

ระบบควบคุมตรวจสอบคลังจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติผ่านเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต

THE MONITORING AND CONTROL AUTOMATIC WAREHOUSE  
SYSTEM VIA THE INTERNET



นายคุณุตม์

ฮ่องเซ่ง

นายปิโยทัย

มหัศนาคม

นายสุภักดิ์

แตงขาว

ปพ.

ค 1284

2544

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....45860  
วัน, เดือน, ปี.....19 ก.พ. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม  
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6-11982101

**THE MONITORING AND CONTROL AUTOMATIC WAREHOUSE  
SYSTEM VIA THE INTERNET**



**KANUT                      HONGSANG  
PIYOTHAI                  MAHASANACOM  
SUPAKDEE                THANGKOW**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING  
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG**

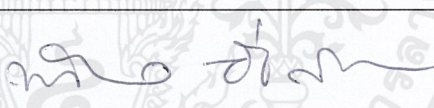
**2001**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

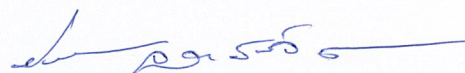
หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบควบคุมตรวจสอบคลังจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติผ่านเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต  
THE MONITORING AND CONTROL AUTOMATIC WAREHOUSE  
SYSTEM VIA THE INTERNET

นักศึกษาผู้จัดทำ นายคมุทธิ์ ช่องเซ่ง รหัสประจำตัว 42015382  
นายปิโยทัย มหัทสนาคม รหัสประจำตัว 42015394  
นายสุภักดิ์ แดงขาว รหัสประจำตัว 42015413  
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม  
ปีการศึกษา 2544

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อาจารย์ ทวีพล ชื่อสัตย์	
อาจารย์ อาจินต์ น่วมสำราญ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันพุธที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2545  
สถานที่สอบ ณ ห้องสอบปริญญาานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว



(ผศ. ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมตรวจสอบคลังจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	
	THE MONITORING AND CONTROL AUTOMATIC WAREHOUSE SYSTEM VIA THE INTERNET	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายคณุตม์	ช่องเซ่ง
	นายปิโยทัย	มหัศนาคม
	นายสุภักดิ์	แดงขาว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ทวีพล	ชื้อสตัย
	อาจารย์อาจินต์	น่วมสำราญ
ปีการศึกษา	2544	

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อการออกแบบระบบจัดการร่วมกับการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ โดยออกแบบระบบควบคุมและออกแบบโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลคลังพัสดุ ให้กับเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ ด้วยเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ (PLC) ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้การตรวจสอบการทำงานของเครื่องจัดเก็บมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ระบบนี้จึงออกแบบให้สามารถตรวจสอบสถานะระยะไกล โดยมีกล้องวีดีโอจับภาพการทำงานของเครื่องจัดเก็บผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังนั้นผู้ที่ต้องการตรวจสอบพัสดुकงคลังสามารถจะกระทำจากที่ใดก็ได้จึงช่วยลดเวลานำซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บลงได้ด้วย

<b>Thesis Title</b>	The Monitoring And Control Automatic Warehouse System Via The Internet	
<b>Authors</b>	Mr.Kanut	Hongsang
	Mr.Piyothai	Mahasanacom
	Mr.Srihanu	Kachanant
<b>Thesis Advisor</b>	Taweepol	Suesat
	Arjin	Noumsomran

## ABSTRACT

This thesis present the development of MIS combine with automatic machine control. The control system of automatic warehouse and inventory database management software designed base on PLC and Computer. More over the system can be able to monitor by a web and control via the Internet. There fore, the operator can be checking and ordering a product at anywhere so that the lead time is decreased and the holding cost is decreased also

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับความเมตตาจาก อาจารย์ทวีพล ซื่อสัตย์ และอาจารย์อาจินต์ น่วมสำราญ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเพื่ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำปริญญาานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้าง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ได้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียไม่ได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ อันเป็นที่รักยิ่ง ที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



คณะผู้จัดทำ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 แนวความคิดในการนำเสนอปริญญาานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาานิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์.....	2
1.4 รายละเอียดของปริญญาานิพนธ์.....	2
<b>บทที่ 2 ตัวแบบพัสดुकงคลัง.....</b>	<b>3</b>
2.1 ประเภทและหน้าที่ของพัสดुकงคลัง.....	4
2.2 การมีพัสดुकงคลังมีทั้งผลดีและผลเสีย ในส่วนที่เป็นข้อดีหรือประโยชน์.....	5
2.3 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพัสดुकงคลัง.....	5
2.4 การใช้ตัวแบบพัสดुकงคลังช่วยในการตัดสินใจ.....	6
2.5 การคำนวณหาปริมาณสั่งประหยัดสุด.....	7
2.6 การหาจุดสั่งซื้อ.....	8
2.7 การกำหนดจำนวนสินค้าสำรอง.....	9
<b>บทที่ 3 การติดต่อสื่อสารและส่งผ่านข้อมูล.....</b>	<b>12</b>
3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม.....	12
3.1.1 การส่งข้อมูลแบบซิมเพิล็กซ์ (Simplex) และ ดูเพิล็กซ์(Duplex).....	13
3.1.2 โพรโทคอลของการสื่อสารแบบอนุกรม.....	13
3.1.3มาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบ RS232C.....	15

# สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.1.4 พอร์ทัลสื่อสารอนุกรม.....	16
3.2 Programmable Logic Controller(PLC).....	17
3.2.1 ส่วนประกอบของ PLC.....	18
3.2.1.1 Memory Unit (หน่วยความจำ).....	18
3.2.1.2 หน่วยความจำชนิดต่างๆ.....	19
3.2.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU).....	19
3.2.2 ส่วนของหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (I / O Unit).....	20
3.2.3 เครื่องป้อนโปรแกรม(Programming Device , Hand Held).....	20
3.3 การติดตั้ง Host Link Unit.....	21
3.3.1 ระดับปฏิบัติการ.....	24
3.3.2 การเลือกชนิดของการเชื่อมต่อ(Link Type Selector).....	24
3.3.3 ระดับความต้องการในการติดต่อกับ PLC (Command Levels).....	24
3.4 การส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมพีแอลซี.....	25
3.4.1 รูปแบบของบล็อก ( BLOCK FORMAT ).....	25
3.5 ระบบเน็ตเวิร์ก.....	27
3.5.1 ความหมายและความสำคัญของ Local Area Network (LAN).....	27
3.5.2 โครงสร้างของ LAN ประกอบด้วย.....	28
3.5.3 ประเภทของเน็ตเวิร์ก.....	29
3.5.4 โครงสร้างของระบบเน็ตเวิร์ก (Network Topology ).....	31
3.6 ตัวกลางในการส่ง.....	34
3.7 อินเทอร์เน็ต (Internet).....	35
3.7.1 จุดเริ่มต้นของอินเทอร์เน็ต.....	35
3.7.2 การเติบโตของอินเทอร์เน็ต.....	36
3.7.3 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ต.....	36
3.7.4 OSI โมเดล.....	36
3.7.5 พื้นฐานต่างๆของการเชื่อมโยงของ TCP.....	39

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7.6 อุปกรณ์เชื่อมต่อ.....	39
3.7.7 Domain Name System (DNS).....	43
3.7.8 การเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ต.....	44
3.7.8.1 การเชื่อมต่อโดยตรง (Direct Connection).....	46
3.7.8.2 เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์แบบ Dialup IP.....	47
3.7.8.3 เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายทางโทรศัพท์ โดยใช้งานเป็นเทอร์มินัลของอินเทอร์เน็ต.....	47
3.7.9 Property ต่างๆ ของ Control Winsock.....	49
3.7.9.1 พรอพเพอร์ตี้ที่ State ( State Property ).....	50
3.7.9.2 การใช้เมธอดต่างๆ ของคอนโทรล โทล.....	51
3.7.9.3 การรับฟังและการเชื่อมต่อ (Listening and Connecting ).....	52
3.7.9.4 การส่งและรับข้อมูล ( Sending and RetrievingData ).....	52
3.7.9.5 การใช้เหตุการณ์ต่างๆของคอนโทรล Winsock.....	52
3.7.9.6 การเชื่อมต่อและการปิด (Connecting and Closing).....	53
3.7.9.7 การติดตามข้อมูล (Tracking the Data).....	53
3.7.9.8 การพบข้อผิดพลาดต่าง (Encountering Errors).....	53
<b>บทที่ 4 การออกแบบและโครงสร้างของระบบ.....</b>	<b>54</b>
4.1 การออกแบบระบบการจับเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ.....	54
4.2 กล้อง (Camera).....	55
4.3 รถไฟคลิฟท์.....	55
<b>บทที่ 5 การทดลอง.....</b>	<b>60</b>
5.1 การทดลอง.....	60
5.2 โปรแกรมสำหรับ Server.....	60
5.3 ลำดับขั้นการทดลองของเครื่อง Server.....	61
5.4 โปรแกรมสำหรับ Client.....	62

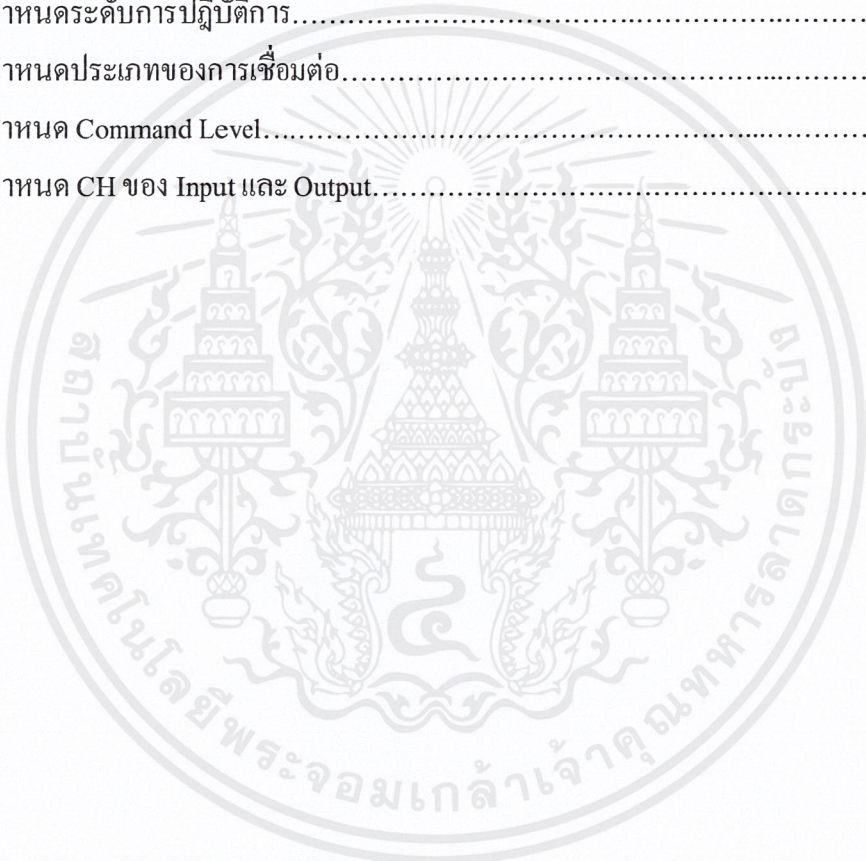
## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.5 ลำดับขั้นการทดลองของเครื่อง Client.....	62
5.6 สรุปผลการทดลอง.....	63
<b>บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>64</b>
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>65</b>



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ขาสัญญาณต่าง ๆ ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232 Standard.....	16
3.2 แสดงการกำหนดสวิตช์.....	21
3.3 การกำหนด Mode.....	22
3.4 การกำหนด Parity / Transmission code .....	22
3.5 การกำหนด Baud Rate.....	23
3.6 การกำหนดระดับการปฏิบัติการ.....	23
3.7 การกำหนดประเภทของการเชื่อมต่อ.....	23
3.8 การกำหนด Command Level.....	23
4.1 การกำหนด CH ของ Input และ Output.....	59



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 จุดตั้งซ้ำ.....	9
2.2 การเกิดสินค้าขาดเมื่อสินค้าใหม่ส่งมาซ้ำ.....	10
2.3 การเกิดสินค้าขาดเมื่อความต้องการสินค้าสูงกว่าที่คาดไว้.....	10
2.4 การสั่งซื้อโดยมีสินค้าสำรอง.....	11
3.1 แสดงการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบต่าง.....	13
3.2 แสดงแบบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส.....	15
3.3 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเทอร์เฟซแบบ RS232C.....	15
3.4 ตำแหน่งขาของ DB-9 และ DB-25.....	16
3.5 โครงสร้างของPLC.....	18
3.6 Input / Output Scan และ Program Scan.....	20
3.7 แสดง Dip switch 1 ของ Host Link Unit.....	21
3.8 แสดง Dip switch 2 ของ Host Link Unit.....	22
3.9 การส่งสัญญาณควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม RS – 232.....	25
3.10 แบบของบล็อกคำสั่ง.....	25
3.11 แสดงโครงสร้าง Local Area Network ของระบบ.....	27
3.12 แสดงเพียร์ทูเพียร์เน็ตเวิร์ก.....	30
3.13 แสดงไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์.....	31
3.14 Bus Network.....	32
3.15 Ring Network.....	33
3.16 Star Network.....	33
3.17 OSI Model.....	37
4.1 แสดงส่วนประกอบของระบบการจับเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ.....	54
4.2 แสดงโครงสร้างรถไฟคลิฟท์.....	56
4.3 แสดงวงจร PLC.....	56
4.4 แสดง Flowchart การทำงานของ PLC.....	57
4.5 แสดง Flowchart การทำงานของ Program VB.....	58

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 แสดง Dip Switch ของ Input และ Output ของ PLC รุ่น SRM-C02.....	59
5.1 แสดง From Load Password.....	60
5.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมสำหรับ Server.....	60
5.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมสำหรับ Client.....	62
5.4 แสดงการทำงานของแสดงการทำงานของรถโฟล์คคลิฟท์.....	63



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 แนวความคิดในการนำเสนอปรัชญานิพนธ์

แนวความคิดในการนำเสนอปรัชญานิพนธ์นี้มีจุดเริ่มต้นมาจากความต้องการนำระบบจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ มาใช้แทนระบบจัดเก็บผลิตภัณฑ์แบบเดิมซึ่งในคลังสินค้าขนาดใหญ่การจัดเก็บผลิตภัณฑ์มักพบว่าต้องจัดเก็บผลิตภัณฑ์คงคลังไว้จำนวนมากซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและแรงงานสูง ตลอดจนขั้นตอนในการปฏิบัติงานทำได้อย่างล่าช้า

ด้วยเหตุนี้ในปรัชญานิพนธ์ จึงได้ศึกษาถึง วิธีการออกแบบระบบจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ ซึ่งระบบประกอบด้วย เครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์ และรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุมพีแอลซี(Programmable Logic Controller:PLC) และคอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่ในการจัดทำฐานข้อมูล และการควบคุมพัสดุตลอดจนส่งสัญญาณการควบคุมผ่านพอร์ตควบคุม RS 232 ไปยังเครื่องควบคุมพีแอลซี การปฏิบัติงานในแต่ละส่วนของระบบที่สามารถทำงานได้สัมพันธ์กันโดยอัตโนมัติ โดยโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์นี้พัฒนาด้วย Microsoft Visual Basic 6 ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window 98

ในส่วนของการควบคุมคลังพัสดุจะอาศัยทฤษฎีของตัวแบบคงเหลือ (Inventory Model ) มาออกแบบโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการคำนวณคำสั่งใหม่ ( Re – Order Level : ROL ) จำนวนพัสดุกักตุน ( Buffer Stock ) และจัดทำฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ซึ่งชนิดของผลิตภัณฑ์ จะถูกระบุด้วยรหัสแถบ (Bar Code )และการรายงานผลตลอดจนส่งสัญญาณการควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์มายังเครื่องควบคุมพีแอลซีเพื่อควบคุม รถโฟล์คลิฟท์ และเครื่องจัดเก็บให้ทำการจัดเก็บผลิตภัณฑ์โดยอัตโนมัติซึ่งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์นี้พัฒนาด้วย Microsoft Visual Basic 6. ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window 98. ไฟล์ฐานข้อมูลที่จัดเก็บบนเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นไฟล์ฐานข้อมูลแบบมาตรฐาน สำหรับโปรแกรมที่จัดทำฐานข้อมูลบนระบบจัดการ Window 98. เช่น Microsoft Access ซึ่งสามารถตรวจสอบฐานข้อมูลได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่บนระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ ( Local Area Network:LAN) เดียวกัน

การทำงานทางกลของเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์ และรถไฟคลิฟท์จะถูกควบคุมด้วยการเขียนโปรแกรมแลคเตอร์บนเครื่องควบคุมพีแอลซีซึ่งจะสัมพันธ์กันกับฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อป้องกันการจัดเก็บซ้ำซ้อน และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษามาตรฐานการเชื่อมต่อและการส่งสัญญาณผ่านพอร์ทอนุกรม
2. สามารถนำมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรมมาใช้ในการควบคุมได้
3. ออกแบบและสร้างรถไฟคลิฟท์เพื่อใช้ในการรับส่งผลิตภัณฑ์ให้สะดวก รวดเร็ว
4. เขียน โปรแกรมควบคุมเพื่อควบคุมการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการจัดทำฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์
5. สามารถควบคุมการส่งผ่านข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

## 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถติดต่อสื่อสารเพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ PLC ได้
2. สามารถควบคุมส่งผ่านข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้
3. ออกแบบและสร้างรถไฟคลิฟท์เพื่อใช้ในการรับส่งผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถควบคุมด้วย PLC ได้
4. สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งมีการจัดทำฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์
5. สามารถดูการทำงานของเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์และรถไฟคลิฟท์ผ่านกล้องซึ่งสามารถดูได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Server และ Client

## 1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

- ภายในปริญญานิพนธ์เล่มนี้แบ่งออกเป็น 6 บทด้วยกัน โดยมีรายละเอียดแต่ละบทดังนี้
- บทที่1 เป็นการกล่าวนำและวัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์และขอบเขตของการศึกษา
- บทที่2 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีของตัวแบบพัสดุดึงคลึง
- บทที่3 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีของการติดต่อสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ Winsock Control
- บทที่4 เป็นการกล่าวถึงการออกแบบของส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในระบบ
- บทที่5 เป็นการกล่าวถึงการทดลอง

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการพัฒนาการออกแบบระบบควบคุมเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ตัวแบบพัสดुकงคลัง

ตัวแบบคลังพัสดุ ( inventory model ) เป็นเทคนิคเชิงปริมาณอีกอย่างหนึ่งที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เริ่มตั้งแต่แฮร์ริส ( F. W. Harris ) ได้พัฒนาหลักการที่เป็นที่รู้จักกันดีในนามของ ตัวแบบปริมาณสั่งประหยัดสุด ( Economic Order Quantity Model หรือ EOQ Model ) ขึ้นในราว พ. ศ. 2458 ตัวแบบปริมาณสั่งประหยัดสุดเป็นตัวแบบเชิงปริมาณที่ช่วยในการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อสินค้า วัตถุดิบ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ในการผลิต หรือกำหนดปริมาณการสั่งผลิตสินค้าได้อย่างเหมาะสม อีกประมาณ 20 ปี ต่อมา เรย์มอนด์ ( F. E. Raymond ) ก็ได้ปรับปรุงพัฒนาตัวแบบปริมาณสั่งประหยัดสุดของแฮร์ริสให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

พัสดुकงคลังเป็นรายการสินทรัพย์ที่สำคัญรายการหนึ่ง ซึ่งถ้ามีการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพแล้วจะกระทบกระเทือนการดำเนินงานและความสำเร็จขององค์กรได้ การเก็บสินค้าไว้ในสต็อกน้อยเกินไปอาจเกิดปัญหาของไม่พอใช้หรือสินค้าไม่พอขาย นั่นหมายถึงการเสียโอกาสที่ได้รับกำไรจากการขายของนั้น นอกจากนั้น ยังทำให้เกิดการหยุดชะงักหรือไม่คล่องตัวในการดำเนินงาน หรือถ้าเป็นกิจการที่ทำการผลิตการขาดแคลนวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการผลิตอาจก่อให้เกิดปัญหาถึงกับต้องหยุดการผลิต ซึ่งนับเป็นความเสียหายอย่างยิ่งขององค์กร ในทางตรงข้าม ถ้ากิจการต้องการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว โดยเก็บสินค้าไว้มากจนเกินไปนอกจากจะทำให้เงินทุนจมอยู่ในพัสดुकงคลังแล้วยังก่อให้เกิดต้นทุนด้านต่างๆ เช่น ต้นทุนการดูแลรักษา ค่าเช่าโกดังเก็บสินค้า ค่าใช้จ่ายอันเกิดจากสินค้าเสื่อมสภาพ สูญหาย หรือล้าสมัยไปก่อนที่จะเบิกมาใช้ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการมีพัสดुकงคลังที่เหมาะสม ซึ่งในการนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาหลักการ วิธีการ มีการบันทึกข้อมูล การรวบรวมข้อมูล และการจัดการที่เป็นระบบเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดการพัสดुकงคลังอันจะช่วยลดปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้ และยังคงช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งหมายถึงการช่วยเพิ่มกำไรให้แก่องค์กรด้วย

#### 2.1 ประเภทและหน้าที่ของพัสดुकงคลัง

พัสดुकงคลังหมายถึงของใดๆที่เก็บไว้ในโกดัง คลังสินค้าหรือสถานที่เก็บสินค้าเพื่อรอการนำไปใช้ พัสดुकงคลังแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. วัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่จัดซื้อมาเพื่อใช้ในการผลิตสินค้า

2. สินค้าระหว่างผลิต
3. วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ
4. สินค้าสำเร็จรูปที่ซื้อมาขาย หรือผลิตเสร็จแล้วรอที่จะขายให้ลูกค้า

## 2.2 การมีพัสดुकคงคลังมีทั้งผลดีและผลเสีย ในส่วนที่เป็นข้อดีหรือประโยชน์ ได้แก่

1. ทำให้กิจการสามารถเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงของความต้องการของลูกค้าได้โดยไม่เกิดปัญหาสินค้าขาดมือ ส่วนในบางช่วงเวลาที่สินค้ามีเกินความต้องการก็สามารถเก็บสินค้าที่เหลือไว้ในสต็อกเพื่อไว้ชดเชยในช่วงที่ความต้องการสินค้าสูงกว่าที่คาดไว้

2. ในด้านที่กิจการเป็นผู้ต้องการซื้อสินค้าเพื่อไว้ใช้ในการผลิตหรือในการดำเนินงานของกิจการ การมีสินค้าเก็บไว้จะช่วยป้องกันการขาดแคลนสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่มีตาม ฤดูกาล หรือมีผู้ผลิตผู้ขายน้อยราย สินค้าที่หายาก หรือสินค้าที่มีการส่งสินค้าไม่แน่นอน นอกจากนี้ ในบางครั้งอาจเกิดเหตุขัดข้องที่ทำให้ผู้ขายไม่สามารถส่งสินค้าให้ตามกำหนดได้ก็ยังมีสินค้าที่เก็บไว้ใช้ได้

3. เพื่อให้การผลิตดำเนินไปได้อย่างสม่ำเสมอ

4. ช่วยลดต้นทุนสินค้าเนื่องจากการสั่งซื้อปริมาณมากหรือสั่งผลิตคราวละมากๆ

5. ช่วยประหยัดต้นทุนการสั่งซื้อ ได้แก่ ต้นทุนการออกไปสั่งซื้อ การติดตามการสั่งซื้อ การตรวจจับสอนค้า ฯลฯ โดยการสั่งทีละมากๆและไม่ต้องสั่งบ่อย

## 2.3 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพัสดुकคงคลัง

ในการจัดการพัสดुकคงคลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้ายาการค้าที่มีมูลค่าการใช้ต่อปีสูงควรมีการวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายอย่างละเอียด เพื่อสามารถนำเทคนิคเชิงปริมาณมาช่วยในการตัดสินใจได้ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพัสดुकคงคลังแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ต้นทุนผลิตภัณฑ์ ( product cost ) คือต้นทุนของพัสดुकคงคลังนั้นๆ ซึ่งถ้าเป็นวัตถุดิบ ชิ้นส่วน อุปกรณ์ หรือส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตก็ได้แก่ราคาที่สั่งซื้อเข้ามาใช้ในการผลิตหรือเป็นวัสดุที่ใช้ในการดำเนินงาน

2. ต้นทุนการสั่งซื้อ ( ordering cost ) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการที่กิจการทำการสั่งซื้อสินค้าหรือสั่งผลิตสินค้า

3. ต้นทุนการเก็บรักษา ( carrying cost ) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการที่กิจการมีสินค้าสำรองไว้ที่คลัง ได้แก่

3.1. ค่าดอกเบี้ยเงินลงทุน ซึ่งกิจการต้องเสียไปในการเก็บสินค้าไว้ในคลัง

หรือค่าเสียโอกาสที่จะได้รับดอกผลจากจำนวนเงินที่เป็นมูลค่าสินค้าในคลัง

3.2. ค่าสถานที่เก็บสินค้า ได้แก่ ค่าเช่าโกดัง หรือค่าเสื่อมราคาโกดังสินค้าของกิจการ

