



ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน  
VILLAGE SECURITY SYSTEM

4



โดย

นายฉวย ศิริวรรณ  
นายสามารถ ปราบหงษ์  
นายอดุลย์ ศิริตั้ง

วัน เดือน ปี... 1 คค 2511  
เลขทะเบียน... 038311  
เลขเรียกหนังสือ... T 39331 ก 4157

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี **038311**

ปีการศึกษา 2539  
ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน  
(VILLAGE SECURITY SYSTEM)



โดย  
นายฉลวย ศิริวรรณ  
นายสามารถ ปราบหงษ์  
นายอศุทธ์ ศิริตั้ง

อาจารย์ที่ปรึกษา  
อาจารย์ สมศักดิ์ มิตะถา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท  
ภาควิชา  
คณะ  
เรื่อง  
ผู้จัดทำ

ปีการศึกษา 2539  
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
วิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน  
( VILLAGE SECURITY SYSTEM )  
นายจลวย ศิริวรรณ 37013287  
นายสามารถ ปราบหงษ์ 37013317  
นายอดุลย์ ศิริตั้ง 37013321



(อาจารย์ที่ปรึกษา)

(อาจารย์ สมศักดิ์ มิตะธา)

## ระบบรักษาความปลอดภัยภายในหมู่บ้าน

นายฉลวย	ศิริวรรณ	37013287
นายสามารถ	ปราบหงษ์	37013317
นายอดุลย์	ศิริตั้ง	37013321

อาจารย์ที่ปรึกษา  
อาจารย์ สมศักดิ์ มิตะธา  
ปีการศึกษา 2539

### บทคัดย่อ

โครงการนี้ เป็นการนำ ไมโครคอมพิวเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการรับ-ส่ง ข้อมูลของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์เป็นระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน โดยแบ่ง เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นระบบเตือนภัยของบ้านแต่ละหลัง ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นส่วนประมวลผลกลาง ติดต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ได้สูงสุด 32 จุด ควบคุมอุปกรณ์ ไฟฟ้าได้ 4 จุด ส่งสัญญาณแจ้งเตือนทางไซเรนและต่อโทรศัพท์ แจ้งเตือนด้วยเสียงพูด ตามเลข หมายที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติ ส่วนที่สองเป็นระบบเครือข่ายแบบแม่กับลูก (Master / Slave) สอง ระดับใช้เครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ ติดตั้งศูนย์รักษาความปลอดภัยของหมู่บ้าน ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานเป็นแบบกราฟฟิก และส่งสัญญาณข้อมูลควบคุมระบบทั้งหมดแบบอนุกรมอ้างอิง มาตรฐาน RS-485 โดยติดต่อกับระบบเตือนภัยได้ ทั้งหมด 992 จุด ที่ความเร็ว 9600 bps

## VILLAGE SECURITY SYSTEM

MR. CHALUAY      SIRIWAN      37013287

MR. SAMART      PRABHONG      37013317

MR. ADUL      SIRITUNG      37013321

ADVISOR

MR. SOMSAK      MITATHA

1996

### ABSTRACT

This project is about using microcomputer , microcontroller and data transmission via computer network for application of village security system. This system consists of two part , the first is a alarm system for each house using MCS-51 microcontroller to be central processing unit for receiving 32 sensor devices and control 4 electric devices and sending alarm signal with siren sound and automatic call to house owner or police station. The second part is Masster / Slave network using microcomputer in village security system for indicating an alarm in graphic display and sending all of control data of system referenced by serial communication RS-485 standard with 992 maximum nodes at speed rate 9600 bps.

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการทำงานและทฤษฎีเบื้องต้น	2
2.1 โครงสร้างภายในของ 8051	3
2.2 พอร์ตของ 8051	5
2.3 วงจรคล็อกของ 8051	9
2.4 พังเวลาของซีพียู	11
2.5 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ	12
2.6 การอินเตอร์รัปต์	15
2.7 สรุปทฤษฎีและการใช้งาน MCS-51	16
2.8 หลักการทำงานและทฤษฎีเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์	17
2.9 8255 PROGRAMABLE PERIPHERAL INTERFACE	21
2.10 การใช้งาน LCD MODULE	26
บทที่ 3 ระบบเตือนภัยภายในบ้าน	38
3.1 คุณลักษณะสมบัติของระบบเตือนภัยแบบเดิม	39
3.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเดิม	39
3.3 การพัฒนาระบบติดต่อกับโทรศัพท์	39
3.4 อธิบายการทำงานตาม FLOW CHART	45
3.5 การพัฒนาระบบเสียง	47
3.6 อธิบายการทำงานตาม FLOW CHART ของระบบเสียง	47
3.7 สรุปส่วนของระบบเตือนภัยภายในบ้าน	51
บทที่ 4 ระบบเครือข่าย	53
4.1 มาตรฐาน RS-485	54
4.2 หลักการออกแบบ	57
4.3 โพรโตคอล	60
4.4 การออกแบบ HARDWARE	62
4.5 การพัฒนา Software ของระบบเครือข่าย	69
4.6 อธิบายการทำงานตาม FLOW CHART	71
4.7 SLAVE NODE และ MASTER NODE	78

บทที่ 5 PROGRAM ศูนย์กลางระบบรักษาความปลอดภัย	79
5.1 การออกแบบ PROGRAM	79
5.2 การทำงานของ PROGRAM	82
5.3 การใช้ PROGRAM	99
บทที่ 6 การทดสอบและผลการทดลอง	117
6.1 การขาดหายไปของ FRAME ข้อมูล	117
6.2 การรับสัญญาณแจ้งเตือนจาก SENSOR ของระบบเตือนภัย	119
6.3 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบเตือนภัย	119
6.4 การแจ้งเตือนภัยผ่านระบบโทรศัพท์ที่มีชุมสาย (PABX)	120
6.5 การเชื่อมต่อระบบเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์	120
6.6 การทดสอบระบบโดยทดสอบเหมือนการใช้งานจริง	120
บทที่ 7 สรุปและวิจารณ์	121
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

## บทที่ บทนำ

ปัจจุบันนี้สภาพความเป็นอยู่ของคนเราต้องออกไปทำงานนอกบ้านทั้งหัวหน้าครอบครัว และแม่ บ้านเนื่องมาจากความเจริญขึ้นของสังคมเมืองทำให้ค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการดำรงชีวิต สูงขึ้น ตามไปด้วยเหมือนเงาตามตัวดังนั้นเวลาส่วนใหญ่จึงอยู่นอกบ้านเป็นหลักเช่นอยู่ที่ทำงาน อยู่บนท้องถนนเป็นต้นทำให้บ้าน ไม่มีคนเฝ้าดูแลแล้วก็เพื่อนบ้านก็มีลักษณะแบบต่างคนต่างอยู่จึงไม่มีใครคอยให้ความสนใจซึ่งกันและกันจึงเป็นการง่ายต่อการโจรกรรมของมิจฉาชีพดังนั้นระบบรักษาความปลอดภัยจึงสามารถที่จะป้องกันทรัพย์สินของผู้เป็นเจ้าของบ้านได้เนื่องจากระบบจะทำงานทั้งแบบเดี่ยวหรือที่เรียกว่าStandAloneกับแบบเครือข่าย(Network) โดยหลักการนั้นเมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นในบ้านระบบรักษาความปลอดภัยที่ติดอยู่ในบ้านจะมีตัวตรวจจับทำหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนภัยให้ระบบทำงานเมื่อไม่มีการปิดสัญญาณเตือนจะมีสัญญาณสองส่วน โดยส่วนหนึ่งจะส่งออกไปให้กับศูนย์รักษาการหน้าหมู่บ้านทราบทางเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์โดยเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยสามารถทราบทันทีได้ว่าเกิดจากบ้านใด พร้อมทั้งสาเหตุเกิดจากอะไรหรือจากเซนเซอร์ตัวไหน และสัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะส่งไปควบคุมให้มีการกดโทรศัพท์อัตโนมัติเพื่อโทรแจ้งเจ้าของบ้านทราบว่าขณะนี้เกิดเหตุผิดปกติเกิดขึ้นตามหมายเลข โทรศัพท์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วก็ทางหมายเลขวิทยุติดตามตัวด้วย ในสภาวะปกติเจ้าของบ้านสามารถใช้โทรศัพท์โทรเข้ามาเพื่อเปิด - ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าและสอบถามสถานะการทำงานของระบบได้ วงจรส่วนควบคุมที่ติดอยู่ที่ตัวเครื่องสามารถที่จะโปรแกรมส่วนต่างๆได้เช่นรหัสผ่าน หมายเลขโทรศัพท์ หมายเลขวิทยุติดตามตัว บันทึกเสียงเตือนภัย เป็นต้น ในส่วนของเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไว้ที่ศูนย์รักษาความปลอดภัยของหมู่บ้านมีหน้าที่รับสัญญาณเตือนภัยที่ส่งมาจากแต่ละบ้าน มาทางสายที่ต่อเข้ากับแต่ละบ้าน ถ้ามีเหตุผิดปกติเกิดขึ้นจะมีเสียงเตือนเพื่อบอกให้พนักงานรักษาความปลอดภัยตรวจสอบสาเหตุโดยดูที่หน้าจอของเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ แล้วจึงตรวจสอบสถานที่ตั้งของตัวบ้านว่ามีเหตุผิดปกติขึ้นจริงหรือไม่และหาทางแก้ไขต่อไป

ระบบนี้อาจจะยังไม่สมบูรณ์แบบที่สุด ซึ่งทางผู้จัดทำหวังว่าคงมีผู้ที่สนใจได้นำหลักการนี้ไปพัฒนา ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยยิ่งขึ้นต่อไป

## บทที่ 2

### หลักการทํางานและทฤษฎีเบื้องต้น

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทํางาน และทฤษฎีเบื้องต้นที่นำมาใช้งานใน โครงงานนี้ ที่สำคัญๆ มีดังนี้คือ ทฤษฎีและหลักการทํางานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, ทฤษฎี และหลักการทํางานของระบบโทรศัพท์ , ทฤษฎีและหลักการทํางานของจอแสดงผลแบบ LCD , ทฤษฎีและหลักการทํางานของ 8255 Programmable peripheral interface เป็นต้น ซึ่งจะกล่าว ถึงหลักการทํางานและทฤษฎีเบื้องต้นเพื่อให้เห็นแนวคิดเท่านั้น โดยจะแยกกล่าวเป็นเรื่องๆ ดังต่อไปนี้

#### โครงสร้างของ MCS-51

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดก็มีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเช่นกัน คอมพิวเตอร์ที่เราเห็นกันทั่วไป นั้นส่วนใหญ่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Microcomputer ซึ่งเมื่อพิจารณาในเรื่องขนาด แล้วจะเห็นว่ามีความใหญ่ ไม่สะดวกในการนำมาใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป จึงได้ พัฒนา Chip ที่เรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ ขึ้นมาโดยมีคุณลักษณะที่สำคัญๆคล้ายกับ คอมพิวเตอร์แต่มีขนาดและความสามารถบางอย่างน้อยกว่าก็ตามที เราก็ยังสามารถต่อเพิ่มให้เพียงพอต่อความต้องการของเราได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 1 chip microcomputer ก็ได้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุม การทํางานของระบบตัวอย่างที่เราพบเห็นคือได้แก่ เครื่องซักผ้า กล้องถ่ายรูป เป็นต้น

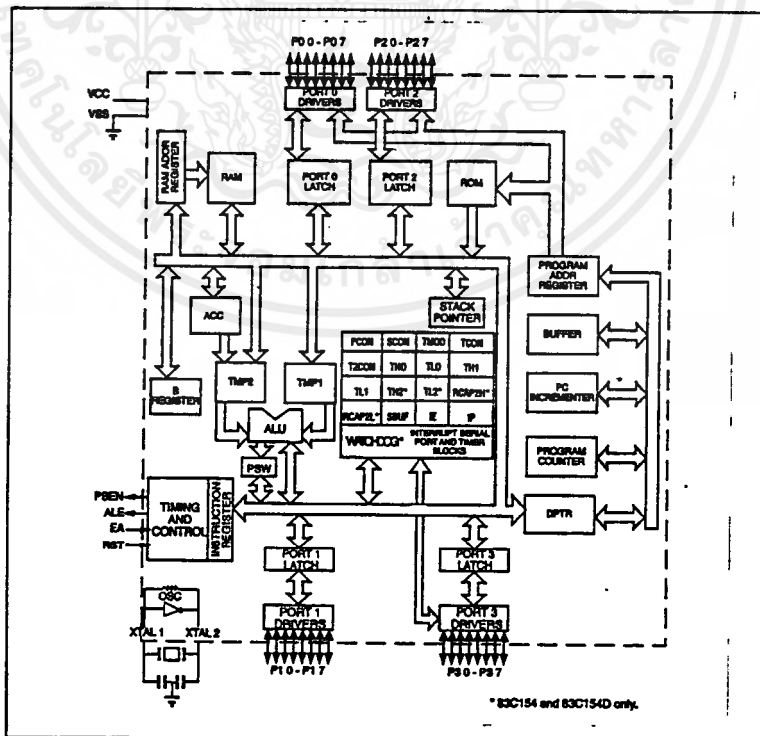
#### คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ + 5V ชุดเดียว
- มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031, 8032 ไม่มีหน่วยความจำชุดนี้ ส่วน 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับ 8052 มีถึง 256 ไบต์

- หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและค่า (Program Memory และ Data Memory แยกจากกันอย่างละ 64 ไบต์
- คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1  $\mu\text{sec}$  เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 MHz
- มี Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับ 8052 มี 3 ชุด)ทำงานได้ 4 โหมด
- รับอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์
- มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ต ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกันได้ ( Full Duplex ) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด
  - มีคำสั่งในการทำ AND,OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

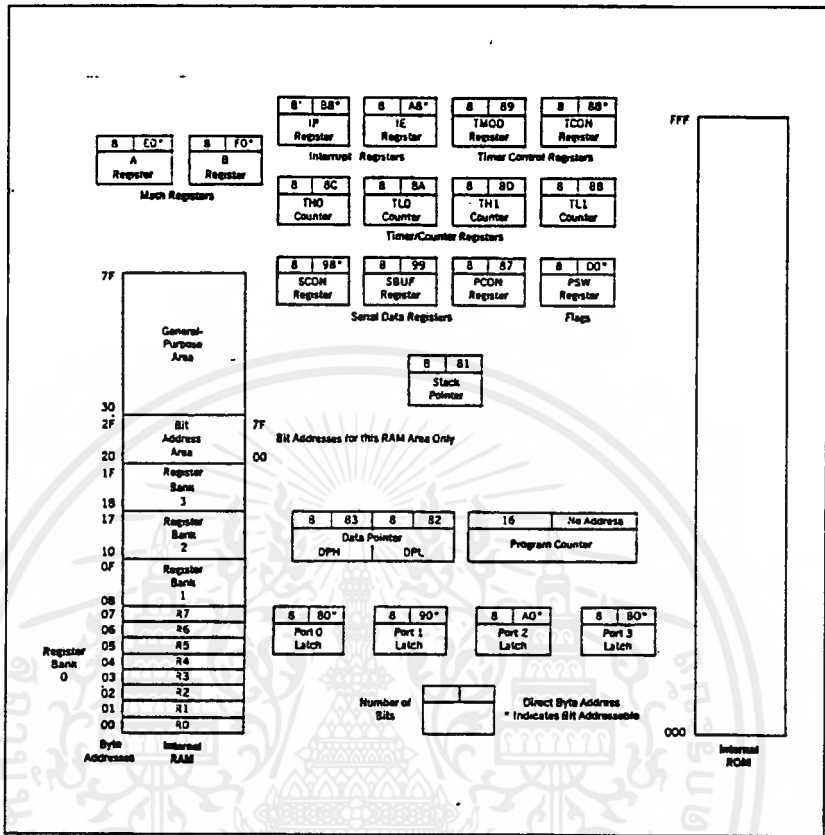
## 2.1 โครงสร้างภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวก สำหรับโปรแกรมเมอร์ ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (a) และ 2.1 (b)

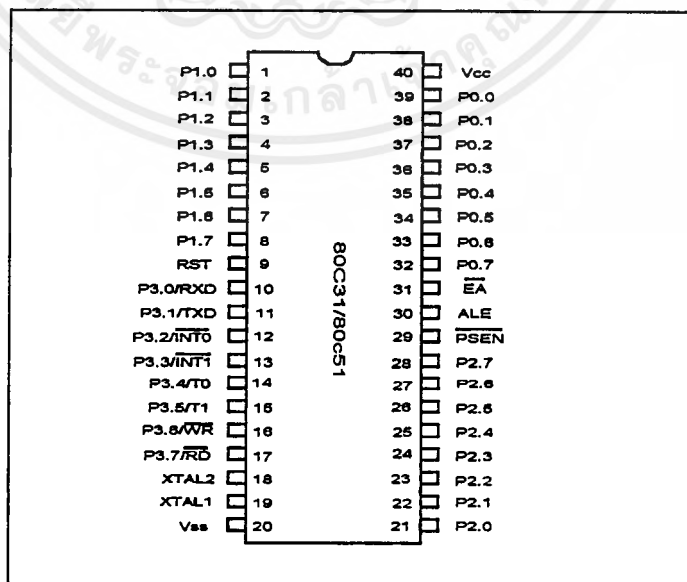


รูปที่ 2.1 (a) 8051 บล็อกไดอะแกรมของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 (บ) ตำแหน่งต่างๆของรีจิสเตอร์ต่างๆ และหน่วยความจำ เพื่อใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม



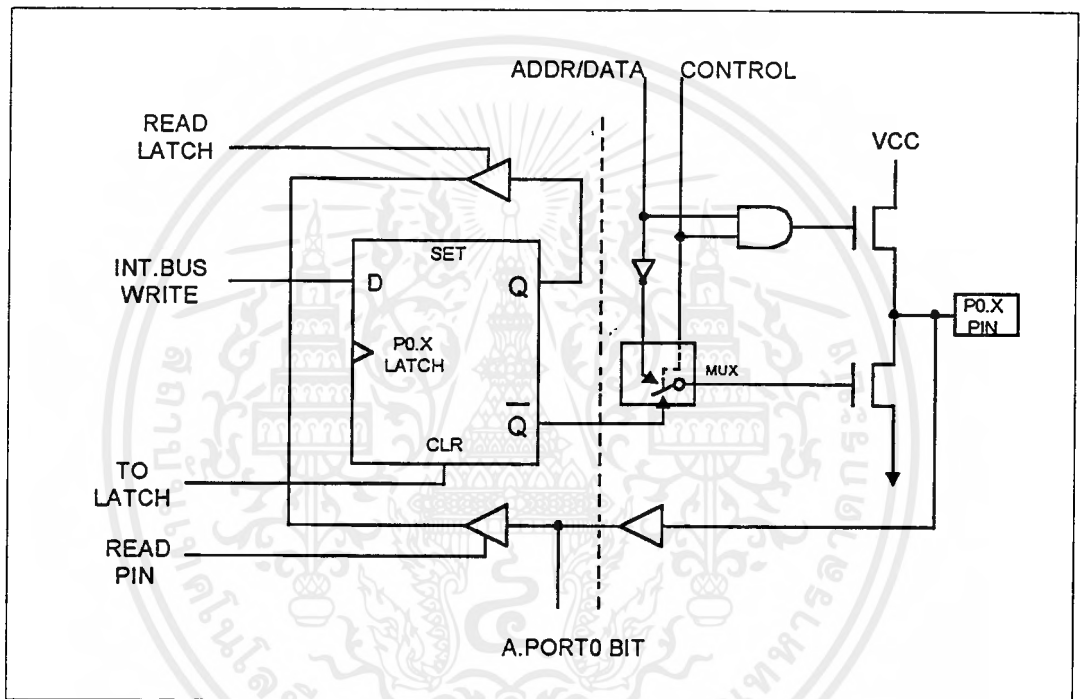
รูปที่ 2.2 การจัดวางขาของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 พอร์ตของ 8051

8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา ซึ่งมีขาต่างๆดังนี้

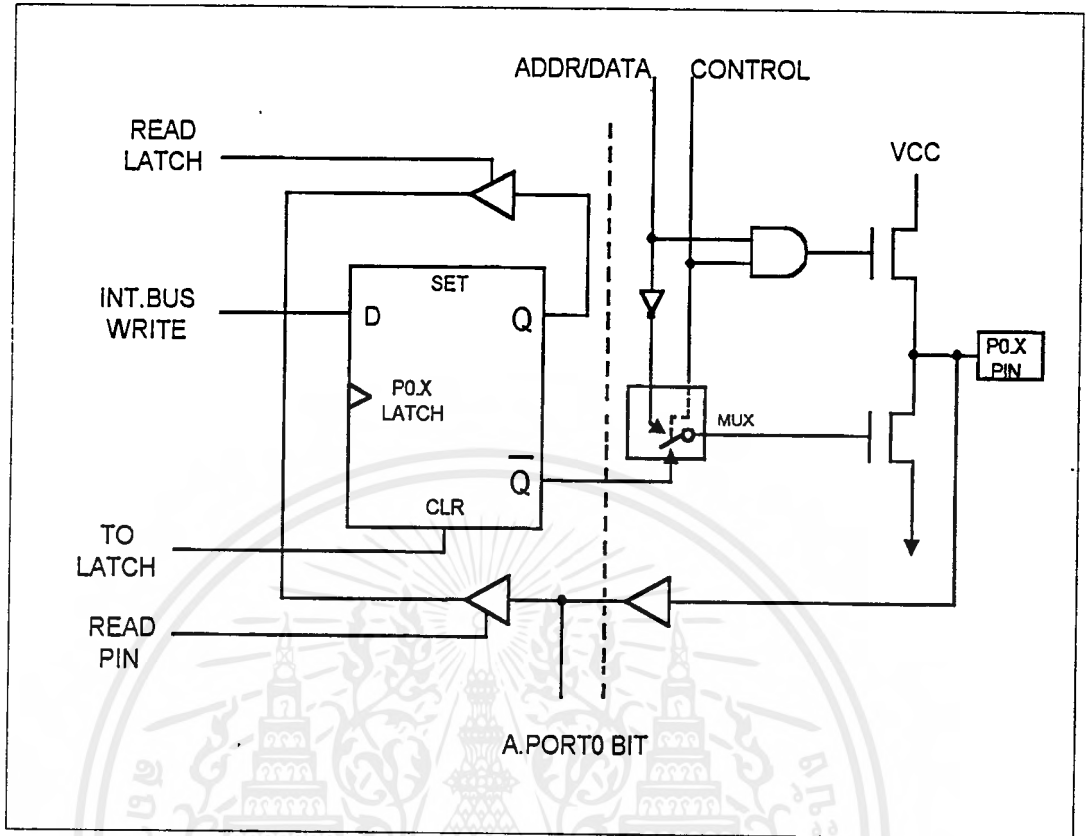
- Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5 V
- Vss (ขา 20) เป็นขา GND
- PORT 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.0-P0.7) มีโครงสร้างแบบ Open Drain Bi-directional ดังแสดงในรูป 2.3



รูป 2.3 แสดงโครงสร้างพอร์ต 0 (บิต)

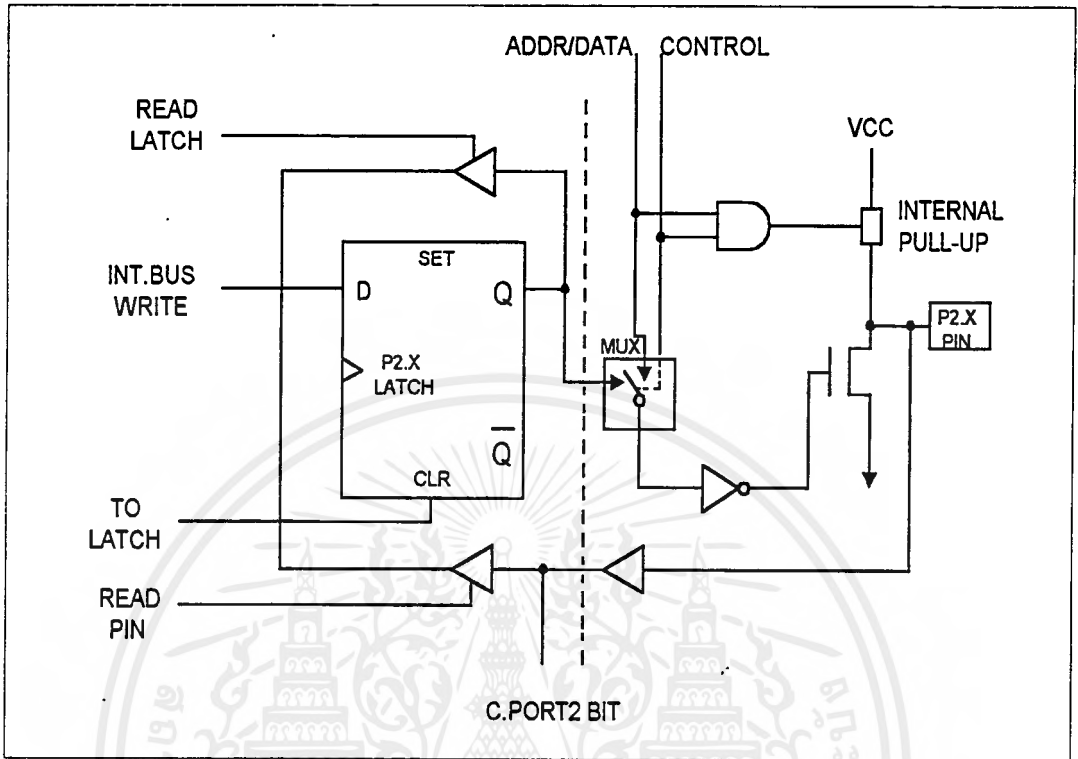
- พอร์ต 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.0-P0.7) ใช้งานได้ 2 หน้าที่คือส่งแอดเดรส และ ดาต้าออกไปให้หน่วยความจำภายนอก เมื่อทำการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำภายนอก ควบคุมด้วยขา Control จากรูป 2.3 ประกอบและอีกหน้าที่หนึ่งก็คือเป็นพอร์ต I/O ถ้าต้องการให้ทำงานเป็นอินพุทพอร์ตต้องส่งลอจิก "1" ไปยังพอร์ตนี้ จะมีผลให้  $\bar{Q}$  ของ D - OFF เป็น "0" ทำให้ FET ตัวล่างมีสถานะ OFF สัญญาณที่ใช้อ่านอินพุท พอร์ต PIN (พอร์ต P0.X PIN) จะใช้สัญญาณ Read Latch เมื่อถูกกระตุ้นที่ Tri-State Buffer ตัวบน

- พอร์ต 1 (ขา 1-8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P1.0-P1.7) มีโครงสร้างคล้าย พอร์ต 0 แต่จะใช้ความต้านทานภายในพูลอัพแทน (Internal Pull Up Register) มีโครงสร้างดังรูป 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของพอร์ต 1 (บิต)

- พอร์ต 2 ขา (ขา 21-28) มีทั้งหมด 8 บิต คือขา (P2.0-P2.7) มีโครงสร้างคล้าย PORT 0 โดยมี FET ตัวล่างตัวเดียวส่วนด้านบนใช้ความต้านทานพูลอัพแทน (Internal Pullup) พอร์ตนี้ทำงาน 2 หน้าที่ คือ สามารถใช้เป็นพอร์ตสำหรับส่งแอดเดรส 8 บิตบน (A8-A15) และเป็น I/O พอร์ตใช้งานทั่วไป เมื่อจะใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องส่งลอจิก "1" มาที่พอร์ตนี้ก่อน เพื่อบังคับให้ FET อยู่ในสถานะ OFF ดังแสดงในรูป 2.5



รูป 2.5 โครงสร้างของ พอร์ต 2 (บิต)

- พอร์ต 3 (ขา 10-17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ ขา (P3.0-P3.7) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 1 พอร์ตนี้ ทำหน้าที่เป็น I/O พอร์ต ถ้าจะให้พอร์ตนี้เป็น I/O Port ก็ให้ส่ง ลอจิก "1" มาที่ พอร์ตนี้ก่อน และอีกหน้าที่หนึ่งคือ ส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณ เข้าไปสัญญาณ ต่างๆ มีดังนี้

P3.0 / RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม

P3.1 / TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

P3.2 / INT0 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.3 / INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

P3.4 / T0 (Timer / Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร

Timer / Counter 0 ที่ทำหน้าที่รับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T1 นี้หรือ สัญญาณนาฬิกา

P3.5 / T1 (Timer / Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer

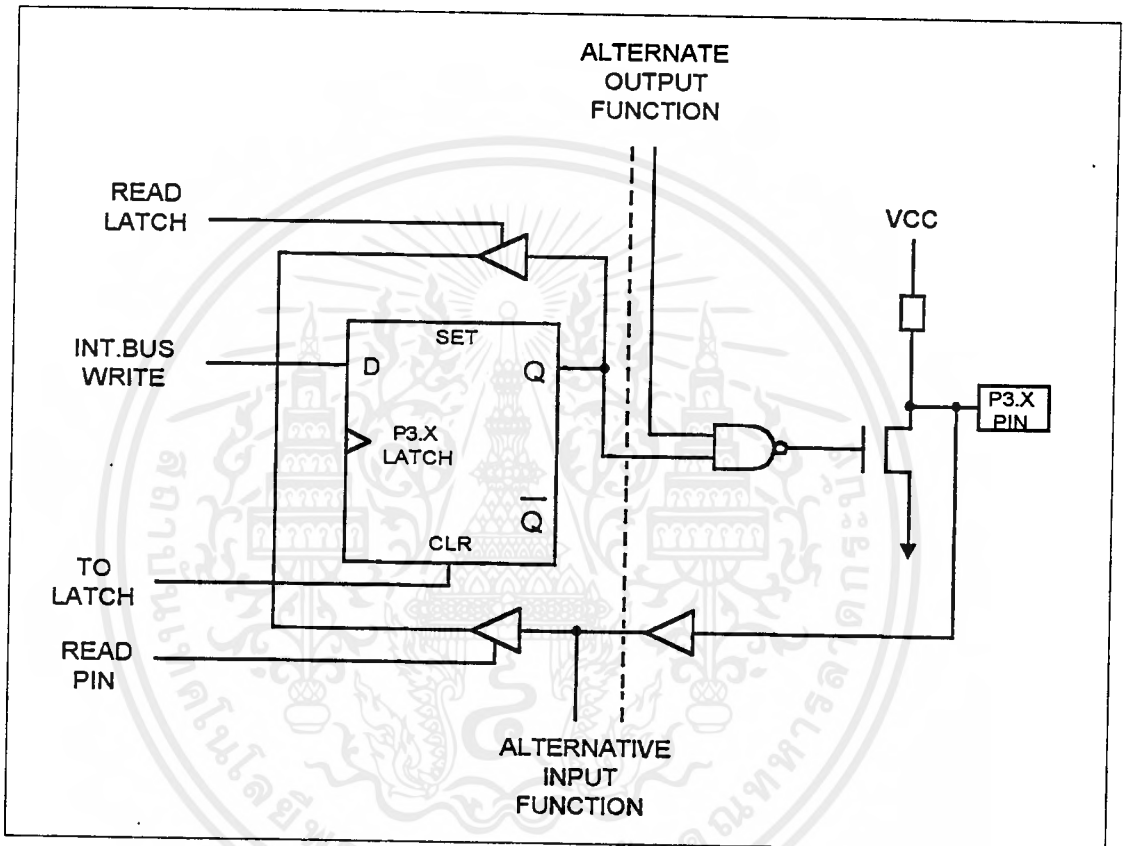
/ Counter 1 ซึ่งมี การทำงานเหมือนกับ T0

P3.6 / WR (External Data Memory Write Strobe)

เขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก 8051

P3.7 / RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่าน

ข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก



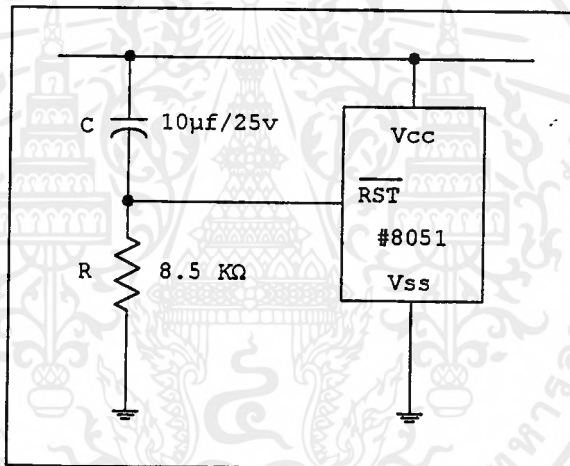
รูป 2.6 โครงสร้างของพอร์ต 3 (บิต)

- ALE (ขา 30) เป็นขาส่งสโตรบสำหรับใช้ในการแลตช์แอดเดรสไบต์ (A0-A7) ที่ส่งออกที่ส่งออกมาทาง (พอร์ต 0) สัญญาณที่จะแอดดีฟทุกๆ 2 ครั้ง ใน 1 แมกซีนไซเคิล (1/16 ของสัญญาณนาฬิกา)
- $\overline{\text{PSEN}}$  (ขา 29) เป็นขาที่ใช้ส่งสโตรบสำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอก (หน่วยความจำประเภท ROM EPROM) สัญญาณนี้จะส่งออกมา 2 ครั้ง ในแต่ละ แมกซีนไซเคิลแต่ถ้าเป็นการอ่าน Internal Program Memory จะไม่มีสัญญาณออกมาที่ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



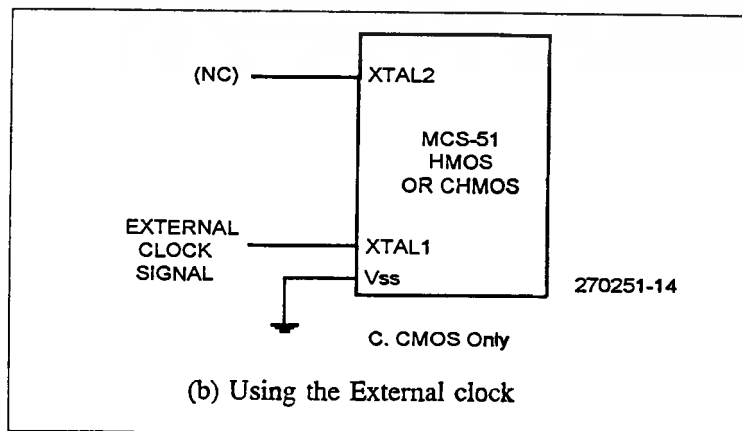
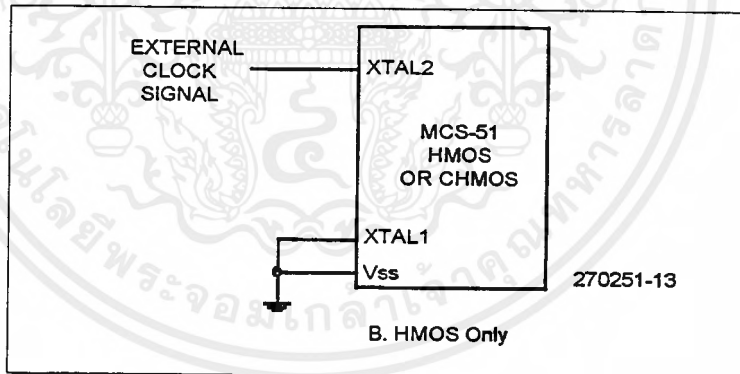
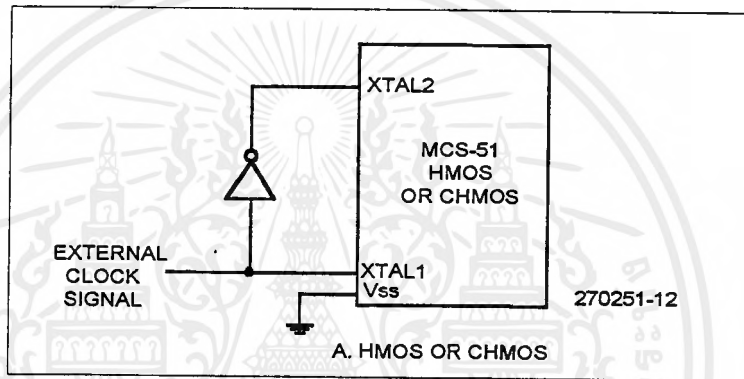
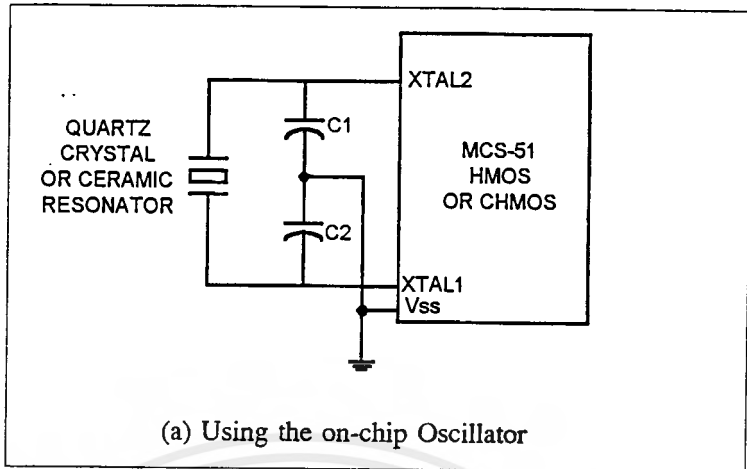
- EA ขา 31) ถ้าป้อนลอจิก “0” เข้าที่ขา นี้ ซีพียูจะอ่านค่าจาก Program Memory ภายนอกชิพเท่านั้น แต่ถ้าถูกป้อนด้วยลอจิก “1” ก็จะอ่านโปรแกรมภายในชิพ
- RST (ขา 9) เป็นขารีเซ็ตซีพียูจะรีเซ็ต ได้ก็ต่อเมื่อ ป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขานี้ นานอย่างน้อย 2 แมกซีนิเซกิล เมื่อซีพียูถูกรีเซ็ตค่าต่างๆ ในรีจิสเตอร์ใดๆ จะมีค่าสั่งดังตารางที่ 2.1
- XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์



รูป 2.7 การต่อขารีเซ็ตให้กับ 8051

### 2.3 วงจรคล็อกของ 8051

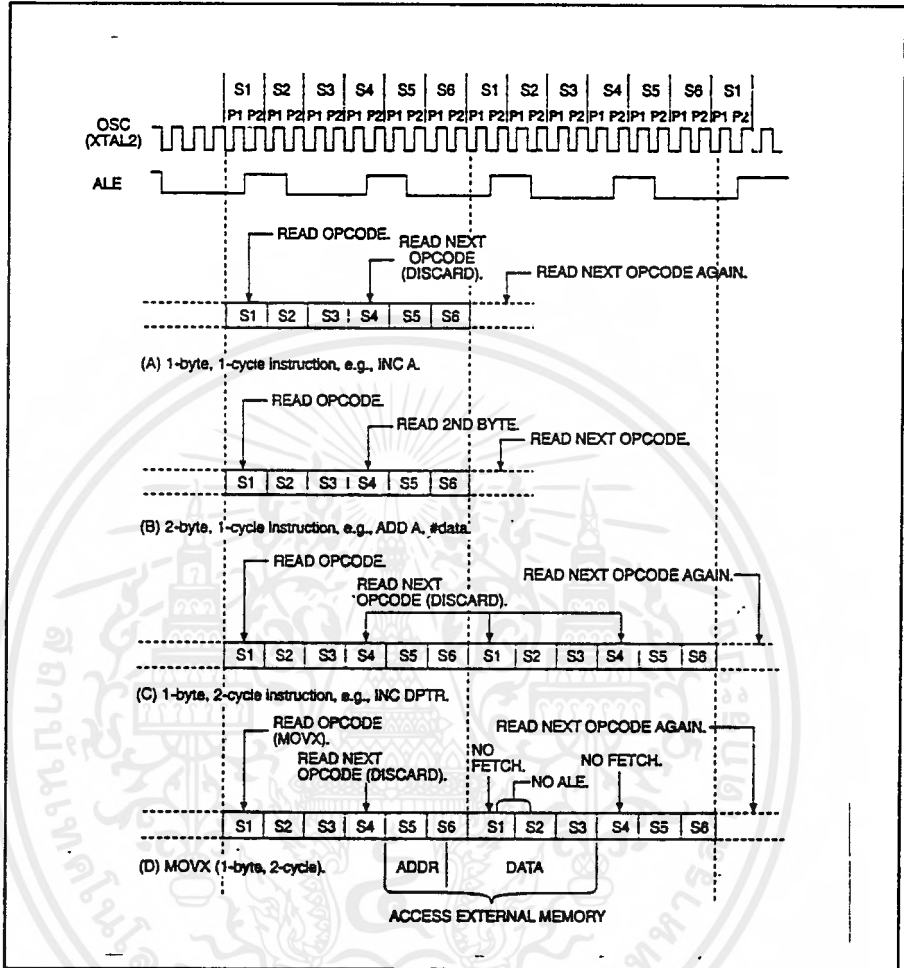
การต่อมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบคล็อกภายในและคล็อกจากภายนอกมีรูปแบบการต่อดังรูป 2.8



รูป 2.8 วงจรสร้างค็อกของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

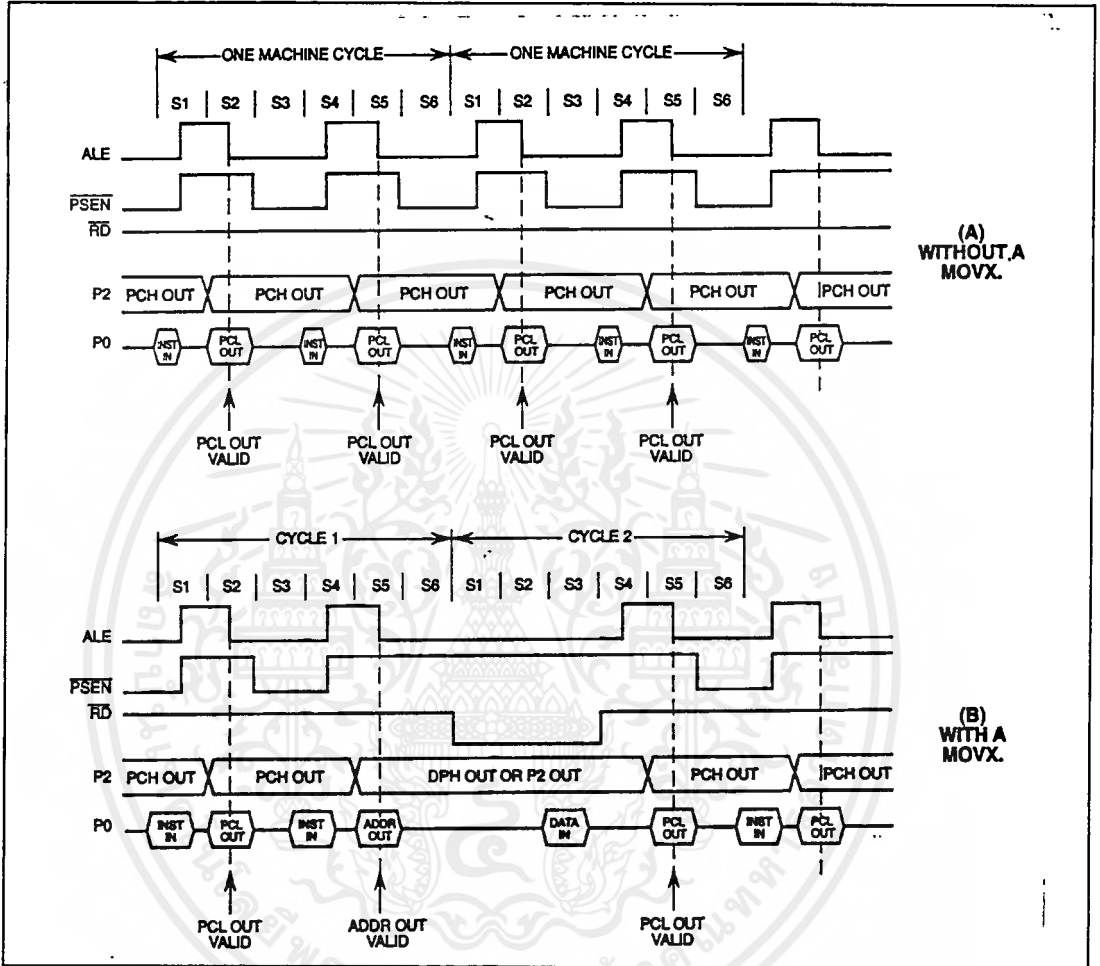
2.4 ฝั่งเวลาของซีพียู (CPU Timing)



รูป 2.9 ฝั่งเวลาการทำงานของแต่ละคำสั่ง

การทำงานใน 1 คำสั่งต่ำสุดจะกินเวลาเพียง 1  $\mu$ sec เช่นคำสั่ง INC A ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ Cycle Instruction ซึ่งจะเป็นคล็อกไปเท่ากับ 12 ลูกโดยคล็อกลูกที่ 1 และ 2 จะอยู่ในช่วง S1 เฟส 1 และ S1 เฟส 2 และคล็อกลูกที่ 12 ก็อยู่ในช่วง S6P2 นั้นเอง (ปรกติแล้ว ซีพียูจะ RUN ด้วยความเร็วเท่ากับ 12 Mhz ดังนั้น คล็อก 12 ลูกจะกินเวลาเท่ากับ  $(1/12)*12 = 1 \mu$ sec คำว่า 1 แมกซีนไซเคิล คือช่วงการทำงานตั้งแต่ S1 จนถึง S6 รูป 2.9 (a) แสดงการทำงานของคำสั่ง INC A ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ทำงานเสร็จภายใน 1 แมกซีนไซเคิล รูป 2.9 (a) แสดงการทำงานของคำสั่ง ADD A,#Data ซึ่งเป็นคำสั่ง 2 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จใน 1 แมกซีนไซเคิล รูป 2.9 (c) แสดงการทำงานของคำสั่ง INC DPTR ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จใน 2

แมชีนไซเคิล รูป 2.9 (d) แสดงการทำงานคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จใน 2 แมชีนไซเคิล

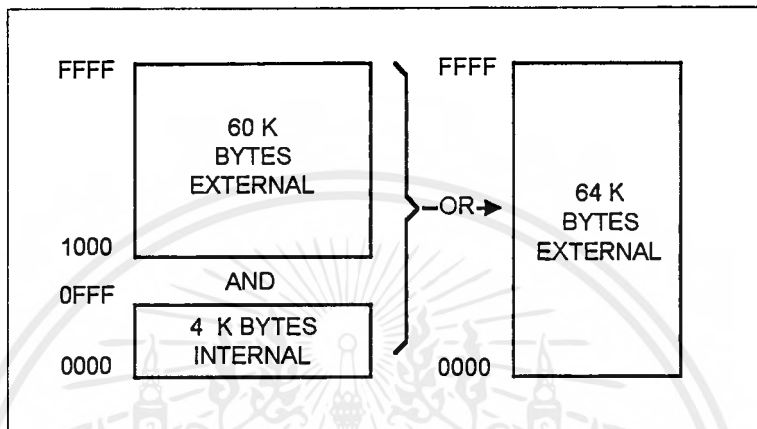


รูป 2.10 แสดงผังเวลาการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

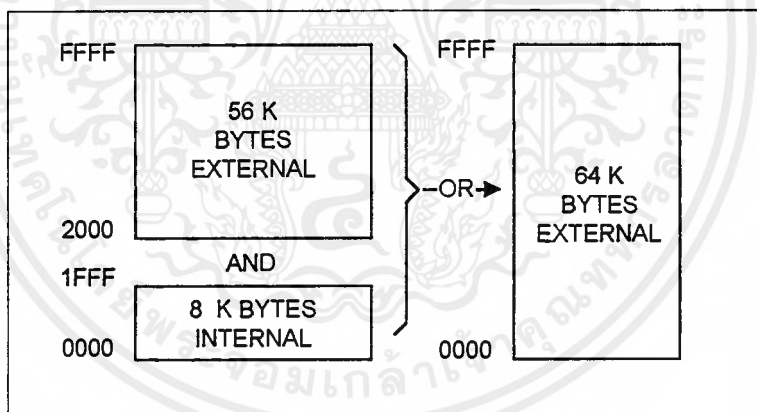
รูป 2.10 (a) เป็นผังเวลาของสัญญาณซึ่งเกี่ยวข้องกับเฟิร์ทซ์เมื่อส่วนของ Program Memory อยู่ภายนอก ดังนั้น สัญญาณที่จะนำไปใช้อ่าน Op-code จาก Program Memory ก็คือ PSEN ซึ่งจะ แอคทีฟ 2 ครั้งใน 1 แมชีนไซเคิล ดังนั้นสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูลจาก Program Memory จะใช้ สัญญาณ PSEN รูปที่ 2.10 (b) เป็นผังเวลาของสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการอ่านข้อมูลจาก Data Memory สัญญาณ PSEN จะมีเพียง 1 ลูก เพราะช่วงเวลาถัด มาจะเป็นช่วงเวลาในการ การอ่านข้อมูลจาก Data Memory โดยใช้สัญญาณ RD

2.5 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ

หน่วยความจำที่ใช้กับ MCS-51 มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ Program Memory และ Data Memory ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมสั่งงานบรรจุอยู่ในชิพ 8051 ส่วนที่เป็น Program Memory ก็คือ Rom ขนาด 4 กิโลไบต์นั่นเอง แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8052 จะมีมี ROM ขนาด 8 กิโลไบต์ดังแสดงในรูป 2.11 และ 2.12

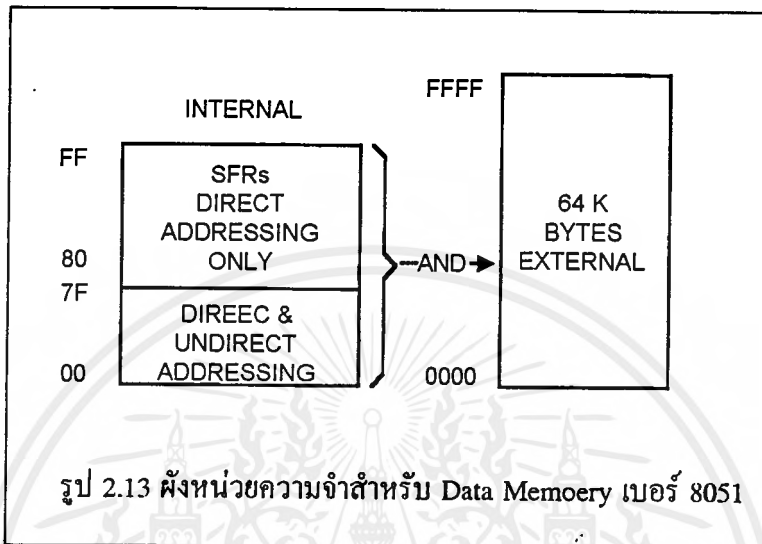


รูป 2.11 ผังหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8051

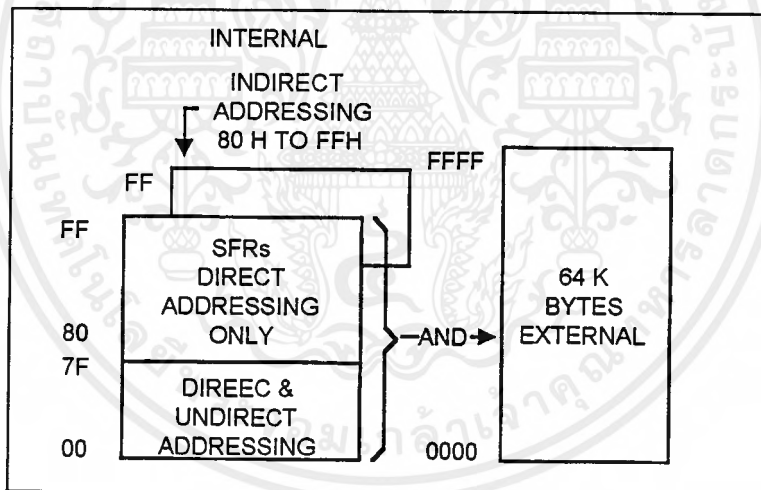


รูป 2.12 ผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8052

Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลหน่วยความจำนี้ สามารถเขียนข้อมูลลงไปและอ่านข้อมูลออกมาได้ ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายในชิพมีเพียง 128 ไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 256 ไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 ส่วนหน่วยความจำภายนอกชิพมี 64 กิโลไบต์ดังแสดงในรูป 2.13 และ 1.14



รูป 2.13 ผังหน่วยความจำสำหรับ Data Memoery เบอร์ 8051



รูป 2.14 ผังหน่วยความจำสำหรับ Program Memory ของ 8052

บางครั้งอาจจะสงสัยว่าตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับ โปรแกรม และค่าตัวมีตำแหน่งที่ซ้อนกันซีพียูจะรู้ได้อย่างไร ว่าติดต่อกับหน่วยความจำที่เป็น โปรแกรมและค่าตัวบริษัทอินเทลได้ แยกคำสั่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

MOV ใช้ติดต่อกับ RAM ภายใน

MOVC ใช้ติดต่อ Program Memory

MOVX ใช้ติดต่อ Data Memory ภายนอกชิพ โดยระบุตำแหน่งผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ DPTR ซิฟเบอร์ 8052 จะมีพื้นที่บริเวณ 80h - FFh ซึ่งถ้าจะเขียนอ่านข้อมูล ณ บริเวณนี้จะเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อมเท่านั้น ดังแสดงในผังหน่วยความจำดังรูป 2.14

## 2.6 การอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์ของ 8051 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้อย่างน้อย 5 ชนิดด้วยกัน คือ

- อินเตอร์รัปต์จากภายนอก 0 (External Interrupt 0)
- อินเตอร์รัปต์จากภายนอก 1 (External Interrupt 1)
- อินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 0 (Timer Flag Interrupt 0)
- อินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 (Timer Flag Interrupt 1)
- อินเตอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port Interrupt) สามารถแบ่งกลุ่ม

การอินเตอร์รัปต์เป็น 3 กลุ่มคือ

### 2.6.1 External Interrupt

ในกลุ่มนี้ประกอบไปด้วยการเกิดอินเตอร์รัปต์จาก 2 แหล่งกำเนิดคือ External Interrupt 0 และ External Interrupt 1 เป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ จากแหล่งกำเนิดภายนอกโดยต่อเข้าที่ขา 12 (INT 0) และขา 13 (INT 1) ตามลำดับโดยสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดนี้ จะทำงานเมื่อสัญญาณภายนอกที่เข้ามามีสถานะเป็นลอจิก 0

### 2.6.2 Timer Flag Interrupt

อินเตอร์รัปต์กลุ่มนี้ประกอบด้วย Timer Flag Interrupt 0 และ Timer Flag Interrupt เป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่มีแหล่งกำเนิดสัญญาณจากภายในชิพเอง เมื่อ flag TF0 หรือ TF1 ถูกเซทให้เป็น 1 และ Timer หรือ Counter มี Overflow เกิดขึ้น TF0 หรือ TF1 จะถูกเซทให้เป็น 0 จะเกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้าขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม ที่ทำงานอยู่ในขณะนั้นให้ไปทำที่ส่วนของ Interrupt Subroutine แทน

### 2.6.3 Serial Port Interrupt

เป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นภายในตัวชิพเองเช่นกัน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อชิพได้รับข้อมูลครบ 1 ไบต์ อินเตอร์รัปต์บิต RI ใน SCON Register (Serial Port Control Register) จะถูกเซทให้เป็น 1 ในขณะที่ทำนองเดียวกัน ถ้าหากชิพได้ส่งข้อมูลครบ 1 ไบต์อินเตอร์รัปต์บิต TI ใน SCON Register ก็จะถูกเซทเป็น 1 เช่นกันเมื่อชิพเข้าไปทำงาน ในส่วน Interrupt subroutine โปรแกรม จะต้องตรวจสอบว่าสัญญาณที่เข้ามานี้เกิดจากบิต TI หรือ RI เมื่อทำงานในส่วน subroutine เรียวย่อยโปรแกรมจะต้องเซทบิต TI หรือ RI ที่ให้เป็น 0 เพื่อจะให้ชิพพร้อมที่จะรับ

หรือส่งข้อมูลต่อไปการใช้งานเกี่ยวกับการอินเทอร์รัปต์นั้นจะมี Special Function Register ที่เกี่ยวข้องกับโดยตรง 2 ตัว คือ IE (Interrupt Enable) และ IP (Interrupt Priority) ในรีจิสเตอร์ IP นั้นเราสามารถจัดลำดับ ความสำคัญของการทำอินเทอร์รัปต์ได้โดยเซทบิตเป็น 1 สำหรับอินเทอร์รัปต์ที่มีความสำคัญสูงและเซทให้เป็น 0 สำหรับอินเทอร์รัปต์ที่มีความสำคัญต่ำสุด แต่ถ้านิไม่ได้จัดลำดับความสำคัญการอินเทอร์รัปต์ จะเป็นไปตามตารางดังต่อไปนี้ แสดงลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัปต์

อินเทอร์รัปต์	ลำดับความสำคัญ
1. IE0	ความสำคัญสูงสุด ↓ ความสำคัญต่ำสุด
2. TF0	
3. IE1	
4. TF1	
5. Serial	

สำหรับการทำอินเทอร์รัปต์นั้น ตัวชิพได้กำหนดแอดเดรสหน่วยความจำของโปรแกรม (Interrupt subroutine) แต่ละอินเทอร์รัปต์ดังตาราง

อินเทอร์รัปต์	แอดเดรส (Hex)
IE0	0003
TF0	000B
IE1	0013
TF1	001B
Serial	0023

ซึ่งช่วงห่างของแอดเดรสของ Interrupt subroutine นั้นจะมี ค่าค่อนข้างน้อยแต่ก็ยังสามารถบรรจุคำสั่งลงไปได้จำนวนหนึ่ง

## 2.7 สรุปทฤษฎีและการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 นี้มีจุดที่น่าสนใจ หลายอย่างคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Intel ซึ่งเป็นผู้ผลิต Chip IC ไมโครคอนโทรลเลอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์รายใหญ่รายหนึ่งของโลก และยังเป็นที่ยอมรับกันมานาน จึงมีความเชื่อถือและไว้วางใจ

2. มีการพัฒนาตามลำดับดังนี้

8080 ---> 8085 ---> 8048 ---> 8051 ---> 8089

8086 ---> 80186 ---> 80286 ---> 80386 ---> 80486 ---> Pentium

3. สามารถประยุกต์ใช้งานได้ง่าย และยังมีข้อมูลพร้อมทั้งตัวอย่างใน การประยุกต์ใช้งานมาก

4. มีเครื่องมือช่วยในการพัฒนาระบบ ที่ง่ายและไม่ซับซ้อน

5. มีประสิทธิภาพที่เหมาะสม ในการพัฒนาเพื่อควบคุม ระบบขนาดเล็กและ ขนาดกลาง เช่น การควบคุมไฟวิ่งโฆษณา, การควบคุม Stepping Motor ฯลฯ

ทฤษฎีและการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ที่ ได้กล่าว มาทั้ง หมดนี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ถ้าท่านใดสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมได้ตามชื่อหนังสืออ้างอิงท้ายเล่ม

## 2.8 หลักการทำงานและทฤษฎีเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์

ในการควบคุมระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งการโทรศัพท์ ออกเพื่อแจ้ง เตือนภัยผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์ภายใน (PABX) หรือผ่านโครงข่ายของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เป็นสื่อกลางในการติดต่อสั่งการระหว่างเจ้าของบ้านกับระบบ ดังนั้นระบบที่รับการสั่งงานทางโทรศัพท์จะต้องสามารถติดต่อ และเข้าใจสัญญาณต่างๆจากชุมสายโทรศัพท์ได้ เช่น การยกหู, การวางหู, สัญญาณ Dialling Tone สัญญาณเรียก สัญญาณ Ringing Tone เป็นต้น

### 2.8.1 หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์

1. ชุมสายโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้อง การใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูเครื่องโทรศัพท์ขึ้น
2. ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Dialling tone มาบอกผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์
3. เครื่องโทรศัพท์จะทำการส่งรหัสหมายเลขที่ ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยไปยังชุมสายโทรศัพท์
4. ชุมสายโทรศัพท์จะทำการต่อวงจรสนทนา ให้กับผู้เรียกไปยังผู้ถูกเรียก และส่งสัญญาณไปบอก ผู้เรียกคืนทางว่า หมายเลข ที่ต้องการติดต่อ ด้วยว่างหรือไม่ว่าง ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณ Ringing Back Tone ความถี่ 440 เฮิร์ตซ์ กับ 480 เฮิร์ตซ์ ที่มีออดเลตรวมกันจะดัง 1 วินาที เงียบ 5

วินาที สลับกันไปแต่ถ้าหมายเลขที่ ต้องการจะติดต่อไม่ว่าก็จะส่งสัญญาณที่ความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกัน โดยจะดัง 1 วินาที เงียบ 1 วินาทีสลับกัน

5. เมื่อวางหูเครื่องโทรศัพท์ จะส่งสัญญาณ ไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อบอกให้ชุมสายโทรศัพท์ทราบ ว่าสิ้นสุด การติดต่อและให้ชุมสายโทรศัพท์ตัดวงจรสนทนาระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

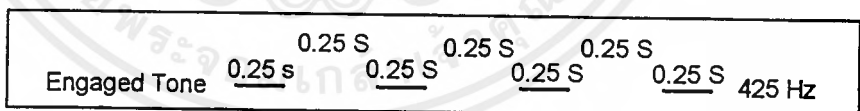
### 2.8.2 สัญญาณต่างๆที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

- สัญญาณ Dialling Tone



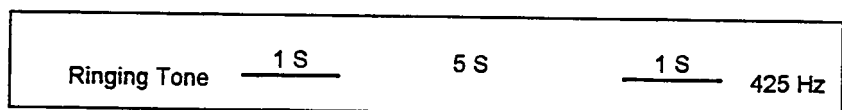
เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าขณะนี้ทางชุมสายพร้อมที่จะรับรหัสการกด หมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการกดหมายเลขได้สัญญาณนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 เฮิรตซ์ จะได้ยินเสียง สัญญาณนี้ เมื่อทำการยกหูเครื่องโทรศัพท์

- สัญญาณ Engaged Tone หรือ Busy Tone



เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าหมายเลขปลายทางจะได้ยินสัญญาณนี้ หลังจากทำการกดหมายเลขไปแล้วสัญญาณนี้จะ เป็นสัญญาณที่เป็นช่วงๆ ความถี่ 425 เฮิรตซ์ ดัง 0.25 วินาที เงียบ 0.25 วินาที

