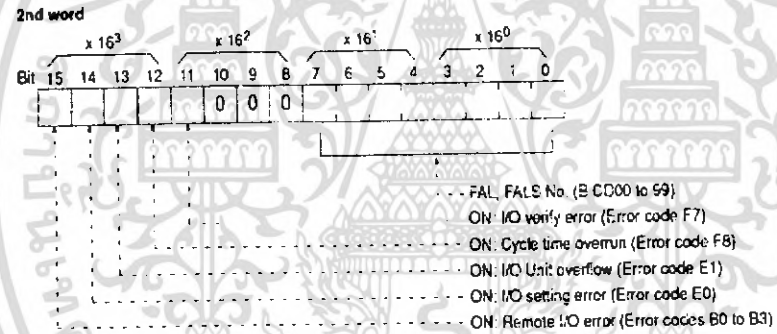
Parameters

Error Clear (Command)
Specify 01 to clear errors and 00 to not clear errors (BCD). Fatal errors can be cleared only when the PC is in PROGRAM mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Error information (Response)
The error information comes in two words.

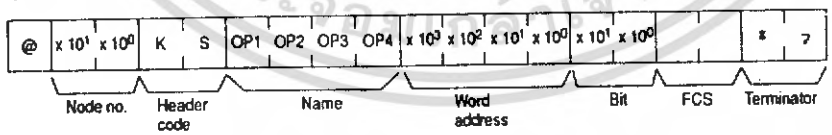




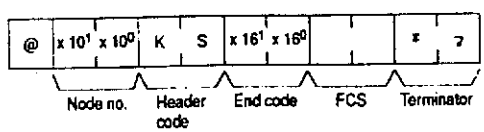
11-3-24 FORCED SET — KS

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)		

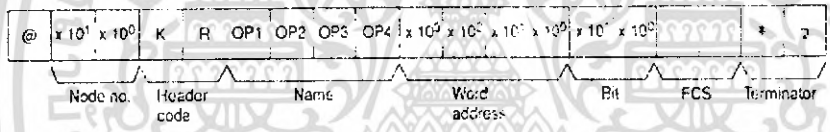
(S): Space

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.

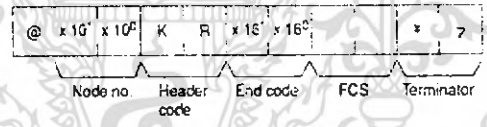
11-3-25 FORCED RESET — KR

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

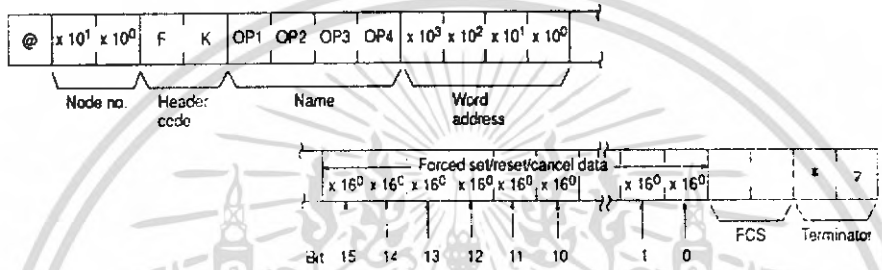
Note 1. The area specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.

2. Words 253 to 255 cannot be set when the CIO Area is specified.

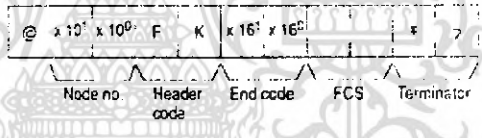
11-3-26 MULTIPLE FORCED SET/RESET — FK

Force sets, force resets, or cancels the status of the bits in one word in the IR, SR, LR, HR, AR, or TC area.

Command Format



Response Format



Parameters

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

Note Words 253 to 255 cannot be set when the CIO Area is specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Forced set/reset/cancel Data (Command)
A separate hexadecimal digit is used to specify the desired process for each bit in the specified word, bits 00 to bit 5. The bits that are merely set or reset may change status the next time the program is executed, but bits that are force-set or force-reset will maintain the forced status until it is cleared. If the item specified under "Name" is a timer or counter, the status of the Completion Flag can be force-set or force-reset using bit 15, and all other bits will be ignored. Only force-setting and force-resetting are possible for timers/counters.

