

# ปริญญาานิพนธ์

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์  
**APPLIANCE CONTROL SYSTEM BY PSTN**



รฟ.  
ช. 148 ข  
2549

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... **75150** .....  
วัน,เดือน,ปี... **24** . **๓.๓.** **2550**

b. 118 1A305  
i. ....

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์  
 Appliance Control System by PSTN

- รหัสนี้ประจำตัว 48035374  
 รหัสนี้ประจำตัว 48035380  
 รหัสนี้ประจำตัว 48035387
- ชื่อนักศึกษา 1. นางสาวนงลักษณ์ เป้พิณีจ  
 2. นายปัญญาวุธรัฐพล พุทชู  
 3. นายภาณุรัตน์ อุปาทั้ง

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
 สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
 อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์  
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.พรพิมล ฉายรัศมี

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	
1. อ.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์	ลายมือชื่อ
2. อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
3. อ.ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล	
4. อ.ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
5. อ.พรพิมล ฉายรัศมี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 2 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 15.00 น.  
 สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....  
 (รศ.สุรสิทธิ์ รัตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 50



<BT491621>

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์  
APPLIANCE CONTROL SYSTEM BY PSTN

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ด้วยโมเด็ม
2. เพื่อออกแบบระบบและเขียนโปรแกรมการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
3. เพื่อสร้างระบบควบคุมที่ทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เพื่อทดลองการส่งผ่านสัญญาณด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์
5. เพื่อนำระบบควบคุมไปใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ในเรื่องการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ด้วยโมเด็ม
2. ได้ต้นแบบระบบและโปรแกรมการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
3. ได้ระบบควบคุมที่ทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
4. ได้ผลการทดลองการส่งสัญญาณด้วยโมเด็มผ่านเครือข่ายโทรศัพท์
5. ได้ระบบควบคุมไปใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์	
นักศึกษา	นางสาวนงลักษณ์	เป็พิณิจ
	นายปัญญาวุธรัฐพล	พุกชู
	นายภาณุรัตน์	อุปาทั้ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พรพิมล	ฉายรัคมี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2549	

### บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ จำนวน 16 ช่อง โดยแต่ละช่องจะสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ 1000 W โครงสร้างของระบบแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนติดต่อกับผู้ใช้ จะใช้โปรแกรม VB สร้างโปรแกรมควบคุมการติดต่อกับชุดควบคุมเพื่อสั่งให้เปิด/ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า และส่วนควบคุมการทำงานจะประกอบด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ Solid State Relay และโมเด็ม โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะคอยรับคำสั่งที่ถูกส่งมาจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และทำการสั่งให้ Solid State Relay เปิด/ปิดตามคำสั่ง ระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทาง PSTN ได้และสามารถอ่านสถานะจากชุดควบคุมว่าอุปกรณ์ได้เปิด/ปิดอยู่ แต่ไม่มีระบบในการรักษาความปลอดภัย ดังนั้นหากมีใครสามารถเข้าถึงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ก็จะสามารถควบคุมระบบได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Appliance Control System by PSTN	
<b>Students</b>	Ms.Nongluk	Pephinit
	Mr.Panyawutrattaphol	Putchoo
	Mr.Panurat	Upatung
<b>Advisor</b>	Mr.Piya	Jittammapiom
<b>Co-Advisor</b>	Dr.Pornpimon	hairatsamee
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education	
<b>Program in</b>	Industrial Instrument Technology	
<b>Academic Year</b>	2006	

### ABSTRACT

This thesis presents the Appliance Control System by Public Switch Telephone Network. It can control 16 channels of appliance and each channel has 1 KW power max. It consists of 2 parts. The first part is a user interface written by VB. It is used to control communication between user and control unit. The other part is a control unit. It consists of 3 sub part, Microcontroller, SSR and Modem. Microcontroller receive command from modem, which is sent by user interface part. Then it controls SSR to On/Off appliance.

The system can control 16 appliance. however, it does not include security issues. So everyone, who have access to user interface part, can control the systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทร่วม รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองรวมถึงขั้นตอนต่างๆ ในการจัดทำปริญญาโทฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลางและสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกเอื้อเพื่อสถานที่ในการศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่กรุณาให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่และน้องทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	IV
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	IV
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IV
สารบัญรูปภาพ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ	1
1.3 สมมติฐานของกสณจัดทำโครงการ	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงการ	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2.2 รายละเอียดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์	7
2.2.3 การใช้งานพอร์ตอนุกรมของ MCS-51	9
2.3 การสื่อสารแบบอนุกรม	11
2.3.1 การสื่อสารอนุกรมของ 8051	11
2.3.2 การสื่อสารอนุกรมมาตรฐาน RS-232-C	13
2.4 พื้นฐานโมเด็ม	15
2.4.1 การทำงานของโมเด็ม	15
2.4.2 การใช้งานโมเด็ม	16
2.4.3 การใช้งานชุดคำสั่ง AT	17
2.4.4 มาตรฐานของโมเด็ม	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 OSI Model	23
2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรโตคอล	26
2.6.1 คุณลักษณะของโปรโตคอล	26
2.6.2 คุณลักษณะของโปรโตคอล	26
2.7 การเชื่อมโยงทางแสง	28
2.7.1 ออปโตคัลปีเปอร์	28
2.7.2 โครงสร้างพื้นฐานของออปโตคัลปีเปอร์	28
บทที่ 3 การสร้างและแนวคิดในการออกแบบ	30
3.1 กล่าวนำ	30
3.2 การออกแบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	31
3.2.1 กล้องที่ใช้บรรจุวงจรควบคุม	31
3.2.2 ส่วนวงจรควบคุม	32
3.3 การทำงานเบื้องต้นของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	34
3.3.1 วงจรรวมของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	34
3.3.2 การทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	35
3.4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน	35
3.4.1 โปรแกรมควบคุมที่ประยุกต์จาก Visual Basic	35
3.4.2 ส่วนประกอบของโปรแกรมควบคุม	35
3.5 ผังงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม	36
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	38
4.1 กล่าวนำ	38
4.2 การทดลองการทำงานของโปรแกรม	38
4.2.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 1	38
4.2.2 ผลการทดลองที่ 1	38
4.3 การทดลองการทำงานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	39
4.3.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 2	39
4.3.2 ผลการทดลองที่ 2	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป	41
5.1 บทสรุป	41
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	41
5.3 แนวทางการพัฒนา	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	44
ภาคผนวก ข วงจรและแผนวงจรพิมพ์	47
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	50
ภาคผนวก ง ผังงาน	52
ภาคผนวก จ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	55
ประวัติผู้แต่ง	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตำแหน่งบิตในรีจิสเตอร์ PCON	9
2.2 ตำแหน่งบิตภายในรีจิสเตอร์ SCON	10
2.3 โหมดการทำงานของรีจิสเตอร์ SCON	10
2.4 ทารใช้พอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมดต่างๆ	11
2.5 คุณสมบัติของ RS-232-C	13
2.6 ไตอะแกรมของขาสัญญาณ DB-25 ตัวผู้	14
2.7 ไตอะแกรมของขาสัญญาณ DB-9 ตัวผู้	15
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจร Solid State Relay	51
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจร MCS-51	51
ค.3 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2 พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต	5
2.3 บัสอินพุต MCS-51	5
2.4 การจัดวางขาของ 8051	7
2.5 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลทั้ง 7 ชั้นของ ISO/OSI	23
2.6 แบบจำลอง ISO/OSI พร้อมทั้งโปรโตคอลที่ใช้งานกันทั่วไปของแต่ละชั้น	25
2.7 สัญลักษณ์ของออปโตคัปเปอเรอร์แบบต่างๆ	29
3.1 โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์	30
3.2 ขนาดพื้นฐานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	31
3.3 ขนาดและลักษณะด้านหน้าของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	32
3.4 วงจรการใช้งาน Serial Port ของ MCS-51	32
3.5 วงจร Solid-State Relay	33
3.6 วงจรรวมของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	34
3.7 ลักษณะโปรแกรมที่ใช้ควบคุม	35
3.8 ผังงานของโปรแกรม Visual Basic	36
4.1 ผลการทดลองที่ 1	39
4.2 ผลการทดลองที่ 2	40
ก.1 ด้านหน้าของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	45
ก.2 ด้านในของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	45
ก.3 โครงสร้างโดยรวมของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์	46
ข.1 วงจรรวมของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	48
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	49
ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ของ Solid-State Relay	49
ง.1 ผังงานการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์	53
ง.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบันช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยมีเครือข่ายโทรศัพท์เป็นสื่อกลาง ซึ่งประสิทธิภาพสำคัญของเครือข่ายโทรศัพท์คือสามารถจัดปัญหาในเรื่องของระยะทางในการติดต่อได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันจึงได้มีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ประโยชน์ในงานควบคุม การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้และมีใช้งานอยู่จริง แต่ยังคงเป็นการควบคุมที่มีข้อจำกัดในการใช้งานคือผู้ควบคุมไม่สามารถแก้ไขระบบควบคุมได้ด้วยตัวเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้สร้างระบบควบคุมในลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้น และมีประสิทธิภาพการทำงานที่ไม่ต้องไปก่วาระบบควบคุมเดิม

### 1.2 จุดมุ่งหมายของโครงการ

คณะผู้จัดทำได้สร้างระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ เพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับข้อมูลในระบบมากกว่าการควบคุมแบบส่งสัญญาณความถี่คู่ที่มีการตรวจสอบเพียงรหัสผ่านเท่านั้น ลักษณะของโปรแกรมจะซับซ้อนและยืดหยุ่น ยากแก่การลอกเลียนหรือบุกรุก สามารถแสดงผลสถานการณ์ทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ด้วยรูปภาพและสัญลักษณ์ อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกแก่ผู้ควบคุมในการแก้ไขระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ปลายทาง

### 1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ

เมื่อนำระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไปใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการสั่งเปิดและปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจากระยะไกลได้ สามารถตรวจสอบการเข้าถึงระบบได้อย่างปลอดภัยและรัดกุมโดยผู้ควบคุมจริงเท่านั้น

### 1.4 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้จากระยะไกลโดยใช้สายโทรศัพท์
2. ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 16 ช่อง ( 1000 วัตต์ / ช่อง)
3. แยกระบบเป็นแบบ Manual และแบบ Program ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ขั้นตอนของการทำโครงการ

โครงการนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานในระยะแรกจะเริ่มต้นจากการทำฮาร์ดแวร์ หลังจากนั้นเมื่อสร้างฮาร์ดแวร์ได้ระดับหนึ่งที่เหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมได้ก็จะเริ่มออกแบบและเขียนโปรแกรมทดสอบพร้อมกับการทำฮาร์ดแวร์ส่วนที่เหลือเพิ่มเติม และเมื่อทำโครงการเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทดสอบทั้งระบบควบคุมโดยการต่อใช้งานจริง

## 1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ จุดมุ่งหมายของโครงการ สมมุติฐานของการจัดทำโครงการ ชี้ความสามารถของโครงการ ขั้นตอนของการทำโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการ เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 การสื่อสารแบบอนุกรม โมเด็มขั้นพื้นฐาน แบบจำลองการสื่อสารข้อมูล ISO/OSI Model โปรโตคอล และการเชื่อมโยงทางแสงด้วยออปโตคัลปีเปอร์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบควบคุม ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ การออกแบบและการสร้างชุดควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ พร้อมทั้งแผนผังการทำงานของส่วนต่างๆ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในการใช้ระบบควบคุมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าจริง ความสามารถในการรับภาระโหลดของชุดควบคุมตลอดจนความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลของการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางในการแก้ไขและพัฒนาโครงการ

ภาคผนวก ก แสดงภาพของชุดควบคุมต้นแบบ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังวงจรพร้อมรายละเอียดการจัดวางอุปกรณ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง แสดงผังงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์และโปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ภาคผนวก จ แสดงรหัสต้นฉบับของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

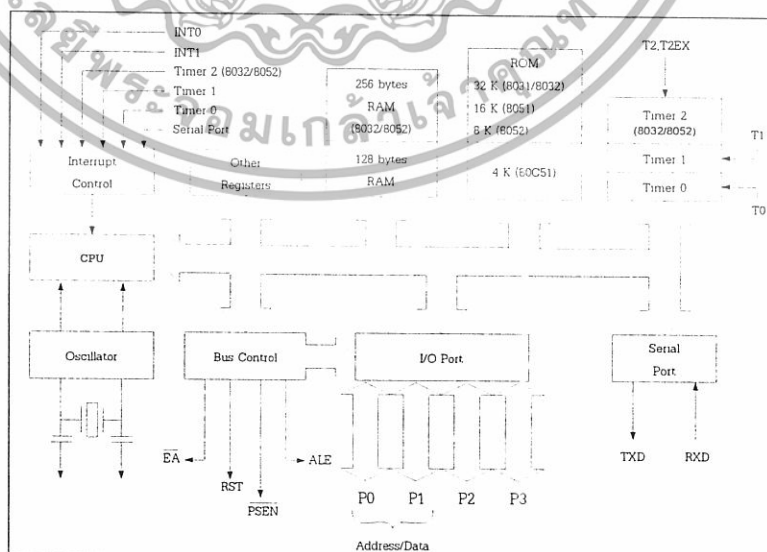
### 2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญาพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 การสื่อสารแบบอนุกรม โมเด็มขั้นพื้นฐาน แบบจำลองการสื่อสารข้อมูล ISO/OSI Model โปรโตคอล และการเชื่อมโยงทางแสงด้วยออปโตคัลป์เปอร์

### 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

#### 2.2.1 สถาปัตยกรรมภายใน MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทลเพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็กจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่เล็กจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนพอสมควร จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการวางจรรยาบรรณพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิพตัวเดียวกันทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็กมีความสะดวก และคล่องตัวสูงจึงเป็นที่นิยม และแพร่หลายอย่างมาก ทำให้ในปัจจุบันไม่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกันมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกันสามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยการทำงานภายในเท่านั้น



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักศึกษาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit : CU) ในส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเช่น การบวก ลบ คูณ หรือการหารข้อมูลและนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ ในส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกรวมทั้งส่วนควบคุม การขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่ได้กำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรถ่ายสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

### 2.2.1.2 หน่วยความจำ

หน่วยความจำมีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า “การเขียนข้อมูล” และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่า “การอ่านข้อมูล” ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะมีขนาดข้อมูลในแต่ละตำแหน่งเป็น 8 บิต ดังนั้นในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง  $00000000_2$  ถึง  $11111111_2$  หรือ  $00_{16}$  ถึง  $0FF_{16}$  ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

1. ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่ง 16 เส้น ( $2^{16}$  เท่ากับ 65536)
2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ
3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

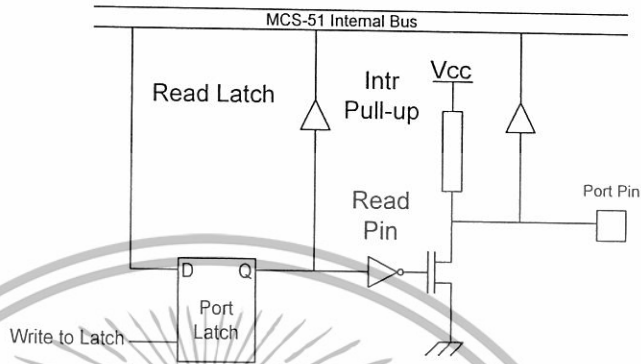
### 2.2.1.3 อินพุต เอาต์พุตพอร์ต

เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Timer/Counter 0, Timer/Counter 1, Serial Port

1. I/O Port หรือพอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้า หรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างก็ได้ ขาของพอร์ตแสดงโครงสร้างภายในได้ ดังรูปที่ 2.2 โดยจะมีโครงสร้างเป็น Field-effect Transistor ต่ออยู่กับขาภายนอกและมีความต้านทานต่อ Pull-up อยู่สำหรับ

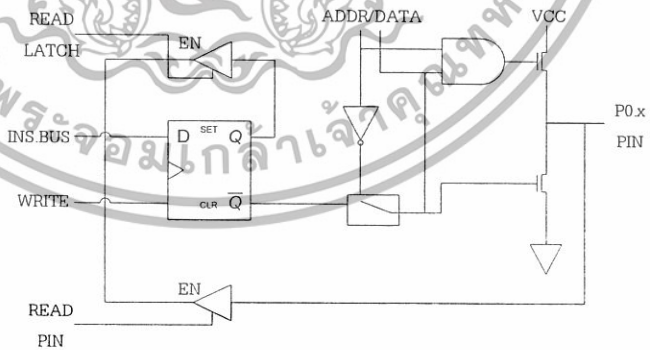
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต 1, 2, 3 แต่ถ้าพอร์ต 0 จะไม่มีตัวต้านทาน Pull-up ภายใน เพราะว่าต้องใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus



รูปที่ 2.2 พอร์ตอินพุตและเอาต์พุต

พอร์ตนี้สามารถให้เป็นสัญญาณอินพุตกับอุปกรณ์ภายนอกได้ในการอ่านข้อมูลจากพอร์ตจะอ่านได้สองแบบ คือ Read Latch และ Read Pin โดย Read Latch หมายถึงการอ่านข้อมูลที่ถูก Latch เอาไว้เข้าสู่ภายในของ MCS-51 เช่นการทำคำสั่ง CPL P1.5 แต่ถ้าเป็นการ Read Pin จะเป็นการใช้พอร์ตเป็นอินพุต โดยจะอ่านจากขาไอซีเข้าสู่ภายในโดยการอ่านแบบ Read Latch และ Read Pin จะมีสัญญาณควบคุมที่บัสเฟอเรอร์ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 บัสอินพุต MCS-51

2. Timer/Counter 0 และ Timer/Counter 1 เป็นวงจรถ่ายที่สามสามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการได้โดย CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Serial Port หรือพอร์ตอนุกรม CPU จะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ CPU อ่านไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การนำพอร์ตไปใช้งานได้จะต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาควบคุม

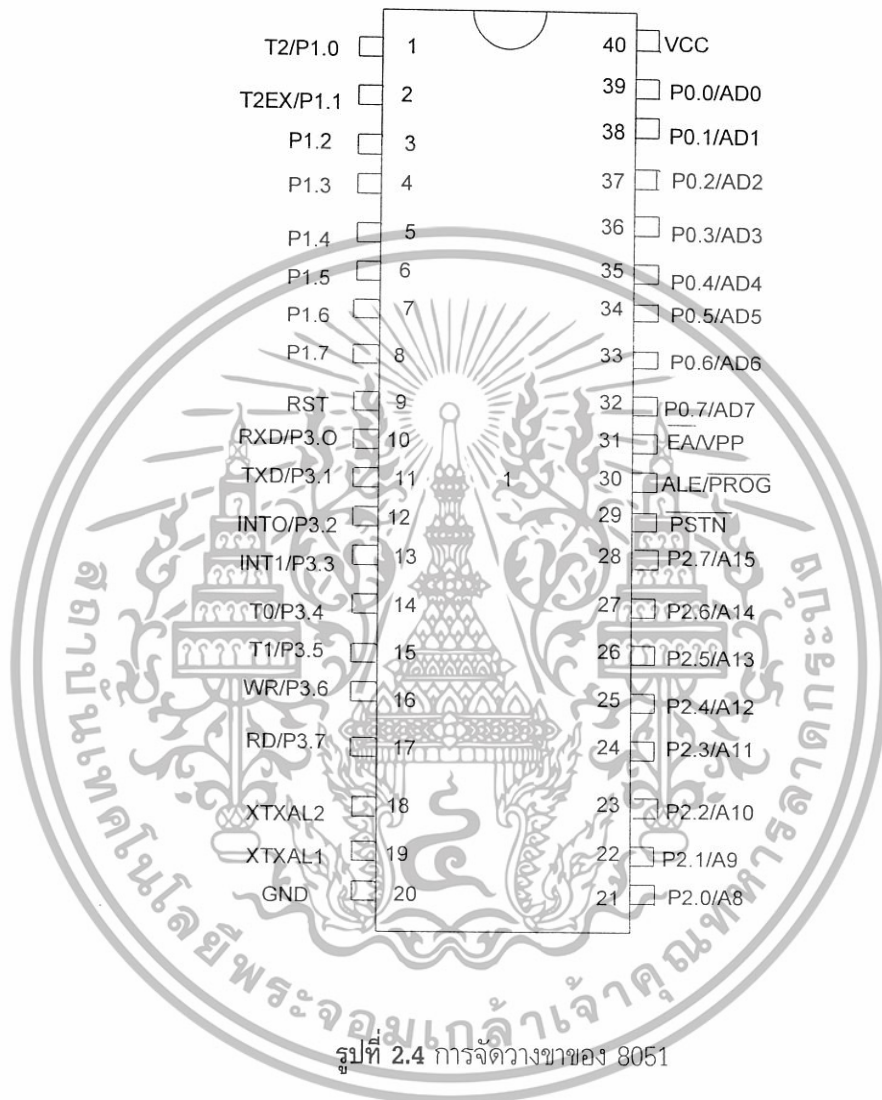
#### 2.2.1.4 ระบบอินเทอร์รัพต์ของ 8051

การติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกมักจะทำโดยการตรวจสอบสถานะของสัญญาณติดต่อกัน การอินเทอร์รัพต์เป็นวิธีการหนึ่งที่ยิมนนำมาใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสามารถจัดการตอบรับหรือบริการกับอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปได้อย่างรวดเร็วไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเกิดการอินเทอร์รัพต์ โดยการจำแนกตามแหล่งที่มาของสัญญาณอินเทอร์รัพต์นั้นๆ ได้แก่

1. สัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายนอก (External Interrupt) การตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามาอินเทอร์รัพต์นี้ จะสามารถกำหนดให้มีการตรวจสอบในลักษณะเมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณไปแล้ว หรือในช่วงเวลาขณะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจากลอจิกสูงไปต่ำ
2. สัญญาณอินเทอร์รัพต์ภายใน (Internal Interrupt) แหล่งกำเนิดสัญญาณนี้จะเป็นจรภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เอง เช่น วงจรนับ วงจรจับเวลา วงจรเชื่อมต่อสัญญาณอนุกรม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 รายละเอียดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์



- Vcc [ขา 40]
- Vss [ขา 20]
- พอร์ต 0 [ขา 29-39] มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7 - P0.0) ใช้งานได้ 2 หน้าที่คือ แอดเดรสบัส หรือ ดาตาบัส เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก หรือเป็นไอโอพอร์ต ถ้าต้องการให้ทำงานเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งลอจิก"1"ไปยังพอร์ตนี้
- พอร์ต 1 [ขา 1-8] มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P2.7 - P2.0) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 แต่จะใช้ความต้านทานภายในแบบพูลอัพแทน (Internal pull up register)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พอร์ต 2 [ขา 21-28] มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P2.7 - P2.0) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 และทำงานได้ 2 หน้าที่คือ สามารถใช้เป็นแอดเดรสบัสขนาด 8 บิตและเป็นไอโอพอร์ตใช้งานทั่วไป เมื่อจะใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งลอจิก“1”ไปยังพอร์ตนี้
- พอร์ต 3 [ขา 10-17] มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P3.7 - P3.0) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 และทำงานได้ 2 หน้าที่คือ เป็นไอโอพอร์ต ถ้าจะโปรแกรมเป็นอินพุตพอร์ตต้องส่งลอจิก“1”มาที่พอร์ตนี้ก่อน และอีกหน้าที่หนึ่งก็คือ ใช้ส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไปสัญญาณต่างๆ มีดังนี้

P.3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม ( UART )

P.3.1/TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ( UART )

P.3.2/INT0 (External Interrupt 0) ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

P.3.3/INT1 (External Interrupt 1) ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

P.3.4/T0 (Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณอินพุตพัลส์เข้าไปยังวงจร Counter 0

P.3.5/T1 (Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณอินพุตพัลส์เข้าไปยังวงจร Counter 1

P.3.6/WR (External Data Memory Write Strop) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำภายนอก

P.3.7/RD (External Data Memory Read Strop) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

- ALE [ขา 30] เป็นขาส่งสไตรบสำหรับใช้ในการแลตซ์แอดเดรสไบต์ต่ำ (A7 - A0) ที่ส่งออกมาจากพอร์ต 0 สัญญาณนี้จะแอกทีฟทุกๆ 2 ครั้งใน 1 แมกซ์ไซเคิล
- PSEN [ขา 29] เป็นขาสไตรบที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอก สัญญาณนี้จะส่งออกมา 2 ครั้งในแต่ละแมกซ์ไซเคิล แต่ถ้าเป็นการอ่าน Internal Program memory จะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้
- EA [ขา 31] ใช้เลือกหน่วยความจำภายนอก  
 ป้อน“0”จะอ่านโปรแกรมจากภายนอกชิพ  
 ป้อน“1”จะอ่านโปรแกรมจากภายในชิพ
- RST [ขา 9] ขารีเซต จะรีเซตได้ก็ต่อเมื่อป้อนลอจิก“1”เข้ามาที่ขานี้ นานอย่างน้อย 2 แมกซ์ไซเคิล
- XTAL 1 [ขา 19] ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่จอร์จอสซิลเลเตอร์ภายใน
- XTAL 2 [ขา 18] ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่จอร์จอสซิลเลเตอร์ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 การใช้งานพอร์ตอนุกรมของ MCS-51

โดยปกติแล้ว MCS-51 คือคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลจากภายนอกและนำมาประมวลผล พร้อมทั้งนำสัญญาณต่างๆออกไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้

#### 2.2.3.1 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการใช้งานพอร์ตอนุกรม

1. รีจิสเตอร์ควบคุมไทม์เมอร์ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้งานพอร์ตอนุกรมคือ อัตราการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอด (Baud Rate) คือจังหวะการเคลื่อนข้อมูลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยสามารถสร้างจากไทม์เมอร์แชนแนล 1 โดยทำงานในโหมด 2 รีจิสเตอร์ที่ต้องการทำการโปรแกรม มีดังนี้

- TMOD ตำแหน่ง 89H ทำหน้าที่เลือกโหมดของไทม์เมอร์
- TCON ตำแหน่ง 88H ทำหน้าที่เริ่มต้นสร้างบอด
- TH1 ตำแหน่ง 8H ทำหน้าที่ใส่ข้อมูลการนับของไทม์เมอร์ 1 เพื่อสร้างบอด

2. รีจิสเตอร์ควบคุมการลดกำลัง เนื่องจากการสร้างบอดนั้นต้องนำบิตในรีจิสเตอร์ PCON มาใช้ในการคำนวณ ข้อมูลของ TH1 รีจิสเตอร์ที่ใช้มีดังนี้

- PCON ตำแหน่ง 87H ทำหน้าที่ในการคำนวณข้อมูลที่จะใส่ในรีจิสเตอร์ TH1 มีโครงสร้างดัง

ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตำแหน่งบิตในรีจิสเตอร์ PCON

7	6	5	4	3	2	1	0
SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

บิต 7 (SMOD) คือเป็นบิตที่ใช้ในการแก้ไขอัตราการบอด

บิต 6-4 ไม่ได้ใช้งาน

บิต 3 (GF1) คือแฟลกใช้งานทั่วไป

บิต 2 (GF2) คือแฟลกใช้งานทั่วไป

บิต 1 (PD) คือบิตที่แสดงการลดลงของกำลังไฟ

บิต 0 (IDL) คือบิตที่แสดงในโหมดไอเคิล

3. รีจิสเตอร์ควบคุมการอินเทอร์รัพต์ มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- IE ตำแหน่ง A8H ทำหน้าที่ยอมให้เกิดการอินเทอร์รัพต์
- IP ตำแหน่ง B8H ทำหน้าที่จัดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพต์

4. รีจิสเตอร์ควบคุมการอินเทอร์รัพต์ มีรีจิสเตอร์โดยตรงคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- SBUF ตำแหน่ง 99H ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์การรับหรือส่งข้อมูล
  - SCON ตำแหน่ง 98H ทำหน้าที่ควบคุมและกำหนดโหมดการใช้งานพอร์ตอนุกรมทั้งหมด
- ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตำแหน่งบิตภายในรีจิสเตอร์ SCON

7	6	5	4	3	2	1	0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

- บิต 7 (SM0) คือโหมดของพอร์ตอนุกรมบิต 0 ทำการเซต โดยใช้โปรแกรมสั่งงาน
- บิต 6 (SM2) คือให้เป็นบิตแสดงการติดต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์ ในกรณีนี้ใช้เฉพาะโหมด 2 และ 3 เมื่อบิตถูกเซตเป็น 1 การอินเทอร์รัพต์จะเกิดขึ้น
- บิต 4 (REN) คือบิตอื่นาเปิดการรับ บิตจะถูกเซตเป็น 1 เมื่อต้องการสัญญาณอนุกรม
- บิต 3 (TB8) คือใช้ว่าจะเลือกส่ง 8 บิตหรือไม่ใช้ สำหรับในโหมด 2 หรือ 3 บิตหยุดในโหมด 1 ส่วนในโหมด 0 จะไม่ใช้บิตนี้
- บิต 2 (RB8) คือใช้ว่าจะเลือกรับ 8 บิตหรือไม่ใช้ สำหรับในโหมด 2 หรือ 3 บิตหยุดในโหมด 1 ส่วนในโหมด 0 จะไม่ใช้บิตนี้
- บิต 1 (TI) คือแฟล็กอินเตอร์รัพต์เมื่อส่งข้อมูลในโหลด 0 จะถูกเซตเป็น 1 หลังจากส่งบิต 7 ไปแล้ว
- บิต 0 (RI) คือแฟล็กอินเตอร์รัพต์เมื่อส่งข้อมูลในโหลด 0 จะถูกเซตเป็น 1 หลังจากส่งบิต 7 ไปแล้ว

ตารางที่ 2.3 โหมดการทำงานของรีจิสเตอร์ SCON

SM0	SM1	โหมด	รายละเอียด
0	0	0	รีจิสเตอร์แบบเลื่อนบิต , อัตราการส่ง = $f/12$
0	1	1	UART ชนิด 8 บิต, อัตราการส่งเปลี่ยนแปลงได้
1	0	2	UART ชนิด 9 บิต, อัตราการส่ง = $f/32$ หรือ $f/64$
1	1	3	UART ชนิด 9 บิต, อัตราการส่งเปลี่ยนแปลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3.2 การกำหนดโหมดในการใช้งาน

การกำหนดโหมดการใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมในโหมดต่างๆ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การใช้พอร์ตสื่อสารอนุกรมโหมดต่างๆ

โหมด	SCON	SM2 VARIATION
0	10H	
1	50H	Single processor
2	90H	Environment
3	D0H	( SM2 = 1 )
0	NA	
1	70H	Multiprocessor
2	B0H	Environment
3	F0H	( SM2 = 1 )

## 2.3 การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะตามการรับส่งข้อมูลดังนี้

1. การรับส่งทางเดียว (Simplex) เป็นการสื่อสารข้อมูลที่สามารถส่งข้อมูลไปได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางได้ (ส่งสวนทางเดิมไม่ได้และส่งพร้อมกันไม่ได้) เช่นการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังจอภาพ

2. การรับส่งแบบผลัดกันส่ง (Half Duplex) สามารถรับและส่งข้อมูลได้แต่จะต้องสลับกันส่ง ไม่สามารถที่จะส่งพร้อมกันได้ ลักษณะการทำงานคือ เมื่อฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่ส่ง อีกฝ่ายหนึ่งจะต้องทำหน้าที่รับ จนกระทั่งฝ่ายส่งจบการส่ง ฝ่ายรับจึงจะทำการส่งได้ เป็นอย่างนี้สลับกันเรื่อยไป ซึ่งไม่สามารถส่งพร้อมกันได้

3. การรับส่งแบบสวนทางได้พร้อมกัน (Full Duplex) การสื่อสารแบบนี้ผู้รับและผู้ส่งสามารถรับและส่งได้พร้อมกัน ในเวลาเดียวกันโดยไม่จำเป็นต้องรอให้อีกฝ่ายหนึ่งส่งหรือรับจบเสียก่อน เช่น การพูดโทรศัพท์

ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องมีใช้ทั้งแบบ Half Duplex และ Full Duplex ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและการเชื่อมต่อ แบ่งตามมาตรฐานได้ 2 มาตรฐานคือ

### 2.3.1 การสื่อสารอนุกรมของ 8051

การสื่อสารอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีโครงสร้างและการทำงานแบบ Full Duplex สามารถรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยทางด้านส่งใช้ขา TXD ทางด้านรับใช้ขา RXD และใช้ SBUF เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้มาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นบัฟเฟอร์ในการรับและส่งข้อมูล สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยการเลือกที่บิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ SCON การทำงานทั้ง 4 โหมดมีดังนี้

โหมด 0 : เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม 8 บิต การส่งจะเลื่อนออกทีละบิตโดยส่งบิต D0 ออกไปก่อนทางขา RXD และไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น แต่จะส่ง Shift Clock ทางขา TXD ด้วยความเร็ว 1/12 เท่าของ CPU Clock การส่งข้อมูลในโหมด 0 จะกำหนดข้อมูลใน SCON บิต SM0 และ SM1 มีค่าเป็น 0 ทั้งคู่ เป็นกำหนดให้รีจิสเตอร์รับและส่งข้อมูลขนาด 8 บิต โดยใช้ขา RXD เพียงขาเดียวเท่านั้นที่ต่อกับสายสัญญาณที่ใช้ส่งข้อมูลภายนอกขา TXD จะถูกต่อกับสายกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเพื่อใช้กำหนดความถี่อ้างอิงในการส่งข้อมูล

โหมด 1 : การส่งข้อมูลในโหมดนี้จะต้องมีการกำหนดอัตราบอดให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้ไทมเมอร์ 1 เป็นตัวสร้างอัตราบอด ลักษณะของสัญญาณในโหมด 1 จะประกอบด้วยบิตจำนวน 10 บิต เป็นบิตข้อมูล 8 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตหยุด 1 บิต สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD เป็น PCON และอัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer จากสูตรการคำนวณถ้า SMOD เป็น 0 จะเป็นความถี่ปกติ แต่ถ้าหากเป็น 1 ความถี่จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า

โหมด 2 : ในโหมดนี้จะต้องมีการกำหนดอัตราบอดเช่นกัน โดยการสื่อสารในโหมดนี้มักจะเป็นสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยกันเอง ลักษณะของสัญญาณของโหมดที่ 2 ประกอบด้วยบิตสื่อสารทั้งหมด 11 บิต ใช้เป็นบิตข้อมูล 9 บิต เป็นบิตเริ่มต้น 1 บิตและเป็นบิตหยุด 1 บิต ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 และ 1/64 ของ CPU Clock โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON

โหมด 3 : การทำงานของโหมดนี้จะเหมือนกับโหมด 2 ทุกประการ แต่อัตราบอดจะหาได้แน่นอนกว่าในโหมด 2 โดยการคำนวณอัตราบอดจะเหมือนกับโหมด 1 และใช้ไทมเมอร์ 1 มาทำการสร้างความถี่เช่นเดียวกับโหมด 1 ลักษณะของสัญญาณจะเหมือนกับโหมด 2 คือประกอบด้วยบิตสื่อสารทั้งหมด 11 บิต UART โดยเป็นบิตข้อมูล 9 บิต เป็นบิตเริ่มต้น 1 บิตและเป็นบิตหยุด 1 บิตเหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับอัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer 1 สำหรับ 8051 หรือขึ้นกับอัตราโอเวอร์โพล์ของ Timer 2 สำหรับ 80C154D

จากข้อมูลทั้ง 4 โหมดจะสังเกตเห็นว่า TI จะมีการเซตเป็น 1 ก็ต่อเมื่อข้อมูลบิตที่ 7 ส่งออกไปยังพอร์ตอนุกรมเรียบร้อยแล้ว ซึ่งบิต TI จะเป็นบิตที่มีความสำคัญมากในการรับและส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม เนื่องจากการส่งข้อมูลทุกครั้งจะต้องตรวจสอบ TI เสมอ โดยการตรวจสอบจะต้องใช้ซอฟต์แวร์เป็นตัวตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 การสื่อสารอนุกรมมาตรฐาน RS-232-C

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลไว้หลายแบบด้วยกันเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ที่ผลิตจากผู้ผลิตที่แตกต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานการรับส่งข้อมูลที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากคือ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232-C ซึ่งมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับโมเด็ม (MODEM : Modulator/ Demodulator) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายโทรศัพท์และอัตรารับส่งข้อมูลถูกจำกัดให้มีค่าค่อนข้างต่ำ มาตรฐาน RS-232-C นี้ได้มีการออกแบบให้มีโครงสร้างในการรับส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) เท่านั้น คุณสมบัติของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ถูกใช้งานมี 2 ลักษณะคือ SPACE แสดงถึงไบนารี 0 หรือแรงดันไฟฟ้าบวกและ MARK แสดงถึงไบนารี 1 หรือแรงดันไฟฟ้าลบ แรงดันไฟฟ้าบวก (สถานะ SPACE) อยู่ระหว่าง +5 ถึง +15 โวลต์ สำหรับเอาต์พุต และระหว่าง +3 ถึง +15 โวลต์ สำหรับอินพุต ซึ่งความแตกต่างนี้มีไว้เพื่อกรณีที่แรงดันไฟฟ้าสูญหายเนื่องจากความยาวของสายสัญญาณ ในทำนองเดียวกัน แรงดันไฟฟ้าลบ (สถานะ MARK) ถูกกำหนดไว้ระหว่าง -5 ถึง -15 โวลต์ สำหรับเอาต์พุตและ -3 ถึง -15 โวลต์ สำหรับอินพุต

สังเกตว่า ถ้าให้สายสัญญาณยาวเกินไป ระดับไฟฟ้าจะตกลงเกินขอบเขตที่ยอมรับได้ นอกจากนี้ ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีผลกับคุณภาพของสัญญาณ โดยการเปลี่ยนสถานะจากแรงดันไฟฟ้าบวกไปลบไม่ชัดเจน ซึ่ง RS-232-C ไม่ได้มุ่งหมายให้นำไปใช้กับระยะทางไกล และโดยทั่วไป 50 ฟุต เป็นระยะทางไกลที่สุดในการใช้สายปกติที่อัตราการส่งข้อมูลปกติ ถ้าหากอุปกรณ์อยู่ห่างกันมากอาจจะต้องใช้โมเด็มหรือใช้มาตรฐานอื่นเข้ามาช่วย

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของ RS-232-C

PARAMETER	RS-232-C
โหนดการทำงาน	Single-ended
จำนวนตัวรับและตัวส่ง	1 ตัวรับ 1 ตัวส่ง
ความยาวของคู่สายสัญญาณ (feet)	50
อัตราการส่งข้อมูล (bps)	20K
Maximum Common Mode (Voltage)	$\pm 25V$
Driver Output (Voltage)	$\pm 5V$ ต่ำสุด $\pm 15V$ สูงสุด
Driver Load ( $\Omega$ )	3K ถึง 7K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5(ต่อ) คุณสมบัติของ RS-232-C

PARAMETER	RS-232-C
Driver Slow Rate (V/s)	30V/ $\mu$ s
กระแสลิมิตเมื่อเอาต์พุตลัดวงจร (mA)	500 ลัดกับ Vcc กับ Gnd
ค่าความต้านทานเอาต์พุตของตัวส่ง ( $\Omega$ )	NA (Power ON) 300 (Power Off)
ค่าความต้านทานเอาต์พุตของตัวรับ ( $\Omega$ )	3K ถึง 7K
ความไวของตัวรับ (Voltage)	$\pm 3V$