- สัญญาณ Ringing Tone





เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากกดหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่า การต่อได้  
 กระทำเสร็จขณะนั้นผู้สายได้ส่งสัญญาณเรียก Ringing Signal ไปยังผู้เรียก ความถี่ 425 เฮิรตซ์ โดย  
 จะดัง 1 วินาที เงียบ 5 วินาที

- สัญญาณ Congestion Tone

Congestion Tone	<u>0.25 S</u>	0.75 S	<u>0.25 S</u>	0.75 S	<u>0.25 S</u>	425 Hz
-----------------	---------------	--------	---------------	--------	---------------	--------

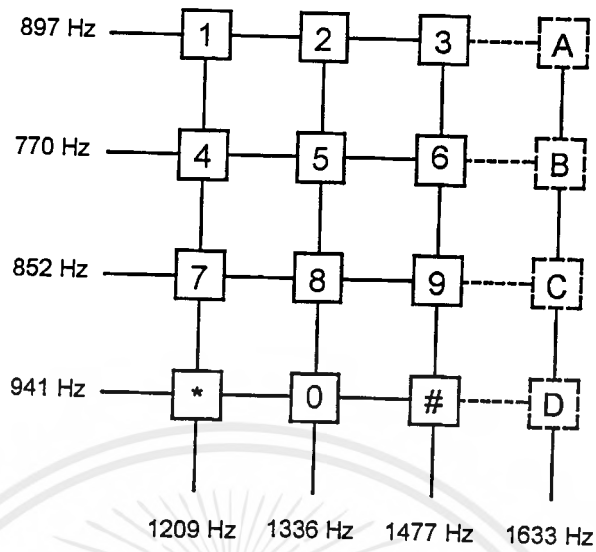
เป็นสัญญาณ ที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์บางตัว ไม่เพียงพอกับการให้บริการ หรือมี  
 Block เนื่องจากเหตุเสียบ

- สัญญาณอื่นๆ

เป็นสัญญาณพิเศษ ในกรณีที่ปลายทาง ไม่ต้องการรับโทรศัพท์คือ Special Information  
 tone

2.8.3 โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (Push button)

สัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้เรียก ถูกส่งในรูปของสัญญาณ 2 ความถี่ หรือเรียกว่า DTMF  
 (Dual Tone Multi Frequency) ซึ่งให้ข้อดีในแง่ลดเวลาในการ ในการส่งหมายเลขลงเฉลี่ย  
 แล้วจะเหลือเพียง 0.7 วินาที/เลขหมาย ความผิดพลาดมีโอกาสน้อยมาก เพราะมีการตรวจสอบ  
 ความถี่ 2 ชุด พร้อมๆกันนอกจากนั้นยังสามารถ ให้จำนวนโค้ดได้มากเช่นเพิ่มโค้ด \* (star) และ  
 # (Square) ซึ่งใช้ในการ บริการพิเศษต่างๆ เช่น บริการเลขหมายย่อ , ความถี่ที่กำเนิดแบ่งออก  
 เป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มความถี่สูงตั้งแต่ความถี่ 1205 เฮิรตซ์เป็นต้นไป และกลุ่มความถี่ต่ำตั้งแต่ 942  
 เฮิรตซ์ ลงมา ดังแสดงในรูปที่ 2.15 เมื่อปุ่ม ความถี่ 2 ความถี่จากกลุ่มความถี่สูงและ กลุ่มความ  
 ถี่ต่ำจะถูกส่งออกไปในสาย ค่าของความถี่ทั้งสองจะขึ้นอยู่กับปุ่มที่กดตามรูปที่ 2.15 , 2.2.16 ,  
 2.17 เช่นเมื่อทำการกดปุ่มหมายเลข 5 ความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ ถูกส่งออกไป  
 พร้อมๆกัน



รูปที่ 2.15 Tone Table

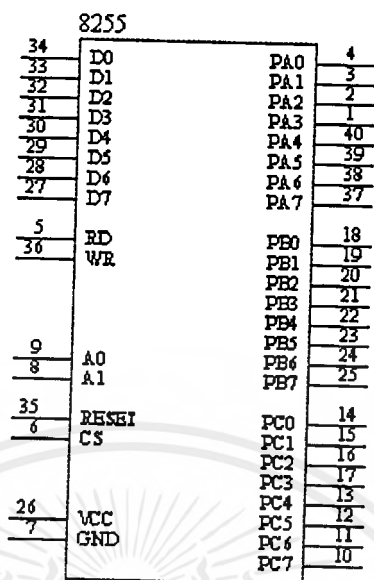
Hz	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
825	7	8	9
941	*	0	#

รูปที่ 2.16 ตารางความถี่ DTMF กับปุ่มที่กด

Frequency Hz		
Button	Group 1	Group 2
1	697	1209
2	697	1336
3	697	1477

รูปที่ 2.17(a) ความถี่ DTMF กับปุ่มที่กด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงการจัดเรียงขาต่างๆ ของ 8255

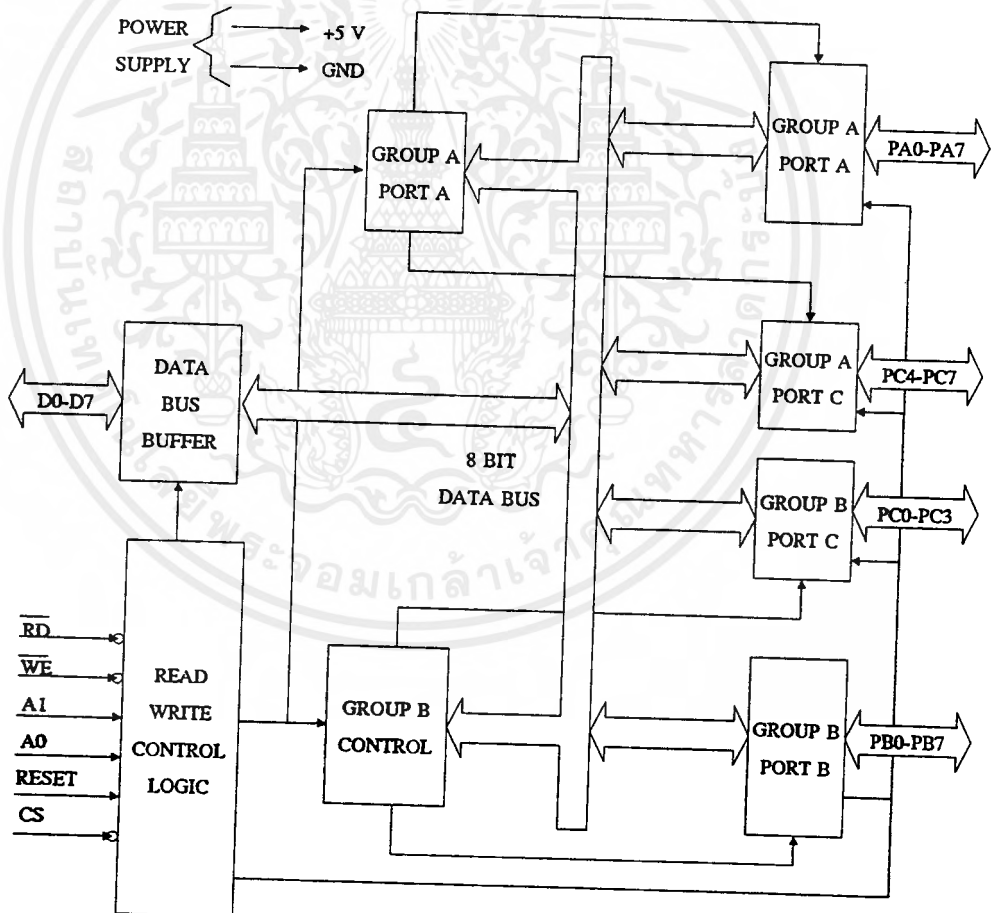
รายละเอียดของขาที่มีดังนี้

- D0-D7 - เป็นขาที่ทั้งข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต ต้องผ่านเข้าออก จะต่อเข้ากับบัสนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถอ่านเขียนข้อมูลจากพอร์ตเหล่านี้ได้
- CS - ขานี้เป็นขาสัญญาณอินพุตที่จะรับสัญญาณภายนอกเพื่อเลือกชิพ 8255 เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้
- RD - เป็นสัญญาณอินพุต ที่ต้องส่งมาจากชิพยู เมื่อสัญญาณ ที่ขานี้เป็น 0 และสัญญาณที่ CS เป็น 0 ด้วย 8255 จะให้ชิพยู อ่านข้อมูลจากบัสน ในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุต
- WR - เป็นสัญญาณการเขียน จะแอกทีฟเมื่อสัญญาณ WR และสัญญาณ CS เป็น 0 สัญญาณนี้จะมาจาก ชิพยูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงพอร์ตที่กำหนด
- A0-A1 - ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกมาเป็น 4 รหัสเพื่อกำหนดครีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของพอร์ต 8255
- RESET - เป็นสัญญาณที่ส่งมาจากภายนอกเข้ามาทำการรีเซ็ตสถานะต่างๆ ของ 8255
- PA0-PA7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1
- PB0-PB7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต B การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1

PC0-PC7 - เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต C การเลือกพอร์ตเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส A0-A1

### 2.9.2 โครงสร้างภายใน 8255

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (LARGE SCALE INTEGRATED CIRCUIT) บรรจุอยู่ในแพ็คเกจขนาด 40 ขา แบบDIP(DUAL-IN-LINE PACKAGE) คุณสมบัติเบื้องต้นของการนำ 8255 มาใช้งานคือเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ต โดยมีพอร์ตขนาด 8 บิตที่สามารถสั่งให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้จำนวน 3 พอร์ต รูปที่ 2-18 แสดงโครงสร้างภายในของ 8255 ซึ่งหน้าที่ การทำงานแต่ละบล็อกมีดังนี้



รูปที่ 2.18 โครงสร้างภายในของ 8255

บล็อคลูกกลุ่มแรก ได้แก่ บล็อคลูกส่วนที่อยู่ขวามือของรูปซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยมีขา PA0-PA7, PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นอินพุต เอาต์พุต 3 พอร์ต ได้แก่ พอร์ต A(PA) พอร์ต B(PB) และพอร์ต C(PC) พอร์ตเหล่านี้แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตแล้วแต่ผู้ใช้จะกำหนด แต่บล็อคลูกจะมีสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อคลูกกลุ่มถัดมา ได้แก่ Group A Control และ Group B Control ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั้ง 3 พอร์ต (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้จากการโปรแกรม โดยส่งคำสั่งควบคุม ) ให้กับ 8255 ในพอร์ตนี้ประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ต ได้แก่ Group A Control กับ Group B Control โดย Group Control จะควบคุมพอร์ต A กับพอร์ต C สี่บิตด้านสูง ส่วน Group B Control จะควบคุมพอร์ต B กับ พอร์ต C สี่บิตด้านต่ำ

บล็อคลูกสุดท้าย ได้แก่ บัฟเฟอร์ของบัสข้อมูล (Data Bus Buffer) และส่วนควบคุมการอ่าน/เขียน (Read/Write Control) ซึ่งบล็อกลูกเหล่านี้จะเป็นส่วนติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานของระบบ

### 2.9.3 การควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล

จากระบบบัสที่เป็นแบบสองทิศทางจะเห็นได้ว่าการติดต่อระหว่าง 8255 กับซีพียูจะผ่านบัสข้อมูลทั้ง 8 เส้น และถ้ามองจากซีพียูจะเห็นว่า มีพอร์ตอยู่ 4 พอร์ต โดยการอ้างพอร์ตให้ใช้ A0 กับ A1 ประกอบกับสัญญาณ CS ซึ่งทำงานที่ 0

จากตาราง 2-2 เป็นสรุปการอ่านและเขียนของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD เป็น 0 จะเป็นการอ่านค่าจากพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งจาก 3 พอร์ต ซึ่งถูกเลือกด้วย A0 กับ A1 แต่ถ้า A0 กับ A1 เป็น 1 ทั้งคู่ ก็จะเป็นการระบุว่าการติดต่อกับพอร์ตควบคุม ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษสำหรับควบคุมการทำงานของ 8255 ซึ่งรีจิสเตอร์นี้ซีพียูสามารถเขียนค่าลงไปได้แต่ไม่สามารถอ่านค่าได้ เมื่อ 8255 ไม่ได้ถูกติดต่อกับ (CS = 1 หรือ RD และ WR = 1) บัสของ 8255 ที่ติดต่อกับซีพียูจะอยู่ในสถานะ High Impedance ซึ่งจะเป็นการแยกตัวออกจากระบบเพื่อให้ซีพียูติดต่อกับระบบอื่นๆ

A1	A0	RD	WR	CS	
					Input operation (READ)
0	0	0	1	0	Port A-->Data Bus
0	1	0	1	0	Port B-->Data Bus
1	0	0	1	0	Port C --> Data Bus
					Output operation(WRITE)
0	0	1	0	0	Port A ---> Data Bus
0	1	1	0	0	Port B ---> Data Bus
1	0	1	0	0	Port C ---> Data Bus
1	1	1	0	0	Control ---> Data Bus
					Disable Function
X	X	X	X	1	Data Bus ---> 3-state Illegal condition
1	1	0	1	0	Data Bus ---> 3-state
X	X	1	1	0	
Source:Courtesyof Intel Corporation					

ตาราง 2-2 ตารางแสดงการอ่านเขียนของ 8255

จากตาราง 2-2 เป็นสรุปการอ่านและเขียนของ 8255 เมื่อสัญญาณ RD เป็น 0 จะเป็นการอ่านค่าจากพอร์ตใดพอร์ตหนึ่งจาก 3 พอร์ต ซึ่งถูกเลือกด้วย A0 กับ A1 แต่ถ้า A0 กับ A1 เป็น 1 ทั้งคู่ ก็จะเป็นการระบุนว่าต้องการติดต่อกับพอร์ตควบคุม ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษสำหรับควบคุมการทำงานของ 8255 ซึ่งรีจิสเตอร์นี้ซีพียูสามารถเขียนค่าลงไปได้แต่ไม่สามารถอ่านค่าได้ เมื่อ 8255 ไม่ได้ถูกติดต่อกับ (CS = 1 หรือ RD และ WR = 1) บัสของ 8255 ที่ติดต่อกับซีพียูจะอยู่ในสถานะ High Impedance ซึ่งจะเป็นการแยกตัวออกจากระบบเพื่อให้ซีพียูติดต่อกับระบบอื่นๆ

#### 2.9.4 โหมดการทำงานของ 8255

##### - Mode 0 : Basic I/O

เมื่อ 8255 เชื่อมต่อกับซีพียูจะต้องมีการกำหนดโหมดการทำงาน เป็นโหมด 3 โหมด

หรืออาจจะเพิ่มโหมดบิตเจ็ด/รีเซ็ทก็ได้ สมมุติว่าถ้าเลือกโหมดการทำงานแบบ Nonhandshaking

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือแบบไม่มีเงื่อนไข ในโหมด 0 โหมดนี้มันจะต้องส่งคำสั่งควบคุมหนึ่งเวิร์ดไปยังพอร์ตควบคุม ซึ่งควบคุมโหมดของ 8255

#### - Mode 1 ; Strobed I/O

ใน Mode นี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับการตรวจสอบสัญญาณ handshake และการอินเตอร์รัปต์ของการติดต่อระหว่าง I/O ในโหมดนี้พอร์ต A และ B จะเป็นพอร์ตข้อมูล ส่วนพอร์ต C ถูกใช้สำหรับการสร้างและตรวจสอบสถานะสัญญาณเรียกว่าพอร์ตควบคุม ในโหมดนี้การทำ Data Transfer นี้ซีพียูไม่สามารถแทรกแซงการทำงานของ 8255 ได้

ลักษณะการทำงานของ 8255 ในโหมด 1 จะมีการเลือกกว่าจะให้พอร์ต A B เป็น Input หรือ Output รวม 4 แบบ นอกจากนี้ยังสามารถสั่งให้พอร์ต A ทำงานที่โหมด 1 ขณะที่ พอร์ต B ทำงานที่โหมด 0 ได้อีก

การพอลลิง 8255 ในโหมด 1 โดยการอ่านข้อมูลจากพอร์ต C เป็นการโหลด Status Word ของโหมด 1 มาไว้ที่ Accumulator ซึ่งถ้าพอร์ต A เป็นพอร์ตอินพุต และพอร์ต B เป็นพอร์ตเอาต์พุต ทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าเป็นค่า 0BF หรือ 1BF ได้

PC 6 หรือ 7 (พอร์ต A เป็น Input) หรือ PC 4 หรือ 5 (พอร์ต A เป็น Output) ถ้าไม่ได้อาศัยในการทำ Handshake ก็อาจจะสั่งให้ทำงานเป็น I/O ทั่วไปได้ และอาจจะถูกอ่านเป็นค่าส่วนหนึ่งของสถานะของโหมด 1

ถ้าใช้การทำงานแบบอินเตอร์รัปต์ สัญญาณ INTR จะถูกเช็ทเมื่อ ACK กลายเป็น 1 (Buffer ว่างสำหรับข้อมูลแล้ว) หรือเมื่อ STB กลายเป็น 1 (ที่ I/P Buffer มีข้อมูลแล้ว) INTR อาจถูกเช็ทถ้า INTE ที่สอดคล้องกันได้ถูกเช็ทโดยซีพียู ซึ่งกลายเป็นโหมดบิตเช็ท/รีเช็ทไป

#### - Mode 2 : Strobed Bidirectional I/O

ในโหมด 2 พอร์ต A ของ 8255 จะกลายเป็นพอร์ตรับส่งข้อมูลแบบ สองทิศทางมีการทำงานด้วยวิธี Handshake จากสัญญาณจำนวน 5 สัญญาณ สัญญาณ Handshake เหล่านี้จะมีลักษณะการทำงานคั่นเช่นในโหมด 1 แต่ว่าจะอ้างอิงกับพอร์ต A เท่านั้น การใช้งานในโหมดนี้ได้แก่การส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง

เมื่อพอร์ต A ถูกโปรแกรมเพื่อใหทำงานในโหมด 2 พอร์ต B สามารถทำงานในโหมด 0 หรือ โหมด 1 ถ้าถูกโปรแกรมสำหรับ โหมด 0 PC0-PC2 สามารถถูกโปรแกรมให้เป็น Input หรือ Output ถ้าพอร์ต B เป็นโหมด 1 แล้ว PC0-PC2 จะกลายเป็นสัญญาณ Handshake สำหรับพอร์ตนี้

เมื่อทำการพิจารณาการโปรแกรมโหมดที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้ว 8255 จะมีลักษณะการทำงานอยู่ 4 ลักษณะในโหมด 2 ถ้าเลือกที่จะโปรแกรมพอร์ต A โหมด 2 พอร์ต B เป็น Input โหมด 0 และ PC0-PC2 เป็น Output โหมด 0 โดย Control Word คือ 11XX X010

## 2.10 การใช้งาน LCD MODULE

ปัจจุบัน LCD เป็นที่นิยมใช้กันอย่างมาก สำหรับการแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวง ทั้งในด้านของการกินกระแสต่ำ สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรหรือแสดงผลเป็นรูปภาพฟีกได้ (เฉพาะรุ่น) จะติดปัญหาที่คือในด้านวงจรซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อน และหาอุปกรณ์ได้ค่อนข้างยาก แต่ขณะนี้ผู้ผลิต LCD จะทำรุ่นที่เป็น LCD MODULE ออกมาคือเป็น MODULE ที่มีตัว LCD และวงจรควบคุมมาให้พร้อมแล้วในตัว (เรียกว่า LCM) ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายและสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมรวมทั้งมีจำหน่ายกันอย่างกว้างขวาง และมีราคาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้ทางด้าน ไมโครคอนโทรลเลอร์หันมาใช้แผงแสดงผลด้วย LCD MODULE กันมากขึ้น LCD MODULE มีอยู่มากมายหลายรุ่น และมีคุณสมบัติ แตกต่างกันไปซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ แบบ DOT MATRIX และ GRAPHIC โดยแบบ DOT MATRIX จะแสดงผลเป็นตัวอักษรขนาด 5\*8 DOT และมีจำนวนตัวอักษรและจำนวนบรรทัด แตกต่างกันไปในแต่ละรุ่น ส่วนแบบ GRAPHIC จะสามารถแสดงผล ในแบบ BIT - MAP ก็จะสามารถสร้างเป็นภาพใดๆก็ได้ตามต้องการแนวทางในการใช้งานทั้ง 2 แบบ จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน การใช้งานโดยทั่วไปมักจะใช้แบบ DOT MATRIX มากกว่าเนื่องจากมี ราคาถูก และเพียงพอต่องานส่วนใหญ่ และเราจะกล่าวถึงการใช้งานกับ DOT MATRIX เท่านั้น คุณสมบัติของ DOT MATRIX LCD MODULE สามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัด แตกต่างกันไป
2. ตัวอักษรแสดงด้วย DOT MATRIX ขนาด 5\*8 DOT
3. สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะคือแบบ MEMORY MAP (20 - PIN LCD BUS) และแบบผ่าน 8255 PORT (26-PIN 8255 BUS) โดยกรณี 26 - PIN 8255 BUS จะใช้แผ่น PCB (DMCAD) เป็นตัว ADAPTER ทำให้เป็น 8255 BUS อีกที

4. การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ LCD MODULE เท่านั้นข้อความ ก็จะปรากฏบนแผงแสดงและจะคงค้าง ไว้ตลอด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
5. มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวก มากมาย เช่น CLEAR DISPLAY , HOME CURRSOR , ON OFF CURRSOR , BLINK CHARACTER และอื่นๆอีก
6. สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ และ ตัวเลขได้ 160 ตัว และ สัญลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว
7. กินกระแสต่ำ และมีน้ำหนักเบา รวมทั้งทำงานได้ด้วย ไฟเลี้ยงระบบ 5 V เท่านั้น

### 2.10.1 ขาสัญญาณของ LCD MODULE

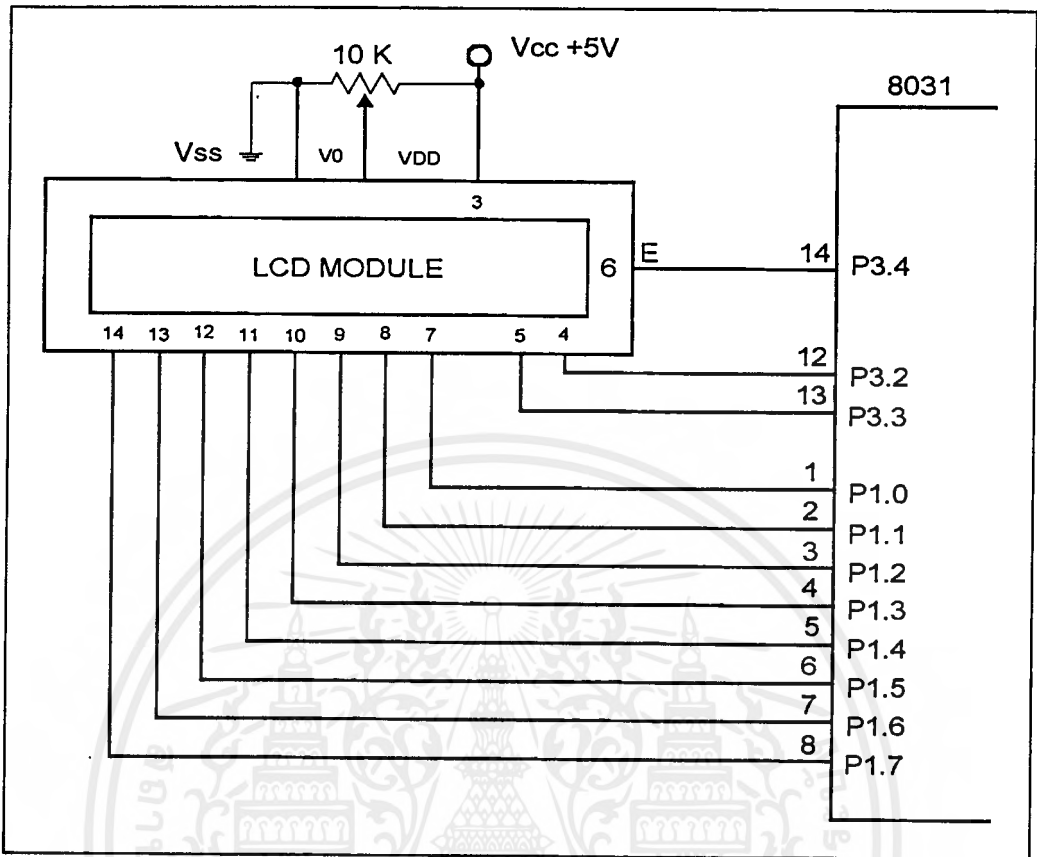
PIN	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	Vss	---	0 V GND
2	Vcc	---	+ 5 V POWER SUPPLY
3	Vee	---	+ V FOR LIQUID CRYTAL DRIVE
4	Rs	H/L	REGISTER SELECT H: DATA INPUT L: INSTRUCTION INPUT
5	R/W	H/L	H: DATA READ L: DATA WRITE
6	E	H	ENABLE SIGNAL (L -> H)
7	DB 0	H/L	DATA BUS BIT 0
8	DB 1	H/L	DATA BUS BIT 1
9	DB 2	H/L	DATA BUS BIT 2
10	DB 3	H/L	DATA BUS BIT 3
11	DB 4	H/L	DATA BUS BIT 4
12	DB 5	H/L	DATA BUS BIT 5
13	DB 6	H/L	DATA BUS BIT 6
14	DB 7	H/L	DATA BUS BIT 7

### 2.10.2 การต่อเข้ากับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

LCD MODULE จะต่อเข้ากับระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 ลักษณะ คือแบบ MEMORY MAP โดยผ่าน LCD BUS ขนาด 20 PIN และแบบ I/O PORT โดยผ่าน 8255 BUS ขนาด 26 PIN ซึ่งทั้งสองแบบนี้จะมีข้อดี และข้อด้อยแตกต่างกันไป โดยแต่ละแบบจะมีหลักการดังนี้

### 2.10.3 การต่อแบบ MEMORY MAP

1. สามารถต่อเข้ากับ CHIP เบอร์ต่างๆไปได้ เช่น 8051 , 8031 หรือ Z80โดยจะทำให้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มองเห็น LCD MODULE ในลักษณะของ MEMORY ได้ทันที
2. ผู้ใช้สามารถเขียน และอ่านข้อมูลจาก LCD MODULE ได้ทำให้มองเสมือนว่าเป็น MEMORY BUFFER ไปในตัวดังแสดงในรูปที่ 2.19
3. เนื่องจากสามารถอ่านข้อมูลกลับได้ จึงทำให้สามารถตรวจสอบที่ค่า FLAG ความพร้อมในขณะที่ LCD MODULE กำลังทำงานได้
4. ใช้ได้กับบอร์ดที่มี LCD BUS มาให้พร้อมเท่านั้น
5. ทำให้กินพื้นที่ของหน่วยความจำไปส่วนหนึ่ง และต้องมีการ DECODE ละเอียดพอ
6. การจัดหาสัญญาณจะต้องเป็นไปตามแบบของ CHIP แต่ละเบอร์ด้วย



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างการอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ LCM

#### 2.10.4 การต่อแบบ I/O PORT

ของ LCD MODULE ดังแสดงในรูปที่ 2.201. สามารถต่อเข้ากับ I/O PORT ใดๆ ก็ได้ โดยใช้สายสัญญาณ จำนวน 11 เส้นและใช้โปรแกรมเป็นตัว สร้างสัญญาณขึ้นมาให้ตรงกับข้อกำหนด

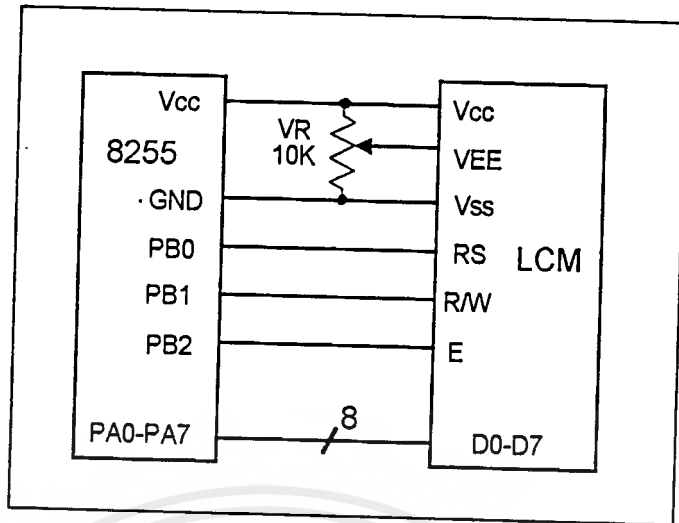
2. ผู้ใช้จะเขียน ข้อมูลให้ LCD MODULE ได้อย่างเดียวซึ่ง ผู้ใช้ควรจะกำหนด MEMORY ส่วนหนึ่งให้เป็นเสมือน BUFFER ให้กับ LCD MODULE อีกที

3. เนื่องจาก ไม่สามารถ อ่านข้อมูล กลับได้ จึงต้องใช้การหน่วงเวลา ของระบบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เองเพื่อรอให้ LCD MODULE กระทำขบวนการต่างๆ

4. ใช้ได้กับบอร์ดทุกๆ ไปที่มี PORT

5. ไม่เปลืองส่วนของ MEMORY ในการใช้งาน

6. การจัดหาสัญญาณทำได้ง่าย



รูปที่ 2.20 แสดงการต่อ I/O PORT เข้ากับ LCM

2.10.5 ชุดคำสั่งควบคุมและการแสดงข้อความ

INSTRUCTION	R S	R W	DATA BIT								EXE. TIME ( )	
			7	6	5	4	3	2	1	0		
CLEAR DISPLAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1640
CURRSOR AT HOME	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	1640
ENTER MODE SET	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40
DISPLAY ON/OFF	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40
DISPLAY SHIFT	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*		40
FUNCTION SET	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*		40
SET CGRAM ADD	0	0	0	1	CGRAM ADDRESS						40	
SET DDRAM ADD	0	0	1	DDRAM ADDRESS						40		
BUSY , ADD. READ	0	1		ADDRESS						0		
			BF									
CGRAM , DDRAM WR	1	0	WRITE DATA						40			
CGRAM , DDRAM RD	1	1	READ DATA						40			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.6 ความเข้าใจพื้นฐาน

1. การเขียนข้อมูล ให้กับ LCD MODULE จะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ INSTRUCTION และ DATA โดยจะกำหนดด้วยขาสัญญาณ RS คือถ้า  $RS = 0$  จะหมายถึงส่งสัญญาณควบคุม (INSTRUCTION) หรืออ่านค่า FLAG สภาพการทำงานของ LCD MODULE และถ้า  $RS = 1$  จะหมายถึงการเขียนหรืออ่าน DATA กับ LCD MODULE

2. หลักการในการเขียนข้อมูลให้ LCD MODULE นี้ คือเมื่อมีการเขียนข้อมูลไปแล้ว ตัว LCD MODULE จะต้องใช้เวลาในการทำงานชั่วขณะหนึ่ง (ตามค่า EXECUTE TIME ในตาราง) ซึ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถตรวจสอบได้จาก BUSY FLAG (BF) และถ้าเรียบร้อยแล้ว จึงสามารถเขียนข้อมูลอันต่อไปได้ ในกรณีที่การต่อวงจรเป็นแบบ I/O PORT คือไม่สามารถอ่านข้อมูลย้อนกลับได้ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะต้องใช้วิธีการหน่วงเวลาแทน

3. การเขียน ข้อมูลให้กับ LCD MODULE นี้ สามารถทำได้ทั้งแบบ 8 BIT และ 4 BIT โดยกรณี 4 BIT จะใช้สายสัญญาณ DATA เพียง 4 เส้น คือ DB4 - DB7 (ใช้สำหรับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 4 BIT หรือ เพื่อประหยัดสาย) การเขียนข้อมูลจะกระทำเหมือนกับ 8 BIT เพียงแต่ให้เขียน 2 ครั้ง คือ DB4 - DB7 ก่อนแล้วตามด้วย DB0 - DB3 และจะต้องกำหนดคุณสมบัติตามค่า DL ในคำสั่ง FUNCTION SET ด้วย

4. DDRAM (DISPLAY DATA RAM) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD MODULE ที่เป็น BUFFER ของข้อมูล โดยถ้าเขียนรหัส ASCII ใดๆ ลงในหน่วยความจำนี้ ก็จะปรากฏเป็นตัวอักษรที่แสดงผลทันที

5. CGRAM (CHARACTER GENERATOR RAM) คือหน่วยความจำภายในตัว LCD MODULE สำหรับเก็บภาพตัวอักษร ที่ผู้ใช้สามารถสร้างได้เอง ( 8 ตัว ) โดยจะอ้าง ADDRESS ได้ทั้งหมด 65 BYTE คือ 8 ตัวอักษรคูณกับ 8 ROW

### 2.10.7 รายละเอียดของแต่ละคำสั่ง

#### 1. CLEAR DISPLAY

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

สำหรับการ CLEAR DISPLAY โดยจะทำการเขียนตัวอักษร SPACE ลงใน DDRAM ทั้งหมดและกำหนดค่า DDRAM ADDRESS ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง CURRSOR จะกลับไปตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ

## 2. CURRSOR AT HOME

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

สำหรับกำหนดค่า DDRAM ADDRESS ให้เป็น 0 พร้อมทั้ง CURRSOR จะไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายบนสุดของจอภาพ โดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

## 3. ENTER MODE

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

I/D = 0 กำหนดทิศทางของ CURRSOR และ DDRAM ให้เป็นแบบ DECREMENT

I/D = 1 กำหนดทิศทางของ CURRSOR และ DDRAM ให้เป็นแบบ INCREMENT

S = 0 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว CURRSOR จะถูกเลื่อนไปทิศทางตามค่า I/D

S = 1 เมื่อเขียนข้อมูลแล้ว ตัว CURRSOR จะอยู่กับที่ และตัวอักษรจะถูกดันไป

ทิศทางตามค่า I/D

การกำหนด I/D และ S นี้ ให้กำหนดก่อน การเขียนข้อมูลใน DDRAM และเมื่อกำหนดแล้ว จะต้องไม่ใช่คำสั่ง CLEAR DISPLAY อีก

## 4. DISPLAY ON/OFF

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

- D = 0 กำหนดให้ OFF DISPLAY  
 D = 1 กำหนดให้ ON DISPLAY  
 C = 0 กำหนดให้ OFF CURRSOR  
 C = 1 กำหนดให้ ON CURRSOR โดย CURRSOR จะเป็นเส้นขีดได้ตัวอักษร  
 B = 0 กำหนดให้ไม่มีการกระพริบที่ตำแหน่ง CURRSOR  
 B = 1 กำหนดให้มีการกระพริบที่ตำแหน่ง CURRSOR (กระพริบเป็นรูปสี่เหลี่ยม)

#### 5. DISPLAY SHIFT

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

S/C = 0 กำหนดให้เลื่อน CURRSOR ตามทิศทาง R/L ไป 1 ตำแหน่ง

S/C = 1 กำหนดให้เลื่อนข้อความบนแผงแสดงตามทิศทาง R/L ไป 1 COLUMN (เลื่อนทุกบรรทัด)

R/L = 0 กำหนดให้ทิศทางไปทางซ้าย

R/L = 1 กำหนดให้ทิศทางไปทางขวา

#### 6. FUNCTION SET

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL = 0 กำหนดให้การติดต่อกับ LCD MODULE เป็นแบบ 4 BIT

DL = 1 กำหนดให้การติดต่อกับ LCD MODULE เป็นแบบ 8 BIT สังเกตว่า การกำหนดค่า DL นี้ สามารถกระทำได้ที่ DB4 - DB7 ซึ่งถ้ามีการกำหนดให้เป็นแบบ 4 BIT ตั้งแต่ครั้งแรก หลังจากจ่ายไฟเลี้ยงก็จะทำให้ LCD MODULE มีการรับข้อมูลแบบ 4 BIT ทันที

N = 0 จำนวนบรรทัดแบบ 1/8 DUTY และ 1/11 DUTY

N = 1 กำหนดจำนวนบรรทัดแบบ 1/16 DUTY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- F = 0 กำหนดให้ตัวอักษรแบบ 5\*7 DOTS  
 F = 1 กำหนดให้ตัวอักษรเป็นแบบ 5\*10 DOTS (กรณีที่มี LCD MODULE เป็นแบบ 5\*7 อยู่แล้วก็จะไม่มีผลอะไร )

#### 7. SET CGRAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	CGRAM ADDRESS					

สำหรับการกำหนด ADDRESS ของ CGRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้ว การอ่านและเขียน DATA ที่ต่อจากนี้จะเป็นไปตาม ADDRESS ที่กำหนดทันที

#### 8. SET DDRAM ADDRESS

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	DDRAM ADDRESS						

สำหรับการกำหนด ADDRESS ของ DDRAM เมื่อได้ทำการกำหนดไว้แล้วการอ่านและเขียน DATA ที่ต่อจากนี้ จะเป็นไปตาม ADDRESS ที่กำหนดทันที ตำแหน่งของ ADDRESS ในแต่ละรุ่นจะมีค่าแตกต่างกันบ้าง เพราะจำนวนอักษรต่อบรรทัดไม่เท่ากันซึ่งแสดงดังภาพต่อในโครงการนี้ใช้รุ่น DMC164 มีขนาด 16 \* 4 9 ตัวอักษร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
40	4	42	43	44	5	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F

9. BUSY FLAG AND ADDRESS READ

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	ADDRESS						

สำหรับการอ่านค่า BF (BUSY FLAG) ซึ่งบอกถึงความพร้อมของ LCD MODULE ในการรับข้อมูล ถ้า BF = 0 หมายถึงว่าพร้อมที่จะรับ ข้อมูลต่อไปได้ แต่ถ้า BF = 1 หมายถึงว่ายังไม่พร้อม นอกจากนี้ยังเป็นการอ่านค่า ADDRESS ของ CGRAM หรือ DDRAM ด้วย

2.10.8 การอ่านและการเขียนข้อมูลกับ DDRAM / CGRAM

1. WRITE DATA TO DDRAM OR CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	DATA							

สำหรับการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว ADDRESS จะถูกเพิ่มหรือลด โดยอัตโนมัติตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง ENTRY MODE SET และการเขียนจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่า ก่อนหน้าคำสั่ง มีการกำหนด ADDRESS ที่ใด

2. READ DATA FROM DDRAM OR CGRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	DATA							

สำหรับ การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ DDRAM หรือ CGRAM โดยเมื่อทำการเขียนแล้ว ADDRESS จะถูกเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติ ตามที่กำหนดจากค่า I/D ในคำสั่ง ENTRY MODE SET และการอ่านจะเป็น DDRAM หรือ CGRAM ก็ขึ้นกับว่าก่อนหน้า คำสั่งนี้ มีการกำหนด ADDRESS ที่ใด

### 2.10.9 แนวทางการเขียนโปรแกรมควบคุม

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ LCD MODULE ครั้งแรก ภายในจะมีการ RESET ระบบ โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะใช้เวลา 10 ms หลังจากระดับแรงดันขึ้นถึง 4.5 V แล้วทั้งนี้ระบบ RESET ดังกล่าวจะกระทำสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

- ทำการ CLEAR จอภาพทั้งหมด (CLEAR DISPLAY)
- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง FUNCTION SET คือ DL = 1 (ติดต่อกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในแบบ 8 BIT) , N = 0 (แสดงข้อมูล 1 บรรทัด) , F = 0 (กำหนดตัวอักษรแบบ 5\*7 DOTS

- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง DISPLAY ON/OFF คือ D = 0 (ไม่แสดงข้อมูล) , C = 0 (CURSOR OFF) , B = 0 (BLINK OFF)

- กำหนดคุณสมบัติด้วยคำสั่ง ENTRY MODE SET คือ I/D = 1 (INCREMENT) , S = 0 (NO SHIFT) การใช้งาน LCD MODULE ต้องรอให้ขบวนการ RESET ภายในทำงานเรียบร้อยก่อนซึ่งจะตรวจสอบได้ด้วย BF (BUSY FLAG) หรืออาจจะใช้การหน่วงเวลาก็ได้

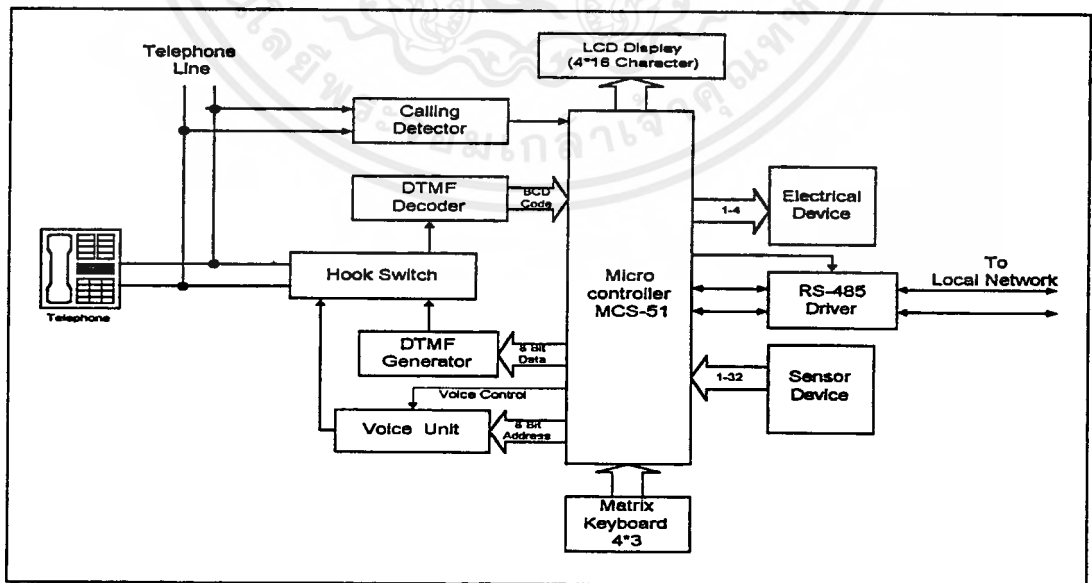
2. การใช้งาน LCD MODULE จะเกี่ยวข้องกับทางด้าน โปรแกรมเป็นส่วนใหญ่ชุดคำสั่งต่างๆ รวมทั้ง การอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้น จะถูกกำหนดด้วย ขาสัญญาณทั้งหมดที่มีอยู่ปกติ โปรแกรมจะต้องกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ที่ต้องการไว้ที่ส่วนต้น และจากนั้นก็จะเป็นการอ่านและเขียนข้อมูลลงใน DDRAM ซึ่งก็คือข้อความที่จะให้แสดงนั่นเอง

### บทที่ 3

## ระบบเตือนภัยภายในบ้าน

ระบบเตือนภัยภายในบ้านนั้น ได้นำแนวคิดระบบเดิมจาก โครงการของปีการศึกษา 2539 มาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพการทำงานดียิ่งขึ้น สำหรับการทำงานของระบบเดิมนั้นได้ใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของบริษัท Intel เบอร์ 8031 ทำหน้าที่เป็นส่วนกลางการควบคุมและประมวลผลการทำงานทั้งหมดของระบบติดต่อตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ที่มีเอาต์พุตแบบ Digital โดยออกแบบไว้ให้สามารถติดต่อได้สูงสุด 32 จุด และควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านวงจร Solid State Relay ที่สามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แรงดัน 220 โวลต์ 10 แอมป์ได้ 4 จุดสำหรับอุปกรณ์ส่วนประกอบของระบบนั้นประกอบด้วย Keyboard ขนาด 4\*3 คีย์, LCD display Module ขนาด 4 บรรทัดๆ ละ 16 ตัวอักษร ซึ่งเป็น ชุดโมดูล โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการแสดงผลอีกชั้นหนึ่งต่างหาก, Memory สำหรับเก็บโปรแกรมและเก็บข้อมูลขนาด 32 กิโลไบต์ และ I/O Port (8255) จำนวน 72 bit

ส่วนวงจรสำหรับการติดต่อกับระบบโทรศัพท์ นั้นประกอบด้วย วงจร Hooking ซึ่งมีด้วยกัน 3 ชุดทำหน้าที่ต่อวงจรโทรศัพท์กับวงจร DTMF Generator , DTMF Decoder , และวงจรบันทึกเสียงระบบดิจิทัล ตามลำดับ โดยมีโครงสร้างของระบบตามไดอะแกรม รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบเดิม

จากการทดสอบการใช้งานโดยการนำเสนอผลงานในงานลาดกระบังนิทรรศน์ ประจำปี 2539 พบว่ายังขาดคุณสมบัติบางประการคือ

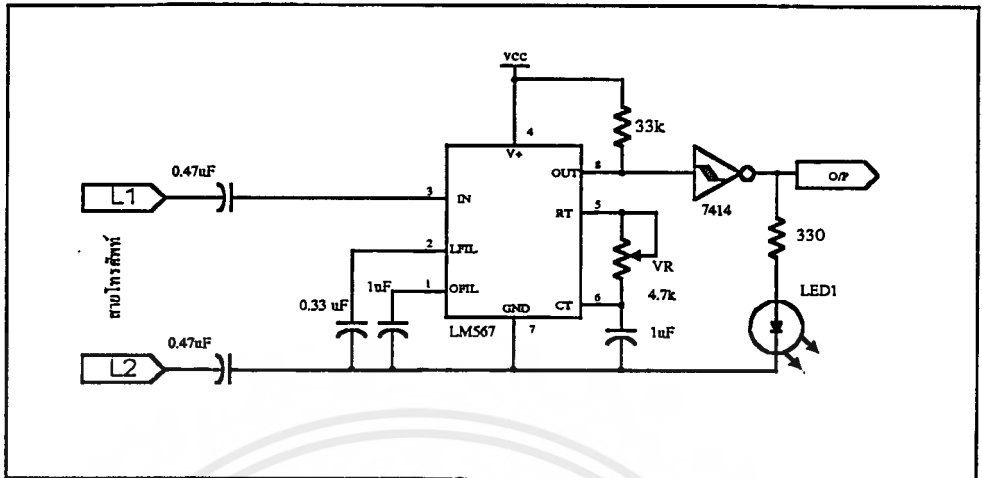
3.1.1 การติดต่อแจ้งเตือนผ่านทางโทรศัพท์นั้น ในกรณีติดต่อผ่านชุมสายภายใน (PABX) ไปยังชุมสายภายนอก เพื่อส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังเครื่องวิทยุติดตามตัว (Pager) ระบบอัตโนมัติ นั้นยังไม่มีความแน่นอนนัก เพราะใช้วิธีการตั้งเวลาหลังจากยกหูและส่งหมายเลขออกไปแล้วและเมื่อครบเวลาที่ได้ตั้งเอาไว้ จะส่งเสียงพูดหรือสัญญาณแจ้งเตือนออกไป โดยไม่สนใจว่าจะมีผู้รับสายปลายทางหรือติดต่อได้หรือไม่ จะเห็นว่าบางครั้งสายโทรศัพท์อาจไม่ว่าง (Dial Tone) หรือสายโทรศัพท์เสีย ทำให้การแจ้งเตือนครั้งนั้นไม่ได้ผล ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวความคิดว่า ควรจะมีวงจรตรวจสอบสัญญาณ Signalling ต่างๆ ของระบบโทรศัพท์

3.1.2 ระบบเสียงพูดที่ใช้สำหรับแจ้งเตือนนั้นยังมีเวลาจำกัดและวิธีการบันทึกเสียงคำพูดที่ใช้สำหรับแจ้งเตือนและยืนยันการทำงานตามหน้าที่ต่างๆ ผ่านทางสายโทรศัพท์นั้น ใช้วิธีการถอดชีพไอซีที่ทำหน้าที่บันทึกเสียงออกมาโปรแกรมภายนอกตัวเครื่อง ซึ่งไม่สะดวกในการใช้งานนัก จุดนี้มีแนวคิดว่าควรพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมและเปลี่ยนวงจรบันทึกเสียงใหม่

### 3.2 การพัฒนาระบบติดต่อกับโทรศัพท์

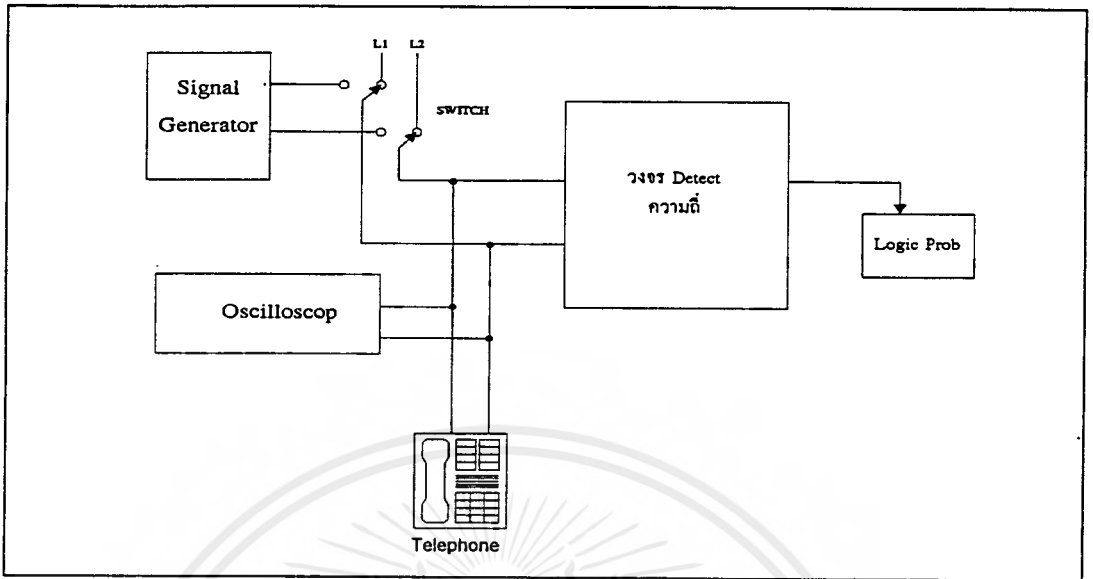
โดยได้เปลี่ยนวิธีการทำงานจากวิธีการเดิมคือ จับเวลาอย่างเดียวนมาเป็น การตรวจสอบสัญญาณ Signalling ต่างๆ ของระบบโทรศัพท์ร่วมด้วย และโครงการนี้จะเน้นพิจารณาเฉพาะชุมสายระบบกดปุ่มหรือ DTMF ( Dual Tone Multi Frequency ) เท่านั้นเพราะปัจจุบันระบบหมุนนั้นมีการใช้งานน้อยมาก

ระบบ DTMF จะใช้ความถี่ของ Tone เสียงแบบต่อเนื่องสองเสียงผสมกันมาและ มีความยาว ของเสียงเป็นจังหวะแตกต่างกันไป ในการแสดงเป็นสัญญาณ Signalling ต่างๆดังนั้นใน ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้ใช้วงจรสำหรับทำหน้าที่ Detect ความถี่ ซึ่งมีด้วยกันหลายแบบ แต่โครงการนี้ได้เลือกใช้ วงจรที่มีหลักการทำงาน แบบเฟสล็อกคูลูป (Phase Lock Loop) เพราะมีเสถียรภาพดี ขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีราคาถูก ดังแสดงตาม รูปที่ 3.2 ใช้ชีพไอซีเบอร์ LM567 เป็นหลักในการทำงาน วงจรสามารถ Detect ความถี่ตั้งแต่ 0.01 ไซกิลถึง 500 กิโลไซกิลการปรับจูนความถี่ในการ Detect นั้นทำได้โดยง่ายเพียงปรับจูนที่ Variable Resister (VR) เพียงตัวเดียวเท่านั้น ส่วน Output ที่เป็นแบบระดับ Logic ซึ่งทำให้สะดวกในการนำไปป้อนให้กับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์



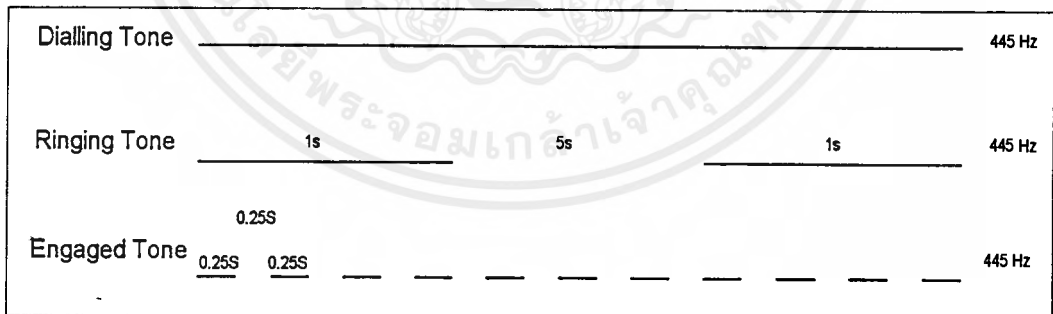
รูปที่ 3.2 วงจร Detect ความถี่สัญญาณ Signalling

จากนั้นได้จัดสร้างเป็นฮาร์ดแวร์และนำไปทดลอง โดยต่อกับสายโทรศัพท์เพื่อตรวจจับความถี่ของ Signalling ในเบื้องต้นจะต่อวงจรฯ ฟังเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ตรงๆ แล้วกดหูโทรศัพท์ ให้ได้สัญญาณ Dial Tone ก่อน จากนั้นจึงปรับจูน ที่ VR (Variable Resister) และพร้อมกันก็ใช้ Oscilloscope จับวัดความถี่ไปด้วย จากการทำงานนี้พบว่ามีความไม่สะดวกเนื่องจากช่วงเวลาที่ชุมสายส่งสัญญาณ Signalling มามีจำกัดมาก ดังนั้นจึงได้ออกแบบวงจรช่วยในการทดสอบ ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะมี Audio Signal Generator และสวิทช์สำหรับตัดต่อเพิ่มเติมเข้ามาทำให้การทำงานสะดวกยิ่งขึ้น เมื่อปรับจูนวงจร Detect ความถี่จนสามารถ Detect ได้แล้ว จะใช้ค่าความถี่ที่อ่านได้จาก Oscilloscope มาตั้งปรับที่ Signal Generator แล้วป้อนให้กับวงจรฯ อีกครั้งเพื่อหาค่าของความแรงของสัญญาณต่ำสุดที่วงจรยังคงทำงานได้และ จะใช้เป็นค่าอ้างอิงสำหรับการ Coupling

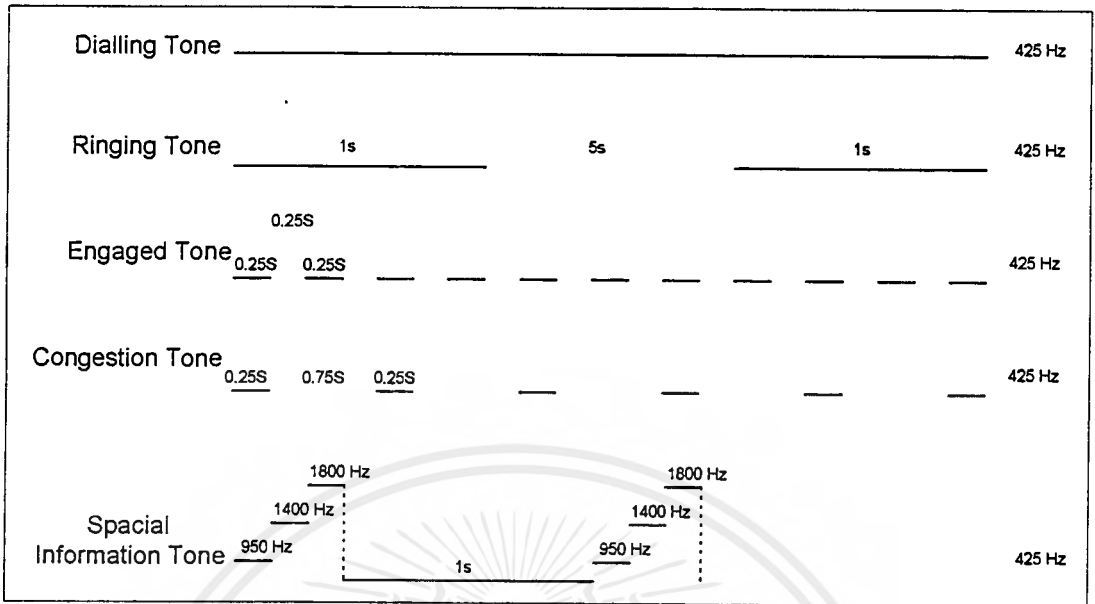


รูปที่ 3.3 การวัดและทดสอบ ความถี่ของ Signalling

จากการวัดทดสอบดังกล่าว สัญญาณ Output ขาที่ 8 ของไอซี LM567 จะเปลี่ยนจาก Logic “1” เป็น Logic “0” เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณได้และได้ ข้อมูลออกมาในรูปแบบของ ไดอะแกรมเวลา (Timing Diagram) และตารางความถี่ของ สัญญาณ Signalling ต่างๆตาม รูปที่ 3.4.1, 3.4.2 และตารางที่ 3.5 ตามลำดับ



รูปที่ 3.4.1 สัญญาณ Signalling Tone ของชุมสายโทรศัพท์ภายใน (PABX)



### รูปที่ 3.4.2 สัญญาณ Signalling Tone ขุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์

**Dialling Tone** : ส่งจากขุมสาย เพื่อให้ A - Subscriber หมุนหรือกดหมายเลขของ B - subscriber

**Ringin Tone** : B - Subscriber ว่าง

**Engaged Tone** : บอกสภาพว่า B - Subscriber ไม่ว่าง

**Congestion Tone** : อุปกรณ์บางตัวไม่เพียงพอกับการให้บริการ หรือมีการ Block เนื่องจากมีเหตุเสีย

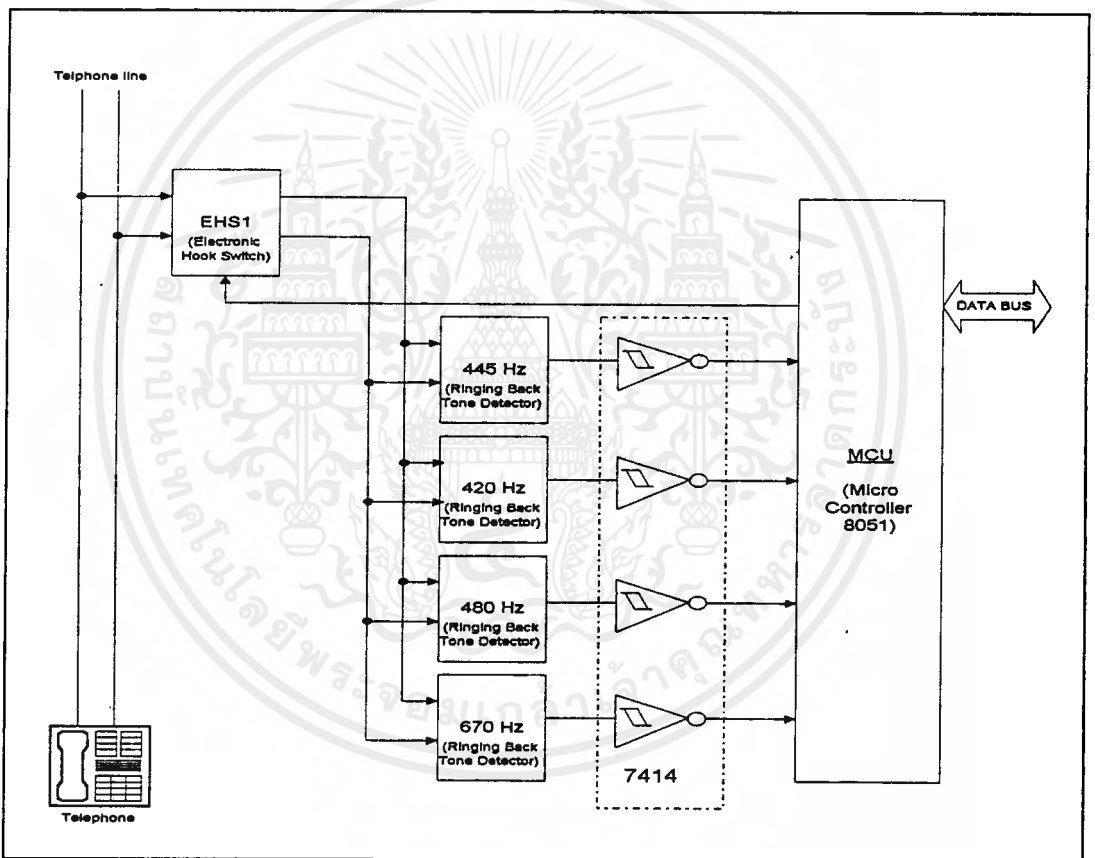
**Spatial Information Tone** : เป็นสัญญาณพิเศษในกรณีที่ B ไม่ต้องการรับสาย

ชื่อสัญญาณ	ขุมสายภายใน (PABX)	ขุมสายภายนอก
ว่าง	445 Hz	420 Hz
ไม่ว่าง	445 Hz	670 Hz
เรียกปลายทาง	445 Hz	480 Hz