3.3. ค่าดูแลรักษา ประกอบด้วย ค่าจ้างเงินเดือนของพนักงานบันทึกสินค้า ยามค่าไฟฟ้า ค่าประปาของโกดัง

3.4. ต้นทุนการขนย้ายสินค้า

3.5. ค่าประกันภัยสินค้า

3.6. ค่าสินค้าเสื่อมสภาพ ล้าสมัย หรือสูญหาย

4. ต้นทุนการเกิดสินค้าขาด ในกรณีสินค้านั้นเป็นสินค้าสำเร็จรูปที่รอการจำหน่าย การที่ไม่พอขายทำให้เสียโอกาสที่จะได้รับกำไรจากการขายของนั้น รวมถึงชื่อเสียง และภาพพจน์ของกิจการที่ต้องเสียไป เนื่องจากไม่มีสินค้าเพียงพอที่จะสนองความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการคำนวณต้นทุนการเกิดสินค้าขาด ( stockout cost ) จึงคำนวณได้จากกำไรต่อหน่วยของสินค้าบวกกับต้นทุนในส่วนชื่อเสียงที่กิจการเสียไป โดยคิดต่อหน่วยของสินค้าที่มีไม่พอขาย ซึ่งในส่วนนี้จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับกิจการให้ความสำคัญเพียงใด กิจการมีคู่แข่งน้อยเพียงใด ถ้ามีคู่แข่งมากการที่เกิดสินค้าขาดมีอาจทำให้สูญเสียลูกค้าให้แก่คู่แข่งได้ ส่วนในกรณีที่สินค้านั้นเป็นวัตถุดิบหรือเป็นส่วนประกอบในการผลิตสินค้า การที่ของขาดอาจเป็นเหตุให้การผลิตหยุดชะงักหรือต้องเร่งหาซื้อเป็นกรณีฉุกเฉิน ซึ่งมักต้องซื้อในราคาที่สูงกว่าปกติ หรือต้องเสียค่าปรับเนื่องจากส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนด รวมทั้งเสียความเชื่อถือของลูกค้าที่มีต่อกิจการด้วย การคำนวณค่าใช้จ่ายของการเกิดสินค้าขาดในกรณีหลังนี้ก็จะต้องคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการเกิดสินค้าขาดเช่นเดียวกัน

## 2.4 การใช้ตัวแบบพัสดुकคลังช่วยในการตัดสินใจ

ตัวแบบพัสดुकคลังสามารถช่วยในการตัดสินใจปัญหาหลักๆเกี่ยวกับการจัดการพัสดुकคลังด้านต่างๆดังต่อไปนี้

1. กิจการควรสั่งซื้อสินค้าเป็นจำนวนครั้งละเท่าไร รวมถึงความถี่ในการสั่งซื้อ
2. กิจการควรสั่งซื้อสินค้าเมื่อใด จะรอให้ของหมดพอดีจึงสั่งซื้อใหม่หรือจะรอให้ของเหลือตามจำนวนที่กำหนดไว้จึงสั่ง
3. ถ้ามีการเสนอให้ส่วนลดโดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องซื้อในปริมาณที่มากขึ้นจะตัดสินใจอย่างไร
4. ควรมีสินค้าสำรองไว้บ้างหรือไม่ ด้วยจำนวนเท่าใด

นอกจากนี้แล้วยังมีการตัดสินใจในด้านอื่นๆที่เกี่ยวกับพัสดุคงคลังอีกมากมาย เช่น วิธีการจัดเก็บสินค้า วิธีการบันทึกรายการ การจัดหมวดหมู่สินค้า การจัดระบบสินค้า การควบคุมสินค้า

## 2.5 การคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อประหยัดสุด

การคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อประหยัดสุดโดยใช้ตัวแบบปริมาณสั่งซื้อประหยัดสุด ( EOQ model ) เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายกันมา 70 ปี เพื่อกำหนดปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อแต่ละครั้งให้เหมาะสม อันก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพัสดุคงคลังรวมทั้งสิ้นต่ำสุด การคำนวณควรทราบถึงสมมติฐานที่สำคัญของตัวแบบปริมาณสั่งซื้อประหยัดสุดดังนี้

1. ความต้องการสินค้ามีลักษณะสม่ำเสมอ หรือค่อนข้างสม่ำเสมอ
2. ต้องทราบหรือสามารถประมาณความต้องการสินค้าต่อปี
3. ทราบต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า
4. กิจการจะได้รับสินค้าทั้งหมดพร้อมกัน โดยไม่มีกรณีสินค้าขาดสต็อก

ปริมาณสั่งซื้อประหยัดสุดซึ่งให้ค่าใช้จ่ายรวมทั้งต่ำสุดนั้นจะอยู่ ณ จุดที่ ต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับ ต้นทุนการเก็บรักษาและหลักความจริงนี้จึงได้นำมาพัฒนาสูตรคำนวณขึ้นเพื่อสะดวกและประหยัดเวลาในการคำนวณ โดยกำหนดตัวแปรต่างๆดังต่อไปนี้

ให้  $A$  = มูลค่าสินค้าที่ต้องการใช้ใน 1 ปี ( จำนวนหน่วยที่ต้องการ  $\times$  ราคาต่อหน่วย )

$P$  = ต้นทุนการสั่งซื้อหนึ่งครั้ง

$C$  = ต้นทุนการเก็บรักษา

$R$  = ต้นทุนสินค้า

นำตัวแปรต่างๆข้างต้นมาสร้างเป็นสูตรการคำนวณ โดยใช้หลักการที่ว่า ณ จุดที่มีต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับต้นทุนการเก็บรักษาจะเป็นการสั่งซื้อที่ประหยัดสุดดังนี้

1. จำนวนที่ดีที่สุดในการสั่งซื้อสินค้า =  $\sqrt{\frac{AC}{2P}}$  ครั้ง
2. ปริมาณสินค้าที่ควรสั่งซื้อในแต่ละครั้ง =  $\sqrt{\frac{2AP}{R^2C}}$  หน่วย
3. มูลค่าสินค้าที่สั่งซื้อแต่ละครั้ง =  $\sqrt{\frac{2AP}{C}}$  บาท
4. จำนวนวันที่มีสินค้าไว้ใช้ =  $\sqrt{\frac{299,450 P}{AC}}$  วัน

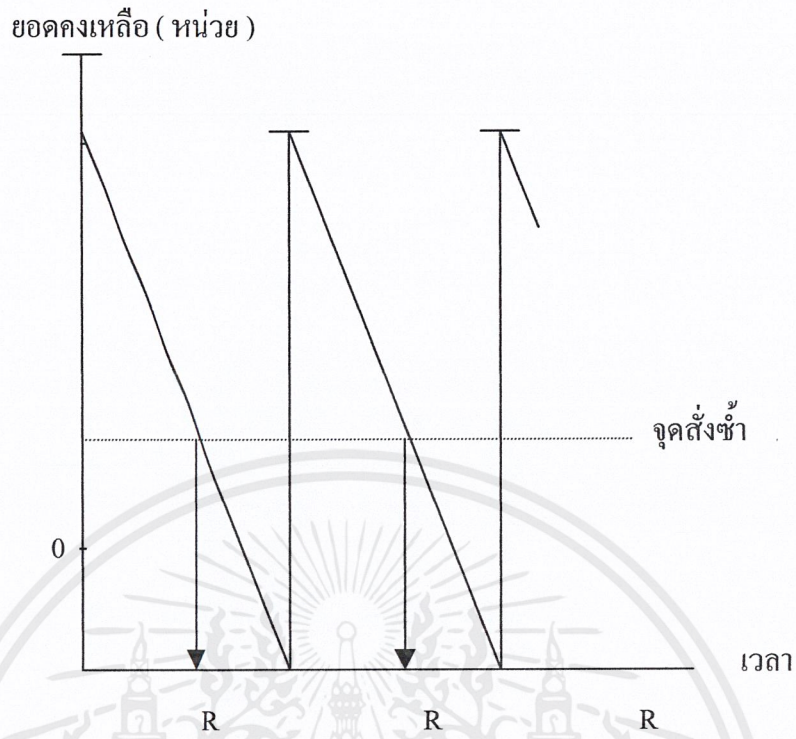
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 การหาจุดสั่งซื้อ

เมื่อตัดสินใจเกี่ยวกับปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง มูลค่าสินค้าที่สั่ง จำนวนครั้งที่สั่งซื้อในหนึ่งปี และช่วงห่างของการสั่งซื้อแต่ละครั้งได้แล้ว สิ่งต่อไปที่ต้องตัดสินใจคือ จะทำการสั่งซื้อเมื่อไร ถ้ากำหนดเวลาสั่งซื้อไม่เหมาะสม เช่น สั่งซื้อเข้าไปจะทำให้สินค้าหมดสต็อกก่อนที่จะได้รับของใหม่ หรือถ้าซื้อเร็วเกินไปของในสต็อกจะมากเกินไป และอาจมีปัญหาด้านที่เก็บสินค้าด้วย ดังนั้นการที่จะตัดสินใจว่าจะสั่งซื้อเมื่อไร จะรอให้สินค้าหมดแล้วจึงสั่ง หรือเมื่อเห็นว่าสินค้าใกล้จะหมดก็ทำการสั่งซื้อใหม่ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการสั่งซื้อสินค้านั้นต้องใช้เวลาานเพียงใดกว่าจะได้รับสินค้า หรือเรียกว่า ( lead time ) ถ้าสั่งซื้อแล้วได้รับสินค้าทันที ( เวลา  $n = 0$  ) ก็รอให้ของในสต็อกหมดพอดีถึงจะทำการสั่งซื้อใหม่ แต่การสั่งซื้อสินค้าบางอย่างต้องใช้เวลาานกว่าจะได้รับสินค้า เช่น เป็นวัน เป็นสัปดาห์ หรือเป็นเดือน การสั่งซื้อสินค้าควรทำแต่เนิ่นๆ เพื่อให้แน่ใจว่าในระหว่างที่รอสินค้าใหม่จะมีสินค้าไว้เพียงพอตามต้องการ ดังนั้นข้อมูลที่ควรทราบคือเวลานำและอัตราการใช้สินค้า เพื่อสามารถคำนวณได้ว่าในช่วงเวลาที่รอสินค้าที่สั่งซื้อใหม่นั้นมีความต้องการใช้สินค้าเป็นจำนวนเท่าไร

จุดสั่งซื้อ = ความต้องการใช้ในช่วงการรอสินค้า

$$= (\text{เวลานำ} \times \text{อัตราการใช้สินค้า})$$



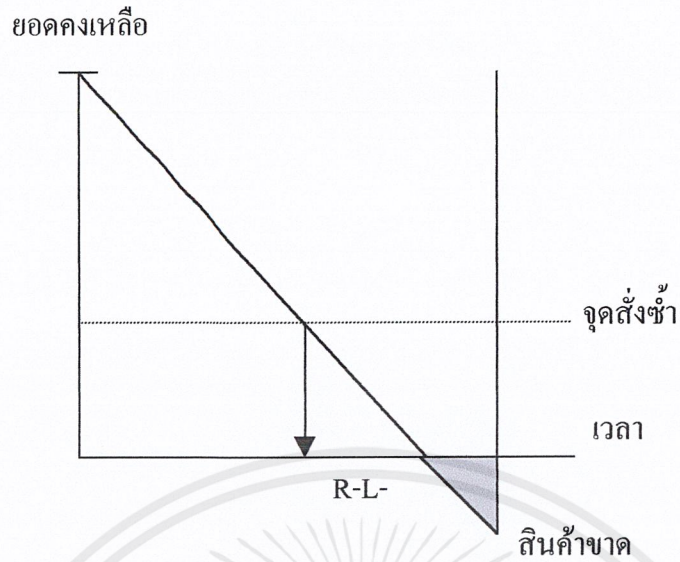
\*\*หมายเหตุ R = reorder point \*\*

รูปที่ 2.1 จุดสั่งซื้อ

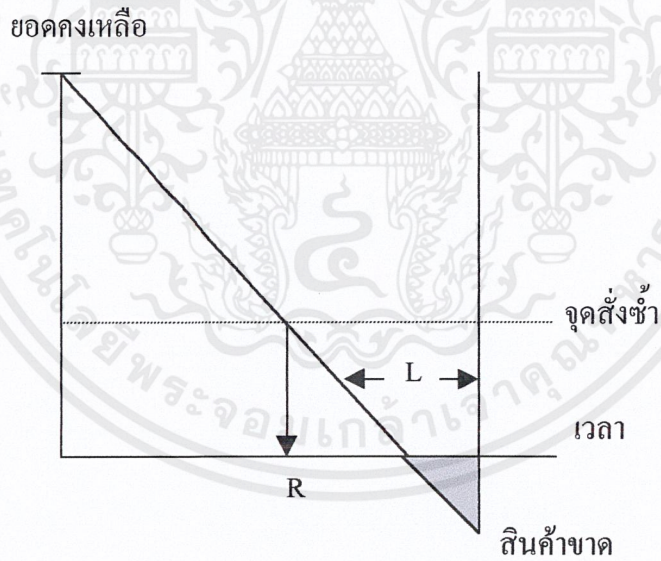
## 2.7 การกำหนดจำนวนสินค้าสำรอง

การตัดสินใจที่ผ่านมาไม่ว่าจะเป็นการหาปริมาณสั่งประหยัดที่สุด การหาจุดสั่งซื้อ เราพิจารณาภายใต้ข้อสมมติที่ว่าเวลานำและอัตราความต้องการใช้สินค้าคงที่ เมื่อสินค้าในสต็อกหมดก็ได้รับสินค้าใหม่ที่สั่งซื้อไปพอดี ไม่ว่าจะซื้อทันทีที่สินค้าหมดสต็อก (เวลานำ = 0) หรือมีการสั่งซื้อล่วงหน้าก่อนที่สินค้าจะหมดก็ตาม ทั้งนี้หมายความว่า จะมีสินค้าจะมีสินค้าในสต็อกเพียงพอแก่ความต้องการอยู่ตลอดเวลา โดยไม่มีกรณีสินค้าขาด

อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเวลานำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่เป็นผลดี เช่น สินค้ามาส่งช้ากว่ากำหนด จะทำให้เกิดสินค้าขาดมือได้ หรืออีกกรณีหนึ่งคือระหว่างที่รอสินค้าใหม่นั้นเกิดมีความต้องการใช้สินค้าสูงกว่าที่คาดไว้ ทำให้สินค้าหมดสต็อกเร็วกว่าที่ควร ก็ทำให้เกิดสินค้าขาดได้เช่นเดียวกัน



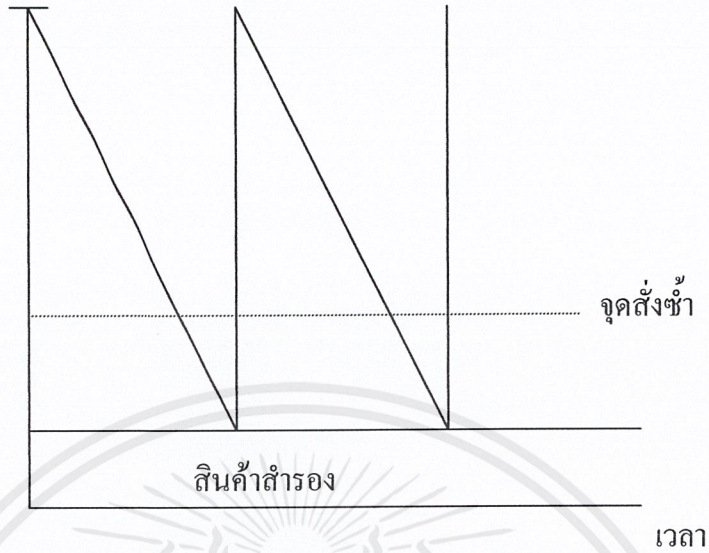
รูปที่ 2.2 การเกิดสินค้าขาดเมื่อสินค้าใหม่ส่งมาช้า



รูปที่ 2.3 การเกิดสินค้าขาดเมื่อความต้องการสินค้าสูงกว่าที่คาดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอดสินค้าคงเหลือ



รูปที่ 2.4 การสั่งซื้อโดยมีสินค้าสำรอง

กิจการควรมีสินค้าสำรองเป็นจำนวนเท่าไรจึงจะเหมาะสม ไม่มากหรือน้อยไป ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาคือค่าใช้จ่าย 2 ประเภทที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายจากการเกิดสินค้าขาด (stockout cost)
2. ต้นทุนการจัดให้มีสินค้าสำรองไว้ (safety stock cost) ซึ่งได้แก่ ต้นทุนการเก็บรักษา

การมีสินค้าสำรองมีผลต่อค่าใช้จ่ายข้างต้น กล่าวคือ ทำให้ต้นทุนการเกิดสินค้าขาดลดลง แต่จะเพิ่มต้นทุนการเก็บรักษา การกำหนดสินค้าสำรองที่เหมาะสมจึงพิจารณาจากระดับสินค้าสำรองที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายทั้งสองประเภทดังกล่าวแล้วต่ำที่สุด

## บทที่ 3

# การติดต่อสื่อสารและส่งผ่านข้อมูล

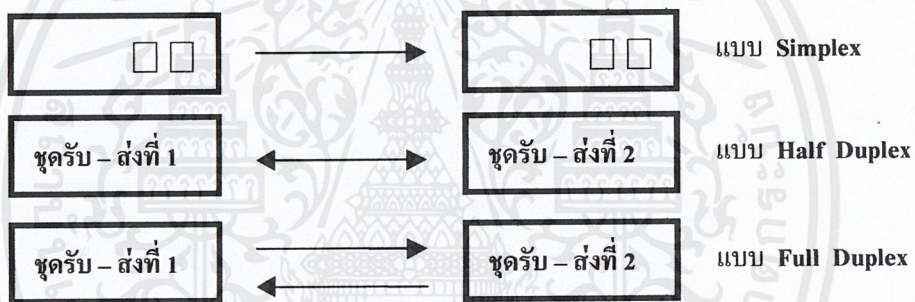
การสื่อสารแบบ Host Link เป็นการเชื่อมต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปผ่านทางพอร์ตของคอมพิวเตอร์ (COM1: หรือ COM2:) ส่วนมากจะนิยมใช้มาตรฐานการส่งแบบอนุกรม เพื่อให้สามารถควบคุม PLC จากคอมพิวเตอร์ได้ สำหรับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องสามารถต่อเข้ากับ PLC ได้จำนวนมาก โดยใช้การเชื่อมต่อ หลายๆตัวเข้าด้วยกัน เรียกว่า PC Link ในการติดต่อแบบ Host Link จะต้องผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Host Link Units ซึ่งจะต้องตั้งค่าต่างๆที่จำเป็นที่ใช้ในการติดต่อแบบ Host Link Units (C-500-LK203) ผ่านสวิทช์ของเครื่อง PLC

### 3.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ถ้ากล่าวถึงการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแล้ว แสดงว่าจำเป็นต้องมีการสื่อสารข้อมูลแบบขนาดด้วยการสื่อสารแบบขนานก็คือข้อมูลทุก ๆ บิตในแต่ละเวิร์ดจะถูกส่งออกไปพร้อม ๆ กันขึ้นอยู่กับว่าเวิร์ดดังกล่าวมีขนาดเท่าไร โดยทั่วไปก็คือ 1 ไบท์ หรือ 8 บิต นั่นเอง การส่งข้อมูลแบบขนานนี้จะมีข้อจำกัดทางด้านระยะทางโดยทั่วไปจะส่งได้ในระยะไม่เกิน 3 – 5 ฟุต เท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วที่ใช้ในการส่งข้อมูลด้วยยิ่งอัตราการส่งสูงก็จะได้ระยะทางที่สั้นลง การส่งข้อมูลแบบขนานนั้นนิยมในระบบที่ต้องการความเร็วสูงมาก ๆ แต่อุปกรณ์อยู่ไม่ห่างกันมากนัก ส่วนการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นข้อมูลจะถูกทยอยส่งออกไปทีละบิตจนครบทั้งเวิร์ดในสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว แต่ในการใช้งานจริงจะต้องมีสายสัญญาณอีกเส้นเป็นสายสัญญาณกราวด์ (Grybd) ดังนั้นเมื่อเราส่งข้อมูลในแบบอนุกรมเราสามารถใช้สายสัญญาณอย่างน้อยที่สุดเพียง 2 เส้น ในขณะที่ส่งข้อมูลแบบขนานจะต้องใช้อย่างน้อยเท่ากับจำนวนบิตบวกกับสายสัญญาณระดับแรงดัน Ground อีก 1 เส้น ที่สำคัญการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะสามารถใช้สายสัญญาณอย่างน้อยที่สุดเพียง 2 เส้น ในขณะที่การส่ง ข้อมูลแบบขนานจะต้องใช้อย่างน้อยเท่ากับจำนวนบิตบวกกับสายสัญญาณระดับแรงดัน Ground อีก 1 เส้น ที่สำคัญการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนั้นจะสามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่ามาก เช่น ถ้าส่งตามมาตรฐานของ RS-232 ที่จะกล่าวต่อไปในภายหลังจะสามารถส่งได้ไกลถึง 30 ถึง 40 ฟุต โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขับสัญญาณเพิ่มเติมแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามในการส่งข้อมูลยังมีข้อกำหนดบางประการเพื่อให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือสูง จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ในระหว่างที่มีการสื่อสารกันอยู่ด้วย ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

### 3.1.1 การส่งข้อมูลแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) และ ดูเพล็กซ์ (Duplex)

ในการสื่อสารไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารข้อมูลหรือการสื่อสารทั่วไปนั้นย่อมจะต้องประกอบด้วยผู้รับและผู้ส่ง ผู้รับในขณะนี้อาจสามารถเป็นผู้ส่งในอนาคตได้ แต่มีบางกรณีที่เป็นผู้รับและผู้ส่งแน่นอนตายตัวอยู่ตลอดเวลา เช่น การสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์ เป็นต้น การสื่อสารของอุปกรณ์ที่มีผู้รับและผู้ส่งตายตัวนั้น เราเรียกว่าการสื่อสารแบบ ซิมเพล็กซ์ กล่าวคือ การสื่อสารเป็นไปในลักษณะทิศทางเดียวตลอดเวลา ซึ่งจะมีที่ใช้ไม่มากนัก การสื่อสารโดยทั่วไปนั้นจะเป็น แบบ ดูเพล็กซ์ คือมีทิศทางการสื่อสาร 2 ทิศทางทั้งไปและกลับ การสื่อสารในลักษณะดูเพล็กซ์ นี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบ ฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) นิยมเขียนย่อกันว่า HDX ซึ่งจะมีทิศทางการสื่อสารในลักษณะที่ผลัดกันเป็นผู้ส่งและผู้รับพร้อมกันไป และ แบบ ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) นิยมเขียนย่อว่า FDX จะมีทิศทางการสื่อสารในลักษณะสัญญาณรับทิศทางหนึ่ง สัญญาณส่งอีกทิศทางหนึ่งหรือกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าสัญญาณรับและส่งจะมีสายตัวนำสัญญาณแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด



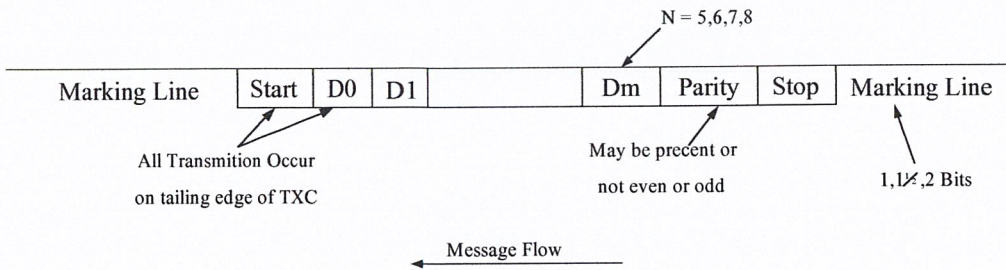
รูปที่ 3.1 แสดงการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบต่าง

### 3.1.2 โพรโทคอลของการสื่อสารแบบอนุกรม

เมื่อพิจารณาการส่งข้อมูลในแบบอนุกรมให้คิดจะพบว่า ปัญหาหนึ่งที่จะเกิดขึ้นอยู่เสมอก็คือการตัดสินใจว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นมีจุดเริ่มต้นที่ใด ดังนั้นจึงมีการกำหนดข้อตกลงในการสื่อสารขึ้นเพื่อแก้ปัญหานี้ ข้อตกลงดังกล่าวเราเรียกว่า โพรโทคอล (Protocol) ของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ โพรโทคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous) และโพรโทคอลสำหรับการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) การสื่อสารแบบซิงโครนัส นั้นข้อมูลจะถูกส่งออกไปอย่างสม่ำเสมอ ช่วงเวลาระหว่างบิตและระหว่างเวิร์ดจะมีค่าเท่ากันเสมอ ดังนั้นในการสื่อสารข้อมูลอนุกรมในแบบซิงโครนัสจึงต้องมีสัญญาณเพิ่มเติมเพื่อกำกับว่าการส่งว่าควรส่งเมื่อใดและควรหยุดเมื่อใด ระบบที่เป็นซิงโครนัสจะเป็นระบบที่มีความเร็วสูงแต่ก็ยังต่ำกว่าการสื่อสารแบบขนาน

การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสนี้เป็นหัวใจของการสื่อสารข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ ในปัจจุบันการสื่อสารแบบนี้ช่วงระยะเวลาระหว่างบิตจะมีค่าเท่ากันเช่นเดียวกับซิงโครนัส แต่จะมีระยะห่างระหว่างเวิร์ดนั้นแตกต่างกันออกไปเป็นกี่วินาที นาที ชั่วโมง หรือวันเป็นต้น ได้ทั้งสิ้นขึ้นอยู่กับทางฝ่ายรับสามารถรอได้หรือไม่เท่านั้น เมื่อไม่มีข้อกำหนดทางด้านระยะเวลาระหว่างเวิร์ดแล้ว ทางผู้ส่งและผู้รับจะเข้าใจตรงกันได้อย่างไรว่าที่ใดคือจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละเวิร์ด เพื่อแก้ปัญหา นี้จึงมีการกำหนดข้อตกลงเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลที่ส่งให้ทางผู้รับสามารถเข้าใจว่าจุดใดเป็น จุดเริ่มต้นของเวิร์ด ข้อกำหนดดังกล่าวกำหนดให้แต่ละเวิร์ดจะต้องขึ้นต้นด้วยบิตที่เรียกว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะต้องมีข้อมูลเป็นลอจิก 0 เสมอ จากนั้นตามด้วยบิตข้อมูลที่ต้องการส่งซึ่งมีความยาว 5 ถึง 8 บิต ถัดจากบิตข้อมูลก็จะเป็นพาริตีบิต ซึ่งทำหน้าที่เป็นบิตสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่คิดว่ามีความถูกต้องหรือไม่ พิตพาริตี บิตนี้มี 2 ประเภท คือ อีเวนพาริตี (Even Parity) ซึ่งจะกำหนดจำนวนบิตที่เป็นลอจิก 1 ในบิตที่เป็นข้อมูลมีจำนวนเป็นจำนวนคู่ ในการส่งข้อมูลบางครั้งอาจจะไม่มีการใช้พิตพาริตีก็ได้ถ้าหากการสื่อสารในครั้งนั้นมีความน่าเชื่อถือสูงคือ มีสัญญาณรบกวนต่ำ เป็นการเพิ่มความเร็วในการสื่อสารได้ด้วย บิตสุดท้ายในรูปแบบก็คือ บิตสุดท้าย (Stop Bit) ทำหน้าที่บอกทางผู้รับว่าขณะนี้ข้อมูลที่ทางผู้รับได้รับนั้นครบเวิร์ดแล้วขอให้เตรียมชุดรับเวิร์ดต่อไปได้ บิตสุดท้าย นี้ถูกกำหนดให้เป็นลอจิก 1 เสมอทั้งนี้เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบบิตเริ่มต้นได้ บิตสุดท้าย นี้ อาจมีความยาวเป็น 1 บิต หรือ 2 บิต ก็ได้

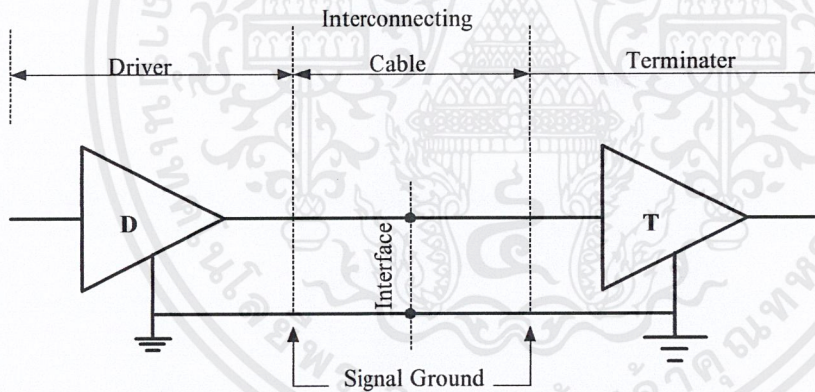
จากรูปแบบดังกล่าว จะเห็นว่าเรามีรูปแบบสำหรับการสื่อสารมากมายไปหมด เช่น 5E1 (5Data bit, Even Parity, 1 Stop Bit), 7E1 (7Data bit, Even Parity, 1 Stop Bit) และ 8N1 (8Data bit, No Parity, 1 Stop Bit) เป็นต้น ในการใช้งานทั่วไปเรานิยมใช้กันอยู่เพียง 2 รูปแบบคือ 7E1 และ 8N1 จะเลือกใช้รูปแบบใดขึ้นอยู่กับสภาพของสายส่งสัญญาณว่ามีสัญญาณรบกวนมากเพียงใด ถ้าหากสายส่งมีสัญญาณรบกวนมากก็ควรจะใช้ 7E1 แต่ถ้าสายส่งสัญญาณมีสภาพดีสัญญาณรบกวนต่ำการใช้ 8N1 จะเร็วกว่า เป็นต้น ทั้งนี้จะต้องมีการตกลงกันล่วงหน้าระหว่างผู้รับและผู้ส่งว่าจะใช้รูปแบบใดในการสื่อสาร ลักษณะของข้อมูลที่ถูส่งออกไปจะมีลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.2 แสดงแบบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

### 3.1.3 มาตรฐานสัญญาณอนุกรมแบบ RS232C

มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมที่กำหนดโดย EIA (Electronics Industries Association) มาตรฐาน RS232C ได้ถูกตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1969 ตัวอักษร RS แทน “Recomm Standard” 232 แทนหมายเลขของมาตรฐาน ส่วนอักษร C แสดงให้รู้ว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขกี่ครั้ง



รูปที่ 3.3 ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเทอร์เฟสแบบ RS232C

ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเทอร์เฟสแบบ RS232C

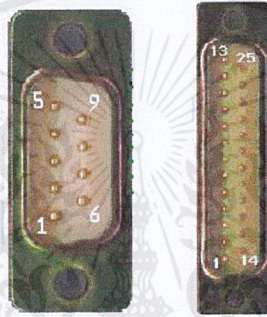
- ถูกออกแบบให้ใช้กับอุปกรณ์พวกลักษณะ Discrete
- ใช้การอินเทอร์เฟสแบบ Unbalanced
- ในแต่ละวงจรใช้ตัวนำในการนำสัญญาณ 1 เส้น และมีสายกราวด์ร่วมของทุกวงจรอีกหนึ่งเส้น
- อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่า < 20 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะทางสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลมีค่า < 15 เมตร
- ทำให้เกิด Crosstalk ที่มีค่ามาก

### 3.1.4 พอร์ตสื่อสารอนุกรม

พอร์ตอนุกรม (Serial Communication Device) หรือ เรียกว่า “Serial Port” เครื่องคอมพิวเตอร์โดยปกติจะมีพอร์ต ชนิดนี้อยู่แล้ว 2 พอร์ต คือพอร์ตขนาด 9 ขา ( 9 – pins ) มีรูปร่างเหมือนสี่เหลี่ยมคางหมู มีเข็มยื่นออกมา 9 เข็ม เรียกหัวชนิดนี้ว่า “DB-9 Connector Male Type”



รูปที่ 3.4 ตำแหน่งขาของ DB-9 และ DB-25

ตารางที่ 3.1 ขาสัญญาณต่าง ๆ ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม RS-232 Standard

DB-9 pins	DB-25 pins	function
1	8	Carrier Detect
2	3	Received Data
3	2	Transmitted Data
4	20	Data Termini Ready
5	7	Signal Ground
6	6	Data Set Ready
7	4	Request to Send
8	5	Clear to Send
9	22	Ring Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (RS-232) นี้ได้กำหนดขึ้นเพื่อให้คอมพิวเตอร์ต่างยี่ห้อกัน หรืออุปกรณ์ต่อพ่วงแต่ละชนิดรับส่งข้อมูลกันได้เมื่อทำตามมาตรฐานนี้ โดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์หรือคอมพิวเตอร์นั้นจะผลิตมาจากที่ใด

### 3.2 Programmable Logic Controller(PLC)

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

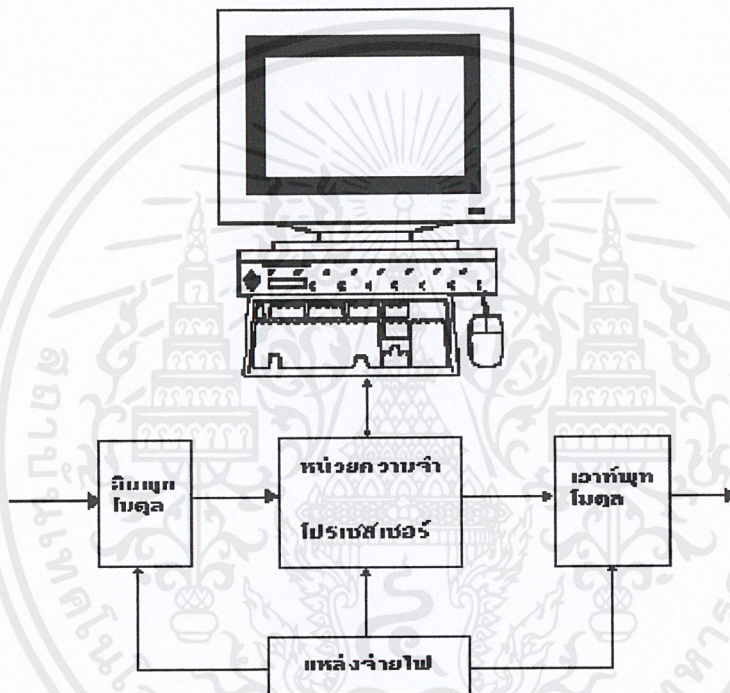
การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟ ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้น ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร จึงกล่าวได้ว่า PLC สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด อีกทั้งมีประสิทธิภาพสูง น่าเชื่อถือกว่าระบบควบคุมแบบเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบซีควีนซ์(Sequence) หรือใช้การเดินสายไฟแบบเก่าแล้ว PLC มีข้อดีกว่าดังต่อไปนี้

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

### 3.2.1 ส่วนประกอบของ PLC

PLC มีส่วนประกอบหลักดังนี้

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



รูปที่ 3.5 โครงสร้างของ PLC

#### 3.2.1.1 Memory Unit (หน่วยความจำ)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบ เพราะใช้เป็นที่เก็บ โปรแกรมและข้อมูล ขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งกำหนดความสามารถของระบบ ระบบที่มีหน่วยความจำมากจะทำให้ ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อน ได้มากขึ้น

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

### 3.2.1.2 หน่วยความจำชนิดต่างๆ

1. RAM(Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้รักษาข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรมการลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต หรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

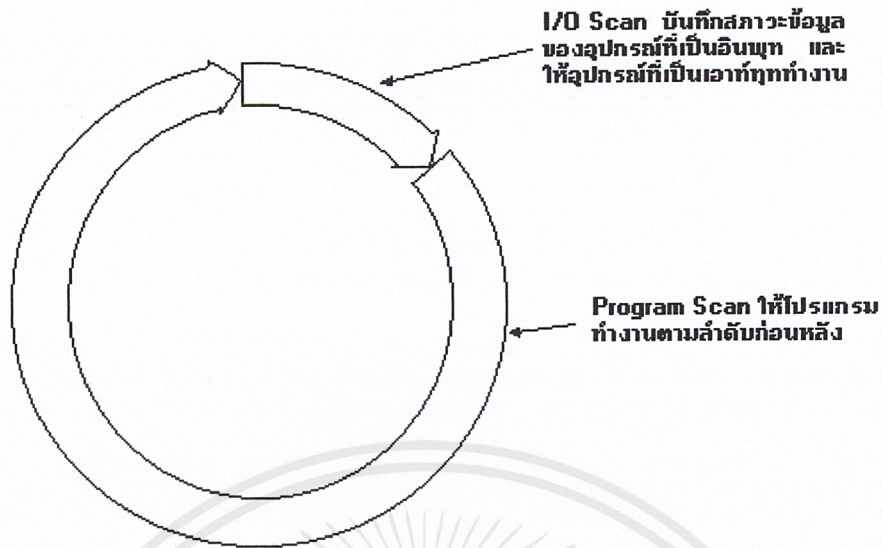
3. EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของ RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

### 3.2.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

เป็นส่วนมันสมองของระบบ โดยภายในประกอบด้วยวงจรร Logic Gate ชนิดต่างๆหลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์(Relay) เคาท์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์(Timer) และซีแควนเซอร์(Sequencer) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก(Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

หน่วยประมวลผลกลางจะรับข้อมูล(Read Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ(Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม(Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างแรงดันไฟฟ้าต่ำๆ(Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และ I/O Modules ซึ่งแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ หน่วยประมวลผลกลาง หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้

การประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วย อินพุตเข้ามาทำการประมวลผล แล้วส่งข้อมูลที่ได้ออกไปยังเอาต์พุต จากนั้นก็วกกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาอีก การทำในลักษณะนี้เรียกว่า การสแกน(Scan Time)



รูปที่ 3.6 Input / Output Scan และ Program Scan

### 3.2.2 ส่วนของหน่วยรับข้อมูลและหน่วยส่งข้อมูล (I / O Unit)

หน่วยรับข้อมูล ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิทช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ (Sensor) ของเครื่องจักรหรือกระบวนการ แล้วแปลงเป็นสัญญาณ AC หรือ DC ที่เหมาะสมเพื่อส่งให้แก่หน่วยประมวลผลกลาง

ในส่วนของหน่วยส่งข้อมูลจะทำหน้าที่รับคำสั่งภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางแล้วนำค่าที่ได้ไปขยายสัญญาณออกให้มีขนาดใหญ่พอจะขับอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หลอดไฟ มอเตอร์ วาล์ว หรือ ปั๊ม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาต์พุตเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

โดยปกติเอาต์พุตนี้จะสามารถขับโหลดได้ด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับหรือขยายอีกทีหนึ่งเช่น รีเลย์ โซลิตอสเตทรีเลย์ และคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

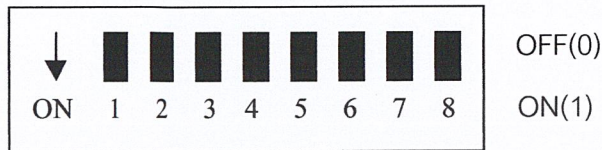
### 3.2.3 เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device , Hand Held)

ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย

### 3.3 การติดตั้ง Host Link Unit

โดยมีสวิตช์ที่สำคัญอยู่ 2 สวิตช์คือ

สวิตช์1(SW1) เป็นกลุ่มสวิตช์ที่ใช้ในการติดตั้งค่ายูนิต ของตัว PLC และใช้สำหรับในการเลือก Mode การทำงานของ PLC นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวกำหนดรูปแบบในการติดต่อว่าเป็นแบบใดตามรูป



รูปที่ 3.7 แสดง Dip switch 1 ของ Host Link Unit

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดสวิตช์

Unit No. (หมายเลขหน่วย)

1	2	3	4	5	Unit No.	1	2	3	4	5	Unit No.
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	17
0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	18
0	0	0	1	1	3	1	0	0	1	1	19
0	0	1	0	0	4	1	0	1	0	0	20
0	0	1	0	1	5	1	0	1	0	1	21
0	0	1	1	0	6	1	0	1	1	0	22
0	0	1	1	1	7	1	0	1	1	1	23
0	1	0	0	0	8	1	1	0	0	0	24
0	1	0	0	1	9	1	1	0	0	1	25
0	1	0	1	0	10	1	1	0	1	0	26
0	1	0	1	1	11	1	1	0	1	1	27
0	1	1	0	0	12	1	1	1	0	0	28
0	1	1	0	1	13	1	1	1	0	1	29
0	1	1	1	0	14	1	1	1	1	0	30
0	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	31

### ตารางที่ 3.3 การกำหนด Mode

Monitor Mode / Normal Mode (สวิตช์ 8)

เปิด	Monitor Mode
ปิด	Normal Mode

### ตารางที่ 3.4 การกำหนด Parity / Transmission code

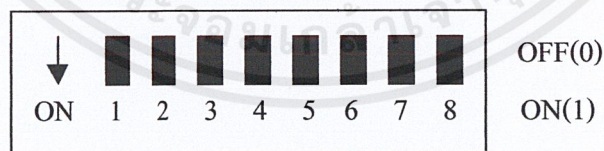
สวิตช์ที่ใช้ในการเลือก Parity / Transmission code

6	7	Parity	Transmission Code
ปิด	ปิด	EVEN	ASCII 7 BIT
ปิด	เปิด	ODD	2 STOP BITS
เปิด	ปิด	EVEN	JIS 8 BIT
เปิด	เปิด	ODD	1 STOP BITS

ตัวเลือกระหว่าง Monitor mode กับ Normal mode

เลือกการทำงานของ PLC โดยการตั้งค่าปุ่มที่ 8 ให้เปิดหรือปิด ถ้าเปิดอยู่ก็จะเลือก mode การทำงานเป็นแบบ Monitor Mode ถ้าปิด mode การทำงานของ PLC จะเป็น Normal mode

สวิตช์2(SW2) เป็นกลุ่มสวิตช์ที่ใช้กำหนดอัตราเร็วในการรับส่งระหว่าง node ต่างๆในระบบ ซึ่งอาจจะเป็นการติดต่อระหว่าง PLC กับ PLC หรือระหว่าง คอมพิวเตอร์กับ PLC ก็ได้และยังกำหนดว่าเป็นการติดต่อใน PLC หลายตัวหรือตัวเดียวนอกจากนี้ยังสามารถกำหนดระดับของความต้องการ (Command Level) ในการติดต่อกับ PLC ตามรูป



รูปที่ 3.8 แสดง Dip switch 2 ของ Host Link Unit

ตารางที่ 3.5 การกำหนด Baud Rate

1	2	3	4	Baud Rate
0	1	0	1	300bps
1	0	0	1	600bps
0	0	0	1	1200bps
1	1	1	0	2400bps
0	1	1	0	4800bps
1	0	1	0	9600bps
0	0	1	0	19200bps

ตารางที่ 3.6 การกำหนดระดับการปฏิบัติการ  
ระดับการปฏิบัติการ

เปิด	ระดับ 0
ปิด	ระดับ 1

ตารางที่ 3.7 การกำหนดประเภทของการเชื่อมต่อ  
เลือกประเภทของการเชื่อมต่อ

ปิด	Multiple-Link
เปิด	Single-Link

ตารางที่ 3.8 การกำหนด Command Level  
ระดับความต้องการในการติดต่อ(Command Level)

7	8	Valid Levels
0	0	....
1	0	1
0	1	1 และ 2
1	1	1 , 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 ระดับปฏิบัติการ

โดยการกำหนดปุ่มที่ 5 ให้เป็นปิดหรือเปิด จะถือเป็นระดับปฏิบัติการ1 ถ้าเปิดระดับปฏิบัติการจะเป็น0 โดยจะใช้เมื่อ Host Link Unit มีการใช้งานร่วมกับ Sysmac Net Link Unit หรือ กรณีที่ Host Link Units สองตัวมีการทำงานร่วมกันจะต้องกำหนดค่าให้ตัวหนึ่งเปิด(ระดับปฏิบัติการ0) และอีกตัวหนึ่งปิด(ระดับปฏิบัติการ1)

ข้อควรระวัง ถ้ากำหนดค่าปุ่มที่ 5 ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดความเสียหายในระบบป้องกันได้

### 3.3.2 การเลือกชนิดของการเชื่อมต่อ(Link Type Selector)

ถ้าให้ปุ่มที่ 6 ของสวิทช์กลุ่มที่ 2 มีสถานะดังนี้

**เปิด** จะเป็นการเชื่อมต่อ Host Link แบบตัวเดียว(Single Link) โดยที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดหมายเลขหน่วย(Unit No.) และ Fram CheckSum(FCS) ในการกำหนด Internet Protocol(IP) ก็สามารถติดต่อได้เลย

**ปิด** จะใช้ในการเชื่อมต่อ Host Link แบบหลายๆตัว (Multiple Link) สามารถใช้ได้ถึง 32 Host Link Unit ต่อหนึ่ง Host Computer ถ้าต้องการใช้โปรแกรม Ladder ปุ่ม 6 ก็ต้องปิด

### 3.3.3 ระดับความต้องการในการติดต่อกับ PLC (Command Levels)

แบ่งออกเป็นสามระดับด้วยกันคือ

1. สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงไปในพื้นที่ซึ่งไม่ใช่พื้นที่สงวนได้
2. สามารถส่งโปรแกรมเพื่อทำการอ่านเขียนได้
3. สามารถอ่านและลงตาราง I/O สามารถปฏิบัติการโปรแกรม LSS ได้และสามารถ Monitor ข้อมูลผ่านโปรแกรมประยุกต์ได้

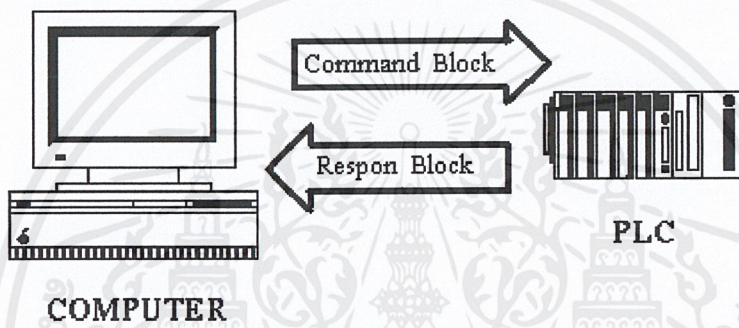
- Reset Switch ใช้เมื่อต้องการนำข้อมูลเข้ามาใหม่

-CTS Selector ตั้งค่าให้เป็น “0” เมื่อต้องการลบข้อมูลที่ค้างก่อนหน้านี้ออก

(Clear to Send) โดยทั่วไปมักจะตั้งค่านี้นี้ให้เปิดอยู่เสมอ

### 3.4 การส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมพีแอลซี

การส่งสัญญาณการควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม RS - 232 จะอาศัยรูปแบบข้อตกลงในการสื่อสาร ( Protocol ) ของเครื่องควบคุมพีแอลซี โดยทั่วไปจะเป็นลักษณะการตอบกันระหว่างเครื่องควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอุปกรณ์ภายนอกซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายถามก่อน โดยส่งบล็อกคำสั่ง ( Command Block ) ออกไป จากนั้นเครื่องควบคุมจะทำการตรวจสอบแล้วส่งบล็อกตอบสนองกลับมา ( Response Block ) ตัวอย่าง การสื่อสารข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องควบคุม พีแอลซี



รูปที่ 3.9 การส่งสัญญาณควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม RS - 232

#### 3.4.1 รูปแบบของบล็อก ( BLOCK FORMAT )

ลักษณะของบล็อกของเครื่องควบคุมพีแอลซี แต่ละผู้ผลิตจะแตกต่างกันไป แต่จะมีพื้นฐานเดียวกัน ซึ่งบล็อกคำสั่งที่ใช้มีลักษณะดังนี้

@	หมายเลขเครื่อง	HEADER	TEXT	FCS	*
---	----------------	--------	------	-----	---

รูป 3.10 แบบของบล็อกคำสั่ง

1 หมายเลขเครื่องในการเชื่อมต่อที่เป็นโครงข่ายแบบหลายจุดนั้นเครื่องควบคุมที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบจะมีมากกว่า 1 เครื่อง การกำหนดว่าต้องการส่งฐานข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมตัวใด เช่น @ 05 คือหมายเลขที่ 05

2. ส่วน HEADER เป็นส่วนของคำสั่งหลักที่จะกำหนดว่าต้องการกระทำกับข้อมูลส่วนใด เช่น ต้องการอ่านข้อมูลอินพุตจากเครื่องควบคุมจะใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ว่า “ RR ” ต้องการเขียนข้อมูลให้กับเครื่องควบคุมจะใช้ “ WR ” เป็นต้น