2.3.2.1 รายละเอียดขาสัญญาณของหัวต่อ DB-25 ตัวผู้

ตารางที่ 2.6 ไดอะแกรมของขาสัญญาณ DB-25 ตัวผู้

ขา	สัญญาณ
1	GF (Frame Ground)
2	TD (Transmitted Data)
3	RD (Receive Data)
4	RTS (Request To Send)
5	CTS (Clear To Send)
6	DSR (Data Set Ready)
7	SG (Signal Ground)
8	CD (Carrier Detect)
20	DTR (Data Terminal Ready)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใช้ความถี่สำหรับส่งสองความถี่ สำหรับลอจิก“0”และ“1”ฝ่าย answer จะต้องใช้ความถี่อีกสองความถี่ที่แตกต่างไปจากฝ่ายส่ง เพื่อป้องกันการรบกวนกันเอง สำหรับแทนสัญญาณลอจิก“0”และ“1”จะได้รับและส่งในเวลาเดียวกันเป็นพูลดูเพล็กซ์ได้ ซึ่งเรียกมาตรฐานอยู่ 2 แห่ง คือระบบ CCITT และของบริษัทเบลล์โทรโฟน สำหรับโมเด็มที่มีความเร็วไม่เกิน 300 baud ห้องปฏิบัติการวิจัยเบลล์ใช้มาตรฐาน 103 ส่วนไทยเราใช้มาตรฐานของ ITU-T V.21

สถานีรับและสถานีส่งใช้ความถี่ที่ต่างกันในการมอดูเลตสัญญาณ“0”และ“1”การดีมอดูเลตก็จะต้องให้ตรงกับความถี่ของฝ่ายตรงกันข้ามส่งมา เช่น โมเด็มชนิด ITU-T V.21 ถ้าหากใช้เป็นผู้เริ่มการติดต่อ จะส่งสัญญาณลอจิก“1”ด้วยความถี่ 980 Hz ลอจิก“0”ด้วยความถี่ 1180 Hz ขณะเดียวกันจะต้องรับด้วยความถี่ 1650 และ 1850 ทั้งรับและส่งของโมเด็มจำเป็นต้องมีวงจรรองความถี่เพื่อป้องกันความถี่อื่นหลงเข้ามา รบกวนเครื่องรับ

#### 2.4.2 การใช้งานโมเด็ม

การทำงานของโมเด็มจะประกอบด้วยการทำงานใน 3 Mode

1. Command Mode
2. Connecting Mode
3. Data Mode

##### 2.4.2.1 Command Mode

เมื่อมีการเริ่มใช้งาน โมเด็มจะทำการตรวจสอบตัวเอง แล้วจะรอในโหมด command โหมดนี้การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็มจะใช้ AT command language โดยโมเด็มจะรับคำสั่งจากคีย์บอร์ด โดยผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยเริ่มจากคำสั่ง AT โดยการจะใช้ AT command ได้จะต้องอยู่ในโหมด terminal โดยคำสั่งที่ใช้จะเป็นคำสั่งในการตั้งค่าต่างๆ หรือ และคำสั่งงานโมเด็มโดยตรง โดยจะมีการตอบสนองเมื่อได้รับคำสั่งต่างๆ เช่น OK หรือ CONNECT กลับมายังคอมพิวเตอร์ตัวอย่างการใช้คำสั่ง AT command เช่น

ATZ : เป็นคำสั่ง reset โมเด็ม

ATDT : ใช้ในการ dial หมายเลขแบบ tone

ATDP : เป็นคำสั่ง dial หมายเลขแบบ pulse

##### 2.4.2.2 Connecting Mode

เมื่อโมเด็มทำการเรียกสำเร็จ หรือรอการเรียกจากภายนอกก็ตาม โมเด็มจะเข้าสู่การทำงานใน Connecting Mode ซึ่งจะตอบสนองกับกรณีต่างๆ ดังนี้

CONNECT : เมื่อโมเด็มสามารถติดต่อสำเร็จ อีกฝ่ายจะมีการส่งสัญญาณกลับมาเพื่อยืนยันการติดต่อ

NO DAILTONE : เมื่อโมเด็มไม่สามารถรับสัญญาณ dial tone ได้ทำให้ไม่สามารถการเรียกได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUSY : เกิดขึ้นเมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง

NO CARRIER : เกิดขึ้นเมื่อการเรียกสำเร็จ แต่ไม่สามารถหาสัญญาณ Synchronous ได้ทำให้ไม่สามารถติดต่อได้

#### 2.4.2.3 Data Mode

เมื่อการติดต่อระหว่างโมเด็ม สามารถทำได้สำเร็จก็จะเข้าสู่ Data Mode เป็นการติดต่อโดยตรงระหว่างโมเด็ม ซึ่งระหว่างนี้ก็ยังสามารถกลับไปยัง Command Mode ได้และการติดต่อจะคล้ายเป็นการติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรมตามปกติ โดยการติดต่อจะยกเลิกโดยการวางหูหรือเกิดสายหลุด เป็นต้น

### 2.4.3 การใช้งานชุดคำสั่ง AT

ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่างโมเด็มต้นทาง และปลายทางนั้นจำเป็นจะต้องมีพื้นฐานที่เหมือนกันบางประการ เช่น ความเร็ว รูปแบบของข้อมูล และโปรโตคอลในการรับ-ส่งข้อมูล โดยการเชื่อมต่อโมเด็มในแต่ละครั้งอย่างน้อยที่สุด ผู้ที่ใช้โมเด็มต้นทางจำเป็นต้องทราบว่า จะให้โมเด็มโทรศัพท์ออกด้วยหมายเลขใด ควรจะตั้งเวลาในการรอเสียงตอบจากโมเด็มปลายทางนานเท่าไร ระบบโทรศัพท์นั้นใช้ระบบโทน (Tone) หรือพัลส์ (Pulse) และในขณะที่เดียวกันผู้ที่ใช้โมเด็มปลายทางก็ต้องกำหนดให้โมเด็มรับทราบด้วยว่าจะให้โมเด็มรับสายเข้าหลังจากที่มีเสียงกริ่ง (Ring) กี่ครั้ง และจะต้องรอสัญญาณโต้ตอบนานเท่าไร เป็นต้น ซึ่งการดำเนินงานทั้งหมดนี้จะสามารถควบคุมได้โดยใช้ชุดคำสั่ง AT

#### 2.4.3.1 ประเภทของชุดคำสั่ง AT

โดยพื้นฐานแล้ว เราสามารถจะแบ่งชุดคำสั่ง AT ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. ชุดคำสั่งที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น ATD (คำสั่งให้หมุนหมายเลขโทรศัพท์) หรือ ATH (คำสั่งวางสายโทรศัพท์) เป็นต้น
2. คือชุดคำสั่งที่ใช้กำหนดค่า หรือเปลี่ยนค่าต่างๆ เช่น AT+ST7=90 เป็นการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ค่าให้รีจิสเตอร์ S7 มีค่า 90 ซึ่งก็คือให้โมเด็มรอการตอบรับจากโมเด็มปลายทางเป็นเวลา 90 วินาที หลังจากนั้นหากยังไม่มีสัญญาณใดๆ ตอบกลับมา โมเด็มก็จะวางสายทันที ตามปกติแล้วโปรแกรมสื่อสารมักจะตั้งค่าของรีจิสเตอร์ S ต่างๆ ที่จำเป็นเอาไว้ตั้งแต่ตอนที่ผู้ใช้เรียกโปรแกรมนั้นๆ ขึ้นมา ซึ่งผู้ที่จะสามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงค่าของรีจิสเตอร์ S เหล่านี้ได้ภายหลัง

#### 2.4.3.2 รูปแบบของชุดคำสั่ง AT

การใช้ชุดคำสั่ง AT จำเป็นต้องขึ้นด้วยอักษร AT เสมอ และจะต้องจบลงด้วยการกดปุ่ม Enter (หรือ Carriage return) ยกเว้นเฉพาะคำสั่ง A/ (ไม่ต้องกดปุ่ม Enter) ซึ่งหมายถึงให้โมเด็มกลับไปทำคำสั่งล่าสุดซ้ำอีกครั้งหนึ่ง การที่คำสั่งต่างๆ ต้องขึ้นต้นด้วยอักษร AT ก็เพราะต้องการให้โมเด็มรับรู้ถึงความเร็ว และรูปแบบของอักษรคำสั่งที่ถูกส่งออกมาจากพอร์ตสื่อสารอนุกรมของพีซี

### 2.4.3.3 ชุดคำสั่ง AT ที่สำคัญ

คำสั่ง AT ที่สำคัญและมักจะถูกใช้งานอยู่เสมอ ซึ่งเป็นคำสั่งทั่วไปที่สามารถใช้งานได้กับโมเด็ม

1. ATA (รับโทรศัพท์) คำสั่งนี้จะทำให้โมเด็มสามารถรับสายโทรเข้าได้ แต่มักจะใช้ในกรณีชั่วคราวที่จำเป็นเท่านั้น โดยปกติแล้วผู้ใช้งานจะสามารถกำหนดให้โมเด็มรับสายทุกครั้งที่มีเสียงกริ่ง (Ringing) ได้โดยตั้งค่ารีจิสเตอร์ SO ให้มีค่าเป็น 1 ส่วนในกรณีที่ไม่ต้องต้องการให้โมเด็มรับสายโทรเข้าก็ให้ตั้งค่ารีจิสเตอร์ SO เป็น 0 แต่ในบางครั้งผู้ใช้งานจะต้องต้องการให้โมเด็มสามารถรับสายได้ทันทีได้ ทั้งๆ ที่ตั้งค่ารีจิสเตอร์ SO ว่าเป็น 0 โดยการใช้คำสั่ง ATA ซึ่งการทำงานของโมเด็มหลังจากที่ได้รับคำสั่งนี้ก็คือ โมเด็มจะยกหูโทรศัพท์ขึ้น (Off-Hook) และจะส่งสัญญาณพาหะ (Carrier) ไปยังโมเด็มปลายทาง หลังจากนั้นโมเด็มก็จะรอเป็นเวลา X วินาที ตามที่ได้ตั้งไว้ในรีจิสเตอร์ S7 ถ้าไม่มีสัญญาณพาหะตอบกลับมากภายในระยะเวลาดังกล่าวโมเด็มก็จะวางหูโทรศัพท์และจะกลับมาอยู่ในสภาวะคำสั่ง (Off-line) อีกครั้ง

2. ATD (หมุนโทรศัพท์) คำสั่ง ATD จะทำให้โมเด็มยกหูโทรศัพท์ขึ้น (Off-Hook) และหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออกด้วย หมายเลขที่คุณกำหนดเอาไว้ในพารามิเตอร์ของคำสั่งนี้ โดยมีรูปแบบดังตัวอย่าง ATD3197707 ซึ่งคำสั่งนี้ ATD นี้จะต้องการพารามิเตอร์บางอย่างทุกครั้งที่ใช้คำสั่งนี้เสมอ

3. ATE (เปิดและปิด) เอคโค่ (Echo) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับควบคุมการแสดงตัวอักษรที่ผู้ใช้งานกำลังพิมพ์ออกมาทางจอภาพ ถ้าเอคโค่เป็นเปิด (OFF) ก็หมายความว่าเมื่อกดปุ่มใดๆ แล้ว ผู้ใช้งานจะไม่สามารถเห็นตัวอักษรบนหน้าจอในขณะที่กำลังพิมพ์เข้าไป ลักษณะการใช้คำสั่งจะเป็นดังนี้

ATE0 หรือ ATE : ECHO OFF

ATE1 : ECHO ON (Default)

4. ATH (ยกหูและวางหูโทรศัพท์) คำสั่งนี้ทำให้โมเด็มวางหูหรือยกหูโทรศัพท์ คำสั่ง ATH0 หรือ ATH มักจะใช้หลังจากที่ส่ง Escape Sequence (+++) ให้แก่โมเด็มเพื่อให้โมเด็มกลับเข้าสู่สภาวะคำสั่ง ซึ่งโปรแกรมสื่อสารทั่วไป มักจะใช้วิธีนี้เพื่อทำการหยุดการสื่อสารหรือตัดสาย (Disconnect) โดยมีรูปแบบดังนี้

ATH0 หรือ ATH : ให้โมเด็มวางหูโทรศัพท์

ATH1 : ให้โมเด็มยกหูโทรศัพท์

5. ATL (การควบคุมความดังของเสียง) คำสั่งนี้ทำให้สามารถควบคุมความดังของเสียงจากลำโพงของโมเด็มได้ แต่โมเด็มบางรุ่นที่เป็นแบบแพคเกจจิ้งหรือเป็นกล่องเล็กๆ ใช้ต่ออยู่นอกพีซีบางประเภทอาจจะไม่มีลำโพง ดังนั้นจึงไม่สนับสนุนคำสั่งนี้ รูปแบบการใช้จะเป็นดังนี้

ATL0 หรือ ATL : หมายถึงให้มีเสียงเบาที่สุด

ATL1 : หมายถึงให้มีเสียงดังปานกลาง

ATL2 : หมายถึงให้มีเสียงดังที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ATM (ควบคุมการเกิดเสียง) ลักษณะของคำสั่ง จะมีรูปแบบดังนี้

ATM0 หรือ ATM : หมายถึงให้โมเด็มปิดเสียงทั้งหมด

ATM1 : หมายถึงให้โมเด็มส่งเสียงได้ในขณะที่หมุนหมายเลขโทรศัพท์และปิดเสียงเมื่อต่อโมเด็มกับปลายทางเรียบร้อยแล้ว

ATM2 : หมายถึง อนุญาตให้โมเด็มส่งเสียงออกมาได้ลำโพงตลอดเวลา

ATM3 : หมายถึงให้โมเด็มปิดเสียง ในขณะที่หมุนหมายเลขโทรศัพท์ และหลังจากนั้นก็ทำการปิดเสียงจนกระทั่งได้รับสัญญาณพาหะโมเด็มปลายทางจึงจะปิดเสียงอีกครั้งหนึ่ง

7. ATO กลับสู่สถานะออนไลน์ การใช้คำสั่งนี้ในสถานะคำสั่ง (Command state) จะทำให้โมเด็มกลับเข้าไปสู่สถานะออนไลน์อีกครั้งหนึ่ง มักจะใช้ในกรณีที่โมเด็มกำลังอยู่ในสถานะออนไลน์ และผู้ใช้กดรหัส Escape Sequence (+++) ออกมาสู่สถานะคำสั่งเพื่อออกคำสั่ง AT ต่างๆ แก่โมเด็มแล้วต้องการกลับเข้าไปอยู่สถานะออนไลน์อีกครั้งหนึ่ง

8. ATO (ควบคุม Result code) คำสั่งนี้ใช้ควบคุมการตอบสนองคำสั่งจากโมเด็มสู่พีซี โดยปกติ แล้วเมื่อโมเด็มได้รับคำสั่งใดๆจะส่งชุดอักขระกลับออกมา รูปแบบการใช้คำสั่ง มีดังต่อไปนี้

ATO0 หรือ ATO : อนุญาตให้โมเด็มตอบสนองคำสั่งออกมา ได้

ATO1 : ไม่อนุญาตให้โมเด็มตอบสนองคำสั่งออกมา

ATO2 : ให้โมเด็มตอบสนองคำสั่งออกมา ถ้าเป็นโมเด็มตัวต้นทางและไม่ให้ตอบสนองคำสั่งออกมาถ้าเป็นโมเด็มปลายทาง

9. ATS (ตั้งค่าให้แก่วีจิสเตอร์ S) ชุดคำสั่ง ATS จะช่วยให้สามารถขูดและเปลี่ยนแปลงค่าที่อยู่ในรีจิสเตอร์ S ต่างๆ ได้ สำหรับการตั้งค่ารีจิสเตอร์ S มีรูปแบบดังนี้  $ATSx=y$  โดยที่ x เป็นหมายเลขรีจิสเตอร์ s และ y หมายถึงค่าที่ต้องการบรรจุลงไปในรีจิสเตอร์ S ตัวนั้นๆ สำหรับรีจิสเตอร์ S ที่สำคัญต่างๆ จะมีดังต่อไปนี้

S0 : ใช้เก็บค่าจำนวนครั้งของเสียงกระดิ่งโทรศัพท์ ก่อนที่โมเด็มจะรับสายโทรศัพท์ สามารถตั้งค่าให้สูงได้ถึง 255 (หมายถึง ให้เสียงกระดิ่งดัง 255 ครั้งแล้ว โมเด็มจะรับโทรศัพท์) หรือถ้าตั้งเป็น 0 ก็มีความหมายว่า ไม่ให้โมเด็มรับสายโทรเข้า

S1 : ใช้เก็บค่าจำนวนครั้งของเสียงกระดิ่ง เป็นรีจิสเตอร์แบบอ่านอย่างเดียวไม่สามารถจะเปลี่ยนแปลงค่าได้โดยการใช้คำสั่ง AT ใดๆ

S2 : รีจิสเตอร์นี้ใช้เก็บค่ารหัส ASCII (ในลักษณะเลขฐาน 10) ที่ต้องการใช้เป็นรหัส Escape Sequence โดยปกติแล้วจะมีดีฟอลต์เป็น 43 ซึ่งตรงกับตัวอักษร "+"

S3 : รีจิสเตอร์ตัวนี้ใช้เก็บค่ารหัส ASCII (ในลักษณะเลขฐาน 10) ที่ต้องการใช้เป็นรหัส CR (Carriage Return) โดยปกติแล้วจะมีดีฟอลต์เป็น 13 ซึ่งก็เหมือนกับกรกดปุ่ม Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S4 : รีจิสเตอร์ตัวนี้ใช้เก็บค่ารหัส ASCII (ในลักษณะเลขฐาน 10) ที่ต้องการใช้เป็นรหัส Line Feed โดยปกติแล้วจะมีดีฟอลต์เป็น 10

S5 : รีจิสเตอร์ตัวนี้ใช้เก็บค่ารหัส ASCII (ในลักษณะเลขฐาน 10) ที่ต้องการใช้เป็นรหัส Backspace โดยปกติแล้วจะมีดีฟอลต์เป็น 8 ซึ่งก็เหมือนกับการกดปุ่ม Backspace

S6 : ใช้เก็บค่าของเวลาในการหยุดรอ ก่อนที่จะหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออกมีหน่วยเป็น วินาที ซึ่งค่าในรีจิสเตอร์ S6 นี้จะใช้งานก็ต่อเมื่อโมเด็มถูกสั่งให้ไม่สนใจฟังไดอัลโทน หรือคำสั่ง ATXn หลังจากนั้นเมื่อต้องการให้โมเด็มหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออก โมเด็มก็จะไม่สนใจว่ามีเสียงไดอัลโทนหรือไม่ และจะรอเป็นเวลา S6 จึงหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออก ค่าในรีจิสเตอร์ S6 นี้สามารถมีได้ตั้งแต่ 1 ไปจนถึง 255 วินาที โดยมีดีฟอลต์เป็น 50 วินาที

S7 : ใช้เก็บค่าของเวลาในการรอฟังสัญญาณพาหะของโมเด็มปลายทางซึ่งมีหน่วยเป็น วินาที หลังจากที่โมเด็มหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออกหรือรอรับสายโทรศัพท์เข้าโมเด็มจะรอรับฟังสัญญาณเป็นเวลา S7 ซึ่งในกรณีที่ต้องการโทรศัพท์ระหว่างประเทศก็อาจจะต้องตั้งค่า S7 ให้มากกว่า 50 วินาที แล้วแต่ความเหมาะสม

S8 : ใช้เก็บค่าของเวลาในการรอ มีหน่วยเป็นวินาที หลังจากที่โมเด็มได้รับพารามิเตอร์ “;” ในคำสั่ง ATD โมเด็มก็จะหยุดรอเป็นเวลา S8 วินาที ก่อนที่จะทำคำสั่งหรือพารามิเตอร์ตัวต่อไป S8 นี้จะสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 2 ไปจนถึง 255 วินาที แต่โดยปกติจะมีดีฟอลต์เป็น 2 วินาที

S9 : ใช้เก็บค่าของช่วงเวลาที่โมเด็มรอรับทราบสัญญาณพาหะของโมเด็มที่ปลายทาง มีหน่วยเป็น 1/10 วินาที โดยโมเด็มจะรอสัญญาณพาหะจากปลายทางภายในช่วงเวลาดังกล่าว หลังจากนั้นโมเด็มก็จะส่งสัญญาณ CD (Carrier Detect) ที่ขา 8 ของขั้วต่อ RS-232-C ไปยังพีซีโดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าใน S9 ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255