### ตารางที่ 3.5 ความถี่ของสัญญาณ Signalling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

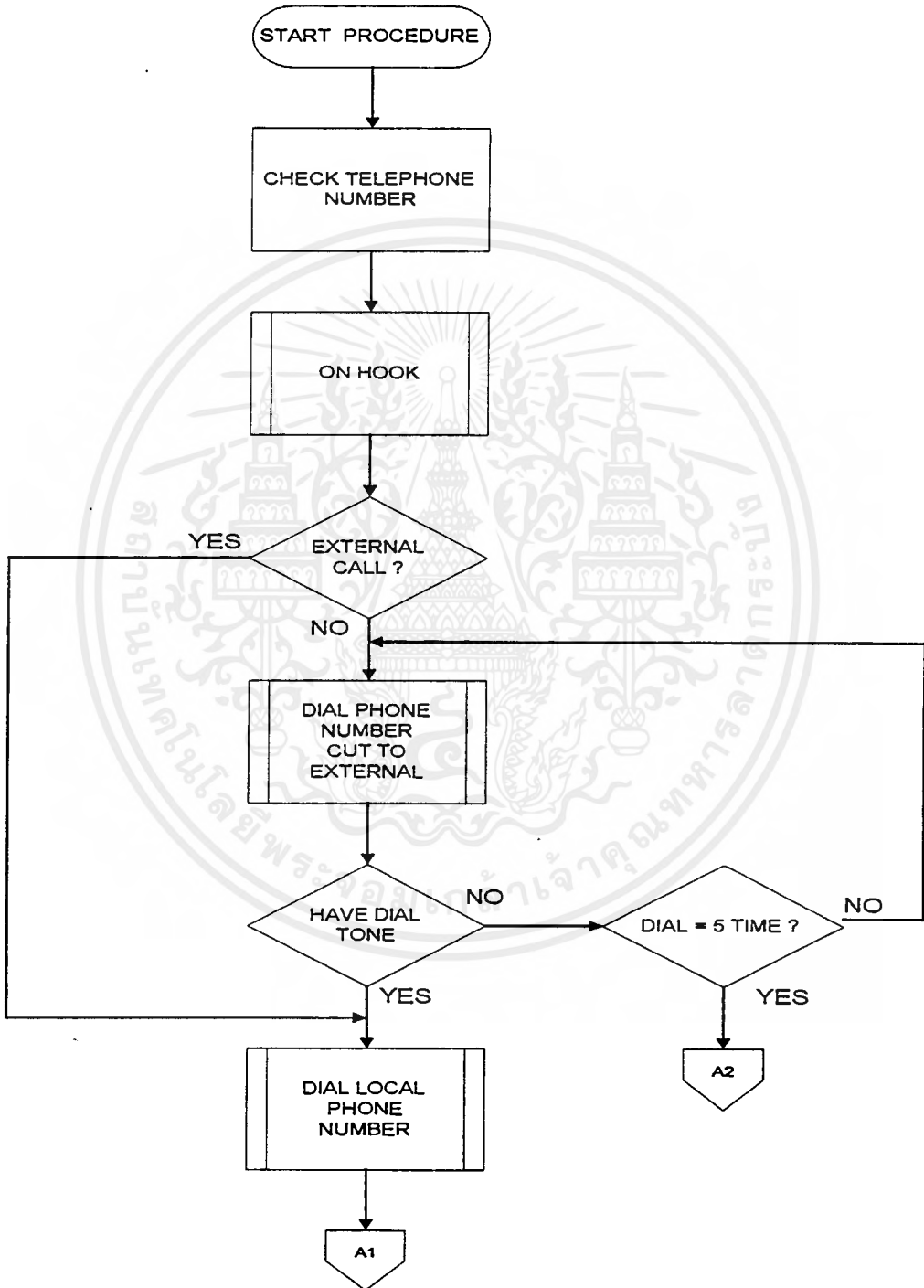
จากข้อมูลที่ได้เมื่อพิจารณาถึงความถี่ของ Signalling แล้วพบว่าชุมสายภายใน (PABX) นั้นใช้ความถี่กับสัญญาณต่างๆ เพียงความถี่เดียวเท่านั้น แต่ชุมสายภายนอก หรือชุมสายขององค์การโทรศัพท์ นั้นใช้ด้วยกันหลายความถี่ และจากความจำเป็นในการใช้งานสำหรับระบบเตือนภัยนี้มีเพียง 3 ความถี่สัญญาณคือ สัญญาณว่าง (Dial Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ringing Back Tone) และ สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เนื่องจากมีระยะเวลาจำกัดดังนั้นการพัฒนาจึง ได้เลือกใช้วิธีเพิ่มวงจรทาง Hardware โดยได้เพิ่มวงจร Detect ความถี่ขึ้นมาอีก 3 ชุดรวมเป็น ทั้งหมด 4 ชุด และออกแบบเชื่อมต่อเข้ากับระบบเดิม ดังแสดงตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การเพิ่มวงจรตรวจจับ Signalling เข้ากับระบบเดิม

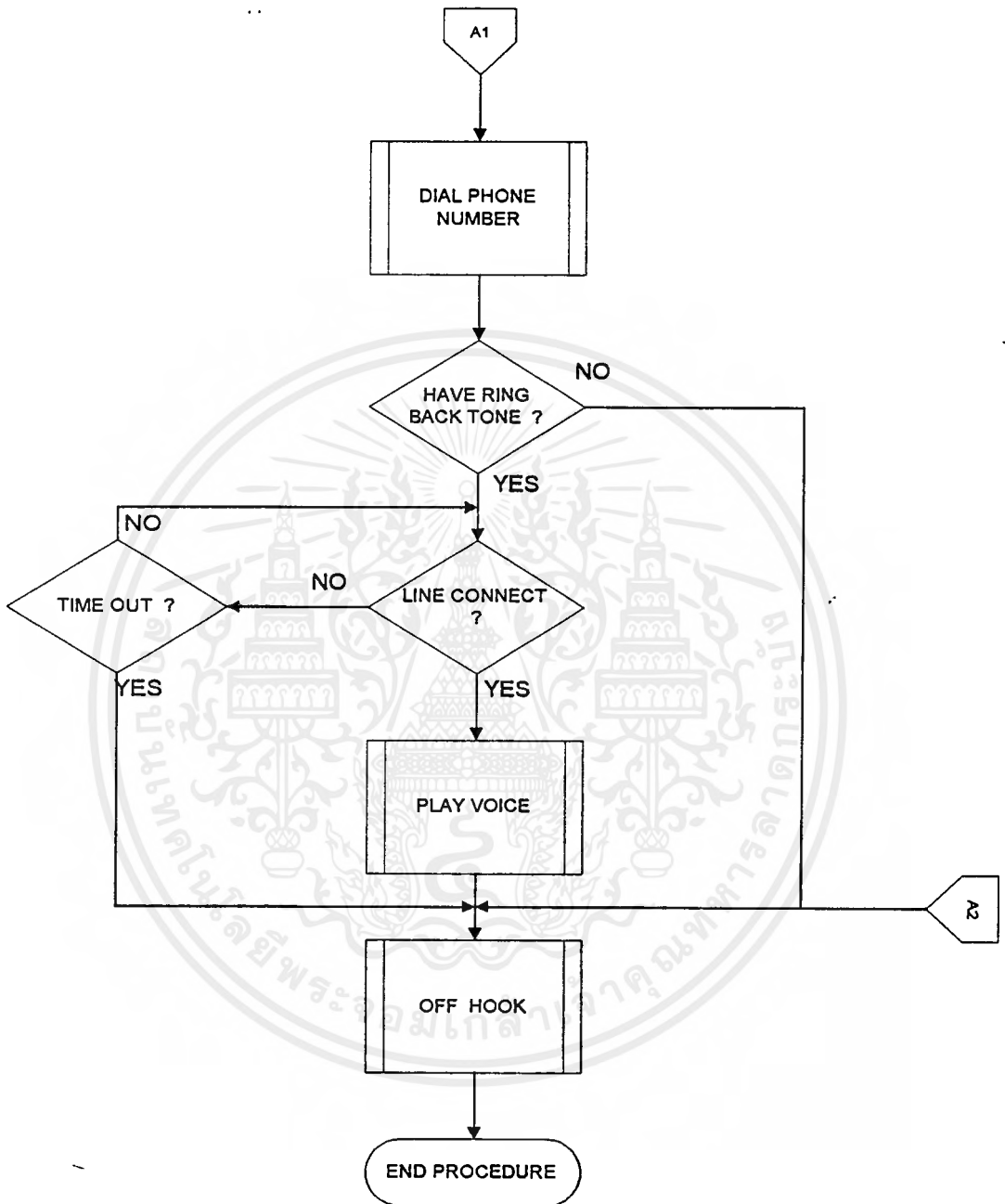
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นได้พัฒนาโปรแกรม (Software) เพิ่มเติมกับโปรแกรมของระบบเดิม โดยมีการทำงานตาม  
 โฟลชาร์ท (Flow Chart) รูปที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ



รูปที่ 3.7 CALLING PROCESS FLOW CHART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 CALLING PROCESS FLOW CHART (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 อธิบายการทำงานตามโฟลชาร์ตรูปที่ 3.7 และ 3.8

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ทำงานโดยให้เอาต์พุตมี Logic “1” และจะถูกตรวจสอบได้โดย MCU ( Microcontroller Unit ) ซึ่งจะทำการวนรอบตรวจสอบเป็นจำนวน 3 รอบๆ ละ 200 milisec ถ้าการตรวจสอบไม่ครบ แสดงว่าเกิดจากสัญญาณรบกวน ก็จะกลับออกไปจากโปรแกรมย่อยและเคลียร์ค่าจำนวนครั้งของการตรวจสอบ แต่ถ้าหากการตรวจสอบครบ 3 ครั้ง แสดงว่าเกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับจริง ไม่ใช่สัญญาณรบกวนจากนั้นก็เริ่มทำงาน โดยกระโดดไปที่โปรแกรมย่อยของการทำงานกับอุปกรณ์ Sensor เริ่มจากการตรวจสอบสถานะของ Sensor อีกครั้งและเก็บค่าสถานะซึ่งค่านี้จะใช้สำหรับเปรียบเทียบ ในการทำงานครั้งต่อไปหลังจากที่โทรแจ้งเดือนไปแล้วจากนั้นจะเรียกโปรแกรมย่อยของการติดต่อกับโทรศัพท์ โดยเริ่มต้นจะตรวจสอบค่าของโหมดการทำงานถ้าเท่ากับ “1” แสดงว่าเป็นการทำงานที่มีชุมสายภายในด้วย ดังนั้นต่อไปจะตรวจสอบหมายเลข Code สำหรับส่งให้ชุมสายภายในต่อผ่านไปยังชุมสายภายนอกก่อนโดยถ้ามีค่าเท่ากับ ##### แสดงว่าไม่มีหมายเลขของโทรศัพท์ หรือไม่มีการตั้งโปรแกรมเอาไว้ก็จะเลื่อนไปตรวจสอบหมายเลขต่อไป ถ้ามีหมายเลข MCU จะทำการยกหู (On Hook) โดยส่ง Logic “1” ไปที่ Port C Bit 2 ของ U8 (8255) ทำให้วงจร Hooking (HDG) ทำงานโดยทรานซิสเตอร์ Q8,Q7 จะนำกระแสตามลำดับ เป็นผลให้วงจรมีอิมพีแดนซ์ต่ำ ทำให้ชุมสายรับทราบว่ามี การยกหู ก็จะส่งสัญญาณ Dial ตอบกลับมาและขณะนี้วงจร Detect สัญญาณ Signalling ทั้ง 4 ชุดจะ เริ่มทำงาน โดยชุดที่ 1 ซึ่งปรับจูนให้รับความถี่ Dial ของชุมสายภายในเอาไว้ จะให้ Output ขา 8 เป็น Logic “0” แล้วส่งผ่าน NOT gate ซึ่งเป็นแบบ Schmitttrigger เพื่อให้สัญญาณ เป็นระดับของ Logic Pulse มีระดับ “0”และ “1”ที่แน่นอนยิ่งขึ้นแล้วจึงป้อนให้กับ MCU จะกลับเป็น Logic “1” ต่อไป

เมื่อ MCU ได้รับ Dial Puse แล้วจะทำการส่งชุดหมายเลขให้กับ U12 (TCM5087) ซึ่งทำหน้าที่แปลงข้อมูลขนาด 8 บิตไปเป็นสัญญาณ Dual Tone ของเลขหมายโทรศัพท์แต่ละตัวเลข และขณะนี้แรงดันจากสายโทรศัพท์จะตกคร่อม ขา 6 และขา 1 ของไอซี U12 ประมาณ 8 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันที่ทำงานได้ จากนั้น MCU จะส่งข้อมูลของ Code ไปยัง U12 เพื่อแปลงเป็นสัญญาณ DTMF ครั้งละตัวติดต่อกันไปจนหมดชุดของหมายเลข และเมื่อส่ง ครบแล้วจะตั้งเวลาสำหรับรอรับสัญญาณตอบกลับซึ่งมีสองกรณี คือ Dial Tone จากชุมสาย ภายนอก ในกรณี ที่สายว่าง หรือ Busy Tone ในกรณีที่สายภายนอกเต็ม ถ้าไม่มีสัญญาณ ใดๆ ตอบกลับมาจนครบเวลาที่ตั้งไว้ แล้วก็จะเรียกโปรแกรมย่อยพักสายชั่วคราวให้ว่างหู แล้วรอพักประมาณ 5 วินาที แล้วทำการเรียกใหม่ โดยตั้งให้มีการเรียกซ้ำเอาไว้ 5 ครั้ง

สำหรับกรณีที่มีสัญญาณ Dial Tone จากชุมสายภายนอกปกติและทำการเรียกหมายเลขไป ตามลำดับที่ได้ตั้งเอาไว้ แต่ถ้าหาก มีสัญญาณ Ringing Back Tone โปรแกรมจะส่งการ ควบคุมต่อ ให้กับโปรแกรมรับสาย และตั้งเวลารอรับต่อ และถ้าหากหมดสัญญาณ Ringin Back Tone จะมี 2 กรณี คือ ปลายทางไม่รับสาย ก็จะมี Busy Tone คอบกลับมา โปรแกรมจะตรวจสอบและ สั่งวางสายทันทีและเรียกหมายเลข ลำดับต่อไปหรือปลายทางรับสายปกติ ก็จะส่งการทำงานให้กับ โปรแกรมควบคุมวงจรบันทึกเสียงเพื่อทำการปล่อยเสียงออกทางสายโทรศัพท์ซึ่งรายละเอียด ของวงจรเสียงนี้ จะได้กล่าวถึงในช่วงของการพัฒนาระบบเสียง ต่อไป

สำหรับการติดต่อกับหมายเลขโทรศัพท์ที่เป็นของชุมสายภายในนั้นหลังจากที่ตรวจสอบ โหมดแล้วจะได้ค่า "0" การทำงานจะมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการเรียกออกชุมสายนอก เพียงแต่ ไม่มีการส่งรหัสเพื่อต่อผ่านเท่านั้น

#### 3.4 การพัฒนาระบบเสียง

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพนั้น จะได้พิจารณาถึงวงจรบันทึกเสียงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ แก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นข้างต้น โดยให้มีวิธีการใช้งานที่สะดวกขึ้นเพิ่มขึ้นและ ให้ผู้ใช้งาน สามารถเปลี่ยนแปลงค่าพุดต่างๆ ได้ด้วยตัวเอง จากการติดต่อกับระบบผ่านทาง Keyboard

การต่อเชื่อมวงจรเสียงเข้ากับระบบเดิมนั้น ได้ใช้วิธีติดตั้งแทนระบบเสียงเดิม โดยใช้ I/O Port เดิม แล้วทำการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเข้ากับส่วนเดิม โดยมี Flow Chart การทำงาน ตามรูปที่ 3.10, 3.11, 3.12 และ 3.13 ซึ่งจะแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนย่อยคือ

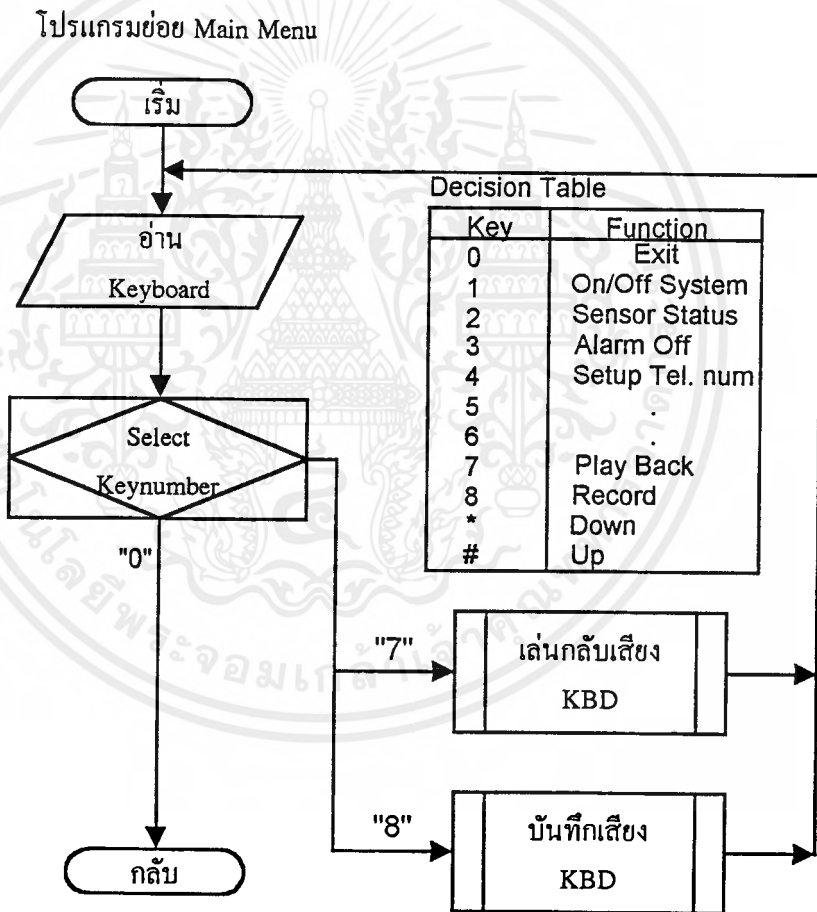
1. ส่วนบันทึกเสียงและเล่นกลับโดยการควบคุมจาก Keyboard ของตัวระบบ
2. ส่วนเล่นกลับเสียงโดยการเลือกตำแหน่งของเสียงที่บันทึกไว้ แล้วนำมาเล่นกลับ ตามย่าน ที่อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ทำงาน
3. ส่วนเล่นกลับเสียงโดยการควบคุมจาก เป็นหมายเลขของโทรศัพท์ปลายทางที่เรียก เข้ามา ตรวจสอบ

#### 3.5 อธิบายการทำงานตามโฟลว์ชาร์ทของระบบเสียง

จากโฟลว์ชาร์ท รูปที่ 3.9 เป็นการทำงานของส่วนโปรแกรมย่อย Main Menu เมื่อ ผ่านการ ป้อน Password ถูกต้องแล้วจะเข้ามาทำงานในส่วนนี้และจะวนรอบตรวจสอบการกด Keyboard และตรวจสอบหมายเลขของคีย์ เมื่อมีการกดคีย์เกิดขึ้น ซึ่งโปรแกรม Main Menu นี้จะมีการ ทำงานหลายฟังก์ชันแต่จะขอกกล่าวถึงเฉพาะ ฟังก์ชันการเล่นกลับ และการบันทึกเสียงเท่านั้น ซึ่งเป็นส่วนที่ได้พัฒนาเพิ่มเติมโดยคีย์หมายเลข 7 และ 8 ตามลำดับ เมื่อคีย์หมายเลข 7 ถูกกด

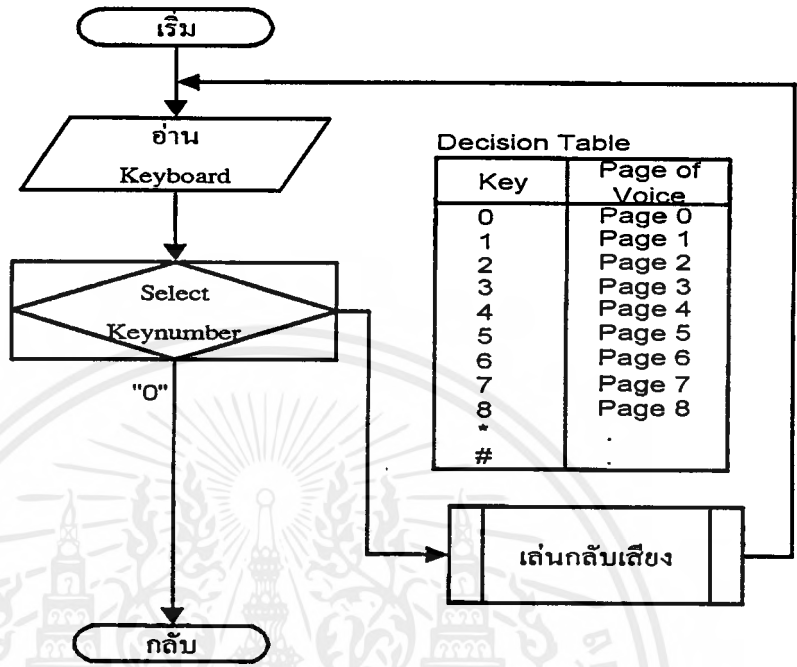
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะส่งการควบคุมให้กับส่วนการเล่นกลับเสียง ซึ่งจะรอตรวจสอบการกดคีย์เช่นกัน โดยคีย์หมายเลข 1-8 จะแทนการเล่นกลับเสียง Page 1- 8 การทำงานเมื่อเกิดการกดคีย์จะนำค่าของคีย์ไปอ้างอิงกับตำแหน่งแอดเดรสบนตารางของตำแหน่ง Page เมื่อได้ค่าตำแหน่งมาแล้ว จะเข้ามาในส่วนของโปรแกรมย่อยของการปิดเสียงก่อน จากนั้นจะส่งค่าของ Page Address ให้กับชุดวงจรเสียง และรอให้ ISD1420 ทำการ Access หน่วยความจำแล้วจึงเข้าไปทำงานในส่วนสั่งเปิดเสียงและหน่วงเวลาไว้ 3 วินาที เพื่อให้เสียงถูกส่งออกมาครบ 1 Page เมื่อครบเวลาแล้วก็จะกลับออกไปที่ โปรแกรมย่อยเล่นกลับเสียง KBD และคอยการกดคีย์ต่อไป



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ทของ Main Menu

โปรแกรมย่อย  
เล่นกลับเสียง KBD

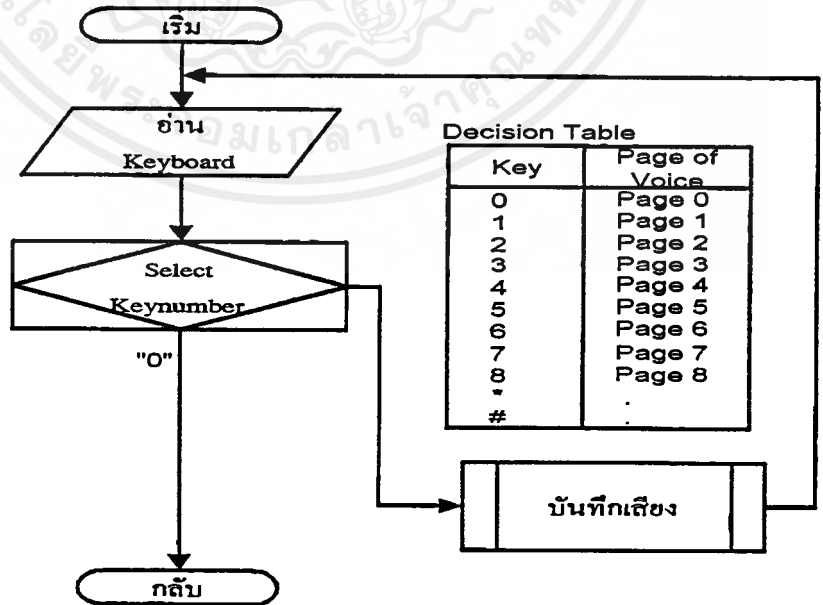


Decision Table

Key	Page of Voice
0	Page 0
1	Page 1
2	Page 2
3	Page 3
4	Page 4
5	Page 5
6	Page 6
7	Page 7
8	Page 8
*	.
#	.

รูปที่ 8.10 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยเล่นกลับเสียง KBD

โปรแกรมย่อย  
บันทึกเสียง KBD

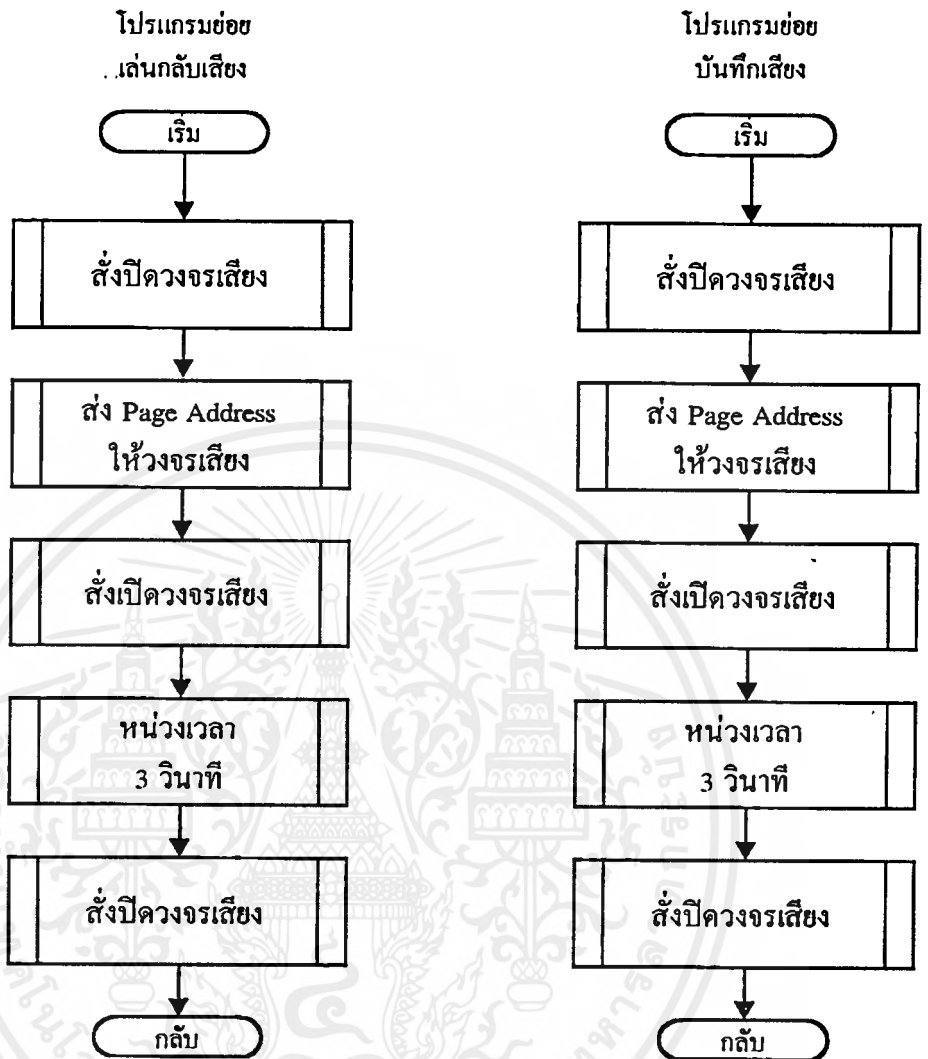


Decision Table

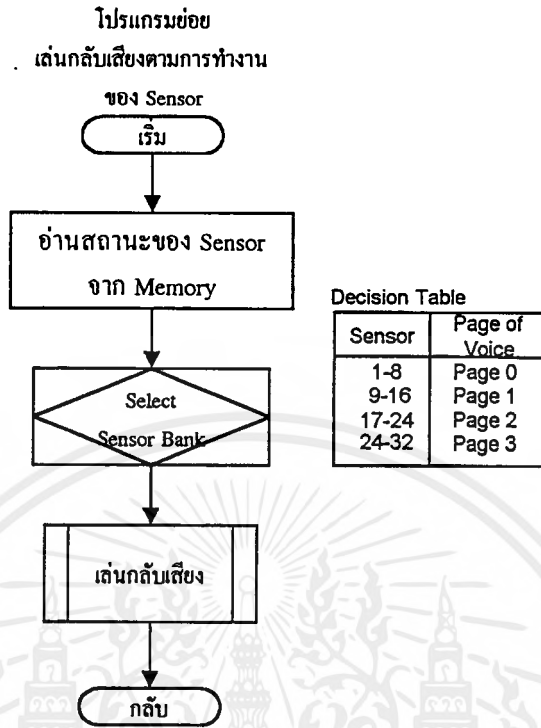
Key	Page of Voice
0	Page 0
1	Page 1
2	Page 2
3	Page 3
4	Page 4
5	Page 5
6	Page 6
7	Page 7
8	Page 8
*	.
#	.

รูปที่ 8.11 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยการบันทึกเสียง KBD

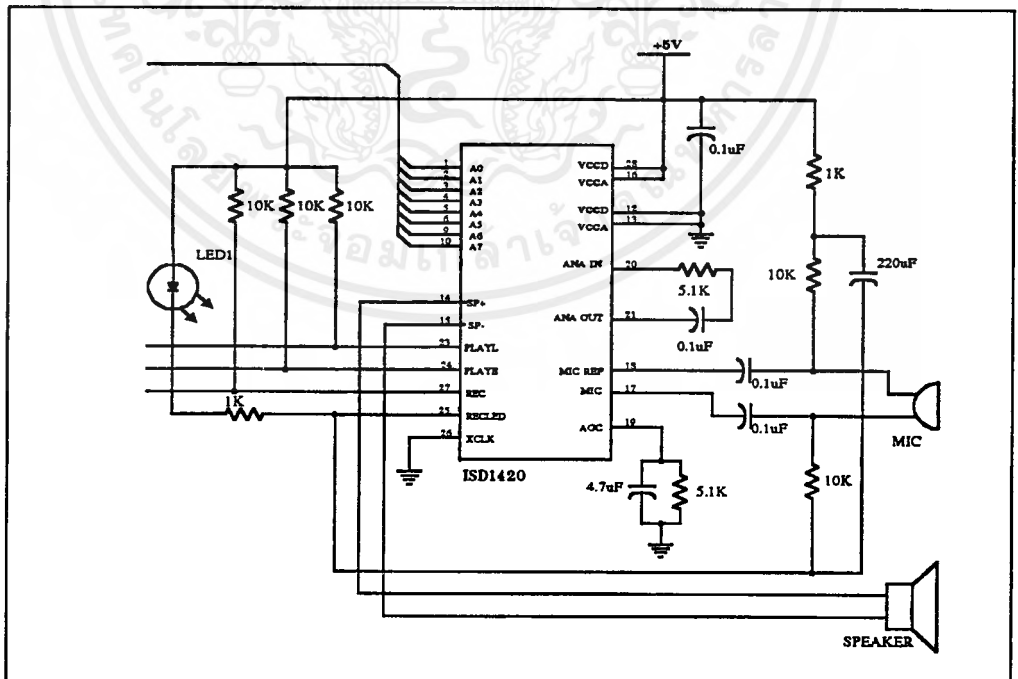
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยการบันทึกและเล่นกลับเสียง



รูปที่ 3.13 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยเล่นกลับเสียงตามการทำงานของ Sensor



รูปที่ 3.14 วงจรบันทึกและเล่นกลับเสียงระบบดิจิทัล ISD1420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคีย์หมายเลข 8 สำหรับโปรแกรม Main Menu จะเป็นการบันทึกเสียงคำพูดลงบน หน่วยความจำของวงจรบันทึกเสียงโดยการบันทึกจะแบ่งเป็น Page จาก 1-16 เช่น เดียวกับการ เล่นกลับ และการทำงานของโปรแกรมตามโฟลว์ชาร์ท รูปที่ 3.12 ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกัน

ส่วนโฟลว์ชาร์ท รูปที่ 3.13 นั้นเป็นการเล่นกลับเสียงในกรณีที่ Sensor ทำงานโดยจะส่ง สัญญาณเสียงพูดที่บันทึกไว้ ออกทางสายโทรศัพท์หลังจากการติดต่อทางโทรศัพท์เป็นผลสำเร็จ แล้วโดยจะนำหมายเลขของ Sensor ไปทำการเลือกเสียงของคำพูดที่บันทึกไว้ ก่อนส่งออกไปด้วย

### 3.6 สรุปส่วนของระบบเตือนภัยภายในบ้าน

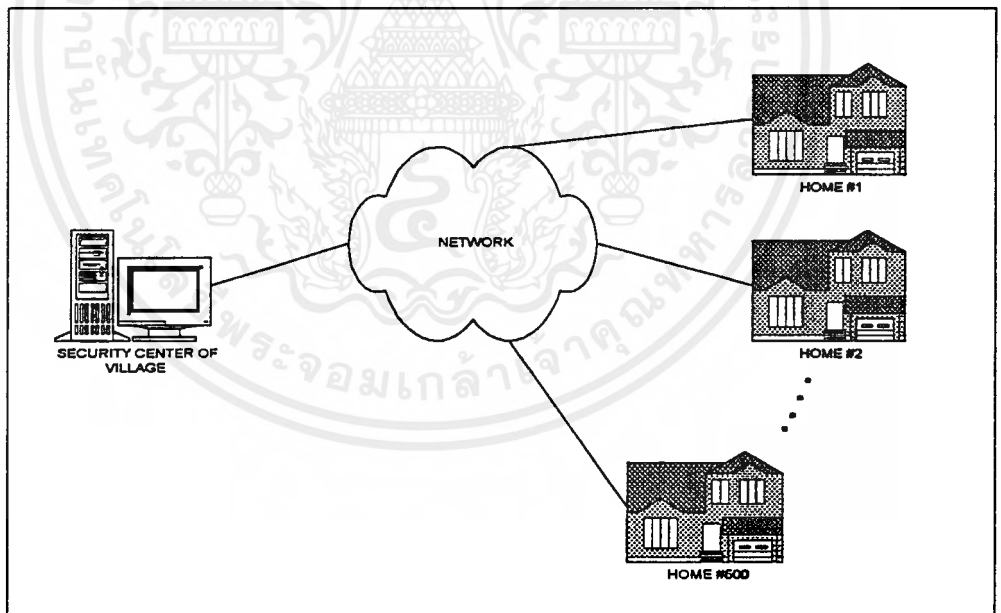
หลังจากได้พัฒนาและทดสอบการใช้งานแล้ว พบว่าระบบเตือนภัยที่ได้นั้นสามารถทำงาน ได้ตามข้อกำหนดที่ได้ระบุไว้ ส่วนข้อบกพร่องก็ยังมีอยู่อีกคือ ระยะเวลาจำกัด



## บทที่ 4

### ระบบเครือข่าย

จากความต้องการระบบรักษาความปลอดภัยที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น นอกเหนือจากระบบเตือนภัยภายในบ้านแต่ละหลังเองแล้ว ยังต้องการให้ระบบส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังศูนย์รักษาความปลอดภัยของหมู่บ้าน โดยผ่านระบบเครือข่ายของตัวเองได้อีกด้วย และขณะเดียวกันศูนย์รักษาความปลอดภัย ก็สามารถตรวจสอบสถานะต่างๆของบ้านแต่ละหลังภายในหมู่บ้านได้ โดยนำวิธีการรับส่งข้อมูลระยะไกลมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบผ่านสายนำสัญญาณ และ แบบผ่านทางคลื่นวิทยุ สำหรับโครงการนี้ได้เลือกใช้แบบแรก ทั้งนี้เพื่อลดความยุ่งยากเกี่ยวกับระบบคลื่นวิทยุออกไปก่อน เมื่อการพัฒนาโครงการนี้สำเร็จไปด้วยดีแล้ว จึงขอนำมาพิจารณาใช้งานภายหลังจากต่อไปและรูปแบบของการติดต่อตามหลักการนั้นจะมีลักษณะเป็นเครือข่าย ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังเครือข่ายในอุดมคติ

ตามรูปจะกำหนดให้สายที่วางไปยังบ้านแต่ละหลัง มีเพียง 1 คู่เท่านั้น ทั้งนี้เพราะต้องการประหยัดค่าใช้จ่าย และ มีความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน

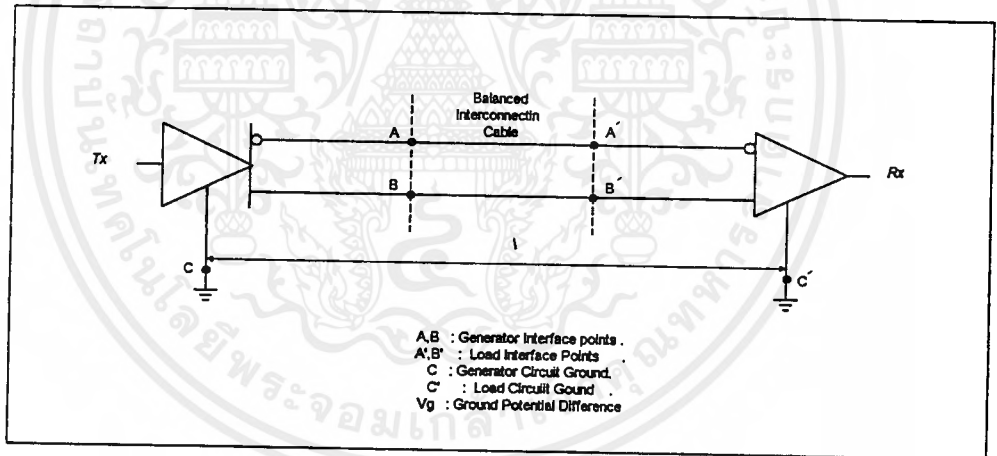
ดังนั้นการพิจารณาในขั้นแรกจึงมุ่งเน้นไปที่การ รับ - ส่ง สัญญาณข้อมูลแบบอนุกรมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมคอะซิงโครนัส ซึ่งมีด้วยกันหลายมาตรฐาน คือ RS-232 , RS-422 , และ RS-485 โดยสถาบัน EIA ( Electronic International Associate ) เป็นผู้กำหนดขึ้นและเป็นที่ยอมรับใช้กันเป็นสากล โดยจะสังเกตได้จากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันทุกเครื่องจะต้องประกอบด้วย Port อนุกรม RS-232 เป็นอย่างน้อยเสมอ และจากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น จึงได้นำ RS-422 และ 485 มาพิจารณา ในการสร้างระบบเครือข่าย

#### 4.1 มาตรฐาน RS-485

RS-485 นั้นพัฒนาขึ้นมาจาก RS-422 โดยรูปแบบการต่อใช้งานจะเป็นตามรูปที่ 4.2 จะใช้วงจรเชื่อมโยงแบบ Balanced Line ซึ่งแต่ละสัญญาณมี 2 ตัวนำและสัญญาณในตัวนำที่ 2 จะตรงกันข้ามกับตัวนำแรก RS-485 Receiver ตอบสนองต่อความแตกต่างแรงดันระหว่างทั้ง 2 ตัวนำเงื่อนไขอื่น ๆ สำหรับชนิดนี้มาตรฐานของการวัดคือแบบ Differential Measurement ในทางตรงกันข้าม RS-232

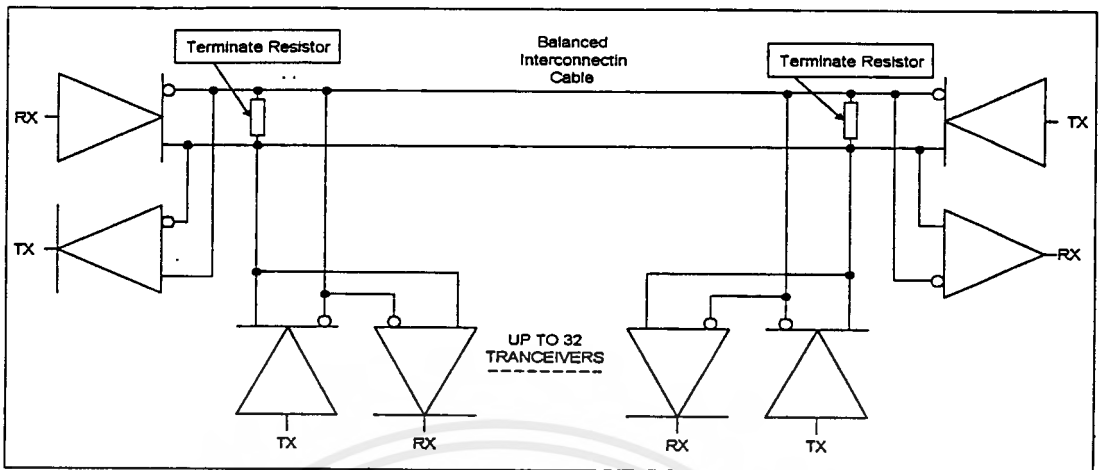


รูปที่ 4.2 หลักการการเชื่อมโยงของมาตรฐาน RS-422, 485

Specification	RS-232	RS-423	RS-422	RS-485
Transmission Mode	Unbalanced	Unbalanced	Balanced	Balanced
Max.Cable Length	50 Feet	100 Feet	4,000 Feet	4,000 Feet
Max.speed	20Kbps	100Kbps	10Mbps	10Mbps
Min.Driver O/P	+/-5 v	+3.6 v	+ 2 v	+/-1.5 v
Max.Driver O/P	+15 v	+/-6 v	+/- 5 v	+/-6 v
Receiver Sent.	+3 volts	+0.2 volts	+0.2 v	+0.2 v
Max.Drivers	1	1	1	32
Max.Receivers	1	10	10	32
Driver Load ( $\Omega$ )	3-7 K $\Omega$	450 $\Omega$ Min	100 $\Omega$ Min	60 $\Omega$

#### ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลอนุกรม 4 แบบ

การสื่อสารข้อมูลแบบ Unbalanced line ที่ซึ่งแต่ละสัญญาณมีเพียง 1 ตัวนำและตัว Receiver ตอบสนองต่อความแตกต่างของแรงดันระหว่างตัวนำนี้ และตัวนำที่เป็นกราวด์ร่วมถูกนำมาใช้กับสัญญาณทั้งหมดมาตรฐานการวัดนี้เป็นแบบ Single-ended แบบ Balanced line มีข้อดีที่เหนือกว่าแบบ Unbalanced Line ก็คือเรื่องสัญญาณรบกวนต่างๆ ( Voltage spikes , oscillations หรือ interference ) จะถูกตัดทิ้งไปในแบบ Unbalanced line กระแสย้อนกลับของสัญญาณผ่านสายกราวด์ สามารถผลิตสัญญาณรบกวนขึ้นที่ตัวรับในแบบ Balanced Line สัญญาณแบบ Differenced จะผลิตสัญญาณขึ้นมา 2 สัญญาณที่เท่ากันแต่ส่งกระแสตรงกันข้ามกัน ตั้งแต่กระแสเพิ่มขึ้นจนถึงสำหรับทุกวัตถุประสงค์ในทางปฏิบัติไม่มีการส่งกระแสย้อนกลับในทางปฏิบัติที่จะเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาข้อดีอื่นๆ ของแบบ Balanced มีภูมิคุ้มกัน (ข้อจำกัดใน) ต่อความแตกต่างระหว่างความต่างศักย์ของกราวด์ระหว่างโหนด ในเครือข่ายที่มีสายยาวๆความต่างศักย์ของกราวด์อาจเปลี่ยนแปลงหลายๆโวลต์ จากโหนดหนึ่งไปยังโหนดอื่นๆ แต่ในแบบที่เป็น Differential Measurement ไม่สนใจเกี่ยวกับความต่างนี้ โดยเหตุที่มันวัดเพียงแรงดันระหว่าง 2 สายสัญญาณ ตัวนำการนำเอาแบบ Balanced line มาใช้ประโยชน์คือเหตุผลหลักว่าทำไม RS-485 สามารถที่จะส่งข้อมูลได้ไกลกว่าแบบ RS-232 พร้อมทั้งยังสามารถเพิ่มจุดต่อ Terminal ได้สูงสุดถึง 32 จุด ดังแสดงตามรูปที่ 4.4

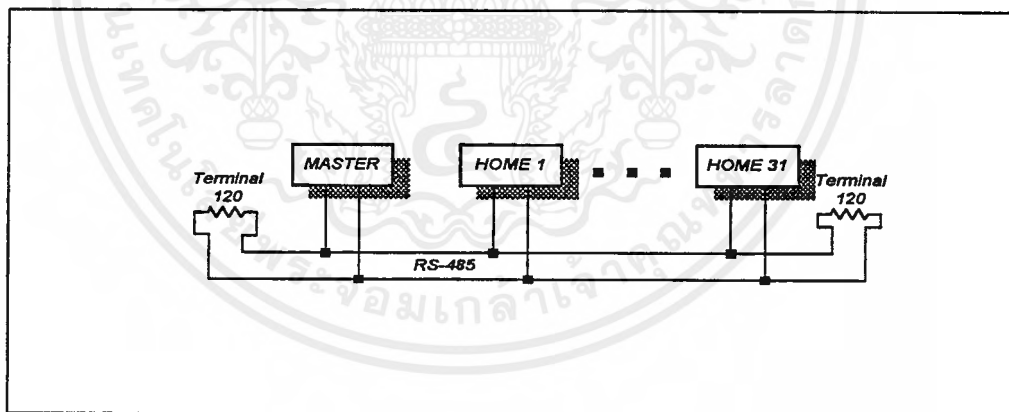


รูปที่ 4.4 การเชื่อมโยง RS-422 , RS-485

วงจรเชื่อมโยงแบบ RS-485 ใช้สายเคเบิลแบบ Twisted Pair ซึ่งประกอบด้วย 2 สาย ตัวนำที่มีฉนวนหุ้มดีเกลือวามีขนาดตามมาตรฐาน AWG22 ถึงแม้ว่า RS-485 อินเทอร์เฟซโดยปกติจะใช้แรงดันไฟเลี้ยง 5 โวลต์ระดับลอจิกที่ตัว Driver และตัว Receiver ไม่ได้เป็นมาตรฐานแรงดัน 5 โวลต์ TTL หรือ CMOS สายสัญญาณทั้ง 2 ที่แสดงไว้ก็คือ A และ B ที่ระดับแรงดันที่ถูกต้องความแตกต่างแรงดันระหว่างเทอร์มินัล A และเทอร์มินัล B สามารถที่จะยอมได้ถึง 1.5 โวลต์ ถึงแม้ว่าเป็นแบบที่ใช้ความแตกต่างแรงดัน 5 โวลต์ ถ้าเทอร์มินัล A มีค่าแรงดันน้อยที่สุดเป็นบวก 1.5 โวลต์ เมื่อเทียบกับเทอร์มินัล B เอาต์พุตจะเป็นลอจิก "0" และถ้าเทอร์มินัล A มีค่าแรงดันน้อยที่สุดเป็นลบ 1.5 โวลต์เมื่อเทียบกับเทอร์มินัล B เอาต์พุตจะเป็นลอจิก "1" ถ้าค่าความแตกต่างของแรงดันน้อยกว่า 1.5 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้จะไม่แสดงความหมายเป็นลอจิกใดๆ ที่ RS-485 Receiver ความแตกต่างแรงดันระหว่างเทอร์มินัล A และ B แรงดันอินพุตเหมาะสมที่ต้องการ คือ 0.2 โวลต์ สำหรับระดับลอจิกที่ถูกต้อง ถ้าเทอร์มินัล A มีค่าน้อยที่สุดเป็นบวก 0.2 โวลต์เมื่อเทียบกับเทอร์มินัล B ตัว Receiver จะมองเห็นเป็นเป็นลอจิก "0" และถ้าเทอร์มินัล B มีค่าน้อยที่สุดบวก 0.2 โวลต์ เมื่อเทียบกับ เทอร์มินัล A ตัว Receiver จะมองเห็นเป็นลอจิก "1" เช่นกันถ้าความแตกต่างของแรงดัน ระหว่างเทอร์มินัล A และ B น้อยกว่า 0.2 โวลต์ เอาต์พุตที่ได้จะไม่แสดงความหมายเป็น ลอจิกใดๆ ความแตกต่างระหว่างแรงดันที่ต้องการที่ตัว Driver และ Receiver หมายความว่าสัญญาณนั้นสามารถลดทอนลงได้มากถึง 1.3 โวลต์ ตามความยาวสายตัวนำของเครือข่าย สำหรับตัว Receiver ที่ยังจดจำคุณสมบัติของมัน ถ้าตัว Driver ผลิตความแตกต่างแรงดัน 5 โวลต์ออกมา ขอบเขตของแรงดันจะมากขึ้นที่ระดับแรงดัน 4.8 โวลต์

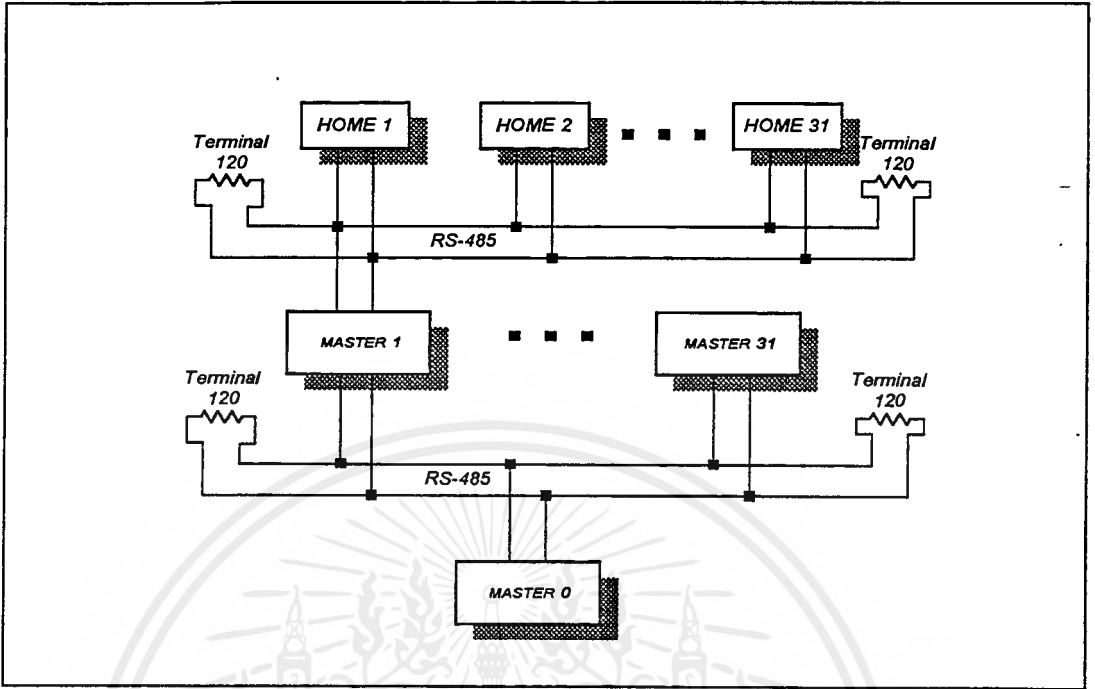
## 4.2 หลักการออกแบบ

จากการศึกษามาตรฐาน RS-422 , 485 พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสร้างเป็นระบบเครือข่ายเพราะสามารถต่อ Driver ได้หลายชุดต่อสายนำสัญญาณ 1 คู่ โดยเฉพาะ RS-485 นั้นสามารถต่อชุด Terminal Transceiver ได้ถึง 32 ชุด ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ มาตรฐานนี้และแบบของ Link Controls นั้นได้เลือกแบบ Primary / Secondary หรือ Master / Slave ชนิด Polling ทั้งนี้เนื่องจากความเหมาะสมกับระยะเวลาของการพัฒนา Hardware และ Software สำหรับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมและ ประมวลผลในระบบเครือข่ายนั้นได้เลือกใช้ ชิพ Microcontroller ตระกูล MCS-51 เพราะมีความเร็วในการประมวลผลสูงโดยในหนึ่งชุด คำสั่งการทำงานนั้น ใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 1  $\mu$ sec ( 1/ ล้านวินาที ) ที่การใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 12 เมกกะเฮิร์ต และเป็นชิพที่ราคาไม่แพง มีจำหน่ายภายในประเทศพร้อมนี้ อีกประการที่สำคัญคือ มี Port สำหรับรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม ภายในตัวชิพ ซึ่งเป็นระบบ Hardware และสามารถเลือกใช้งานแบบตรวจการรับสัญญาณแบบวิธี Interrupt ได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาเป็นไปด้วยความสะดวก และรวดเร็ว ในขั้นเริ่มต้น ของการออกแบบได้ มาเป็นดัง Block Diagram ตามรูปที่ 4.5

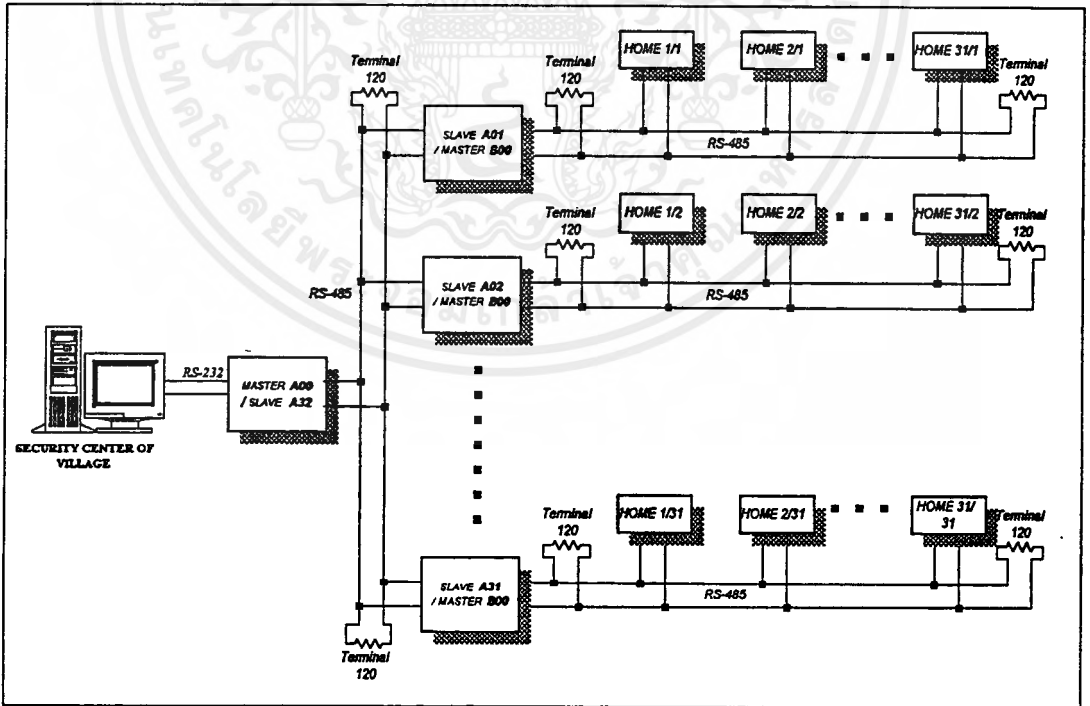


รูปที่ 4.5 แผนผังเครือข่าย 1 ชั้น

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าจำนวนของจุดติดต่อกับบ้านนั้นมีได้สูงสุดเพียง 31 หลังเท่านั้น เพราะอีกหนึ่งชุดจะทำหน้าที่เป็น สถานีแม่ (Master) และจากความต้องการให้ใช้งานได้กับหมู่บ้านขนาดใหญ่จึงต้องขยายจำนวนบ้านเพิ่มขึ้นอีก โดยออกแบบ ชุดของ RS-485 เพิ่มเข้าไปอีกหนึ่งระดับชั้น ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงการติดต่อทั้งหมดของระบบ



รูปที่ 4.6 แผนผังเครือข่าย 2 ชั้น

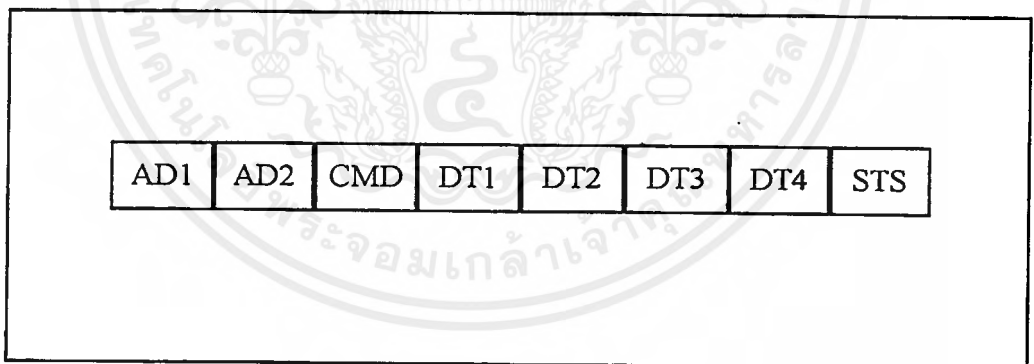


รูปที่ 4.7 แผนผังเครือข่ายทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 ระบบจะมีจุดติดต่อกับบ้านได้สูงสุด 961 หลัง (31\*31) ซึ่งนับว่าเพียงสำหรับหมู่บ้านขนาดใหญ่ สำหรับส่วนที่ทำหน้าที่เป็น ตัวสถานีแม่ชั้นสูงสุดนั้นคือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งที่ศูนย์รักษาความปลอดภัยนั่นเอง ซึ่งในส่วนนี้ได้โปรแกรมให้ทำงานสองหน้าที่คือได้ตอบกับผู้ใช้ทางคีย์บอร์ด โดยแสดงผลตอบสนองทางจอภาพเป็นแบบกราฟฟิก และอีกหน้าที่หนึ่งคือส่งสัญญาณข้อมูลผ่านทาง Port อนุกรมแบบRS-232 มายังเครือข่ายเพื่อคอยสอบถาม สถานะของบ้านแต่ละหลังตลอดเวลาซึ่งการทำงานนี้จะใช้วิธีวนรอบตรวจสอบ (Polling) สำหรับรายละเอียดของการทำงานและโปรแกรมจะได้กล่าวในส่วนที่ 3

ส่วนข้อมูลที่สถานีแม่ต้องการตรวจสอบนั้นจะประกอบด้วยสถานะของ SENSOR ที่เป็นแบบดิจิตอล จำนวนสูงสุด 32 จุด และสถานะของการปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านอีก 4 จุด รวมข้อมูลทั้งหมด 36 บิต หรือ 4 1/2 ไบท์ แต่ทั้งนี้เพื่อสงวนไว้ใช้ในอนาคตจึงเพิ่มให้ครบเป็น 5 ไบท์ แล้วยังมีข้อมูลอื่นอีก คือ หมายเลขของบ้านแต่ละหลังหมายเลขของสถานีแม่ ชั้นที่ 2 ด้วยอย่างละ 1 ไบท์ และส่วนที่ขาดไม่ได้คือ ไบท์คำสั่งที่มีไว้เพื่อส่งให้ระบบเตือนภัยของบ้านแต่ละหลังทำงาน ตามความต้องการของสถานีแม่ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ซึ่งไบท์ข้อมูลทั้งหมดนี้รวมกันเรียกว่า “ เฟรม (Frame) ” โดยรายละเอียดรูปแบบของเฟรมและคำสั่งต่างๆ ได้แสดงไว้ตามรูปที่ 4.8 แล้วสำหรับรูปแบบวิธีของการรับส่งข้อมูลนั้นจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ 4.8 เฟรม (Frame) ข้อมูล

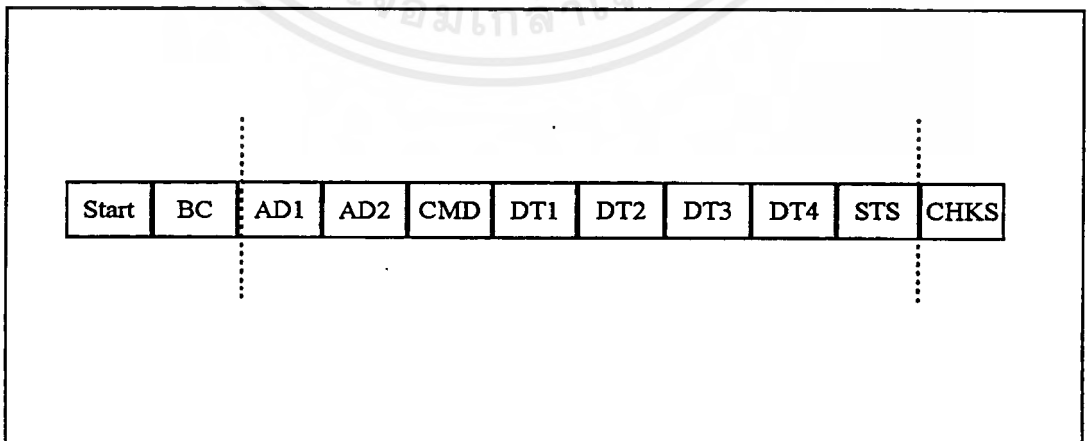
จาก รูป แต่ละ Block ในหนึ่งเฟรมนั้น จะมีขนาด 1 ไบท์ โดยมีรายละเอียดดังนี้.