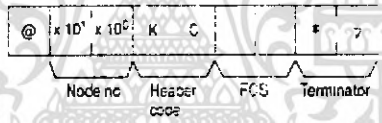
Bits 00 to 15	Setting
00	Bit status not changed
02	Reset
03	Set
04	Forced-reset
05	Forced-set
08	Forced set/reset status cancel

Note The item specified under "Name" must be in four characters. Fill any gaps with spaces to make a total of four characters.

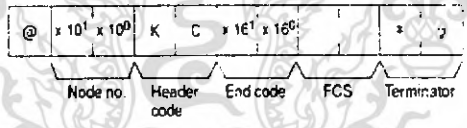
11-3-27 FORCED SET/RESET CANCEL — KC

Cancels all forced set and forced reset bits (including those set by FORCED SET, FORCED RESET, and MULTIPLE FORCED SET/RESET). If multiple bits are set, the forced status will be cancelled for all of them. It is not possible to cancel bits one by one using KC.

Command Format



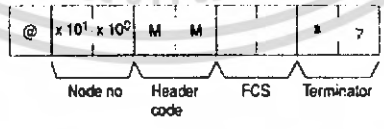
Response Format



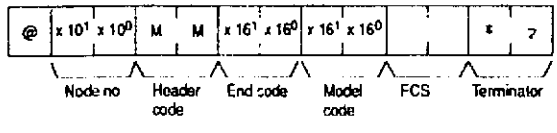
11-3-28 PC MODEL READ — MM

Reads the model type of the PC.

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

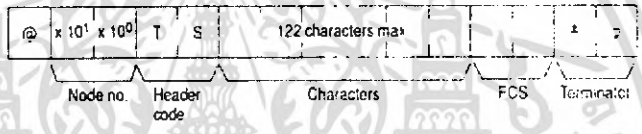
Model Code
"Model code" indicates the PC model in two digits hexadecimal.

Model code	Model
01	C250
02	C500
03	C120
0E	C2000
10	C1000H
11	C2000H/CQM1
12	C20H/C28H/C40H/C200H/C200HS
20	CV500
21	CV1000
22	CV2000
40	CVM1-CPU01-E
41	CVM1-CPU11-E

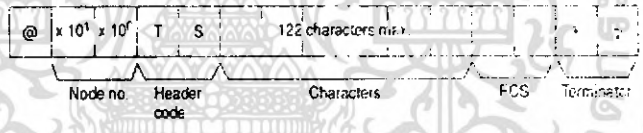
11-3-29 TEST— TS

Returns, unaltered, one block of data transmitted from the host computer.

Command Format



Response Format



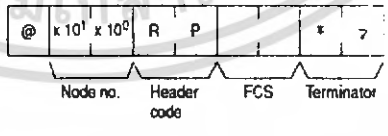
Parameters

Characters (Command, Response)
For the command, this setting specifies any characters other than the carriage return (CHR$(13)). For the response, the same characters as specified by the command will be returned unaltered if the test is successful.

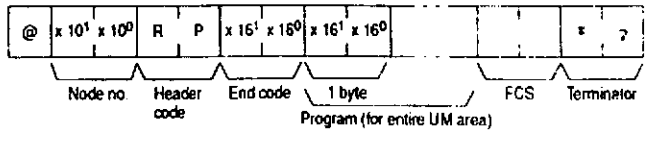
11-3-30 PROGRAM READ — RP

Reads the contents of the PC user's program area in machine language (object code). The contents are read as a block, from the beginning to the end.

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

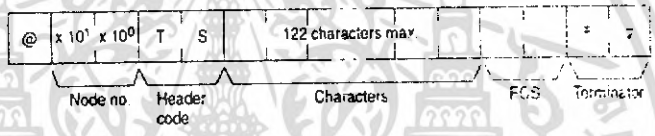
Model Code
"Model code" indicates the PC model in two digits hexadecimal.

Model code	Model
01	C250
02	C500
03	C120
0E	C2000
10	C1000H
11	C2000H/CQM1
12	C20H/C28H/C40H/C200H/C200HS
20	CV500
21	CV1000
22	CV2000
40	CVM1-CPU01-E
41	CVM1-CPU11-E

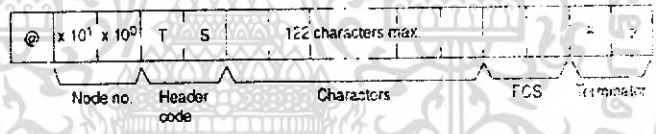
11-3-29 TEST— TS

Returns, unaltered, one block of data transmitted from the host computer.