S10 : มีหน่วยเป็น 1/10 วินาที มีค่าได้ตั้งแต่ 1 จนถึง 255 มักจะใช้อยู่ 2 กรณี ซึ่งกรณีแรก จะใช้เก็บช่วงเวลาที่โมเด็มจะทำการรอสัญญาณพาหะที่ขาดหายไปในขณะที่กำลังออนไลน์ ซึ่งอาจจะเกิดจากสัญญาณรบกวนและถ้าสัญญาณพาหะยังคงขาดตอนไปในช่วงเวลาดังกล่าวโมเด็มก็จะวางสายทันที ส่วนกรณีที่สองก็คือ จะใช้เก็บค่าของช่วงเวลาในการรอสัญญาณพาหะก่อนที่จะวางสายแล้วจะให้โมเด็มตรวจสอบให้แน่ใจว่าการสื่อสารนั้นถูกตัดขาดอย่างแน่นอนหรือไม่ โดยปกติแล้วจะมีค่าดีฟอลต์เป็น 14 ซึ่งก็คือให้โมเด็มหยุดรอสัญญาณพาหะเป็นเวลา 1.4 วินาที หลังจากการสื่อสารถูกตัดขาดไป และในทางกลับกันถ้าต้องการจะให้โมเด็มค้างสัญญาณ CD ไว้ตลอดเวลา (เพื่อเป็นการ“หลอก”เครื่องพีซี) ก็สามารถตั้งค่าไว้เป็น 255 ได้เช่นกัน

S11 : ใช้เก็บค่าของช่วงเวลาในการหมุนโทรศัพท์แบบโทน ซึ่งแต่ละหมายเลขมีหน่วยเป็น มิลลิวินาที ในขณะที่โมเด็มกำลังหมุนหมายเลขโทรศัพท์ออก ก็จะเว้นช่วงเวลาไว้ประมาณ S11 นี้จะมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนแบบ Pulse (ATDP) ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าใน S11 ได้ตั้งแต่ 50 ไปจนถึง 255 ได้ (0.05+0.255 วินาที) โดยมีดีฟอลต์เป็น 95 (0.095 วินาที)

S12 : ใช้เก็บค่าของช่วงเวลาที่ไม่เต็มหยุดรอ Escape Sequence มีหน่วยเป็น 1/50 วินาที ถ้าหากผู้ใช้ต้องการออกจากสภาวะอนไลน์กลับเข้าสู่สภาวะคำสั่ง (Command state) จะต้องหยุดรอเป็นเวลา S12 วินาที แล้วจึงสามารถส่ง Escape Sequence ให้แก่อุปกรณ์ได้เป็นข้อมูลธรรมดาผ่านสายโทรศัพท์ออกไป รีจิสเตอร์ S12 สามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ไปจนถึง 255 (0-5.1 วินาที) โดยมีค่าดีฟอลต์เป็น 50 (1 วินาที)

#### 2.4.4 มาตรฐานของโมเด็ม

มาตรฐานนั้นจะเห็นเทคนิคทางด้านการผสมสัญญาณ บางมาตรฐานก็จะเน้นความถูกต้องของข้อมูล บางมาตรฐานนั้นก็เห็นที่วิธีการในการย่อข้อมูลโดยมากแล้วโมเด็มที่มีวางขายในปัจจุบันนั้นได้รวมเอามาตรฐานต่างๆ เหล่านี้เข้าไปในเครื่องๆ เดียวรวมทั้งหมดประมาณ 15 มาตรฐานในโมเด็มเครื่องเดียว แต่ในปัจจุบันนี้ก็ยังมีมาตรฐานอีกชุดหนึ่งของ ITU ที่เพิ่งจะได้รับการกำหนดให้เป็นมาตรฐาน 1994 นั่นก็คือ V.34 ทำงานที่ความเร็ว 28.8 Kbps ซึ่งก็ขึ้นไปถึงขอบเขตการใช้งานสื่อสารข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์แล้ว ดังนั้นจึงน่าจะเป็นมาตรฐานสุดท้ายของโมเด็มที่ทำงานแบบแอนะล็อก ส่วนการสื่อสารที่เร็วกว่านั้นก็น่าจะเป็นการสื่อสารผ่านระบบ ISDN ซึ่งเป็นระบบดิจิทัลทั้งระบบ

ISDN นั้นก็คือชุดข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆ ของ ITU ISDN นั้นแทบจะทำให้โมเด็มนั้นกลายเป็นสิ่งล้าสมัยไปเลยทีเดียว ทั้งนี้ก็เพราะตัวระบบ ISDN นั้น ทำงานในระบบดิจิทัลอยู่แล้วดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นใดๆ ที่จะต้องเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณเสียงก่อนเหมือนกับที่ใช้อยู่ในโมเด็มปัจจุบันแต่โครงข่าย ISDN ในปัจจุบันนั้นยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นพื้นที่บางจุดจึงยังไม่สามารถใช้งานระบบนี้ได้

มาตรฐาน ISDN นั้นจะมีช่องนำสัญญาณอยู่สามช่องด้วยกัน คือช่องสัญญาณที่ใช้ความเร็ว 56 Kbps จำนวนสองช่องใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลทั้งทางดิจิทัลและเสียง ส่วนอีกหนึ่งช่องก็คือช่องสัญญาณที่มีความเร็ว 16 Kbps สำหรับสัญญาณควบคุม ซึ่งช่องสัญญาณนี้สามารถใช้ส่งรับข้อมูลดิจิทัลได้เช่นเดียวกัน แต่ต้องเป็นสัญญาณความเร็วที่ไม่สูงมากนัก

##### 2.4.3.1 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการผสมสัญญาณ

เมื่อเทียบกับกลุ่มมาตรฐานอื่นๆ แล้ว การผสมสัญญาณนับได้ว่าเป็นมาตรฐานที่สำคัญที่สุดสำหรับโมเด็มทุกเครื่อง ก่อนอื่นเราจะต้องทราบก่อนว่าในการสื่อสารระหว่างโมเด็มแต่ละครั้งนั้นโมเด็มทั้งสองเครื่องจะต้องใช้เทคนิคการรับส่งข้อมูลแบบเดียวกัน เนื่องจากว่ามาตรฐานการรับส่งข้อมูลนั้นมีการพัฒนากันตลอดเวลา ดังนั้นเพื่อให้มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบใหม่เป็นที่นิยมผู้พัฒนาจึงมักจะออกแบบให้มาตรฐานใหม่นี้สามารถใช้งานกับมาตรฐานเดิมได้ ยกตัวอย่างเช่นเมื่อใช้ให้โมเด็มที่มาตรฐาน Bell 212a ต่อไปยังโมเด็มที่ใช้มาตรฐาน V.22bis ในตอนแรกสุดโมเด็ม V.22bis จะพยายามติดต่อกับโมเด็มตัวเรียกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน V.22bis ซึ่งใหม่กว่าแต่ก็ไม่สำเร็จเพราะว่าโมเด็มตัวเรียกนั้นเป็นโมเด็มที่ใช้มาตรฐานเก่ากว่า ดังนั้น โมเด็มปลายทางที่เป็น V.22bis จึงเปลี่ยนวิธีการติดต่อใหม่โดยกลับไปใช้มาตรฐาน Bell 212a

#### 2.4.3.2 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการย่อข้อมูล

โมเด็มความเร็วสูงในปัจจุบัน ส่วนใหญ่นั้นมักจะใช้เทคนิคการบีบขนาดข้อมูลให้เล็กลงเพื่อที่จะเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลออกไป วิธีการที่ใช้ในการบีบข้อมูลขนาดข้อมูลนั้นจะทำให้โมเด็มนั้นมีค่า "ทรูพุต" ที่สูงขึ้น วิธีการย่อข้อมูลโดยทั่วไปแล้วจะใช้หลักการมองหาข้อมูลที่ซ้ำๆ กันและแทนที่ข้อมูลดังกล่าวด้วยรหัสพิเศษที่มีขนาดข้อมูลเล็กกว่าและหลังจากโมเด็มปลายทางได้รับรหัสพิเศษดังกล่าวแล้ววงจรบีบขนาดข้อมูลก็จะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูลกลับมาอีกครั้งหนึ่งมาตรฐานการย่อข้อมูลที่เป็นที่นิยมกันก็มีอยู่สองแบบด้วยกันคือ MNP และ ITU

โดยข้อกำหนด ITU V.42bis นั้นออกแบบมาให้ใช้ควบคู่กับมาตรฐานการควบคุมความผิดพลาดของข้อมูล (V.42) ซึ่งจะย่อขนาดข้อมูลประเภทข้อความได้ดีมาก และจะไม่ส่งผลกระทบต่อแฟ้มข้อมูลที่ถูกลบไปแล้วส่วนมาตรฐานการย่อขนาดข้อมูลของ MNP นั้นก็มีอยู่สองมาตรฐานก็คือ MNP 5 และ MNP 7

วิธีการย่อมาตรฐานของมาตรฐาน MNP 5 นั้นใช้วิธีการเข้ารหัสของ Huffman และวิธี Run Length Method ตามความเหมาะสมของชนิด ข้อมูลซึ่งจะได้อัตราส่วนการย่อข้อมูลประมาณ 2 : 1

การเข้ารหัสของ Huffman นั้นใช้หลักการง่าย ๆ คือ ตัวอักษรแต่ละตัวนั้นจะมีความถี่ในการใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าหากสามารถแทนตัวอักษรขนาดแปดบิตที่ใช้บ่อยๆ ด้วยรหัสที่มีจำนวนบิตน้อยกว่าได้ก็จะลดขนาดของข้อมูลไปได้มากทีเดียวและแทนตัวหนังสืออื่นๆ ที่ใช้น้อยครั้งก็แทนด้วยรหัสที่มีความยาวมากกว่าปกติเช่น 11 บิต เป็นต้น ส่วนวิธีการเข้ารหัสอีกแบบหนึ่งก็คือ Run length method โดยจะมองหาการซ้ำของตัวอักษรต่างๆ ในแฟ้มข้อมูล เมื่อ MNP 5 ตรวจสอบว่ามีอักษรซ้ำๆ เรียงติดต่อกันอย่างน้อยสามตัว มันจะเรียกเอาวิธี RLL เข้ามาจัดการย่อข้อมูลทันที โดยส่งตัวอักษรที่ซ้ำไปก่อนแล้วตามด้วยเลขบอกจำนวนครั้งที่ซ้ำ ดังนั้นเทคนิค RLL นี้จึงเหมาะสำหรับงานบางประเภทเท่านั้น เช่น ข้อมูลสปรดชีต โมเด็มบางรุ่นนั้นสามารถเลือกวิธีการทำงานได้โดยอิสระซึ่งบางครั้งการใช้ MNP ก็ไม่ได้ช่วยอะไรมากนักถ้าหากใช้งานกับข้อมูลที่ผ่านการย่อข้อมูลโดยโปรแกรม PKZIP หรือ LHARC มาก่อนแล้วซึ่งบางครั้งอาจจะทำให้ค่าทรูพุตลดลงเสียด้วยซ้ำส่วน MNP 7 นั้นเป็นวิธีการย่อข้อมูลแบบใหม่ที่ Microcom พัฒนาขึ้นมาใช้โดยจะมีอัตราส่วนการย่อข้อมูลประมาณ 3 : 1 นั่นก็หมายความว่าโมเด็มความเร็ว 2400 bps ที่มี MNP 7 สามารถส่งข้อมูลได้เท่าๆ กับโมเด็มความเร็ว 7200 bps นั่นเอง

แต่เมื่อเปรียบเทียบมาตรฐานการย่อข้อมูลต่างๆ แล้วจะพบว่าการย่อข้อมูลโดยมาตรฐาน V.42bis นั้นมีเทคนิคการย่อข้อมูลที่ดีกว่า MNP 7

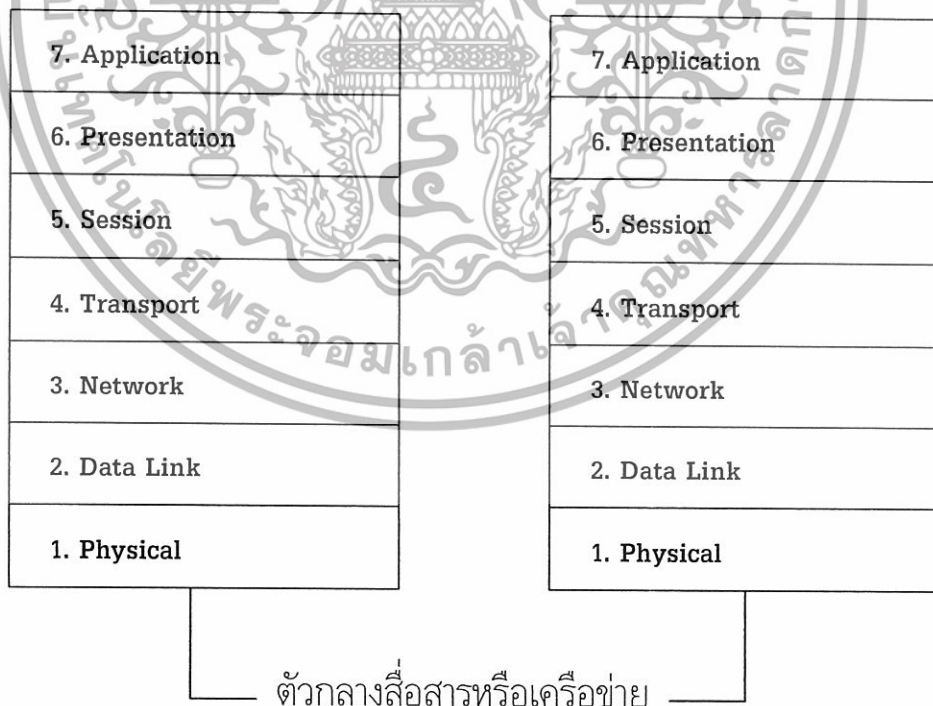
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 OSI Model

เป็นแบบจำลองการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาโดยองค์การมาตรฐานสากล (International Standard Organization-ISO) และมีชื่อเรียกว่า Open System Interconnection Model (OSI Model) แบบจำลองนี้ได้แบ่งระบบการทำงานในการสื่อสารออกเป็นชั้นย่อยๆ จำนวน 7 ชั้น (7 เลเยอร์) ด้วยเหตุผลดังนี้

1. เพื่อกำหนดมาตรฐานและแบบจำลองที่จะใช้ในการอ้างอิงในแต่ละชั้นของการทำงาน
2. ช่วยลดขนาดของปัญหาในการสื่อสารให้เล็กลงเพื่อที่จะสามารถจัดการได้ง่ายขึ้น
3. สนับสนุนให้ผู้ผลิตต่างๆ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถทำงานร่วมกันได้
4. ช่วยให้การพัฒนาระบบสื่อสารไม่จำเป็นต้องเริ่มจากศูนย์และต้องทำให้ครบทุกองค์ประกอบแต่สามารถพัฒนาขึ้นมาเพียงชั้นเดียวแล้วนำไปใช้งานร่วมกับชั้นอื่นได้

โดยหลักการแล้วแต่ละชั้นจะสื่อสารกับชั้นในระดับเดียวกันที่อยู่บนเครื่องอีกเครื่องหนึ่ง แต่ในทางปฏิบัติในแต่ละชั้นจะติดต่อกับชั้นที่อยู่ติดกันทั้งบนและล่างเท่านั้น ยกเว้นแต่ชั้นล่างสุดคือชั้น Physical ที่จะติดต่อกับชั้น Physical ของอีกเครื่องหนึ่งได้ มีข้อสังเกตว่าในทางปฏิบัติจริงมีบางโอกาสที่เครื่องอาจมีการใช้ชั้นใดชั้นหนึ่งพร้อมๆ กันหลายๆ ครั้ง โดยแต่ละครั้งมีความเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ 2.5 แบบจำลองการสื่อสารข้อมูลทั้ง 7 ชั้นของ ISO/OSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของแต่ละชั้นในแบบจำลอง มีดังนี้

1) ชั้น Physical เป็นการอธิบายคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติทางไฟฟ้า และกลไกต่างๆ ของวัสดุที่ใช้เป็นสื่อกลาง ตลอดจนสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล เป็นชั้นที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารในระดับเบื้องต้นที่เรียกว่า "บิตดิบ" จุดประสงค์หลักในหน้าที่ของชั้นนี้คือ เมื่อผู้ส่งๆ บิตที่มีค่าเป็น 1 ออกไปทางด้านผู้รับก็ต้องได้รับค่าเป็น 1 เช่นเดียวกัน คุณสมบัติที่กำหนดไว้ในชั้นนี้ประกอบด้วยคุณลักษณะทางกายภาพของสายอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector) ระดับความต่างศักย์ของไฟฟ้า (Voltage) และอื่นๆ เช่น การกำหนดแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าเป็น 1 และ 0 ช่วงเวลาในการส่งบิต 0 ที่ติดกันนั้นห่างกันได้มากน้อยแค่ไหน ตลอดจนจำนวนของพิน (pin) และหน้าที่ของแต่ละพิน เป็นต้น

2) ชั้น Data-Link หน้าที่หลักของชั้นนี้คือส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้น Physical เป็นชั้นที่อธิบายถึงการส่งข้อมูลไปบนสื่อกลาง ถ้าจะสรุปก็คือทำหน้าที่ให้บริการแก่ชั้นที่อยู่เหนือชั้น Data-Link ถัดขึ้นไปซึ่งก็คือชั้น Network ในการกำหนดขอบเขตและขนาดของเฟรม ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดก่อนที่จะมีการส่งไปยังชั้น Physical ผ่านไปยังชั้น Data-Link ของ OSI อีกด้านหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เช่นเดียวกันนี้ ชั้นนี้ยังได้ถูกแบ่งออกเป็นชั้นย่อย (Sub Layer) คือ Logical Link Control (LLC) และ Media Access Control (MAC) การแบ่งแยกเช่นนี้จะทำให้ชั้น LLC ชั้นเดียวสามารถใช้ชั้น MAC ที่แตกต่างกันออกไปได้หลายชั้น ชั้น MAC นั้นเป็นการดำเนินการเกี่ยวกับแอดเดรสทางกายภาพ

3) ชั้น Network การทำงานในชั้น Network จะให้ความสนใจกับแอดเดรสทางตรรกะเป็นการเชื่อมต่อและการเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลระหว่างเครื่องสองเครื่องในเครือข่าย อีกทั้งยังให้บริการเชื่อมต่อในแบบ Connection Oriented เช่น X.25 หรือบริการแบบ Connectionless เช่น Internet Protocol ซึ่งถูกใช้งานโดยชั้น Transport ตัวอย่างบริการหลักที่ชั้น Network มีให้คือ การเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลไปยังปลายทางที่เรียกว่า Routing ตัวอย่างโปรโตคอลในชั้นนี้ประกอบด้วย Internet Protocol (IP) และ Internet Control Message Protocol (ICMP)

4) ชั้น Transport ในชั้นนี้มีบางโปรโตคอลจะให้บริการที่ค่อนข้างคล้ายกับที่มีในชั้น Network โดยมีบริการด้านคุณภาพที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ แต่ในบางโปรโตคอลที่ไม่มีการดูแลเรื่องคุณภาพดังกล่าวจะอาศัยการทำงานในชั้น Transport นี้เพื่อเข้ามาช่วยดูแลเรื่องคุณภาพแทน เหตุผลที่สนับสนุนการใช้งานในชั้นนี้คือ ในบางสถานการณ์ของชั้นในระดับล่างทั้งสาม (Physical Data-Link และ Network) ดำเนินการโดยผู้ให้บริการโทรคมนาคม การจะเพิ่มความมั่นใจในคุณภาพให้กับผู้ใช้บริการก็ด้วยการใช้ชั้น Transport นี้ ตัวอย่างโปรโตคอลในชั้นนี้ที่มีการใช้งานกันมากที่สุดคือ Transmission Control Protocol (TCP)