- AD1 : คือ หมายเลข Address ของสถานีลูก (Slave Node) ชั้นที่ 1  
มีค่าตั้งแต่ 0-31
- AD2 : คือ หมายเลข Address ของสถานีลูก (Slave Node) ชั้นที่ 2 หรือ  
หมายเลข Address ของ บ้านแต่ละหลัง มีค่าตั้งแต่ 0-31 เช่นเดียวกัน

- CMD** : คือ หมายเลข ของคำสั่ง จากถ่านี่แม่ (Master) มีดังนี้
1. ให้ส่งเฉพาะสถานะการทำงานของบ้านแต่ละหลัง
  2. Master ขออ่านสถานะบ้านแต่ละหลัง โดยเฉพาะ
  3. ควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้า
  4. เปลี่ยน Baud Rate เฉพาะระหว่าง ศูนย์ กับ Master Node
- DT1-4** : คือ สถานะของอุปกรณ์ ตรวจจับ (Sensor) โดยถ้าเป็น Logic "1" หมายถึง มีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น เช่น มีการรั้งประตูบ้าน ทำให้สวิทช์แม่เหล็กทำงาน หรือเครื่องตรวจจับควัน ตรวจจับระควันที่ผิดปกติ เป็นต้น
- STS** : คือ สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไฟแสงสว่างหน้าบ้าน, เครื่องปั้มน้ำสำหรับดับเพลิงในชั้นต้น เป็นต้น

#### 4.3 โปรโตคอล

ในการรับส่งสัญญาณระยะไกลนั้นสิ่งที่จำเป็นก็คือ การกำหนดรูปแบบวิธีของการรับ-ส่ง ข้อมูลโดยฝ่ายรับ และส่ง ต้องตกลงกันก่อน ซึ่งเรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) และจากการพิจารณาถึงความเร็วในการรับ-ส่ง และความเหมาะสมในด้านอื่นๆ แล้ว ได้เลือกใช้วิธีการ รับ - ส่ง สัญญาณ แบบที่มีการตรวจสอบความผิดพลาดของเฟรมข้อมูลด้วยวิธี Checksum โดยนำหลักการของ Intel Hex File มาใช้เป็นแบบอ้างอิงและรูปแบบของเฟรม (Frame Format) ที่สมบูรณ์นั้นได้แสดงไว้ตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เฟรม (Frame) ข้อมูลด้านรับของศูนย์รักษาความปลอดภัย

จากรูปจะมีไบต์เพิ่มขึ้นไปอีก 3 ไบต์ซึ่งเป็นข้อมูลของระบบเครือข่าย ทำหน้าที่ดังนี้

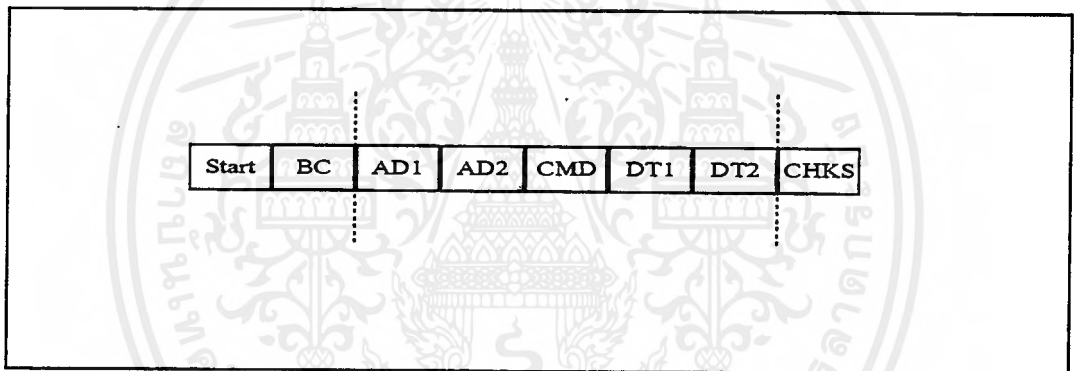
Start : คือเครื่องหมายบอกให้อุปกรณ์ Terminal (DTE) หรือ Slave Node ทั้ง 2 ชั้น เริ่มต้นรับเฟรมข้อมูล จะใช้รหัส

3Ah ซึ่งเท่ากับเครื่องหมาย ':' ในตารางรหัส ASCII

BC : คือ จำนวน ไบต์ ของ 1 เฟรม

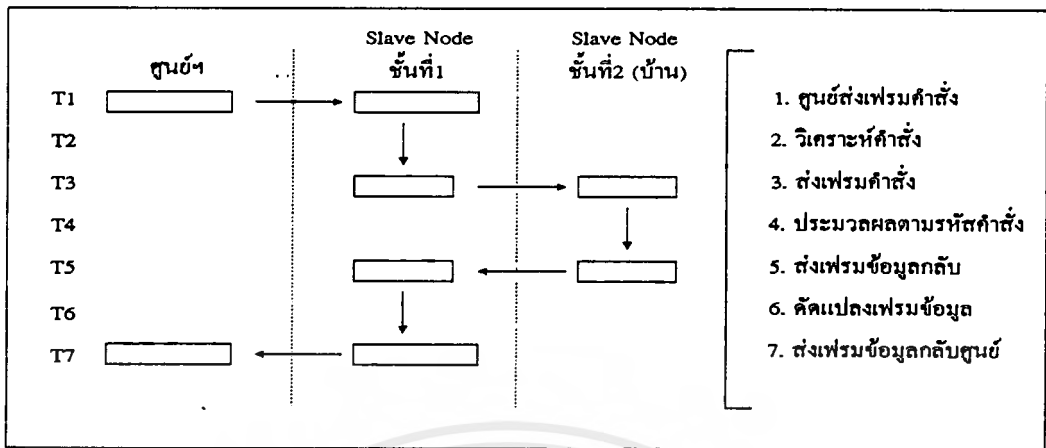
CHKS : คือค่า Checksum ของเฟรมนั้นๆ โดยจะเป็นค่า Two's Complement ของผลบวกของข้อมูลทุกๆ ไบต์ของเฟรม ยกเว้น Start Byte

เฟรมที่กล่าวข้างต้นเป็นเฟรมที่ ศูนย์รักษาความปลอดภัยรับเข้ามาจากเครือข่ายเท่านั้นซึ่งประกอบด้วยไบต์ต่างๆ ทั้งหมด 11 ไบต์ ส่วนเฟรมที่ศูนย์รักษาความปลอดภัยส่งออกไปจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.10 เฟรม (Frame) ข้อมูลด้านส่งของศูนย์รักษาความปลอดภัย

สำหรับเฟรมด้านส่งนั้น จะแตกต่างจากเฟรมด้านรับ คือ ไบต์ DT1 เป็นค่าของตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมและ DT2 นั้นจะสงวนไว้เพื่อใช้งานในอนาคตส่วนไบต์อื่นจะมีความหมายเหมือนกันกับเฟรมของด้านรับทุกประการ สำหรับแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพ ในด้านเวลา ของการรับ-ส่ง ก็จะคัดแปลงเฟรมช่วงระหว่าง สถานีลูกชั้นที่ 1 กับสถานีลูกชั้นที่ 2 หรือบ้านแต่ละหลัง โดยจะส่งเฉพาะไบต์ที่ใช้งานออกไปเท่านั้น ซึ่งตรวจสอบได้จากรหัสคำสั่งดังนี้ คำสั่งที่ 1 และ 2 ในช่วงของข้อมูลสำหรับใช้งานจะส่งเฉพาะหมายเลขบ้านกับรหัสคำสั่งเท่านั้นคำสั่งที่ 3 จะเพิ่ม DT1,2 ส่วนอื่นเหมือนคำสั่ง 1 และ 2 และเพื่อให้ได้เห็นหลักการที่เด่นชัดยิ่งขึ้น จึงได้แสดงแผนผังเวลาของการรับส่ง เฟรม ดังรูปที่ 4.11

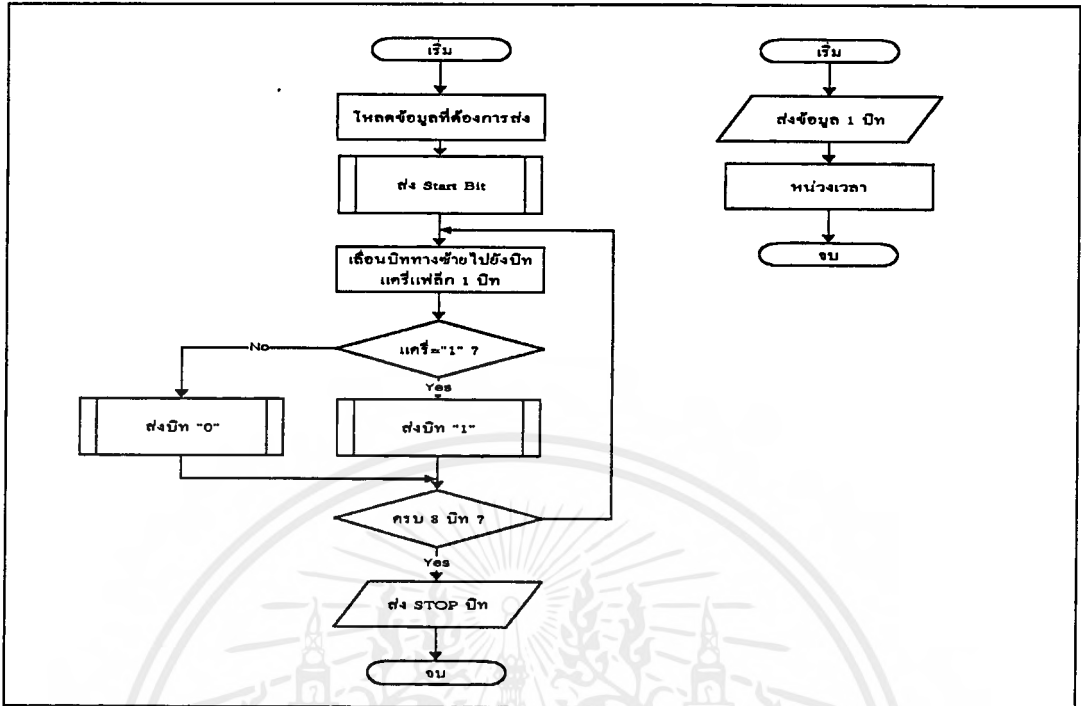


รูปที่ 4.11 แสดงรอบของการรับ-ส่งเฟรม (Frame) 1 เฟรม

#### 4.4 การออกแบบ Hardware ของระบบเครือข่าย

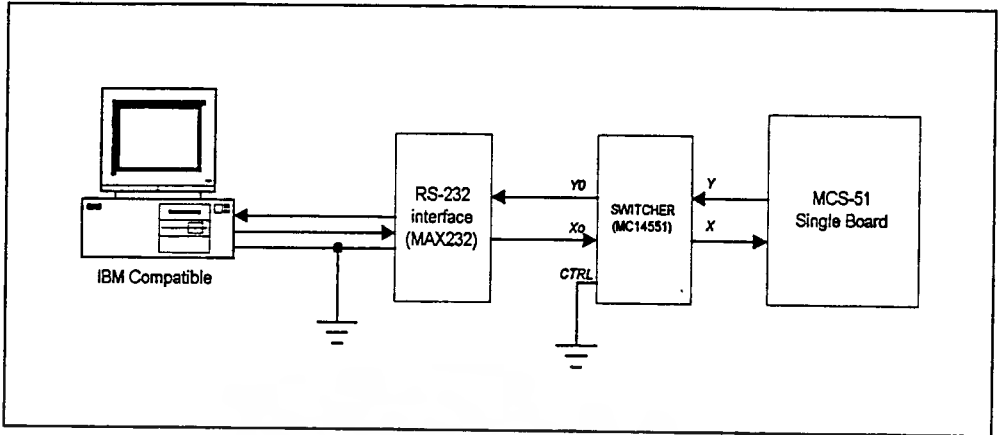
เมื่อพิจารณาจาก Block diagram ของ Node ชั้นที่ 1 แล้วพบว่ามีส่วนที่ต้องติดต่อกับ Port อนุกรมแบบ RS-485 ถึง 2 ทาง ส่วน Node ที่ติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ของศูนย์รักษาความปลอดภัย จะเป็น RS-232 ดังนั้นในการออกแบบโดยใช้ Microcontroller ที่มี Port อนุกรม เพียง 1 Port อย่าง MCS-51 จึงคิดหาวิธีการแก้ไข ซึ่งมี 2 วิธี คือ สร้างโปรแกรมจำลองการรับส่งขึ้นมาอีก 1 ชุด และสองคือใช้อุปกรณ์ Switching สลับการติดต่อกับแค่ Port ของ MCS-51

เนื่องจากวิธีที่ 1 นั้นไม่ต้องลงทุนสร้าง Hardware เพิ่มเติมแต่อย่างใดเพียงแต่พัฒนาโปรแกรมสำหรับรับ-ส่ง ด้วยภาษา Assembly จึงได้ออกแบบการทำงานของโปรแกรมออกมาเป็น Flow Chart ดังรูปที่ 4.12



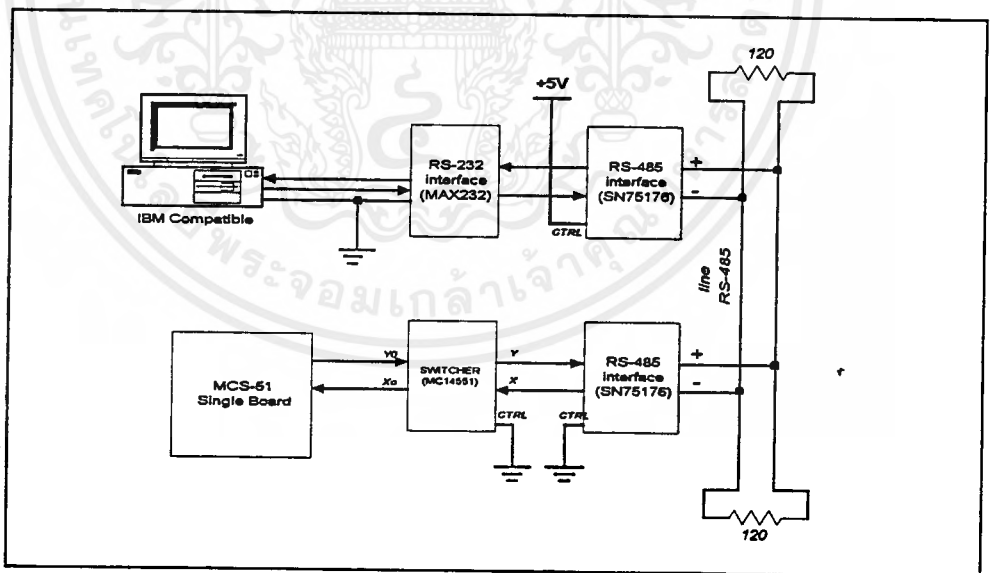
รูปที่ 4.12 FlowChat ของการส่งข้อมูล 1 บิต ด้วย Software

จากนั้นจึงได้เขียน Code ด้วยภาษา Assembly เพื่อทดสอบการทำงาน ผลที่ได้นั้นเป็น  
 จะได้ผลเฉพาะการทำงานที่เป็นแบบ Real Time เท่านั้นคือหลังจากนำโปรแกรมที่ผ่านการแปร  
 แล้วทำการโปรแกรม (Burn) ลงบน EPROM แล้วเท่านั้นส่วนการใช้ Eprommulator นั้นใช้ไม่ได้  
 ผลเพราะสาเหตุว่าการ Access หน่วยความจำของ Eprommulator นั้นใช้เวลามากกว่า EPROM  
 ทำให้เวลาในการส่งแต่ละบิตใช้เวลาไม่แน่นอน พร้อมกับอุณหภูมิของชิพยังมีผลกระทบด้วยเป็น  
 อย่างมาก จึงหันมาพิจารณาวิธีที่สอง คือใช้อุปกรณ์ Switching มาสลับการใช้งาน Port โดยได้  
 เลือกใช้ชิพไอซีเบอร์ MC14551 เนื่องจากมีสายสัญญาณถึง 4 ชุดในตัวเดียวกันแต่ถ้าเลือกชิเบอร์  
 4016 ซึ่งออกแบบเป็น Bilateral Switch จะต้องใช้สายควบคุม RS-485 อีก 1 ชิพทำให้สิ้นเปลือง  
 ทั้งเนื้อที่และกระแสไฟฟ้า MC14551 ถูกออกแบบให้มีการทำงานเป็น Multiplex / Demultiplex จึง  
 มีความเหมาะสมในการใช้งาน สำหรับสลับการติดต่อระหว่าง Port ทั้งสอง และทดสอบการทำ  
 งานบน Poto Broad (แผงทดลองวงจร) โดยใช้ชุด Single Board Microcontroller MCS - 51  
 ทดสอบโหลดไฟล์ผ่านทาง Port อนุกรม RS-232 ของเครื่อง PC ผ่าน RS-232 Interface ซึ่งใช้ ชิ  
 พเบอร์ MAX232 ทำหน้าที่แปลงแรงดัน  $\pm 25$  โวลต์ เป็น + 5 V กับ 0 โวลต์ ส่งผ่าน MC14551  
 ซึ่งควบคุมทิศทางของสัญญาณด้วยมือดังแสดงตามรูปที่ 4.13



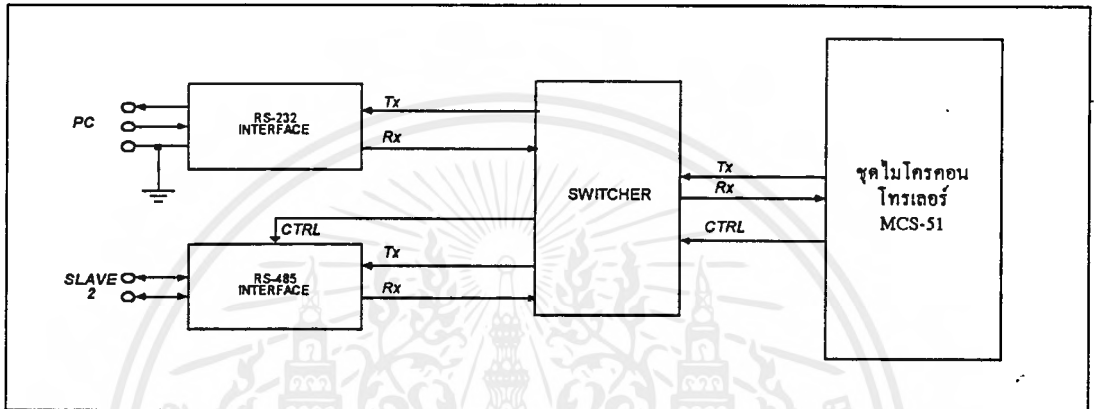
รูปที่ 4.13 แสดงการทดสอบชิพไอซี MC14551

ผลการทดสอบพบว่า ที่ความเร็ว 9,600 Baud ไฟล์ที่รับจาก PC สามารถทำงานบนเครื่อง Single Board ได้ดีตามปกติในขั้นต่อมาจะทดสอบการรับ-ส่งสัญญาณผ่าน RS-485 Driver โดยใช้ชิพเบอร์ SN75176 ซึ่งขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้อง สร้างเครื่องมือที่แปลงสัญญาณจาก RS-232 มาเป็น RS-485 ก่อน และได้ออกแบบวงจรการทดลอง ตามรูปที่ 4.14

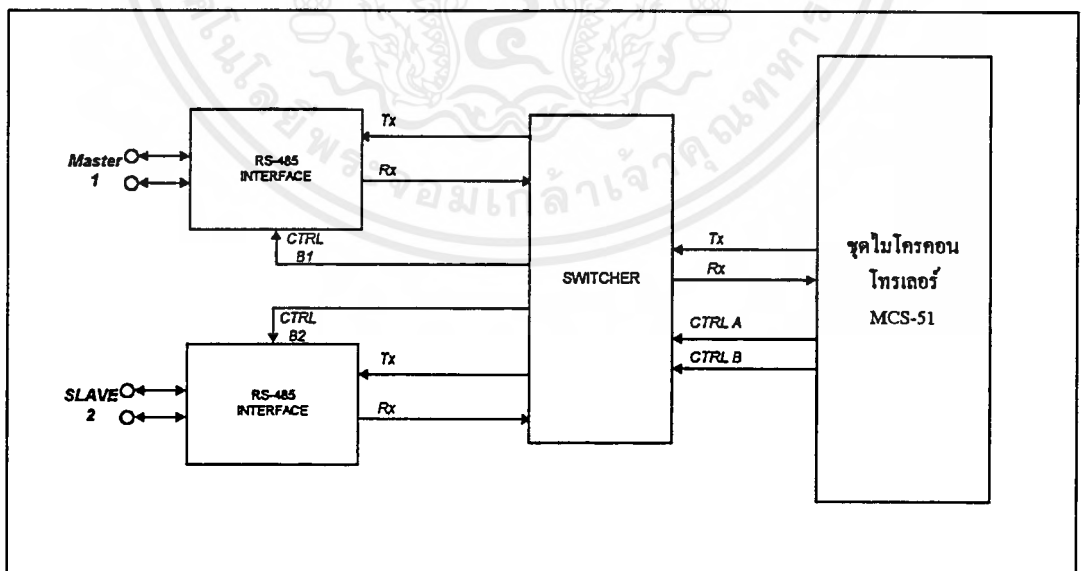


รูปที่ 4.14 แสดงการทดสอบชิพไอซี SN75176

การทดสอบนี้จะใช้วิธี Manual ในการควบคุมทิศทางของ MC14551 และ SN75176 ทั้งการรับและส่ง Hex ไฟล์ ระหว่าง PC กับ Single Board ซึ่งผลการทดสอบพบว่าใช้งานได้ดี ที่ความเร็ว 9,600 Baud โดยที่เครื่อง PC จะใช้โปรแกรม Terminal 95 เป็นทั้งตัวรับและส่ง ไฟล์จากสองขั้นตอนที่ผ่านทำให้มีข้อมูลเพียงพอในการออกแบบ Hardware ของ Node ต่างๆ และได้ ดังแสดงตามรูปที่ 4.15

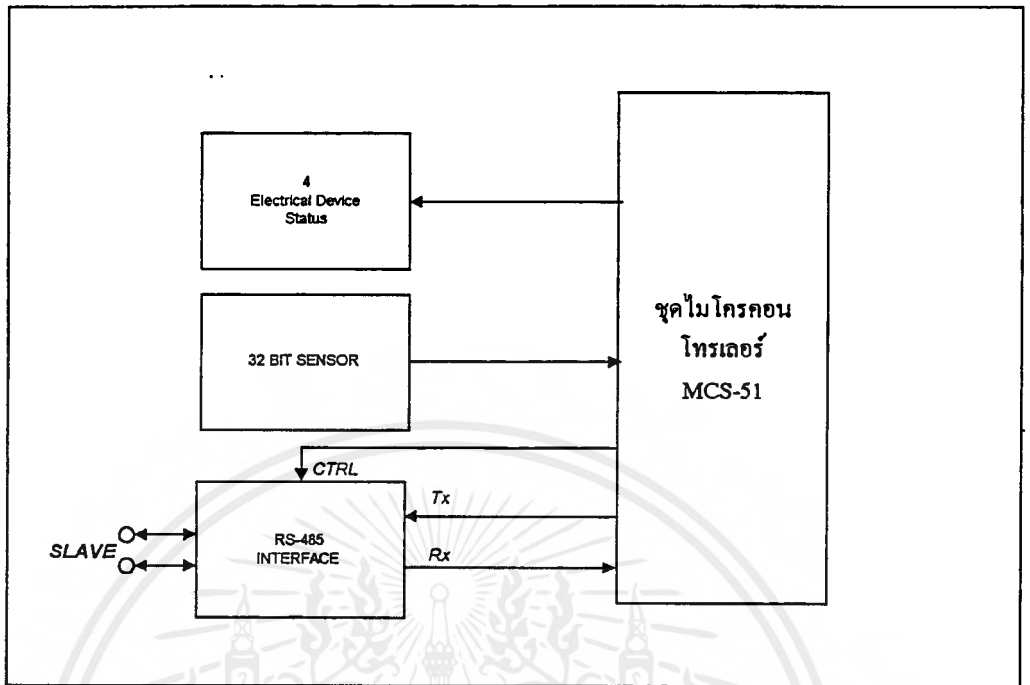


รูปที่ 4.15 Block Diagram ของ Master ชั้นที่ 2



รูปที่ 4.16 Block Diagram ของ Slave Node ชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

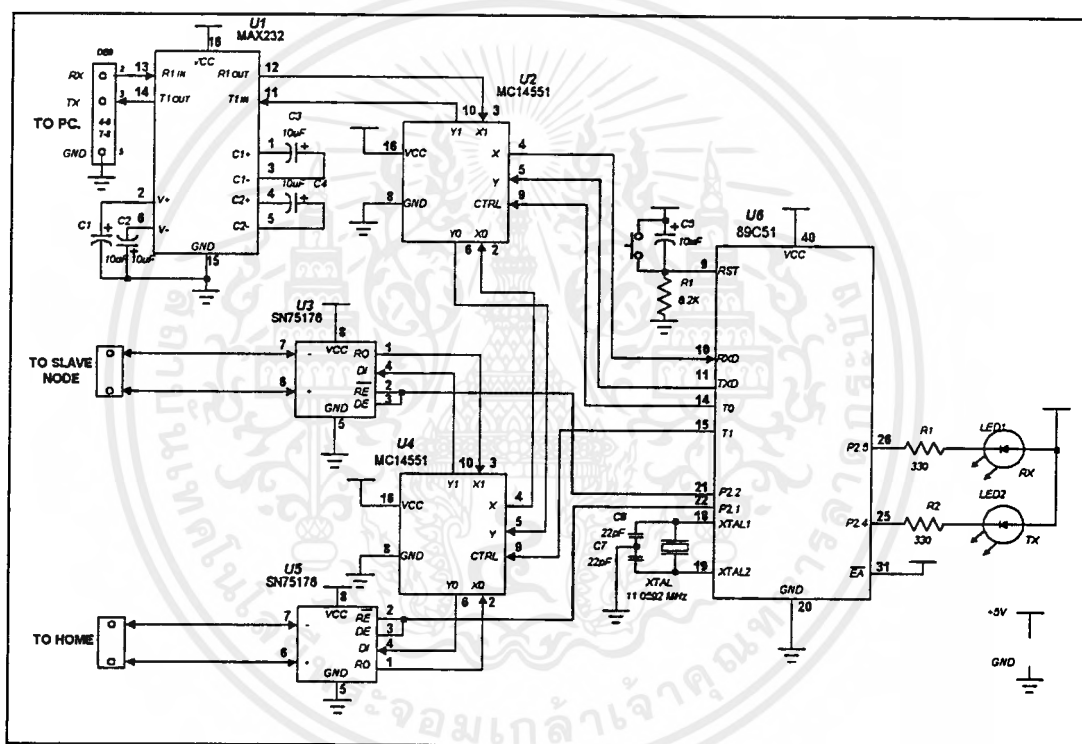


รูปที่ 4.17 Block Diagram ของ Slave Node ชั้นที่ 2 (ระบบเตือนภัยภายในบ้าน)

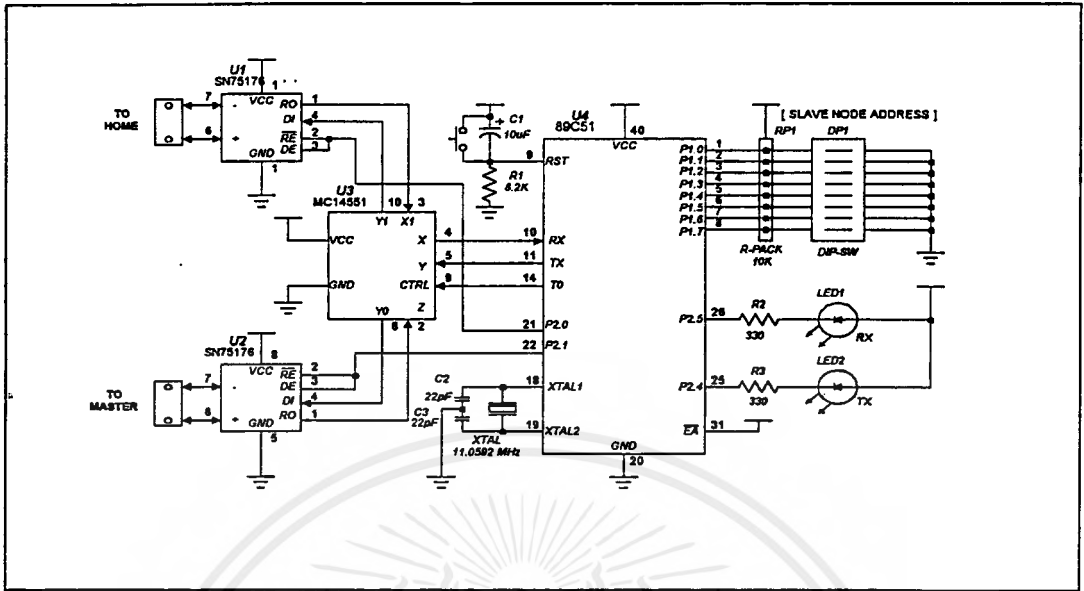
เนื่องจากต้องการทดสอบ การทำงานของระบบเครือข่ายต้องการให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงกับระบบจริงให้มากที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ Node ต่าง จำนวน 10 ชุด เป็นอย่างน้อยต่อทำงานร่วมกัน ด้วยเหตุนี้ส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์จึงต้องให้มีความประหยัดที่สุดเท่าที่จะทำได้จากการพิจารณาประเมินการใช้หน่วยความจำของแต่ละโหนดแล้ว นอกจากเฟรมข้อมูลจำนวน 10 ไบท์แล้ว ยังมีการใช้งานอีกไม่เกิน 10 ไบท์ ซึ่งหน่วยความจำภายในชิพ MCS-51 นั้น มีถึง 128 ไบท์ แต่ชิพที่ใช้บน Single Board นั้นเป็นแบบใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายนอก ที่ต้องมีวงจร Decoder เพิ่มเข้ามา นอกเหนือจาก ชิพของหน่วยความจำแล้วจะเห็นว่าต้อง ใช้เนื้อที่มากขึ้นและ การพัฒนาโปรแกรมภาษา Assembly บน Node ต่างๆ นั้น ต้องใช้ Epromulator จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว และข้อเสียของการใช้ Epromulator นั้นคือจะทำงานไม่เป็น แบบ Real Time ตามที่ได้ทดสอบมาแล้วข้างต้นจึงได้พิจารณาชิพไอซีเบอร์ 89C51 ซึ่งนอกเหนือจากมีคุณสมบัติที่เหมือนกับชิพ MCS-51 ทุกประการแล้วมี Program Memory ที่เป็นแบบ EEPROM ขนาด 4,096 ไบท์ที่อยู่ภายในชิพและสามารถทำการโปรแกรมได้ใหม่ด้วย สัญญาณไฟฟ้าถึง 1,000 ครั้ง จากการประเมินขนาดของโปรแกรมที่ใช้ทำหน้าที่เป็น Node ต่างๆ นั้นจะใช้เนื้อที่ไม่เกินข้อจำกัดนี้และอีกประการคือชิพเบอร์นี้มีราคาไม่แพงเกินไปนักเมื่อเทียบกับการต่อ Decoder และชิพ Memory ภายนอกแล้วจะเสียค่าใช้จ่ายพอๆ กันแต่เมื่อชิพ 89C51 จะช่วยทำให้ประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

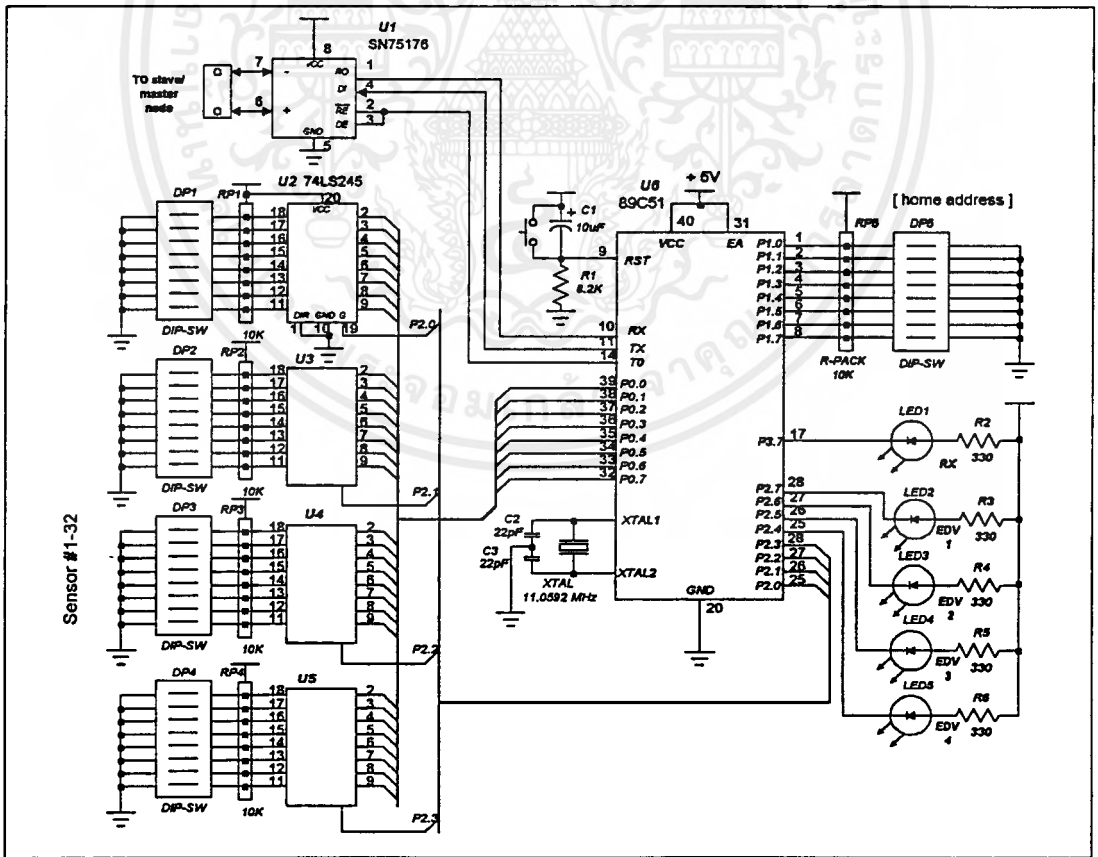
เนื้อที่และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ด้วย จากการที่ต้องใช้ชิพเบอร์ ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับการโปรแกรม โดยได้จัดซื้อเป็นชุดสำเร็จเพราะต้องการลดเวลาในการพัฒนาโครงการนี้ จากนั้นได้ออกแบบ Schematic circuit Diagram ดังรูป 4.17 และได้สร้างชุดอุปกรณ์ 3 จากวงจรที่ได้ออกแบบขึ้นมาจำนวน 10 ชุด สำหรับทำงานเป็น Master ชั้นที่ 1 และ Slave Node ซึ่งในส่วนของ Master ที่ทำหน้าที่เป็น Gate Way จากเครือข่ายไปยังศูนย์นั้นได้ออกแบบเพิ่มเติมในส่วนของ Slave ย่อยอีกหนึ่งตัว ทั้งนี้เพื่อให้เข้ากับ Software ของศูนย์ที่ต้องการไหลครบทั้ง 32 โหนด และในขั้นต่อไปจะเป็นส่วนของการพัฒนา Software ที่ใช้กับ Hardware แต่ละส่วน



รูปที่ 4.18 วงจรของ Master Node ชั้นที่ 1 (Gate Way ติดต่อกับศูนย์รักษาความปลอดภัย)



รูปที่ 4.19 วงจรของ Slave Node ชั้นที่ 1 (แต่ละชอย)



รูปที่ 4.20 วงจรของ Slave Node ชั้นที่ 2 (ระบบเตือนภัยภายในบ้านแต่ละหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 การพัฒนา Software ของระบบเครือข่าย

ในส่วนของการพัฒนา Software นั้นมีหัวข้อซึ่งแบ่งตามหน้าที่ของ Node ต่างๆ ดังนี้

- ส่วนที่ทำหน้าที่จำลอง การทำงานของระบบเตือนภัยภายในบ้านแต่ละหลังหรือ Slave Node  
ชั้นที่ 2

- ส่วนที่ทำหน้าที่ เป็น Slave Node ชั้นที่ 1

- ส่วนที่ทำหน้าที่ เป็น Master ชั้นที่ 2 โดยจะได้อธิบายการทำงานแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้.

##### 4.5.1 ระบบเตือนภัยของบ้าน (Node) จำลอง

ในการออกแบบโปรแกรมได้เน้นให้มีการทำงานเหมือนกับระบบเตือนภัยของบ้านแต่ละหลังจริง ยกเว้นในส่วนของการติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ โดยประกอบด้วยส่วนหลักๆดังนี้

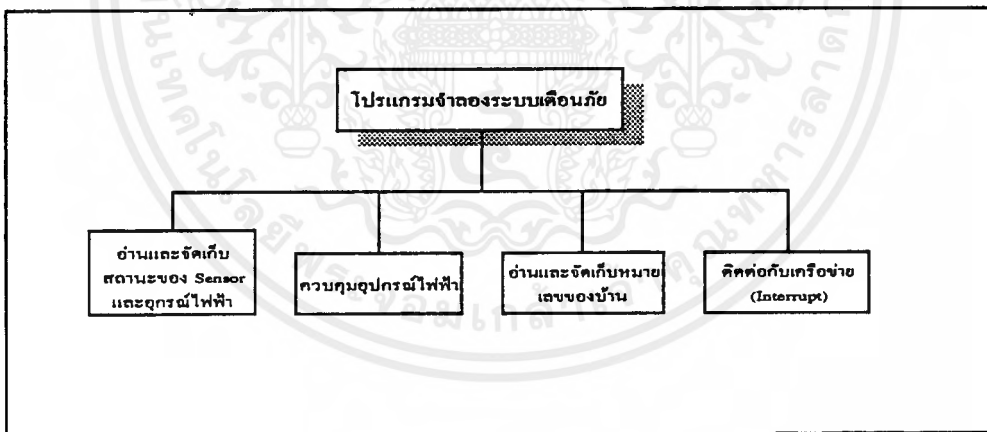
4.5.1.1 ส่วนของการ Scan อ่านสถานะของ Sensor

4.5.1.2 ส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.5.1.3 ส่วนของการติดต่อ รับ - ส่ง เฟรมข้อมูล

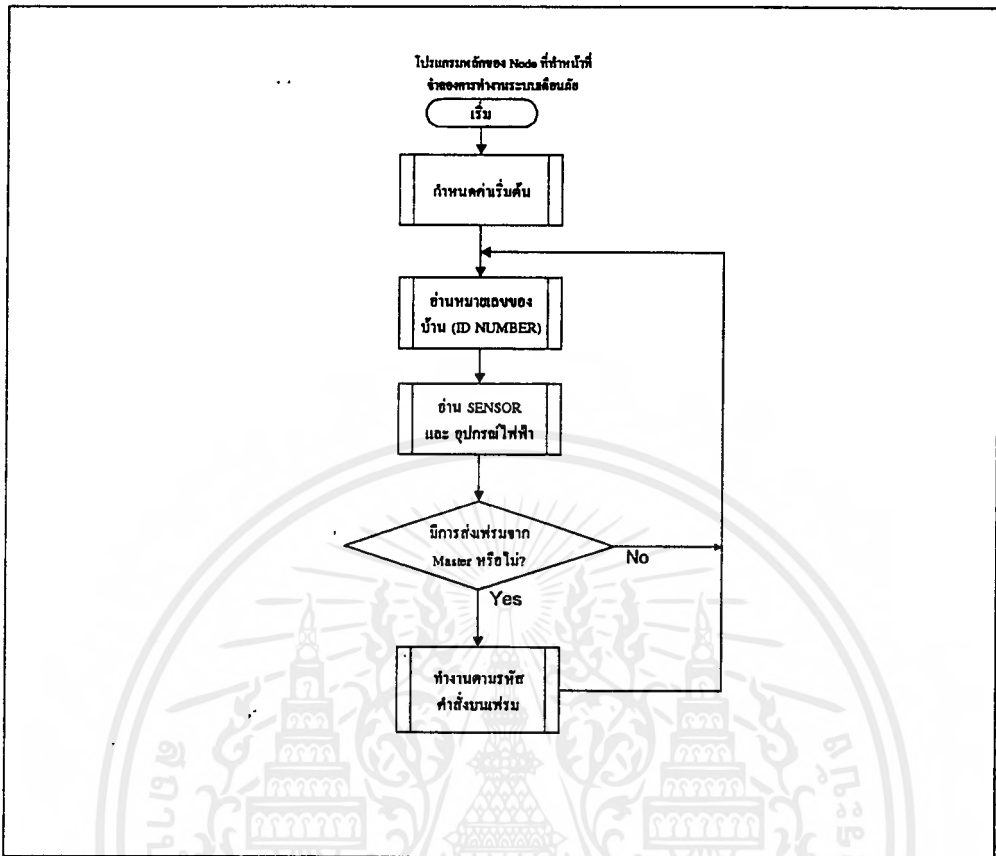
4.5.1.4 ส่วนของการอ่าน หมายเลขของบ้าน

โดยแสดงเป็นแผนผังส่วนประกอบดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 โครงสร้างโปรแกรมหลักของระบบเตือนภัยภายในบ้าน(จำลอง)

จากส่วนประกอบย่อยๆ ดังกล่าวต่อไปจะได้แสดงในรูป Flow Chart แต่ละส่วนการทำงาน



รูปที่ 4.22 Flow Chart โปรแกรมหลักระบบเตือนภัยภายในบ้าน (จำลอง)

## 4.6 อธิบายการทำงานตาม Flow Chart

### 4.6.1 Main Program

เมื่อเริ่มต้นจ่ายไฟ จะทำงานโดย ตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ คือ

1. ตั้งแอดเดรสของ Stack ใหม่ และกำหนดขนาดของ Stack ไว้ 24 ไบท์
2. เคลียร์ข้อมูลใน Buffer ของเฟรมทั้งด้านส่งและด้านรับและตัวแปรต่างๆ
3. ตั้งโหมดการรับข้อมูลทาง Port อนุกรมเป็นโหมด 3 และอัตราเร็วในการ รับข้อมูลที่

ที่ 9,600 Baud

4. ตั้ง Interrupt Vector โดยให้ชี้ไปที่ โปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์ที่ 1

จากนั้นจะทำการอ่านหมายเลขแอดเดรส ที่ Dip Switch นำค่าที่ได้มาเก็บไว้ในเฟรมทางด้านส่งตำแหน่งไบท์ที่ 1 แล้วต่อมาจึงทำการสแกน Sensor ซึ่งใช้ Dip Switch แทน Sensor จริงแล้วเก็บค่าที่ได้ลงบนเฟรมด้านส่งไบท์ที่ 2 - 5 จำนวน 4 ไบท์หรือ 32 บิต และในส่วนนี้ได้ อ่านสถานะของการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับระบบด้วย แล้วเก็บข้อมูลที่ได้ลงบนเฟรมไบท์

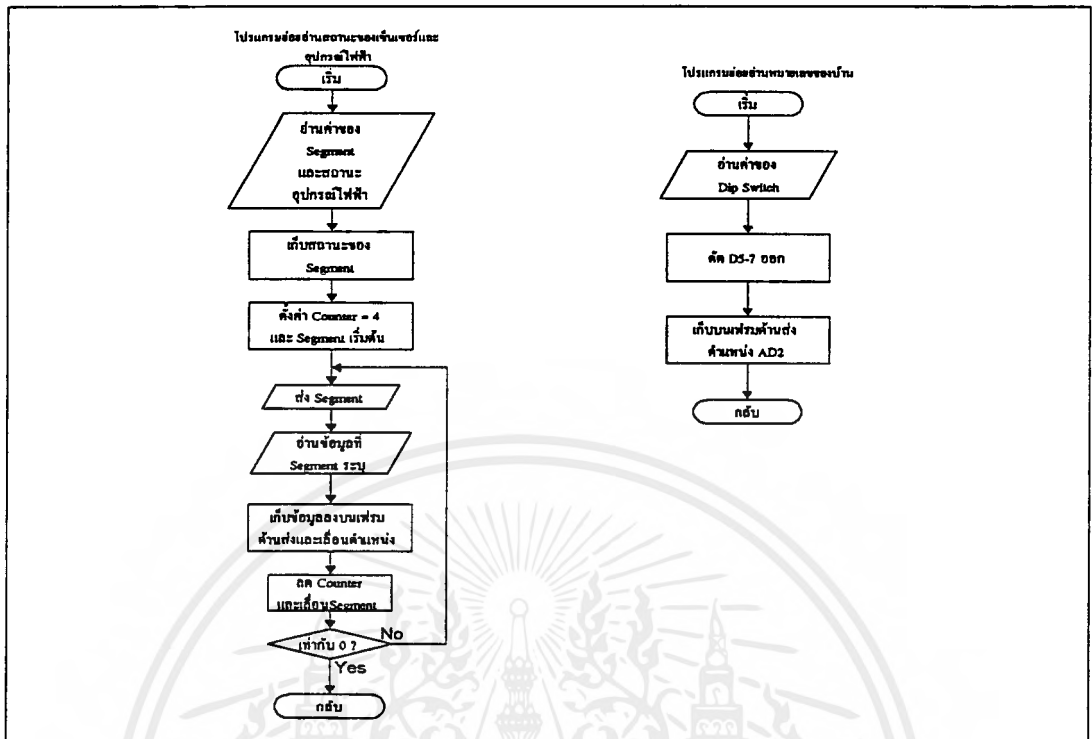
ที่ 6 จากนั้นจะไปตรวจสอบ บิทที่แสดงให้ Main Program นี้ทราบว่ามีเฟรมส่งเข้ามาและได้รับไว้อย่างถูกต้องเรียบร้อยแล้วโดยผ่านการ Checksum ซึ่งโปรแกรมย่อยส่วน Checksum นี้จะเป็นส่วนที่ส่งสัญญาณ บิทนี้ขึ้นมาให้ทราบ เมื่อพบสัญญาณบิทนี้ถูกเซ็ทเป็น Logic “1” ก็จะไปทำงานที่ โปรแกรมย่อยการทำงานตามรหัสคำสั่งบนเฟรมข้อมูลด้านรับ ซึ่งมีด้วยกัน 3 คำสั่ง ตามที่ได้กำหนดไว้ในส่วนของการออกแบบเครือข่ายและเฟรมข้อมูล เมื่อทำงานเสร็จก็จะวนกลับมาอ่านหมายเลขของ Node หรือบ้านใหม่ และอ่านสถานะของ Sensor กับอุปกรณ์ไฟฟ้าอีก การทำงานจะวนรอบเช่นนี้ตลอดไป

#### 4.6.2 การอ่านหมายเลขแอดเดรส

เมื่อส่วนนี้เริ่มทำงานจะทำการอ่าน Port ที่ 1 เข้ามาซึ่งค่าที่ได้จะกลับกับค่าจริงจึงต้องทำการ 1'S Complement ก่อนแล้วกรองเอาเฉพาะ bit 0-4 โดยใช้คำสั่ง ANL เพราะหมายเลขของ บ้านนั้นมีสูงสุดเพียง 32 หลังเท่านั้น ซึ่งใช้รหัสไบนารี จำนวน 5 บิทแทนจากนั้นจึงได้จัดเก็บข้อมูลลงบนเฟรมของด้านส่ง ไบท์ที่ 1 เพื่อเตรียมส่งกลับ เมื่อได้รับการเรียกจาก Master ต่อไป

#### 4.6.3 การอ่านสถานะ Sensor และอุปกรณ์ไฟฟ้า

เนื่องจาก ด้าน Hardware ได้ออกแบบให้ Port ที่ 2 ของ 89C51 ทำหน้าที่เป็นทั้ง Port ที่ส่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและเลือกช่วง (Segment) ของกาสแกนโดยได้แบ่งออกเป็น 4 ช่วงๆละ 8 บิท ดังนั้นเมื่อเริ่มต้นการทำงาน 0 จะทำการอ่านสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้ามาเก็บไว้ก่อนและเมื่อจะส่งสัญญาณเพื่อเลือกชิพ 74LS245 ให้ทำงาน จะใช้คำสั่ง ORL สถานะเดิมกลับเข้ามาด้วยเสมอในการสแกนทั้ง 4 ช่วง ทั้งนี้เพื่อลดผลกระทบของสถานะเดิมและข้อมูลที่อ่านได้จะกลับกับค่าจริงเช่นกันกับ หมายเลขของบ้านจึงต้องทำการ 1'S Complement ก่อนนำไปจัดเก็บบนเฟรมของด้านส่ง ที่ตำแหน่งไบท์ที่ 2-5 และเก็บสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าในไบท์ที่ 6

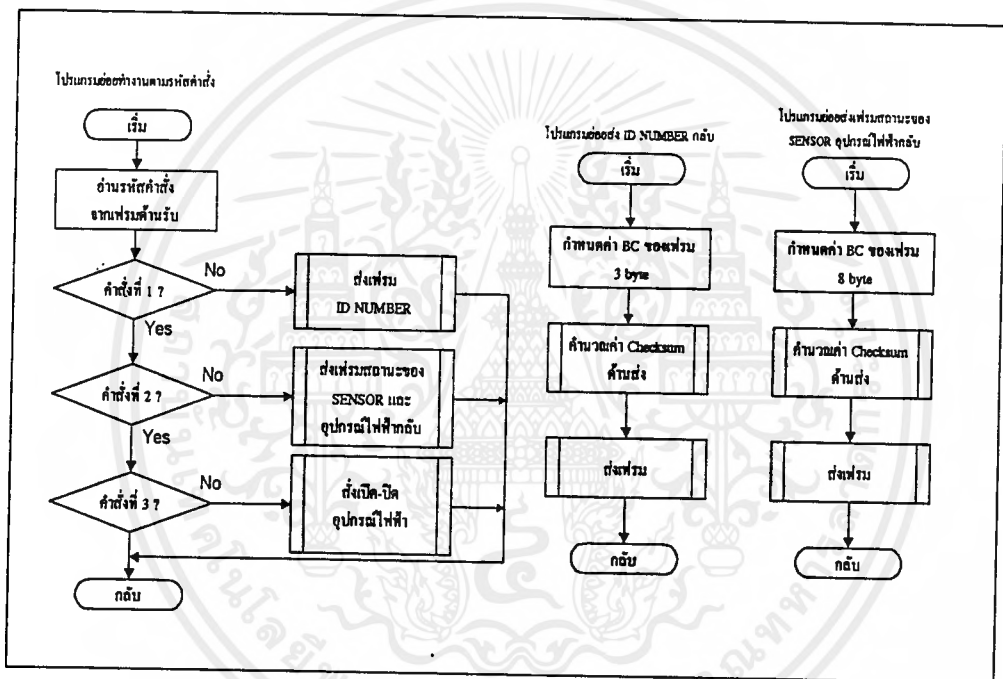


รูปที่ 4.23 Flow Chart โปรแกรมย่อยการอ่านสถานะ Sensor และอุปกรณ์ไฟฟ้า

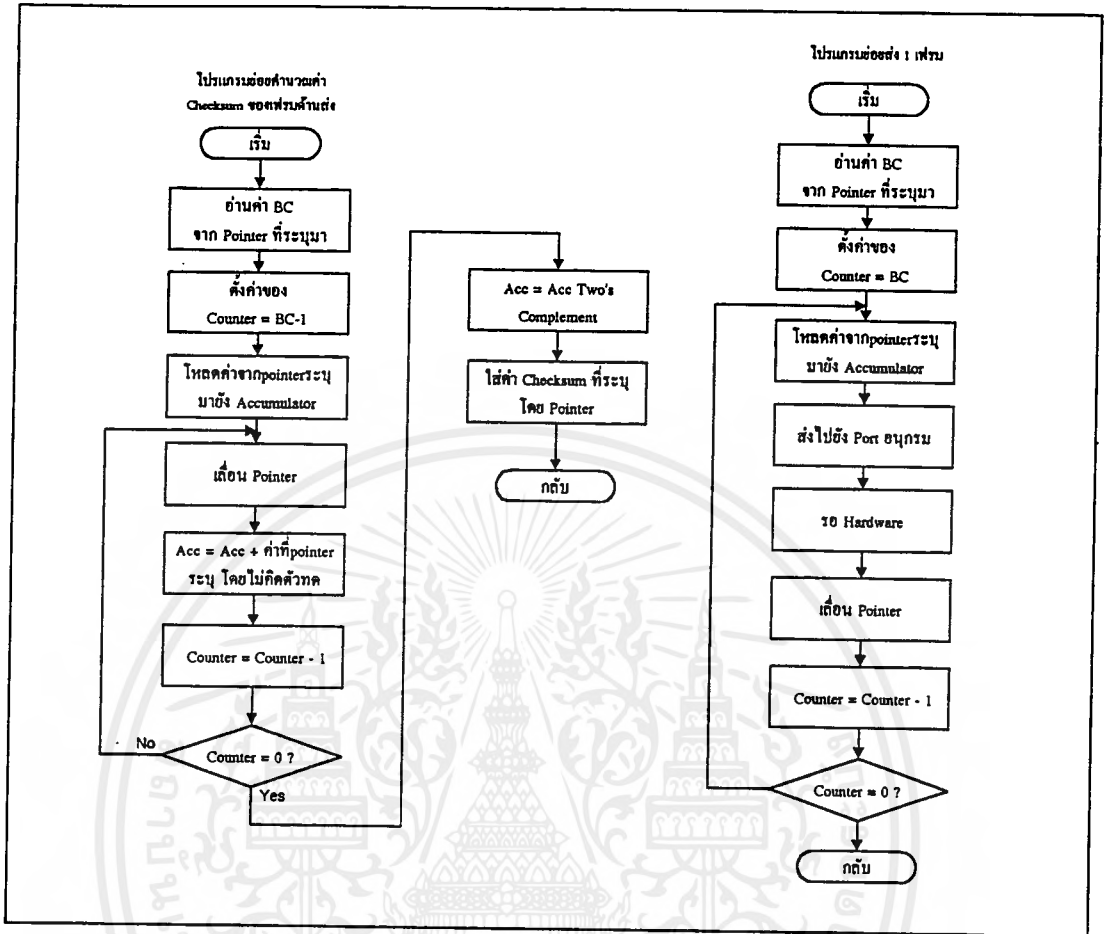
#### 4.6.4 การทำงานตามคำสั่งบนเฟรมด้านรับ

ส่วนนี้จะทำงานเมื่อบิตแสดงสถานะการรับเฟรม มี Logic "1" ซึ่งแสดงว่าผ่านการ Checksum แล้ว จึงได้นำข้อมูลไบท์ที่ 2 ของเฟรมด้านรับซึ่งเป็น Command Byte มาตรวจสอบค่า ถ้าค่ากับค่าของฟังก์ชันใดก็จะเลือกไปทำงานตามที่ได้ตั้งไว้ จากทางเลือกของค่าที่ 1 และ 2 นั้นจะมี โปรแกรมย่อยลงไปอีกหนึ่งขั้นคือ การส่งเฟรมข้อมูลตอบกลับซึ่งจะได้อธิบายไปพร้อมกันด้วย เมื่อส่วนของการส่งเฟรมข้อมูลทำงานจะได้รับค่า Pointer จากฟังก์ชันของคำสั่ง 1 และ 2 ซึ่งเป็นตัวชี้บอกจุดเริ่มต้นของเฟรมทางด้านส่งโดยชี้ไปยังไบท์ที่ทำหน้าที่บอกจำนวนไบท์ ทั้งหมดของเฟรมจากนั้น จะนำค่า BC นี้ไปทำการกำหนดขนาดของเฟรมและคำนวณหาค่า Checksum ของเฟรมเพื่อที่จะส่งตอบกลับ วิธีการ Checksum นั้นจะใช้วิธีของ Intel Hex File คือนำไบท์แรกตั้งแต่ BC ไปจนถึงไบท์สุดท้ายก่อนถึงไบท์ Checksum มาทำการบวกกัน โดยไม่คิดเครื่องหมาย จากนั้นจะทำการ 2's Complement แล้วนำค่าที่ได้นี้ใส่ลงไปที่ไบท์สุดท้ายของเฟรม จากนั้นจึงเรียกใช้บริการการส่งเฟรม ในการส่งเฟรมนั้นก็จะมีการส่ง Parameter เป็น Pointer มาเช่นกันเพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งานภายหลัง และประหยัดเนื้อที่ของ Program Memory สำหรับเก็บตัวโปรแกรม และขั้นสุดท้ายคือการส่งทีละไบท์โดยจะใช้ Hardware ที่มีอยู่ในชิพเรียบ

รื้อยทำหน้าที่ส่ง ดังนั้นมาโหลดข้อมูลให้ทำการส่งแล้วก็ต้องรอ hardware เป็นเวลา  $104 \times 10 \mu\text{sec}$  หรือประมาณ เศษหนึ่งส่วนพัน วินาที สำหรับการส่งด้วยความเร็ว 9,600 Baud เมื่อส่งเสร็จแล้วก็ จะออกจาก โปรแกรมย่อยส่วนนี้กลับไปยัง โปรแกรมหลักตามเดิม ส่วนคำสั่งที่ 3 นั้นเป็น คำสั่งให้เปิด หรือ ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งจะไม่มีคำสั่งเฟรมตอบกลับแต่อย่างใดจึงไม่ได้แสดงไว้ บน Flow Chart การทำงานก็เพียงแต่นำค่าจาก ไบท์ที่ 3 มาทำการ 1'S Complement ก่อนแล้วส่ง ไปที่ Port ที่ 2 สำหรับการที่จะทราบสถานะนั้น Master ต้องส่งคำสั่งมาอ่านอีกครั้ง ก็จะทราบว่า อุปกรณ์ ใดเปิด หรือ ปิดบ้าง



รูปที่ 4.24 Flow Chart โปรแกรมย่อยการทำงานตามรหัสคำสั่งของเฟรมด้านรับ



รูปที่ 4.25 Flow Chart โปรแกรมย่อยการคำนวณค่า Checksum และการส่งเฟรม

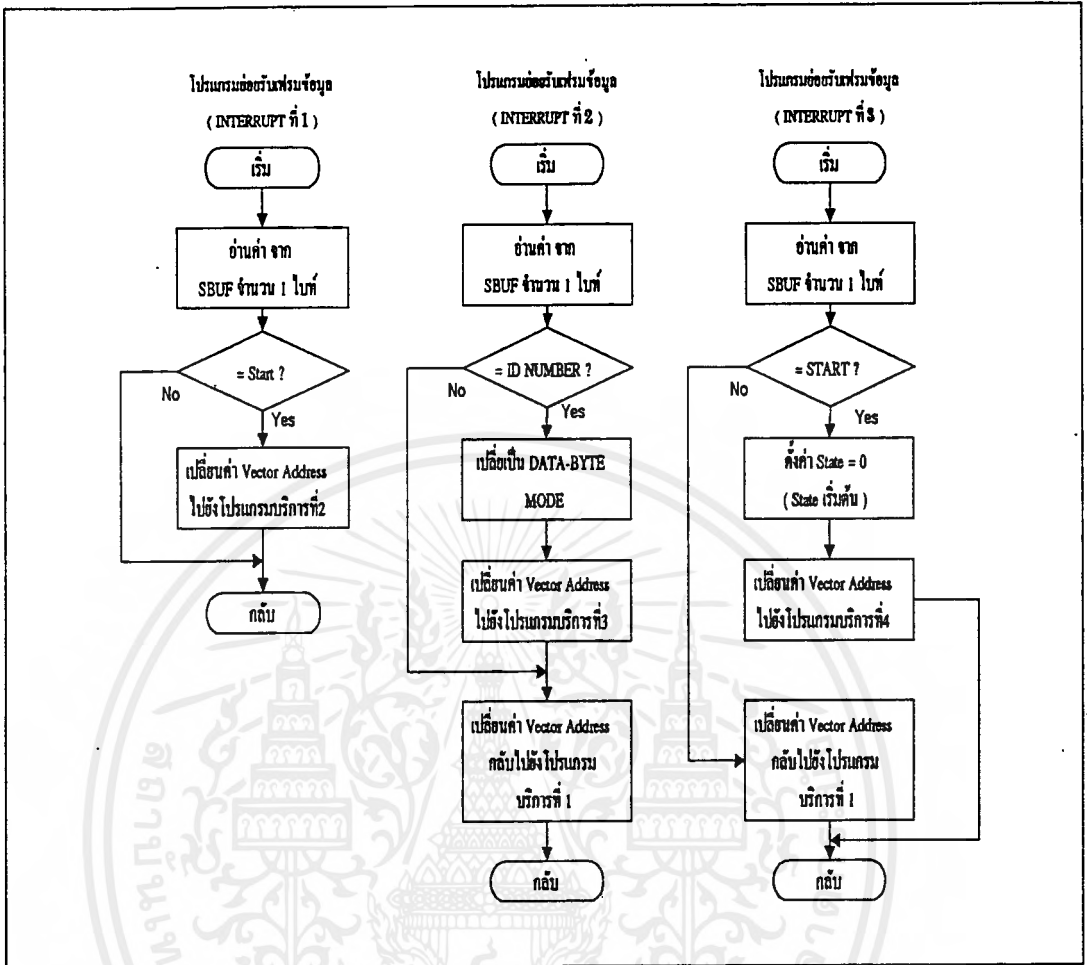
#### 4.6.5 การรับเฟรม

สำหรับส่วนนี้จะทำงานอยู่เบื้องหลัง ของ Main Program เรียกว่า เป็นส่วน Interrupt สาเหตุที่กำหนดให้มาทำงานในลักษณะนี้ ก็เพราะว่าระบบเตือนภัยจริงนั้นจะมีระบบสายโทรศัพท์ติดต่อยู่ ถ้าเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นจริงระบบจะเรียกติดต่อแจ้งเตือนไปยัง Pager และ เครื่องโทรศัพท์ที่เจ้าของบ้านได้โปรแกรมไว้ จากการประเมินจะพบว่าใช้เวลานานกว่าการรับส่ง 1 เฟรมที่กินเวลาสูงสุดไม่เกิน  $104 \times 11 \times 11 \mu\text{sec}$  เท่านั้นและยิ่งไปกว่านั้น MCS-51 ยังมีโหมดพิเศษของการส่งข้อมูลผ่านทาง Port อนุกรมมาให้เลือกใช้คือโหมด 2 และ 3 ซึ่งโดยปกติทั่วไปจะไม่ใช้ โหมดนี้เพราะการทำงานใช้ MCU เพียงชิพเดียวแต่สำหรับโครงการนี้จะเห็นว่า ประกอบด้วย MCU ประมาณ 10 ตัวซึ่งการติดต่อจะมีเพียง 2 ชิปในเวลาขณะใดๆ ดังนั้นเพื่อไม่ให้ไปรบกวนการทำงานของ ชิพอื่นจึงได้พิจารณาใช้โหมดที่ 3 ในการติดต่อช่วงระหว่าง Slave Node กับ Node ที่เป็นระบบเตือนภัยจำลองเท่านั้น