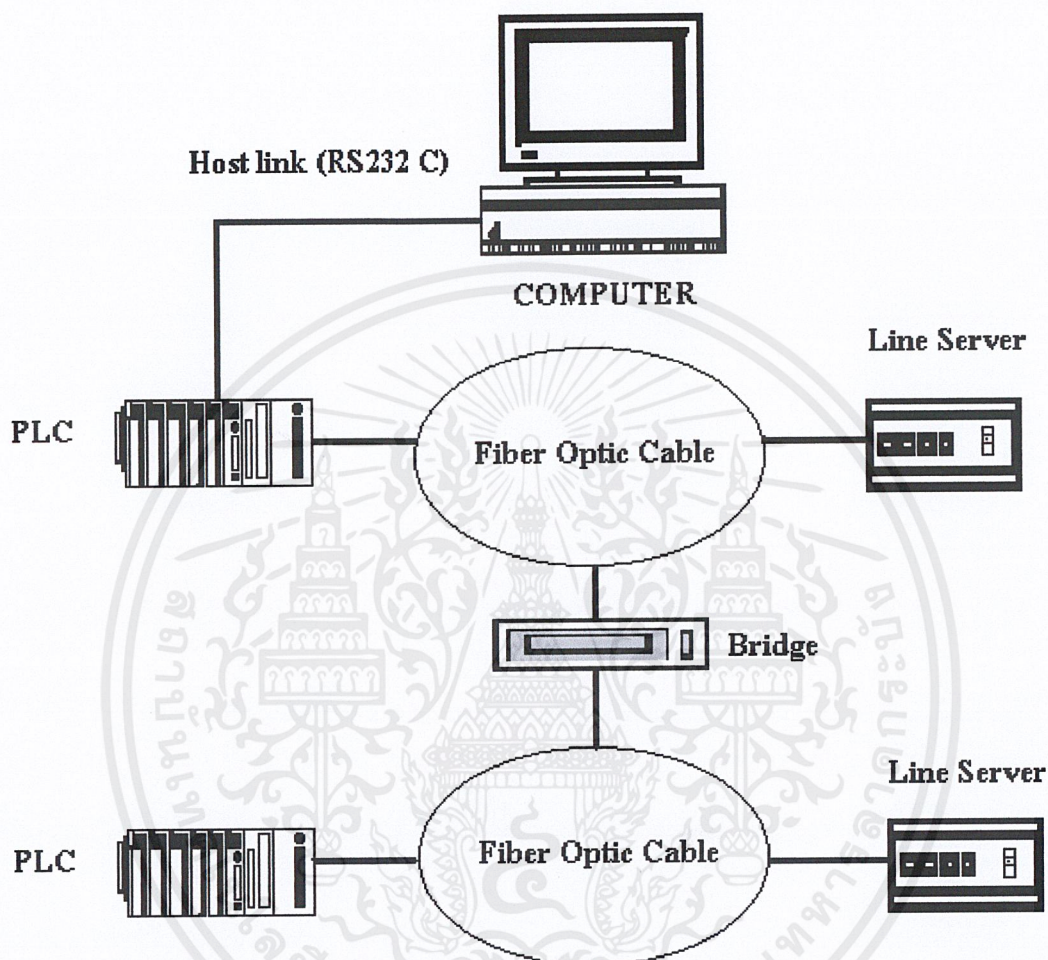
3. ส่วน TEXT เป็นส่วนของข้อมูล เช่น คำที่อ่านได้จากอินพุต หรือ คำที่จะต้องเขียนลงในพื้นที่ต่างๆ

4. ส่วนของ FCS เป็นส่วนของการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูลซึ่งจะได้ออกจากการคำนวณ

5. ส่วนของ TERMINAL ( \* ) เป็นส่วนที่ปิดท้ายบอกให้ทราบว่าจบบล็อกและมักจะติดตามด้วยรหัส ของ Carrer Return ( CR )

การคำนวณค่า FCS FCS หรือ Frame Check Sequence เป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดของการสื่อสาร เป็นการเปลี่ยนข้อมูล 8 บิต เป็น 2 ตัวอักษรข้อมูล ASCII นำมาทำการ Exclusive – Or ( XOR ) โดยเริ่มจาก @ จนถึงตัวอักษรตัวสุดท้ายของ TEXT

### 3.5 ระบบเน็ตเวิร์ก



รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้าง Local Area Network ของระบบ

#### 3.5.1 ความหมายและความสำคัญของ Local Area Network (LAN)

โลคัลแอเรียเน็ตเวิร์ก หรือ LAN มีความหมายตามคำนิยามของ IEEE หรือ ISO คือ โครงข่ายที่เป็นไปได้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วขนาดกลางไปจนกระทั่งความเร็วสูงที่ถูกจำกัดขอบเขตอยู่ภายในสำนักงาน หรืออาคารหนึ่งๆ

สำหรับโครงข่ายของ LAN นั้นจะเป็นโครงข่ายที่เชื่อมต่อโสตคอมพิวเตอร์เวิร์ดโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือโทรสาร ที่กระจายภายในอาคารหรืออาคารเดียวกัน ของ

สำนักงาน หรือโรงงานด้วยความเร็วในการส่งประมาณ 1Mbps - 100Mbps โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการรีไซเคิล(Resource) เช่นข่าวสารหรือ อุปกรณ์ร่วมกัน

LANจะมีพื้นที่เป้าหมายของโครงข่ายค่อนข้างแคบ นอกจากนี้รูปแบบการติดตั้งโดยทั่วไปจะคล้ายคลึงกันและมีความเสถียรภาพ LAN มีบทบาทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานในสำนักงานของแต่ละองค์กรเพิ่มความก้าวหน้าของการผลิตแลลดค่าใช้จ่ายโดยมีการทำงานในลักษณะของโรงงานอัตโนมัติ

ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า LAN นั้นมีบทบาทสำหรับการสื่อสารข่าวสารที่ก้าวหน้าและเป็นอิสระด้วยการเชื่อมต่อเทอร์มินัลของแต่ละแผนกภายในองค์กรสำหรับผลลัพธ์ของการนำเอา LAN มาใช้นั้นคือ

1. การใช้แหล่งข่าวสารร่วม เทอร์มินัลใดๆที่ต่อเข้ากับโครงข่ายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างอิสระเมื่อเป็นเช่นนี้ข่าวสารทั้งหมดที่ถูกเก็บรักษาไว้ที่อุปกรณ์ไฟล์ร่วมสามารถถูกเรียกออกมาใช้ร่วมกันด้วยฟังก์ชันสื่อสารความเร็วสูงของ LAN ซึ่งจะทำให้การใช้ข่าวสารร่วมกันได้ทั้งองค์กร
2. ความรวดเร็วในการส่งข่าวสาร การส่งเอกสารโดยใช้คนนำส่งแต่ละแผนกนั้นสามารถเปลี่ยนเป็นการส่งจากเทอร์มินัลของแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่งหรือการส่งข่าวสารเดียวกันโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์และสามารถกระทำด้วยความรวดเร็ว
3. ความประหยัดเนื่องจากการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน อุปกรณ์ราคาแพงบางชนิดไม่จำเป็นต้องใช้ในลักษณะส่วนตัวเช่นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ดังนั้นหากนำเอาฟังก์ชันการสื่อสารความเร็วสูงของ LAN มาใช้งานแล้วเทอร์มินัลทั้งหมดสามารถใช้อุปกรณ์ราคาแพงร่วมกันได้ จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

### 3.5.2 โครงสร้างของ LAN ประกอบด้วย

- 1.เทอร์มินัล (สถานี) อุปกรณ์ที่ถูกต่อเชื่อมเข้ากับ LAN นั้นได้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์ เวิร์คสเตชัน โสคคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกเรียกว่าเป็นเทอร์มินัลของ LAN และโดยทั่วไปอาจจะเรียกว่าสถานี หรือเซอร์เวอร์ก็ได้
- 2.คอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสารเช่น ควบคุมความผิดพลาด ควบคุมแอดเดรสเพื่อที่จะทำให้การส่งข่าวสารระหว่างสถานีสามารถกระทำได้อย่างถูกต้อง
- 3.ทรานซิวเวอร์ อุปกรณ์ที่รับข่าวสารจากคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนเป็นสัญญาณแสงหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะสมกับเส้นทางแล้วทำการส่งออกไป หรือรับเอาสัญญาณจากเส้นทางส่งมาแปลงเป็นสัญญาณข่าวสารแล้วส่งต่อออกไปยังคอนโทรลเลอร์

4. เส้นทางส่งตัวกลางที่เชื่อมต่อโหนดเข้ากับระบบโครงข่ายเพื่อให้การรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีใดๆ สามารถกระทำได้ ตัวกลางที่ใช้ใน LAN นั้นได้แก่ ทวิสแพร่เคเบิล โคแอกเซียลเคเบิล และเส้นใยแสง นอกจากนี้ช่วงที่ไม่สามารถใช้เคเบิลก็จะใช้ระบบวิทยุสำหรับทรานซีฟเวอร์และคอนโทรลเลอร์เมื่อรวมกันแล้วจะถูกเรียกว่า "โหนด"

### 3.5.3 ประเภทของเน็ตเวิร์ก

ตามขนาด

#### 1. Lan (Local Area Network)

เป็นกลุ่มของ PC ที่เชื่อมต่อกันในพื้นที่จำกัด

#### 2. Man (Metropolitan Area Network)

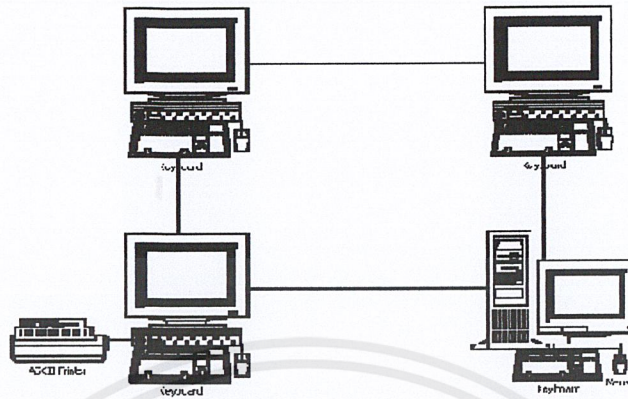
เป็นการนำระบบ Lan หลายๆ Lan ที่มีพื้นที่อยู่ใกล้เคียงกันมาเชื่อมต่อกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

#### 3. Wan (Wide Area Network)

เป็นกลุ่มของ PC ที่เชื่อมต่อกันแบบกว้างขวางอาจเป็นภายในประเทศหรือระหว่างประเทศเป็นการใช้หลายๆ Lan และหลายๆ Man ซึ่งอยู่พื้นที่เชื่อมต่อเข้าหากันตามหน้าที่

#### 1. เพียร์ทูเพียร์เน็ตเวิร์ก (Peer to Peer Network )

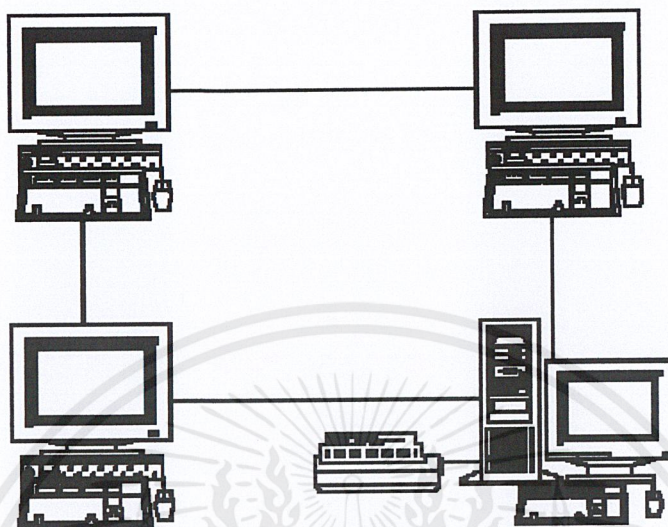
เป็นลักษณะของกลุ่ม PC ที่ทุกเครื่องมีสิทธิเท่าเทียมกันหมด (Peer) ไม่มีเครื่องไหนทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของเน็ตเวิร์กทุกเครื่องเป็นทั้งผู้ใช้และผู้ถูกใช้ สามารถเป็นได้ทั้ง Client และ Server ไม่มีเครื่องไหนมีหน้าที่ดูแลจัดการระบบทั้งหมดแต่ละเครื่องจะเป็นผู้ดูแลข้อมูลและทรัพยากรของตัวเอง



รูปที่ 3.12 แสดงเพียร์ทูเพียร์เน็ตเวิร์ก

## 2. ไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์ (Client – Server)

ในกรณีที่ต้องการของเรามีผู้ใช้งานมากกว่า 15 – 20 เครื่อง ระบบเน็ตเวิร์กแบบเพียร์ทูเพียร์จะไม่เหมาะสมเสียแล้ว ระบบไคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์จะเป็นระบบที่เหมาะสมกว่า เพราะมีความสามารถในการดูแลควบคุมการใช้งานของระบบเน็ตเวิร์กที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากได้ดีกว่า ระบบเน็ตเวิร์กแบบนี้จะเป็นระบบที่มีศูนย์กลางมีคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ดูแลระบบ อำนวยความสะดวกจัดเก็บข้อมูลรักษาความปลอดภัยให้กับคอมพิวเตอร์ทั้งระบบมีหน้าที่คล้ายๆกับหัวหน้ากลุ่ม เราจะเรียกคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่นี้ว่า เซิร์ฟเวอร์ ( Server ) ส่วนเครื่องที่เหลือในระบบที่ไม่ได้ทำหน้าที่นี้ จะเรียกว่า ไคลเอ็นต์ ( Client ) หรือ เวิร์กสเตชัน ( Workstation ) เป็นกลุ่มคอมพิวเตอร์ในระบบที่ทำหน้าที่รับบริการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานทุกอย่างของเน็ตเวิร์ก เช่น ข้อมูล เครื่องพิมพ์จะถูกดูแลและแชร์โดยเครื่องเซิร์ฟเวอร์อุปกรณ์และทรัพยากรทุกอย่างจะเชื่อมต่อกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เครื่องไคลเอ็นต์ทุกเครื่องจะใช้งานทรัพยากรต่างๆโดยผ่านทางเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3.13 แสดง โคลเอ็นต์ – เซิร์ฟเวอร์

### 3.5.4 โครงสร้างของระบบเน็ตเวิร์ก (Network Topology )

หมายถึงรูปแบบในการจัดวางตำแหน่งของคอมพิวเตอร์ สายเคเบิล และอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ข้อมูลได้ทำงานตามทิศทางที่เราได้กำหนดไว้ โครงสร้างเน็ตเวิร์กที่ต่างกันมีความต้องการด้านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ที่แตกต่างกันไปด้วยโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ

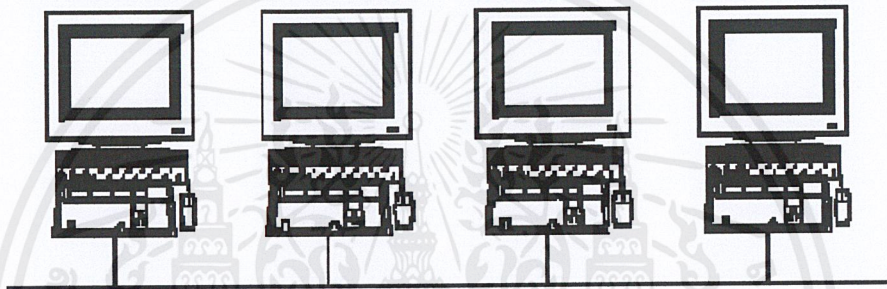
1. แบบ Bus
2. แบบ Star
3. แบบ Ring

#### แบบ ( Bus )

เป็นเน็ตเวิร์กที่ง่ายที่สุดและเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง โดยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องด้วยการใช้สายเคเบิลเป็นสายหลัก เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องโดยมีเน็ตเวิร์กการ์ดเป็นตัวเชื่อมระหว่างสายเคเบิลกับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจะถูกส่งออกไปตามสายไปยังคอมพิวเตอร์ทุกๆเครื่อง ไม่สนใจว่าเครื่องไหนเป็นเครื่องรับ คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะตรวจสอบเองว่าข้อมูลที่ถูกส่งออกมาเป็นของตนเองหรือไม่ ถ้าไม่ จะปล่อยข้อมูลผ่านไป แต่ถ้าใช่ก็จะรับข้อมูลนำไปใช้ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ ในระบบนี้คอมพิวเตอร์ไม่สามารถส่งข้อมูลได้พร้อมๆกันหลายเครื่องในเวลาเดียวกัน เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของเน็ตเวิร์กจะน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

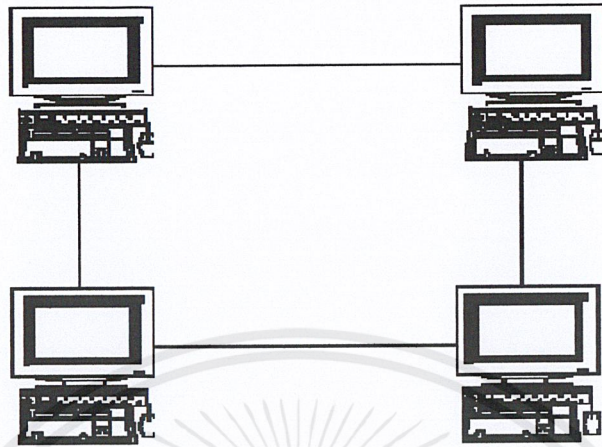
เมื่อมีจำนวนคอมพิวเตอร์มากขึ้น สายเคเบิลที่เป็นสายกลางหรือสายหลักที่คอมพิวเตอร์ใช้รับและส่งข้อมูลเรียกว่า Backbone สายที่ใช้ส่วนมากจะใช้สายโคแอกเซียล (Coaxial) แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ Thicknet และ Thinnet มีลักษณะคล้ายๆ กับสายเคเบิลทีวี (UBC) การใช้จะต้องมีอุปกรณ์ที่ปิดหัวและท้ายของสายเคเบิลด้วยเรียกว่า เทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) คอยรับสัญญาณไม่ให้สะท้อนกลับไปซึ่งอาจจะเป็นการรบกวนสัญญาณได้ บัสเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกที่สุดในการติดตั้งเน็ตเวิร์กไม่ต้องมีฮาร์ดแวร์มากมาย มีเพียงแค่สายเคเบิลเน็ตเวิร์กกับเทอร์มิเนเตอร์เท่านั้นก็พอแล้ว มักใช้กับเน็ตเวิร์กขนาดเล็ก ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก



รูปที่ 3.14 Bus Network

#### แบบวงแหวน (Ring)

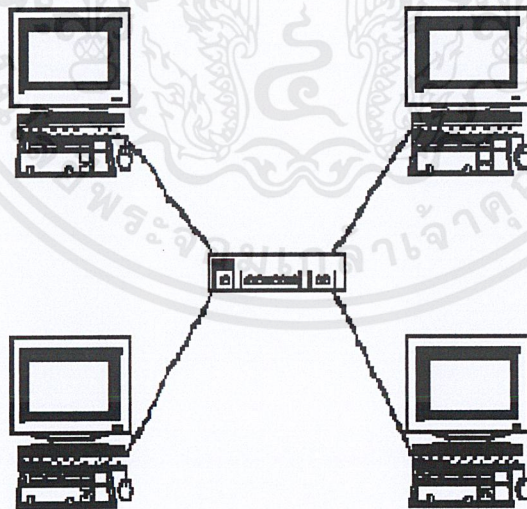
เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในลักษณะของรูปวงแหวนโดยใช้สายเคเบิลการต่อลักษณะนี้จะไม่มีการเริ่มต้นหรือจุดสุดท้าย การส่งข้อมูลจะวิ่งผ่านคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องเป็นรูปวงแหวนในทิศทางเดียวกัน เมื่อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการส่งข้อมูล มันจะทำการใส่ข้อมูล ตำแหน่งและที่อยู่ของเครื่องที่มันต้องการจะส่งข้อมูลไปให้ คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะรับสัญญาณมาเช็คว่าเป็นข้อมูลของตนเองหรือเปล่า ถ้าไม่ จะส่งให้เครื่องต่อไป สัญญาณจะวิ่งไปจนกระทั่งเจอคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นและรับข้อมูลนำไปใช้ เนื่องจากสัญญาณจะวิ่งไปเรื่อยๆ เป็นวงกลม จึงไม่ต้องการอุปกรณ์ปิดหัวปิดท้าย มักจะใช้กับเน็ตเวิร์กที่มีคอมพิวเตอร์อยู่ไม่ไกลกันมากนัก ใช้โทเค็นเป็นสื่อในการนำสัญญาณ โทเค็นจะถูกวิ่งผ่านไปทุกๆ เครื่องเรื่อยๆ จนกว่าเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลจะดึงโทเค็นไปใช้และส่งสัญญาณออกมาเครื่องที่มีโทเค็นเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้



รูปที่ 3.15 Ring Network

**แบบดาว (Star)**

เป็นลักษณะการเชื่อมต่อโดยเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เข้าสู่อุปกรณ์ ส่วนกลางที่เรียกว่า ฮับ (Hub) ข้อมูลหรือสัญญาณจะเดินทางจากเครื่องส่งไปสู่ผู้รับโดยผ่าน ฮับ



รูปที่ 3.16 Star Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 ตัวกลางในการส่ง

ตัวกลางในการส่งสำหรับ LAN นั้นจะใช้ สายคู่ตีเกลียว โคแอกเชียลเคเบิล หรือเส้นใยนำแสง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ เส้นใยนำแสงซึ่งใช้ในโครงการนี้

เคเบิลเส้นใยนำแสง(Fiber Optic) โดยทั่วไปแล้วจะเป็นเคเบิลที่มีฉนวนก้ำออปติกไฟเบอร์เป็นตัวนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05-0.1 mm. ในการนำเอาสายเคเบิลเส้นใยนำแสงมาเป็นเส้นทางส่งนั้น จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ส่งและรับแสงซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าจากสถานีให้เป็นสัญญาณแสง สำหรับอุปกรณ์กำเนิดแสงได้แก่ LED หรือ LD(Laser Diode) ส่วนอุปกรณ์รับแสงนั้นได้แก่ PD (Photo Diode) หรือ APD(Avalanche Photo Diode)

การใช้เส้นใยนำแสงเป็นตัวกลางในการส่งนั้น ถ้าเปรียบเทียบกับตัวกลางอื่นๆ แล้วจะมีราคาแพงกว่า แต่จะมีข้อดีตรงที่เป็นเคเบิลที่มีขนาดเล็กและเบา รวมทั้งสามารถใช้ในการส่งย่านความถี่กว้าง ความเร็วสูง นอกจากจะใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลแล้วยังสามารถใช้ในการประกอบ LAN ที่รวมเอา มีเดียแต่ละชนิด เช่น เสียงและภาพ เป็นต้น และเนื่องจากจะไม่รับอิทธิพลของสัญญาณรบกวนของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอก ดังนั้นคุณภาพในการส่งจะคงที่จึงเหมาะที่จะใช้ในสถานที่ที่มี สัญญาณรบกวนอยู่มาก เช่น ใน โรงงาน เป็นต้น แต่ในทางตรงข้ามการเชื่อมต่อ โหนดกับสายเคเบิลจะเป็นเรื่องยุ่งยาก ดังนั้นการเพิ่มหรือเคลื่อนย้าย โหนดจะลำบาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบ

#### วิธีการส่ง

การส่งสัญญาณ LAN นั้นได้แก่วิธีการส่งแบบเบสแบนด์ ซึ่งสัญญาณ ดั้งเดิมจากสถานี (โดยทั่วไปจะเป็นดิจิทัล) จะถูกส่งในลักษณะเช่นนั้นเข้าไปในแขนเนต ส่วนวิธีการส่งแบบ บรอดแบนด์ สัญญาณดั้งเดิมจะถูก โมดูเลท แล้วเข้าฟริควีนซีมัลติเพลกซ์(TDM) เป็นกลุ่มสัญญาณเข้าไปในแขนเนต

วิธีการส่งแบบเบสแบนด์ วิธีการส่งสัญญาณแบบเบสแบนด์ จะมีแขนเนตเพียงแขนเนตเดียว เท่านั้นที่สามารถส่งข่าวสารได้ ดังนั้นเพื่อที่จะให้หลายๆ สถานีสามารถใช้แขนเนตร่วมกันได้ก็ต้อง เพิ่มความเร็วในการส่งให้สูงขึ้น และแบ่งเวลาใช้งานให้กับแต่ละสถานี ลักษณะพิเศษของวิธีการส่งแบบเบสแบนด์นั้นจะเป็นดังต่อไปนี้

1. วงจรรับส่งจะง่ายเนื่องจากไม่ต้องใช้โมเด็ม

2. เนื่องจากรูปแบบการส่งจะใช้สัญญาณดิจิทัล ดังนั้นความกลมกลืนกับการ สื่อสารข้อมูลจะมีมาก LAN ที่จะใช้วิธีการส่งแบบเบสแบนด์นั้นโดยทั่วไปจะมีวิธีการชิง โครนัสด้วย วิธีการดึงเอา ไทม์มิงจากสัญญาณที่รับเข้ามา ดังนั้นรหัสสัญญาณข่าวสารนั้นจำเป็นต้องมีรูปแบบที่ง่าย สำหรับให้ทางด้านรับสามารถดึงเอา ไทม์มิง ออกมา และสามารถที่จะตรวจตราคุณภาพในการส่ง การ

ตรวจหาความผิดพลาดของสัญญาณส่งซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะใช้รหัสแมนเชสเตอร์และดิฟเฟอเรนเชียลแมนเชสเตอร์ เป็นต้น

### 3.7 อินเทอร์เน็ต (Internet)

อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายที่สำคัญต่อการสื่อสารในระบบเว็บ (Web) หรือการสื่อสารแบบไฮแมงมุม ซึ่งการสื่อสารแบบนี้สามารถเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างกว้างขวางและทั่วโลก ดังนั้นการสื่อสารแบบนี้จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “การสื่อสารระบบเวิลด์ไวด์เว็บ” (World Wide Web : WWW) การสื่อสารระบบเวิลด์ไวด์เว็บเป็นการสื่อสารในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยเหตุนี้ความรู้โดยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้และเข้าใจในการสื่อสารระบบเวิลด์ไวด์เว็บ