5) ชั้น Session ชั้นนี้ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ การจัดการระหว่างการเชื่อมต่อ และการตัดการเชื่อมต่อ คำว่า "เซสชัน" นั้นหมายถึงการเชื่อมต่อกันในเชิงตรรกะระหว่างปลายทางทั้งสองด้านชั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องถูกใช้งานเสมอไป เช่นถ้าการสื่อสารนั้นเป็นไปในแบบ Connectionless ที่ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อระหว่างการสื่อสารในแบบ Connectionless ทุกๆ แพ็กเก็ตของข้อมูลจะมีข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปลายทางที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผู้รับผิดชอบอย่างสมบูรณ์ในลักษณะของจดหมายที่มีการจำหน่ายอย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วนการสื่อสารในแบบ Connection Oriented จะต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อหรือเกิดเป็นวงจรในเชิงตรรกะขึ้นมาก่อนที่การรับ/ส่งข้อมูลจะเริ่มต้นขึ้นและเมื่อการรับ/ส่งข้อมูลดำเนินไปจนเสร็จสิ้นก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อที่จะตัดการเชื่อมต่อลง ตัวอย่างของโปรโตคอลที่ที่นิยมใช้ได้แก่ Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), File Transfer Protocol (FTP) และTelnet เป็นต้น ซึ่งมีการทำงานครอบคลุมในชั้น Session, Presentation และApplication

6) ชั้น Presentation ให้บริการทำการตกลงกันระหว่างสองโปรโตคอลถึงไวยากรณ์ (Syntax) ที่จะใช้ในการรับ/ส่งข้อมูล เนื่องจากว่าไม่มีการรับรองถึงไวยากรณ์ที่จะใช้ร่วมกัน การทำงานในชั้นนี้จึงมีบริการในการแปลข้อมูลตามที่ได้รับกรร้องขอด้วย

7) ชั้น Application เป็นชั้นที่ใช้บริการของชั้น Presentation (และชั้นอื่นๆ ในทางอ้อมด้วย) เพื่อประยุกต์ใช้งานต่างๆ เช่น การทำ E-mail Exchange(การรับ/ส่งอีเมล), การโอนย้ายไฟล์ หรือการประยุกต์ใช้งานทางด้านเครือข่ายอื่นๆ

ชั้น Application ชั้น Presentation ชั้น Session	โปรโตคอล SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) โปรโตคอล FTP (File Transfer Protocol)
ชั้น Transport	โปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) โปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol)
ชั้น Network	โปรโตคอล IP (Internet Protocol) โปรโตคอล ICMP (Internet Control Message Control) โปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocol)
ชั้น Data-Link ชั้น Physical	โปรโตคอล IEEE 802.3 โปรโตคอล อินเทอร์เน็ต

รูปที่ 2.6 แบบจำลอง ISO/OSI พร้อมทั้งโปรโตคอลที่ใช้งานกันทั่วไปของแต่ละชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรโตคอล

### 2.6.1 คุณลักษณะของโปรโตคอล

ความคิดของการประมวลผลข้อมูลแบบกระจาย (Distributed processing) และการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าเป็นเครือข่าย (Computer networking) บอกให้เราทราบว่า Entities ในระบบ (System) ต่างๆ ต้องการสื่อสารระหว่างกัน

Entities คือหน่วยซึ่งสามารถรับและส่งข่าวสาร ได้แก่โปรแกรมประยุกต์ใช้งานของผู้ใช้ ซอฟต์แวร์ ฝ้ายโอนข้อมูล ระบบจัดการฐานข้อมูล ระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ระบบ คือสิ่งที่แยกชุดออกมาทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยหนึ่ง Entity หรือมากกว่า ได้แก่ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ปลายทาง และเซนเซอร์ระยะไกล (remote sensors) เป็นต้น

การที่ Entity สอง Entity จะสามารถสื่อสารกันได้อย่างเข้าใจนั้น Entity ทั้งสองจะต้อง “พูดภาษาเดียวกัน” กล่าวคือ จะต้องทราบว่ากำลังสื่อสารกับอะไร สื่อสารกันอย่างไร และสื่อสารกันเมื่อไร สิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้จะต้องเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผน (Convention) ซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกันในระหว่าง Entity ที่เกี่ยวข้อง ระเบียบแบบแผนนี้เองที่เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol)

โปรโตคอลก็คือข้อกำหนดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Entity สอง Entity ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

**2.6.1.1 การสร้างรูปแบบข้อมูล (Syntax)** ประกอบด้วย รูปแบบข้อมูล (Data Format) การเข้ารหัส (Encoding) และระดับสัญญาณ (Signal Level) เป็นต้น

**2.6.1.2 การควบคุมการทำงาน (Semantics)** ประกอบด้วย ข่าวสารเพื่อการควบคุม (Control Information) สำหรับควบคุมการทำงานร่วมกัน และจัดการข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (Errors handling)

**2.6.1.3 การควบคุมด้านเวลา (Timing)** ประกอบด้วย การปรับอัตราข้อมูลให้ตรงกัน (Speed matching) และการจัดลำดับ (Sequencing)

### 2.6.2 คุณลักษณะของโปรโตคอล มีดังนี้

#### 2.6.2.1 โดยตรงหรือโดยอ้อม (Direct/Indirect)

การสื่อสารระหว่าง Entity สอง Entity อาจเป็นการสื่อสารกันโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ ระบบสองระบบเชื่อมโยงกันแบบจุดถึงจุด (Point-to-point link) Entity ในระบบนี้จะสื่อสารกันโดยตรง กล่าวคือส่วนที่เป็นข้อมูลและส่วนที่เป็นข่าวสารเพื่อควบคุมการทำงานจะถูกส่งไป Entity ที่ต้องการโดยตรงโดยไม่มี Entity ตัวกลางมาแทรก เช่นเดียวกันกับการเชื่อมโยงกันแบบหลายจุด (Multipoint) ถึงแม้ว่าในกรณีนี้ Entity จะต้องเกี่ยวข้องกับเรื่องการควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง (access control) ซึ่งทำให้โปรโตคอลมีความซับซ้อนมากขึ้น การสื่อสารเช่นนี้ก็ยังคงเป็นแบบโดยตรงอยู่

ถ้าเป็นการต่อถึงกันผ่านโครงข่ายสื่อสารแบบสวิตช์ Entity สอง Entity จะต้องขึ้นอยู่กับหน้าที่การทำงานของ Entity อื่นในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันด้วย ดังนั้นโปรโตคอลในลักษณะนี้จะเป็นโปรโตคอลโดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้อม ยิ่งไปกว่านั้น Entity สอง Entity ไม่ได้อยู่ภายในโครงข่ายสื่อสารเดียวกัน แต่ต่อผ่านถึงกันผ่านโครงข่ายสื่อสารตั้งแต่สองโครงข่ายสื่อสารขึ้นไป และในลักษณะของอินเทอร์เน็ต (Internet) ก็เป็นโปรโตคอลโดยอ้อมด้วยเช่นกัน

### 2.6.2.2 ชนิดเดียวหรือเป็นโครงสร้างแบบชั้น (Monolithic/Structured)

โดยทั่วไปการสื่อสารระหว่าง Entity ผ่านระบบต่างระบบกันมีความซับซ้อนเกินกว่าที่จะคิดว่าเป็นหน่วยเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องซึ่งต่อกันโดยตรงด้วยโปรโตคอล Synchronous HDLC ถ้าโปรโตคอลนี้เป็นแบบชนิดเดียว (Monolithic) โปรแกรมการใช้งานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีตรรกของ HDLC ทั้งหมดบรรจุอยู่ใน ถ้าเป็นการต่อกันผ่านโครงข่ายสื่อสารแบบสวิตช์แพคเกจ โปรแกรมการใช้งานนี้ยังต้องการให้มีตรรกของ HDLC ทั้งหมดบรรจุอยู่เช่นกันเพื่อให้สามารถต่อเข้าไปยังโครงข่ายได้ นอกจากนี้ยังต้องการตรรกเพื่อแบ่งไปรษณีย์ออกเป็นแพ็คเกจย่อยๆ ต้องการตรรกเพื่อการสร้างวงจรมีเหมือนต้องการตรรกเพื่อประสานงานการรับข้อมูลของระบบปลายทางจากระบบต้นทาง และในอนาคตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมหน้าที่การทำงานของโครงข่ายสื่อสาร โปรแกรมการใช้งานนี้จะมีความซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งต้องเสี่ยงต่อการเกิดข้อผิดพลาด (bugs) ซึ่งยากต่อการค้นหาว่าเกิดขึ้นที่ใดในโปรแกรม

วิธีแก้ไขคือใช้ชุดของโปรโตคอลที่มีโครงสร้างแบบชั้น (Structured) แทนการใช้โปรโตคอลแบบชนิดเดียว โปรโตคอลในชั้นล่างๆ มีหน้าที่ให้บริการโปรโตคอลในชั้นสูงๆ และในระบบเช่นนี้เราเรียกฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำให้เกิดหน้าที่การสื่อสารนี้ว่า "สถาปัตยกรรมการสื่อสาร" (Communication Architecture)

### 2.6.2.3 สมมาตรหรือไม่สมมาตร (Symmetric/Asymmetric)

โปรโตคอลส่วนใหญ่มีคุณลักษณะเป็นแบบสมมาตร กล่าวคือ เป็นโปรโตคอลที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารระหว่าง Entity ที่อยู่ในระดับ (ชั้น) เดียวกัน (Peer Entity) ส่วนโปรโตคอลแบบไม่สมมาตรอาจถูกกำหนดโดยความต้องการที่จะให้ Entity หรือระบบเป็นแบบง่ายที่สุดที่จะเป็นไปได้ ต้องการเพียง A+B implementations เท่านั้น เนื่องจากแต่ละการเชื่อมโยงจะมีการ implementations ที่ผู้ส่งหรือผู้รับเท่านั้น

### 2.6.2.4 มาตรฐานหรือไม่มาตรฐาน (Standard/Nonstandard)

โปรโตคอลแบบไม่มาตรฐานเป็นโปรโตคอลสำหรับสภาวะสื่อสารเฉพาะหนึ่ง ๆ หรือใช้เฉพาะคอมพิวเตอร์รุ่นใดรุ่นหนึ่ง ดังนั้นถ้าเรามีแหล่งกำเนิดข่าวสารต่างชนิดกัน A ชนิดที่ต้องการสื่อสารไปยังผู้รับข่าวสารต่างชนิดกัน B ชนิด เราต้องใช้โปรโตคอลไม่มาตรฐานต่างชนิดกัน A\*B ชนิด และต้องการ 2(A\*B) implementations (เนื่องจากแต่ละการเชื่อมโยงระหว่างผู้ส่งและผู้รับจะมี 2 implementations คือผู้ส่งและผู้รับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การเชื่อมโยงทางแสง

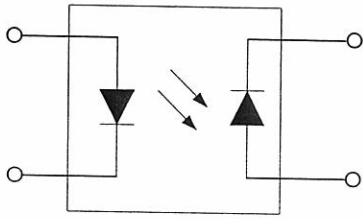
### 2.7.1 ออปโตคัปเลอร์ (Opto-Coupler)

เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติไอโซเลต สามารถเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่มีกราวด์ต่างกันได้ โดยไม่มีการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างภาคอินพุตกับเอาต์พุต ป้องกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ให้ได้รับแรงดันกระชากสูงๆ และคัมกรองในระดับนอยส์ (Noise) ต่ำๆ ที่เป็นต้นเหตุให้เกิดเอาต์พุตไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมาจึงได้นำมาใช้ในการเชื่อมโยงทางแสงระหว่างวงจรแรงดันไฟฟ้าภาคอินพุต (กระแสตรง) กับแรงดันไฟสูงภาคเอาต์พุต (กระแสสลับ) เสมือนเป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรตัวหนึ่ง ที่แยกวงจรด้านอินพุตกับเอาต์พุตออกจากกันโดยเด็ดขาด มีให้ระบบกราวด์ในส่วนของแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ (กราวด์ร้อน) กับกราวด์ในส่วนของแรงดันไฟฟ้าจ่ายเข้า (กราวด์เย็น) ต่อกันได้ ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้ ในออปโตคัปเลอร์ สัญญาณอินพุตจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงส่งไปยังโฟโตดีเทกเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานแสงที่ได้รับและมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (CTR : Current Transfer Ratio) คืออัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุต กับ Isolation Voltage คือปริมาณแรงดันที่ออปโตคัปเลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพของออปโตคัปเลอร์อีกด้วย

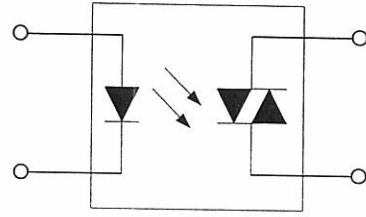
### 2.7.2 โครงสร้างพื้นฐานของออปโตคัปเลอร์

ภายในออปโตคัปเลอร์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนส่งแสงและส่วนรับแสง ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกันทางไฟฟ้าอย่างสิ้นเชิง มีฉนวนที่โปร่งใส เช่นกระจกชั้นบางๆ คั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุในตัวถังหีบแสง รูปร่างภายนอกมีหลายแบบ แต่ที่พบบ่อยๆ จะเป็นตัวถังแบบดีพ (DIP : Dual in Line-Package) เหมือนไอซีทั่วไป โดยส่วนส่งแสงจะใช้ ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (IRED : Infrared Emitter Diode) ทำจากแกเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) เพื่อส่งแสงไปกระตุ้นการทำงานให้แก่ส่วนรับแสงซึ่งจะมีหลายแบบแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ โฟโตไดโอด ใช้สำหรับงานกำลังไฟฟ้าน้ำต่ำและทำงานในลักษณะเป็นสวิตช์ความเร็วต่ำ, โฟโตทรานซิสเตอร์ ใช้สำหรับงานกำลังไฟฟ้าน้ำปานกลางและทำงานเป็นสวิตช์ความเร็วสูง, โฟโตคาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ หรือโฟโตไดโอด แอค ใช้สำหรับงานกำลังไฟฟ้าสูง เป็นต้น มีตั้งแต่ 4 ขาขึ้นไป แต่ที่ใช้งานส่วนใหญ่ไม่เกิน 6 ขา สัญลักษณ์ของออปโตคัปเลอร์แบบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.7

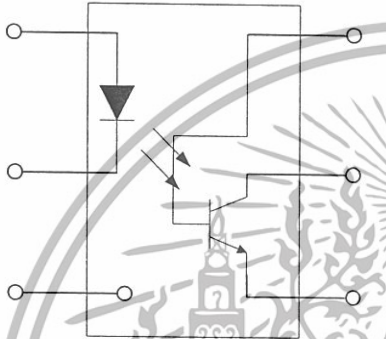
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



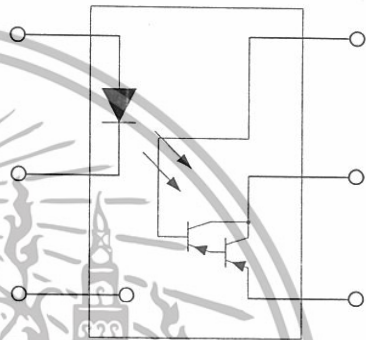
(ก) ออปโตคัลป์เปอร์ 4 ขา  
ชนิดเอาท์พุทเป็นไฟโตไดโอด



(ข) ออปโตคัลป์เปอร์ 4 ขา  
ชนิดเอาท์พุทเป็นไฟโตไดโอดแอก



(ค) ออปโตคัลป์เปอร์ 6 ขา  
ชนิดเอาท์พุทเป็นไฟโตทรานซิสเตอร์



(ง) ออปโตคัลป์เปอร์ 6 ขา  
ชนิดเอาท์พุทเป็นไฟโตตาลี้งตันทรานซิสเตอร์

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของออปโตคัลป์เปอร์แบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การสร้างและแนวคิดในการออกแบบ

#### 3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์นี้ จะแบ่งส่วนสำคัญ ออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นภาคส่งและส่วนที่เป็นภาครับ โดยแต่ละส่วนจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลและตัวรับข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ให้เกิดการเชื่อมต่อ (Data Circuit-terminating Equipment : DCE) ได้แก่ โมเด็ม ทั้งภาคส่งและภาครับนี้จะติดต่อสื่อสารกันผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ (Public Switch Telephone Network : PSTN) ซึ่งแต่ละส่วนนั้นแสดงเป็นโครงสร้างได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

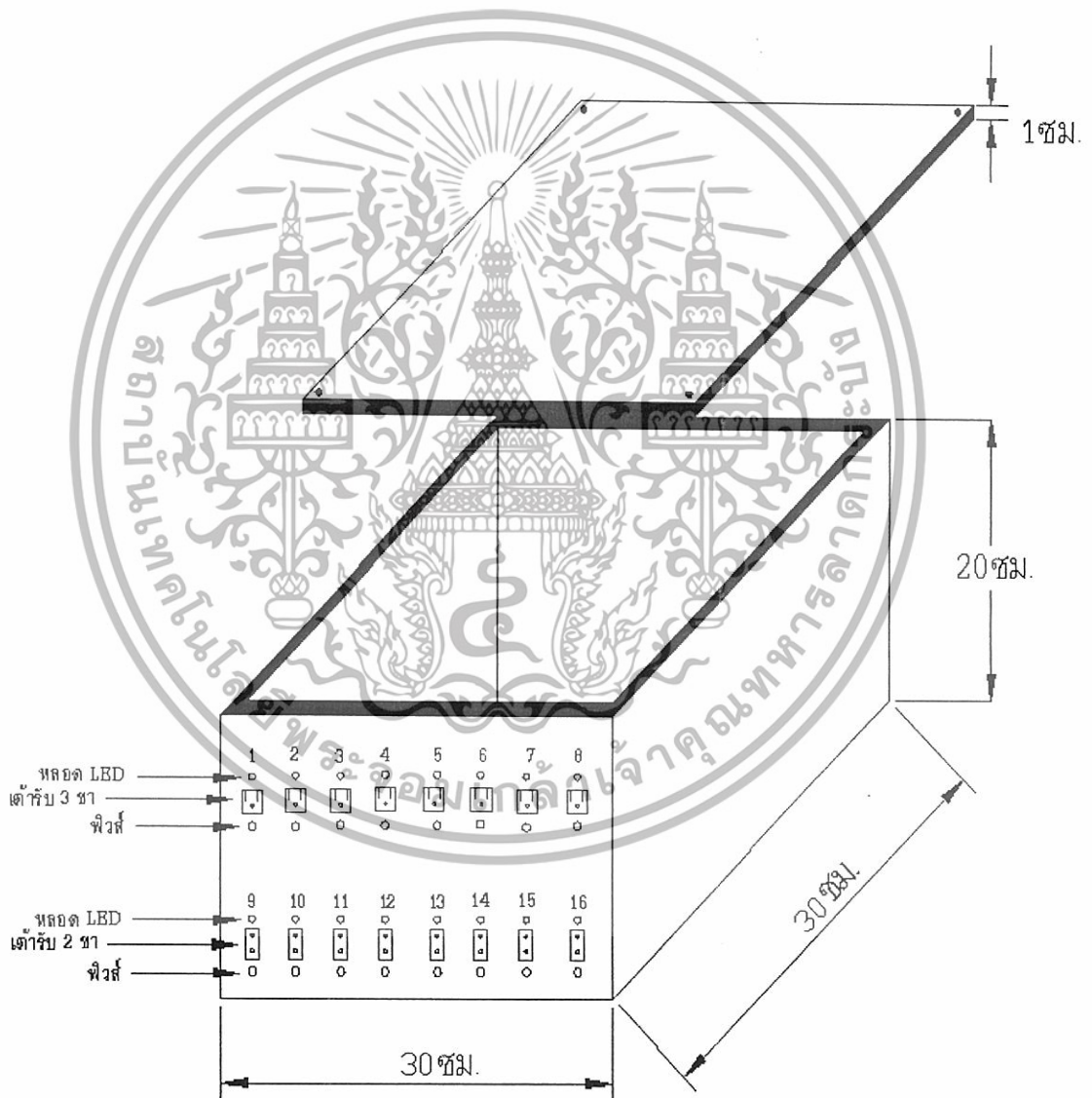
การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะอยู่ในส่วนของภาคส่งซึ่งใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประยุกต์จาก Visual Basic เป็นตัวควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในส่วนของภาครับแล้วส่งผลออกไปยังชุดเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งเป็นโซลิดสเตทรีเลย์ จำนวน 16 ช่อง ทำหน้าที่เสมือนเป็นสวิตช์ตัดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อวงจรไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าตามที่ถูกโปรแกรมไว้พร้อมค่างสถานะไว้จนกว่าจะถูกโปรแกรมหรือถูกควบคุมแบบ Manual อีกครั้งหนึ่ง