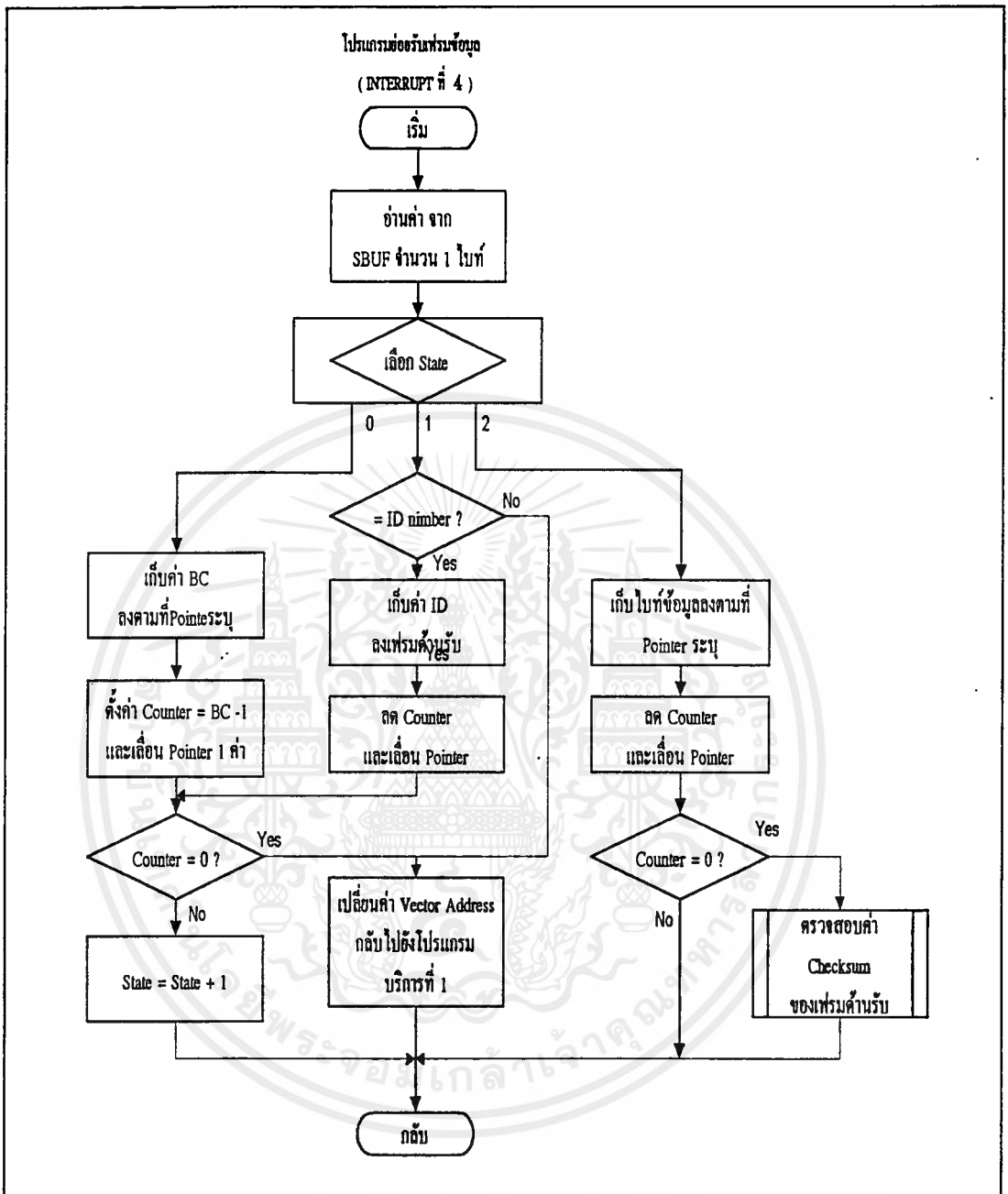
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมด 3 นี้การรับ-ส่ง 1 ไบท์จะมีด้วยกัน 11 บิตซึ่งบิตที่เพิ่มเข้ามานี้จะทำหน้าที่เป็นตัวบอกว่าไบท์นี้เป็น Address Byte หรือ Data Byte โดยถ้าเป็น Address Byte แล้วจะทำให้วงจร Interrupt Controller ในชิพ ทำงาน ดังนั้นก่อนการติดต่อขอส่งเฟรมจาก Slave Node จึงต้องส่งสัญญาณข้อมูลเป็น Address Byte มาก่อนโดยส่งให้บิต TB8 มีค่าเป็น Logic "1" เพื่อให้ Node ที่ถูกเรียกเท่านั้นถูก Interrupt เพื่อรับเฟรมข้อมูลไปจากนั้นจึงส่งเฟรมข้อมูลตัวจริงตามมาจาก Flow Chart จะเห็นว่าโปรแกรมบริการ Interrupt อยู่ 4 ชุด ซึ่ง 2 ชุดแรกนั้นจะรับการทำงานในโหมดของ Address Byte คือเมื่อได้รับสัญญาณเรียก โดยจะประกอบด้วยรหัส Start และหมายเลข Node ที่ต้องการติดต่อดังจะทำให้ชิพทุกตัวจะถูก Interrupt ซึ่งจะทำการตรวจสอบหมายเลขของตัวเอง กับหมายเลขที่ส่งเข้ามาว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าไม่ตรง ก็จะไม่สนใจไบท์ที่ส่งตามมาอีกและจะกลับไปทำงานเดิมของตัวเองต่อไป ส่วนชิพหรือ Node ไหนที่ตรงก็จะเซ็ทตัวเองลงมาที่โหมด Data Byte โดยการ Clear ค่าของ บิต SM2 ให้มีค่า Logic "0" เมื่อเฟรมข้อมูลที่ส่งในโหมด Data Byte ส่งมาก็จะถูก Interrupt ตามปกติ อันเป็นผลทำให้ โปรแกรมบริการ Interrupt ส่วนที่ 3 และ 4 ถูกใช้บริการในการรับเฟรม โดยในขณะรับนี้ถ้าเกิด Error ขึ้นก็จะกลับ Vecctor คืนไปที่ โหมดปกติตามเดิมทันที เพื่อรอรับการเรียกในคราวต่อไป

สำหรับหลักการของส่วนที่ 4 นี้ จะอาศัยการทำงานของ State Machine มาทำการรับเฟรมทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการโปรแกรม เมื่อรับเฟรมจบแล้วก็มาถึงการ Checksum ซึ่งวิธีการนั้นก็เหมือนกันกับด้านส่งเพียงแต่เมื่อคำนวณค่าได้แล้วจะทำการเปรียบเทียบกับไบท์ Checksum ที่ส่งมากับเฟรม ว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงนั้น คือเฟรมมีความถูกต้องสมบูรณ์ก็จะเซ็ทบิต สัญญาณเพื่อบอกให้ Main Programe รับทราบต่อไปและก่อนออกจากโปรแกรมบริการที่ 4 ก็ไม่ลืมที่จะเซ็ท Vector กลับไปยังบริการที่ 1 ตามเดิมและกลับไปยังหมดเดิมด้วย โดยการตั้งค่า SETB SM2 จากนั้น Main Program ก็จะดำเนินการต่อไป



รูปที่ 4.26 Flow Chart โปรแกรมย่อยการรับแฟรมข้อมูลแบบ Interrupt (1)



รูปที่ 4.27 Flow Chart โปรแกรมย่อยการรับแฟรมข้อมูลแบบ Interrupt (2)

#### 4.7 Slave Node และ Master Node

จาก Flow Chart ตั้งแต่ Main โปรแกรม เป็นต้นมาจะเป็นต้นแบบ ในการออกแบบ โปรแกรมสำหรับ Master และ Slave Node ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกัน จะมีแตกต่างก็เพียง ที่ Slave Node เท่านั้น เฉพาะเมื่อรับเฟรมจาก Master แล้วส่งต่อเฟรมให้กับ Node ซึ่งก่อนส่ง เฟรมข้อมูล ให้กับ Node ต้องทำการคัดแยกเอา AD2 ออกมาแล้วส่งตามออกไปหลังจากส่ง Start ไปแล้ว 1 ไบท์เพื่อทำให้ Node ที่ถูกเรียกเซ็ท ตัวเองมาอยู่ในโหมด Data Byte เสียก่อน จากนั้น แล้วจึงค่อยส่ง เฟรมตัวจริงออกไป และด้วยมีหัวข้อที่เหมือนกันกับ Node จึงยกขอรวมกับ การอธิบายข้างต้นที่ผ่านมา



## บทที่ 5

### PROGRAM ศูนย์กลางระบบรักษาความปลอดภัย

#### 5.1 การออกแบบ PROGRAM

ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน เป็นระบบ ที่ต้องการความน่าเชื่อถือในตัวระบบสูง เพราะว่าจะระบบจะต้องสามารถ ป้องกัน และเตือนภัย เหตุร้ายอันเกิดจากความตั้งใจ หรือความผิดพลาดของมนุษย์ ซึ่งอาจทำให้ระบบเกิดการ ทำงานที่ ผิดพลาด ไปได้ เช่นเมื่อมีผู้ประสงค์ร้ายต่อเจ้าของบ้าน เข้าไปตัด ระบบการติดต่อ ทั้งภายในบ้าน ที่ติดต่อกันระหว่าง บ้าน กับ ระบบรักษาความปลอดภัย หรือเข้าไปขโมยทรัพย์สินภายในบ้าน ตัวระบบเองจะต้องสามารถตรวจสอบได้ว่ามีเหตุผิดปกติที่เกิดขึ้นกับบ้านหลังดังกล่าวได้ ถึงแม้ว่าอาจจะไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของ เหตุร้ายที่เกิดขึ้น แต่อาจใช้วิธีการอื่นในการตรวจสอบหาสาเหตุที่ทำให้ระบบเกิด Alarm ขึ้นมา

ดังนั้นในการออกแบบ ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านจึงต้อง คำนึงถึงความน่าเชื่อถือของระบบให้มีความน่าเชื่อถือในตัวระบบสูงสุดเท่าที่จะสามารถทำได้ จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องและ สามารถแจ้งเตือนภัยเหตุร้าย ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านจึงต้องมีเครือข่ายที่มีความน่าเชื่อถือสูง สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างบ้านกับ ศูนย์กลางรักษาความปลอดภัย ได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีความผิดพลาดในการส่งข้อมูลต่ำ ในส่วนของ Software ที่ใช้ในศูนย์กลางระบบรักษาความปลอดภัยจะต้อง มีการสนับสนุนการตรวจสอบ และป้องกัน เหตุร้ายซึ่งจะนำไปสู่ความล้มเหลวของระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน

ดังนั้นในการออกแบบ Software ของระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านจะต้องคำนึงถึงความน่าเชื่อถือของระบบให้มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด จากเหตุผลดังกล่าวในส่วนการออกแบบการออกแบบ Software จึงได้เน้นหลักการออกแบบไว้ 5 ประการ คือ

1. มีความน่าเชื่อถือสูง
2. สามารถที่จะเพิ่มเติมแก้ไขได้ง่าย
3. ใช้งานง่าย
4. มี Password เมื่อต้องไปเปลี่ยนแปลง Config ในส่วนที่สำคัญ
5. เน้นความเร็ว ในการติดต่อระหว่างบ้านแต่ละหลัง กับ ระบบศูนย์กลางรักษาความปลอดภัย

จากหลักการดังกล่าวทั้ง 5 ข้อได้จึงทำการศึกษาภาษาที่จะนำมาใช้ในการเขียน Software ของระบบรักษาความปลอดภัย ในหมู่บ้านพบว่า ภาษา Visual Basic เป็นภาษาที่สามารถสนับสนุนหลักการดังกล่าวได้เป็นอย่างดี จึงได้เลือกเอา ภาษา Visual Basic V3.0 ของ Microsoft เป็นภาษาที่ใช้เขียน Program เนื่องจากว่า เป็นภาษาที่สามารถ เรียนรู้ได้ง่าย มี Tools ต่างๆ ช่วยให้การเขียน Program รวดเร็วขึ้น

ในการออกแบบ Program ได้แบ่งการออกแบบออกเป็นสองส่วนดังนี้

1. ส่วนติดต่อกับ User
2. ส่วนติดต่อกับบ้านและ ซอย(Node) ต่างๆ

#### 5.1.1 ส่วนติดต่อกับ User

ส่วนติดต่อกับ User ได้เน้นการทำ User Interface ให้สามารถ ติดต่อระหว่าง User กับ Program ให้สามารถ ติดต่อสะดวกและรวดเร็ว ต่อการตรวจหา Alarm ที่เกิดขึ้นกับบ้านแต่ละหลัง ซอย แต่ละ ซอย โดยที่ User ใช้เวลาไม่ กี่วินาทีก็สามารถทราบเหตุร้าย ซึ่งเกิดขึ้นกับบ้านแต่ละหลังได้ เพื่อที่จะทำการปฏิบัติการในขั้นต่อไปเมื่อมีสัญญาณเตือนภัยเกิดขึ้น

ดังนั้นจึงแบ่งส่วน User Interface ออกเป็นส่วน ต่างๆดังต่อไปนี้คือ

1. ส่วน Main Menu
2. ส่วนตรวจสอบภายใน ซอยต่างๆ
3. ส่วนตรวจสอบ Sensor ภายในบ้านแต่ละหลัง
5. ส่วน Configuration ของ Program

##### 5.1.1.1 ส่วน Main Menu

เป็นส่วนที่ควบคุมการใช้งาน Program ทั้งหมดซึ่งจะสามารถที่จะเข้าไปในส่วนต่างๆของ Program ได้ทั้งหมด ที่ส่วน Main Menu จะมีการแสดงผลของ Alarm ซึ่งจะ Display Alarm เมื่อมี Alarm เกิดขึ้นแต่ไม่สามารถที่จะตรวจสอบว่า Alarm ที่เกิดขึ้นเป็น Alarm ของซอยไหนหรือ บ้านหลังไหน

##### 5.1.1.2 ส่วนตรวจสอบภายในซอยต่างๆ

สามารถที่จะตรวจสอบว่าใน ซอยไหนมีเหตุร้ายเกิดขึ้นบ้าง สามารถที่จะตรวจสอบว่ามีเหตุร้ายขึ้นในซอยใดๆ แต่ไม่สามารถที่จะทราบได้ว่า เหตุร้ายที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นเนื่องด้วยสาเหตุอะไรหรือเกิดกับบ้านหลังใด หากต้องการทราบว่าเหตุร้ายที่เกิดขึ้นนั้นเกิดกับบ้านหลังไหนก็จะตรวจสอบได้โดยการ Click ไปที่ ซอยที่เกิด Alarm นั้นก็จะทราบว่า Alarm นั้นเกิดขึ้นในบ้านหลังไหน

นอกจากนี้ยังมี Log ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทั้งเหตุการณ์ในปัจจุบันและ เหตุการณ์ที่ผ่านมาในอดีต เก็บไว้ในรูปของ File แต่ละวันเอาไว้ Check เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ภายในระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้านไว้ ตรวจสอบหาเหตุการณ์ที่ต้องการทราบในกรณีที่ไม่สามารถดูได้จาก Log เหตุการณ์

#### 5.1.1.3 ส่วนตรวจสอบ Sensor ภายในบ้านแต่ละหลัง

สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่า Sensor ตัวไหนที่เกิด Alarm ขึ้น เป็น Sensor ชนิดอะไร และเกิด Alarm ขึ้นตั้งแต่เมื่อใด นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำการ Control อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจาก ส่วนนี้ได้

#### 5.1.1.4 ส่วน Configuration ของ Program

สามารถเปลี่ยนแปลง Config ของ ระบบได้โดยการป้อนรหัสผ่านได้ดังต่อไปนี้

1. Communication
2. Sensor
3. Electrical
4. Password
5. About Program

#### 5.1.2 ส่วนติดต่อกับบ้านและ ซอยต่างๆ

เป็นส่วนที่ทำการติดต่อ โดยใช้ Port RS-232 ไปยัง Master Node สามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลง Port Config และ Buad Rate ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้

## 5.2 การทำงานของ Program

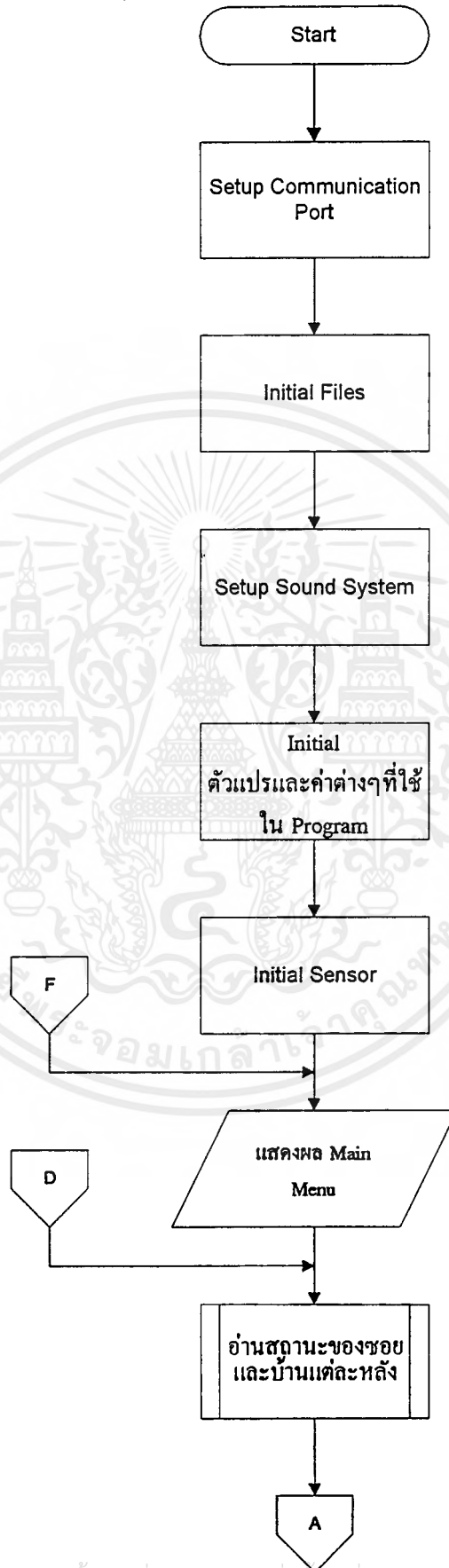
Program Village Security System จะเริ่มทำงานโดยการ Setup Program ให้เริ่มทำงานใน Environment ที่ได้ออกแบบไว้โดยเริ่มจากการทำในขั้นตอนต่อไปนี้

1. Setup Port Communication
2. Initial Files ที่ใช้ใน Program
3. Setup Sound
4. Initial Timer
5. Initial ตัวแปรและ Parameter ที่ใช้ภายใน Program
6. Initial ชื่อของ Sensor แต่ละตัวที่ใช้ภายใน Program

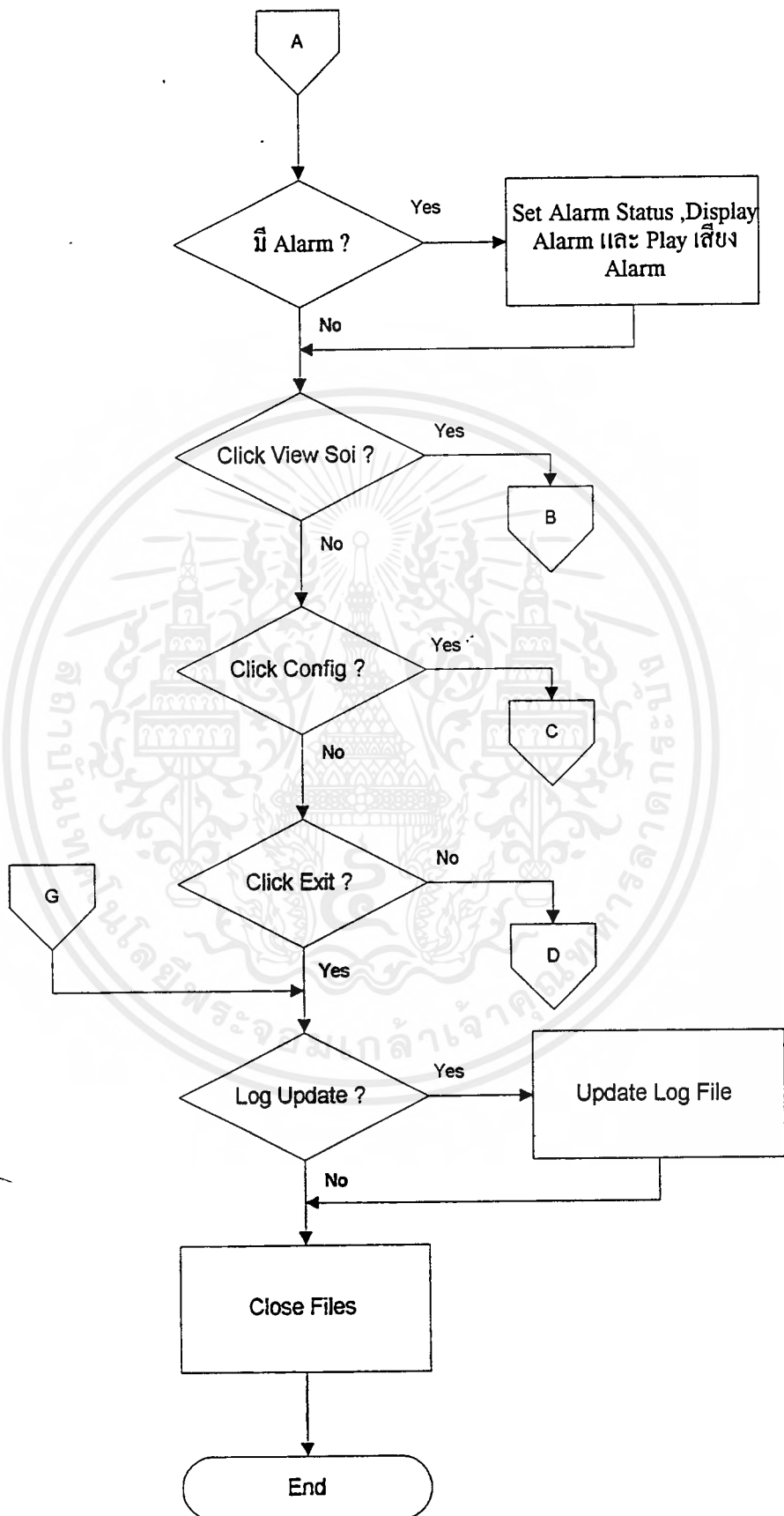
หลังจากนั้นจะทำการ Load Form ของ Menu ต่างๆ ขึ้นมาแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้นุ่ม Control ต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น Menu หลักๆ ได้ 5 Menu คือ

1. Main Menu
2. Menu Configuration
3. Menu แสดงรายละเอียด ซอยต่างๆ
4. Menu แสดงรายละเอียดของบ้านภายในซอย
5. Menu แสดงรายละเอียดภายในบ้าน

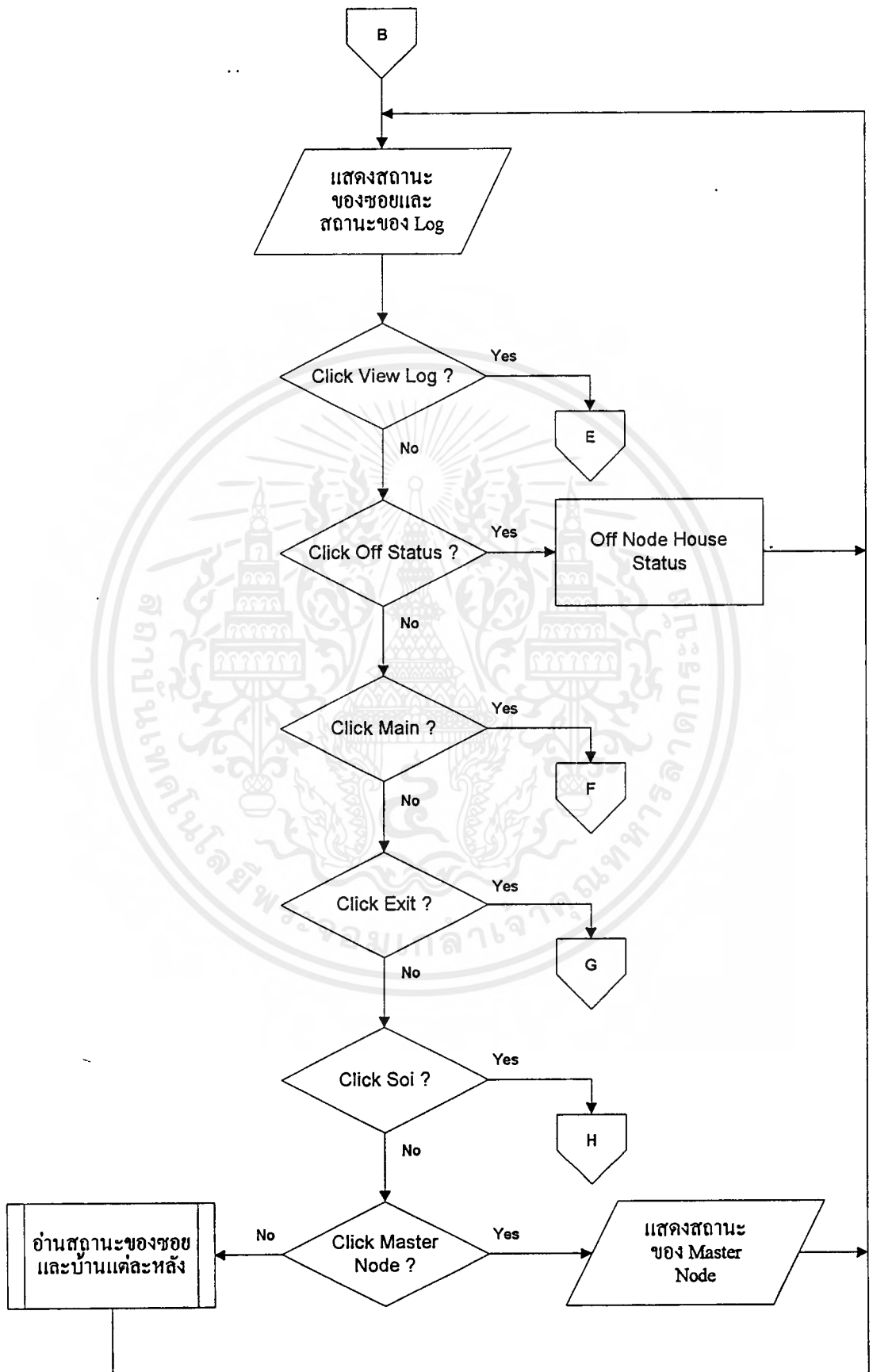
จากรายละเอียดการทำงานของ Program และรายละเอียด ของ Menu ต่างๆ สามารถนำมาเขียน เป็น Flow Chart ได้ดังต่อไปนี้



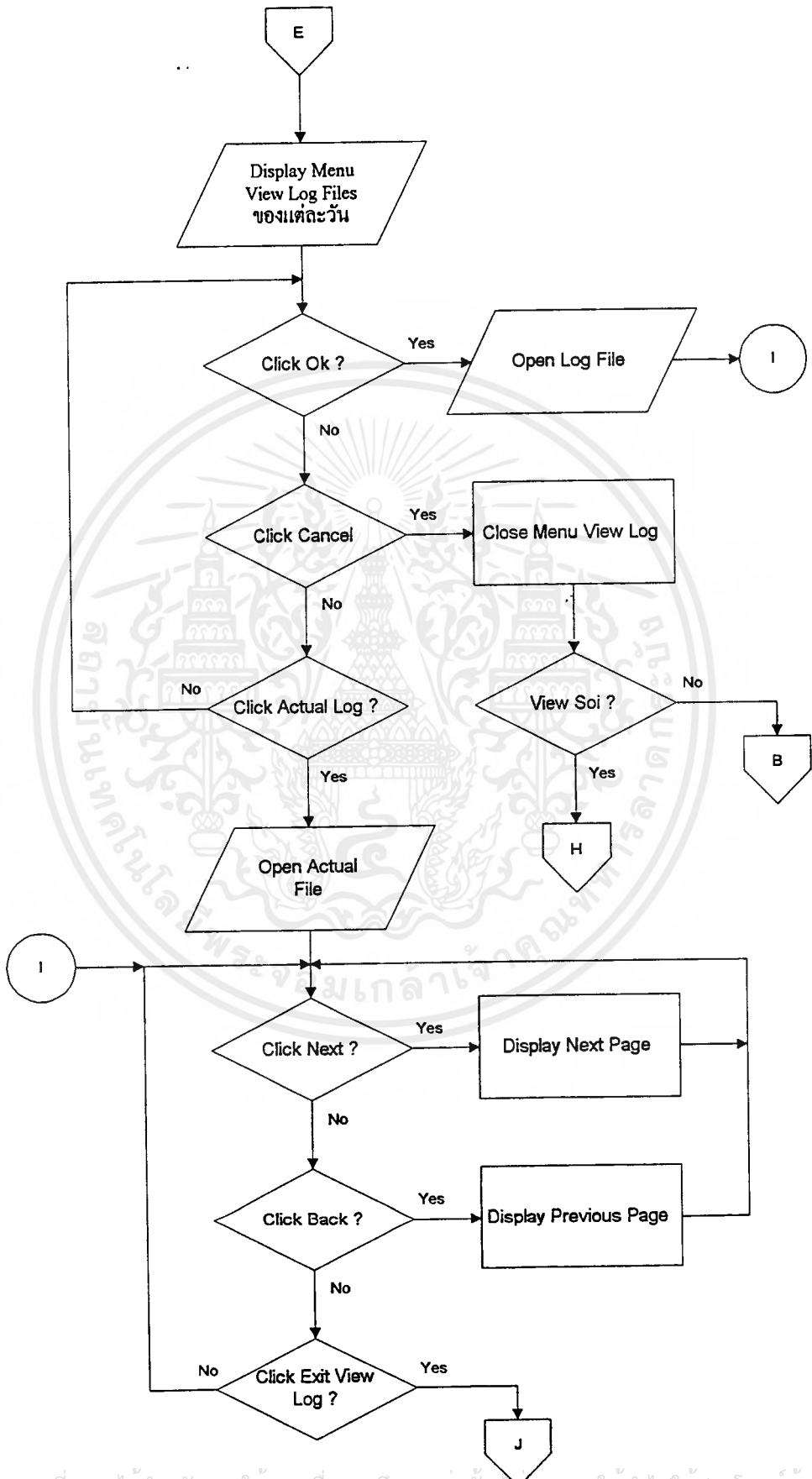
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



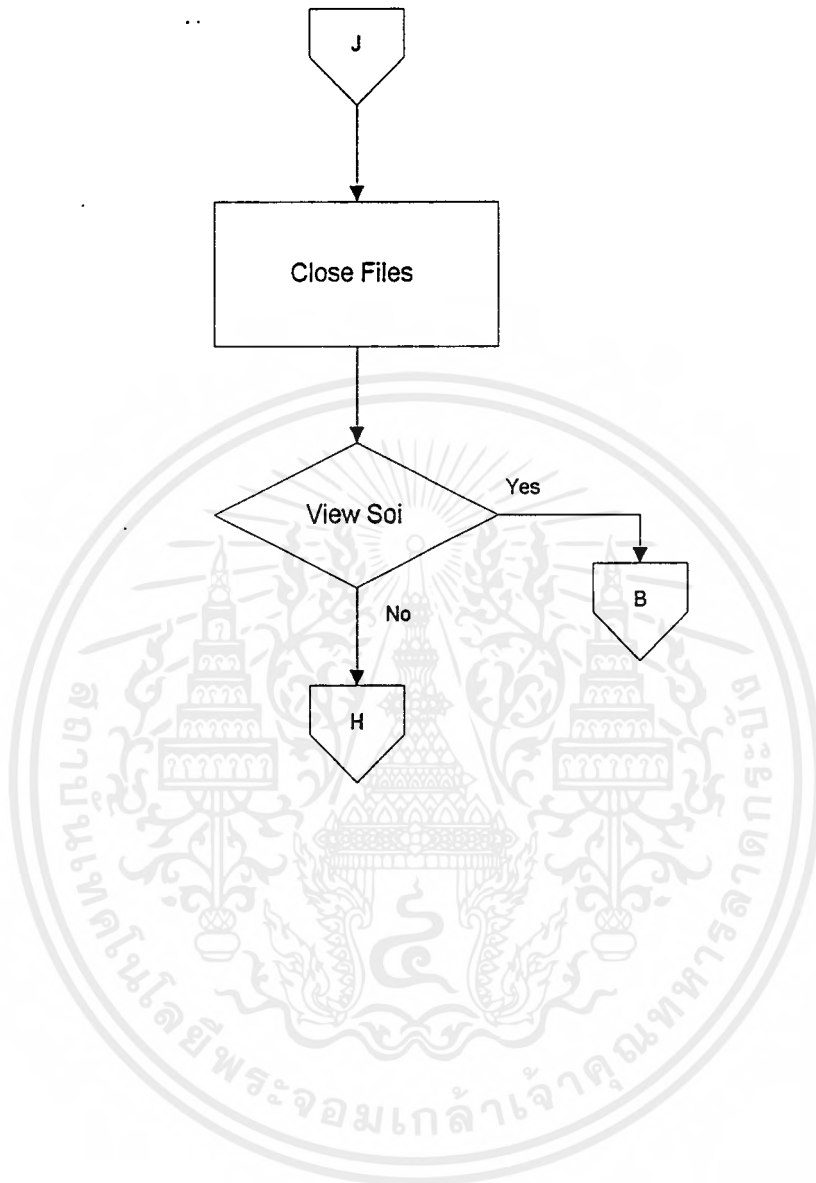
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



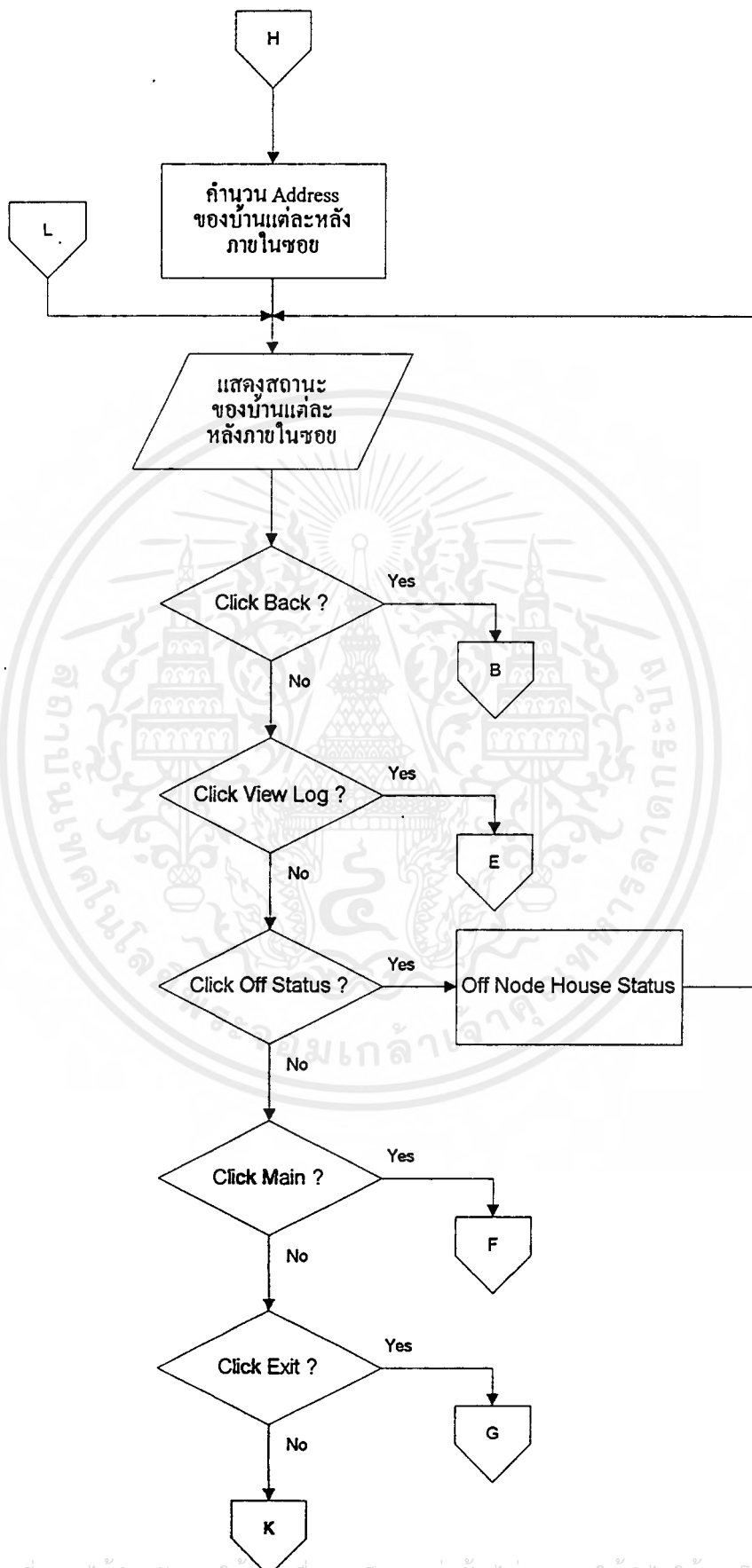
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

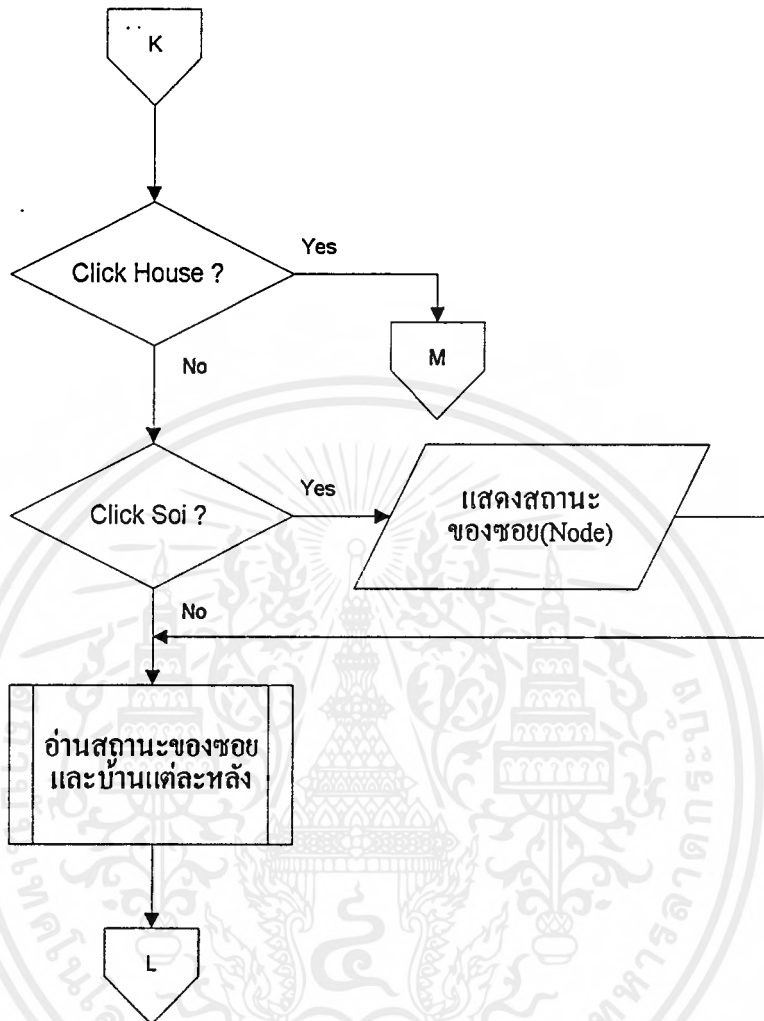


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

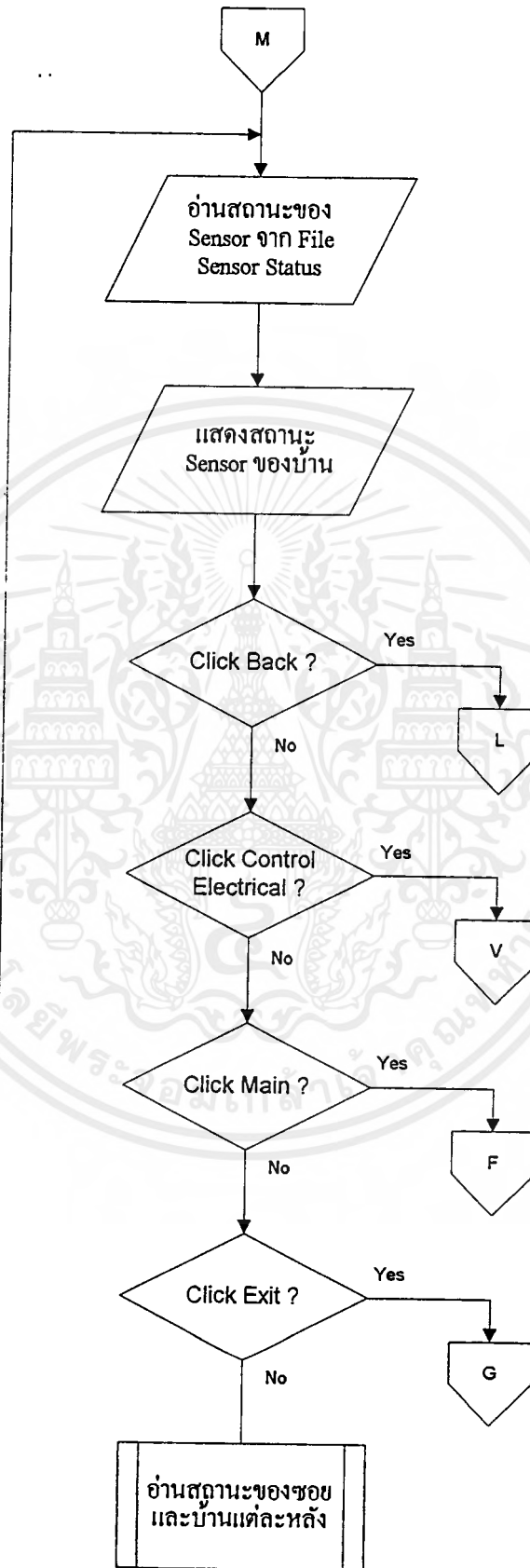


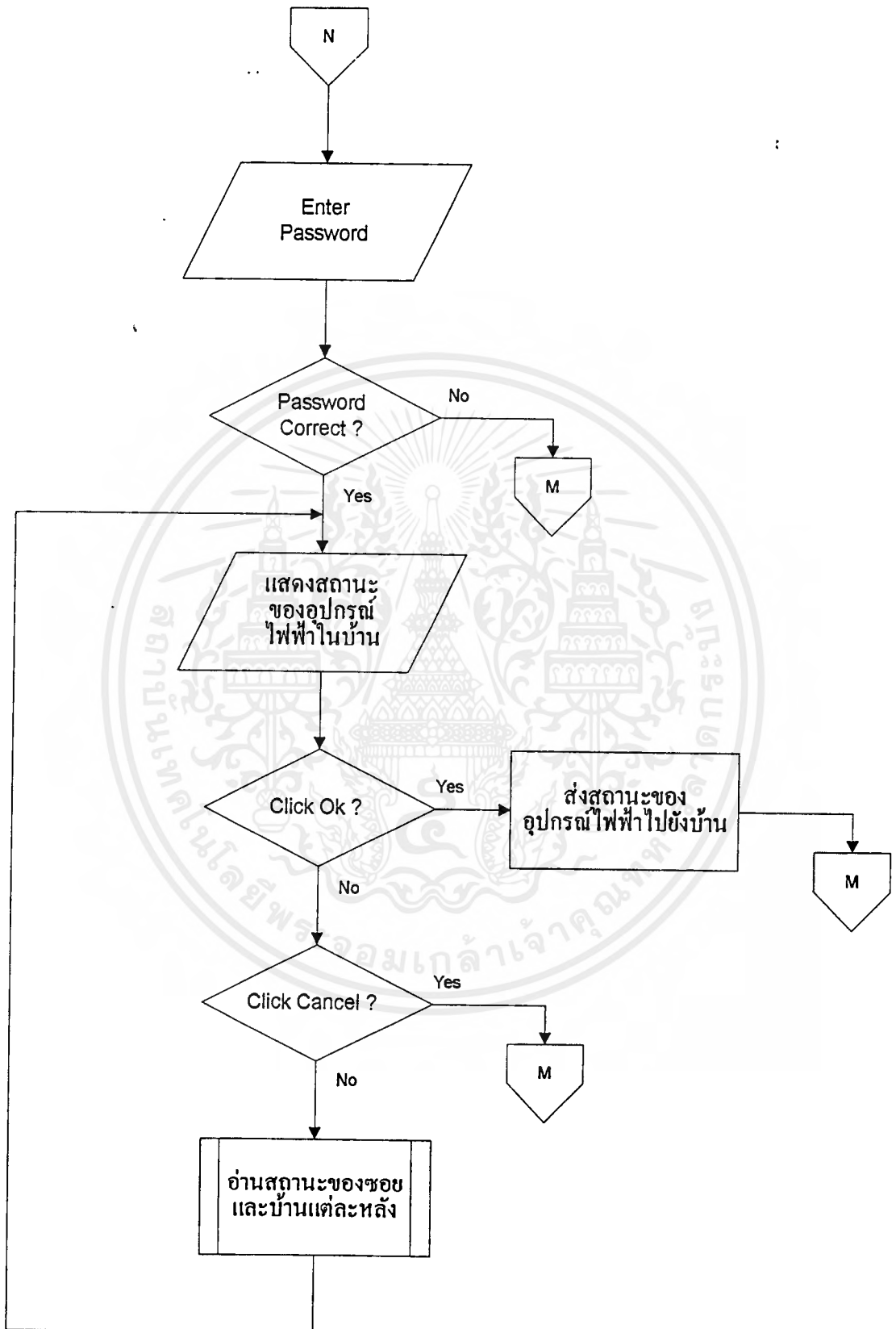
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



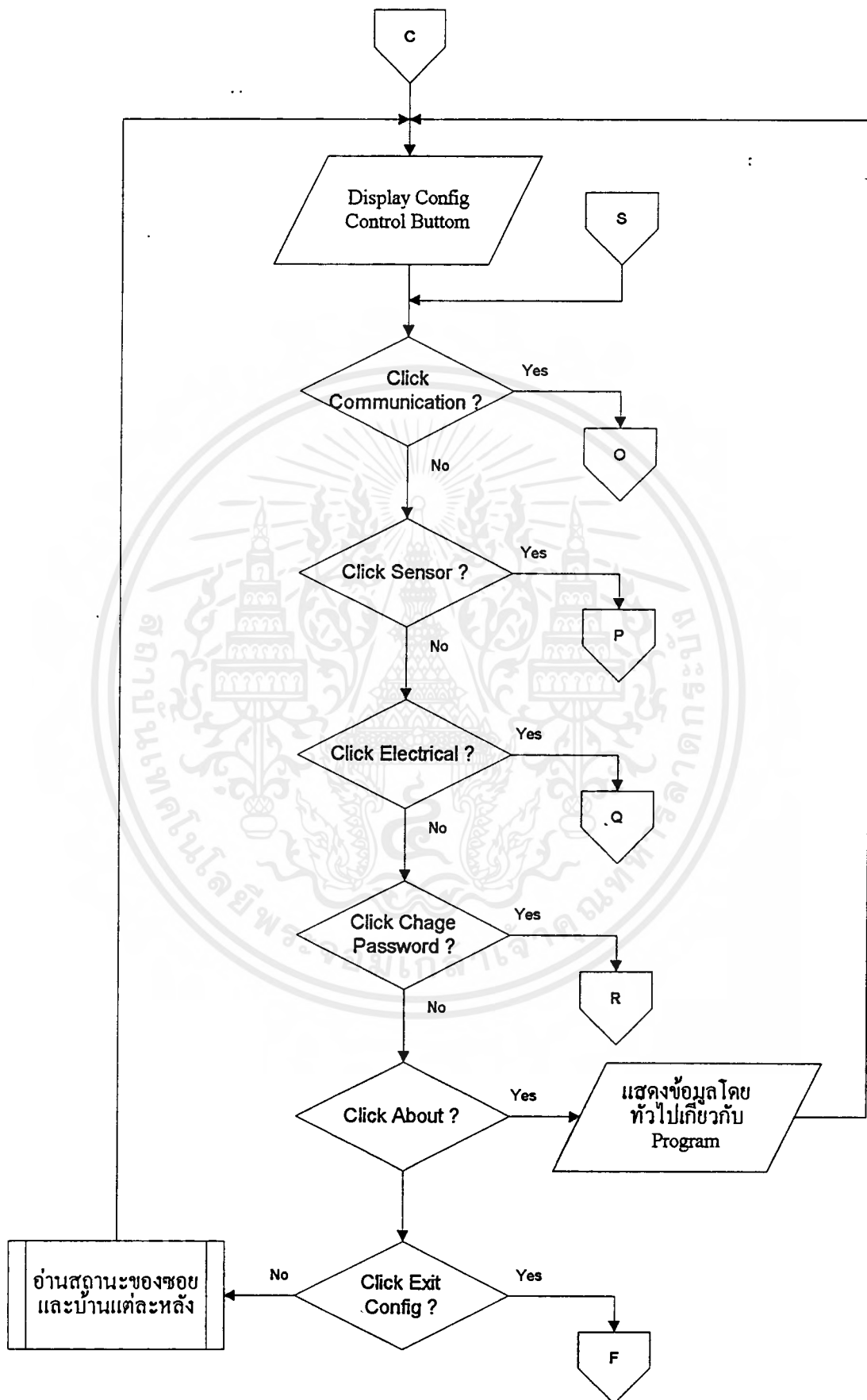


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

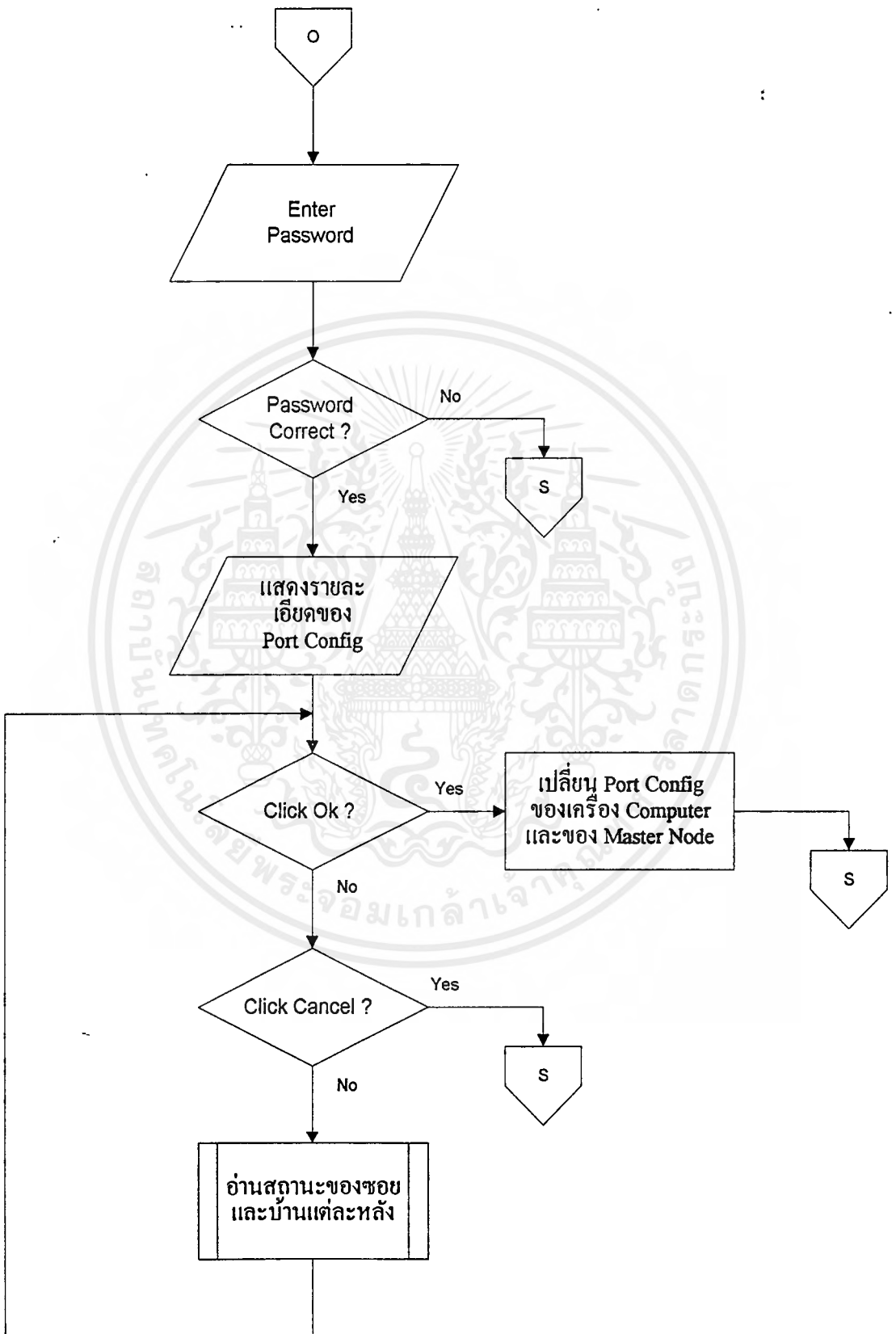




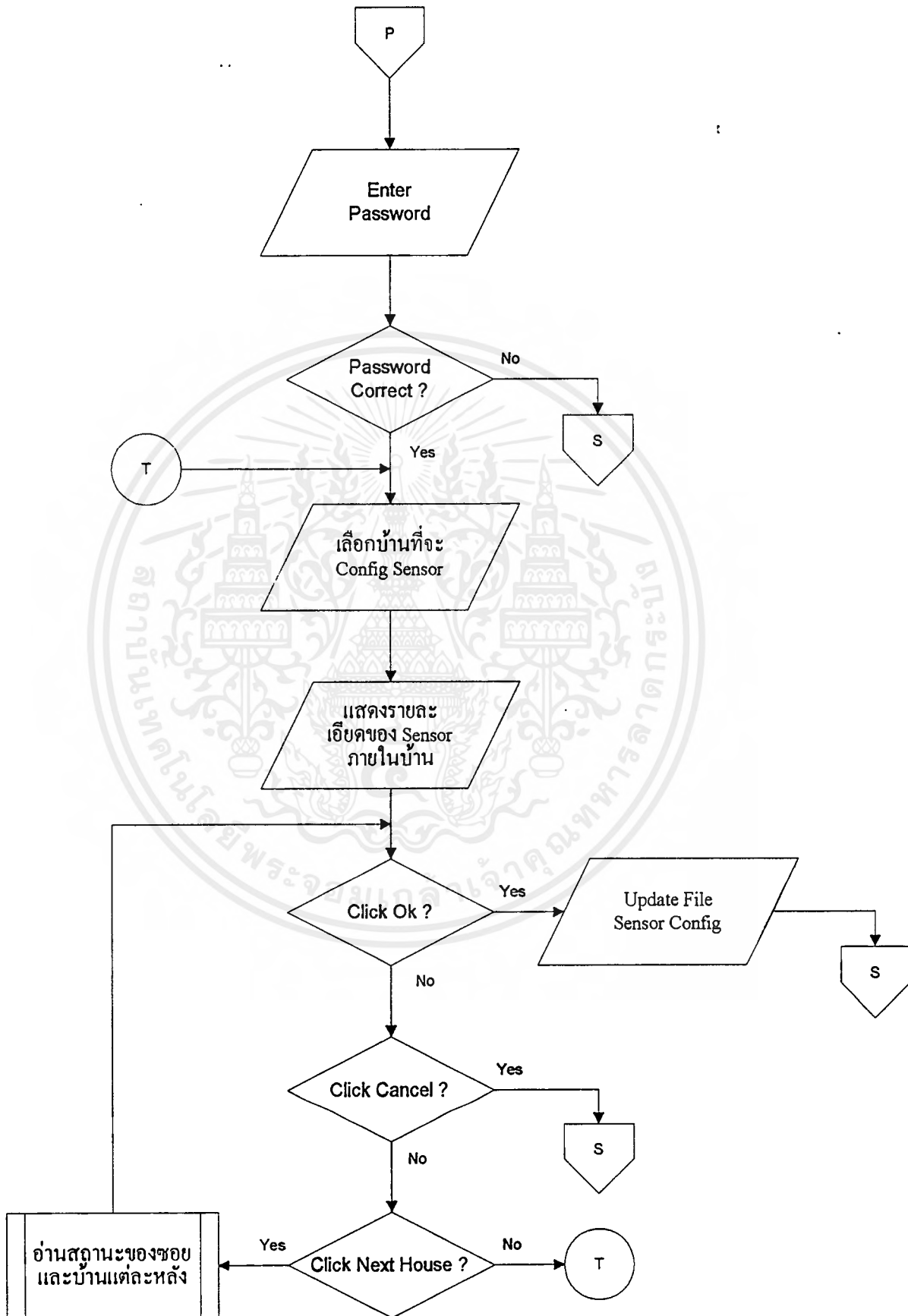
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



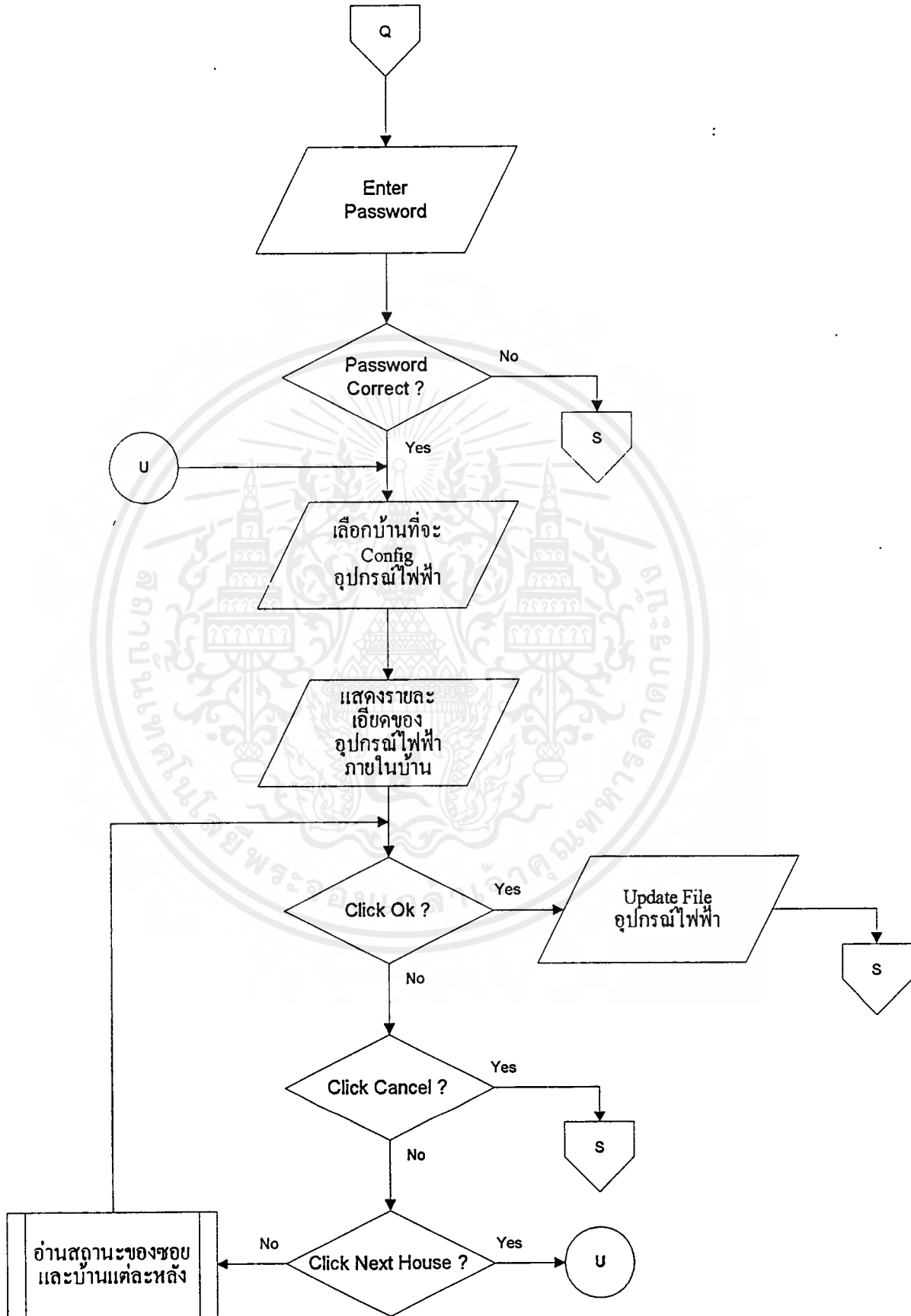
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



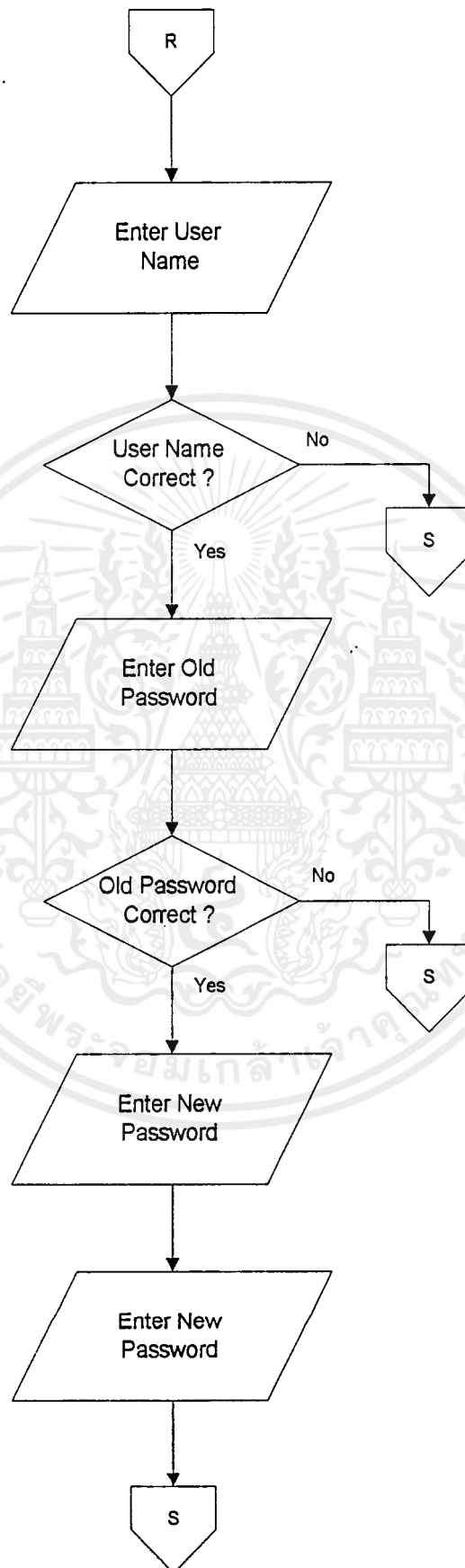
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การคำนวณหา Address ของบ้าน

$$\text{House Address} = ((\text{Soi Address} - 1) * \text{Max House}) + \text{House Number}$$

Max House = 31 (จำนวนบ้านสูงสุดในแต่ละซอย)

Soi Address = 1-32 (จำนวนซอยที่มีในระบบ)

House Number = 1-31 (หมายเลขบ้านในซอย แต่ละซอย)

### Protocol ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Computer กับ Node(ซอย) และบ้าน

ในส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลจากบ้าน จะมีความยาวของ Data 8 Byte โดยรับ Data ผ่านทาง Port อนุกรม RS-232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัว Program จะอ่าน Data พร้อมกันทั้ง 8 Byte จาก Buffer ของ Port RS-232 แล้วนำมาทำ Error Detection โดยการ Xor Data จำนวน 6 Byte เข้าด้วยกัน (Byte 2 - Byte 7) แล้วเปรียบเทียบ กับ ค่าใน Byte สุดท้าย เพื่อที่จะหา Error ว่ามีหรือไม่

Data ในแต่ละ Byte นั้น ได้ถูกกำหนดให้มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

Byte 1 Start Byte ใช้ Charector “:”