Command Format



Response Format



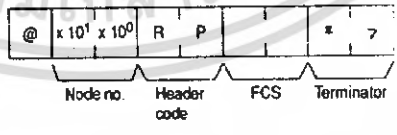
Parameters

Characters (Command, Response)
For the command, this setting specifies any characters other than the carriage return (CHRS(13)). For the response, the same characters as specified by the command will be returned unaltered if the test is successful.

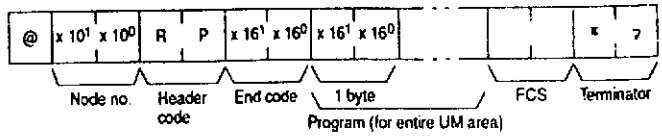
11-3-30 PROGRAM READ — RP

Reads the contents of the PC user's program area in machine language (object code). The contents are read as a block, from the beginning to the end.

Command Format



Response Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameters

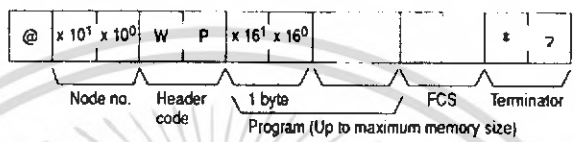
Program (Response)
The program is read from the entire program area.

Note To stop this operation in progress, execute the ABORT (XZ) command.

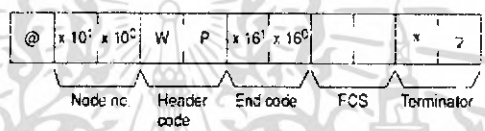
11-3-31 PROGRAM WRITE — WP

Writes to the PC user's program area the machine language (object code) program transmitted from the host computer. The contents are written as a block, from the beginning.

Command Format



Response Format



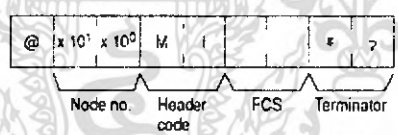
Parameters

Program ((Command)
Program data up to the maximum memory size.

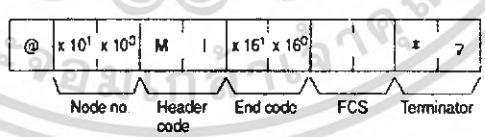
11-3-32 I/O TABLE GENERATE — MI

Corrects the registered I/O table to match the actual I/O table.

Command Format



Response Format



11-3-33 COMPOUND COMMAND — QQ

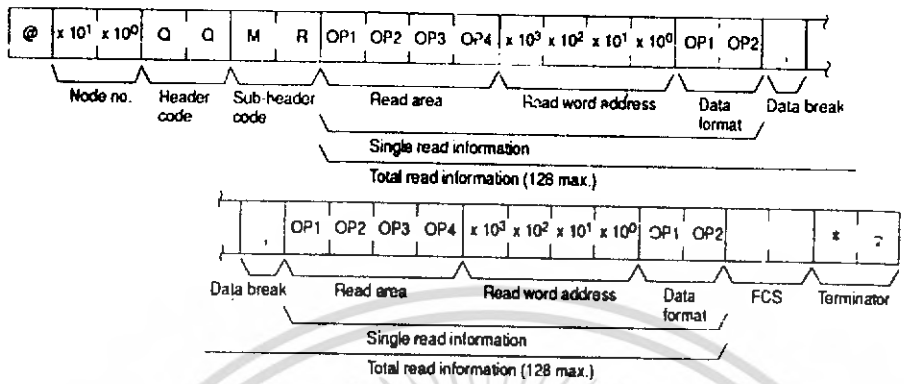
Registers at the PC all of the bits, words, and timers/counters that are to be read, and reads the status of all of them as a batch.

Registering Read Information

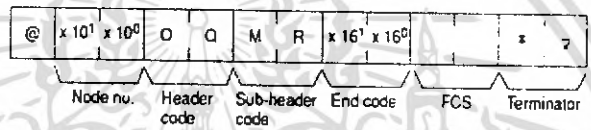
Register the information on all of the bits, words, and timers/counters that are to be read.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command Format



Response Format



Parameters

Read Area (Command)
Specify in four-character code the area that is to be read. The codes that can be specified are listed in the following table.

Read Word address, Data Format (Command)
Depending on the area and type of data that are to be read, the information to be read is as shown in the following table. The "read data" is specified in four digits BCD, and the data format is specified in two digits BCD.