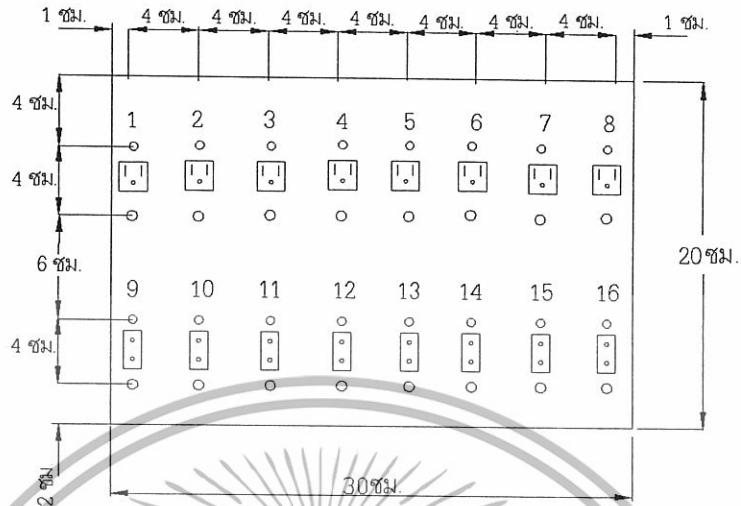
### 3.2 การออกแบบชุดควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

#### 3.2.1 กล่องที่ใช้บรรจุวงจรควบคุม



รูปที่ 3.2 ขนาดพื้นฐานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

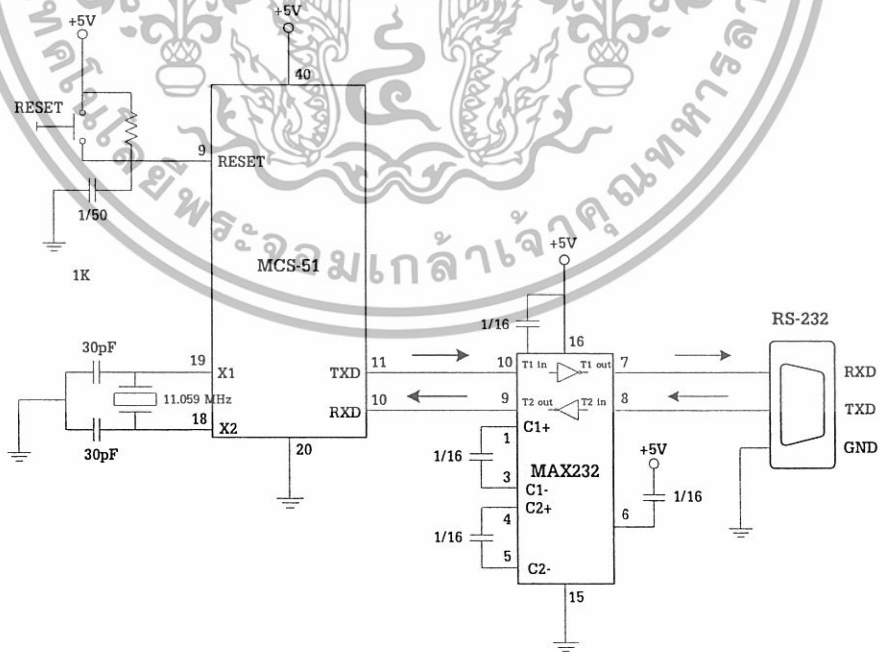
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขนาดและลักษณะตำแหน่งของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

### 3.2.2 ส่วนวงจรควบคุม

#### 3.2.2.1 วงจร MCS-51

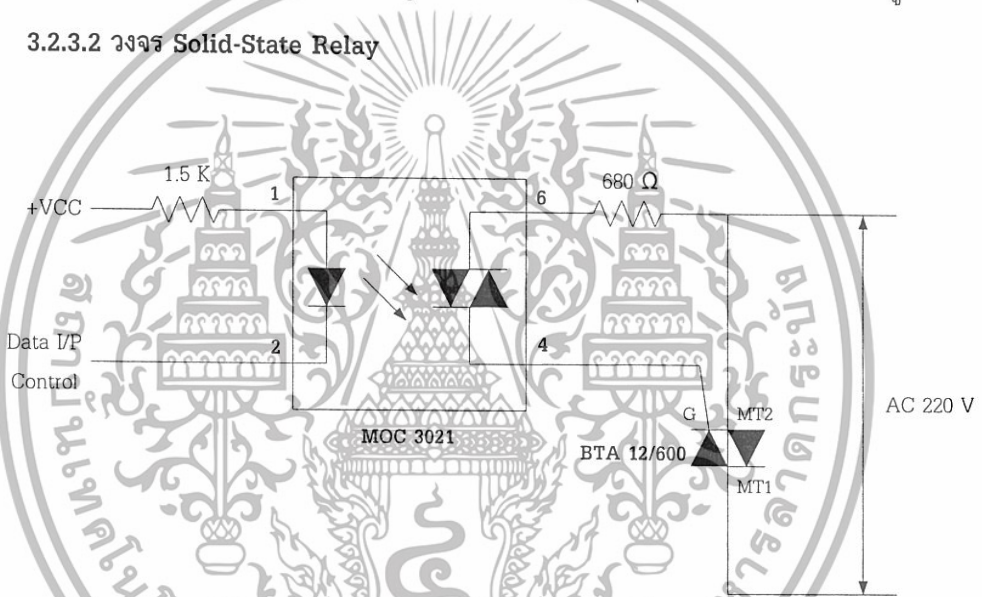


รูปที่ 3.4 วงจรการใช้งาน Serial Port ของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 3.4 อธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อมีการส่งข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า เรียกว่า สัญญาณส่ง จะถูกส่งออกจากขา 3 (TXD) ของพอร์ตอนุกรมซึ่งมีระดับสัญญาณตั้งแต่  $\pm 3$  ถึง  $\pm 12$  โวลต์ เข้าที่ขา 8 ของไอซี MAX232 เพื่อทำการแปลงสัญญาณให้อยู่ในระดับที่ที่แอลเรียกว่า สัญญาณรับ แล้วส่งผ่านออกไปที่ขา 9 ซึ่งต่ออยู่กับขา 10 (RXD) ของ MCS-51 เพื่อทำการประมวลผลตามสัญญาณที่ได้รับ หลังจากนั้น MCS-51 จะส่งสัญญาณออกมาที่ขา 11 (TXD) เป็นสัญญาณส่ง ผ่านไปที่ขา 10 ของไอซี MAX232 เพื่อทำการแปลงระดับสัญญาณที่ที่แอลให้เป็นสัญญาณที่อยู่ในระดับ  $\pm 3$  ถึง  $\pm 12$  โวลต์ เรียกว่า สัญญาณรับ แล้วส่งผ่านออกไปที่ขา 7 ซึ่งต่ออยู่กับขา 2 ของพอร์ตอนุกรมเป็นอันจบการส่งข้อมูล

### 3.2.3.2 วงจร Solid-State Relay



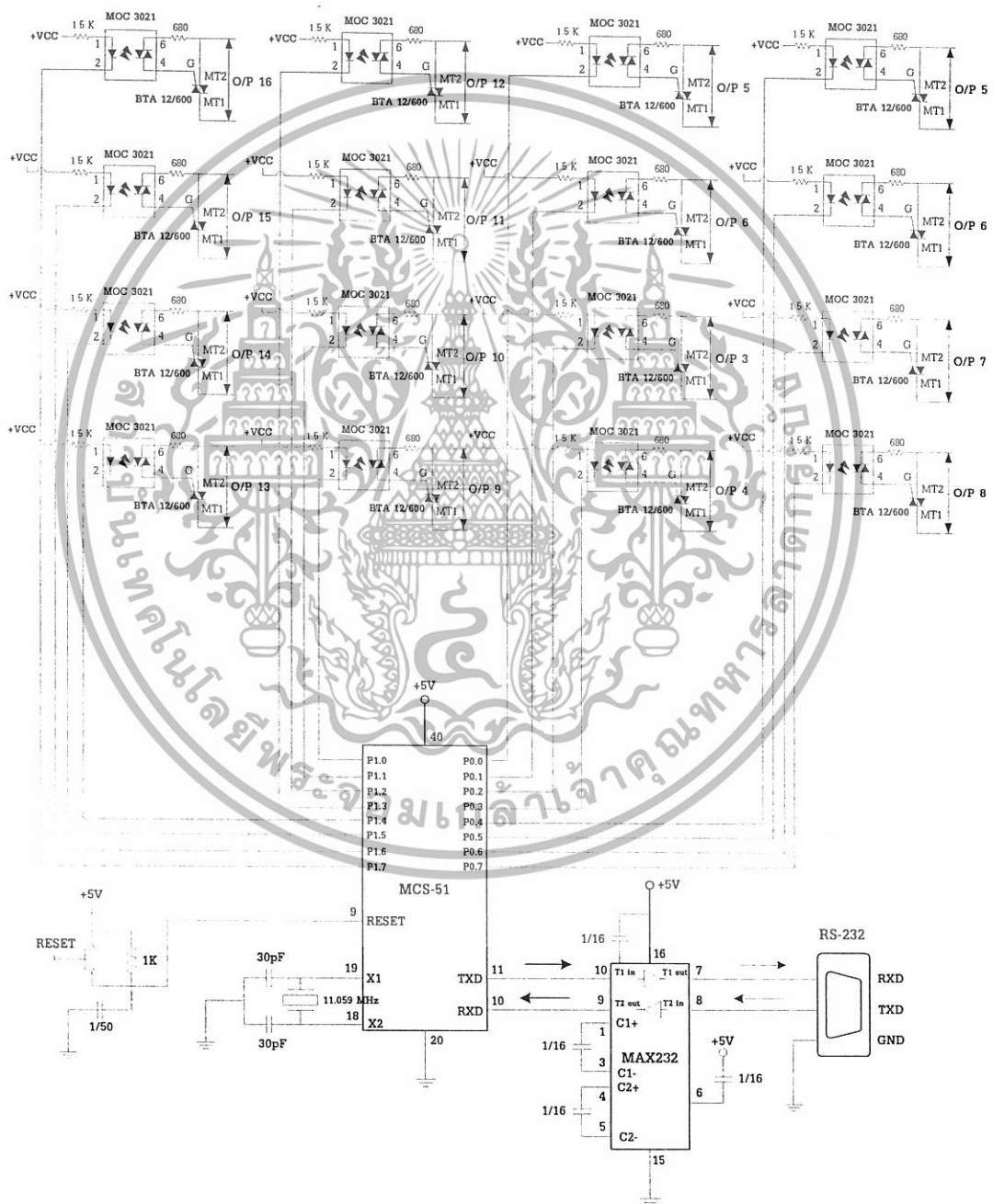
รูปที่ 3.5 วงจร Solid-State Relay

จากวงจรรูปที่ 3.5 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อ Opto-Coupler MOC 3021 ได้รับสัญญาณไฟฟ้าบวทที่ขา 1 เทียบกับขา 2 จะทำให้ไดโอดเปล่งแสงที่บรรจุอยู่ในตัว MOC 3021 ได้รับไบอัสตรงแล้วส่งแสงไปกระตุ้นส่วนรับแสงชนิดโฟโตไดโอดแอกให้นำกระแส การนำกระแสของโฟโตไดโอดแอกนี้จะไปกระตุ้นขาเกตของไตรแอก ทำให้ไตรแอกที่ต่ออยู่ในลักษณะเป็นสวิตช์ของด้านเอาต์พุทกระแสสลับสามารถนำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การทำงานเบื้องต้นของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

#### 3.3.1 วงจรรวมของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 วงจรรวมของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

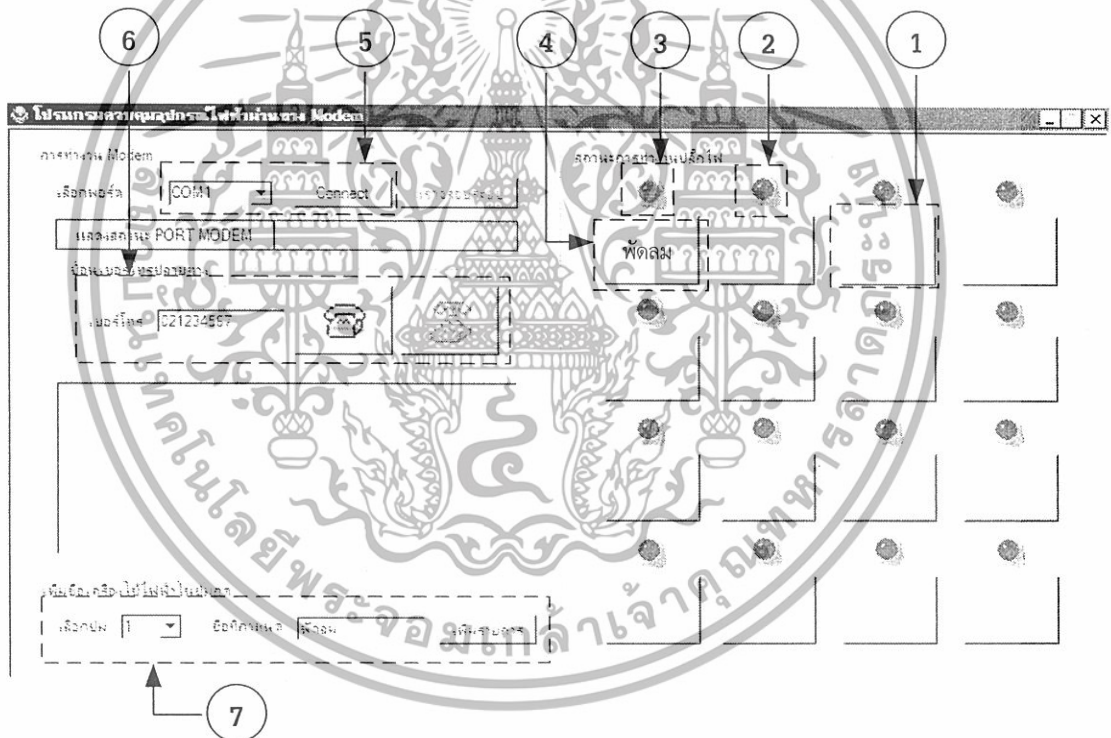
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การทำงานของวงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

ส่วนของวงจรรวมของชุดเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วยวงจร Solid-State Relay จำนวน 16 ชุด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ที่ใช้ตัดและต่อวงจรให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยรับคำสั่งการทำงานจากสัญญาณในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จำนวน 16 บิตหรือ 2 พอร์ตเท่านั้น

## 3.4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

### 3.4.1 โปรแกรมควบคุมที่ประยุกต์จาก Visual Basic



รูปที่ 3.7 ลักษณะโปรแกรมที่ใช้ควบคุม

### 3.4.2 ส่วนประกอบของโปรแกรมควบคุม

1. On-Off Button สำหรับใช้เปลี่ยนสถานะของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถเปลี่ยนชื่อของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตามการใช้งานจริงแต่ละจุด โดยการเปลี่ยนข้อมูลในส่วนที่ 7 ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

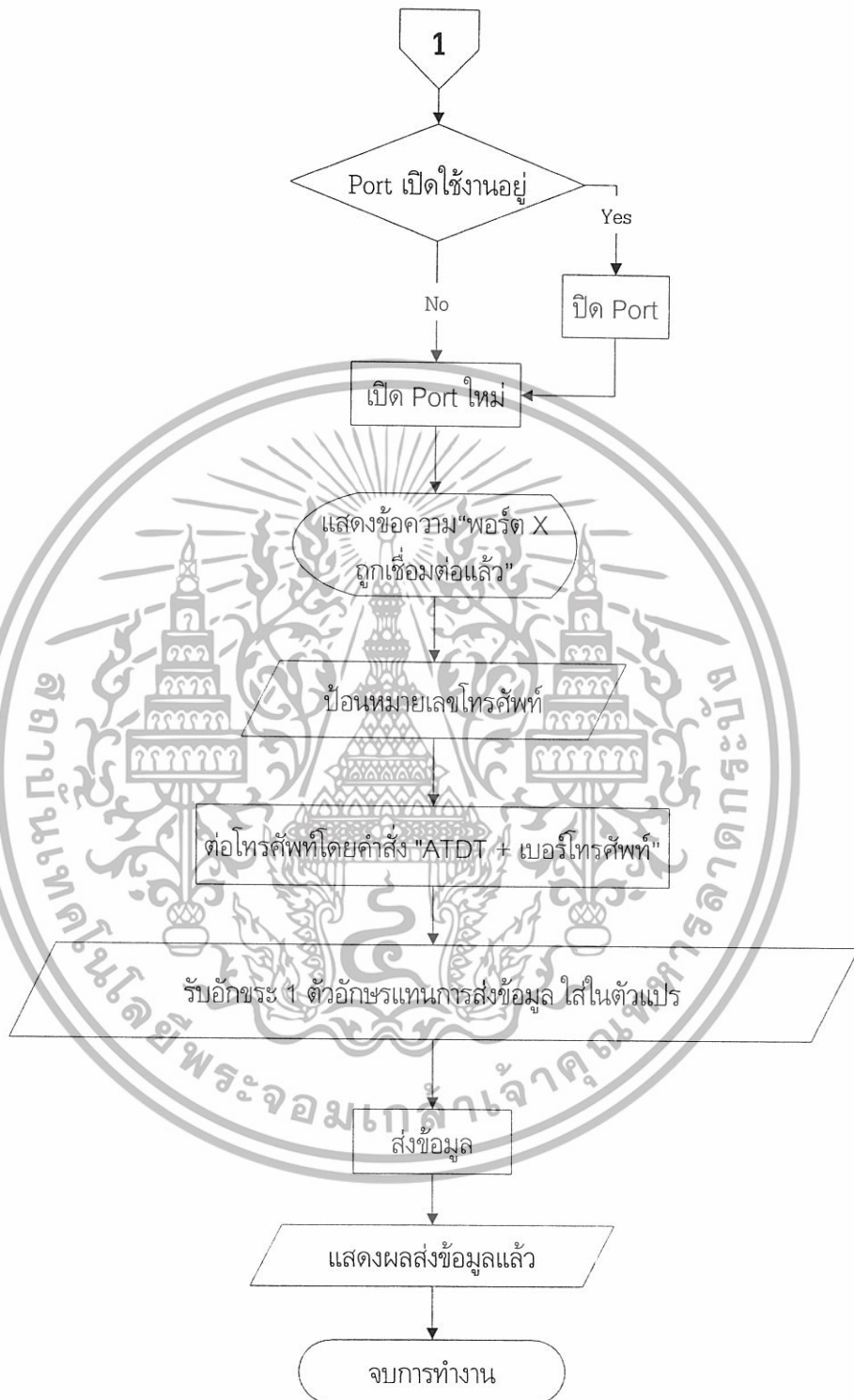
2. Off Status ใช้แสดงผลในสภาวะปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
3. On Status ใช้แสดงผลในสภาวะเปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
4. On-Off Button ที่เปลี่ยนไปตามข้อมูลในส่วนของ ส่วนที่ 7 ของโปรแกรม
5. Port Part ใช้เลือกพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับโมเด็ม ซึ่งโปรแกรมจะทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อของพอร์ตต่างๆ โดยอัตโนมัติ จึงจะสามารถเลือกพอร์ตดังกล่าวได้
6. Modem Part ใช้สำหรับกรอกข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ปลายทางที่จะทำการควบคุม แล้วจึงจะสามารถกดเพื่อเริ่มการเชื่อมต่อได้
7. Change Part ใช้สำหรับแก้ไขเปลี่ยนแปลงชื่อของ On-Off Button ทั้งหมด 16 จุด

### 3.5 ผังงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม



รูปที่ 3.8 ผังงานของโปรแกรม Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8(ต่อ) ผังงานของโปรแกรม Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4


### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองส่วนต่างๆ ของโครงการ ตามขีดความสามารถที่ได้ ออกแบบไว้ในตอนต้น เพื่อที่จะได้ทราบถึงผลการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่าน เครื่องข่ายโทรศัพท์ และได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการแก้ไขข้อผิดพลาดที่สามารถทำได้ โดยการทดลอง จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมและส่วนที่เป็นชุด ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

#### 4.2 การทดลองการทำงานของโปรแกรม

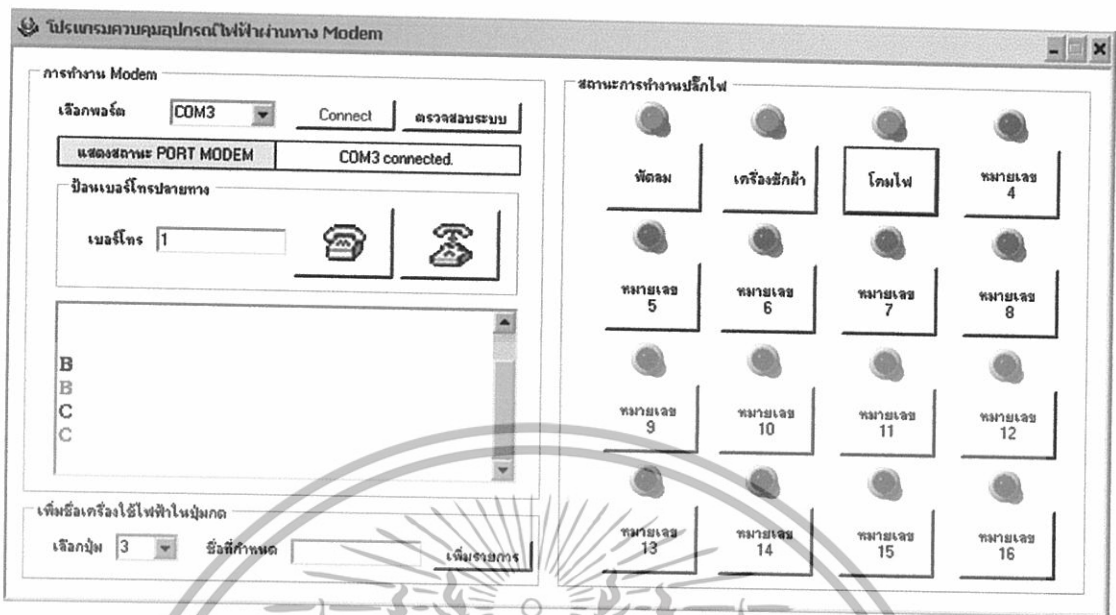
##### 4.2.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 1

1. เลือกพอร์ตที่ใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มที่ส่วนของ Port Part แล้วจึงกดปุ่ม Connect เพื่อติดต่อกับ โมเด็ม
2. เมื่อ Label แสดงสถานะว่าเชื่อมต่อได้แล้ว จึงกรอกเบอร์โทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อ แล้วกด  เพื่อทำการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายโทรศัพท์ หากการเชื่อมต่อเป็นผลสำเร็จจะมีเสียงต่อสาย ดังขึ้นที่โมเด็ม
3. ทำการเปลี่ยนชื่อของ On-Off Button ด้วยการเลือกที่ส่วน Change Part จนครบ 3 ปุ่ม
4. กดที่ On-Off Button ของทั้ง 3 ปุ่ม เพื่อส่งการเปลี่ยนสถานะทั้ง 3 ช่องไปให้ชุดควบคุมการ เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
5. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ On-Off Status ในโปรแกรม แล้วบันทึกผล

##### 4.2.2 ผลการทดลองที่ 1

จากการทดลองการทำงานของโปรแกรมควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้ผลการทดลองดังนี้คือ สีของ On-Off Status ทั้ง 3 ช่องการทำงานจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงตามการสั่งงานด้วย On-Off Button ทั้ง 3 ช่องการทำงานดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1

### 4.3 การทดลองการทำงานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

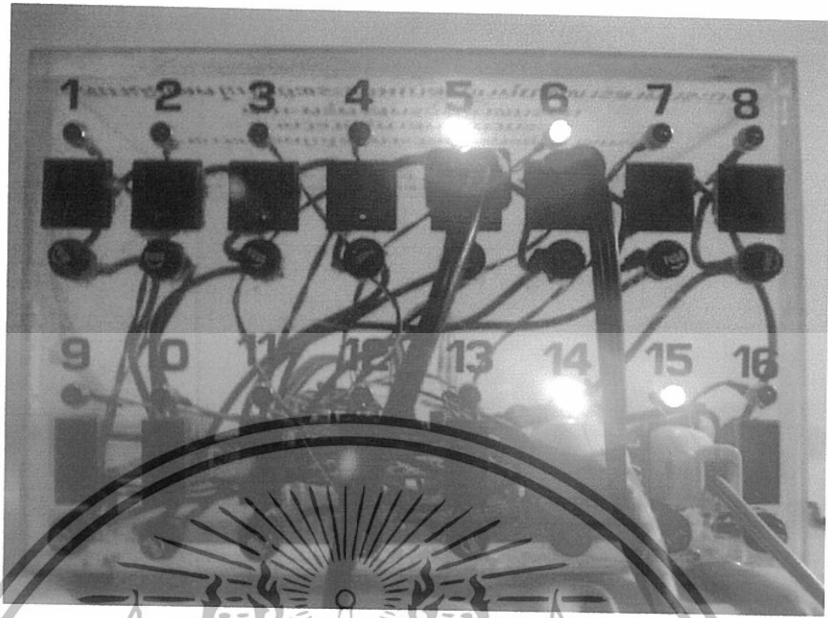
#### 4.3.1 ขั้นตอนการทดลองที่ 2

1. นำเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบต่างๆ มาทดลองการทำงานด้วยตัวรับของชุดควบคุม
2. ทำการเปลี่ยนชื่อ On-Off Button ให้สัมพันธ์กับชนิดและตำแหน่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นำมาทดลอง
3. กดที่ On-Off Button ของตำแหน่งเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด เพื่อส่งการเปลี่ยนสถานะไปให้ชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วบันทึกผลการทดลอง

#### 4.3.2 ผลการทดลองที่ 2

จากการทดลองการทำงานของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า ได้ผลการทดลองดังนี้คือ ตัวรับของชุดควบคุมที่ทำงานจะต่อวงจรไฟฟ้าให้เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานได้ทั้งหมดจำนวน 4 ช่องการทำงานตามโปรแกรมควบคุม โดยสังเกตได้ที่หลอด LED ที่ติดสว่างดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 สรุป

ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เป็นระบบควบคุมที่สามารถเปิดและปิดการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในสถานที่ที่มีการติดตั้งชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้ เป็นการควบคุมแบบระยะไกล โดยใช้สื่อกลางที่เป็นสายโทรศัพท์ โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบนั้นประยุกต์ขึ้นมาจาก Visual Basic ให้มีลักษณะการใช้งานที่เข้าใจง่าย และมีความยืดหยุ่นสามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงส่วนต่างๆ ของโปรแกรมได้ตลอดเวลาโดยผู้ใช้งาน ชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า แบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนคือส่วนประมวลผลที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) โดยการรับคำสั่งหรือโปรแกรมจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ด้วยโมเด็ม แล้วส่งผลออกไปกระตุ้นการทำงานของวงจร Solid-State Relay ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดและต่อวงจรไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์โดยรวมทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ดังนี้

1. ควบคุมการทำงานจากระยะไกลได้โดยใช้สายโทรศัพท์
2. รองรับการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทั้งหมด 16 ช่อง โดยแต่ละช่องรับภาระโหลดได้ไม่เกิน 1000 W
3. สามารถเปลี่ยนจากการควบคุมด้วยโปรแกรมมาเป็นการควบคุมแบบปกติได้

#### 5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการออกแบบ สร้าง และทดสอบ พบปัญหาที่เกิดขึ้นและได้ทำการแก้ไขแล้ว สามารถสรุปได้ดังนี้

1. **ปัญหา** โครงสร้างของกล่องที่ใช้บรรจุวงจรควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่แข็งแรงเพียงพอ เนื่องจากเป็นกล่องที่ประกอบจากแผ่นพลาสติกที่มีความหนาเพียง 0.2 ซม.

**วิธีการแก้ไข** เปลี่ยนโครงสร้างของกล่องบรรจุโดยใช้แผ่นพลาสติกหนา 1 ซม.

2. **ปัญหา** โมเด็มที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จำเป็นต้องเป็นแบบ Serial Port ซึ่งหายากมาก ในปัจจุบันมักเป็นแบบ USB

**วิธีการแก้ไข** ใช้ตัวแปลงสัญญาณจาก USB ให้เป็นแบบ Serial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. ปัญหา** วงจรควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าถูกบรรจุอยู่ในกล่องที่มีขนาดจำกัด ซึ่งอาจทำให้ภาคของไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเกิดการลัดวงจรได้

**วิธีการแก้ไข** ในวงจรที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับให้ทำการติดตั้งฉนวนป้องกันทุกจุด โดยการใช้ท่อหัดท่อหุ้มบริเวณรอยต่อที่มีการบัดกรี

**4. ปัญหา** การเจาะรูด้านหน้าของกล่องบรรจุวงจรควบคุม ไม่สามารถทำได้ด้วยสว่านทั้งหมด เนื่องจากการเจาะช่องสี่เหลี่ยม และอาจทำให้เบบในการวางอุปกรณ์ผิดพลาดได้

**วิธีการแก้ไข** ใช้วิธีเจาะนำศูนย์ที่มุมของช่องสี่เหลี่ยมด้วยสว่านดอกเล็ก แล้วใช้เลื่อยฉลุในการตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม

**5. ปัญหา** การออกแบบเต้ารับเครื่องใช้ไฟฟ้าของชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในตอนแรกเป็นแบบ 2 ช่อง (ไม่มีกราวด์) ทั้งหมด 16 จุด ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดไม่สามารถใช้ร่วมกันได้

**วิธีการแก้ไข** ออกแบบส่วนของเต้ารับเป็นแบบ 2 ช่อง (ไม่มีกราวด์) จำนวน 8 จุด และแบบ 3 ช่อง (มีกราวด์) จำนวน 8 จุด เพื่อให้สามารถรองรับเต้าเสียบได้ทั้ง 2 แบบ

### 5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถทำได้ดังนี้

1. พัฒนาส่วนโปรแกรมควบคุมระบบที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ให้มีระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูลสามารถป้องกันผู้ไม่หวังดีไม่ให้เข้าสู่ระบบควบคุมได้
2. พัฒนาส่วนโปรแกรมควบคุมให้เป็นโปรโตคอลที่สามารถสื่อสารข้อมูลและควบคุมระบบผ่านอินเทอร์เน็ตได้
3. พัฒนาชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าให้สามารถรับภาระโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอุตสาหกรรมได้ เช่น มอเตอร์ 3 เฟส เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

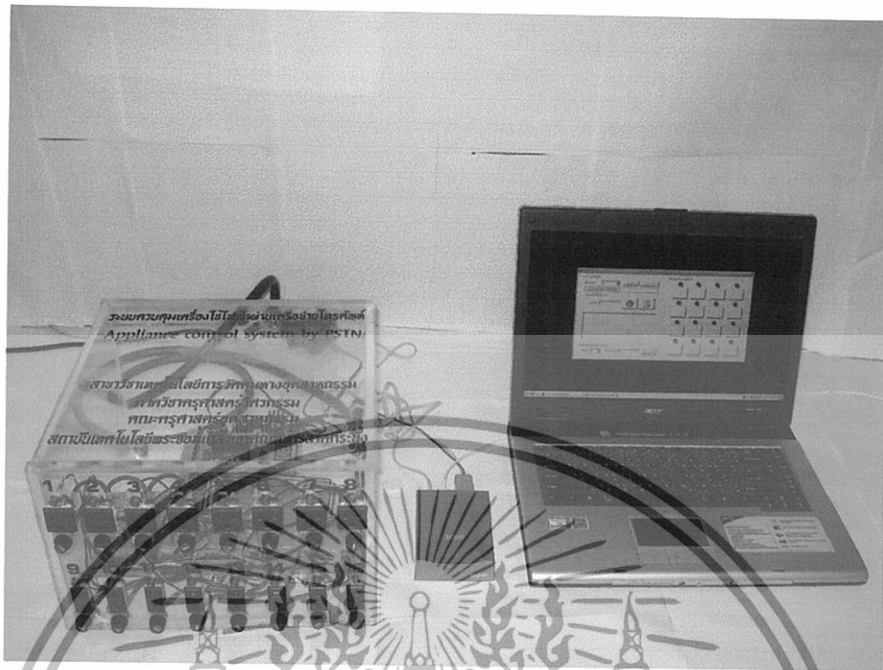
- จิรศักดิ์ เหลืองอุไร. 2538. **คัมภีร์การใช้งานการสื่อสารอนุกรมบน PC**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น.  
 วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51  
 แบบแฟลช**. กรุงเทพฯ : บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.  
 สมยศ จุณณะปิยะ. 2546. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51**. กรุงเทพฯ : สถาบัน  
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.  
 สุพจน์ ปุณณชัยยะ. 2537. **รอบรู้ไมโคร**. กรุงเทพฯ : บริษัทโปรวิชั่น.  
 สุรัชย์ เพิ่มสินทวี และธเนศ สุวรรณผ่อง. 2539. **การสื่อสารข้อมูลด้วยไมโคร**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด  
 นำอักษรการพิมพ์.  
 โอบาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2548. **เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร**. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 โครงสร้างโดยรวมของระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์



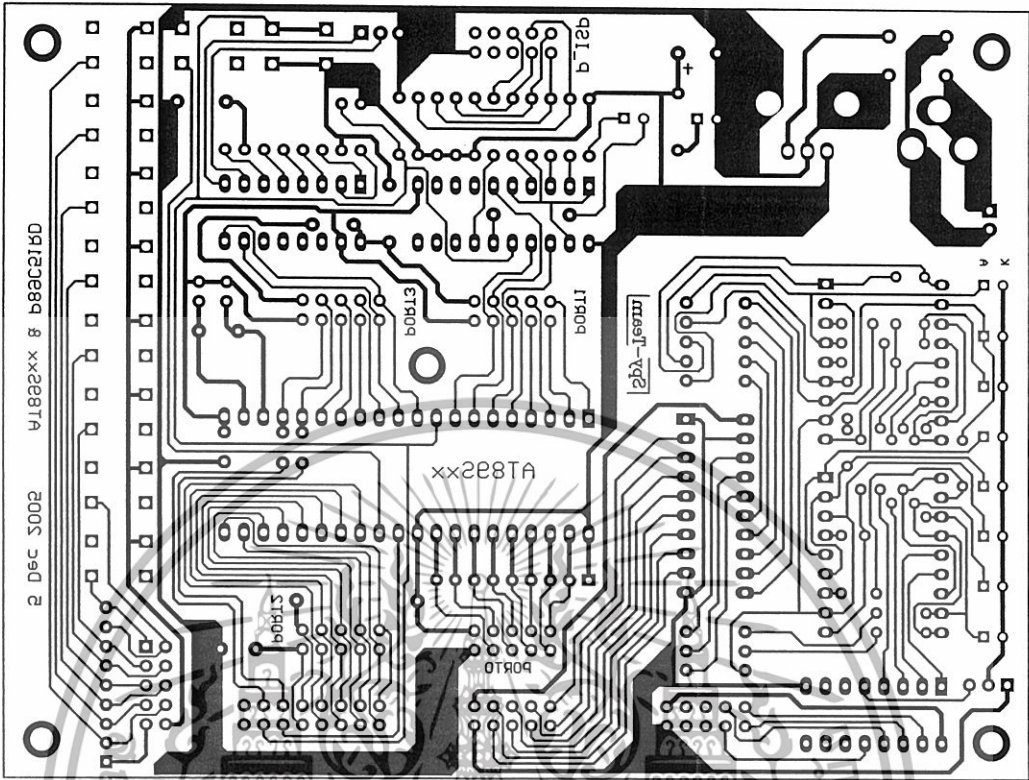
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



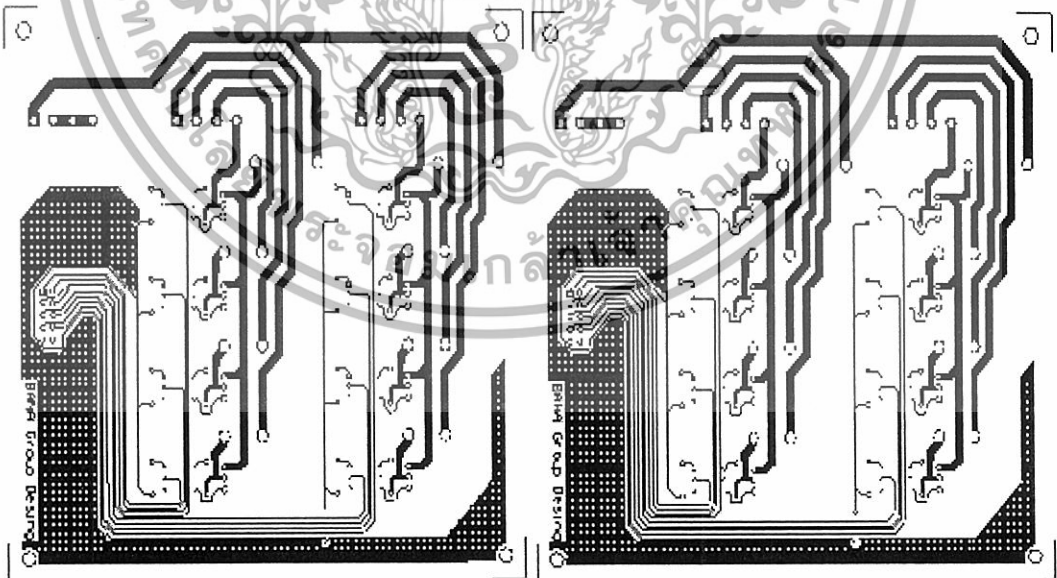
ภาคผนวก ข  
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ข.2 แผงวงจรพิมพ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ ข.3 แผงวงจรพิมพ์ของ Solid-State Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค  
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจร Solid State Relay

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน R1	1.5 k $\Omega$	16 ตัว
ตัวความต้านทาน R2	1 k $\Omega$	16 ตัว
ออปโตคัลป์เลอร์	MOC3021 533Q	16 ตัว
ไทรแอก	BTA12/600C Mar441	16 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจร MCS-51

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
คาปาซิเตอร์ C1	10 $\mu$ F	4 ตัว
คาปาซิเตอร์ C2	10 $\mu$ F	4 ตัว
คาปาซิเตอร์ C3	30 pF	2 ตัว
ตัวความต้านทาน R1	1 k $\Omega$	1 ตัว
MCS-51	AT89S52 40 Pin	1 ตัว
Buffer	MAX232	1 ตัว
XTAL	11.059 MHz	1 ตัว
Serial Port	DB-9	1 ตัว