Byte 2 Byte Count คือจำนวน Byte ที่มีต่อจาก Byte Count รวมกับ Byte Count ด้วย

Byte 3 Node Address หรือ หมายเลข ซอย

Byte 4 House Address

Byte 5 Command

Byte 6 Data Byte 1

Byte 7 Data Byte 2

Byte 8 Byte Sum หรือ Byte ที่เก็บผลของการ Check Error จาก Node (ซอย)

Protocol ที่ใช้ในการส่งมีความยาวของ Data 11 Byte ระบบจะทำการส่งเข้าไปใน Buffer พร้อมกัน ทั้ง 11 Byte โดยไม่ต้องรอผลว่า ด้านรับจะสามารถรับได้หรือไม่ Command และ Data ที่ Host Computer ส่งออกไปจะมีดังนี้

1. ถาม บ้านแต่ละหลังว่ามี Alarm หรือไม่
2. ถาม ซอย (Node) แต่ละซอยว่ามีบ้านหลังใดในซอย Active บ้าง
3. ส่ง สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า ไปควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้าน
4. ส่ง Command การเปลี่ยน Baud Rate ไปให้ Master Node

### ประเภทของ Alarm

1. Critical Alarm เป็น Alarm ที่เกิดจาก สาเหตุที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่สามารถติดต่อกับ Master Node ได้ทั้งที่ก่อนหน้านี้ เคยติดต่อดี
2. Major Alarm เกิดจากสาเหตุที่ บ้าหลังโคหลังหนึ่งเกิด Alarm หรือ เกิดจาก ซอยที่ เคยติดต่อดีแต่ ต่อมาไม่สามารถ ติดต่อดี
3. Minor Alarm เกิดจากสาเหตุ บ้าหลังโคหลังหนึ่ง ซึ่งก่อนหน้านี้เคยติดต่อดีแต่ ต่อมาภายหลังไม่สามารถติดต่อดี

### การกำหนด Baud Rate ระหว่าง Computer กับ Master Node

สามารถกำหนดอัตรา Baud ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และ Master Node ได้ 6 Baud Rate คือ

1. 600 BPS
2. 1200 BPS
3. 2400 BPS
4. 4800 BPS
5. 9600 BPS
6. 19200 BPS

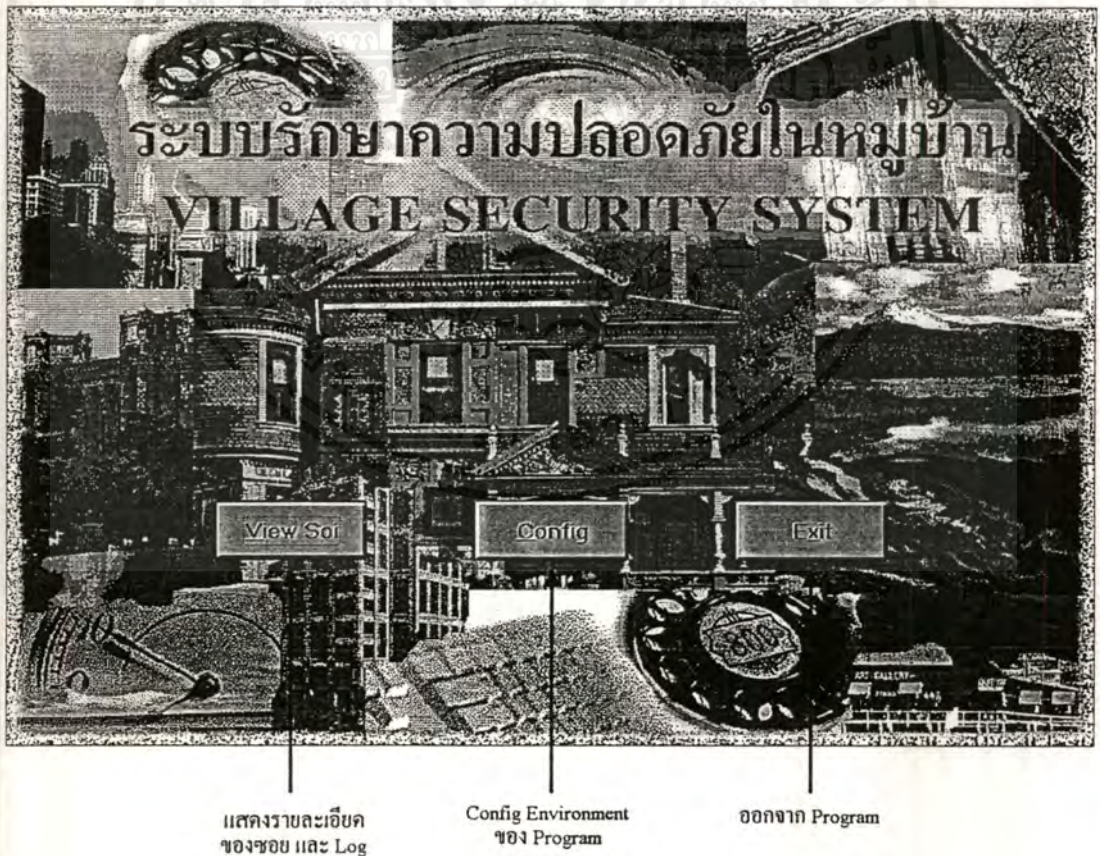
### 5.3 การใช้ Program

Program Village Security System แบ่งส่วนของการใช้งานหลักๆ ออกเป็น

1. ส่วน Main Menu
2. ส่วนแสดงรายละเอียดของขอยต่างๆ
3. ส่วนแสดงรายละเอียดของ Log แต่ละวัน
4. ส่วนแสดงผลรายละเอียดของบ้านภายในขอยแต่ละขอย
5. ส่วนแสดงผลรายละเอียดภายในบ้านแต่ละหลัง
6. ส่วน Control เครื่องใช้ไฟฟ้า
7. ส่วนเปลี่ยนแปลง Config ของระบบ

#### 5.3.1 ส่วน Main Menu

เป็น Menu หลักที่สามารถจะไปยัง Menu ย่อยต่อไป



รูป 5.1 แสดง Main Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Main Menu มีปุ่ม Control ดังนี้

1. ปุ่ม View Soi สำหรับดูรายละเอียดของซอย สถานะของซอย และ Log เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
2. ปุ่ม Config สำหรับเปลี่ยนแปลง Config ของระบบ
3. ปุ่ม Exit สำหรับออกจาก Program



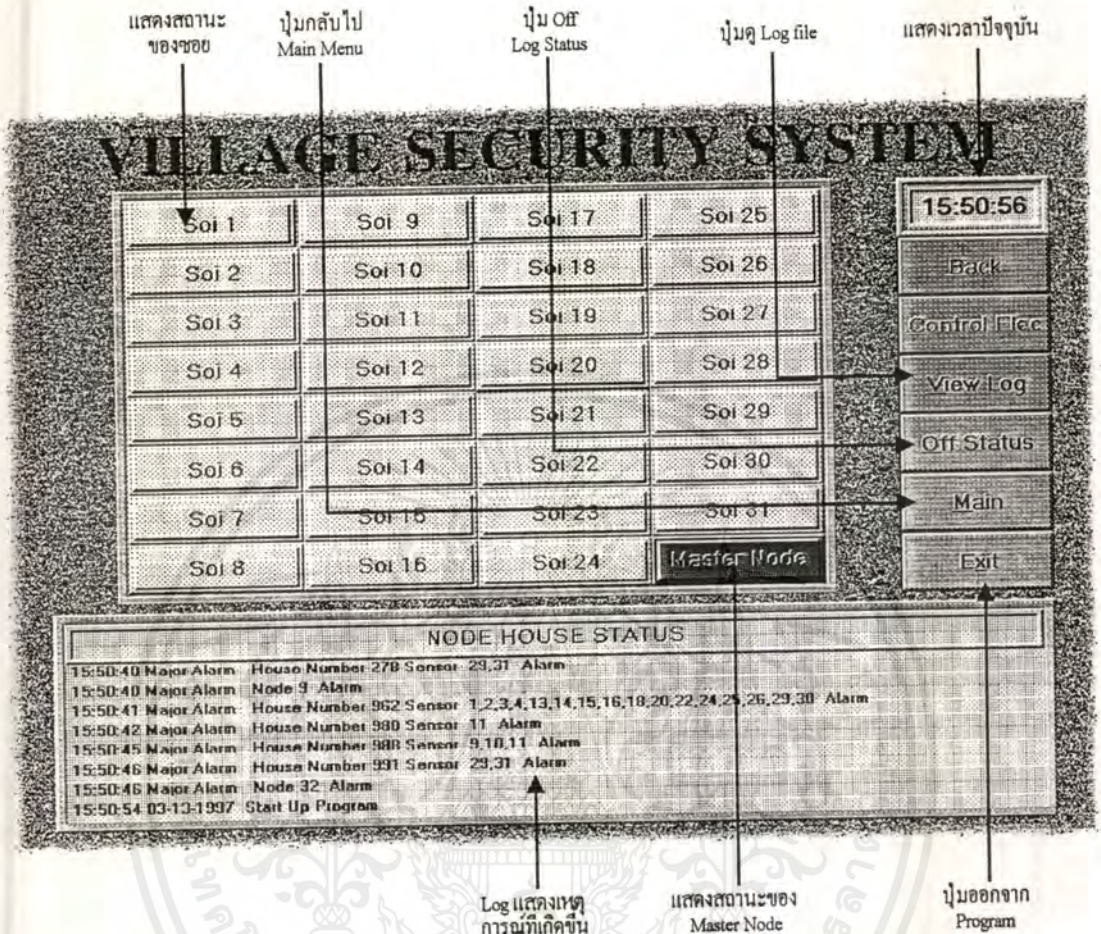
แสดงสถานะเมื่อ  
เกิด Alarm ขึ้น

รูป 5.2 Main Menu เมื่อเกิด Alarm ขึ้น

ที่ปุ่มแสดง Alarm จะแสดงผลเมื่อเกิด Alarm ขึ้น จะกระพริบ พร้อมทั้งส่งเสียง Alarm ออกทางลำโพงเพื่อเป็นการเตือน ว่าได้เกิด Alarm ขึ้น

เมื่อ Click ไปที่ ปุ่ม Alarm จะเป็นการ Toggle On - Off เสียง Alarm

### 5.3.2 ส่วนแสดงรายละเอียดของขอยต่างๆ



รูป 5.3 แสดงรายละเอียดสถานะของขอย

1. ปุ่ม ViewLog ใช้สำหรับแสดง Log Files ของแต่ละวัน หรือ Log File ของเวลาปัจจุบัน

2. ปุ่ม Off Status ใช้ สำหรับเลิก การแสดงผลของ Log เหตุการณ์ปัจจุบัน

3. ปุ่ม Main ใช้สำหรับ กลับไปที่ Main Menu

4. ปุ่ม Exit ออกจาก Program

5. ส่วนแสดงสถานะของขอยต่างๆ จะแสดงสถานะของขอย 3 สถานะ คือ

- Normal แสดงเป็นสีเขียว

- Terminate คือสถานะที่เคยติดต่อกับบ้านนั้นได้แล้วต่อมา ไม่สามารถติดต่อกับ

บ้านหลังนั้นได้ จะแสดงเป็นสี เหลือง ในสภาวะนี้เมื่อ Click ที่ บ้านจะมี Message แจ้งให้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า บ้านหลังนั้นได้ Terminate ตั้งแต่เวลาเท่าใด และเมื่อ Click ไปที่บ้านแล้วสถานะ ของ บ้านจะเปลี่ยนไปสู่สถานะ Terminate ที่เป็นสีเทา ซึ่งหมายถึง บ้านหลังนั้นเป็นสถานะ Terminate แท้จริง

- Alarm คือสถานะที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ขึ้นมาในบ้านนั้น จะกระพริบสลັบกันระหว่างสีแดงกับสีเหลือง และจะมีเสียง Alarm ออกทาง ลำโพง

6. ส่วนแสดงสถานะของ Master Node จะแสดง 3 สถานะคือ

- Master Node Normal จะแสดงผลเป็นสีน้ำตาลอ่อน
- Master Node Alarm คือ สถานะที่ บ้านภายใน Master Node (ซอยที่ Master Node ติดต่ออยู่) เกิด Alarm ขึ้น จะกระพริบเป็นสีแดงสลັบกับสีเหลือง
- Master Node Terminate จะเกิดเมื่อ Computer ไม่สามารถติดต่อกับ Master Node ได้ จะแสดงผลเป็นสีเลือดหมู

7. Log เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จะแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบ

### 5.3.3 ส่วนแสดงรายละเอียดของ Log แต่ละวัน

ปุ่ม OK แสดง Log File ของวันที่เลือก

The screenshot shows the 'VILLAGE SECURITY SYSTEM' interface. At the top, there is a grid of buttons representing houses, labeled 'Soi 1' through 'Soi 31', and a 'Master Node' button. To the right of the grid is a vertical column of control buttons: '16:14:41', 'Back', 'Control Elec', 'View Log', 'Off Status', 'Main', and 'Exit'. Below the grid is a 'View Log' dialog box. This dialog has a 'File Name' field containing '\*Log'. Below the field is a list of log files with dates: '02-02-97.log', '02-03-97.log', '02-04-97.log', '02-05-97.log', '02-06-97.log', and '02-25-97.log'. At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons, and an 'Actual Log' button. Arrows point from the text labels below to the corresponding elements in the screenshot.

Soi 1	Soi 4	Soi 17	Soi 25
Soi 2	Soi 10	Soi 18	Soi 26
Soi 3	Soi 11	Soi 19	Soi 27
Soi 4	Soi 12	Soi 20	Soi 28
Soi 5	Soi 13	Soi 21	Soi 29
Soi 6	Soi 14	Soi 22	Soi 30
Soi 7	Soi 15	Soi 23	Soi 31
Soi 8	Soi 16	Soi 24	Master Node

List ของ Log Files ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

ปุ่มแสดง Log เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นปัจจุบัน

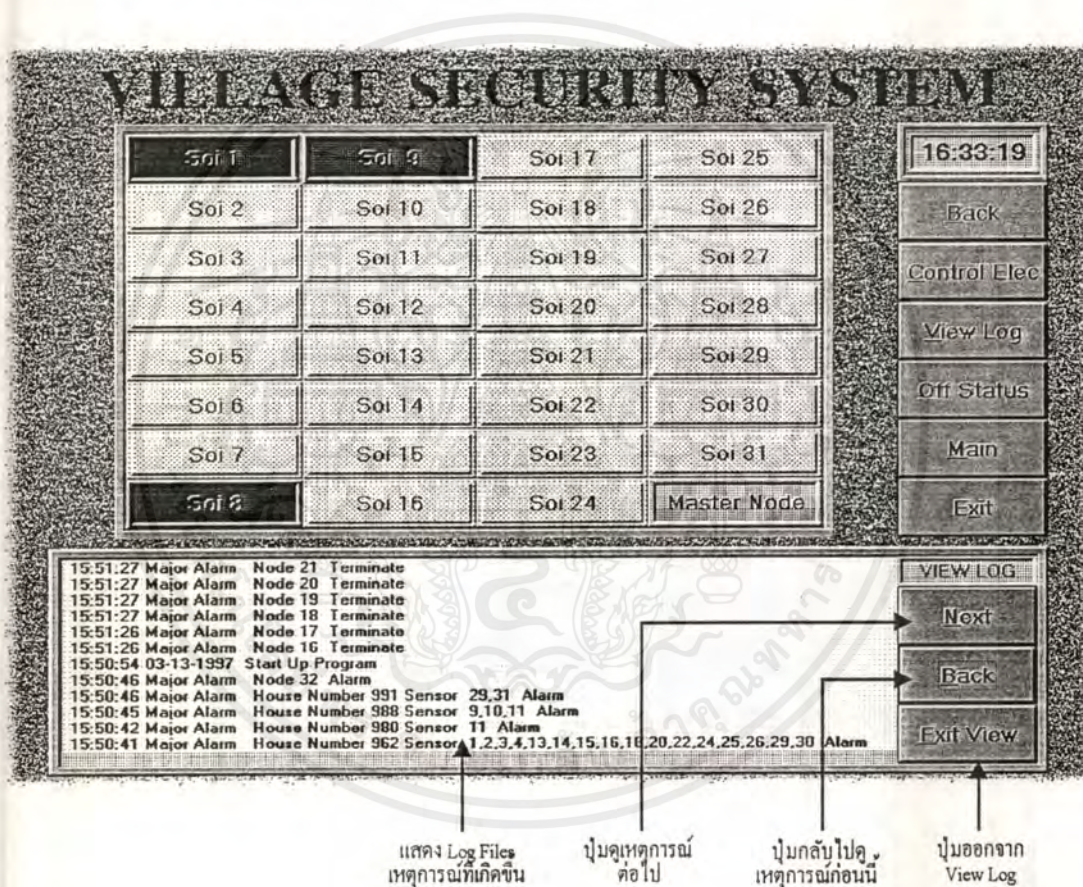
ปุ่ม Cancel ยกเลิกการดู Log Files

รูป 5.4 แสดงการเลือก Log Files ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Click ที่ปุ่ม View Log จะแสดง Menu ให้เลือก Log Files ในแต่ละวันซึ่งมีปุ่ม Control ให้เลือกดังนี้

1. ปุ่ม Ok เมื่อเลือก Log Files ใน Log List แล้ว Click ที่ ปุ่ม Ok คือการยอมรับ Log File ที่ได้ เลือกไว้เพื่อแสดงผล
2. ปุ่ม Cancel เมื่อ Click ที่ปุ่มนี้แล้วจะยกเลิกการแสดงผลของ Menu เลือก Log Files
3. ปุ่ม Actual Log เมื่อ Click ที่ปุ่มนี้แล้วจะแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในเวลาปัจจุบัน
4. List Log Files แสดง Log Files ของแต่ละวันที่เก็บไว้



รูป 5.5 แสดงการดู Log File ของแต่ละวัน

1. ปุ่ม Next สำหรับแสดงผลหน้าถัดไปของเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นใน Log File นั้น
2. ปุ่ม Back สำหรับกลับไปแสดงผลเหตุการณ์ ในหน้าถัดไป
3. ปุ่ม Exit View สำหรับออกจากการดู Log Files
4. ส่วนแสดงผล Log File แสดงผล Log File ที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.4 ส่วนแสดงผลรายละเอียดของบ้านภายในซอยแต่ละซอย

แสดงบ้านที่ เกิด Alarm                      แสดงบ้านที่ ไม่สามารถติดต่อได้                      ปุ่มกลับไปแสดงซอย :

## VILLAGE SECURITY SYSTEM

House 1	House 9	House 17	House 25
House 2	House 10	House 18	House 26
House 3	House 11	House 19	House 27
House 4	House 12	House 20	House 28
House 5	House 13	House 21	House 29
House 6	House 14	House 22	House 30
House 7	House 15	House 23	House 31
House 8	House 16	House 24	Soi 1

00:13:30

Back

Control Panel

View Log

Off Status

Main

Exit

NODE HOUSE STATUS

23:40:42 Major Alarm	Node 1 Alarm	
23:40:44 Major Alarm	House Number 218 Sensor 1,2,3,4,13,14,15,16,18,20,22,24,25,26,29,30 Alarm	
23:40:45 Major Alarm	House Number 219 Sensor 5 Alarm	
23:40:46 Major Alarm	House Number 233 Sensor 17 Alarm	
23:40:47 Major Alarm	House Number 236 Sensor 11 Alarm	
23:40:48 Major Alarm	House Number 244 Sensor 9,10,11 Alarm	
23:40:48 Major Alarm	House Number 247 Sensor 29,31 Alarm	
23:40:48 Major Alarm	Node 8 Alarm	

บ้านในสถานะปกติ

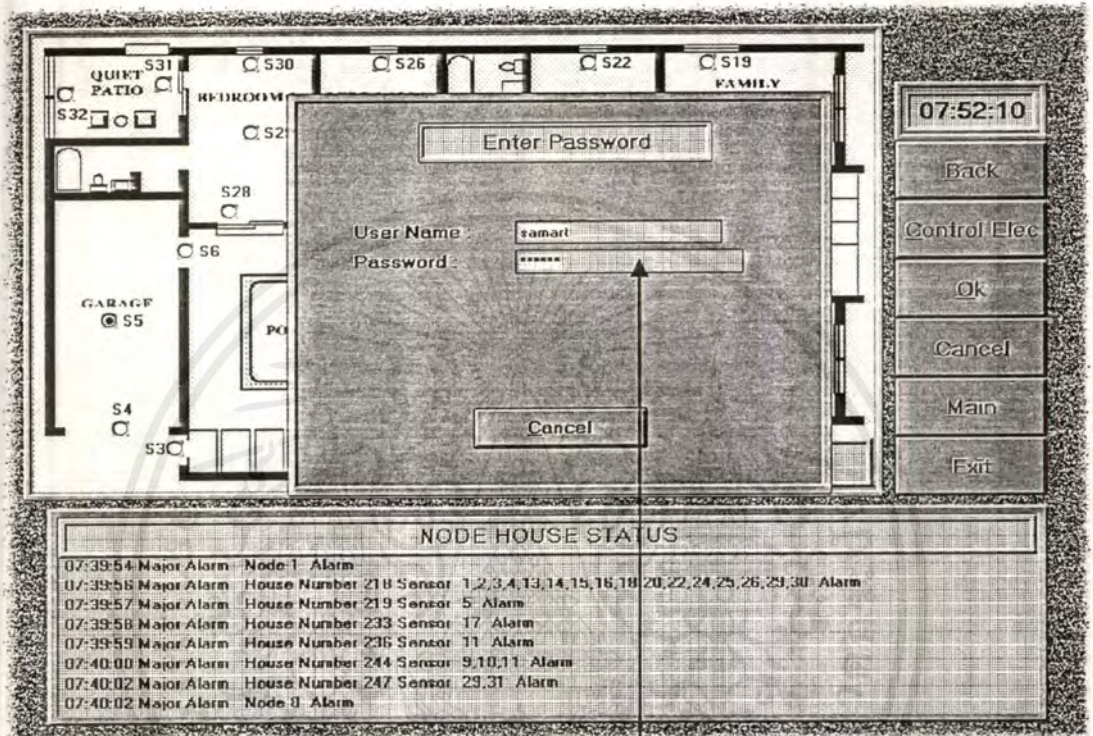
รูป 5.6 แสดงรายละเอียดของบ้านในซอย

1. ปุ่ม Back จะกลับไปแสดงรายละเอียดของซอยต่างๆ
2. House Alarm คือบ้านที่ Alarm เกิดจาก Sensor ภายในตัวบ้านนั้นเกิด Alarm ขึ้น จะกระพริบเป็นสีแดงสลับกับสีเหลือง
3. House Normal คือบ้านในสถานะปกติแสดงผลเป็นสีเหลือง
4. House Terminate คือบ้านที่ไม่สามารถติดต่อได้จะแสดงผลเป็นสีแดงหมู



### 5.3.6 ส่วน Control เครื่องใช้ไฟฟ้า

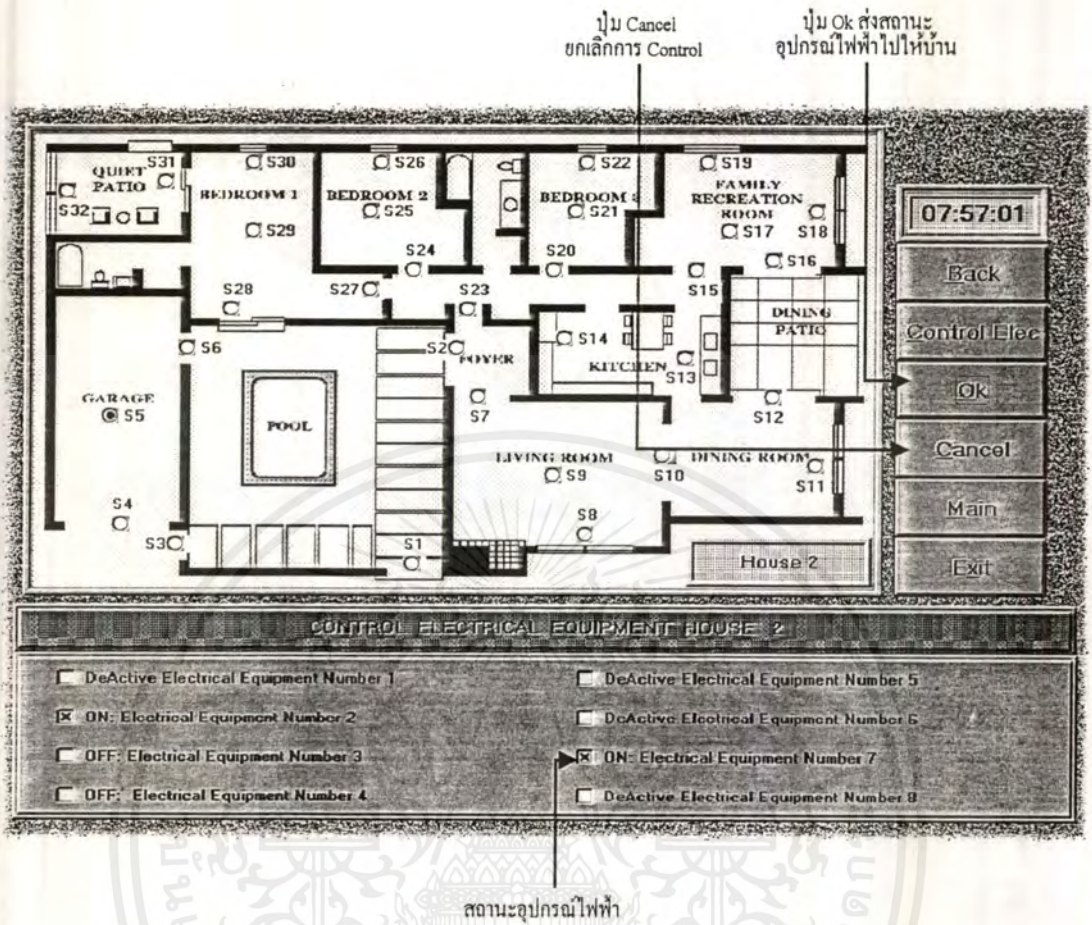
เมื่อ Click ที่ Control Elec แล้วจะแสดง Menu Enter Password ให้ใส่ User name และ Password



ใส่ User Name และ Password

รูป 5.8 แสดง Menu Enter Password

เมื่อใส่ User Name ลงไปที่ช่อง User Name แล้วกด Enter ถ้ามีชื่อของ User นี้อยู่ใน User List File ระบบจะยอมให้ใส่ Password หลังจากที่ใส่ Password แล้ว ถ้า Password ถูกต้อง ระบบก็จะแสดง Menu ของ รายละเอียด อุปกรณ์ไฟฟ้า



รูป 5.9 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้าและสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ปุ่ม Ok สำหรับยอมรับ การเปลี่ยนแปลงสถานะ ของอุปกรณ์ไฟฟ้า และจะส่งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ไปให้บ้านหลังดังกล่าว

2. ปุ่ม Cancel สำหรับยกเลิกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น

3. สถานะของอุปกรณ์ มี 2 สถานะคือ

- สถานะ On แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เปิดอยู่
- สถานะ Off แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ปิด

อุปกรณ์ไฟฟ้านั้น จะสามารถ Control ได้ จะต้อง อยู่ในสถานะ Enable โดยการทำการ Config ได้จาก Menu Config Electrical

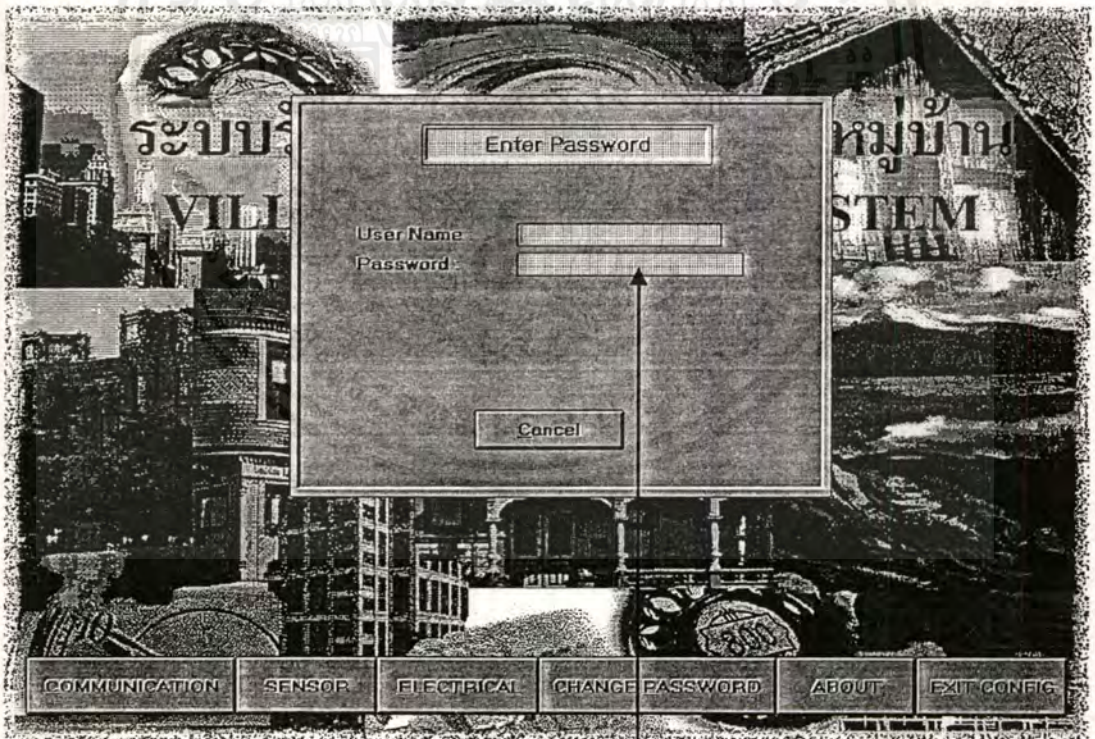
### 5.3.7 ส่วนเปลี่ยนแปลง Config ของระบบ

เมื่อ Click ไปที่ปุ่ม Config แล้วระบบจะแสดง Menu Config ให้เลือกทำการ Config ดังนี้

1. Communication
2. Sensor
3. Electrical
4. Change Password
5. About
6. Exit Config

#### 5.3.7.1. Communication

เมื่อ Click ไปที่ ปุ่ม Communication แล้วระบบจะแสดง Menu Password ให้ใส่ User Name และ Password

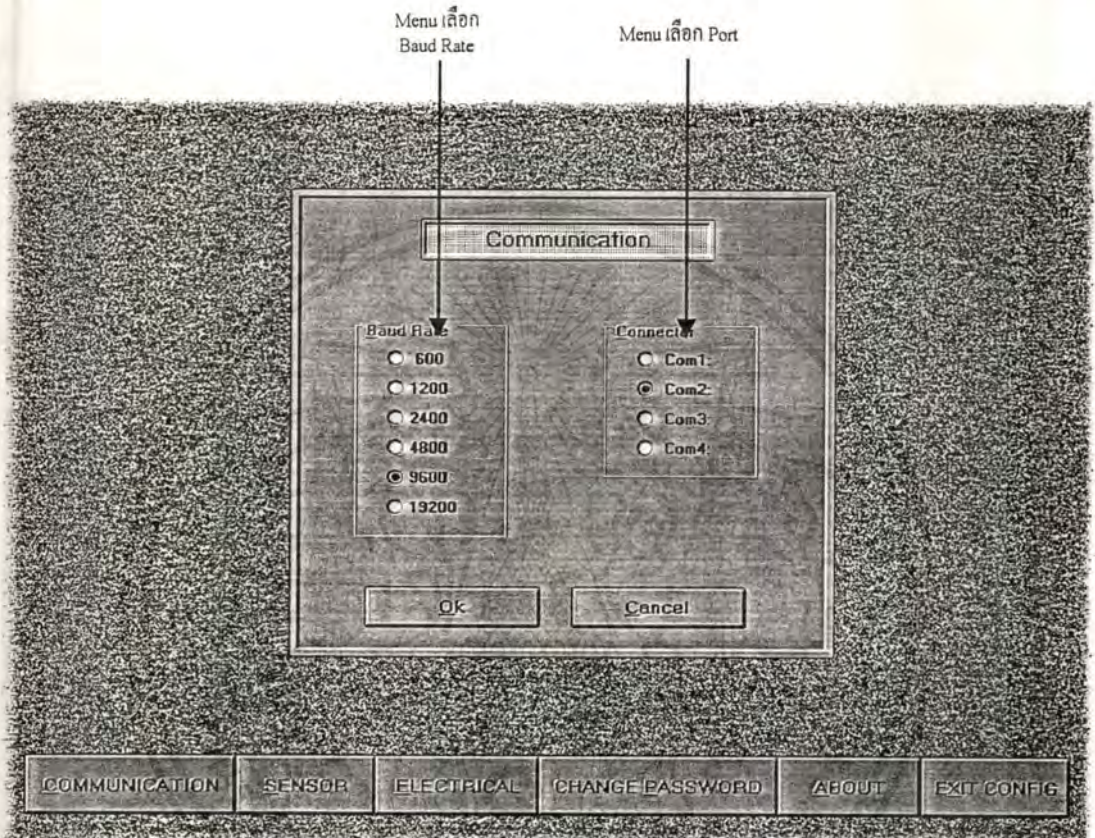


ใส่ User Name และ Password เมื่อเปลี่ยน Config

รูป 5.10 แสดง Menu Password

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ใส่ User Name และ Password แล้วระบบจะทำการตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่  
ถ้าถูกต้องระบบจะแสดง Menu Communication :



รูป 5.11 แสดง Menu Communication

1. Menu Baud Rate แสดงรายละเอียดของ Baud Rate ให้เลือก 6 Baud Rate

- 600 Bps
- 1200 Bps
- 2400 Bps
- 4800 Bps
- 9600 Bps
- 19200 Bps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. Menu Connection แสดงรายละเอียดของ Port ให้เลือก

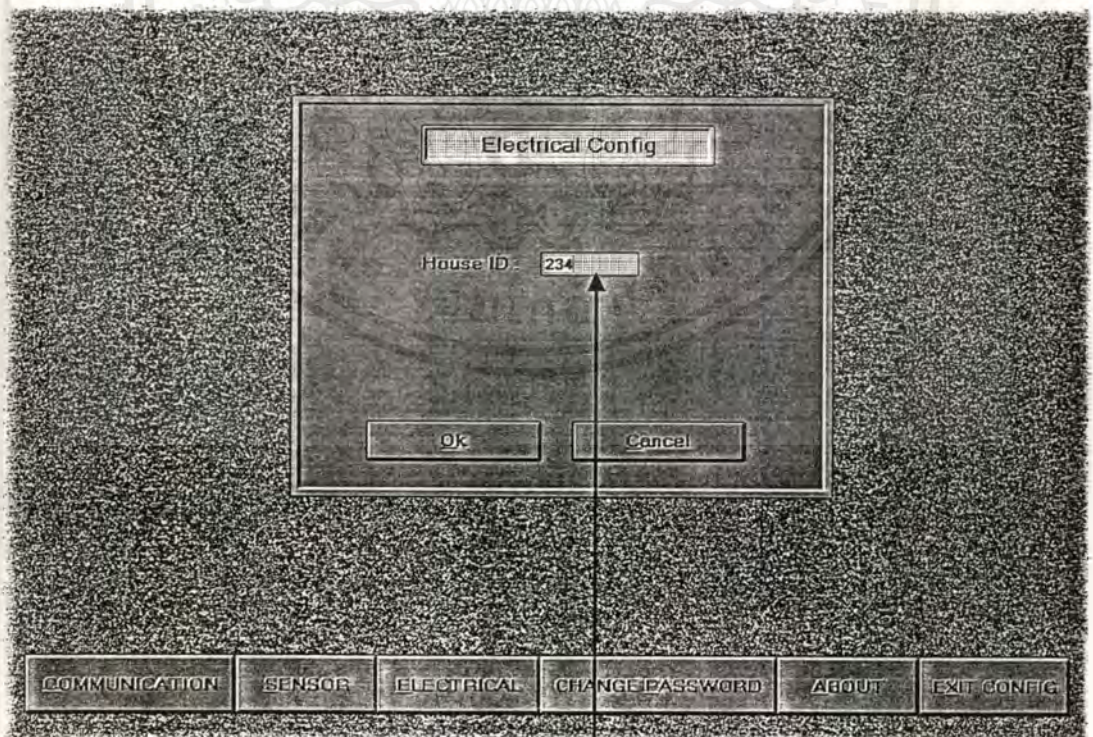
- Port Com 1
- Port Com 2
- Port Com 3
- Port Com 4

เมื่อเลือก Baud Rate และ Connector เรียบร้อยแล้ว ถ้า Click ที่ปุ่ม Ok ระบบจะส่งผลการเลือก ไปให้ Master Node เพื่อเปลี่ยนตาม Config ที่เลือกไว้ และระบบจะทำการเปลี่ยน ตามค่า Config ที่เลือกไว้ด้วย

ถ้า Click ที่ปุ่ม Cancel จะทำการยกเลิก การ Config Communication

### 5.3.7.2 Sensor

จะทำการเปลี่ยนแปลง Config ของ Sensor โดยระบบจะให้ใส่ User Name และ Password หลังจากนั้น ระบบจะให้ใส่ หมายเลขของ บ้านที่จะทำการเปลี่ยนแปลง Config ของ Sensor

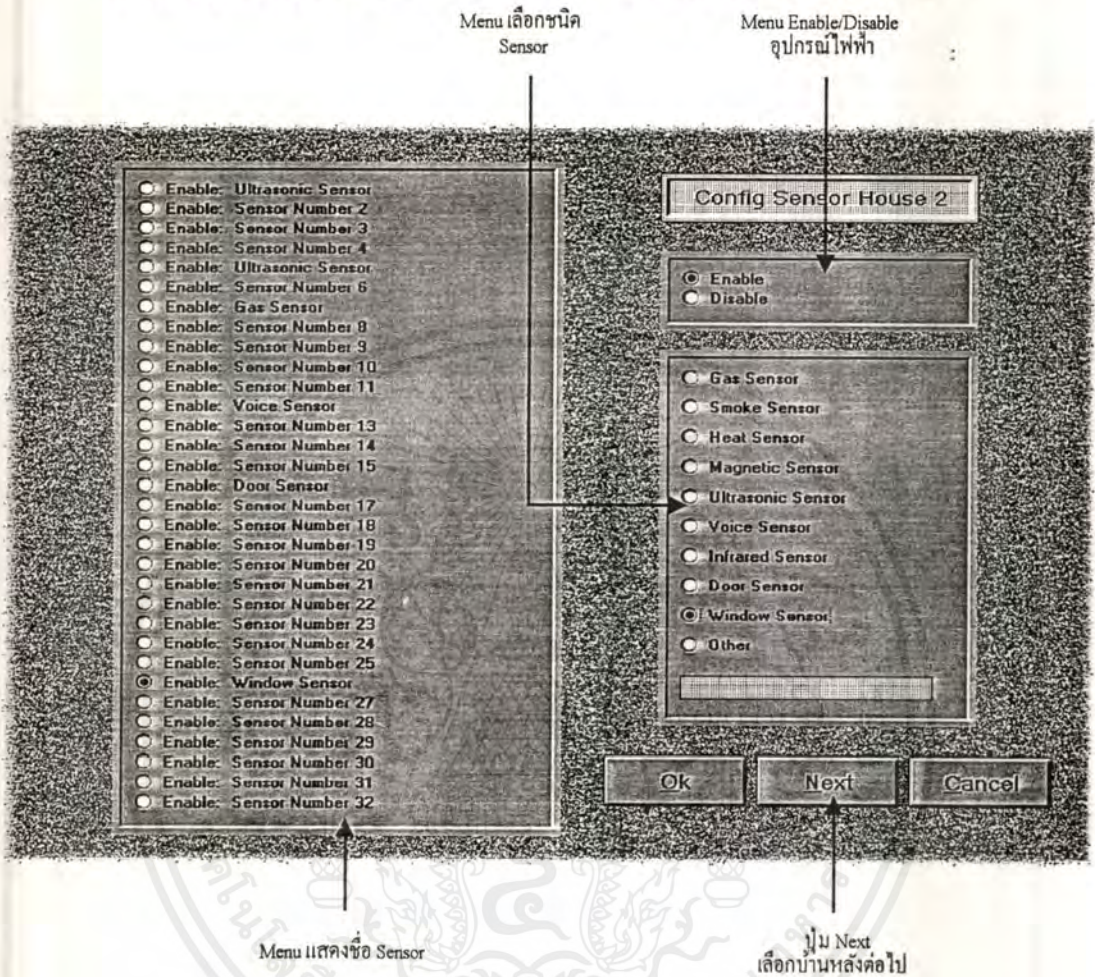


ใส่ Address ของบ้าน

รูป 5.12 แสดงการใส่หมายเลขบ้านที่จะทำการเปลี่ยน Config ของ Sensor

—เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใส่หมายเลขบ้านเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดง Menu รายละเอียดของ Sensor



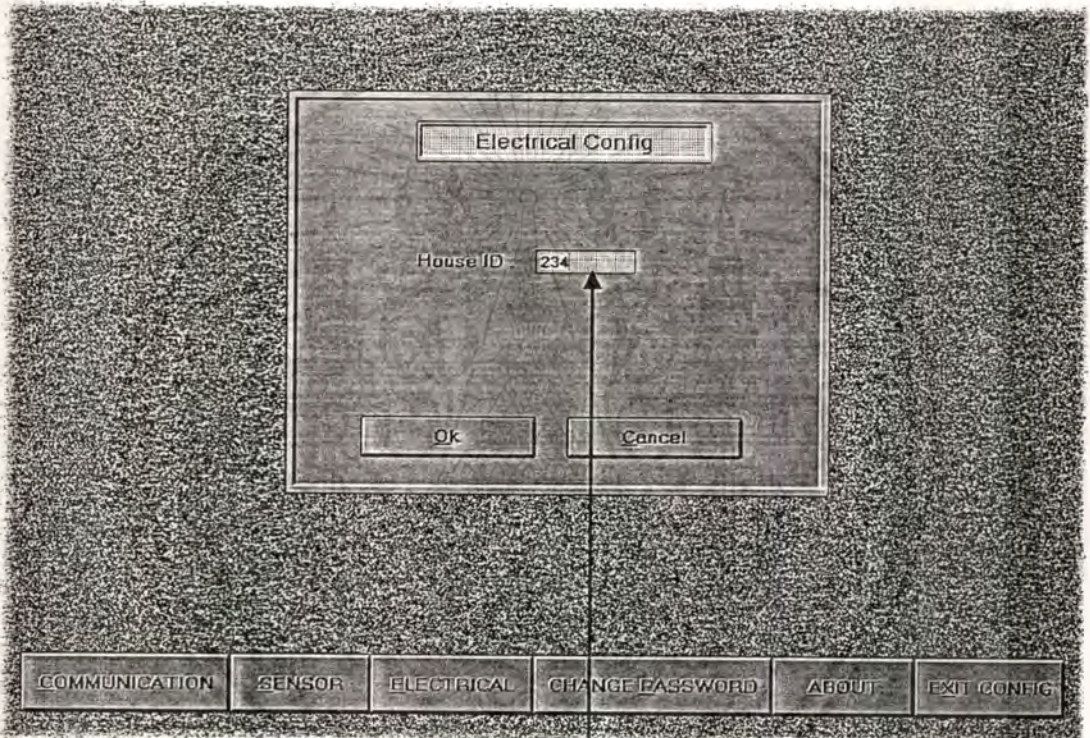
รูป 5.13 แสดง Menu Config Sensor

1. Menu แสดงชื่อ Sensor จะแสดงชื่อของ Sensor ที่ได้เลือกหรือกำหนดขึ้นพร้อมทั้งบอกสถานะของ Sensor ว่าอยู่ในสถานะ Enabled หรือ Disabled
2. Menu Enabled/Disabled Sensor สำหรับให้ระบบสนใจสถานะของ Sensor นั้นหรือไม่สนใจสถานะของ Sensor นั้น
3. Menu เลือกชนิด Sensor จะแสดงการเลือกชนิดของ Sensor นั้นว่าเป็น Sensor ชนิดอะไร และสามารถ กำหนดชนิดของ Sensor เองจาก การ Click ที่ Other แล้วใส่ ชื่อของ Sensor นั้นลงไปที่ยช่อง Other
4. ปุ่ม Next สำหรับเลือกบ้านที่จะทำการ เปลี่ยนแปลง Config Sensor หลังต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.7.3 Electrical

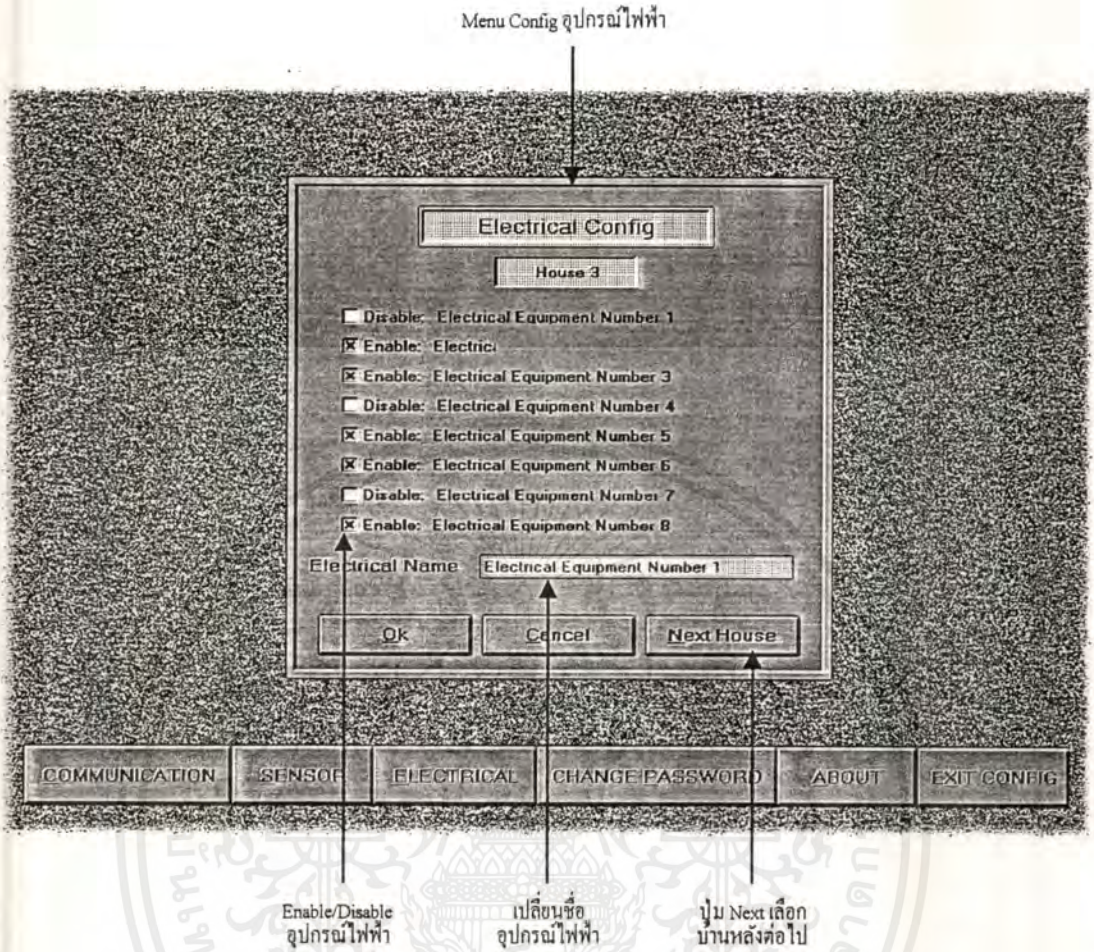
เป็นการเปลี่ยนแปลง Config ของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยระบบจะให้ใส่ User Name และ Password หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบว่า User Name และ Password นั้น ถูกต้องหรือไม่ ถ้า Password ถูกต้องระบบ จะให้แสดง Menu House Address ให้ใส่หมายเลขของบ้านที่ต้องการจะทำการเปลี่ยนแปลง Electrical Config



ใส่ Address ของบ้าน

รูป 5.14 แสดง Menu ให้ใส่หมายเลขของบ้าน

หลังจากที่ใส่หมายเลขของบ้านที่ต้องการ การเปลี่ยนแปลง Electrical Config แล้วระบบจะแสดง Menu Electrical Config

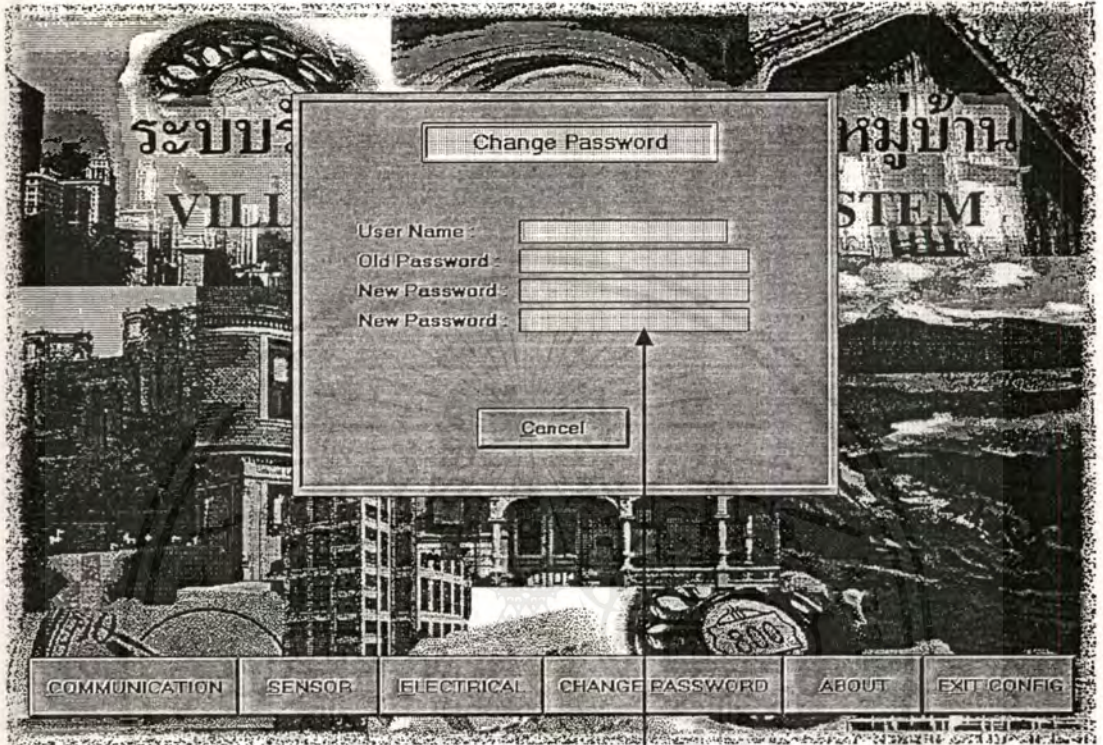


รูป 5.15 แสดง Menu Electrical Config

1. ปุ่ม Next House สำหรับเลือกบ้านหลังต่อไปที่จะทำการ Config อุปกรณ์ไฟฟ้า
2. ส่วน Enabled/Disable อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับ Enable หรือ Disable อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อที่จะสามารถ Control อุปกรณ์ไฟฟ้าได้จาก Menu Control อุปกรณ์ไฟฟ้าได้
3. ส่วนเปลี่ยนชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับเปลี่ยนเป็นชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ

## 5.3.7.4 Change Password

สำหรับเปลี่ยน Password เดิมของ User ไปเป็น Password ใหม่



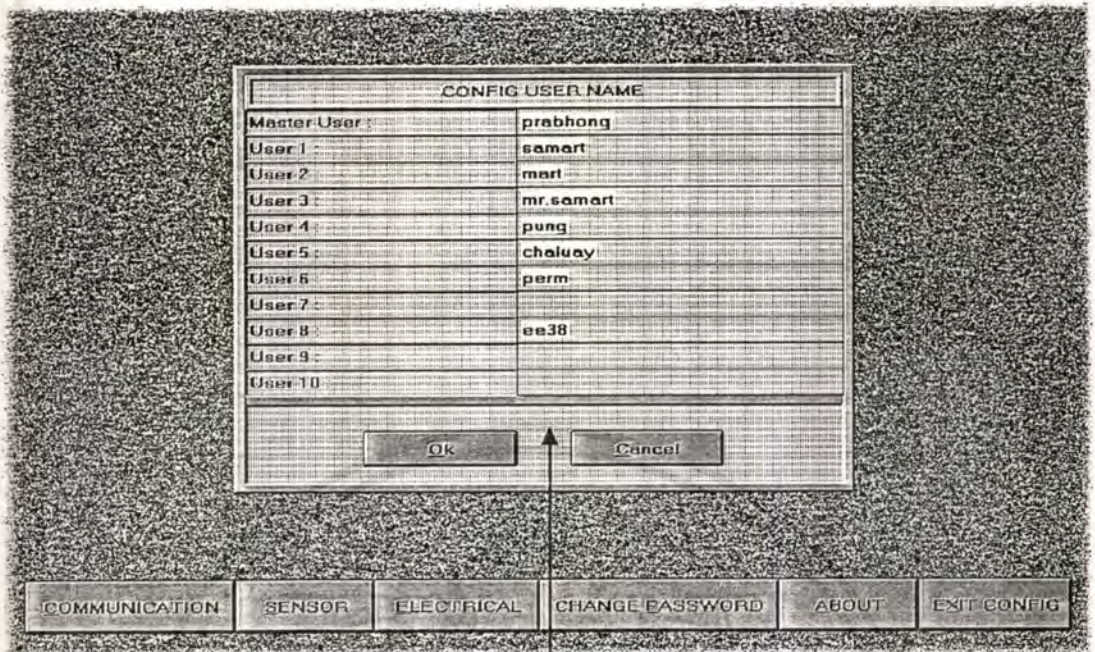
Menu เปลี่ยน Password

รูป 5.16 Menu Change Password

1. User Name สำหรับป้อน ชื่อของ User ที่ต้องการเปลี่ยน Password
2. Old Password สำหรับป้อน Password เก่า
3. New Password สำหรับป้อน Password ใหม่โดยจะป้อน เป็นจำนวน 2 ครั้ง

นอกจากนี้ Master User ยังสามารถทำการกำหนดเปลี่ยนแปลง User ได้โดยการ Click ที่ปุ่ม Change User แล้ว ระบบจะแสดง Menu ออกมาดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Menu Add User

รูป 5.17 แสดง Menu Change User

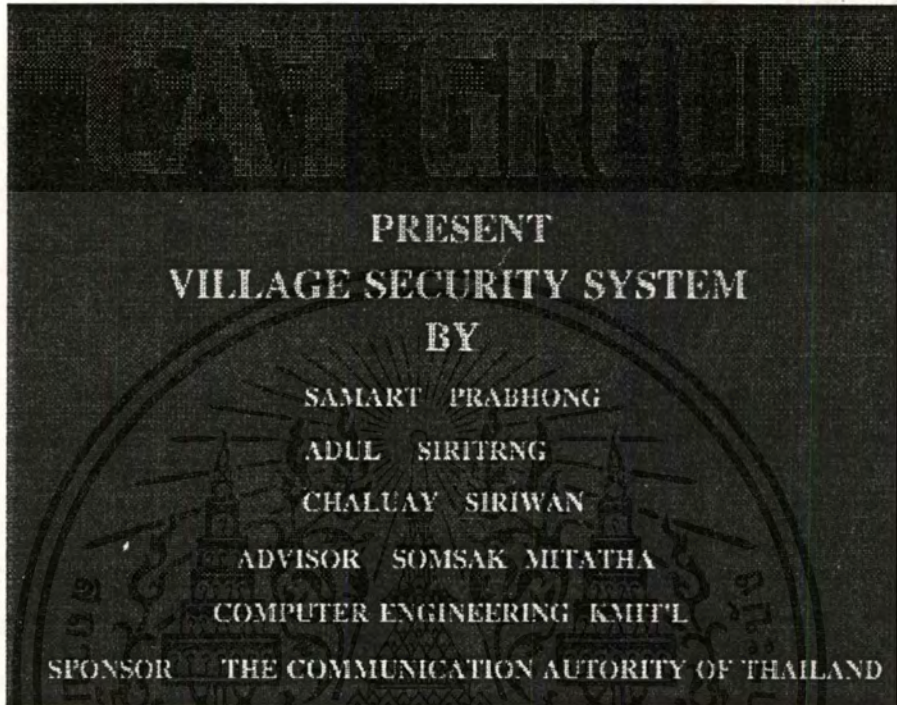
1. สามารถเพิ่ม User ได้สูงสุด 10 User โดยไม่รวม Master User
2. Master User เท่านั้นที่มีสิทธิ์ที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไข ชื่อของ User ได้
3. ปุ่ม Ok สำหรับยอมรับการเปลี่ยน User Name
4. ปุ่ม Cancel สำหรับยกเลิกการเปลี่ยน User Name

เมื่อ Master User เปลี่ยนชื่อ User หรือ เพิ่มชื่อ User เข้าไปใน User List Password ของ User คนนั้นจะเหมือนกับ User Name ของ User คนนั้นเอง

User List จะเก็บไว้ใน File Password ที่ผ่านการ Encryption ทุกครั้งที่มีการ เพิ่ม User เข้าไป และผ่าน การ Description ทุกครั้งที่มีการ Check ดู User Name และ Password ว่าถูกต้องหรือไม่

## 5.3.7.5 About

สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำ Program



รูป 5.18 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำ

## 5.3.7.6 Exit Config

ออกจาก Config Menu

## บทที่ 6

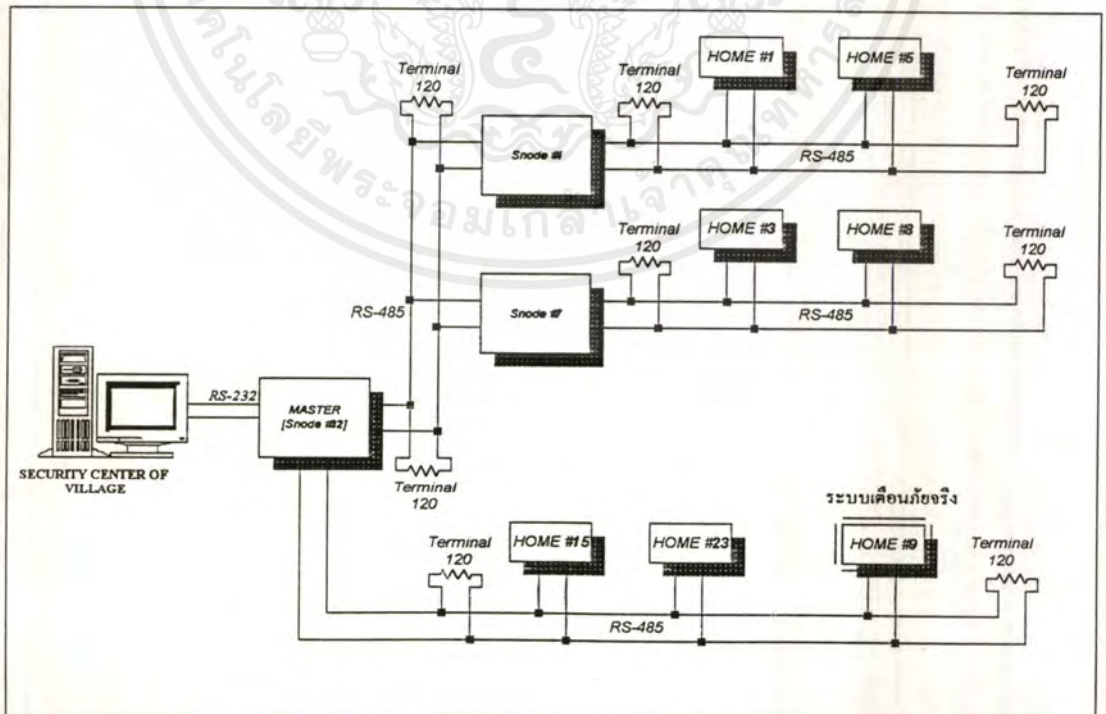
### การทดลองและผลการทดลอง

การทดสอบการทำงานของระบบนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจริงตามที่ได้ออกแบบไว้ตั้งแต่เบื้องต้น จึงได้แบ่งออกเป็น 6 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1. การขาดหายไปของ Frame ข้อมูล
2. การรับสัญญาณแจ้งเตือนจาก Sensor ของระบบเตือนภัยแต่ละจุดในระบบ
3. การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบเตือนภัย
4. การแจ้งเตือนผ่านระบบ โทรศัพท์ที่มีชุมสายภายใน ( PABX )
5. การเชื่อมต่อบริษัทเข้ากับ เครื่องคอมพิวเตอร์
6. การทดสอบระบบ โดยการทดสอบเหมือนการใช้งานจริง โดยจะได้อธิบายรายละเอียดแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 6.1 การขาดหายไปของ Frame ข้อมูล

เมื่อทำการติดตั้ง โปรแกรมและระบบเครือข่าย ทั้งหมดแล้ว โดยตั้งความเร็วในการรับส่งข้อมูล ไว้ที่ 9,600 Baud และปรับตั้ง หมายเลขของ Slave Node ต่างๆ ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงการต่อทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจึงจ่ายไฟเลี้ยงให้กับเครื่องทุกจุด พร้อมกับเริ่มวิ่งโปรแกรมที่ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ( PC ) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์รักษาความปลอดภัย ในเบื้องต้นนี้จะทำให้ระบบยังคงทำงานปกติ คือยังไม่เกิด Alarm แจ้งเตือนใดๆ จะสังเกตพบว่าภาพกรอบ Icon Cell ที่หน้าจอของเครื่อง PC ที่แสดงแทนการมีอยู่จริงของ Snode ในระบบแต่ละกรอบ (มี 32 กรอบต่อหนึ่งหน้าจอ) จะมีแถบพื้นเป็นสีเหลือง ส่วน Snode ที่ไม่ได้ต่ออยู่หรือไม่ได้ตั้งหมายเลขไว้ (โดยการปรับตั้ง Dip Switch) จะแสดงสีพื้นในกรอบของ Cell เป็นพื้นสีน้ำเงิน แสดงว่าขณะนี้ระบบทำงานได้ตามปกติ จากนั้นจึงทดสอบ ในกรณีที่ Frame ข้อมูลของ Snode เดิมหายไป โดยการปรับตั้ง Dip Switch ของ Snode ให้ต่างออกไปจากรูปที่ 6.1 เช่น Snode หมายเลข 1 ให้เป็นหมายเลข 10 แล้วสังเกตที่ Icon Cell จะพบว่า Icon ของ Snode 1 กระทบกับ Alarm เตือน แต่ของ Snode 10 ที่ได้ปรับตั้งไปใหม่จะยังไม่ Active ขึ้นมาสาเหตุนี้เป็นเพราะโปรแกรมเมื่อ Initial ตอนแรกแล้วจะจดจำสถานะเดิมไว้ตลอดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับโครงสร้างต่างๆ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เช่น หมายเลขของ Snode เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเริ่มวิ่งโปรแกรมใหม่ และพบว่า Icon Cell ของ Snode 10 มีการ Active ขึ้นมาตามปกติส่วน Snode 1 จะหยุด Active ลงไป ซึ่งเป็นการทำงานตามโครงสร้างใหม่ จึงสรุปได้ว่าการทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามปกติตามข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้ และออกแบบไว้