Area classification	Read data	Read area	Read word	Data format
IR or SR	Bit	CIO (S)	0000 to 0255	00 to 15 (decimal)
	Word			"CH"
LR	Bit	LR (S) (S)	0000 to 0063	00 to 15 (decimal)
	Word			"CH"
HR	Bit	HR (S) (S)	0000 to 0099	00 to 15 (decimal)
	Word			"CH"
AR	Bit	AR (S) (S)	0000 to 0027	00 to 15 (decimal)
	Bit			"CH"
Timer	Completion Flag	TIM (S)	0000 to 0511	2 characters other than "CH"
	PV			"CH"
High-speed timer	Completion Flag	TIMH	0000 to 0511	2 characters other than "CH"
	PV			"CH"
Counter	Completion Flag	CNT (S)	0000 to 0511	2 characters other than "CH"
	PV			"CH"
Reversible counter	Completion Flag	CNTR	0000 to 0511	2 characters other than "CH"
	PV			"CH"
Totalizing timer	Completion Flag	TTIM	0000 to 0511	2 characters other than "CH"
	PV			"CH"
DM	Word	DM (S) (S)	0000 to 6655	Any 2 characters

(S): Space

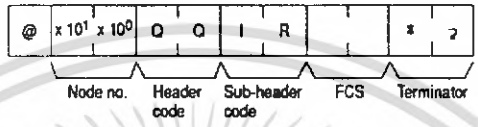
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Break (Command)
The read information is specified one item at a time separated by a break code (,). The maximum number of items that can be specified is 128. (When the PV of a timer/counter is specified, however, the status of the Completion Flag is also returned, and must therefore be counted as two items.)

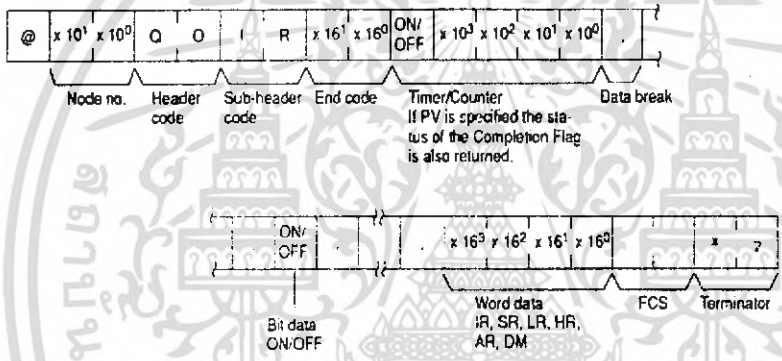
Batch Reading

The bit, word, and timer/counter status is read as a batch according to the read information that was registered with QQ.

Command Format



Response Format



Parameters

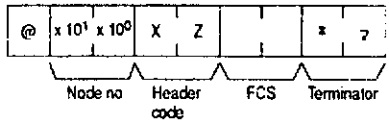
Read Data (Response)
Read data is returned according to the data format and the order in which read information was registered using QQ. If "Completion Flag" has been specified, then bit data (ON or OFF) is returned. If "Word" has been specified, then word data is returned. If "PV" has been specified for timers/counters, however, then the PV is returned following the Completion Flag.

Data Break (Response)
The break code (,) is returned between sections that are read.

11-3-34 ABORT — XZ

Aborts the Host Link operation that is currently being processed, and then enables reception of the next command. The ABORT command does not receive a response.

Command Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-3-35 INITIALIZE — **

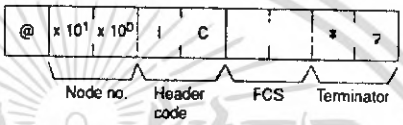
Initializes the transmission control procedure of all the PCs connected to the host computer. The INITIALIZE command does not use node numbers or FCS, and does not receive a response.

Command Format

11-3-36 Undefined Command — IC

This response is returned if the header code of a command cannot be decoded. Check the header code.

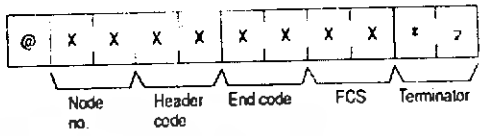
Command Format



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11-4 Host Link Errors

These error codes are received as the response code (end code) when a command received by the C200HS from a host computer cannot be processed. The error code format is as shown below.



The header code will vary according to the command and can contain a subcode (for composite commands).

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.

Power Interruptions

The following responses may be received from the C200HS if a power interruption occurs, including momentary interruptions. If any of these responses are received during or after a power interruption, repeat the command.

Undefined Command Response

@00IC4A*$_{CR}$

No Response

If no response is received, abort the last command and resend.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้