#### 3.7.1 จุดเริ่มต้นของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ประกอบด้วยเครือข่ายจำนวนมากซึ่งกระจายอยู่เกือบทั่วทุกมุมโลก เครือข่ายนี้เติบโตมาจากเครือข่าย “อาร์ปาเน็ต” (ARPANET) ซึ่งเป็นเครือข่ายทางทหารของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา เครือข่ายอาร์ปาเน็ตก่อตั้งโดยภายใต้โครงการร่วมมือระหว่างกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกากับมหาวิทยาลัยในมลรัฐแคลิฟอร์เนียเมื่อปี พ.ศ. 2512 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านการศึกษาและวิจัย ในเวลาถัดมาได้มีมหาวิทยาลัยต่างๆ ในสหรัฐอเมริการได้ให้ความสนใจในโครงการอาร์ปาเน็ตและขอเข้าร่วมโครงการ โดยเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ของตนเข้ากับเครือข่ายอาร์ปาเน็ตเพื่อประโยชน์ในการศึกษาและวิจัย ดังที่กล่าวมาแล้ว ต่อมาเมื่อเครือข่ายอาร์ปาเน็ตมีขนาดใหญ่มากขึ้นทำให้เกิดปัญหาในการบริหารเครือข่าย ดังนั้น ทางทหารของสหรัฐอเมริกาจึงขอแยกตัวออกเป็นเครือข่ายย่อยซึ่งมีชื่อว่า “มิลเน็ต” (MILNET) โดยเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอาร์ปาเน็ตด้วยเทคนิคการโต้ตอบที่เรียกว่า “ทีซีพี/ไอพี” (TCP/IP) ซึ่งระบบโต้ตอบไอพี (IP : Internet Protocol) หรือ อินเทอร์เน็ต โพรโตคอล เป็นส่วนสำคัญสำหรับเชื่อมโยงเครือข่าย นับตั้งแต่นั้นได้มีเครือข่ายย่อยของสถาบันและองค์กรต่างๆ ทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ทางการทูตกับสหรัฐอเมริกาได้ขอเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอาร์ปาเน็ต ทำให้เครือข่ายอาร์ปาเน็ตมีสมาชิกเพิ่มมากขึ้น และเนื่องจากการเชื่อมโยงของเครือข่ายต่างๆ เหล่านี้เป็นการเชื่อมตัวต่อระบบ “อินเทอร์เน็ต โพรโตคอล” ดังนั้นต่อมาผู้ใช้จึงนิยมเรียกเครือข่ายขนาดยักษ์นี้ว่า “อินเทอร์เน็ต” หรือ “เดอะเน็ต” (The Net) หรือนิยมเรียกว่า “ไซเบอร์สเปซ” (Cyberspace)

### 3.7.2 การเติบโตของอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ประกอบด้วยเครือข่ายย่อยจำนวนมากซึ่งกระจายอยู่เกือบทั่วทุกมุมโลก เครือข่ายย่อยเหล่านี้อยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกามากที่สุดในโลก ปัจจุบัน (สิ้นสุดปี พ.ศ. 2538) ขนาดของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถประมาณเป็นตัวเลขในเชิงสถิติได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. อินเทอร์เน็ตประกอบด้วยเครือข่ายย่อยจำนวนมากกว่า 30,000 เครือข่าย
2. เป็นเครือข่ายที่มีสมาชิกกระจายอยู่มากกว่า 90 ประเทศทั่วโลก
3. คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีจำนวนมากกว่า 4 ล้านเครื่อง
4. ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประมาณ 50 ล้านคนทั่วโลก

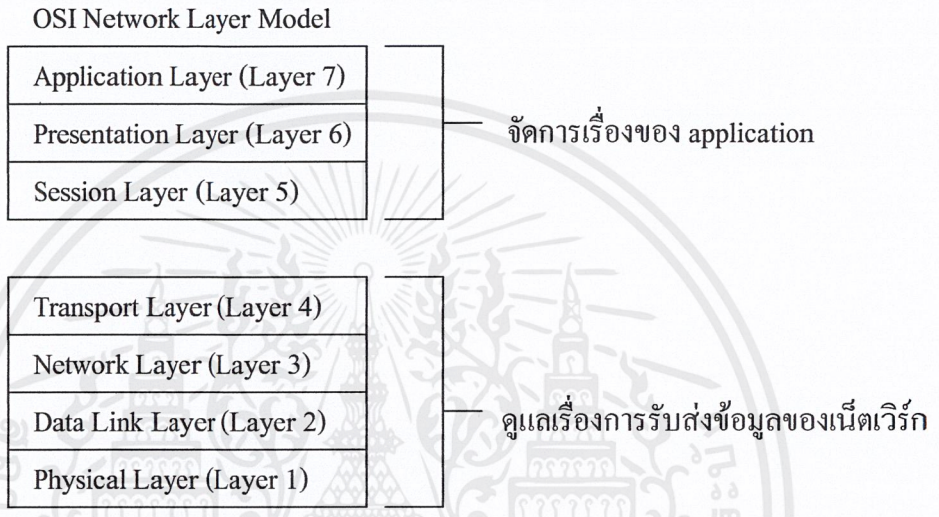
### 3.7.3 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ต

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยเครือข่ายย่อยจำนวนมาก แต่ละเครือข่ายประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่เป็นแหล่งข้อมูลต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งได้แก่ ข้อมูลทางการศึกษา ธุรกิจ การค้า ข่าวดารและการบันเทิง เป็นต้น ข้อมูลในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงประกอบด้วยข้อมูลทุกประเภท ซึ่งเป็นข้อมูลฟรี และข้อมูลที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งโดยมากจะเป็นข้อมูลทางธุรกิจการค้า อย่างไรก็ตาม การสืบค้นข้อมูลต่างๆ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำได้โดยสืบค้นผ่านโปรแกรมมาตรฐานจำนวนมาก อาทิเช่น โปรแกรมโกเฟอร์ (gopher) โปรแกรมเวส (WAIS) โปรแกรมลิงซ์ (Lynx) และ โปรแกรมเวิลด์ไวด์เว็บเบราว์เซอร์ (World-Wide-Web browser) เป็นต้น การสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอื่นๆ ได้แก่ การกระจายข่าวสาร การเขียนข้อความโต้ตอบกัน การล็อกอินเข้าสู่คอมพิวเตอร์ทางไกล และการสื่อสารโดยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) ซึ่งเป็นการส่งจดหมายที่รวดเร็วและสามารถส่งได้โดยไม่จำกัดจำนวน เป็นต้น

### 3.7.4 OSI โมเดล

องค์การมาตรฐานสากลหรือ ISO (International Organization for Standardization) ได้มีการศึกษาและหาแนวทางในการกำหนดมาตรฐานของเครือข่าย เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว ประการ ซึ่งจะทำให้การเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายสามารถทำได้ ISO ค้นพบว่า ระบบเครือข่ายจะมีกิจกรรมพื้นฐานต่างๆ เช่น การรับส่งข้อมูล การเข้าใช้งานเครื่องแม่ข่าย การตั้งพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ ในเครือข่าย เป็นต้น ดังนั้น ISO ได้จัดแบ่งกิจกรรมเหล่านั้นออกเป็นงานย่อยและกำหนดเป็นโมเดลแบ่งเป็นชั้นๆ ตามลำดับ เรียกว่า มาตรฐาน Open System Interconnection หรือ OSI โมเดล ด้วยวิธี

การแบ่งกิจกรรมที่ซับซ้อนในเครือข่ายออกเป็นงานย่อยๆ ก็จะช่วยให้การออกแบบและใช้งาน  
 เครือข่ายรวมถึงการเชื่อมโยงกันเป็นไปได้ด้วยความสะดวก และมีวิธีการทำงานอยู่ในกรอบเดียวกัน  
 โมเดล OSI นี้เป็นต้นแบบแนวคิดในการสร้างเครือข่าย แต่ไม่ใช่พิมพ์เขียวตายตัวอย่างในงาน  
 ก่อสร้าง และไม่ใช่เป็นวิธีการสร้างระบบเครือข่ายโดยตรง แต่เป็นมาตรฐานให้กับผู้ที่ต้องการสร้าง  
 ระบบเครือข่ายหรืออุปกรณ์ รวมถึงซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะต้องนำมาใช้กับเครือข่ายได้ เพื่อเป็น  
 แนวทางในการพัฒนาเท่านั้น



รูปที่ 3.17 OSI Model

ในแต่ละชั้นของ ISO โมเดล จะมีการติดต่อสื่อสารติดต่อกันเป็นชั้น ๆ ตามลำดับลงมา เช่น Application Layer ก็จะสื่อสารกับ Presentation Layer, Presentation Layer ก็จะสื่อสารกับ Session Layer ตามลำดับไปจนถึงชั้นแรกสุดคือ Physical Layer ถ้าจะจัดแบ่งชั้นต่าง ๆ ของโมเดล ออกเป็นกลุ่มจะได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกประกอบด้วย Application, Presentation และ Session Layer ทำหน้าที่หลักในการจัดการเรื่องราวของแอปพลิเคชัน กลุ่มที่ 2 คือ Transport, Network, Data Link และ Physical Layer ทำหน้าที่จัดการเรื่องราวของการส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายและในเครือข่าย เดียวกัน รายละเอียดของแต่ละชั้นเป็นดังนี้

**Application Layer** ชั้นบนสุดของโมเดล เป็นส่วนที่จะทำให้เครือข่ายกับผู้ใช้ระบบเป็นไปได้ตามต้องการ ตัวอย่างแอปพลิเคชันของเครือข่ายก็เช่น E-mail, การโอนถ่ายไฟล์ ข้อมูล (File Transfer), การขอเข้าใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย (Host terminal) เป็นต้น

Application Layer จะทำหน้าที่จัดการเรื่องต่างๆ ของเครือข่ายตามที่ผู้ใช้ต้องการนั่นเอง โดยจะอยู่ระดับบนที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้ที่สุด

**Presentation Layer** เป็นชั้นที่มีการกำหนดหน้าที่ไม่ชัดเจนนัก และมีการนำไปใช้ไม่มาก หน้าที่หลักคือเป็นส่วนที่จัดรูปแบบและนำเสนอข้อมูลให้เป็นไปตามที่ต้องการ รวมไปถึงการจัดแบ่งข้อมูลในรูปแบบมาตรฐาน ASCII หรือ EBCDIC, การลดขนาดข้อมูล (data compression), การเข้ารหัสหรือถอดรหัสของข้อมูลเพื่อความปลอดภัยในการสื่อสาร แต่ส่วนใหญ่แล้วแอปพลิเคชันจะเป็นตัวจัดการแทนได้

**Session Layer** เป็นชั้นที่จัดการในเรื่องของการสร้าง “การติดต่อแต่ละครั้ง” หรือ session ให้ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสองฝั่ง โดยทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มการติดต่อ ดูแลให้การส่งผ่านข้อมูลในการติดต่อครั้งนั้น ๆ เป็นไปได้โดยไม่มีปัญหา จนถึงการเลิกการติดต่อเมื่อเสร็จงาน

**Transport Layer** ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและรายละเอียดวิธีการรับส่งข้อมูล ให้เป็นไปตามกำหนดที่ได้ตั้งไว้ และจัดการให้การเชื่อมโยงเครือข่ายเป็นไปอย่างราบรื่น Transport Layer เป็นชั้นสุดท้ายที่จัดการเรื่องของการส่งข้อมูลและการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งในส่วนของ TCP (Transport Control Protocol) ในโปรโตคอล TCP/IP (แบบที่ใช้ในอินเทอร์เน็ต) ทำงานที่ระดับนี้

**Network Layer** ทำหน้าที่ควบคุมวิธีการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่ายให้ถูกต้อง และเป็นไปตามเส้นทางที่กำหนด ในปัจจุบันเมื่อมีการใช้เครือข่ายมากขึ้น ขนาดใหญ่ขึ้น ซับซ้อนมากขึ้น จะมีการจัดแบ่งเครือข่ายนั้นให้เป็นส่วนย่อยหรือ Network segment (หรือที่เรียกว่า subnetwork) โดยใช้อุปกรณ์ Bridge หรือ Router ทั้งนี้ Network Layer จะจัดการส่งผ่าน packet ข้อมูล (data packet คือ ข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปที่กำหนดไว้แล้วนั่นเอง) ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ไปยังเครือข่ายย่อยให้ได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการ นอกจากนี้ Network Layer จะจัดการดูแลเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูล (Routing table) และกั้นหรือกรอง packet ข้อมูลที่ส่งไปยังที่หมายในเครือข่ายย่อยเดียวกัน ไม่ให้ข้ามไปยังเครือข่ายย่อยอื่น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณข้อมูลที่จะวิ่งบนเครือข่ายได้ส่วนหนึ่ง โปรโตคอล IP, TCP/IP และ IPX เป็นโปรโตคอลที่ทำงานอยู่บน Layer นี้

**Data Link Layer** ทำหน้าที่เรียกใช้หรือกำหนดช่องทางในการส่งข้อมูลที่ต้องการ เช่น Ethernet, Token Ring หรือ FDDI เป็นต้นรวมถึงการควบคุมลำดับอัตราการรับส่งข้อมูลหรือ flow control และสถานที่ที่จะส่งข้อมูลไป (address) ทั้งนี้ data Link Layer เป็นชั้นแรกๆ ที่จัดการแปลงข้อมูลจากบิตให้อยู่ในรูปของ packet โดยจะมีการเพิ่มข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในกรณีส่งข้อมูลออกไป หรือในกรณีอ่านข้อมูลเข้ามาก็จะตรวจสอบส่วน checksum เพื่อความข้อมูลที่

รับมาถูกต้องครบถ้วน และถ้าได้รับ packet ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องก็จะไม่เอาข้อมูลนั้นไปใช้งานต่อ และบอกไปยังต้นทางให้ส่งมาใหม่

**Physical Layer** รับผิดชอบและดูแลในรายละเอียดการส่งข้อมูลในด้านฮาร์ดแวร์จริง เช่น การควบคุม Network Interface Card การส่งสัญญาณผ่านสัญญาณแบบต่าง ๆ โดย Physical Layer จะจัดสร้างสัญญาณทางไฟฟ้า, สัญญาณเสียง หรือสัญญาณแสงที่จำเป็นในการสื่อสารโดยตรง

### 3.7.5 พื้นฐานต่างๆของการเชื่อมโยงของ TCP

TCP ช่วยสร้าง Application ที่ใช้ Protocol ในการเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล โดยใช้การเชื่อมโยงที่ Computer สองเครื่อง สามารถส่งผ่านข้อมูลซึ่งกันและกันจึงเหมาะใช้งานการสื่อสารโดยตรงระหว่างผู้ใช้และส่งผ่าน File ขนาดใหญ่ การสร้าง Application ของ Server จะกำหนด Port (Property Local Port) ให้รับฟังและเรียกใช้ Method Listen เมื่อ Client ร้องขอการเชื่อมโยงทำให้เกิดเหตุการณ์ Connect Request เกิดขึ้นการเชื่อมโยงที่สมบูรณ์ จะต้องเรียกใช้ Method Accept ภายใต้เหตุการณ์ Connect Request เมื่อมีการเชื่อมโยง Computer ทั้งคู่ สามารถส่งและรับข้อมูลการส่งข้อมูลจะเรียกใช้ Method Send Data เมื่อได้รับข้อมูลเหตุการณ์ Data Arrival จะเกิดขึ้นซึ่งจะต้องเรียกใช้ Method Get Data ภายในเหตุการณ์ Data Arrival เพื่อนำข้อมูลออกมาแสดง

### 3.7.6 อุปกรณ์เชื่อมโยง

#### Repeater

Repeater เป็นอุปกรณ์ “ทวนสัญญาณ” (repeat) เพื่อให้สัญญาณไฟฟ้าที่รับส่งกันในสาย LAN สามารถส่งได้ไกลขึ้นเท่านั้น ใช้ในกรณีต้องการต่อสาย LAN ให้ได้ไกลเกินกว่ามาตรฐานปกติ แต่ไม่ได้ทำหน้าที่ช่วยจัดการจราจรบน LAN แต่อย่างใด

#### การทำงานของ Repeater

อุปกรณ์ Repeater ถูกนำมาใช้งานในกรณีที่เครือข่ายนั้นต้องการเพิ่มจำนวนของเครื่องลูกข่ายมากขึ้น แต่ลากสัญญาณไม่ได้ เพราะระยะทางจะมากกว่าข้อกำหนดที่ให้ลากสายได้ ยิ่งระยะทางไกลมากสัญญาณที่ถูกส่งออกไปก็จะเริ่มเพี้ยนและจางลงจนหายไปในที่สุด อุปกรณ์ Repeater จะช่วยจัดการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นและจัดรูปสัญญาณที่เพี้ยนไปให้กลับเหมือนเดิม จากนั้นจึงส่งต่อไปในสายสัญญาณ

ข้อเสียของอุปกรณ์ Repeater ก็คือ ไม่สามารถกั้นกรองสัญญาณที่ไม่จำเป็น (เช่น ข้อมูลที่ผู้รับอยู่ฝั่งเดียวกับผู้ส่ง จึงไม่จำเป็นต้องขยายและส่งต่อไปยังเครือข่ายที่อยู่อีกฝากหนึ่ง) สัญญาณต่าง ๆ ที่เข้ามาก็จะถูกส่งออกไปเหมือนเดิม พุงง่าย ๆ ก็คือ ไม่ว่าจะเป็น Packet อะไรที่ส่งออกมาในเครือข่าย Repeater จะไม่สนใจที่หมายปลายทางว่าเป็นเครื่องที่อยู่คนละฟากกันหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณมากก็จะส่งต่อไปยังอีกฟากหนึ่งให้เสมอ ดังนั้นยังถ้ามีการเชื่อมโยงต่อเครื่องลูกข่ายจำนวนมากเข้ากับ Repeater ที่มีหลายพอร์ต ก็จะมีสัญญาณกระจายไปในเครือข่ายมากขึ้นด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลงได้

### **Bridge**

อุปกรณ์ Bridge เป็นสิ่งที่ใช้แก้ปัญหาในเรื่องสัญญาณที่วิ่งอยู่ในเครือข่ายมากเกินไป โดยจะจัดแบ่งเครือข่ายออกเป็นเครือข่ายย่อยหรือ Network segment และจะทำการกั้นกรองสัญญาณเท่าที่จำเป็นเพื่อส่งให้กับเครือข่ายย่อยที่ถูกต้องได้ ทำให้สัญญาณไม่มารบกวนกันหรือมีสัญญาณที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในเครือข่ายย่อย โดยไม่จำเป็น แต่ในทางกลับกัน ถ้ามีความจำเป็นต้องการสื่อสารข้ามเครือข่ายย่อยเป็นจำนวนมากแล้ว อุปกรณ์ Bridge ก็อาจจะกลายเป็นเสมือนคอขวดที่ทำให้เครือข่ายทำงานช้าลงได้

#### **การทำงานของ Bridge**

หลักการทํางานของ Bridge จะดูแลข้อมูลที่ส่งโดยพิจารณาจากหมายเลขของเครื่อง หรือตามศัพท์ทางเครือข่ายคือ Media Access Control Address (MAC address หรือ station address) Bridge จะทำงานใน Data Link Layer หรือ Layer ที่ 2 ของ OSI โมเดล คือมองข้อมูลที่รับส่งกันเป็น Packet แล้วเท่านั้น โดยไม่สนใจโปรโตคอลสื่อสารที่ใช้ ไม่ว่าจะเป็น IP หรือ IPX หรือโปรโตคอลใด ๆ พุงง่าย ๆ ก็คือ ไม่ว่าจะเป็น packet อะไรที่ส่งออกมาในเครือข่าย Bridge จะดูแลเฉพาะ address ปลายทาง และถ้าพบว่าเป็นเครื่องที่อยู่คนละฟากกันก็จะส่งต่อไปให้เท่านั้น ไม่สนใจว่าการส่งไปถึงเครื่องที่เป็นผู้รับปลายทางนั้นอาจทำให้ได้หลายเส้นทางต่าง ๆ กัน

ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของ Bridge คือในขณะที่คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการส่งข้อมูลไปยังอีกเครื่องหนึ่ง แต่ไม่ทราบ station address จะมีการส่งข้อมูลพิเศษที่เรียกว่า Broadcast frame เข้าไปในเครือข่ายเมื่อข้อมูลนั้นผ่านมาที่ Bridge ก็จะมีการส่งข้อมูล broadcast นี้ต่อไปยังทุกเครือข่ายย่อยทั้งหมดที่ต่ออยู่ (โดยไม่มีการเลือกหรือกั้นกรองใดๆ) ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายทั้งหมดถูกขัดจังหวะเพื่อรับข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นถ้ามีข้อมูลที่ broadcast มากก็จะทำให้เครือข่ายมีปัญหาเรื่องปริมาณข้อมูลหนาแน่น และความเร็วในการทำงานลดลงได้

## Router

Router เป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนกว่า Bridge โดยทำงานเสมือนเป็นเครื่องหรือ node หนึ่งใน LAN ซึ่งจะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาแล้วส่งไปยังปลายทาง โดยอาจส่งในรูปแบบของ packet ที่ต่างออกไป เพื่อไปผ่านสายสัญญาณแบบอื่นๆ เช่นสายโทรศัพท์ที่ต่อผ่านโมเด็มก็ได้ ดังนั้นจึงอาจใช้ Router ในการเชื่อมต่อ LAN หลายแบบเข้าด้วยกันผ่าน WAN ได้ด้วย และเนื่องจากการที่มันทำตัวเสมือนเป็น node หนึ่งใน LAN นี้ยังทำให้มันสามารถทำงานอื่นๆ ได้มากอีก เช่น รวบรวมข้อมูลเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งข้อมูลหรือตรวจสอบว่าข้อมูลที่เข้ามานั้นมาจากไหน ควรจะให้ผ่านหรือไม่ เพื่อช่วยในเรื่องของการรักษาความปลอดภัยด้วย

### การทำงานของ Router

สิ่งที่แตกต่างระหว่าง Bridge กับ Router คือ Bridge ทำงานในระดับ Data Link Layer คือจะใช้ข้อมูล station address ในการทำงานส่งข้อมูลไปยังที่ใด ๆ ซึ่งหมายเลข station address นี้มีการกำหนดมาจากฮาร์ดแวร์หรือที่ส่วนของ Network Interface Card (NIC) และถูกกำหนดมาเฉพาะตัวจากโรงงานไม่ให้ซ้ำกัน ถ้ามีการเปลี่ยน NIC นี้ไป ก็จะทำให้ station address เปลี่ยนไปด้วย ส่วน Router ทำงานที่ระดับสูงกว่าคือ Network Layer หรือ ชั้นที่ 3 ของ OSI โมเดล โดยใช้ logical address หรือ Network Layer address (คือ address ที่ตั้งด้วยซอฟต์แวร์ ตามที่ผู้ใช้แต่ละเครื่องจะตั้งขึ้นให้โปรโตคอลในระดับ Network Layer รู้จัก) ในการส่งผ่านข้อมูลโปรโตคอลของเครือข่ายชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น IPX, TCP/IP หรือ AppleTalk ซึ่งจะเป็นโปรโตคอลที่ทำงานใน Network layer นี้เช่นกัน การกำหนด Network address ทำได้โดยผู้ดูแลระบบเครือข่ายนั้น ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ง่าย และสามารถใช้อุปกรณ์ Router เชื่อมโยงเครือข่ายที่แยกจากกันให้สามารถส่งผ่านข้อมูลร่วมกันได้และทำให้เครือข่ายขยายออกไปได้เรื่อย ๆ

หน้าที่หลักของ Router คือการหาเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลที่ดีที่สุด และเป็นตัวกลางในการส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายอื่น ทั้งนี้ Router สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายที่ใช้สื่อสัญญาณหลายแบบแตกต่างกันได้ไม่ว่าจะเป็น Ethernet, Token Ring หรือ FDDI ใดๆ ที่ในแต่ละระบบจะมี packet เป็นรูปแบบของตนเองซึ่งแตกต่างกัน โดยโปรโตคอลที่ทำงานในระดับบนหรือ Layer 3 ขึ้นไปเช่น IP, IPX หรือ AppleTalk เมื่อมีการส่งข้อมูลก็จะบรรจุข้อมูลนั้นเป็น packet ในรูปแบบของ Layer2 คือ Data Link Layer เมื่อ Router ได้รับข้อมูลมาก็จะตรวจดูใน packet นี้เพื่อจะทราบว่าจะใช้โปรโตคอลแบบใด (ซึ่งทำได้เพราะ Router ทำงานใน Network Layer ซึ่งเป็นระดับที่สูงพอจะเข้าใจโปรโตคอลต่างๆ แล้ว) จากนั้นก็จะตรวจดูเส้นทางส่งข้อมูลจากตาราง Routing Table ว่า

จะต้องส่งข้อมูลนี้ไปยังเครือข่ายใดจึงจะต่อไปถึงปลายทางได้ แล้วจึงบรรจุข้อมูลลงเป็น packet ของ Data Link Layer ที่ถูกต้องอีกครั้งเพื่อส่งต่อไปยังเครือข่ายปลายทาง