ต่อไปจะ ทดสอบการขาดหายไปของ Frame ข้อมูล โดยปลดสายส่งสัญญาณระหว่าง Snode 1 กับ Master จะพบว่า Icon Cell ของ Snode 1 แสดงเตือนโดยกระทบกับสีแดงกับเขียวเป็นจังหวะเช่นกัน จากนั้นจึงได้เลื่อนลูกศรของ Mouse มายัง Icon Cell ของ Snode 1 แล้ว Click เพื่อเข้าไปดูสถานะ ของการติดต่อของระบบเตือนภัยที่ต่ออยู่ พบว่า Icon Cell ที่แสดงแทนสถานะการมีอยู่ทั้งหมด แสดง Alarm แจ้งเตือนโดยจะกระทบกับสีเช่นกัน ซึ่งหมายถึงว่าไม่สามารถติดต่อรับส่ง Frame ข้อมูลกับระบบเตือนภัยของ Snode 1 ได้เลยด้วยเหตุนี้ทำให้วิเคราะห์ได้เป็นอีก 2 กรณี คือ

6.1.1 สายส่งสัญญาณ ระหว่าง Master กับ Snode ขาด

6.1.2 ตัว Snode ทำงานผิดพลาดเอง

แต่เนื่องจากใน การทดลองนี้เราจะตั้งสมมติฐานให้ เปอร์เซนต์ สำหรับอาการ เสียของ Snode ในกรณีที่ 2 นี้เกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นจึงถือว่าการแจ้งเตือน ในรูปแบบนี้เกิดจากสายส่งสัญญาณขาด และจะถือเป็นข้อกำหนดของการทำงานต่อไป

จะเห็นว่า ผลการทดลองในหัวข้อนี้เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ ตามรายละเอียดที่ได้ออกแบบไว้

## 6.2 การรับสัญญาณแจ้งเตือน จาก Sensor ของระบบเตือนภัย

ทำการปรับให้ระบบมีการทำงานตามปกติ ตามรูปที่ 6.1 จากนั้น จึงเลื่อน Dip Switch ที่ทำหน้าที่แทนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ของระบบเตือนภัย (จำลอง) หมายเลข 1 ของ Snode หมายเลข 1 แล้วสังเกตที่ หน้าจอของเครื่อง PC จะพบว่า Icon Cell ของ Snode 1 กระพริบเตือนจากนั้นใช้ Mouse คลิก ไปบน Icon เพื่อเข้าไปดูระบบเตือนภัยที่ต่ออยู่ จะพบว่า Icon Cell ที่แทนการ Active ของระบบเตือนภัยหมายเลข 1 กระพริบเตือนเช่นกัน แสดงว่าเกิด Alarm จากหมายเลขนี้ จึงใช้ Mouse คลิก เข้าไปดูรายละเอียด ของสถานะอุปกรณ์ ต่างๆ พบว่า Sensor ตัวที่ 1 ทำงาน โดยมีสถานะ เป็น Active อันเป็นการแสดงว่า ระบบสามารถ รับการแจ้งเตือนได้ แล้วจึงทดสอบต่อไปโดย เลื่อน Dip Switch ดังกล่าวกลับสู่ตำแหน่งเดิม แล้วเลื่อน Dip Switch ตำแหน่งอื่นแทน คือ 15 และ 28 พร้อมกัน แล้วมาดูข้อมูล โดยทำตามลำดับตามที่กล่าวข้างต้น พบว่าการแจ้งเตือนของหมายเลข Sensor นั้น ถูกต้องทุกประการ

จะเห็นได้ว่าการทำงานของระบบได้ผลดีตามจุดประสงค์

## 6.3 การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ของระบบเตือนภัย

การทดสอบนี้มี 2 กรณี คือ การควบคุมในสถานะที่ระบบปกติ และมีการ Alarm จากตัว Sensor ของระบบเตือนภัย สำหรับการเข้าไปควบคุมอุปกรณ์ ไฟฟ้านี้ ต้องมีการป้อน Password หรือรหัสผ่านก่อน จึงทดสอบด้วยการป้อนผิด ซึ่งโปรแกรม จะยอมให้ป้อนอีก 2 ครั้ง จนกว่าจะถูกถ้ายังไม่ถูกก็จะหลุดออกมาทำงานตามปกติ จึงทดสอบอีก ผลปรากฏว่า การทำงานหลุดออกมาที่ การ แสดง ของสถานะ Snode ตามปกติ และ ต่อไปใน กรณีที่ป้อนรหัสผ่านถูกต้อง จะมีช่องรายการ แสดงสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าปรากฏขึ้น ให้รู้ว่าขณะนี้ อุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว On หรือ Off และในตอนเริ่มแรกนี้ จะตั้งสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ Off หมด

จากนั้น จึงทดลองกับระบบเตือนภัยหมายเลข 1 ของโหนดหมายเลข 1 โดยตั้งให้อุปกรณ์ ไฟฟ้าตัวที่ 1 และ 3 มีสถานะ On แล้ว สั่งให้โปรแกรมทำงานต่อไป จะสังเกตเห็นว่าอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่ต่อกับระบบเตือนภัย (โดยต่อหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ 220 โวลต์) ดิจสวิสและ LED (Light Emitting Diode) ที่ทำหน้าที่เป็น Monitor ก็ดิจสวิสด้วย และทดลอง สั่งให้ อุปกรณ์ไฟฟ้า ดังกล่าวอยู่สถานะ Off พบว่าหลังจากสั่งให้โปรแกรมทำงานต่อ หลอดไฟที่ต่อและ LED ดับลง ซึ่งเป็นไปตามความต้องการ

ต่อไปจะทดสอบขณะเกิดสัญญาณ Alarm จาก ระบบเตือนภัยเดิมจาก กรณีแรก และทำการตั้งให้อุปกรณ์ไฟฟ้า เปิด/ปิด พบว่าสามารถทำงานได้เช่นกัน

#### 6.4 การแจ้งเตือนภัยผ่านระบบโทรศัพท์ที่มีชุมสายภายใน ( PABX )

การทดลองนี้ จะทดสอบระบบเตือนภัยที่ได้พัฒนาเพิ่มเติมขึ้น ซึ่งได้ทดสอบในเบื้องต้น ในบทที่ 3 แล้ว โดยการทำงานเป็นแบบ Stand Alone แต่ในการทดลองนี้จะติดตั้งให้ทำงานกับระบบเครือข่ายด้วย ผลที่ได้คือสามารถเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ที่มีชุมสายภายใน ( PABX ) และในขณะที่เดียวกันการส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังศูนย์รักษาความปลอดภัยนั้นก็ ยังทำงานได้ตามปกติ

#### 6.5 การเชื่อมต่อระบบเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการใช้ RS-232 ทำการเชื่อมต่อ ระบบเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาทดลอง เครื่องคอมพิวเตอร์ จะใช้เวลาในการติดต่อกับ Master Node หรือ ติดต่อกับ ซอย (SNode) แต่ละซอย ประมาณ 50 mSec ดังนั้นที่ Program ระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องใช้เวลาในการรอข้อมูลหลังจากที่ส่ง Command ไปให้ ระบบเป็นเวลาอย่างน้อยที่สุด 50 mSec จึงจะไม่ทำให้เกิดการชนกันของข้อมูล

เมื่อมีการ Control เครื่องใช้ไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ การส่งคำสั่งการ Control ไปให้บ้านจะต้องทำในช่วงเวลาที่เหมาะสม เนื่องจากว่า ในช่วงเวลาที่ Master Node และ ซอย (Snode) จะทำการติดต่อกับบ้านภายในซอยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะไม่สามารถติดต่อกับ Master Node และ ซอย แต่ละซอยได้ จากการทดลองช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ ช่วงเวลาหลังจากที่ส่ง Command ถาม ซอยครบจนหมดทุกซอยแล้ว

ในการทดลองทำการเปลี่ยน Baud Rate และ Port สื่อสารเมื่อเปลี่ยน Baud Rate ช่วง 600 Bps - 9600 Bps ยังสามารถติดต่อกับ Master Node ได้แต่ถ้าเพิ่ม Baud Rate มากกว่า 9600 Bps แล้วจะทำให้ เกิด Error ขึ้นมาส่วนการเปลี่ยน Port สื่อสารเมื่อ Port สื่อสารไม่มีในเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วจะทำให้ Program ระบบ Hang

#### 6.6 การทดสอบระบบโดยการทดสอบเหมือนการใช้งานจริง

- ทำการเชื่อมต่อ Master Node และ ซอย (Snode) เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วทดลองเปลี่ยน Address ของบ้านและ Address ของซอย

ผลการทดสอบ ระบบ (เครื่องคอมพิวเตอร์) สามารถ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงได้

- ทดสอบให้ Sensor ภายในบ้าน Alarm

ผลการทดสอบ ระบบสามารถตรวจพบ Sensor ตัวที่ Alarm ได้

- ทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการติดต่อกับบ้านในระบบเมื่อมีบ้านอยู่เต็มระบบ (992 หลัง)

ผลการทดสอบ ใช้เวลาประมาณ 1300 mSec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองตามหัวข้อที่ผ่านมาข้างต้นนั้น ในส่วน ของการ รับ-ส่ง สัญญาณ Frame ข้อมูลและการทำงานของระบบเดือนกษนั้น ได้ผลดีเป็นไปตามข้อกำหนด ทุกประการ ทำให้นำระบบนี้ไปติดตั้งใช้งานเพื่อเป็นเครื่องมือพิกษ์ทรัพย์สินได้ตามต้องการ แต่ที่ยังไม่สมบูรณ์นั้นจะมีบ้างเล็กน้อย คือ

- ระบบเครือข่ายที่ได้เสนอไปในขั้นตอนเริ่มแรกนั้น จะมีระบบเดือนกษได้ทั้งหมด 1024 จุด แต่ที่สามารถสร้าง ได้จริงเพียง 31\*31 จุด หรือ 961 จุดเท่านั้น เนื่องจากข้อกำหนดของ RS-485 นั้น ขอมให้มี Terminal ได้สูงสุด 32 ตัว แต่ในระบบเครือข่ายจะเสียจุดต่อไปหนึ่งจุดเพื่อทำหน้าที่เป็น Slave Node และ Master ทำให้ระบบการติดต่อ RS-485 แต่ละชุดเหลือเพียง 31 จุดเท่านั้น แม้ว่าจะออกแบบเพิ่มชุด RS-485 เข้ามาอีกหนึ่งชุดสำหรับชดเชย ตัวที่ไปทำหน้าที่เป็น Master แล้วก็ตาม ซึ่งจะเพิ่มเข้ามาได้อีกเพียง 31 จุดรวมทั้งหมดเป็น 992 จุด เท่านั้น ยังขาดอยู่อีก 32 จุดอยู่ดี ถึงอย่างไรก็ดี แม้ว่าจะไม่ครบตามที่กำหนด แต่การทำงานในระบบเครือข่ายก็ได้ผลตามวัตถุประสงค์

- ในส่วนของการทดสอบการแจ่งเดือนเนื่องจากการขาดหายไปของ Frame ข้อมูลนั้น ยังคงมีข้อสับสนเล็กน้อย ในกรณีที่ตัวเครื่อง Snode เสียเอง กับสายส่งข้อมูลของ Snode ถูกตัดขาด ซึ่งจะมีลักษณะการแจ่งเดือนที่เหมือนกัน

- ระบบเครือข่ายเป็นแบบ Master / Slave ถ้าตัว Master เกิดขัดข้อง จะทำให้ระบบเครือข่ายหยุดการทำงาน ดังนั้นจึงควรมี Master สำรองต่ออยู่ด้วยเพื่อเพิ่มสมรรถนะ

- เนื่องจากจำนวนของบ้านในระบบมีเป็น จำนวนมากถ้าหากว่าความเร็วในการติดต่อสื่อสารระหว่างบ้านกับศูนย์กลางมีความเร็วต่ำเกินไป จะทำให้ไม่สามารถรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยทันทีที่เหตุการณ์ เกิดขึ้น ดังนั้นระบบการ สื่อสารจึงควรมีความเร็วใน การติดต่ออย่างน้อย 9600 BPS ซึ่งจะช่วยให้ทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ช้าที่สุด ในเวลา 1300 mSec

- เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้จะต้องมีความเร็วในการประมวลผลสูงเนื่องจากว่าต้องแสดงผลจะแสดงผลในรูปแบบ Graphic ซึ่งควรจะเป็นเครื่อง 486DX-2 ขึ้นไป

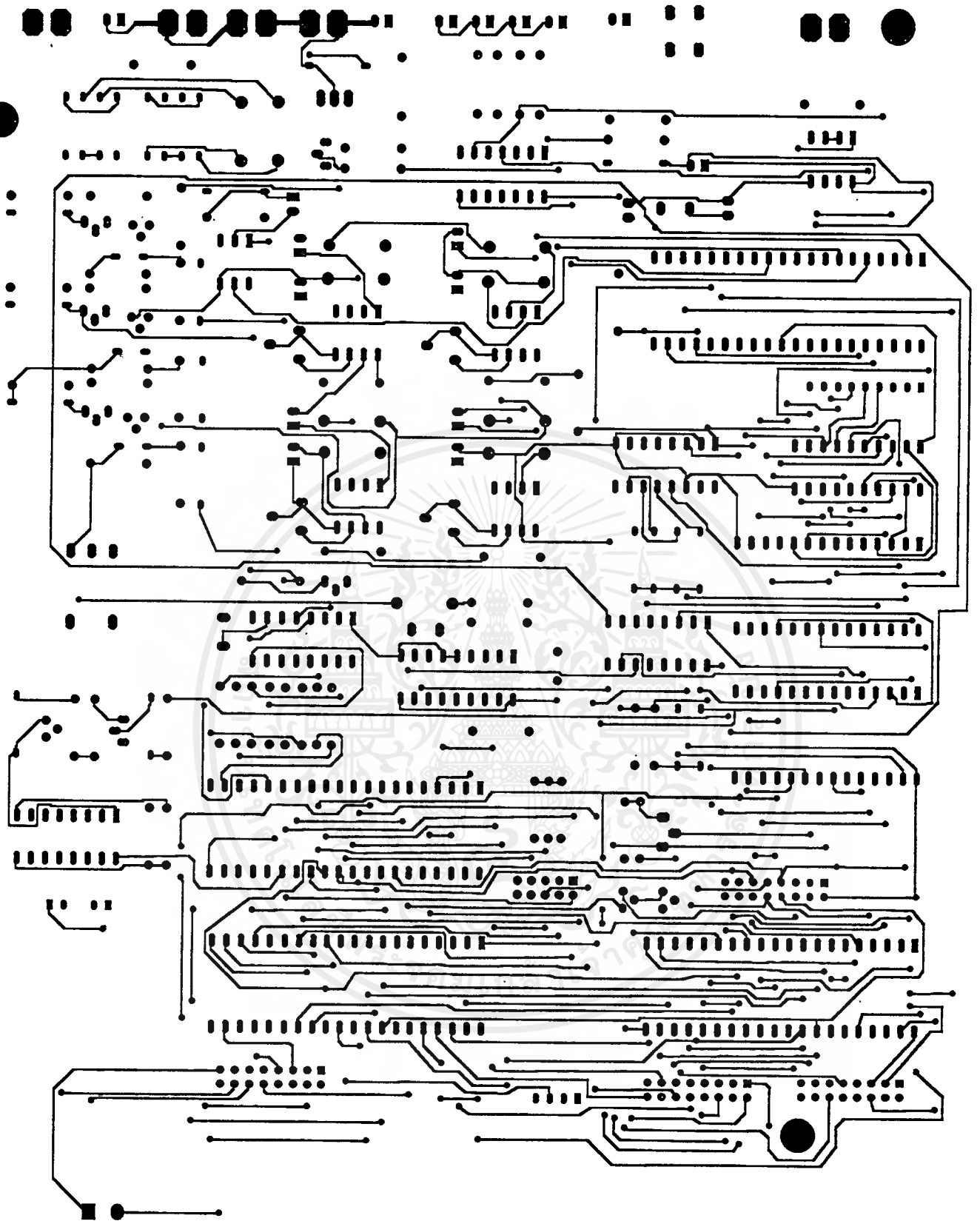
### การพัฒนาในอนาคตเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานจริงได้

- ส่วนวงจร Interface ระหว่างบ้านกับระบบโทรศัพท์ภายนอกโดยให้มีความชัดเจนของเสียงเตือนภัยที่ดีขึ้นกว่าเดิม
- ปรับปรุงระบบ การเก็บเสียงเตือนภัย ให้มีเวลาการเก็บนานขึ้นกว่าเดิม เพื่อที่จะเพิ่ม Function การเตือนภัย
- เพิ่มระบบไฟสำรอง ให้แก่ระบบ ทั้งภายในตัวบ้านและศูนย์กลางของระบบรักษาความปลอดภัย
- ปรับปรุงส่วนการ Interface ระหว่าง Sensor กับระบบในบ้านให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นกว่าเดิม โดยการพัฒนา Software และ Hardware ให้มีความสามารถแยกแยะระหว่างสัญญาณที่เกิดจากการ Alarm จริงๆ กับสัญญาณที่เกิดจากการ Error ของ Sensor
- พัฒนา Software ในตัวบ้านให้มีระดับการตรวจสอบ ในแต่ละช่วงเวลาได้ตามแต่ที่เจ้าของบ้านจะ Program
- เพิ่มระบบ Remote Control ของระบบ ภายในตัวบ้านเพื่อให้ควบคุมระบบได้ง่ายและเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบให้มากขึ้น
- ปรับปรุงส่วนระบบการเชื่อมต่อระหว่างตัวบ้านกับ ศูนย์กลางให้สามารถ ตอบโต้กันได้ ซึ่ง อาจจะเป็น การเพิ่มความเร็ว ของ ระบบการสื่อสาร ให้มีความเร็วสูง ขึ้นแล้วนำ เอาเครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าไปเชื่อมต่อกับระบบภายในตัวบ้านเพื่อที่จะให้สามารถ รับส่งข้อมูลระหว่าง บ้าน กับศูนย์กลาง ระบบรักษาความปลอดภัยได้ หรืออาจเพิ่มระบบเสียงใน การติดต่อระหว่างศูนย์กลางรักษาความปลอดภัยกับบ้าน
- ในอนาคต อาจสร้างระบบเครือข่ายในหมู่บ้านที่มีความเร็วสูงมาก เพื่อที่จะสามารถเป็นระบบเครือข่ายอเนกประสงค์ที่สามารถที่จะใช้ในงานด้านต่างๆ ได้พร้อมกัน ในระบบเครือข่าย เช่น ใช้เป็นระบบรักษาความปลอดภัยบนเครือข่าย Internet ,ระบบการสั่งซื้อสินค้า ,ระบบการประชาสัมพันธ์ของหมู่บ้าน , ระบบการชำระเงิน รวมทั้งเป็นระบบรักษาความปลอดภัยในหมู่บ้าน ภายในเครือข่ายเดียวกัน
- เพิ่มส่วน การเพิ่มเติม หรือ แก้ไข Plan บ้านให้สามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขบ้านแต่ละหลังได้ โดยอิสระ และง่ายต่อการแก้ไขในกรณีที่ต้องการแก้ไขหรือเพิ่มเติม Plan บ้านเข้าไปในระบบ

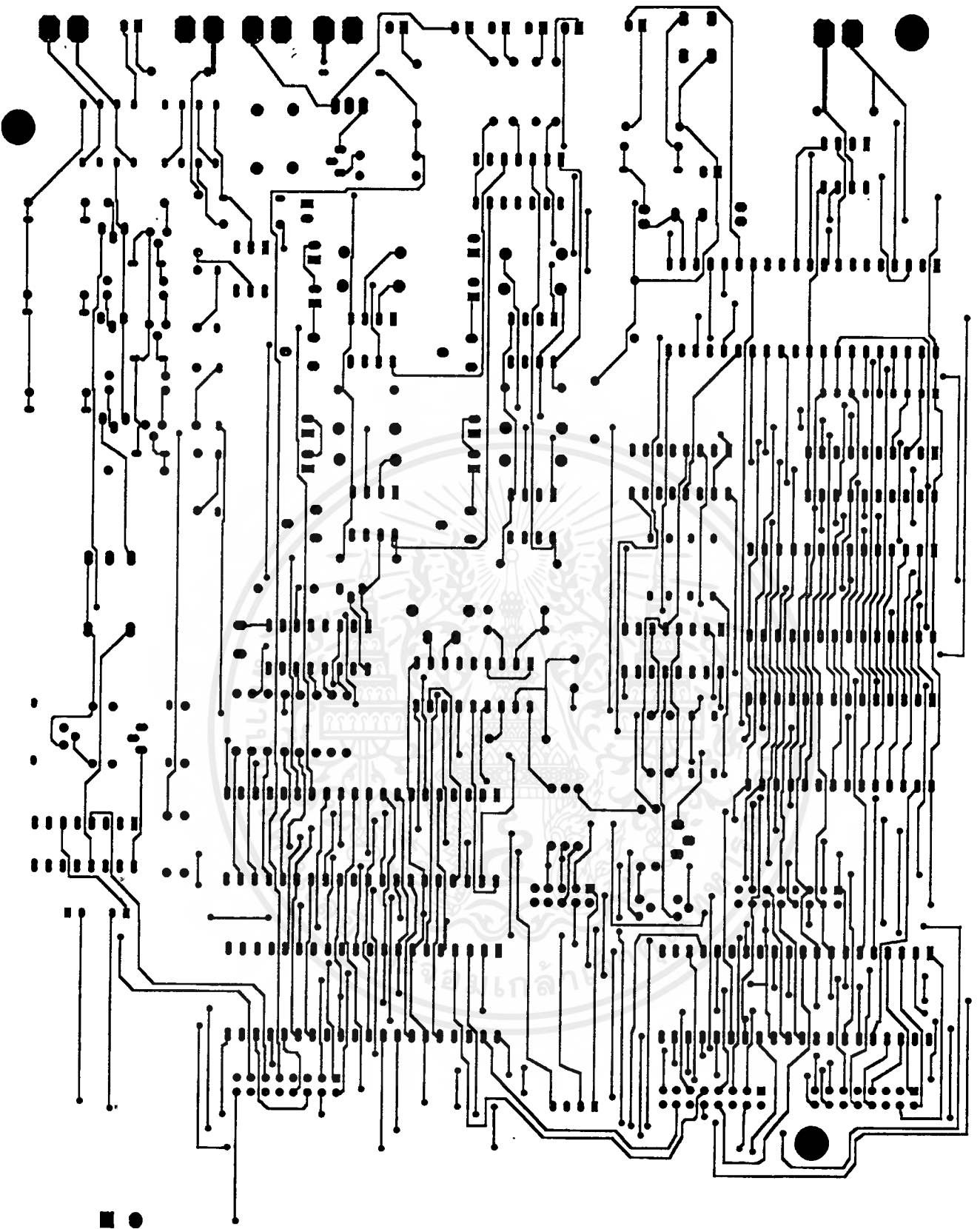


# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

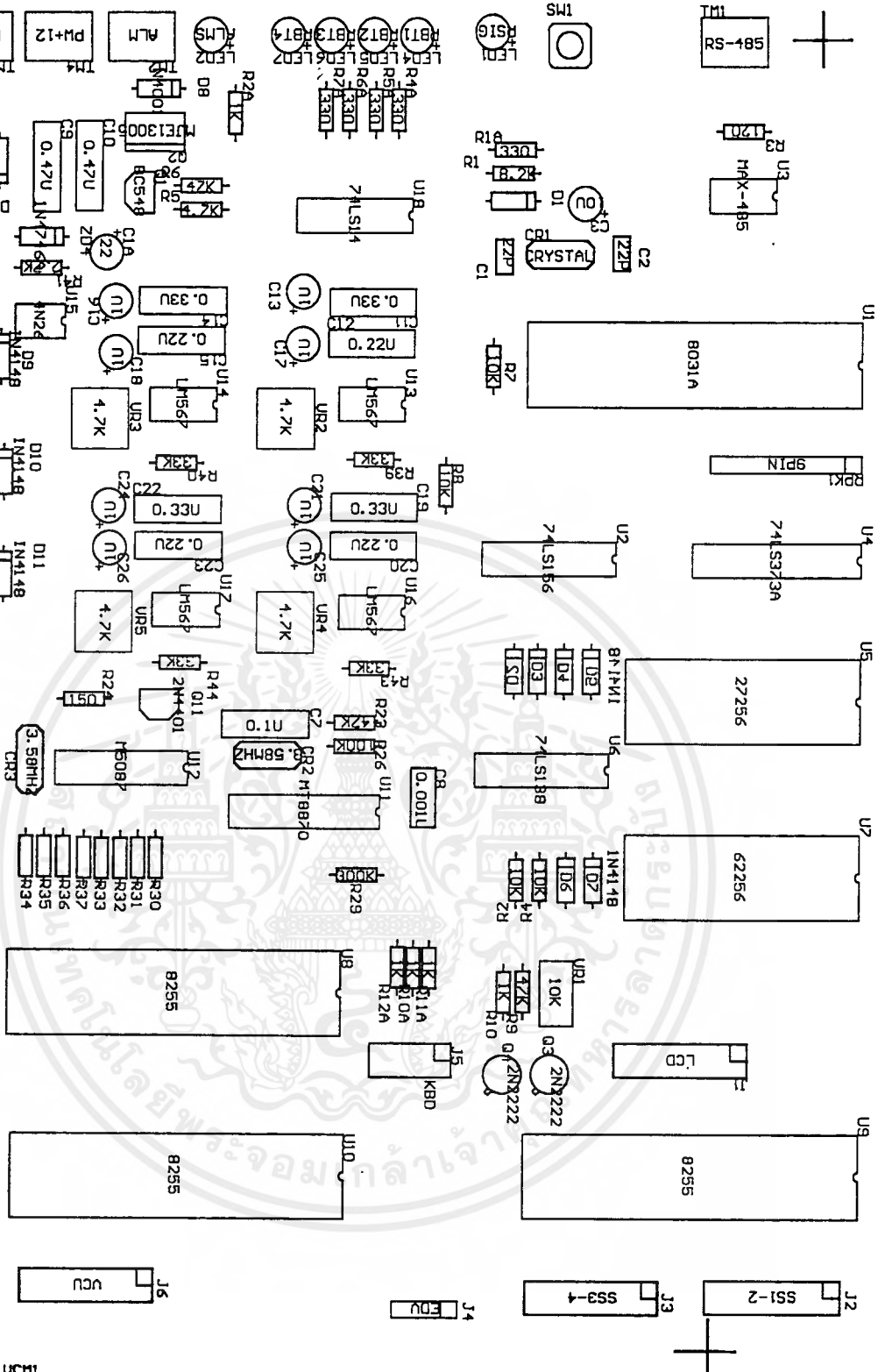


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า -  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# UCML



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

## General Description

The MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX487E-MAX491E, and MAX1487E are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications in harsh environments. Each driver output and receiver input is protected against ±15kV electrostatic discharge (ESD) shocks, without latchup. These parts contain one driver and one receiver. The MAX483E, MAX487E, MAX488E, and MAX489E feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481E, MAX485E, MAX490E, MAX491E, and MAX1487E are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw as little as 120µA supply current when unloaded or when fully loaded with disabled drivers (see *Selection Table*). Additionally, the MAX481E, MAX483E, and MAX487E have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.5µA. All parts operate from a single +5V supply.

Drivers are short-circuit current limited, and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places their outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487E and MAX1487E feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 transceivers on the bus. The MAX488E-MAX491E are designed for full-duplex communications, while the MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX487E, and MAX1487E are designed for half-duplex applications. For applications that are not ESD sensitive see the pin- and function-compatible MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487.

## Applications

- Low-Power RS-485 Transceivers
- Low-Power RS-422 Transceivers
- Level Translators
- Transceivers for EMI-Sensitive Applications
- Industrial-Control Local Area Networks

## Features

- ◆ ESD Protection: ±15kV—Human Body Model
- ◆ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483E/487E/488E/489E)
- ◆ Low Quiescent Current:
  - 120µA (MAX483E/487E/488E/489E)
  - 230µA (MAX1487E)
  - 300µA (MAX481E/485E/490E/491E)
- ◆ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ◆ Three-State Outputs
- ◆ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481E/485E/490E/491E/1487E)
- ◆ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ◆ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487E/MAX1487E)
- ◆ Current Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

## Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481ECPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX481EESA	-40°C to +85°C	8 SO

Ordering information continued on last page.

## Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (µA)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481E	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483E	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485E	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487E	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488E	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489E	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490E	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491E	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487E	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8



Maxim Integrated Products 1

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V <sub>CC</sub> ).....	12V	14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) ..	800mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Driver Output Voltage (Y, Z; A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	MAX4_C_/MAX1487EC_A.....	0°C to +70°C
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	MAX4_E_/MAX1487EE_A.....	-40°C to +85°C
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)		Storage Temperature Range.....	-65°C to +160°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) ....	727mW	Lead Temperature (soldering, 10sec) .....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V <sub>OD1</sub>				5	V
Differential Driver Output (with load)	V <sub>OD2</sub>	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 8	1.5		5	
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV <sub>OD</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 8			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V <sub>OC</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 8			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV <sub>OC</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 8			0.2	V
Input High Voltage	V <sub>IH</sub>	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	I <sub>IN1</sub>	DE, DI, RE			±2	μA
Input Current (A, B)	I <sub>IN2</sub>	DE = 0V; V <sub>CC</sub> = 0V or 5.25V, all devices except MAX487E/MAX1487E	V <sub>IN</sub> = 12V		1.0	mA
			V <sub>IN</sub> = -7V		-0.8	
		MAX487E/MAX1487E, DE = 0V, V <sub>CC</sub> = 0V or 5.25V	V <sub>IN</sub> = 12V		0.25	mA
			V <sub>IN</sub> = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	V <sub>TH</sub>	-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV <sub>TH</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	V <sub>OH</sub>	I <sub>O</sub> = -4mA, V <sub>ID</sub> = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V <sub>OL</sub>	I <sub>O</sub> = 4mA, V <sub>ID</sub> = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I <sub>OZR</sub>	0.4V ≤ V <sub>O</sub> ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R <sub>IN</sub>	-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V, all devices except MAX487E/MAX1487E	12			kΩ
		-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V, MAX487E/MAX1487E	48			kΩ

# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current (Note 3)	I <sub>CC</sub>	MAX488E/MAX489E, DE, DI, RE = 0V or V <sub>CC</sub>		120	250	μA
		MAX490E/MAX491E, DE, DI, RE = 0V or V <sub>CC</sub>		300	500	
		MAX481E/MAX485E, RE = 0V or V <sub>CC</sub>	DE = V <sub>CC</sub>	500	900	
			DE = 0V	300	500	
		MAX1487E, RE = 0V or V <sub>CC</sub>	DE = V <sub>CC</sub>	300	500	
			DE = 0V	230	400	
MAX483E/MAX487E, RE = 0V or V <sub>CC</sub>	DE = V <sub>CC</sub>	MAX483E	350	650		
		MAX487E	250	400		
		DE = 0V	120	250		
Supply Current in Shutdown	I <sub>SHDN</sub>	MAX481E/483E/487E, DE = 0V, RE = V <sub>CC</sub>		0.5	10	μA
Driver Short-Circuit Current, V <sub>O</sub> = High	I <sub>OSD1</sub>	-7V ≤ V <sub>O</sub> ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Driver Short-Circuit Current, V <sub>O</sub> = Low	I <sub>OSD2</sub>	-7V ≤ V <sub>O</sub> ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Receiver Short-Circuit Current	I <sub>OSR</sub>	0V ≤ V <sub>O</sub> ≤ V <sub>CC</sub>	7		95	mA
ESD Protection		A, B, Y and Z pins, tested using Human Body Model		±15		kV

## SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481E/MAX485E, MAX490E/MAX491E, MAX1487E

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t <sub>PLH</sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	10	40	60	ns	
	t <sub>PHL</sub>		10	40	60		
Driver Output Skew to Output	t <sub>SKEW</sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t <sub>R</sub> , t <sub>F</sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	MAX481E, MAX485E, MAX1487E	3	20	40	ns
			MAX490E/C/E, MAX491E/C/E	5	20	25	
Driver Enable to Output High	t <sub>ZH</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S2 closed		45	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t <sub>ZL</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S1 closed		45	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t <sub>LZ</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 15pF, S1 closed		45	70	ns	
Driver Disable Time from High	t <sub>HZ</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 15pF, S2 closed		45	70	ns	
Receiver Input to Output	t <sub>PLH</sub> , t <sub>PHL</sub>	Figures 10 and 14, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	MAX481E, MAX485E, MAX1487E	20	60	200	ns
			MAX490E/C/E, MAX491E/C/E	20	60	150	
t <sub>PLH</sub> - t <sub>PHL</sub>   Differential Receiver Skew	t <sub>SKD</sub>	Figures 10 and 14, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF		5		ns	
Receiver Enable to Output Low	t <sub>ZL</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>RL</sub> = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t <sub>ZH</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>RL</sub> = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t <sub>LZ</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>RL</sub> = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t <sub>HZ</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>RL</sub> = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f <sub>MAX</sub>		2.5			Mbps	
Time to Shutdown	t <sub>SHDN</sub>	MAX481E (Note 5)	50	200	600	ns	

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

### SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481E/MAX485E, MAX490E/MAX491E, MAX1487E (continued)

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481E)	t <sub>ZH(SHDN)</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S2 closed		45	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481E)	t <sub>ZL(SHDN)</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S1 closed		45	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481E)	t <sub>ZH(SHDN)</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>L</sub> = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		225	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481E)	t <sub>ZL(SHDN)</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>L</sub> = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		225	1000	ns

### SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483E, MAX487E/MAX488E/MAX489E

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t <sub>PLH</sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	250	800	2000	ns
	t <sub>PHL</sub>		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t <sub>SKEW</sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF		20	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t <sub>R, t<sub>F</sub></sub>	Figures 10 and 12, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t <sub>ZH</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t <sub>ZL</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t <sub>LZ</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t <sub>HZ</sub>	Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t <sub>PLH</sub>	Figures 10 and 14, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF	250		2000	ns
	t <sub>PHL</sub>		250		2000	
t <sub>PLH</sub> - t <sub>PHL</sub>   Differential Receiver Skew	t <sub>SKD</sub>	Figures 10 and 14, R <sub>DIFF</sub> = 54Ω, C <sub>L1</sub> = C <sub>L2</sub> = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t <sub>ZL</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>R</sub> L = 15pF, S1 closed		25	50	ns
Receiver Enable to Output High	t <sub>ZH</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>R</sub> L = 15pF, S2 closed		25	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t <sub>LZ</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>R</sub> L = 15pF, S1 closed		25	50	ns
Receiver Disable Time from High	t <sub>HZ</sub>	Figures 9 and 15, C <sub>R</sub> L = 15pF, S2 closed		25	50	ns
Maximum Data Rate	f <sub>MAX</sub>	t <sub>PLH</sub> , t <sub>PHL</sub> < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t <sub>SHDN</sub>	MAX483E/MAX487E (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t <sub>ZH(SHDN)</sub>	MAX483E/MAX487E, Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t <sub>ZL(SHDN)</sub>	MAX483E/MAX487E, Figures 11 and 13, C <sub>L</sub> = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t <sub>ZH(SHDN)</sub>	MAX483E/MAX487E, Figures 9 and 15, C <sub>L</sub> = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t <sub>ZL(SHDN)</sub>	MAX483E/MAX487E, Figures 9 and 15, C <sub>L</sub> = 15pF, S1 closed			2500	ns

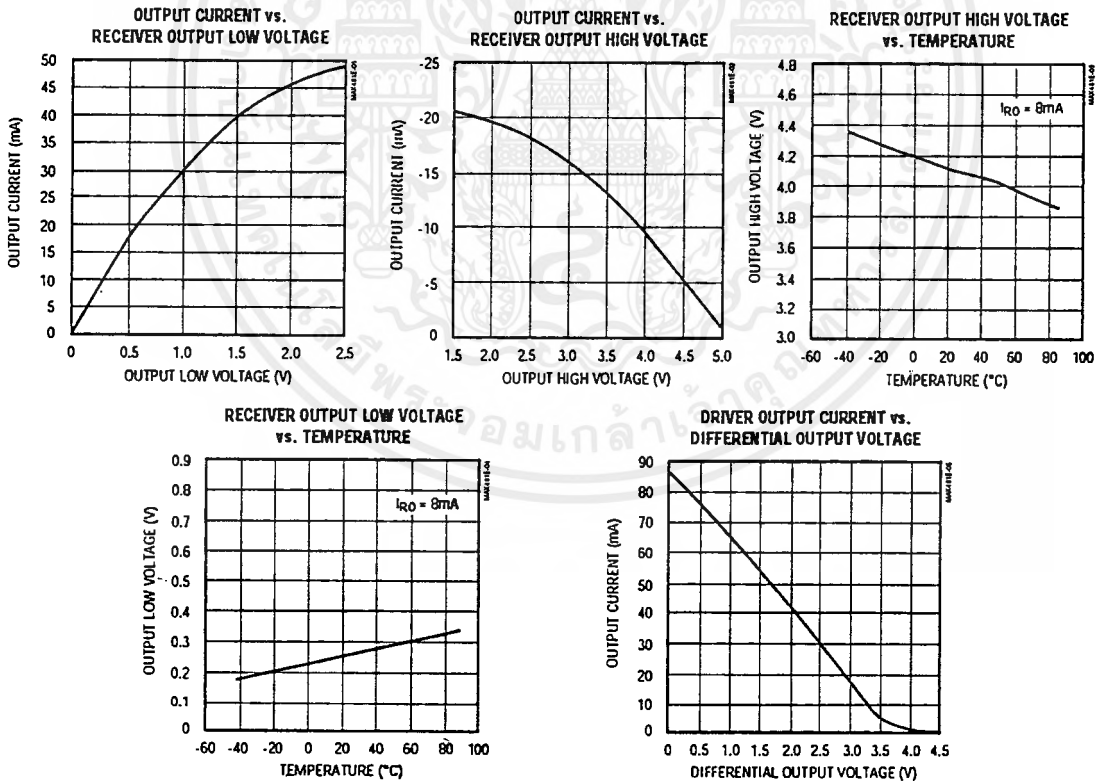
# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

## NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- Note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- Note 2:** All typical specifications are given for  $V_{CC} = 5V$  and  $T_A = +25^\circ C$ .
- Note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when  $DE = 0V$ .
- Note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- Note 5:** The MAX481E/MAX483E/MAX487E are put into shutdown by bringing  $RE$  high and  $DE$  low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

### Typical Operating Characteristics

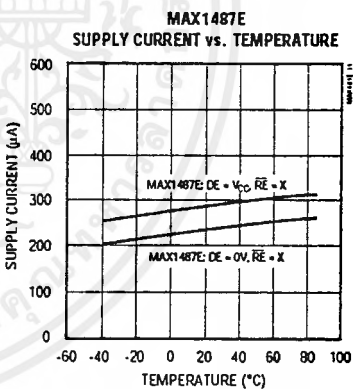
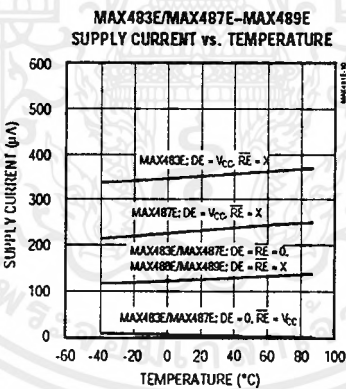
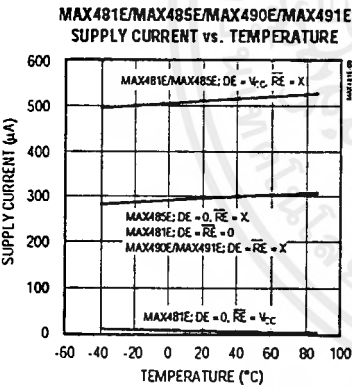
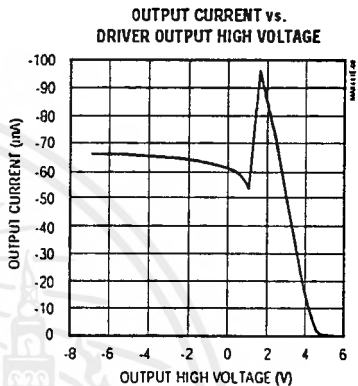
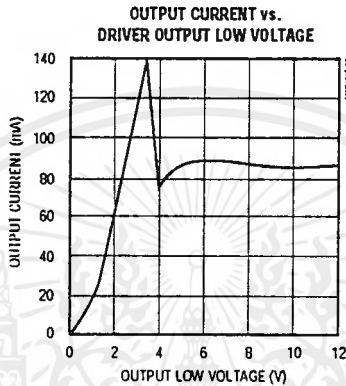
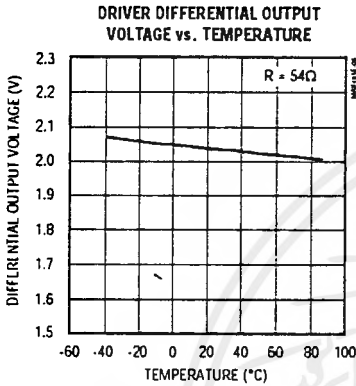
( $V_{CC} = 5V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

## Typical Operating Characteristics (continued)

(V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

### Pin Description

PIN			NAME	FUNCTION
MAX481E/MAX483E MAX485E/MAX487E MAX1487E	MAX488E MAX490E	MAX489E MAX491E		
1	2	2	RO	Receiver Output: If $A > B$ by 200mV, RO will be high; if $A < B$ by 200mV, RO will be low.
2	—	3	$\overline{RE}$	Receiver Output Enable. RO is enabled when $\overline{RE}$ is low; RO is high impedance when $\overline{RE}$ is high.
3	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if $\overline{RE}$ is low.
4	3	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	4	6, 7	GND	Ground
—	5	9	Y	Noninverting Driver Output
—	6	10	Z	Inverting Driver Output
6	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	8	12	A	Noninverting Receiver Input
7	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	7	11	B	Inverting Receiver Input
8	1	14	VCC	Positive Supply: $4.75V \leq V_{CC} \leq 5.25V$
—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

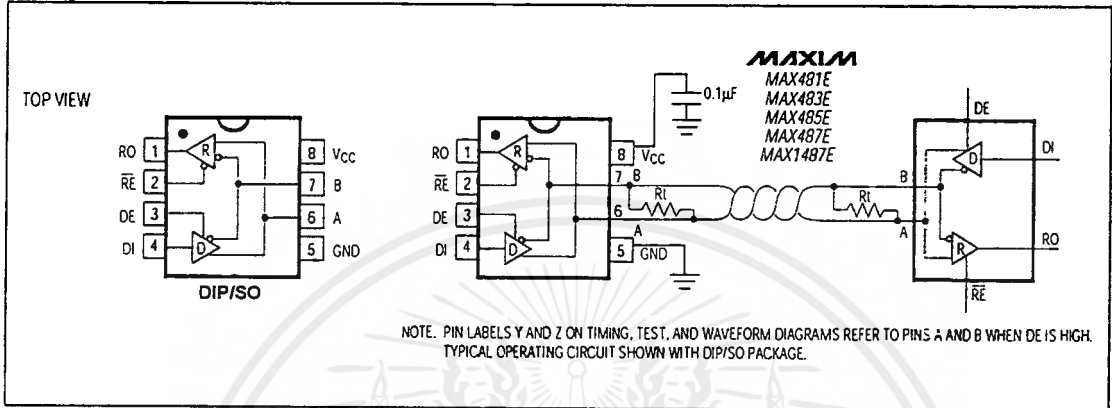


Figure 1. MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E/MAX1487E Pin Configuration and Typical Operating Circuit

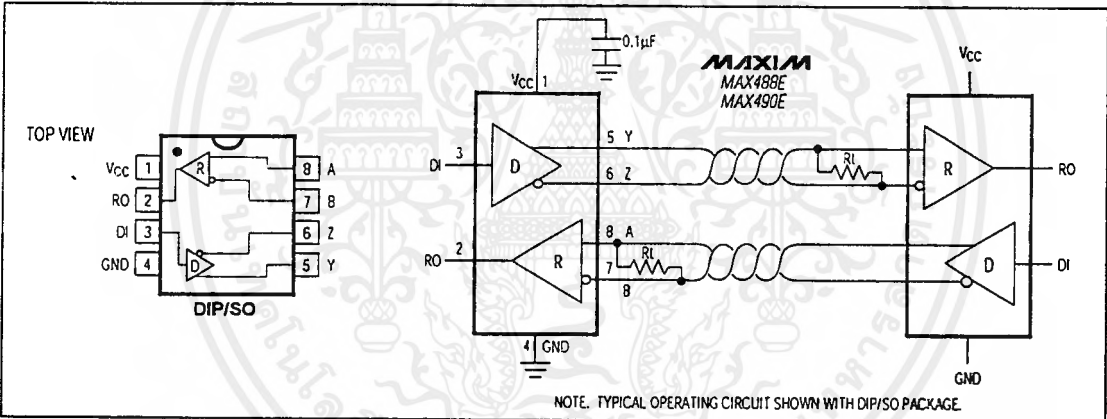


Figure 2. MAX488E/MAX490E Pin Configuration and Typical Operating Circuit

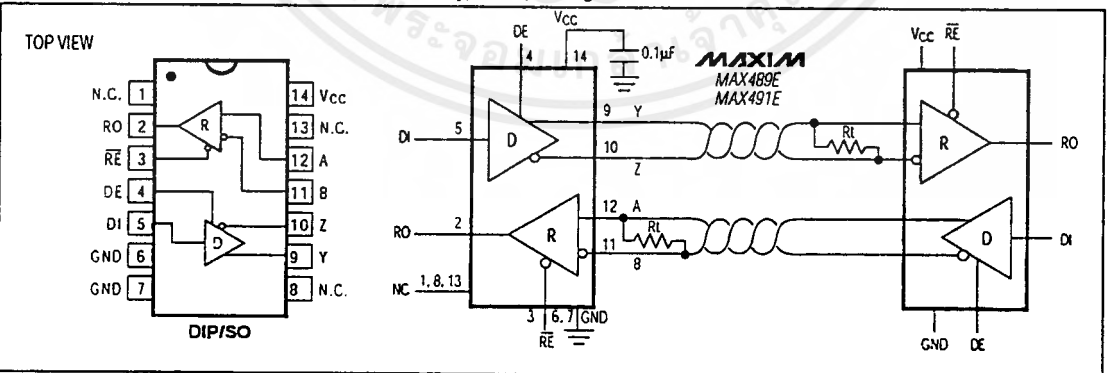


Figure 3. MAX489E/MAX491E Pin Configuration and Typical Operating Circuit

# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

## Function Tables (MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E/MAX1487E)

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

Table 1. Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
RE	DE	DI	Z	Y
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	High-Z	High-Z
1	0	X	High-Z*	High-Z*

X = Don't care  
High-Z = High impedance  
\* Shutdown mode for MAX481E/MAX483E/MAX487E

Table 2. Receiving

INPUTS			OUTPUT
RE	DE	A-B	RO
0	0	≥ +0.2V	1
0	0	≤ -0.2V	0
0	0	Inputs open	1
1	0	X	High-Z*

X = Don't care  
High-Z = High impedance  
\* Shutdown mode for MAX481E/MAX483E/MAX487E

### Applications Information

The MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E and MAX1487E are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. These "E" versions of the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 provide extra protection against ESD. The rugged MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX497E-MAX491E, and MAX1487E are intended for harsh environments where high-speed communication is important. These devices eliminate the need for transient suppressor diodes and the associated high capacitance loading. The standard (non-"E") MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are recommended for applications where cost is critical.

The MAX481E, MAX485E, MAX490E, MAX491E, and MAX1487E can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483E, MAX487E, MAX488E, and MAX489E are specified for data rates up to 250kbps. The MAX488E-MAX491E are full-duplex transceivers, while the MAX481E, MAX483E, MAX487E, and MAX1487E are half-duplex. In addition, driver-enable (DE) and receiver-enable (RE) pins are included on the MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX487E, MAX489E, MAX491E, and MAX1487E. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

#### ±15kV ESD Protection

As with all Maxim devices, ESD-protection structures are incorporated on all pins to protect against electrostatic discharges encountered during handling and assembly. The driver outputs and receiver inputs have extra protection against static electricity. Maxim's engi-

neers developed state-of-the-art structures to protect these pins against ESD of ±15kV without damage. The ESD structures withstand high ESD in all states: normal operation, shutdown, and powered down. After an ESD event, Maxim's MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX487E-MAX491E, and MAX1487E keep working without latchup.

ESD protection can be tested in various ways; the transmitter outputs and receiver inputs of this product family are characterized for protection to ±15kV using the Human Body Model.

Other ESD test methodologies include IEC10004-2 contact discharge and IEC1000-4-2 air-gap discharge (formerly IEC801-2).

#### ESD Test Conditions

ESD performance depends on a variety of conditions. Contact Maxim for a reliability report that documents test set-up, test methodology, and test results.

#### Human Body Model

Figure 4 shows the Human Body Model, and Figure 5 shows the current waveform it generates when discharged into a low impedance. This model consists of a 100pF capacitor charged to the ESD voltage of interest, which is then discharged into the test device through a 1.5kΩ resistor.

#### IEC1000-4-2

The IEC1000-4-2 standard covers ESD testing and performance of finished equipment; it does not specifically refer to integrated circuits (Figure 6).

# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

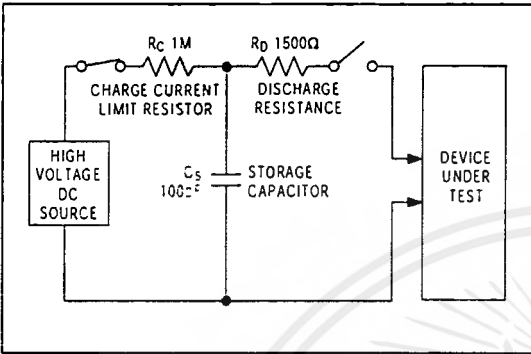


Figure 4. Human Body ESD Test Model

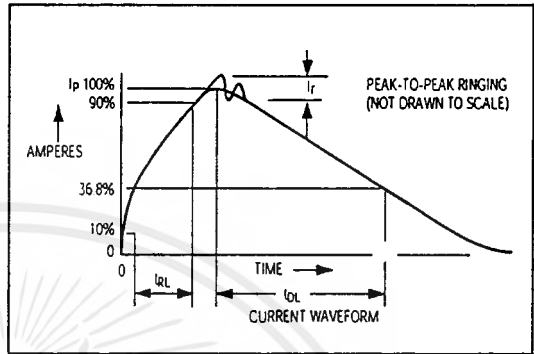


Figure 5. Human Body Model Current Waveform

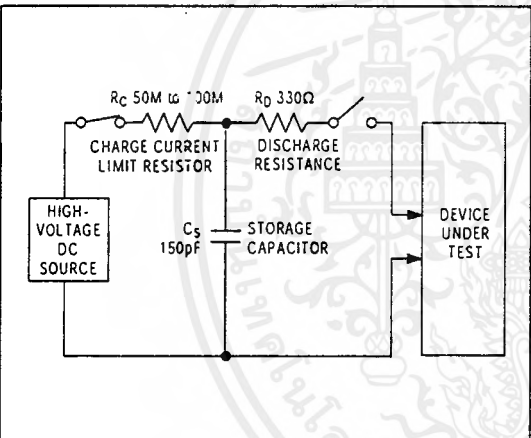


Figure 6. IEC1000-4-2 ESD Test Model

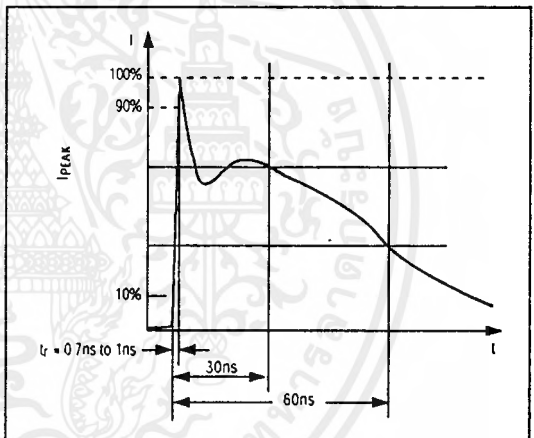


Figure 7. IEC1000-4-2 ESD Generator Current Waveform

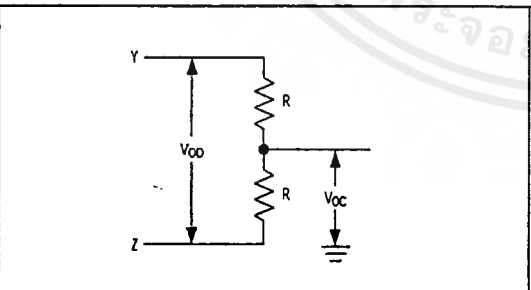


Figure 8. Driver DC Test Load

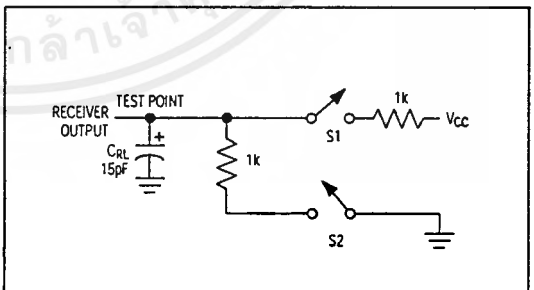


Figure 9. Receiver Timing Test Load

# ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

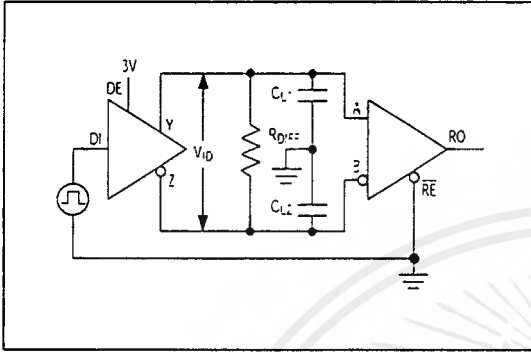


Figure 10. Driver/Receiver Timing Test Circuit

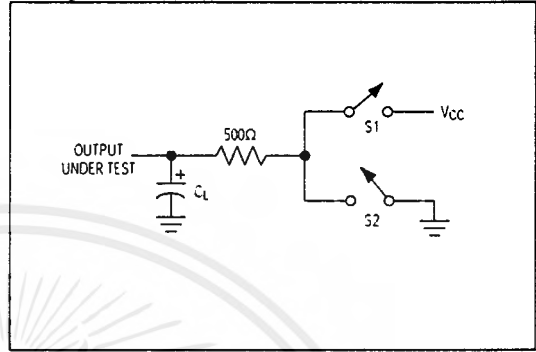


Figure 11. Driver Timing Test Load

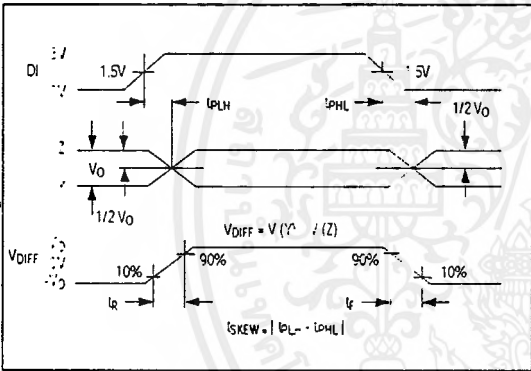


Figure 12. Driver Propagation Delays

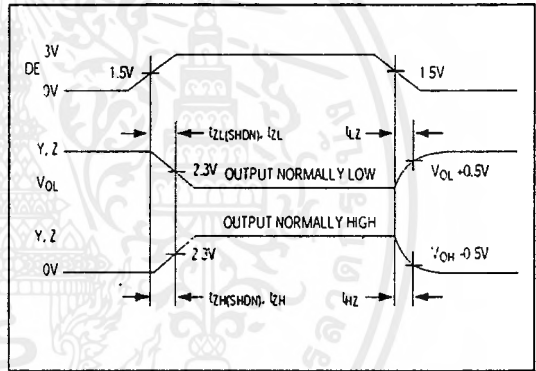


Figure 13. Driver Enable and Disable Times (except MAX488E and MAX490E)

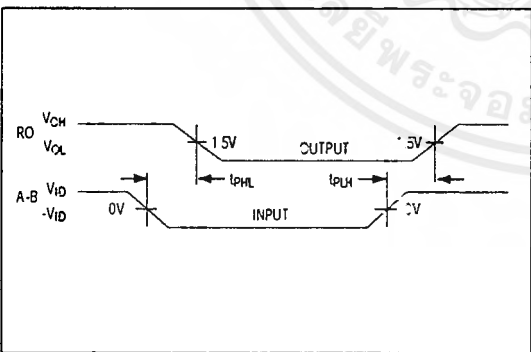


Figure 14. Receiver Propagation Delays

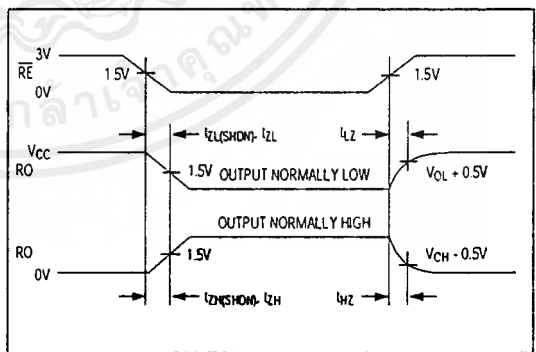


Figure 15. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488E and MAX490E)

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

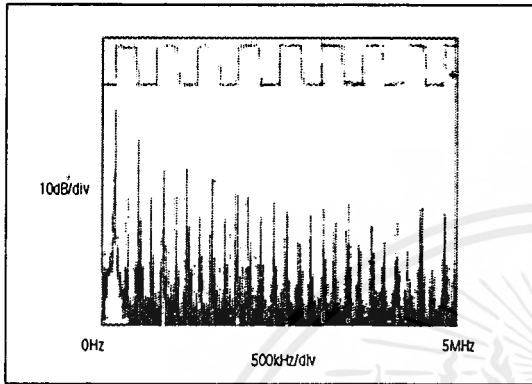


Figure 16. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX485E/MAX490E/MAX491E/MAX1487E Transmitting a 150kHz Signal

The major difference between tests done using the Human Body Model and IEC1000-4-2 is higher peak current in IEC1000-4-2, because series resistance is lower in the IEC1000-4-2 model. Hence, the ESD withstand voltage measured to IEC1000-4-2 is generally lower than that measured using the Human Body Model. Figure 7 shows the current waveform for the 8kV IEC1000-4-2 ESD contact-discharge test.

The air-gap test involves approaching the device with a charged probe. The contact-discharge method connects the probe to the device before the probe is energized.

### Machine Model

The Machine Model for ESD tests all pins using a 200pF storage capacitor and zero discharge resistance. Its objective is to emulate the stress caused by contact that occurs with handling and assembly during manufacturing. Of course, all pins require this protection during manufacturing—not just inputs and outputs. Therefore, after PC board assembly, the Machine Model is less relevant to I/O ports.

### MAX487E/MAX1487E: 128 Transceivers on the Bus

The 48kΩ, 1/4-unit-load receiver input impedance of the MAX487E and MAX1487E allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12kΩ input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487E/MAX1487E and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481E, MAX483E, MAX485E, and MAX488E-MAX491E have standard 12kΩ receiver input impedance.

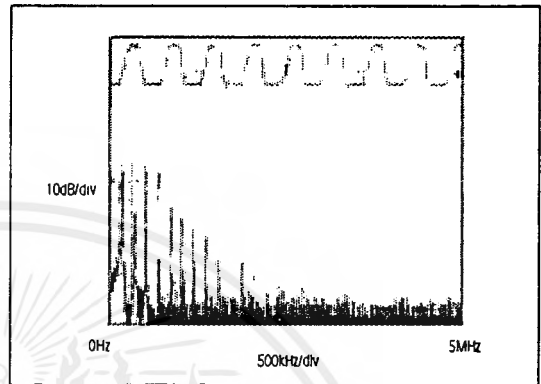


Figure 17. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483E/MAX487E-MAX489E Transmitting a 150kHz Signal

### MAX483E/MAX487E/MAX488E/MAX489E: Reduced EMI and Reflections

The MAX483E and MAX487E-MAX489E are slew-rate limited, minimizing EMI and reducing reflections caused by improperly terminated cables. Figure 16 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 150kHz signal transmitted by a MAX481E, MAX485E, MAX490E, MAX491E, or MAX1487E. High-frequency harmonics with large amplitudes are evident. Figure 17 shows the same information displayed for a MAX483E, MAX487E, MAX488E, or MAX489E transmitting under the same conditions. Figure 17's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

### Low-Power Shutdown Mode (MAX481E/MAX483E/MAX487E)

A low-power shutdown mode is initiated by bringing both  $\overline{RE}$  high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.5μA of supply current.

$\overline{RE}$  and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if  $\overline{RE}$  is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For the MAX481E, MAX483E, and MAX487E, the  $t_{ZH}$  and  $t_{ZL}$  enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485E, MAX488E-MAX491E, and MAX1487E can not be shut down). The  $t_{ZH}(SHDN)$  and  $t_{ZL}(SHDN)$  enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

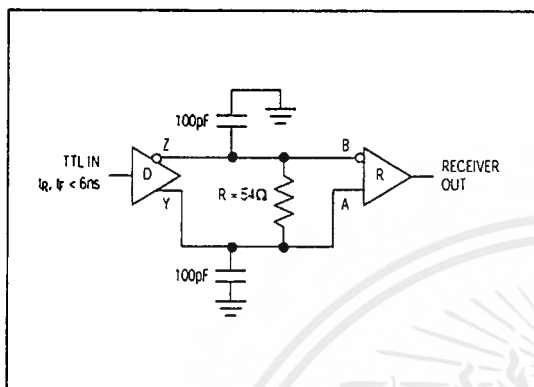


Figure 18. Receiver Propagation Delay Test Circuit

It takes the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state ( $t_{ZH}(SHDN)$ ,  $t_{ZL}(SHDN)$ ) than from the operating mode ( $t_{ZH}$ ,  $t_{ZL}$ ). (The parts are in operating mode if the  $\overline{RE}$ ,  $\overline{DE}$  inputs equal a logical 0,1 or 1,1 or 0,0.)

### Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

### Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation

delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 19–22 using Figure 18's test circuit.

The difference in receiver delay times,  $t_{PLH} - t_{PHL}$ , is typically under 13ns for the MAX481E, MAX485E, MAX490E, MAX491E, and MAX1487E, and is typically less than 100ns for the MAX483E and MAX487E–MAX489E.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481E, MAX485E, MAX490E, MAX491E, and MAX1487E, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483E and MAX487E–MAX489E.

### Typical Applications

The MAX481E, MAX483E, MAX485E, MAX487E–MAX491E, and MAX1487E transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines. Figures 25 and 26 show typical network application circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slew-rate-limited MAX483E and MAX487E–MAX489E are more tolerant of imperfect termination. Bypass the  $V_{CC}$  pin with 0.1 $\mu$ F.

### Isolated RS-485

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.

### Line Length vs. Data Rate

The RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. Figures 23 and 24 show the system differential voltage for the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair wire at 110kHz into 100 $\Omega$  loads.

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

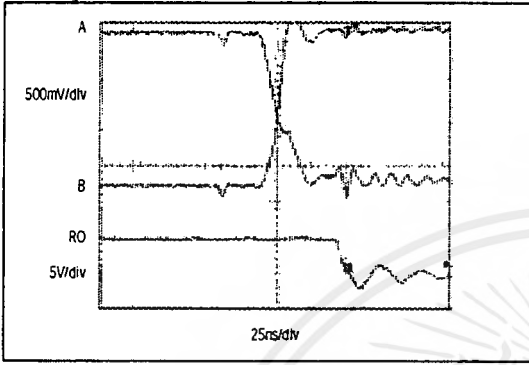


Figure 19. MAX481E/MAX485E/MAX490E/MAX1487E Receiver tPHL

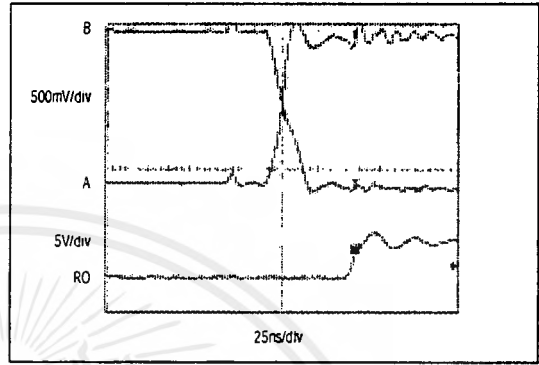


Figure 20. MAX481E/MAX485E/MAX490E/MAX491E/MAX1487E Receiver tPLH

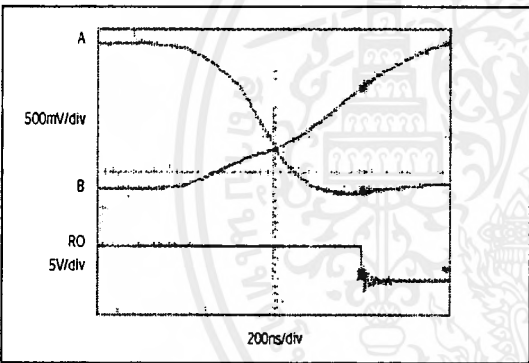


Figure 21. MAX483E/MAX487E-MAX489E Receiver tPHL

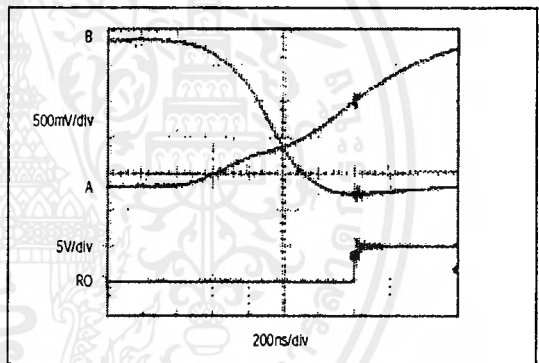


Figure 22. MAX483E/MAX487E-MAX489E Receiver tPLH

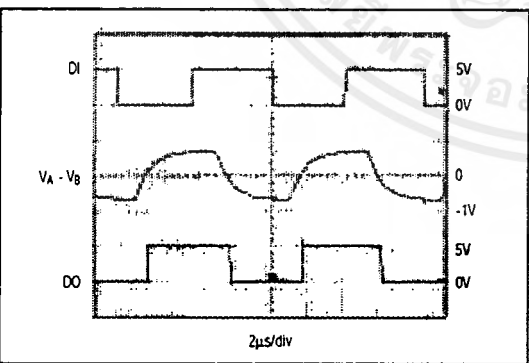


Figure 23. MAX481E/MAX485E/MAX490E/MAX491E/MAX1487E System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

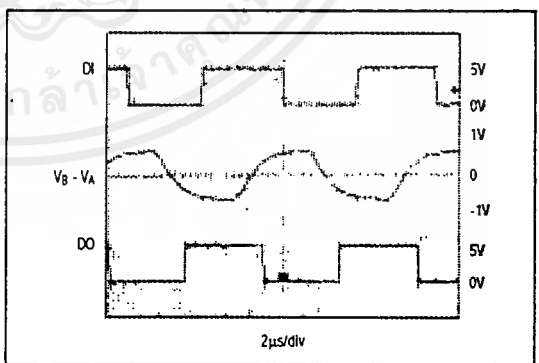


Figure 24. MAX483E/MAX1487E-MAX489E System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

## ±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited, Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E-MAX491E/MAX1487E

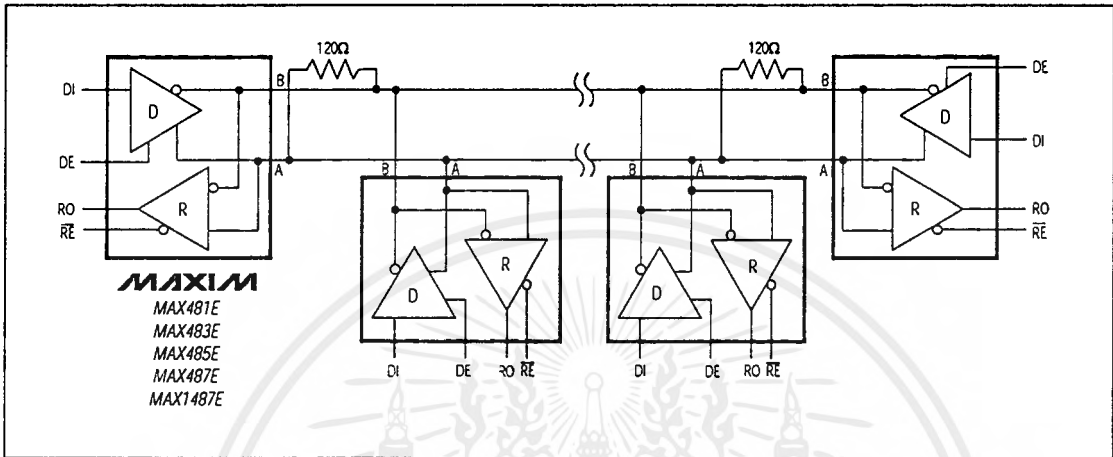


Figure 25. MAX481E/MAX483E/MAX485E/MAX487E/MAX1487E Typical Half-Duplex RS-485 Network

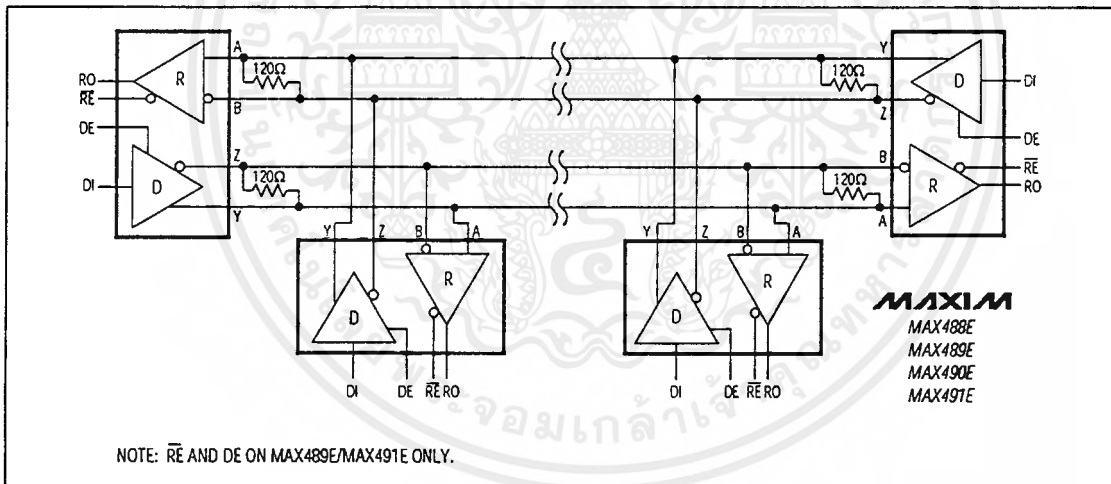


Figure 26. MAX488E-MAX491E Full-Duplex RS-485 Network

**±15kV ESD-Protected, Slew-Rate-Limited,  
Low-Power, RS-485/RS-422 Transceivers**

**Ordering Information (continued)**

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX483ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX483ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX483EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX483EESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX485ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX485ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX485EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX485EESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX487ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX487ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX487EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX487EESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX488ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX488ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX488EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX488EESA	-40°C to +85°C	8 SO

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX489ECPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX489ECSA	0°C to +70°C	14 SO
MAX489ECPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX489EESA	-40°C to +85°C	14 SO
MAX490ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX490ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX490EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX490EESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX491ECPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX491ECSA	0°C to +70°C	14 SO
MAX491ECPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX491EESA	-40°C to +85°C	14 SO
MAX1487ECPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1487ECSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1487EEPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1487EESA	-40°C to +85°C	8 SO

**Chip Information**

TRANSISTOR COUNT: 295

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

16 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 1996 Maxim Integrated Products Printed USA **MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

**MC14551B**

**Quad 2-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer**

The MC14551B is a digitally-controlled analog switch. This device implements a 4PDT solid state switch with low ON impedance and very low OFF Leakage current. Control of analog signals up to the complete supply voltage range can be achieved.

- Triple Diode Protection on All Control Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Analog Voltage Range ( $V_{DD} - V_{EE}$ ) = 3.0 to 18 V  
Note:  $V_{EE}$  must be  $\leq V_{SS}$
- Linearized Transfer Characteristics
- Low Noise — 12 nV $\sqrt{\text{Cycle}}$ ,  $f \geq 1.0$  kHz typical
- For Low  $R_{ON}$ , Use The HC4051, HC4052, or HC4053 High-Speed CMOS Devices
- Switch Function is Break Before Make

**MAXIMUM RATINGS\***

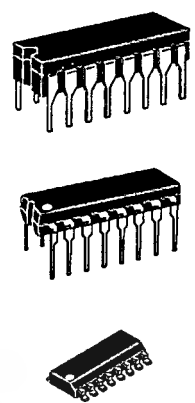
Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DD}$	DC Supply Voltage (Referenced to $V_{EE}$ , $V_{SS} \geq V_{EE}$ )	- 0.5 to + 18.0	V
$V_{in}, V_{out}$	Input or Output Voltage (DC or Transient) (Referenced to $V_{SS}$ for Control Input & $V_{EE}$ for Switch I/O)	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
$I_{in}$	Input Current (DC or Transient), per Control Pin	$\pm 10$	mA
$I_{sw}$	Switch Through Current	$\pm 25$	mA
$P_D$	Power Dissipation, per Package†	500	mW
$T_{stg}$	Storage Temperature	- 65 to + 150	°C
$T_L$	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

† Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

Ceramic "L" Packages - 12 mW/°C From 100°C To 125°C



**L SUFFIX CERAMIC CASE 620**

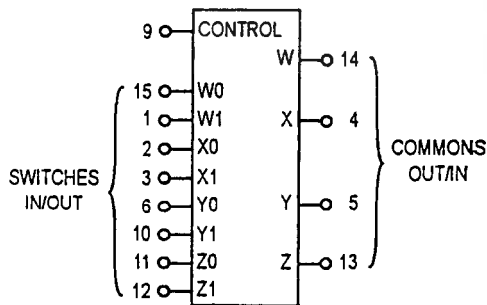
**P SUFFIX PLASTIC CASE 648**

**D SUFFIX SOIC CASE 751B**

**ORDERING INFORMATION**

MC14XXXBCP	Plastic
MC14XXXBCL	Ceramic
MC14XXXBD	SOIC

$T_A = - 55^\circ$  to  $125^\circ\text{C}$  for all packages.



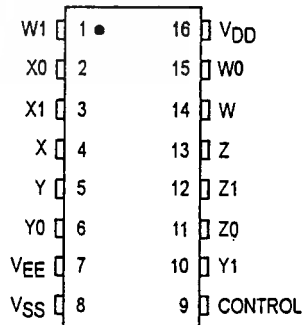
Control	ON
0	W0 X0 Y0 Z0
1	W1 X1 Y1 Z1

$V_{DD}$  = Pin 16

$V_{SS}$  = Pin 8

$V_{EE}$  = Pin 7

**PIN ASSIGNMENT**



NOTE: Control Input referenced to  $V_{SS}$ , Analog Inputs and Outputs reference to  $V_{EE}$ .  $V_{EE}$  must be  $\leq V_{SS}$ .



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub>	Test Conditions	- 55°C		25°C			125°C		Unit
				Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	

**SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to V<sub>EE</sub>)**

Power Supply Voltage Range	V <sub>DD</sub>	—	V <sub>DD</sub> - 3.0 ≥ V <sub>SS</sub> ≥ V <sub>EE</sub>	3.0	18	3.0	—	18	3.0	18	V
Quiescent Current Per Package	I <sub>DD</sub>	5.0 10 15	Control Inputs: V <sub>in</sub> = V <sub>SS</sub> or V <sub>DD</sub> , Switch I/O: V <sub>EE</sub> ≤ V <sub>I/O</sub> ≤ V <sub>DD</sub> , and ΔV <sub>switch</sub> ≤ 500 mV**	— — —	5.0 10 20	— — —	0.005 0.010 0.015	5.0 10 20	— — —	150 300 600	μA
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package)	I <sub>D(AV)</sub>	5.0 10 15	T <sub>A</sub> = 25°C only (The channel component, (V <sub>in</sub> - V <sub>out</sub> )/R <sub>on</sub> , is not included.)	Typical (0.07 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> (0.20 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> (0.36 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>							μA

**CONTROL INPUT (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)**

Low-Level Input Voltage	V <sub>IL</sub>	5.0 10 15	R <sub>on</sub> = per spec, I <sub>off</sub> = per spec	— — —	1.5 3.0 4.0	— — —	2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0	— — —	1.5 3.0 4.0	V
High-Level Input Voltage	V <sub>IH</sub>	5.0 10 15	R <sub>on</sub> = per spec, I <sub>off</sub> = per spec	3.5 7.0 11	— — —	3.5 7.0 11	2.75 5.50 8.25	— — —	3.5 7.0 11	— — —	V
Input Leakage Current	I <sub>in</sub>	15	V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub>	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA
Input Capacitance	C <sub>in</sub>	—		—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF

**SWITCHES IN/OUT AND COMMONS OUT/IN — W, X, Y, Z (Voltages Referenced to V<sub>EE</sub>)**

Recommended Peak-to-Peak Voltage Into or Out of the Switch	V <sub>I/O</sub>	—	Channel On or Off	0	V <sub>DD</sub>	0	—	V <sub>DD</sub>	0	V <sub>DD</sub>	V <sub>p-p</sub>
Recommended Static or Dynamic Voltage Across the Switch** (Figure 3)	ΔV <sub>switch</sub>	—	Channel On	0	600	0	—	600	0	300	mV
Output Offset Voltage	V <sub>OO</sub>	—	V <sub>in</sub> = 0 V, No Load	—	—	—	10	—	—	—	μV
ON Resistance	R <sub>on</sub>	5.0 10 15	ΔV <sub>switch</sub> ≤ 500 mV**, V <sub>in</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> (Control), and V <sub>in</sub> = 0 to V <sub>DD</sub> (Switch)	— — —	800 400 220	— — —	250 120 80	1050 500 280	— — —	1200 520 300	Ω
ΔON Resistance Between Any Two Channels in the Same Package	ΔR <sub>on</sub>	5.0 10 15		— — —	70 50 45	— — —	25 10 10	70 50 45	— — —	135 95 65	Ω
Off-Channel Leakage Current (Figure 8)	I <sub>off</sub>	15	V <sub>in</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> (Control) Channel to Channel or Any One Channel	—	±100	—	±0.05	±100	—	±1000	nA
Capacitance, Switch I/O	C <sub>I/O</sub>	—	Switch Off	—	—	—	10	—	—	—	pF
Capacitance, Common O/I	C <sub>O/I</sub>	—		—	—	—	17	—	—	—	pF
Capacitance, Feedthrough (Channel Off)	C <sub>I/O</sub>	—	Pins Not Adjacent Pins Adjacent	— —	— —	— —	0.15 0.47	— —	— —	— —	pF

#Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes, but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\*For voltage drops across the switch (ΔV<sub>switch</sub>) > 600 mV (> 300 mV at high temperature), excessive V<sub>DD</sub> current may be drawn; i.e. the current out of the switch may contain both V<sub>DD</sub> and switch input components. The reliability of the device will be unaffected unless the Maximum Ratings are exceeded. (See first page of this data sheet.)

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{EE} \leq V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD} - V_{EE}$ Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
<b>Propagation Delay Times</b> Switch Input to Switch Output ( $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ ) $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 \text{ ns/pF}) C_L + 26.5 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 \text{ ns/pF}) C_L + 11 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 \text{ ns/pF}) C_L + 9.0 \text{ ns}$	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	35 15 12	90 40 30	ns
Control Input to Output ( $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ ) $V_{EE} = V_{SS}$ (Figure 4)	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	350 140 100	875 350 250	ns
Second Harmonic Distortion $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $V_{in} = 5 V_{p-p}$	—	10	—	0.07	—	%
Bandwidth (Figure 5) $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})_{p-p}$ , $20 \text{ Log} (V_{out}/V_{in}) = -3 \text{ dB}$ , $C_L = 50 \text{ pF}$	BW	10	—	17	—	MHz
Off Channel Feedthrough Attenuation, Figure 5 $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})_{p-p}$ , $f_{in} = 55 \text{ MHz}$	—	10	—	-50	—	dB
Channel Separation (Figure 6) $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{EE})_{p-p}$ , $f_{in} = 3 \text{ MHz}$	—	10	—	-50	—	dB
Crosstalk, Control Input to Common O/I, Figure 7 $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ , $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ , Control $t_r = t_f = 20 \text{ ns}$	—	10	—	75	—	mV

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

**This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$  for control inputs and  $V_{EE} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$  for Switch I/O. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$ ,  $V_{EE}$ , or  $V_{DD}$ ). Unused outputs must be left open.**

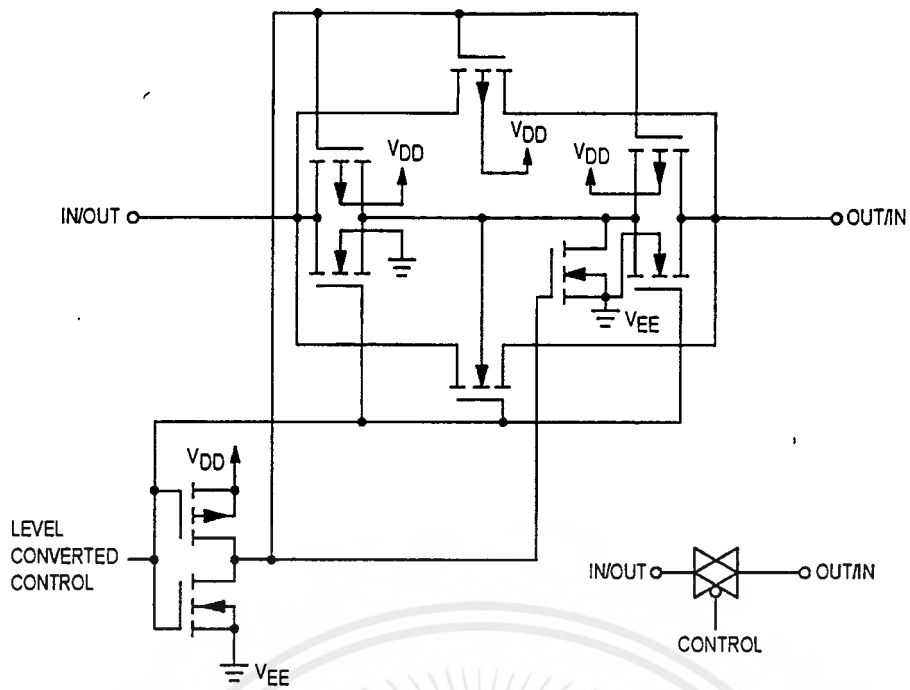


Figure 1. Switch Circuit Schematic

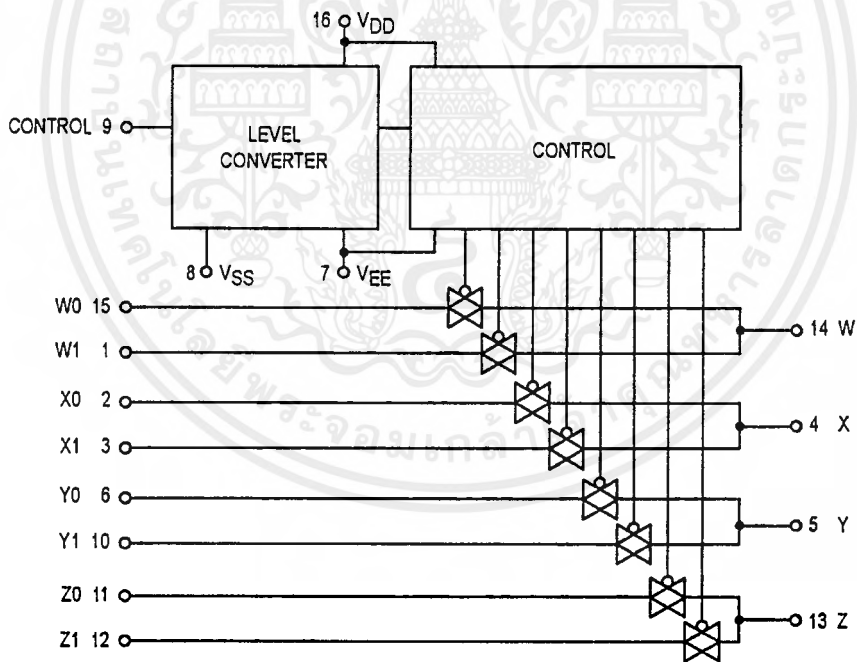


Figure 2. MC14551B Functional Diagram

TEST CIRCUITS

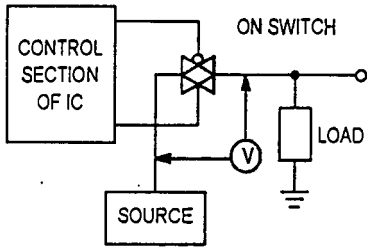


Figure 3.  $\Delta V$  Across Switch

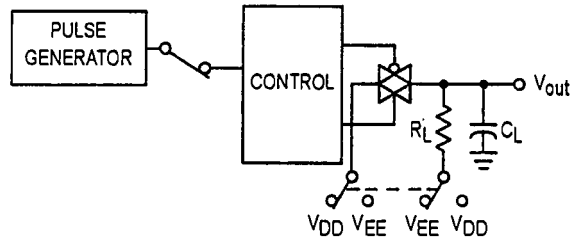


Figure 4. Propagation Delay Times, Control to Output

Control input used to turn ON or OFF the switch under test.

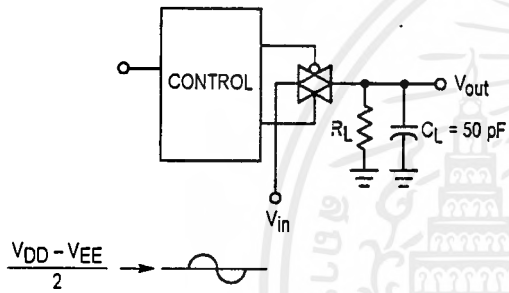


Figure 5. Bandwidth and Off-Channel Feedthrough Attenuation

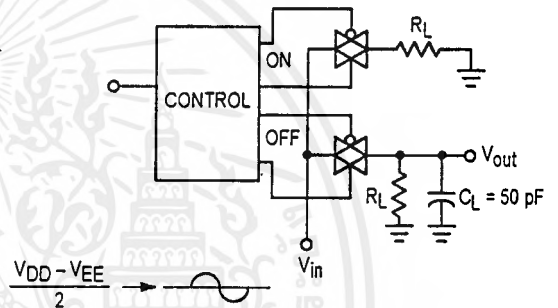


Figure 6. Channel Separation (Adjacent Channels Used for Setup)

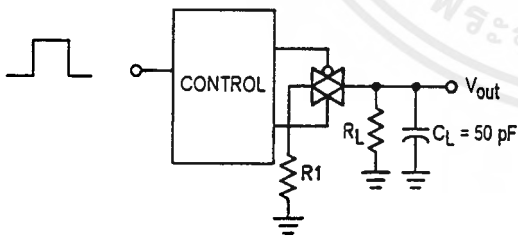


Figure 7. Crosstalk, Control Input to Common O/I

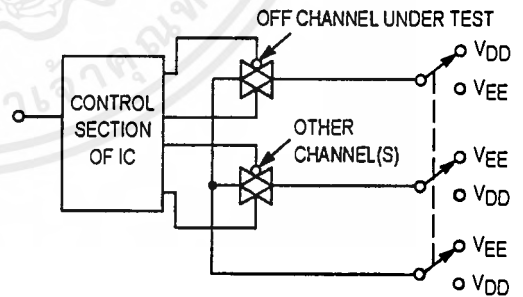


Figure 8. Off Channel Leakage

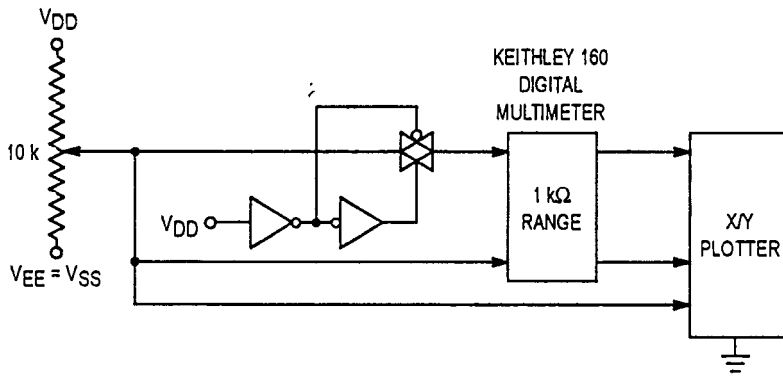


Figure 9. Channel Resistance ( $R_{ON}$ ) Test Circuit

### TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

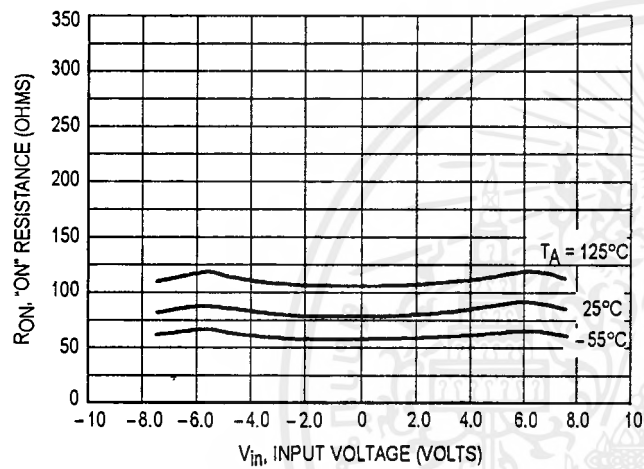


Figure 10.  $V_{DD}$  @ 7.5 V,  $V_{EE}$  @ -7.5 V

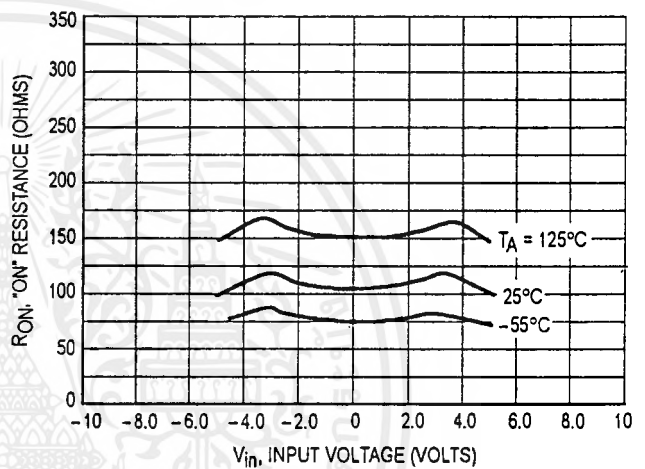


Figure 11.  $V_{DD}$  @ 5.0 V,  $V_{EE}$  @ -5.0 V

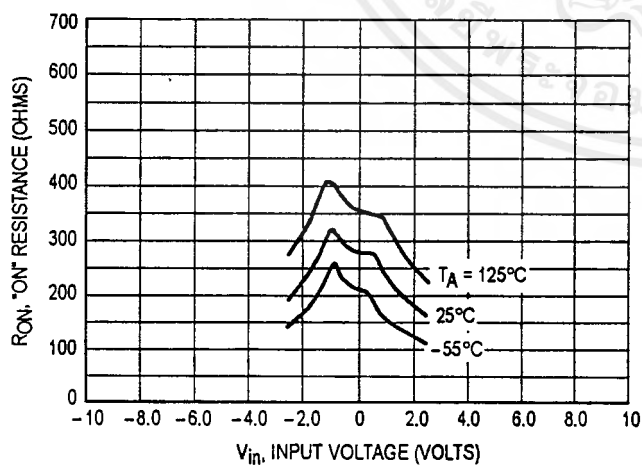


Figure 12.  $V_{DD}$  @ 2.5 V,  $V_{EE}$  @ -2.5 V

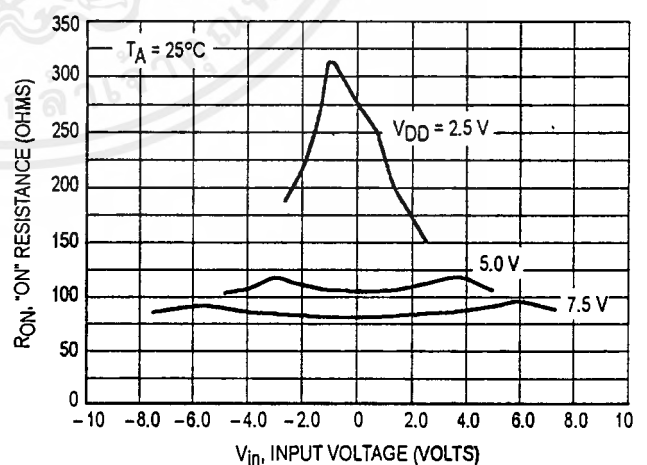


Figure 13. Comparison at 25°C,  $V_{DD}$  @ -  $V_{EE}$

## APPLICATIONS INFORMATION

Figure A illustrates use of the on-chip level converter detailed in Figure 2. The 0-to-5 volt Digital Control signal is used to directly control a 9 V<sub>p-p</sub> analog signal.

The digital control logic levels are determined by V<sub>DD</sub> and V<sub>SS</sub>. The V<sub>DD</sub> voltage is the logic high voltage; the V<sub>SS</sub> voltage is logic low. For the example, V<sub>DD</sub> = +5 V = logic high at the control inputs; V<sub>SS</sub> = GND = 0 V = logic low.

The maximum analog signal level is determined by V<sub>DD</sub> and V<sub>VEE</sub>. The V<sub>DD</sub> voltage determines the maximum recommended peak above V<sub>SS</sub>. The V<sub>VEE</sub> voltage determines the maximum swing below V<sub>SS</sub>. For the example, V<sub>DD</sub> - V<sub>SS</sub> = 5 volt maximum swing above V<sub>SS</sub>; V<sub>SS</sub> - V<sub>VEE</sub> = 5 volt maximum swing below V<sub>SS</sub>. The example shows a ± 4.5 volt signal which allows a 1/2 volt margin at each peak. If voltage

transients above V<sub>DD</sub> and/or below V<sub>VEE</sub> are anticipated on the analog channels, external diodes (D<sub>x</sub>) are recommended as shown in Figure B. These diodes should be small signal types able to absorb the maximum anticipated current surges during clipping.

The absolute maximum potential difference between V<sub>DD</sub> and V<sub>VEE</sub> is 18.0 volts. Most parameters are specified up to 15 volts which is the recommended maximum difference between V<sub>DD</sub> and V<sub>VEE</sub>.

Balanced supplies are not required. However, V<sub>SS</sub> must be greater than or equal to V<sub>VEE</sub>. For example, V<sub>DD</sub> = +10 volts, V<sub>SS</sub> = +5 volts, and V<sub>VEE</sub> = -3 volts is acceptable. See the table below.

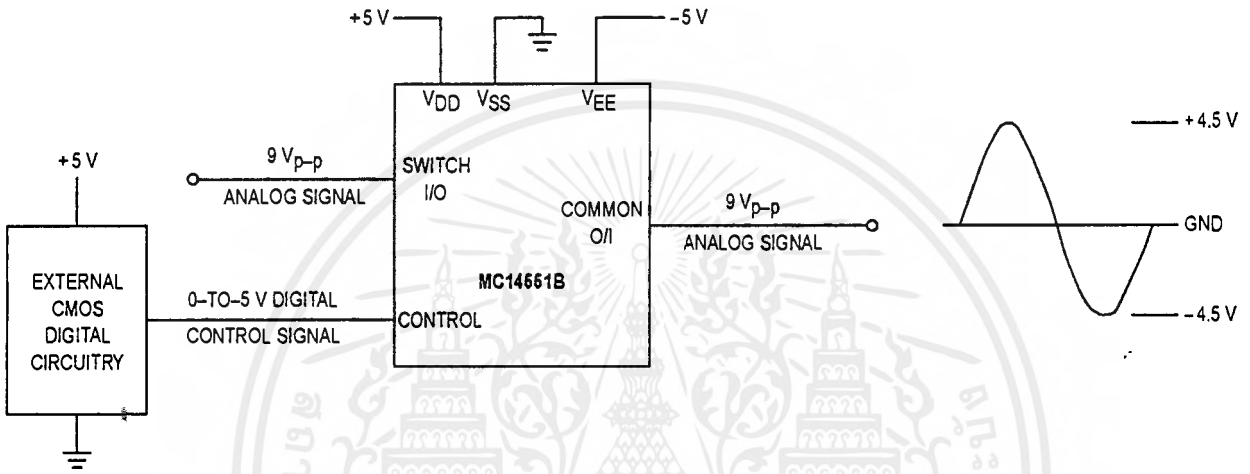


Figure A. Application Example

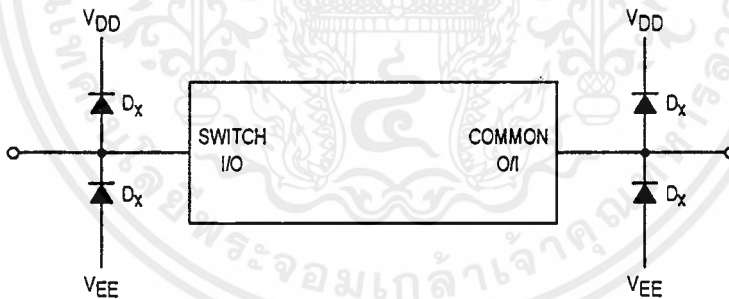


Figure B. External Schottky or Germanium Clipping Diodes

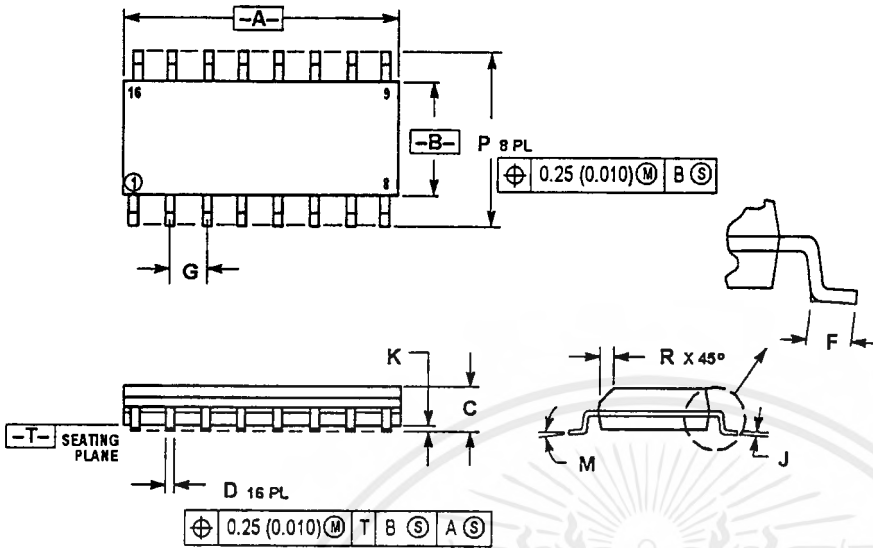
### POSSIBLE SUPPLY CONNECTIONS

V <sub>DD</sub> In Volts	V <sub>SS</sub> In Volts	V <sub>VEE</sub> In Volts	Control Inputs Logic High/Logic Low In Volts	Maximum Analog Signal Range In Volts
+ 8	0	- 8	+ 8/0	+ 8 to - 8 = 16 V <sub>p-p</sub>
+ 5	0	- 12	+ 5/0	+ 5 to - 12 = 17 V <sub>p-p</sub>
+ 5	0	0	+ 5/0	+ 5 to 0 = 5 V <sub>p-p</sub>
+ 5	0	- 5	+ 5/0	+ 5 to - 5 = 10 V <sub>p-p</sub>
+ 10		- 5	+ 10/ + 5	+ 10 to - 5 = 15 V <sub>p-p</sub>



# OUTLINE DIMENSIONS

## D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751B-05 ISSUE J



### NOTES:

- DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
- CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
- DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
- MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
- DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.388	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27	BSC	0.050	BSC
J	0.19	0.25	0.008	0.008
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  $\mu$  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

### How to reach us:

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

MFAX: RMFA00@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
INTERNET: http://Design-NET.com

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298

**MOTOROLA**

MC14551B/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LM567/LM567C Tone Decoder

### General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

### Features

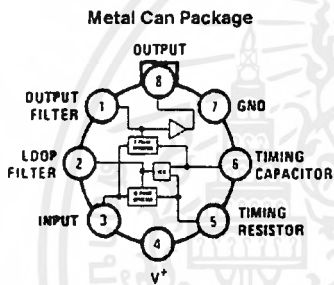
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability

- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

### Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

### Connection Diagrams

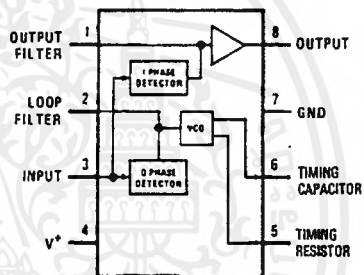


Top View

Order Number LM567H or LM567CH  
See NS Package Number H08C

TL/H/6975-1

### Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View

Order Number LM567CM  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM567CN  
See NS Package Number N08E

TL/H/6975-2

## Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	gV
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
$V_B$	15V
$V_3$	-10V
$V_3$	$V_4 + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

## Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

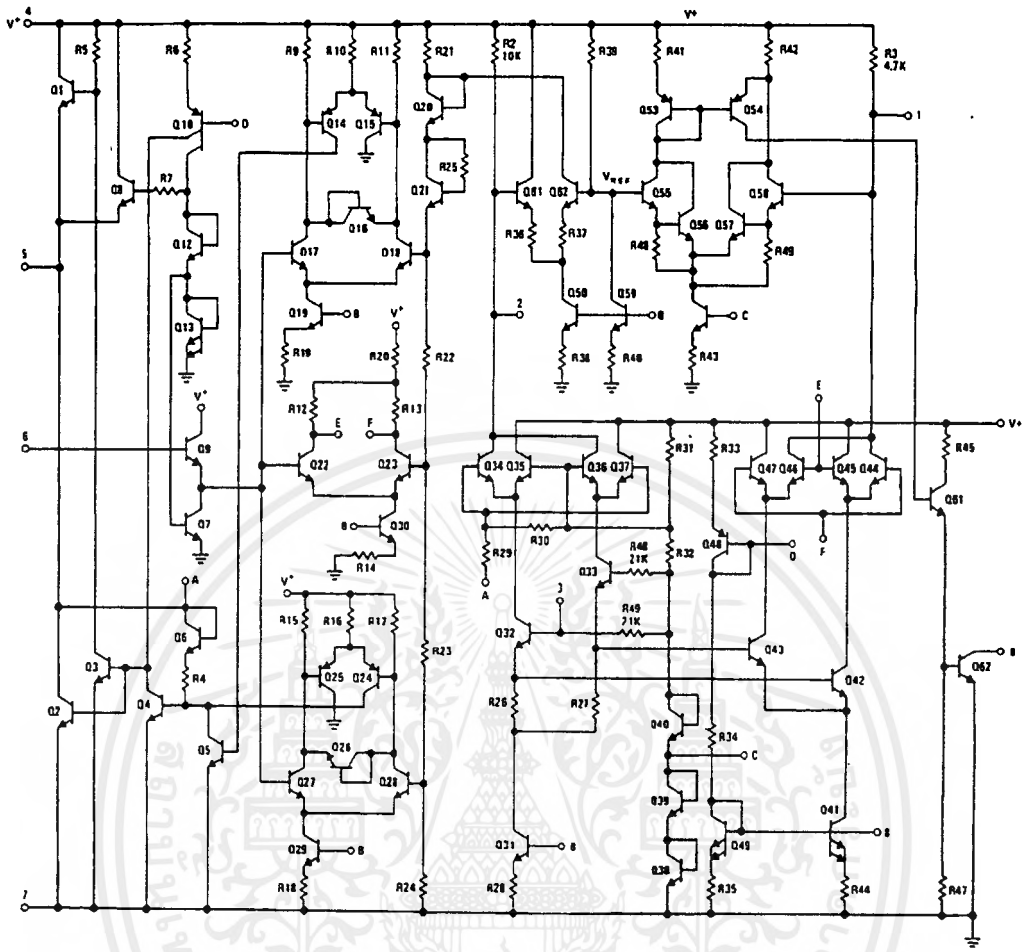
## Electrical Characteristics AC Test Circuit, $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V^+ = 5V$

Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k $\Omega$
Smallest Detectable Input Voltage	$I_L = 100 \text{ mA}$ , $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	$I_C = 100 \text{ mA}$ , $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	$B_n = 140 \text{ kHz}$		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of $f_o$
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			$\pm 0.1$			$\pm 0.1$		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 - 6.75V		$\pm 1$	$\pm 2$		$\pm 1$	$\pm 5$	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 $\pm$ 60 35 $\pm$ 140			35 $\pm$ 60 35 $\pm$ 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V - 6.75V 4.75V - 9V		0.5 2.0	1.0 2.0		0.4 2.0	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			$f_o/20$			$f_o/20$		
Output Leakage Current	$V_B = 15V$		0.01	25		0.01	25	$\mu\text{A}$
Output Saturation Voltage	$e_i = 25 \text{ mV}$ , $I_B = 30 \text{ mA}$ $e_i = 25 \text{ mV}$ , $I_B = 100 \text{ mA}$		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 2: Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.

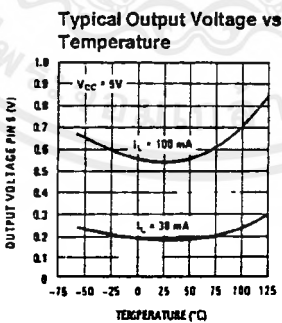
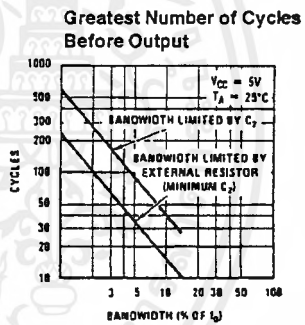
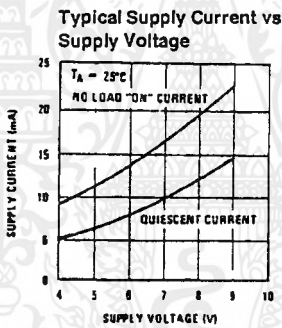
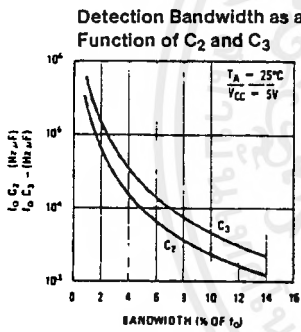
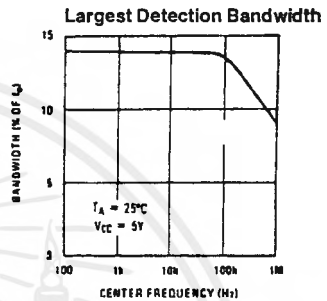
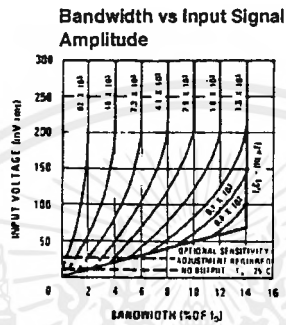
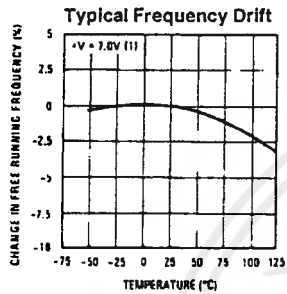
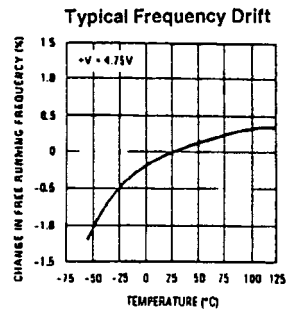
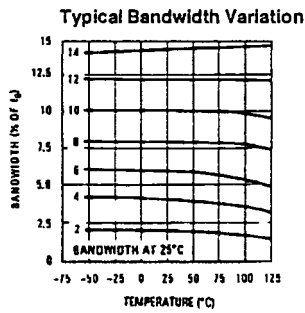
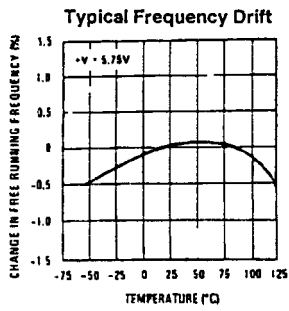
# Schematic Diagram



TL/H/8975-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

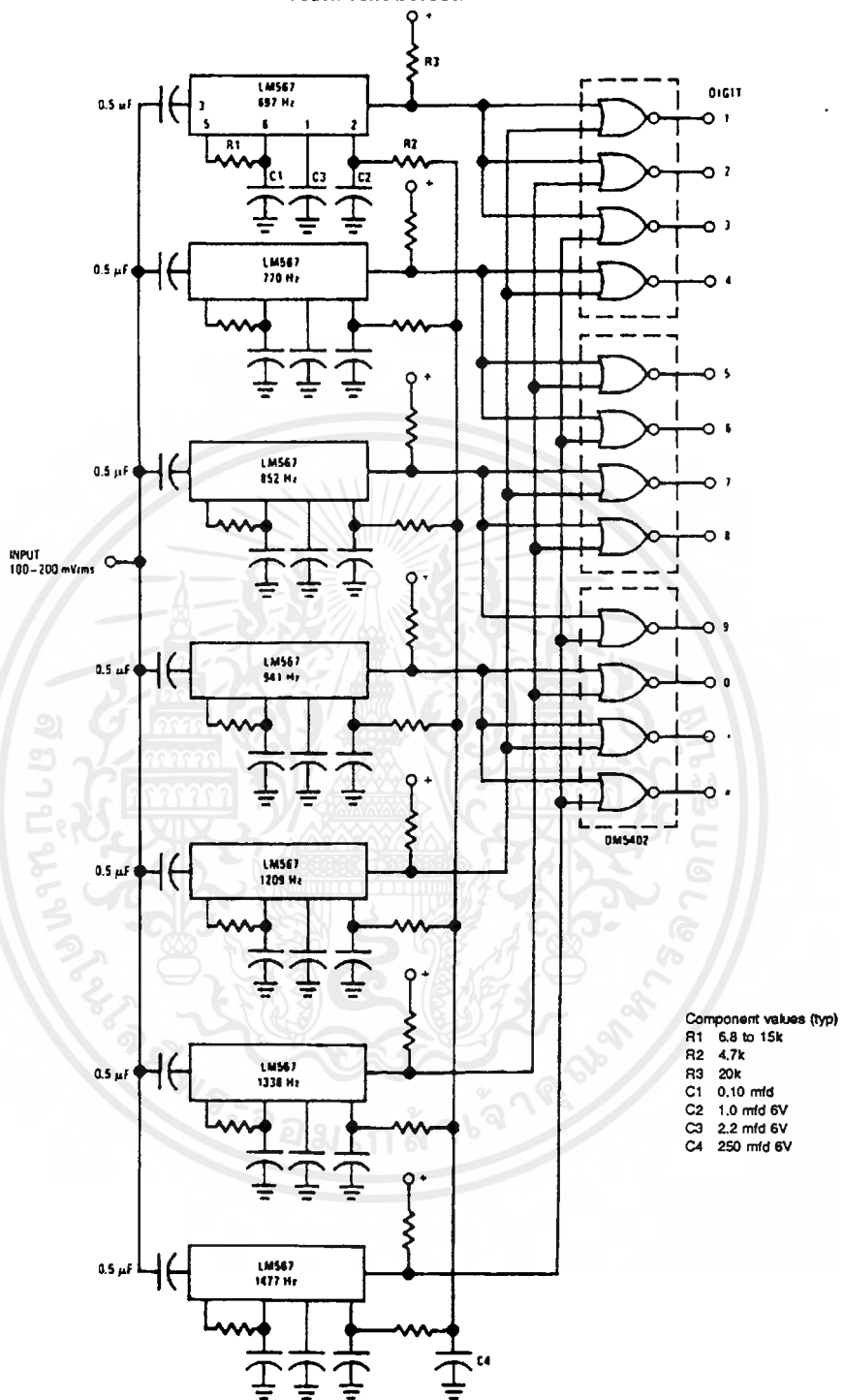
# Typical Performance Characteristics



TL/H/8975-4

# Typical Applications

## Touch-Tone Decoder

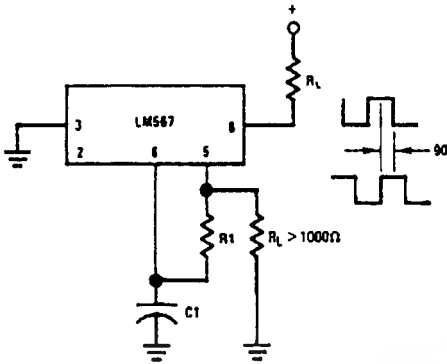


TL/H/0075-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications (Continued)

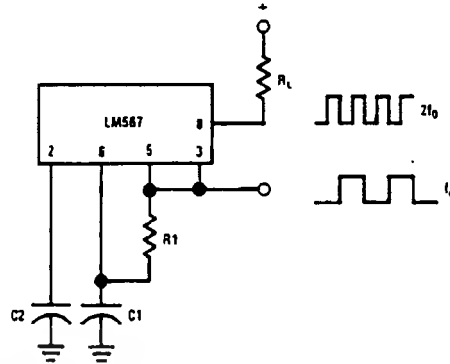
Oscillator with Quadrature Output



Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

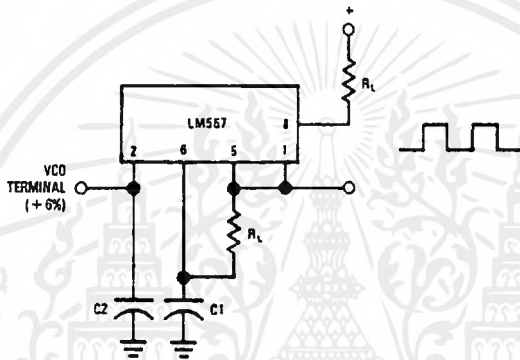
TL/H/6975-6

Oscillator with Double Frequency Output



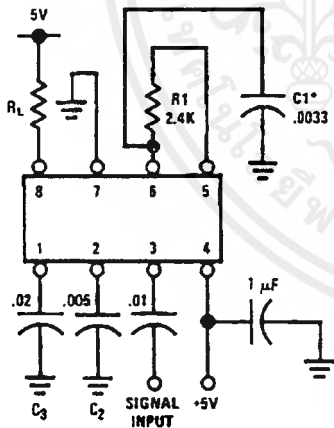
TL/H/6975-7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



TL/H/6975-8

## AC Test Circuit



TL/H/6975-9

$f_1 = 100 \text{ kHz} + 5V$   
\*Note: Adjust for  $f_0 = 100 \text{ kHz}$ .

## Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

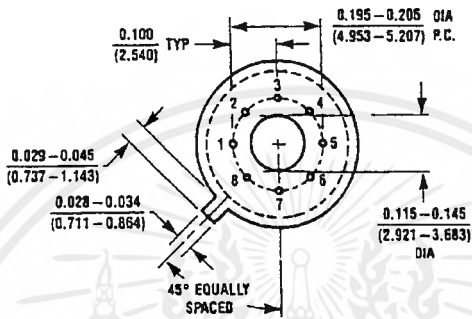
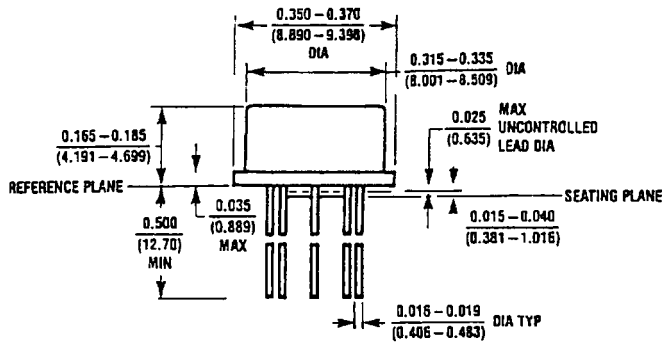
$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0$$

Where:

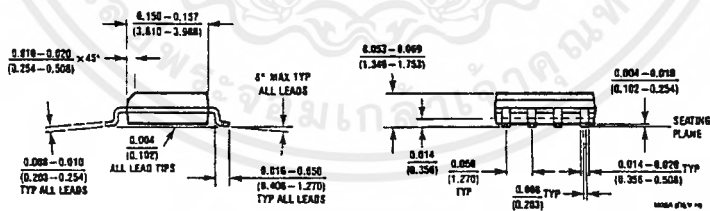
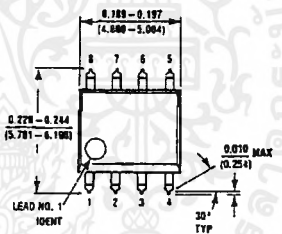
$V_1$  = Input voltage (volts rms),  $V_1 \leq 200 \text{ mV}$

$C_2$  = Capacitance at Pin 2 ( $\mu\text{F}$ )

**Physical Dimensions** inches (millimeters)



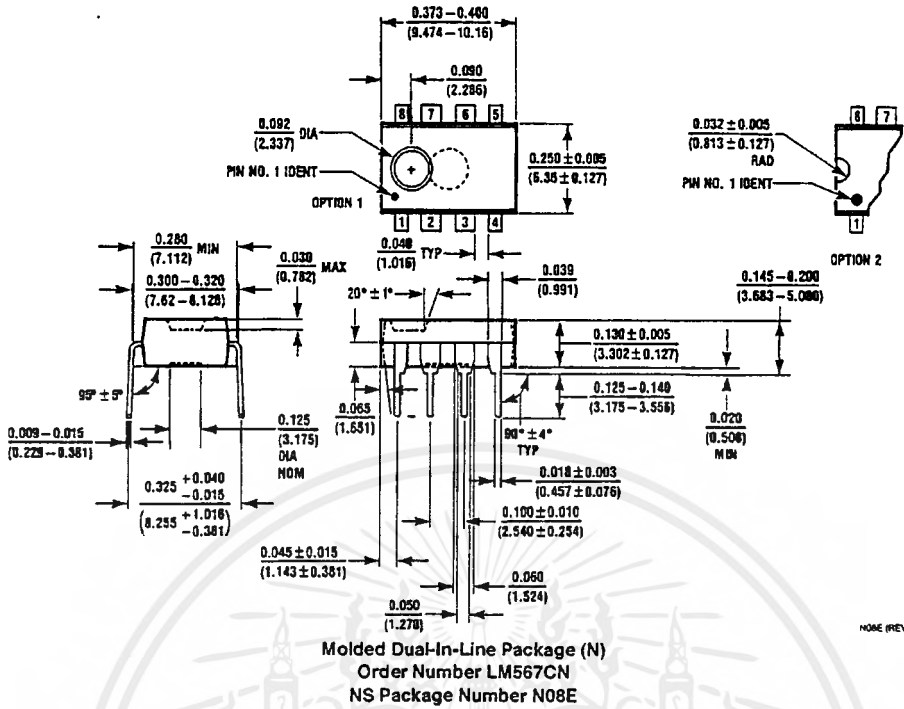
**Metal Can Package (H)**  
**Order Number LM567H or LM567CH**  
**NS Package Number H08C**



**Small Outline Package (M)**  
**Order Number LM567CM**  
**NS Package Number M08A**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 <p><b>National Semiconductor Corporation</b>                  1111 West Bardin Road                  Arlington, TX 76017                  Tel: 1(800) 272-9859                  Fax: 1(800) 737-7018</p>	<p><b>National Semiconductor Europe</b>                  Fax: (+49) 0-180-530 85 86                  Email: cnjwge@tvmz2.nsc.com                  Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85                  English Tel: (+49) 0-180-532 78 32                  Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58                  Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80</p>	<p><b>National Semiconductor Hong Kong Ltd.</b>                  13th Floor, Straight Block,                  Ocean Centre, 5 Canton Rd.                  Tsimshatsui, Kowloon                  Hong Kong                  Tel: (852) 2737-1600                  Fax: (852) 2736-9960</p>	<p><b>National Semiconductor Japan Ltd.</b>                  Tel: 81-043-299-2209                  Fax: 81-043-299-2408</p>
--	--	---	---

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change any circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ คุณพ่อ,คุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจให้ ในตอนที่คิด อะไรไม่ค่อยออก

ขอบคุณทีมงานแผนกธุรการ กองแผนงานโทรคมนาคม และแผนกทะเบียนนักเรียนทุน กองอัตรากำลัง การสื่อสารแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวก และช่วยเป็นธุระในการเบิก ตั้งค่าทำโครงการนี้เป็นอย่างดี

ขอบคุณ อาจารย์สมศักดิ์ มิตะดา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่อนุเคราะห์สถานที่สำหรับทำโครงการ และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาในระหว่างทำโครงการนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอบคุณ อาจารย์อภิเนตร อุนากุล ที่ให้คำแนะนำดีๆ เกี่ยวกับการพัฒนาระบบ Network และระบบการเตือนภัย

ขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับ นุ 3P #3 ที่ช่วยเป็น คิวเตอร์ และเป็นที่ปรึกษา โปรแกรม Visual Basic ถึงแม้ว่าต้อง มีนทุกที่ที่ไปขอคำปรึกษา

ขอบคุณน้องๆเพื่อนห้อง 3P #3 โดยเฉพาะ อ้อด , เพิ่ม , ห่วง ,โอ ที่ช่วยแนะนำ Web Side ดีๆ และแนวทางการเขียน Program เกี่ยวกับ Project ให้เป็นอย่างดี

ขอบคุณน้องๆ 2P #4 ที่คอยแวะเวียนมาให้กำลังใจและถามถึง Project อยู่เสมอ

ขอบคุณ พี่ๆ วิศววะต่อเนือง Computer รุ่น 2 ที่ช่วยทำให้ได้ Project นี้มาทำต่อ

ขอบคุณ ทุกคนล่วงหน้า ที่ให้อภัยในความผิดพลาดบางอย่าง ที่อาจเกิดขึ้นในข้อมูล และการจัดพิมพ์ตัว Thesis

สุดท้ายนี้ขอบคุณตัวเองที่อดทนทำ Project นี้จนสำเร็จถึงแม้ว่าความเห็นอาจไม่ลงรอยกัน ในบางครั้ง



## หนังสืออ้างอิง

1. ประเมษฐ์ ประณยานันท์ , ปิยพงศ์ เผ่าวนิช , “ คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ,” กรุงเทพมหานคร , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , พ.ศ. 2536.
2. ผศ.สมยศ จุณณะปิยะ , “ การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ,” กรุงเทพมหานคร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง , พ.ศ. 2537.
3. คู่มือช่าง , “ LINE AND REGISTER SIGNALLING ,” ศูนย์ฝึกอบรม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย.
4. คู่มือ , “ DMCXXX USER'S MANUAL DOT MATRIX LCD MODULE ,” บริษัทสิลา รีเสิร์ช จำกัด.
5. จิรศักดิ์ เหลืองอุไร “ คัมภีร์การใช้งานการสื่อสารข้อมูลบน PC ,” กรุงเทพมหานคร บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , พ.ศ. 2538.
6. วรวิทย์ ตันติโกกิน , นกมล ชาญธีระเดช , “ การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย Microsoft Visual Basic ภาคปฏิบัติ ,” กรุงเทพมหานคร , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , พ.ศ. 2539
7. สุทธิศักดิ์ พงศ์ธนาพานิช , “ Visual Basic 4.0 professional ,” กรุงเทพมหานคร , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , พ.ศ. 2539.
8. Jan Axelson , “ Networks for Monitoring and Control Using an RS-485 interface ,” MICROCOMPUTER JOURNAL , July/Augusty , page 36 , 1995.
9. Uyles Black , “ DATA NETWORKS Concepts , Theory , and Practice ,” PRENTICE HALL , 1989.