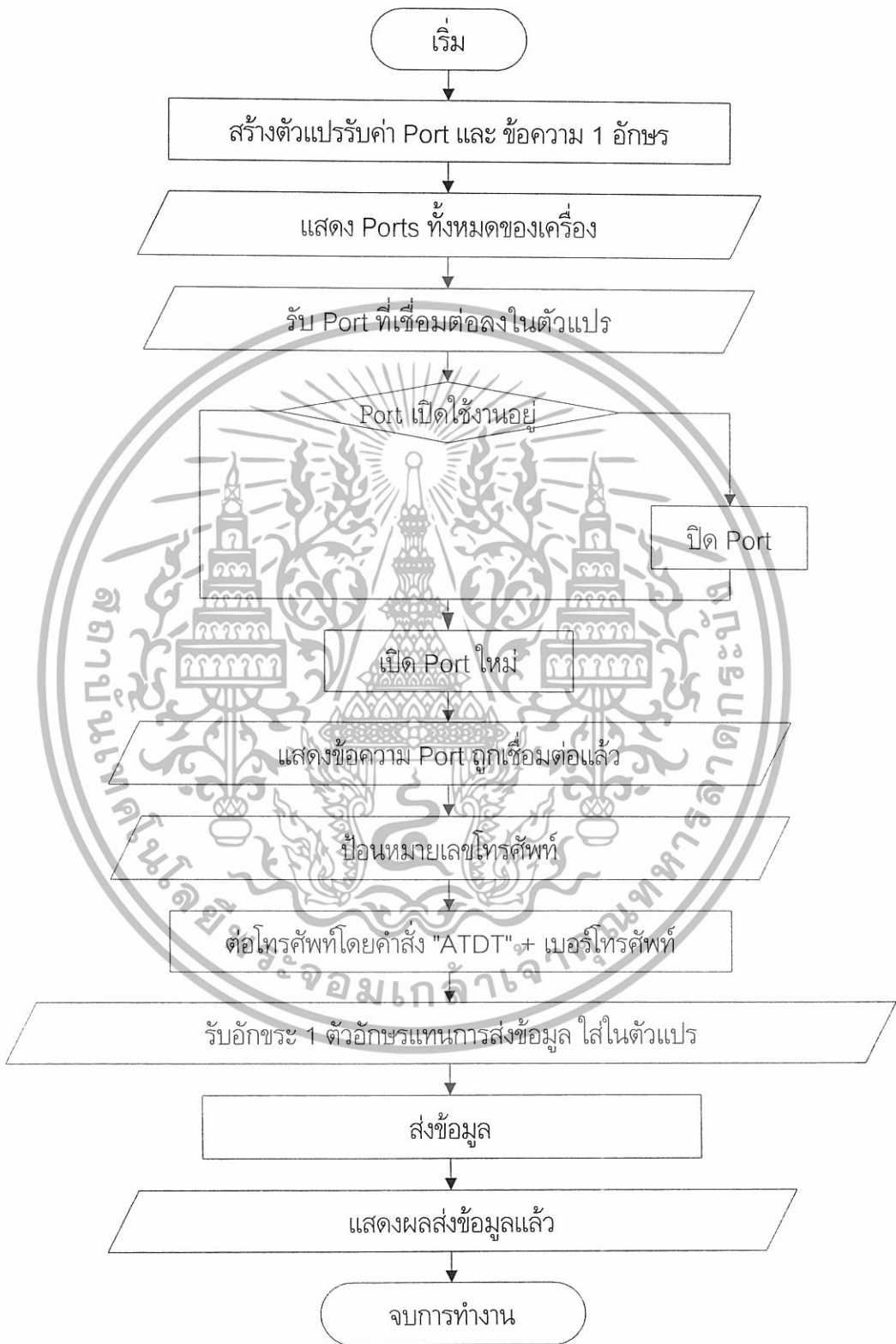
ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
หลอด LED	สีแดง 3 vdc	16 ตัว
เต้ารับ 2 ช่อง	220 V	8 ตัว
เต้ารับ 3 ช่อง	220 V (มีกราวด์)	8 ตัว
Sub Fuse	5 A	16 ตัว
Main Fuse	20 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.1 ผังงานการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ที่รับการสงวนลิขสิทธิ์จากเจ้าของสิทธิ์ เมื่อผู้ยืมได้เห็นใบเช็คประจำชิ้นงานการคำนวณค่า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 ผังงานการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดควบคุมการปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า

```

#include <REGX52.H>
#include <stdio.h>

    bit kk;
sbit in =P1^0;
sbit out=P1^5;
sbit ped=P1^2;

sbit RL1=P2^0;
sbit RL2=P2^1;
sbit RL3=P2^2;
sbit RL4=P2^3;
sbit RL5=P2^4;
sbit RL6=P2^5;
sbit RL7=P2^6;
sbit RL8=P2^7;

    sbit RL9=P0^0;
sbit RL10=P0^1;
sbit RL11=P0^2;
sbit RL12=P0^3;
sbit RL13=P0^4;
sbit RL14=P0^5;
sbit RL15=P0^6;
sbit RL16=P0^7;

void dmsec (unsigned int count)
{
    unsigned char i;
    while(count)
    {
        for(i=1;i<152;i++);
        count--;
    }
}

void peed (unsigned char loop)
{
    while(loop )
    {
        {
            ped=0;
            dmsec(500);
            ped=1;
            dmsec(500);
        }
        loop--;
    }
}

bit fl;
unsigned int num,num2;
void main ()
{
    SCON=0x52;
    TMOD=0x22;
    TH1=0xfd;
    TL1=0xfd;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หากมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EA=1;
  P1=0x00;

  in=1;

  dmsec(20);
  printf("AT");    printf("%c",13);
  dmsec(100);
    dmsec(20);
  printf("AT");    printf("%c",13);
  dmsec(100);
    dmsec(20);
  printf("AT");    printf("%c",13);

  ES=1;
while(1)
  {
    dmsec(10);
    if(in==0){
      dmsec(100);kk=0; printf("ATA");
printf("\%c",13);dmsec(20); }
    //
    printf("\n z");
  }
}
Voidserial (void) interrupt 4
{
  if(RI==1)
  {
    switch (SBUF)
    {
      case'a':RL1=1;break;
      case'b':RL2=1;break;
      case'c':RL3=1;break;
      case'd':RL4=1;break;
      case'e':RL5=1;break;
      case'f':RL6=1;break;
      case'g':RL7=1;break;
      case'h':RL8=1;break;
      case'i':RL9=1;break;
      case'j':RL10=1;break;
      case'k':RL11=1;break;
      case'l':RL12=1;break;
      case'm':RL13=1;break;
      case'n':RL14=1;break;
      case'o':RL15=1;break;
      case'p':RL16=1;break;

      case'A':RL1=0;break;
      case'B':RL2=0;break;
      case'C':RL3=0;break;
      case'D':RL4=0;break;
      case'E':RL5=0;break;
      case'F':RL6=0;break;
      case'G':RL7=0;break;
      case'H':RL8=0;break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะในโครงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        case 'I': RL9=0; break;
        case 'J': RL10=0; break;
        case 'K': RL11=0; break;
        case 'L': RL12=0; break;
        case 'M': RL13=0; break;
        case 'N': RL14=0; break;
        case 'O': RL15=0; break;
        case 'P': RL16=0; break;
        case 'z': kk=1; break;
    }
}
else{}

```

## โปรแกรมการทำงานของ Visual Basic

frmMain

Option Strict On

Imports System.Data

Imports System.Data.OleDb

Public Class frmMain

Dim WithEvents serialPort As New IO.Ports.SerialPort

Dim Port As String = ""

Dim Port1 As String = "a"

Dim Port2 As String = "b"

Dim Port3 As String = "c"

Dim Port4 As String = "d"

Dim Port5 As String = "e"

Dim Port6 As String = "f"

Dim Port7 As String = "g"

Dim Port8 As String = "h"

Dim Port9 As String = "i"

Dim Port10 As String = "j"

Dim Port11 As String = "k"

Dim Port12 As String = "l"

Dim Port13 As String = "m"

Dim Port14 As String = "n"

Dim Port15 As String = "o"

Dim Port16 As String = "p"

Private Sub frmMain\_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

For i As Integer = 0 To My.Computer.Ports.SerialPortNames.Count - 1

cbbCOMPorts.Items.Add(My.Computer.Ports.SerialPortNames(i))

Next

btnDisconnect.Enabled = False

ConnectServer()

SearchPort()

End Sub

Private Sub btnConnect\_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btnConnect.Click

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
    Try
        With serialPort
            .PortName = cbbCOMPorts.Text
            .BaudRate = 96000
            .Parity = IO.Ports.Parity.None
            .DataBits = 8
            .StopBits = IO.Ports.StopBits.One
        End With
        serialPort.Open()

        lblMessage.Text = cbbCOMPorts.Text & " connected."
        btnConnect.Enabled = False
        btnDisconnect.Enabled = True
        btnCheck.Enabled = True
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.ToString)
    End Try
End Sub

Private Sub btnDisconnect_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btnDisconnect.Click
    Try
        serialPort.Close()
        lblMessage.Text = serialPort.PortName & " disconnected."
        btnConnect.Enabled = True
        btnDisconnect.Enabled = False
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.ToString)
    End Try
End Sub

Private Sub btnDialNumber_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles btnDialNumber.Click
    serialPort.Write("ATDT " & txtPhoneNumber.Text & vbCrLf)
End Sub

Private Sub btnAnswerCall_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
    serialPort.Write("AT+EVA" & vbCrLf)
End Sub

Private Sub SendData()
    Try
        serialPort.Write(Port & vbCrLf)
        With txtDataReceived
            .SelectionColor = Color.Black
            .AppendText(Port & vbCrLf)
            .ScrollToCaret()
        End With
    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show(ex.ToString, "ผิดพลาดในการส่งข้อมูล",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
    End Try
End Sub

Private Sub DataReceived(ByVal sender As Object, ByVal e As System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles serialPort.DataReceived

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใด ทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิมีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

txtDataReceived.Invoke(New myDelegate(AddressOf updateTextBox), New
Object() {})
End Sub

Public Delegate Sub myDelegate()

Public Sub updateTextBox()
    With txtDataReceived
        .Font = New Font("Garamond", 12.0!, FontStyle.Bold)
        .SelectionColor = Color.Red
        .AppendText(serialPort.ReadExisting)
        .ScrollToCaret()
    End With
End Sub

Private Sub ConnectServer()
    If Conn.State = ConnectionState.Open Then
        Conn.Close()
    End If
    Conn.ConnectionString = strConn
    Conn.Open()
End Sub

Private Sub btnAddPort_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnAddPort.Click
    Try
        Dim strSQL As String
        strSQL = " UPDATE Port SET PortName = '" & txtNamePort.Text
& "' "
        strSQL &= "WHERE (PortID = '" & Cint(cbbIndexPort.Text) & "' "
        "

        Dim comm As OleDbCommand
        comm = New OleDbCommand

        With comm
            .CommandType = CommandType.Text
            .Connection = Conn
            .CommandText = strSQL
            .ExecuteNonQuery()
        End With

        Select Case cbbIndexPort.Text
            Case "1" : btnPort1.Text = txtNamePort.Text
            Case "2" : btnPort2.Text = txtNamePort.Text
            Case "3" : btnPort3.Text = txtNamePort.Text
            Case "4" : btnPort4.Text = txtNamePort.Text
            Case "5" : btnPort5.Text = txtNamePort.Text
            Case "6" : btnPort6.Text = txtNamePort.Text
            Case "7" : btnPort7.Text = txtNamePort.Text
            Case "8" : btnPort8.Text = txtNamePort.Text
            Case "9" : btnPort9.Text = txtNamePort.Text
            Case "10" : btnPort10.Text = txtNamePort.Text
            Case "11" : btnPort11.Text = txtNamePort.Text
            Case "12" : btnPort12.Text = txtNamePort.Text
            Case "13" : btnPort13.Text = txtNamePort.Text
            Case "14" : btnPort14.Text = txtNamePort.Text
            Case "15" : btnPort15.Text = txtNamePort.Text
            Case "16" : btnPort16.Text = txtNamePort.Text

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ในอนาคตเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมด้านการศึกษา  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        End Select
        txtNamePort.Text = String.Empty
        txtNamePort.Focus()
    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show(ex.ToString(), "Error AddPort",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
    End Try
End Sub

Private Sub SearchPort()
    Try
        Dim da As OleDbDataAdapter
        Dim ds As DataSet
        ds = New DataSet
        Dim strSQL As String
        strSQL = " SELECT PortID, "
        strSQL &= "      PortName "
        strSQL &= " FROM Port "
        strSQL &= " ORDER BY PortID "

        da = New OleDbDataAdapter(strSQL, Conn)
        da.Fill(ds, "Search")
        If ds.Tables("Search").Rows.Count <> 0 Then
            Dim i As Integer
            For i = 0 To ds.Tables("Search").Rows.Count - 1
                Select Case
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortID"))
                    Case "1" : btnPort1.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "2" : btnPort2.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "3" : btnPort3.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "4" : btnPort4.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "5" : btnPort5.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "6" : btnPort6.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "7" : btnPort7.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "8" : btnPort8.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "9" : btnPort9.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "10" : btnPort10.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "11" : btnPort11.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "12" : btnPort12.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "13" : btnPort13.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "14" : btnPort14.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "15" : btnPort15.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                    Case "16" : btnPort16.Text =
CStr(ds.Tables("Search").Rows(i).Item("PortName"))
                End Select
            Next i
        End If
    End Try

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นแต่มีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        End Select
    Next
End If
Catch ex As Exception
    MessageBox.Show(ex.ToString(), "Error SearchPort",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try
End Sub

Private Sub txtPhoneNumber_KeyPress(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles
txtPhoneNumber.KeyPress
    If (e.KeyChar < "0" Or e.KeyChar > "9") And e.KeyChar <> "€ Then
        e.Handled = True
    End If
End Sub

Private Sub btnPort1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort1.Click
    If Port1 = "a" Then
        pbOpenPort1.Visible = True
        PbClosePort1.Visible = False
        Port1 = "A"
    Else
        pbOpenPort1.Visible = False
        PbClosePort1.Visible = True
        Port1 = "a"
    End If
    Port = Port1
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort2.Click
    If Port2 = "b" Then
        pbOpenPort2.Visible = True
        PbClosePort2.Visible = False
        Port2 = "B"
    Else
        pbOpenPort2.Visible = False
        PbClosePort2.Visible = True
        Port2 = "b"
    End If
    Port = Port2
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort3.Click
    If Port3 = "c" Then
        pbOpenPort3.Visible = True
        PbClosePort3.Visible = False
        Port3 = "C"
    Else
        pbOpenPort3.Visible = False
        PbClosePort3.Visible = True
        Port3 = "c"
    End If
    Port = Port3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุใดที่แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SendData()
End Sub

Private Sub btnPort4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort4.Click
    If Port4 = "d" Then
        pbOpenPort4.Visible = True
        PbClosePort4.Visible = False
        Port4 = "D"
    Else
        pbOpenPort4.Visible = False
        PbClosePort4.Visible = True
        Port4 = "d"
    End If
    Port = Port4
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort5.Click
    If Port5 = "e" Then
        pbOpenPort5.Visible = True
        PbClosePort5.Visible = False
        Port5 = "E"
    Else
        pbOpenPort5.Visible = False
        PbClosePort5.Visible = True
        Port5 = "e"
    End If
    Port = Port5
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort6.Click
    If Port6 = "f" Then
        pbOpenPort6.Visible = True
        PbClosePort6.Visible = False
        Port6 = "F"
    Else
        pbOpenPort6.Visible = False
        PbClosePort6.Visible = True
        Port6 = "f"
    End If
    Port = Port6
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort7.Click
    If Port7 = "g" Then
        pbOpenPort7.Visible = True
        PbClosePort7.Visible = False
        Port7 = "G"
    Else
        pbOpenPort7.Visible = False
        PbClosePort7.Visible = True
        Port7 = "g"
    End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Port = Port7
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort8_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort8.Click
    If Port8 = "h" Then
        pbOpenPort8.Visible = True
        PbClosePort8.Visible = False
        Port8 = "H"
    Else
        pbOpenPort8.Visible = False
        PbClosePort8.Visible = True
        Port8 = "h"
    End If
    Port = Port8
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort9_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnPort9.Click
    If Port9 = "i" Then
        pbOpenPort9.Visible = True
        PbClosePort9.Visible = False
        Port9 = "I"
    Else
        pbOpenPort9.Visible = False
        PbClosePort9.Visible = True
        Port9 = "i"
    End If
    Port = Port9
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort10_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort10.Click
    If Port10 = "j" Then
        pbOpenPort10.Visible = True
        PbClosePort10.Visible = False
        Port10 = "J"
    Else
        pbOpenPort10.Visible = False
        PbClosePort10.Visible = True
        Port10 = "j"
    End If
    Port = Port10
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort11_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort11.Click
    If Port11 = "k" Then
        pbOpenPort11.Visible = True
        PbClosePort11.Visible = False
        Port11 = "K"
    Else
        pbOpenPort11.Visible = False
        PbClosePort11.Visible = True
        Port11 = "k"
    End If
    Port = Port11
    SendData()
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
    Port = Port11
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort12_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort12.Click
    If Port12 = "l" Then
        pbOpenPort12.Visible = True
        PbClosePort12.Visible = False
        Port12 = "L"
    Else
        pbOpenPort12.Visible = False
        PbClosePort12.Visible = True
        Port12 = "l"
    End If
    Port = Port12
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort13_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort13.Click
    If Port13 = "m" Then
        pbOpenPort13.Visible = True
        PbClosePort13.Visible = False
        Port13 = "M"
    Else
        pbOpenPort13.Visible = False
        PbClosePort13.Visible = True
        Port13 = "m"
    End If
    Port = Port13
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort14_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort14.Click
    If Port14 = "n" Then
        pbOpenPort14.Visible = True
        PbClosePort14.Visible = False
        Port14 = "N"
    Else
        pbOpenPort14.Visible = False
        PbClosePort14.Visible = True
        Port14 = "n"
    End If
    Port = Port14
    SendData()
End Sub

Private Sub btnPort15_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort15.Click
    If Port15 = "o" Then
        pbOpenPort15.Visible = True
        PbClosePort15.Visible = False
        Port15 = "O"
    Else
        pbOpenPort15.Visible = False
        PbClosePort15.Visible = True

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบใดก็ตาม และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
    pbOpenPort15.Visible = False
    PbClosePort15.Visible = True
    Port15 = "o"
End If
Port = Port15
SendData()
End Sub

Private Sub btnPort16_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles btnPort16.Click
    If Port16 = "p" Then
        pbOpenPort16.Visible = True
        PbClosePort16.Visible = False
        Port16 = "p"
    Else
        pbOpenPort16.Visible = False
        PbClosePort16.Visible = True
        Port16 = "p"
    End If
    Port = Port16
    SendData()
End Sub

Private Sub cbbIndexPort_SelectedIndexChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
cbbIndexPort.SelectedIndexChanged
    txtNamePort.Focus()
End Sub

Private Sub cbbCOMPorts_SelectedIndexChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
cbbCOMPorts.SelectedIndexChanged
    btnConnect.Focus()
End Sub
End Class

ModUseAll
Imports System.Data
Imports System.Data.OleDb

Module modUseAll
    Public Const strConn As String =
    "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=D:\Database\dbModem.mdb"
    Public Conn As OleDbConnection = New OleDbConnection()
End Module

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญญาฉบับนี้	นางสาวนงลักษณ์ เป้พิณิจ
วันเดือนปีเกิด	4 กรกฎาคม 2525
ภูมิลำเนา	165 ม.11 ต.บ้านกอก อ.จตุรัส จ.ชัยภูมิ
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนบ้านมะเกลือโนนทอง จังหวัดชัยภูมิ
ประถมศึกษา	โรงเรียนจตุรัสวิทยาคาร จังหวัดชัยภูมิ
มัธยมศึกษาตอนต้น	วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคทาสรวงสีเมนต์ไทยอนุสรณ์ จังหวัดสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ปริญญาตรี	ภาษาต่างประเทศ
ความสนใจพิเศษ	เป็นไปไม่ได้ ทำไม่ได้ หรือไม่ได้ทำ
คติพจน์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายปัญญาภูธรรัฐพล	พทุชู้
วันเดือนปีเกิด	26 พฤษภาคม 2525	
ภูมิลำเนา	18 หมู่ 2 ซอยอุดมโชค ตำบลท้ายบ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280	
ประวัติการศึกษา		
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทพคุณวิทยา	จังหวัด สมุทรปราการ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสมุทรปราการ	จังหวัด สมุทรปราการ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ	จังหวัด สมุทรปราการ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนเทคโนโลยีกรุงเทพ	จังหวัด กรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.	
ความสนใจพิเศษ	ไวรัสคอมพิวเตอร์	
คติพจน์	ดีช่วยอยู่ที่ตัวทำ สูงต่ำอยู่ที่ทำตัว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายภาณุรัตน์ อุป่าทัง
วันเดือนปีเกิด	11 เมษายน 2525
ภูมิลำเนา	30/9 ซ.ศรีชมชื่น ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 4100
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหมากแข้ง จังหวัดอุดรธานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ความสนใจพิเศษ	เครื่องบินบังคับวิทยุ
คติพจน์	ไม่มีคำว่าสายสำหรับการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้