### เกตเวย์

ถ้าคุณต้องเชื่อมโยงเครือข่ายที่แตกต่างกันมาก เช่น เครือข่ายของคอมพิวเตอร์เมนเฟรมของ IBM กับเครือข่ายของพีซี คุณอาจเลือกใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เกตเวย์ (gateway) ซึ่งทำงานในระดับสูงตามแบบจำลอง OSI เกตเวย์สร้างแพคเกจขึ้นใหม่ทุกส่วน และบางครั้งก็แปลงข้อมูลที่เกินทางระหว่างเครือข่าย รูเตอร์เพิ่มข้อมูลการกำหนดแอดเดรสให้กับแพคเกจหรือเฟรมที่มันเคลื่อนย้ายโดยไม่เปลี่ยนแปลงเนื้อหาของข่าวสาร ส่วนโปรแกรมเกตเวย์มักจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข่าวสารเพื่อให้มันตรงตามที่แอปพลิเคชันด้านรับต้องการ

ผมได้อธิบายเกตเวย์ระหว่างพีซีกับเมนเฟรมในบทที่ 12 แต่เกตเวย์ระหว่างแลนส่วนใหญ่ถูกใช้โดยโปรแกรมไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรมเกตเวย์เหล่านี้จะเคลื่อนย้ายข่าวสารของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์จากรูปแบบและการเข้ารหัสของโปรแกรมหนึ่ง บางครั้งผ่านรูปแบบกลางร่วมกันไปเป็นรูปแบบของโปรแกรมฝ่ายรับ

มาตรฐานการส่งข่าวสาร X.400 กำลังเป็นส่วนที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นในการเชื่อมโยงแลนถึงกัน X.400 เป็นมาตรฐานระหว่างประเทศที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ระบบกลางสำหรับการแลกเปลี่ยนไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ มาตรฐานนี้บรรยายถึงแบบจำลองที่ค่อนข้างซับซ้อนชื่อว่า Message Transfer Agents (MTA) ซึ่งทำงานร่วมกันในการเคลื่อนย้ายข่าวสารจากผู้ใช้โปรแกรมอีเมลชนิดหนึ่งเรียกว่า User Agent (UA) ไปยังคนที่ใช้ UA แยกต่างหาก UA และ MTA ทั้งหมดสื่อสารกันตามโปรโตคอลหนึ่งในสามโปรโตคอล X.400 เป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดตัวหนึ่งของความซับซ้อนที่มาจากการออกแบบของคณะกรรมการ แต่หลายคนใช้ X.400 ทำงานสำหรับการเชื่อมโยงระหว่างแลนในระดับสูง

Novell ร่วมกับ Retix และ Touch Communications สร้างเกตเวย์ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ระหว่าง NetWare MHS กับ X.400 เกตเวย์จะเคลื่อนย้ายข่าวสารไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ที่เข้ากันได้กับ MHS ไปยังบริการ X.400 หลายบริษัท เช่น MCI และ U.S. Sprint ให้บริการสภาพแวดล้อมแบบ X.400 แก่สมาชิก

บริษัทที่มีเอกลักษณ์บริษัทหนึ่งชื่อว่า Soft-Switch, Inc. สร้างธุรกิจการส่งข่าวสารไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ X.400 และโปรโตคอลดำรับเฉพาะอื่นๆ บริษัทนี้จัดหาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จะสร้างระบบแบ็กโบนของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และเครือข่ายอีเมลบริษัท แพคเกจ

หนึ่งชื่อว่า SoftSwitch เป็นซอฟต์แวร์ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์สมรรถนะสูงที่สามารถรวมเข้ากับระบบเมนเฟรมของ IBM เพื่อรองรับเครือข่ายขนาดใหญ่ของโปรแกรมอีเมลบนพีซีและเมนเฟรม ข้อได้เปรียบที่สำคัญของการใช้เกตเวย์ (เช่น เกตเวย์สำหรับอีเมล) เพื่อเชื่อมโยงแลนในระดับสูง คือ วงจรสื่อสารระหว่างแลนไม่ต้องขนส่งข้อมูลปริมาณมาก ระบบ MHS ทำงานได้ดีกับคู่สายโทรศัพท์แบบหมุน และโมเด็ม 2,400 บิตต่อวินาที เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ทำตัวเป็นเกตเวย์ทำการประมวลผลมาก วงจรการเชื่อมต่อระหว่างกันจึงไม่ต้องขนส่งข้อมูลมากเท่า

### 3.7.7 Domain Name System (DNS)

เราทราบกันดีแล้วว่า การติดต่อกันในอินเทอร์เน็ตซึ่งใช้โปรโตคอล TCP/IP คู่กัน โดยจะต้องมีหมายเลข IP ในการอ้างอิงเสมอ แต่หมายเลข IP นี้ถึงแม้จะจัดแบ่งเป็นส่วน ๆ แล้วก็ยังมีอุปสรรคในการที่ต้องจดจำถ้าเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายมีจำนวนมากขึ้น การจดจำหมายเลข IP จะเป็นเรื่องยากและอาจสับสนจำผิดได้ แนวทางการแก้ปัญหาคือการตั้งชื่อหรือตัวอักษรขึ้นมาแทนหมายเลข IP น่าจะสะดวกในการจดจำมากกว่า เช่น หมายเลข IP คือ 192.10.100.21 แทนที่ด้วยชื่อ cybertown.th.com ผู้ใช้บริการสามารถจดจำชื่อ cybertown.th.com ได้แม่นยำกว่า นอกจากนี้ในกรณีเครื่องเสียหรือต้องการเปลี่ยนแปลงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการ จากเครื่องที่มีหมายเลข IP 192.10.100.21 เป็น 192.10.100.30 ผู้ดูแลระบบจะจัดการแก้ไขฐานข้อมูลให้เครื่องใหม่มีชื่อแทนเครื่องเดิมได้ทันที โดยไม่ต้องโยกย้ายฮาร์ดแวร์แต่อย่างใด ส่วนในมุมมองของผู้ใช้ก็ไม่ต้องแก้ไขอะไรทั้งสิ้น ยังคงสามารถใช้งานได้เหมือนเดิม

สำหรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้มีการพัฒนาโลกแทนที่ชื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการกับเลขหมาย IP หรือ name-to-IP address ขึ้นมาใช้งานและกลไกนี้เรียกว่า Domain Name System (DNS) โดยมีการจัดเก็บฐานข้อมูลชื่อและหมายเลข IP เป็นลำดับชั้น (hierachical structure) อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ ที่เรียกว่า Domain Name Server หรือ Name server โครงสร้างของฐานข้อมูล Domain name นี้ ในระดับบนสุดจะมีความหมายบอกถึงประเภทขององค์กร หรือชื่อประเทศที่เครือข่ายตั้งอยู่

ชื่อ Domain ในชั้นบนสุดเหล่านี้จะใช้ตัวอักษรเล็กหรือใหญ่ก็ได้ แต่นิยมใช้อักษรตัวเล็ก โดยมีการกำหนดมาจากหน่วยงานที่เรียกว่า InterNIC (Internet Network Information Center) จากระดับบนสุดก็จะมีระดับล่าง ๆ ลงมาซึ่งใช้แทนความหมายต่าง ๆ แล้วแต่ผู้จัดตั้งจะกำหนดขึ้น เช่น ตั้งตามชื่อคณะหรือภาควิชาในมหาวิทยาลัย ตั้งตามชื่อฝ่ายหรือแผนกในบริษัท เป็นต้น แต่ละระดับจะถูกแบ่งคั่นด้วยเครื่องหมายจุดเสมอ การดูระดับจากบนลงล่างให้ดูจากด้านขวามาซ้าย เช่นชื่อ Domain

คือ support.skynet.com จะได้ว่า com จะเป็นชื่อ domain ในระดับบนสุด ถัดจากจุดตั้งต้นหรือรากของโครงสร้าง (root) ระดับที่สองคือชื่อ skynet และระดับล่างสุดคือ support หมายความว่าชื่อ Domain นี้แทนหน่วยงาน support ของบริษัทชื่อ skynet และเป็นบริษัทเอกชน

ในการกำหนดหรือตั้งชื่อแทนหมายเลข IP นี้จะต้องลงทะเบียนและขอใช้ที่หน่วยงาน InterNIC เสียก่อนถ้าได้รับอนุญาตและลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว จะมีการจัดเก็บพื้นฐานข้อมูล name-to-IP address เพื่อให้ผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถอ้างอิงเข้ามาใช้บริการได้ เหมือนกับการจดทะเบียนตั้งชื่อบริษัท ที่ต้องมีผู้รับผิดชอบในการเก็บข้อมูลเป็นนายทะเบียนและคอยตรวจดูว่าชื่อนั้นจะซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ ถ้าไม่มีปัญหาที่อนุญาตให้ใช้ได้ ชื่อ Domain นี้จะมีความยาวทั้งหมดได้ไม่เกิน 255 ตัวอักษร แต่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องระดับชั้น ดังนั้นในชื่อหนึ่ง ๆ อาจมีได้หลายระดับตามต้องการ และข้อสังเกตที่สำคัญก็คือชื่อและจุดเหล่านี้ไม่เกี่ยวกับจุดในยตัวเลขที่เป็น Ippaddress แต่อย่างใด

ขบวนการหรือกลไกในการแปลงชื่อ Domain กลับเป็นหมายเลข IP หรือ Name mapping นี้อยู่ที่การจัดการฐานข้อมูล Domain Name แบบกระจายโดยเริ่มจากเมื่อมีโปรแกรมอ้างอิงชื่อโดเมนบนเครื่องหนึ่ง ก็จะมีการสอบถามไปยังฐานข้อมูลในเครื่องที่ทำหน้าที่เป็น name server (ซึ่งอาจเป็นเครื่องเดียวกันนั่นเองหรือคนละเครื่องก็ได้ และอาจมี name server ได้หลายเครื่องด้วย ขึ้นกับว่าจะตั้งให้ไว้รู้จัก name server เครื่องใดบ้าง) เครื่องที่เป็น name server ก็จะเรียกดูในฐานข้อมูล และถ้าพบชื่อที่ต้องการก็จะจัดการแปลงชื่อ Domain เป็นหมายเลข IP ที่ถูกต้องให้ระบบ name server นี้มีการจัดตั้งกระจายไปในหลายเครื่องบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากอย่างน้อยหน่วยงาน ISP หนึ่งๆ ก็จะต้องจัดตั้งระบบดังกล่าวขึ้นมาเพื่อคอยดูแลจัดการฐานข้อมูล Domain Name ของเครือข่ายตนเอง ดังนั้นถ้า name server เครื่องหนึ่ง ไม่มีข้อมูลหรือไม่รู้จัก Domain Name ที่ถูกถามมาก็อาจจะไปขอข้อมูลจาก name server เครื่องอื่นๆ ที่ตนรู้จักจนกว่าจะพบ หรือจนกว่าจะทั่วแล้วไม่ปรากฏว่ามีเครื่องไหนรู้จักเลข กรณีนี้ก็จะตอบไปว่าไม่รู้จัก (หรือถ้ามี name server บางเครื่องที่รู้จักชื่อนั้นแต่ขณะนั้นเกิดขัดข้องอยู่ก็จะได้คำตอบว่าไม่มีเครื่องใดรู้จักเช่นกัน)

### 3.7.8 การเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ต

โดยปรกติเราต้องการต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเข้ากับระบบเครือข่าย ถ้าเป็นกรณีของเครือข่ายระยะใกล้หรือ LAN เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องมีหรือติดตั้งการ์ด LAN เพื่อเป็นอุปกรณ์เชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายด้วยความเร็วสูงมาก สื่อกลางที่ใช้ก็จะเป็นสายสัญญาณพิเศษเช่น สาย coaxial, สาย fiber optic หรือสาย Ushield Twisted Pair(UTP) แทนสาย

โทรศัพท์ ช่วยในกรณีของเครือข่ายระยะไกล WAN นั้น ก็จะต้องมีโมเด็มและอุปกรณ์อื่น ๆ เพิ่มเติม ดังที่อธิบายไปแล้ว และหลังจากที่ต่อเข้ากับเครือข่ายแล้ว การอ้างอิงถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกๆเครื่อง ในระบบเครือข่ายจะมีหมายเลขเฉพาะหรือ address ที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งในเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP (โดยส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Unix) จะเรียกหมายเลขอ้างอิงเฉพาะนี้ว่า Internet Protocol address หรือ IP address นั่นเอง

ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ เชื่อมต่ออยู่เปรียบเสมือนการติดต่อโดยโทรศัพท์ แบบพูดได้พร้อมกันหลายคน และทุกคนก็ได้ยินเหมือนกันในเวลาเดียวกัน แต่ผู้ส่งข่าวสารจากเครื่อง หนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งจะมีการระบุหมายเลขอ้างอิงหรือ IP address ไปให้ด้วย เพื่อให้ผู้รับที่มี IP address ตรงตามที่ระบุนั้นทราบว่ามีข่าวสารส่งมาถึงตนเอง ถ้าหมายเลข IP address ไม่ตรงกัน เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นก็จะไม่รับทราบข่าวนั้น ด้วยเหตุผลนี้เองจึงทำให้หมายเลข IP address มีความ สำคัญและจะต้องไม่ซ้ำกัน

ในกรณีที่ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเข้ากับอินเทอร์เน็ตนั้น จะต้องต่อเข้ากับ หน่วยงานผู้ให้บริการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตหรือ Internet Service Provider (ISP) เช่น หน่วยงาน ราชการหรือสถาบันการศึกษารวมถึงผู้ให้บริการเชิงพาณิชย์รายต่างๆ ส่วนการต่อออกไปยัง อินเทอร์เน็ตต่างประเทศโดยตรงนั้น โดยทางเทคนิคแล้วเป็นไปได้ก็จริง แต่ก็คงมีผู้ใช้วิธีนี้ไม่มากนัก เพราะนอกจากอาจจะต้องเสียค่าเช่าคู่สายทางไกลไปต่างประเทศ เดือนละหลายแสนบาท และค่า บริการให้แก่หน่วยงานที่เป็น ISP ของต่างประเทศอีกด้วยแล้วยังถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขของกฎหมาย ไทย เช่นว่าระบบที่ต่อเข้าไปนี้จะต้องไม่นำไปใช้เพื่อให้หรือขายบริการต่อผู้อื่น ๆ คือใช้ได้เฉพาะ ในองค์กรของตนเองเท่านั้น เป็นต้น

สำหรับหน่วยงานที่เป็น Internet Service Provider เหล่านี้จะมีระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมไปสู่อินเทอร์เน็ตในต่างประเทศอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการ ใช้งานอินเทอร์เน็ต จะมีวิธีในการเชื่อมต่อเข้าสู่เครื่องได้ 3 แบบคือ

**แบบแรก** เชื่อมต่อกัน โดยตรง (Direct connection) เข้ากับเครือข่ายของผู้ให้ บริการอินเทอร์เน็ต (ISP) ในประเทศหรือต่างประเทศก็ตาม

**แบบที่สอง** เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ด้วย Internet Protocol (IP) เหมือนแบบแรก โดยโทรศัพท์เข้าไปในแต่ละครั้งที่ใช้บริการ (Dialup IP)

**แบบที่สาม** เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ โดยใช้งานเป็นจอเทอร์มินอล บนเครื่องของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Terminal Emulation)

### 3.7.8.1 การเชื่อมต่อโดยตรง (Direct Connection)

ในการเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ตแบบโดยตรงนี้ หมายถึงผู้ใช้มีเครือข่าย LAN (หรือจะเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวก็ตาม) ที่อยากจะเชื่อมเข้ากับอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้บริการต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยต้องไม่ลืมว่าสิ่งที่จำเป็นต้องมีคือ การติดต่อด้วยโปรโตคอล TCP/IP เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานต้องมี IP address ที่ได้รับมาเป็นหมายเลขอ้างอิงจากหน่วยงาน InterNIC หรือได้รับการจัดสรรต่อมาจากหน่วยงานที่เป็น ISP ที่เราใช้บริการ (ซึ่ง ISP ก็ต้องได้หมายเลขดังกล่าวมาจาก InterNIC หรือได้รับการจัดสรรต่อมาจาก InterNIC อีกทีหนึ่งนั่นเอง) การเชื่อมต่อทำได้โดยใช้อุปกรณ์ Router ทำหน้าที่เป็น Gateway เชื่อมโยงเครือข่ายเข้าด้วยกัน สายสัญญาณสื่อกลางที่ใช้เชื่อมกันอาจจะเป็นสายเช่าพิเศษ (Leased Line, ISDN หรือ DataNet), Microwave link, Fiber Optic หรือดาวเทียมก็ได้ โดยมีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตต่อวินาทีไปจนถึง 2 เมกกะบิตต่อวินาที ในส่วนของวงจรที่เชื่อมต่อออกไปในอินเทอร์เน็ตนั้น ถ้าเชื่อมต่อผ่านหน่วยงานที่เป็น ISP ประเทศไทย เมื่อหาสายสัญญาณต่อไปยังระบบของ ISP รายนั้นได้ก็เป็นอันจบ แต่ถ้าเป็นการต่อออกไปยังต่างประเทศโดยตรงนั้นก็ต้องเช่าวงจรต่อผ่านที่การสื่อสารแห่งประเทศไทย เมื่อเชื่อมต่อกันแล้วผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่าย LAN ทางด้านผู้ใช้ ก็จะสามารถใช้บริการต่าง ๆ ของอินเทอร์เน็ตได้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นแบบ text หรือ กราฟิกรก็ตาม ทั้งนี้อุปกรณ์ที่เป็น Gateway จะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ ออกไปยังเครือข่ายอื่น ๆ ในอินเทอร์เน็ตต่อไป

ถ้าระบบ LAN ที่มีใช้งานเป็นระบบ Unix ก็จะมีโปรโตคอล TCP/IP ให้ใช้งานได้ทันที ทำให้เชื่อมเครือข่ายได้สะดวก เมื่อเชื่อมต่อแล้วสิ่งที่ได้คือ ผู้ใช้ในระบบดังกล่าวจะมีสิทธิ์เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตเครื่องอื่นๆ สามารถใช้บริการได้เต็มรูปแบบ ซึ่งหน่วยงานที่เป็น ISP เองส่วนใหญ่ ก็จะใช้การเชื่อมต่อแบบนี้ด้วยเช่นกัน โดยต่อไปยัง ISP รายใหญ่ที่อยู่ในต่างประเทศอีกทีหนึ่ง ซึ่ง ISP เหล่านั้นก็มักจะเชื่อมกับเน็ตเวิร์กหลักหรือ backbone ของอินเทอร์เน็ตโดยตรง การที่เราไปผ่าน ISP ในประเทศอีกทอดหนึ่งนั้นเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของค่าเช่าคู่สายทางไกลต่างประเทศ และค่าบริการของ ISP รายใหญ่ในต่างประเทศนั่นเอง ดังนั้นจะเห็นว่าระบบเครือข่ายหนึ่ง ๆ ที่ต่อเชื่อมเข้าอยู่ในอินเทอร์เน็ตจะต้องมีการติดต่อกันด้วยโปรโตคอล TCP/IP และมีอุปกรณ์ Gateway อย่างน้อย 1 ตัวเพื่อเชื่อมเข้าอินเทอร์เน็ต สำหรับการใช้งานทั่วไป มักจะใช้อุปกรณ์ Router ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบเครือข่าย และที่สำคัญคือเป็นการเชื่อมต่อแบบตลอดเวลา (24 ชั่วโมง) จะใช้บริการเมื่อใดก็ได้ทันที แต่ถ้าผู้ใช้ไม่ได้เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายโดยตรง แต่จะใช้โมเด็มและสายโทรศัพท์เชื่อมต่อแบบที่เรียกว่า Dialup IP ที่มีการสื่อสารด้วยโปรโตคอล SLIP หรือ PPP ในการสื่อสารแทน ซึ่งจะอธิบายต่อไป

### 3.7.8.1 การเชื่อมต่อโดยตรง (Direct Connection)

ในการเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ตแบบโดยตรงนี้ หมายถึงผู้ที่มีเครือข่าย LAN (หรือจะเป็นคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวก็ตาม) ที่อยากจะเชื่อมเข้ากับอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้บริการต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง โดยต้องไม่มีว่าสิ่งที่จำเป็นต้องมีคือ การติดต่อด้วยโปรโตคอล TCP/IP เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานต้องมี IP address ที่ได้รับมาเป็นหมายเลขอ้างอิงจากหน่วยงาน InterNIC หรือได้รับการจัดสรรต่อมาจากหน่วยงานที่เป็น ISP ที่เราใช้บริการ (ซึ่ง ISP ก็คือได้หมายเลขดังกล่าวมาจาก InterNIC หรือได้รับการจัดสรรต่อมาจาก InterNIC อีกทีหนึ่งนั่นเอง) การเชื่อมต่อทำได้โดยใช้อุปกรณ์ Router ทำหน้าที่เป็น Gateway เชื่อมโยงเครือข่ายเข้าด้วยกัน สายสัญญาณสื่อกลางที่ใช้เชื่อมกันอาจจะเป็นสายเช่าพิเศษ (Leased Line, ISDN หรือ DataNet), Microwave link, Fiber Optic หรือดาวเทียมก็ได้ โดยมีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตต่อวินาทีไปจนถึง 2 เมกกะบิตต่อวินาที ในส่วนของวงจรที่เชื่อมต่อออกไปในอินเทอร์เน็ตนั้น ถ้าเชื่อมต่อผ่านหน่วยงานที่เป็น ISP ประเทศไทย เมื่อหาสายสัญญาณต่อไปยังระบบของ ISP รายนั้นได้ก็เป็นอันจบ แต่ถ้าเป็นการต่อออกไปยังต่างประเทศโดยตรงนั้นก็จะต้องเช่าวงจรต่อผ่านที่การสื่อสารแห่งประเทศไทย เมื่อเชื่อมต่อกันแล้วผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่าย LAN ทางด้านผู้ใช้ ก็จะสามารถใช้บริการต่าง ๆ ของอินเทอร์เน็ตได้อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นแบบ text หรือ กราฟิกก็ตาม ทั้งนี้อุปกรณ์ที่เป็น Gateway จะทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ ออกไปยังเครือข่ายอื่น ๆ ในอินเทอร์เน็ตต่อไป

ถ้าระบบ LAN ที่มีใช้งานเป็นระบบ Unix ก็จะมีโปรโตคอล TCP/IP ให้ใช้งานได้ทันที ทำให้เชื่อมเครือข่ายได้สะดวก เมื่อเชื่อมต่อแล้วสิ่งที่ได้คือ ผู้ใช้ในระบบดังกล่าวจะมีสิทธิ์เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตเครื่องอื่นๆ สามารถใช้บริการได้เต็มรูปแบบ ซึ่งหน่วยงานที่เป็น ISP เองส่วนใหญ่ ก็จะใช้การเชื่อมต่อแบบนี้ด้วยเช่นกัน โดยต่อไปยัง ISP รายใหญ่ที่อยู่ในต่างประเทศอีกทีหนึ่ง ซึ่ง ISP เหล่านั้นก็มักจะเชื่อมกับเนตเวิร์กหลักหรือ backbone ของอินเทอร์เน็ตโดยตรง การที่เราไปผ่าน ISP ในประเทศอีกทอดหนึ่งนั้นเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของค่าเช่าคู่สายทางไกลต่างประเทศ แะค่าบริการของ ISP รายใหญ่ในต่างประเทศนั่นเอง ดังนั้นจะเห็นว่าระบบเครือข่ายหนึ่ง ๆ ที่ต่อเชื่อมเข้าไปในอินเทอร์เน็ตจะต้องมีการติดต่อกันด้วยโปรโตคอล TCP/IP และมีอุปกรณ์ Gateway อย่างน้อย 1 ตัวเพื่อเชื่อมเข้าอินเทอร์เน็ต สำหรับการใช้งานทั่วไป มักจะใช้อุปกรณ์ Router ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบเครือข่าย และที่สำคัญคือเป็นการเชื่อมต่อแบบตลอดเวลา (24 ชั่วโมง) จะให้บริการเมื่อใดก็ได้ทันที แต่ถ้าผู้ใช้ไม่ได้เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายโดยตรง แต่จะใช้โมเด็มและสายโทรศัพท์เชื่อมต่อแบบที่เรียกว่า Dialup IP ที่มีการสื่อสารด้วยโปรโตคอล SLIP หรือ PPP ในการสื่อสารแทน ซึ่งจะอธิบายต่อไป

### 3.7.8.2 เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์แบบ Dialup IP

ถ้าผู้ใช้บริการไม่สะดวกในการเชื่อมต่อโดยตรงตลอดเวลา กับหน่วยงาน ISP หรือไม่อยากเสียค่าใช้จ่ายต่อวงจรรอกไปต่างประเทศเอง ก็สามารถใช้บริการอินเทอร์เน็ตได้โดยสมัครสมาชิกกับหน่วยงาน ISP เพื่อขอใช้บริการอินเทอร์เน็ต ในแบบ Dialup IP คือแบบที่ใช้โปรโตคอล SLIP/PPP หรือที่ ISP ส่วนใหญ่มักเรียกว่า “การให้บริการแบบกราฟฟิก” นั่นเอง ถ้ามีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่เครื่องเดียวที่จะใช้งานอินเทอร์เน็ตก็จะสามารถเชื่อมต่อโดยใช้โมเด็มและใช้สายโทรศัพท์เป็นสื่อสัญญาณ โดยเมื่อใช้โมเด็มของเราติดต่อไปที่โมเด็มฝั่งของหน่วยงาน ISP และเชื่อมโยงกันแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ฝั่งสมาชิกก็จะกลายเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายของหน่วยงาน ISP นั้นทันที โดยโมเด็มจะทำหน้าที่เสมือนการ์ด LAN แบบเนื่องจากระบบเครือข่ายของ ISP เชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตโดยตรง ดังนั้นก็จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราในขณะนั้นมีสภาพเหมือนกับต่อตรงเข้ากับอินเทอร์เน็ตด้วยโดยอัตโนมัติ ในการเชื่อมต่อแบบ Dialup IP นี้ โปรโตคอลที่ใช้ติดต่อกันระหว่างเครื่องของเรากับเครือข่ายของหน่วยงาน ISP ก็จะเป็น SLIP หรือ PPP แทนโปรโตคอล TCP/IP แต่ในภาพรวมแล้วโปรโตคอลที่เครื่องของเราใช้ติดต่อออกไปยังอินเทอร์เน็ตนั้นยังเป็น TCP/IP เหมือนเดิม

สิ่งที่ได้เมื่อต่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตโดยการติดต่อแบบ Dialup IP คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ของสมาชิก สามารถใช้บริการต่างๆ ในอินเทอร์เน็ตได้อย่างเต็มรูปแบบเหมือนกับการต่อโดยตรง (direct connection) ในหัวข้อก่อน แต่มีความเร็วในการติดต่อสื่อสารช้ากว่าแบบต่อโดยตรง เพราะโมเด็มที่ต่อผ่านสายโทรศัพท์ธรรมดาจะมีความเร็วในการสื่อสารตั้งแต่ 9600 bps ถึง 28.8 kbps เท่านั้น (ความเร็วดังกล่าวขึ้นกับความเร็วของโมเด็มของเราและโมเด็มที่ติดตั้งที่ ISP ด้วย) อย่างไรก็ตามด้านผู้ใช้งานจะต้องมีโมเด็ม, โปรแกรมสำหรับหมุนโทรศัพท์ หรือ dialer และโปรแกรม TCP/IP Protocol stack ใช้งานอยู่ ส่วนด้านหน่วยงาน ISP ก็จะต้องมีโปรแกรมสำหรับรับรองการติดต่อในลักษณะดังกล่าวเช่นกัน

การติดต่อสมัครใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบนี้ หน่วยงาน ISP จะให้ชื่อผู้ใช้หรือ user account และรหัสผ่าน หรือ password แก่สมาชิกหลังจากที่สมัครขอใช้บริการแล้ว โดย ISP จะอนุญาตให้ผู้ใช้นั้นใช้งานติดต่อเป็น dialup IP เข้ากับเครือข่ายของตนได้ และจะให้โปรแกรมที่จำเป็นในการติดต่อกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์มาด้วยทำให้ผู้ใช้สามารถใช้บริการอินเทอร์เน็ตในแบบกราฟฟิกได้ทันที ตัวอย่างเช่น เมื่อสมัครใช้บริการอินเทอร์เน็ตในแบบกราฟฟิก สมาชิกจะได้รับซอฟต์แวร์พิเศษที่นำมาติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ของสมาชิก ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ทำหน้าที่ส่งงานโมเด็มเพื่อหมุนโทรศัพท์และติดต่อด้วยวิธี dialup ip และโปรแกรมจัดการโปรโตคอล tcp/ip

(tcp/ip protocol stack) คือโปรแกรมที่มีชื่อว่า trumpet winsock ซึ่งมีความสามารถทำงานได้ทั้งสองหน้าที่และโปรแกรม Netscape Navigator ซึ่งเป็นโปรแกรม Web browser ให้ใช้งาน

โปรแกรม trumpet Winsock จะทำหน้าที่สั่งให้โมเด็มหมุนโทรศัพท์เพื่อติดต่อเข้าสู่เครือข่ายของ ISP เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วก็จะติดต่อกันในแบบโปรโตคอล SLIP หรือ PPP แทนที่จะเป็น TCP/IP (เพราะเป็นการติดต่อโดยใช้โทรศัพท์ ไม่ได้ต่อกันโดยตรง) โดยจะจัดการเรื่องการส่งผ่านข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองฝั่งให้ ตัวโปรแกรม trumpet Winsock เป็นโปรแกรมที่ใช้ร่วมทำงานกับ Windows คือใช้งานได้ทั้ง Microsoft Windows 3.x หรือ Windows for Workgroup เมื่อติดตั้งโปรแกรมจะมีการติดตั้งไฟล์ที่ชื่อ WINSOCK.DLL ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักของ TCP/IP protocol stack ให้ด้วย

ในการใช้งานติดต่อกันด้วยโปรโตคอล SLIP หรือ PPP เครื่องคอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน ISP จะต้องกำหนดให้ตรงกันว่า account นั้นจะใช้งานแบบ SLIP หรือ PPP ได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งเรียกอีกอย่างว่าใช้งานแบบกราฟิกได้ เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วสมาชิกสามารถใช้โปรแกรม Netscape Navigator หรือ Web browser อื่น ๆ เพื่อเรียกใช้บริการ World Wide Web ได้

สำหรับผู้ที่ใช้ก็สามารถใช้งานเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ตได้เลย เพราะมีซอฟต์แวร์ที่จำเป็นในการใช้งานรวมอยู่ใน Window 95 แล้ว เพียงแต่ผู้ใช้จะต้องกำหนดพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการติดต่อกับหน่วยงาน ISP ให้ถูกต้องเท่านั้น หรือถ้าผู้ใช้ไม่ชอบซอฟต์แวร์ที่ได้รับมาจากหน่วยงาน ISP อาจจะหาซื้อมาใช้ต่างหากก็ได้ เช่น ซอฟต์แวร์ Internet Chameleon หรือ Internet – A – Box เป็นต้น

สำหรับผู้ที่ยังไม่อยากจะใช้งานอินเทอร์เน็ตในแบบกราฟิก อาจจะเป็นด้วยเหตุผลที่ว่าค่าใช้จ่ายต่อเดือนสูงเกินไป (ประมาณ 12,000 บาทขึ้นไป) หรืออยากใช้บริการเพียงบางบริการ เช่น ใช้แต่ E-mail หรือค้นหาข้อมูลอย่างง่าย ๆ เท่านั้น ก็สามารถใช้บริการในโหมดตัวอักษรคือใช้การติดต่อแบบที่ 3 ที่จะอธิบายต่อไป ส่วนกรณีที่ใช้บริการแบบกราฟิกอยู่แล้ว แต่ต้องการใช้งานแบบ text บ้างเป็นครั้งคราว ก็ทำได้ทันที โดยใช้โปรแกรมจำพวก Telnet ซึ่งทำงานภายใต้ Window คือจะจำลองการทำงานเป็นเทอร์มินัลแบบ text ของเครื่องที่เป็น Host ของ ISP ให้โดยขึ้นมาเป็นหน้าต่างหนึ่งใน Window เช่น โปรแกรม EWAN เป็นต้น

### 3.7.8.3 เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายทางโทรศัพท์ โดยใช้งานเป็นเทอร์มินัลของอินเทอร์เน็ต

สำหรับผู้ที่ไม่อยากใช้งานแบบกราฟิก ก็สามารถสมัครใช้บริการกับหน่วยงาน ISP ในแบบเทอร์มินัลหรือเรียกว่าแบบตัวอักษรได้ วิธีการคือ ด้านสมาชิกมีโมเด็มที่หมุน

โทรศัพท์ที่ติดต่อเข้าสู่หน่วยงาน ISP โดยทำงานแบบ Terminal emulator คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้จะทำหน้าที่เป็นเสมือนเทอร์มินัลของโฮสต์คอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งที่อยู่ในหน่วยงาน ISP แบบนี้เรียกว่าเป็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตแบบตัวอักษรหรือแบบเทอร์มินัล ซึ่งผู้ใช้จะต้องมีความรู้การใช้งานพอสมควร เนื่องจากเมื่อเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ตแล้ว คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้จะทำหน้าที่เสมือนเป็นจอเทอร์มินัลของ Unix ที่ต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต การใช้บริการต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตก็จะลดหย่อนความสามารถลงไปบ้าง แต่ส่วนใหญ่ก็จะมีให้ใช้งานเกือบทั้งหมด เพียงแต่อยู่ในรูปตัวอักษรเท่านั้น ไม่มีภาพกราฟิกที่สวยงามให้เห็น และกลไกการทำงานภายในก็แตกต่างกัน เพราะการใช้บริการต่างบนอินเทอร์เน็ต ในกรณีนี้ โฮสต์คอมพิวเตอร์ที่เราต่อเข้าไปเป็นเทอร์มินัลจะเป็นผู้ติดต่อกับเครื่องให้บริการต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต จากนั้นก็ทำการประมวลผล แล้วจึงส่งผลที่ได้ที่มีแต่ข้อความ (text) มาที่เทอร์มินัล คือเครื่องคอมพิวเตอร์ของเรา ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นที่เราจะใช้บริการอะไรบางอย่าง ก็อยู่ที่ว่า โฮสต์เครื่องนั้นทำอะไรหรือมีโปรแกรมที่ให้บริการอะไรของอินเทอร์เน็ตได้บ้าง ส่วนเครื่องของเราไม่ต้องมีโปรแกรมอะไรอีกเลย เมื่อสมัครใช้บริการอินเทอร์เน็ตแบบเป็นเทอร์มินอลแล้ว ผู้ใช้ก็จะได้รับชื่อ User account กับ password และโปรแกรมสื่อสาร ซึ่งมักจะรวมเอาความสามารถในการเป็น terminal emulator ไว้ด้วยแล้ว เช่น Telix หรือ telemate เป็นต้น หรือผู้ใช้จะซื้อหาซอฟต์แวร์สื่อสารอื่น ๆ มาใช้งานแทนก็ได้

ในกรณีที่ใช้งานโปรแกรมสื่อสารที่อยู่บน Windows เช่น Procomm Plus for Windows เมื่อเชื่อมต่อเข้าอินเทอร์เน็ตแบบตัวอักษรแล้ว ก็อาจจะหาโปรแกรมยูทิลิตี้สำหรับให้บริการอื่น ๆ ที่ใช้งานบน windows มาใช้ได้ทำให้เพิ่มความสะดวกในการใช้งานขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง แต่สำหรับผู้ที่ต้องการความสะดวก และต้องการใช้ความเสถียรเต็มที่ในอินเทอร์เน็ตก็น่าจะสมัครเข้าใช้งานในอินเทอร์เน็ตแบบกราฟิกไปเลยจะดีกว่า

### 3.7.9 Property ต่างๆ ของ Control Winsock

Winsock ใช้ สร้าง Client และ Server ต่างโดยใช้ Control อย่างเดียวกัน Control Winsock ใช้ Property ต่างๆเหมือนกัน ไม่ว่าจะท่านจะสร้าง Client หรือ Server สำหรับการเชื่อมโยงของ Socket Property จะใช้ Protocol TCP

พารามิเตอร์ ( Property )	คำอธิบาย
BytesReceived	ส่งกลับจำนวนไบต์ต่างๆที่ได้รับ
LocalHostName	ส่งกลับชื่อของคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น
LocalIP	ส่งกลับแอดเดรสของ IP ของคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น
LocalPort	ส่งกลับหมายเลขพอร์ตที่ใช้บนคอมพิวเตอร์ท้องถิ่น ( 0 หมายถึง กำหนดหมายเลขพอร์ตที่สุ่มได้ )
Protocol	ส่งกลับหรือกำหนด โพรโตคอล TCP หรือ UDP
RemoteHostIP	ส่งกลับแอดเดรสของ IP ของคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
RemoteHost	ส่งกลับหรือกำหนดชื่อแอดเดรสของ IP ของคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
RemotePort	ส่งกลับหรือกำหนดหมายเลขพอร์ตที่ใช้บนคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
SocketHandle	ส่งกลับสิ่งที่อ้างถึงการเชื่อมโยง API ของ Winsock
State	ส่งกลับสถานะของคอนโทรล

การเข้าถึงแอปพลิเคชันของเซิร์ฟเวอร์ของท่าน ผู้ใช้จำเป็นต้องทราบพอร์ตที่จะใช้งาน ดังนั้นท่านไม่ควรใช้ค่าพอร์ตที่เป็น 0 สำหรับแอปพลิเคชันของเซิร์ฟเวอร์ของท่านคอนโทรล Winsock จะกำหนดแอปพลิเคชันของท่านโดยอัตโนมัติ เพื่อสุ่มหมายเลขพอร์ตแต่ละครั้งที่เริ่มต้นเซิร์ฟเวอร์

### 3.7.9.1 พารามิเตอร์ที่ State ( State Property )

พารามิเตอร์ที่ State จะส่งกลับสถานะของคอนโทรลที่ระบุโดยค่าคงที่ หรือ ค่า 0, 1,..., หรือ 9 พารามิเตอร์นี้จะอ่านอย่างเดียวเท่านั้นและไม่สามารถกำหนดค่าได้ในช่วงเวลาออกแบบพารามิเตอร์ที่ State จะกำหนดโดยใช้เมธอด (method) หรือเหตุการณ์ (event) ต่างๆ

ค่าคงที่ (Constant)	ค่า (Value)	คำอธิบาย
sckClose	0	socket ปิด
sckOpen	1	socket เปิด
sckListening	2	socket ฟัง
sckConnectionPending	3	การรอคอยสำหรับการเชื่อมโยง
sckResolvingHost	4	ชื่อ host หรือเซิร์ฟเวอร์ที่ห่างไกลจะถูกแปลงเป็นแอดเดรสของ IP
sckHostResolve	5	ชื่อ host ที่ห่างไกลจะถูกแยกออกเป็นแอดเดรสของ IP

sckConnecting	6	socket เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
sckConnected	7	socket เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
sckClosing	8	คอมพิวเตอร์ที่ห่างไกลได้ปิดการเชื่อมโยง
sckError	9	เกิดข้อผิดพลาด

พรอพเพอร์ตี้ state จะถูกตรวจสอบด้วยโค้ดที่สร้างไว้ภายใน Winsock ก่อนใช้เมธอดเพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะ สำหรับตัวอย่างเมื่อพยายามเปิดคอนโทรล Winsock ที่ปิดจะแก้อัปเดตผิดพลาด

socket หมายถึง การสื่อสารบนพอร์ตที่โปรแกรมระบุ

### 3.7.9.2 การใช้เมธอดต่างๆ ของคอนโทรล

ต่อไปนี้จะแสดงรายการเมธอดต่างๆ ที่สามารถใช้กับคอนโทรล Winsock เกี่ยวกับการรับฟัง, การเชื่อมโยง, และการส่งผ่านข้อมูล

เมธอด ( Method )	คำอธิบาย
Accept	ยอมรับการเชื่อมโยงตามที่ร้องขอในเหตุการณ์ ConnectionRequest
Bind	เลือกอุปกรณ์ของเครือข่ายท้องถิ่น และหมายเลขพอร์ตท้องถิ่น
Close	ปิด Socket รับฟัง สำหรับการเชื่อมโยงของ TCP และกำหนดคอนโทรลใหม่ เพื่อสามารถเปลี่ยนโปรโตคอล
Connect	สร้างการเชื่อมโยงของ PCP ให้ host ที่ห่างไกล
GetData	นำข้อมูลจากบัฟเฟอร์ที่รับไว้ออกมาแสดงและเคลียร์หน่วยความจำบัฟเฟอร์ ( Buffer ) นั้น
Listen	รอคอยคอมพิวเตอร์อื่นเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ของท่าน ( เฉพาะโปรโตคอลของ TCP เท่านั้น )
PeekData	นำข้อมูลจากบัฟเฟอร์ที่รับไว้ออกมาแสดงแต่ไม่ต้องเคลียร์หน่วยความจำบัฟเฟอร์นั้น
SendData	ส่งข้อมูลไปให้คอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล

### 3.7.9.3 การรับฟังและการเชื่อมโยง (Listening and Connecting )

เมธอด Listen จะทำงานกับการเชื่อมโยงต่างๆ ของโปรโตคอล TCP เมธอดนี้จะรอคอยคอมพิวเตอร์อื่นที่พยายามเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์หลักในเหตุการณ์ ConnectionRequest จะต้องใช้เมธอด Accept เพื่อยอมรับการเชื่อมโยงและเริ่มสื่อสาร

สามารถสงวนพอร์ตบนคอมพิวเตอร์โดยการใช้เมธอด Bind ซึ่งจะช่วยป้องกันแอปพลิเคชันอื่นไม่ให้ฟังที่พอร์ตนี้ และยังสามารถใช้เมธอด Bind ระบุอุปกรณ์ของเครือข่ายในคอมพิวเตอร์ ในแต่ละอุปกรณ์จะมีแอดเดรสของ IP ดังนั้นจึงต้องระบุแอดเดรสของ IP ของอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งาน

### 3.7.9.4 การส่งและรับข้อมูล ( Sending and RetrievingData )

ข้อมูลจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกลโดยการใช้เมธอด sendData เมื่อคอมพิวเตอร์อื่นส่งข้อมูลมันจะบรรจุในหน่วยความจำบัฟเฟอร์ที่ได้รับแล้วจะเกิดเหตุการณ์ DataArrival ซึ่งสามารถนำข้อมูลออกมาแสดงโดยการใช้เมธอด GetData เมธอดนี้จะช่วยแปลงข้อมูลต่างๆของบัฟเฟอร์ที่รับไว้ไปเป็นประเภทข้อมูลตามที่ต้องการ ทั้งยังสามารถใช้ดูข้อมูลก่อนที่จะนำออกมาแสดง โดยการใช้เมธอด PeekData ( จะต้องมีการเชื่อมโยงของ TCP )

ข้อมูลที่รับสามารถอยู่ในรูปแบบต่างๆที่ Visual Basic ให้การสนับสนุนแต่ยกเว้นเฉพาะข้อมูลประเภท String และ Byte Array จะต้องใช้ข้อมูลประเภท String สำหรับข้อมูลที่เป็นแบบอักขระที่ไม่ต้องการสงวนทุกๆบิตของข้อมูล ใช้ Byte Array เมื่อเกี่ยวข้องกับข้อมูลประเภทไบนารี เนื่องจาก Byte Array จะบรรจุทุกๆบิตจากบัฟเฟอร์ที่รับไว้โดยไม่จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลง ทั้ง String และ Byte Array สามารถบรรจุตัวแปรต่างๆของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องกังวลการสูญหายของข้อมูล ถ้าข้อมูลในบัฟเฟอร์ที่รับไว้ใหญ่เกินไปกว่าที่ต้องการ

### 3.7.9.5 การใช้เหตุการณ์ต่างๆของคอนโทรล Winsock

รายการเหตุการณ์ต่างๆของคอนโทรล Winsock

เหตุการณ์ (Event )	คำอธิบาย
Close	เกิดขึ้นเมื่อคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกลปิดการเชื่อมโยงของ TCP
Connect	เกิดขึ้นเมื่อการเชื่อมโยงได้ถูกสร้างขึ้น
ConnectionRequest	เกิดขึ้นเมื่อได้รับการร้องขอสำหรับการเชื่อมโยง
Data Arriearl	เกิดขึ้นเมื่อได้รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล
SendGress	เกิดขึ้นระหว่างการส่งผ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7.9.6 การเชื่อมโยงและการปิด (Connecting and Closing)

เหตุการณ์ Connect จะเกิดขึ้นเมื่อเมธอด Connect ได้สร้างการเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกล เหตุการณ์ Connect Request เกิดขึ้นเมื่อคอมพิวเตอร์บางเครื่องต้องการเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ของเรา เหตุการณ์ Close เกิดขึ้น เมื่อได้ปิดการเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์ ที่นี้ควรใช้เมธอด Close เพื่อให้แน่ใจว่าได้ปิดการเชื่อมโยง

เหตุการณ์ทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนี้ จะใช้เฉพาะกับการเชื่อมโยงของ TCP เท่านั้น

### 3.7.9.7 การติดตามข้อมูล (Tracking the Data)

ทั้งการเชื่อมโยงของ TCP และ UDP จะใช้เหตุการณ์ Data Arrival, Send Complete, และ Send Progress

เหตุการณ์ Data Arrival จะเกิดขึ้นเมื่อข้อมูลได้เดินทางมาถึงคอมพิวเตอร์ของเรา สังเกตว่าเหตุการณ์ Data Arrival จะเกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งครั้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่ส่ง

เหตุการณ์ Send Complete เกิดขึ้นเมื่อเราบรรลุผลในการส่งข้อมูลทั้งหมดไปยังคอมพิวเตอร์ที่ห่างไกลด้วยเมธอด Send Data

เหตุการณ์ Send Progress จะเกิดขึ้นขณะที่ส่งผ่านข้อมูล เหตุการณ์นี้จะช่วยติดตามดูความก้าวหน้าของการส่งผ่านข้อมูล

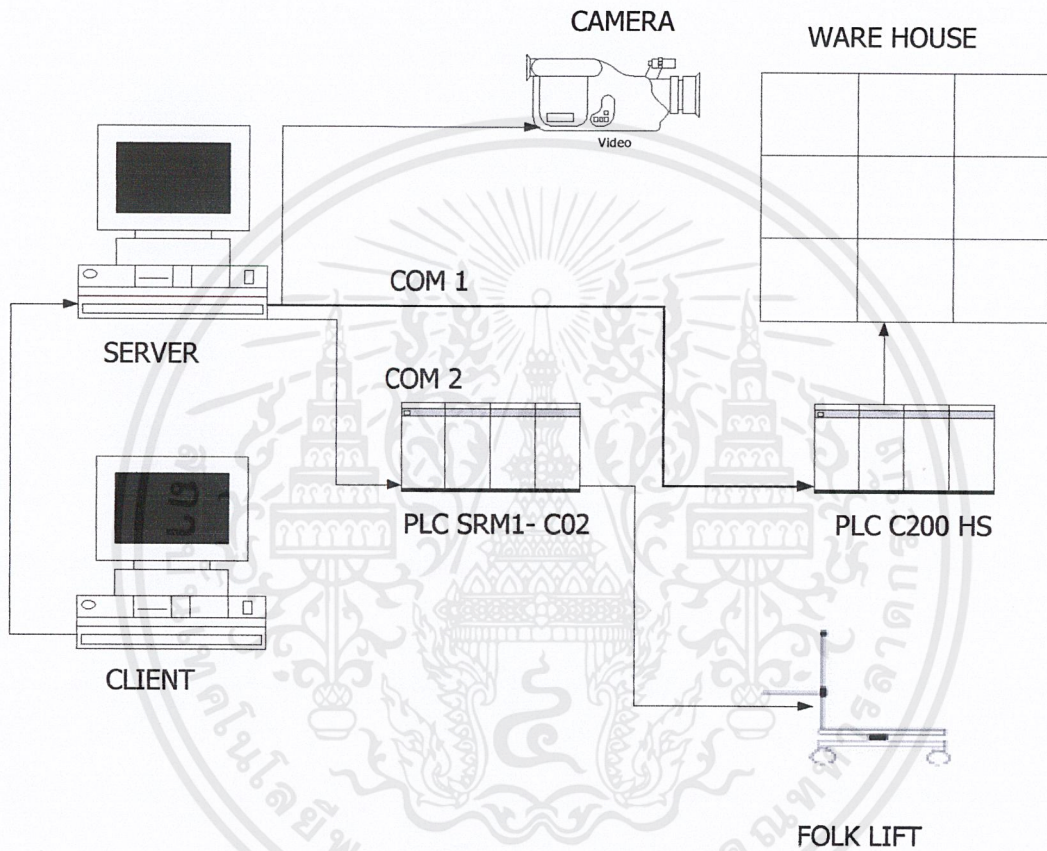
### 3.7.9.8 การพบข้อผิดพลาดต่าง (Encountering Errors)

เหตุการณ์ Error เกิดขึ้นเมื่อพบข้อผิดพลาดของ Socket ขณะที่โปรแกรมกำลังรัน เหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับหมายเลขข้อผิดพลาด (Number) คำอธิบายสำหรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (Description) และสารสนเทศของไฟล์ของ Help (Help File และ Help Content) กำหนดพารามิเตอร์ Cancel Display เป็น True เพื่อป้องกันกันแสดงสารสนเทศเกี่ยวกับข้อผิดพลาดโดยอัตโนมัติ

## บทที่ 4

### การออกแบบและโครงสร้างของระบบ

#### 4.1 การออกแบบระบบการจับเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของระบบการจับเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 กล้อง (Camera)

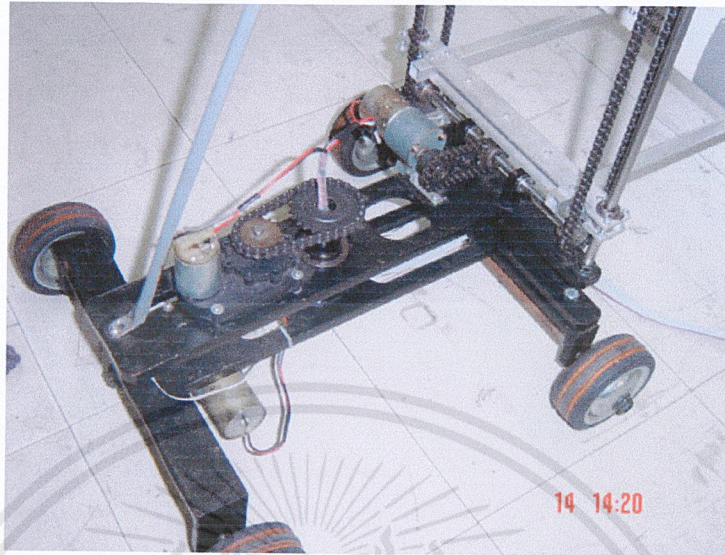
ในการติดตั้งกล้องเพื่อจะดูการทำงานจริงของเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติที่มีการทำงานตรงตามกำหนดไว้หรือไม่อย่างไร สามารถเปิดดูได้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Server และ Client โดยจะเชื่อมต่ออยู่บนระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ ( Local Area Network : LAN ) เดียวกัน ซึ่งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์พัฒนาด้วย Microsoft Visual 6. และมีโปรแกรม Netmeeting ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เลย

## 4.3 รถโฟล์คคลิฟท์

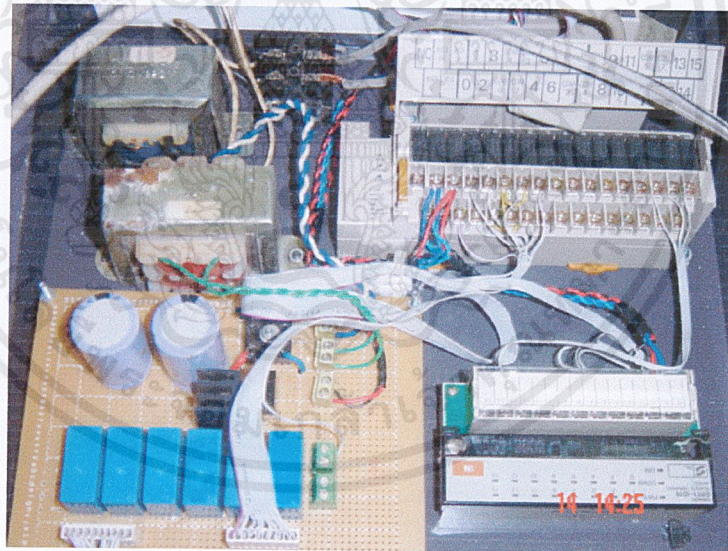
ในการสร้างรถโฟล์คคลิฟท์ขึ้นมาเพื่อจำลองให้เห็นสภาพงานจริงใน Ware house ซึ่งจะเป็นการช่วยลดเวลาและแรงงานในการจัดเก็บ รถโฟล์คคลิฟท์จะถูกควบคุมด้วยเครื่องควบคุม PLC (Programmable logic Controller) โดยมีรหัสแถบ ( Bar Code) เป็นตัวระบุชนิดของผลิตภัณฑ์ และคอมพิวเตอร์มีสำหรับทำหน้าที่ ควบคุมตลอดจนส่งสัญญาณ การควบคุมผ่านบอร์ดนุกรม RS-232 C ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ การปฏิบัติงานในแต่ละส่วนของระบบนั้นสามารถทำงานได้สัมพันธ์กันโดยอัตโนมัติ

### ส่วนประกอบโครงสร้าง

1. ส่วนขับเคลื่อนไปหน้า-ถอยหลัง สามารถขับเคลื่อนโดยการติดตั้ง Moter DC มีชุดเฟือง, โซ่ กลับทางหมุนโดยใช้ Reley มี Limit Switch เพื่อควบคุมตำแหน่งรถ
2. ส่วนขับเคลื่อนไปรับ-ส่งผลิตภัณฑ์ ออกแบบให้รถสามารถหมุนได้ รับของทางด้านหลังรถ และส่งของทางด้านหน้า ในการหมุนขับเคลื่อนด้วย Moter DC มีชุดเฟือง, โซ่ กลับทางหมุน โดยวงจร Reley
3. ส่วนของลิฟท์ รับส่งผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย Moter DC มีชุดเฟือง, โซ่ กลับทางหมุน โดยวงจร Reley



รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างรถโฟล์คลิฟท์



รูปที่ 4.3 แสดงวงจร PLC

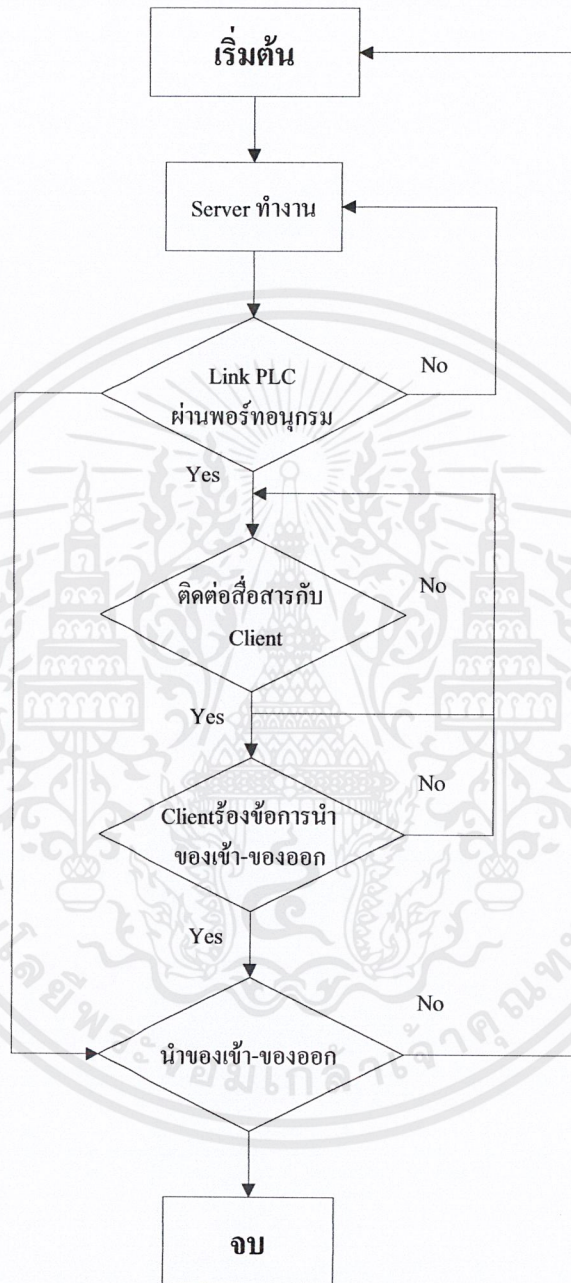
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ที่ใช้ในการควบคุม เป็นรุ่น OMRON SRM1-C02 ซึ่งในการต่อใช้ Input Address CH 00 Output Address CH01 (ซึ่งการ Set Dip Switch ดังแสดงในรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1) โดยให้ Input รับค่าสถานะจากเซนเซอร์ (Limit Swich) ที่ติดตั้งอยู่ที่รถ และ Waerhouse ส่วน Output ไปควบคุมวงจร Relay เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ ที่รถ



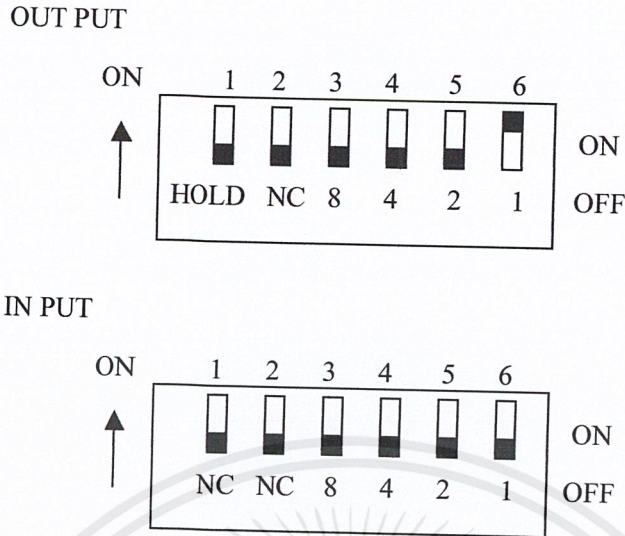
รูปที่ 4.4 แสดง Flowchart การทำงานของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดง Flowchart การทำงานของ Program VB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดง Dip Switch ของ Input และ Output ของ PLC รุ่น SRM-C02

ตารางที่ 4.1 การกำหนด CH ของ Input และ Output

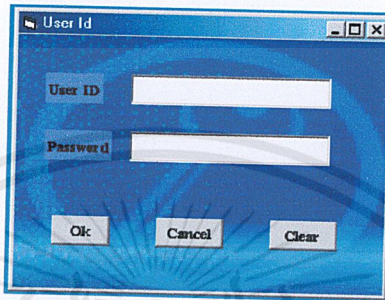
1	2	3	4	5	6	Address Channel	1	2	3	4	5	6	Address Channel
0	0	0	0	0	0	00	0	0	1	0	0	0	08
0	0	0	0	0	1	01	0	0	1	0	0	1	09
0	0	0	0	1	0	02	0	0	1	0	1	0	10
0	0	0	0	1	1	03	0	0	1	0	1	1	11
0	0	0	1	0	0	04	0	0	1	1	0	0	12
0	0	0	1	0	1	05	0	0	1	1	0	1	13
0	0	0	1	1	0	06	0	0	1	1	1	0	14
0	0	0	1	1	1	07	0	0	1	1	1	1	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

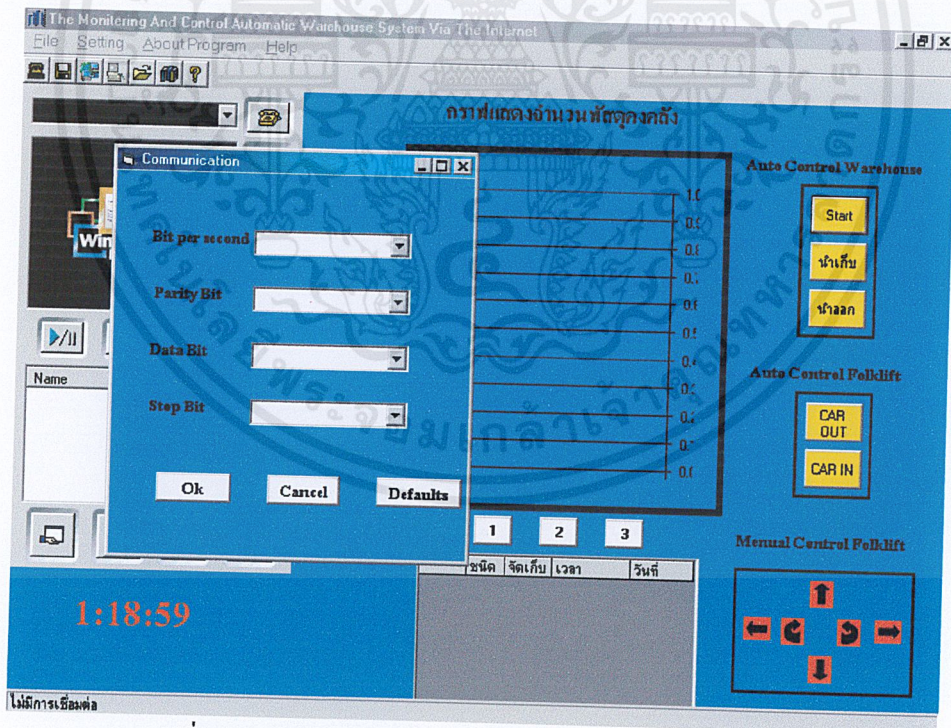
### การทดลอง

เมื่อทำการ RUN โปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นจะได้ดังรูป จะเป็นการป้องกันไม่ให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องสามารถเข้าในระบบได้ เมื่อใส่ User ID และ Password ก็จะสามารถเข้าถึงโปรแกรมได้ดังรูป



รูปที่ 5.1 แสดง Form Load Password

#### 5.1 โปรแกรมสำหรับ Server



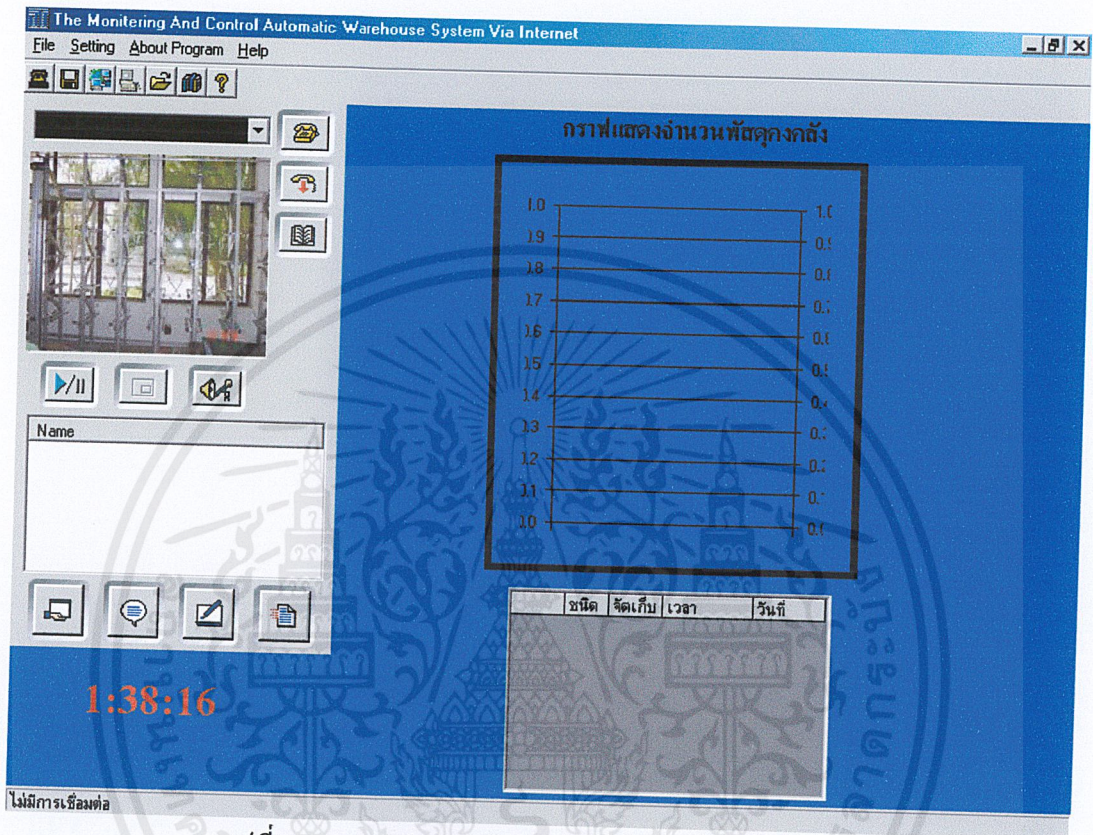
รูปที่ 5.2 แสดงการทำงานของโปรแกรมสำหรับ Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ลำดับขั้นการทดลองของเครื่อง Server

1. ทำการเปิดพอร์ตของ PLC โดยคลิกที่ Communication
2. เมื่อได้ตั้งรูปเราก็กดคลิกที่ Defaults จะเป็นการป้อนค่า Bit per second เท่ากับ 9600, Parity Bit เท่ากับ e, Data Bit เท่ากับ 7, Stop Bit เท่ากับ 2 แล้วก็คลิกที่ OK จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับ PLC ได้
3. ทำการรอรับการเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์อื่นๆ (Client) โดยการกดที่ Listen จะทำให้โปรแกรมแสดงมาว่ารอรับการเชื่อมต่อ
4. เลือกชนิดของ ของที่จะจัดเก็บใน Warehouse โดยการคลิกที่ 1,2 หรือ 3
5. คลิกที่ CAR IN จะทำให้คอมพิวเตอร์ส่งโปรโตคอลให้ PLC สั่งให้รถโฟล์คคลิฟท์นำของที่จะเก็บไปส่งให้ Warehouse หลังจากนั้น Warehouse จะทำการนำของไปเก็บตามชั้น แล้วทำให้ PLC ทำการส่งโปรโตคอลมาให้คอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกค่าของชนิดของที่เก็บ เวลาที่เก็บใน Data Base และแสดงใน TextBox แล้วแสดงมาเป็นแผนภูมิแท่ง โดยจะแสดงเป็นจำนวนของแต่ละชนิด
6. เลือกชนิดของ ของที่จะเอาออกจาก Warehouse โดยการคลิกที่ 1,2 หรือ 3 แล้วคลิกที่ CAR OUT จะทำให้คอมพิวเตอร์ส่งโปรโตคอลให้ PLC สั่งให้รถโฟล์คคลิฟท์นำของที่จะเก็บใน Warehouse ออกมา ทำให้ PLC ส่งโปรโตคอลกลับมาให้คอมพิวเตอร์ทำให้คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกค่าของชนิดของที่เอาออก เวลาที่เอาออกใน Data Base และแสดงใน TextBox แล้วแสดงมาเป็นแผนภูมิแท่งโดยแผนภูมิแท่งจะลดค่าตามชนิดของที่เอาออก

### 5.3 โปรแกรมสำหรับ Client

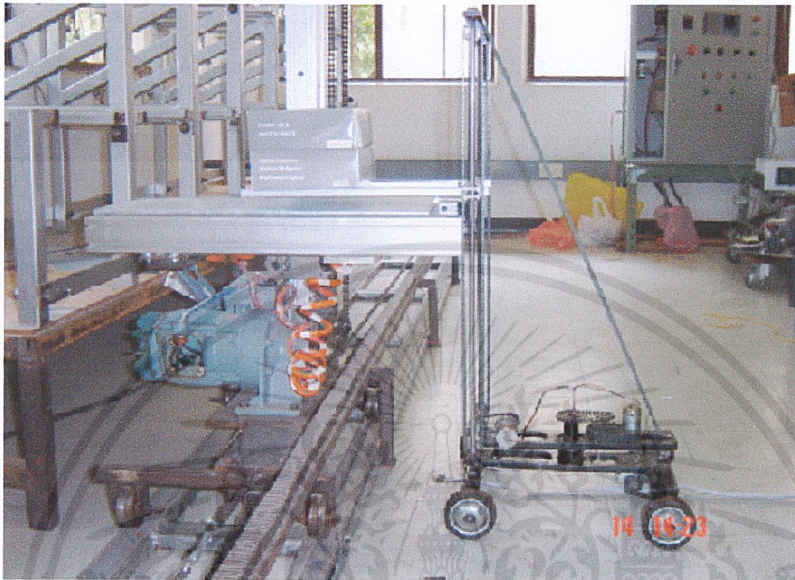


รูปที่ 5.3 แสดงการทำงานของโปรแกรมสำหรับ Client

### 5.4 ลำดับขั้นการทดลองของเครื่อง Client

1. ทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ Server โดยการคลิกที่ Connect
2. เมื่อได้ดังรูป ก็ใส่ IP Address ที่กำหนดให้เป็น 210.150.1.2 แล้วคลิกที่ Connect จะทำให้โปรแกรมแสดงว่าเชื่อมต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงการทำงานของแสดงการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

### สรุปผลการทดลอง

เมื่อเราทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ Server กับ PLC แล้วให้เครื่องคอมพิวเตอร์ Client ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Server แล้วทำการสั่งให้เอาของชนิดที่ 1 เข้าไปเก็บใน Warehouse แล้วคลิกที่ CAR IN จะทำให้คอมพิวเตอร์ส่งโปรโตคอลให้ PLC สั่งให้รถโฟล์คลิฟท์นำของที่จะเก็บไปส่งให้ Warehouse หลังจากนั้น Warehouse จะทำการนำของไปเก็บตามชั้น แล้วทำให้ PLC ทำการส่งโปรโตคอลมาให้คอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกค่าของชนิดของที่เก็บ เวลาที่เก็บใน Data Base แล้วแสดงมาเป็นแผนภูมิแท่งเมื่อทำการเก็บของชนิดที่ 2 และ 3 การทำงานก็เป็นดังที่กล่าวมา การนำของออกจาก Warehouse โดยการเลือกชนิดของที่ต้องการจะเอาออกแล้วคลิกที่ CAR OUT จะทำให้คอมพิวเตอร์ส่งโปรโตคอลให้ PLC สั่งให้รถโฟล์คลิฟท์นำของที่จะเก็บใน Warehouse ออกมา ทำให้ PLC ส่งโปรโตคอลกลับมาให้คอมพิวเตอร์ทำให้คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกค่าของชนิดของที่เอาออก เวลาที่เอาออกใน Data Base แล้วแสดงมาเป็นแผนภูมิแท่ง โดยแผนภูมิแท่งจะลดค่าตามชนิดของที่เอาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบการจัดเก็บผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ โดยใช้การส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่าย LAN และใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 ในการเขียนโปรแกรมควบคุม ซึ่งในการทดลองจะทำการควบคุมเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์และรถโฟล์คคลิฟท์ ให้ทำงานตามคำสั่งที่ต้องการและมีการจัดเก็บข้อมูลการเข้าออกของผลิตภัณฑ์

จากการทดลองการควบคุมและจัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ได้เขียนโปรแกรมไว้จะเห็นว่าผลการทดลองที่ได้นั้นเป็นที่น่าพอใจแม้ว่ารถโฟล์คคลิฟท์จะรับส่งผลิตภัณฑ์ช้าไปแต่ก็ถือว่ายอมรับได้ ดังนั้นเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์และรถโฟล์คคลิฟท์รวมถึงโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 ที่ได้ออกแบบไว้สามารถใช้เป็นต้นแบบในการควบคุมและจัดเก็บผลิตภัณฑ์ได้

รถโฟล์คคลิฟท์ที่ได้ออกแบบไว้ยังไม่สามารถขับเคลื่อนได้อย่างอิสระคือทำได้เฉพาะ เดินหน้า – ถอยหลัง เนื่องจากโครงสร้างออกแบบไว้การรับของส่งของอาศัยการหมุนของช่วงบนที่ติดตั้งลิฟท์ไป ยังตำแหน่งรับส่งแต่ก็มีข้อดีคือสามารถรับส่งของได้ตรงตำแหน่ง ส่วนเรื่องของการออกแบบโปรแกรม การจัดเก็บข้อมูลยังไม่สามารถคำนวณและวิเคราะห์เชิงปริมาณได้ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเหมือนกันเพื่อต้องการให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ไม่ให้สินค้าคงคลังขาดหรือค้างในสต็อกซึ่งจะไม่เกิดประโยชน์ ส่วนกล้อที่เคลื่อนไหวในมุมเดียว แนวทางแก้ไขจากที่ได้กล่าวมาจากการทดลองคือต้องออกแบบโครงสร้างรถโฟล์คคลิฟท์ใหม่เพิ่มเติม มีโปรแกรมคำนวณและวิเคราะห์เชิงปริมาณ ส่วนกล้อควรมีการติดตั้งหลายมุมมองและติดตามการเคลื่อนไหวของรถโฟล์คคลิฟท์และเครื่องจัดเก็บผลิตภัณฑ์

## บรรณานุกรม

- 1) พ.อ. เจนวิทย์ เหลืองอร่าม, ปิยวิทย์ เหลืองอร่าม, การเขียนโปรแกรม สำหรับ Application ด้วย **Visual Basic 6**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2543
- 2) พ.อ. เจนวิทย์ เหลืองอร่าม, ปิยวิทย์ เหลืองอร่าม, การเขียนโปรแกรม สำหรับ Client/Server ด้วย **Visual Basic 6**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2543
- 3) สัทธศักดิ์ คล่องดี, **คัมภีร์ Visual Basic 6.0**, กรุงเทพฯ : บริษัทเฮลโล่การพิมพ์(1988) จำกัด ,2542
- 4) สมศักดิ์ ศรีขจรเกียรติ, **Visual Basic 6. Teach Yourself**, กรุงเทพฯ : บิบลีโอไฟล์, 2542.472 หน้า
- 5) นิภาภรณ์ คำเจริญ, **เรียนรู้การใช้ Microsoft Access 2000**, กรุงเทพฯ :เอส.พี.ซี.พรีนติ้ง จำกัด, 2543
- 6) ดิเรก วงษ์วานิช, **ติดตั้ง/ใช้งาน โสมเน็ตเวิร์ก ด้วยตนเอง**, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.232 หน้า
- 7) สุพจน์ ปุณณชัชยะ, สุวัฒน์ น้ปุณณชัชยะ, ดัน ดัณฑ์สุทธีวงศ์, **รอบรู้ Internet และ World Wide Web**, กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น จำกัด, 2542
- 8) ผศ.สุทธิมา ชำนาญเวช, **การวิเคราะห์เชิงปริมาณ**, กรุงเทพฯ:วิทย์พัฒน,2543
- 9) อ.ทวีพล ซื่อสัตย์, **ระบบโรงงานอัตโนมัติ, ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้