สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์

# Telephone Recorder

โดย

นายกิตติภัทร์ ภู่ระหงษ์

นางสาววิมลรัตน์ สุวรรณศรี

นายปิติ สิริมานะกิจรุ่ง

ปก.
ก153ค
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46279
วัน, เดือน, ปี 21 มี.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

b12584764

# เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์

# Telephone Recorder


โดย

| | | |
|---|---|---|
| นายกิตติภัทร์ | ภู่ระหงษ์ | รหัสประจำตัว 42015218 |
| นางสาววิมลรัตน์ | สุวรรณศรี | รหัสประจำตัว 42015194 |
| นายปิติ | สิริมานะกิจรุ่ง | รหัสประจำตัว 42015225 |

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุริภณ สมควรพาณิชย์



ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

**ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา** 2544

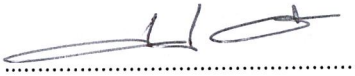
**ภาควิชา** อิเล็กทรอนิกส์

**คณะวิศวกรรมศาสตร์** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**เรื่อง** เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์ Telephone Recorder

**ผู้จัดทำ**


1. นายกิตติภัทร์ ภู่ระหงษ์ รหัสประจำตัว 42015218
2. นางสาววิมลรัตน์ สุวรรณศรี รหัสประจำตัว 42015194
3. นายปิติ สิริมานะกิจรุ่ง รหัสประจำตัว 42015225

..... (อาจารย์ที่ปรึกษา)

(รศ.ดร.สุริภณ สมควรพาณิชย์)

# เครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์

นายกิตติภัทร์ ภู่ระหงษ์ 42015166
นางสาววิมลรัตน์ สุวรรณศรี 42015194
นายปิติ สิริมานะกิจรุ่ง 42015225
อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร. สุริภณ สมควรพาณิชย์
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ใช้ในการทำเครื่องต่อพ่วง ซึ่งจะทำให้เราสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของโทรศัพท์เพิ่มขึ้น เครื่องนี้จะต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ในลักษณะต่อขนาน จึงทำให้ไม่ต้องไปแก้ไขเครื่องรับโทรศัพท์เลย เครื่องนี้มีคุณสมบัติหลายประการคือ มีการระบุ ชื่อผู้ใช้ และผู้ใช้แต่ละคนจะมีรหัสผ่าน เพื่อระบุว่าผู้ใดเป็นผู้ใช้โทรศัพท์ มีนาฬิกาบอกเวลา มีระบบรับฝากข้อความเมื่อไม่มีผู้รับสาย มีระบบจัดเก็บ ชื่อ และเบอร์โทรศัพท์ มีตารางนัดหมาย เพื่อเตือนความจำ และจะเตือนเมื่อถึงเวลานัดหมาย เนื่องจากการที่เราต้องระบุ ชื่อ และรหัสผ่านก่อนใช้ โทรศัพท์จึงสามารถที่จะเก็บข้อมูลการโทร และสามารถที่ จะต่อกับ เครื่องพิมพ์ เพื่อที่จะแสดงการใช้โทรศัพท์ได้

# Telephone Recorder

Mr. Kittipat Poorahong 42015166

Miss Wimonrat Suwannasri 42015194

Mr. Piti Sirimanakijrung 42015225

Advisor

Assoc.Prof.Dr.Suripon Somkuarnpanit

2001

Abstract

This project is about using micro controller. And apply to make parallel equipment. That's made our normal telephone increase performance. This equipment is contact in parallel form. So that. We don't have to change anything of telephone. This equipment has many performances. Such as username registration and password to identify who use telephone. Have clock. Have auto reply system when nobody answers telephone. Have phonebook, Schedule of appointment to remind when it's time of appointment. Have memory about usage information and can print data from printer.

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 ทฤษฎีโทรศัพท์ 2

2.1.1 เครื่องรับโทรศัพท์ 2

2.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณพัลส์ 4

2.1.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ 5

2.1.4 ลักษณะของสัญญาณติดต่อระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์ 7

2.2 ทฤษฎีไอซี ถอดรหัสสัญญาณหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870 8

2.3 วงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับ ISD2590 13

2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของ ISD2590 13

2.3.2 หน้าที่ของขาอุปกรณ์ 14

2.4 ทฤษฎี MCS-51 17

2.4.1 โครงสร้างของ MCS-51 17

2.4.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51 19

2.4.3 การต่อหน่วยความจำภายนอก 21

2.4.4 การต่อวงจรฐานเวลาของ 8051 22

2.4.5 การใช้ชิปสนับสนุน 8255 (PPI) 23

บทที่ 3 การสร้างและแนวความคิดในการออกแบบ 28

3.1 หลักการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้ใช้หลายคน 28

3.1.1 กรณีที่มีการโทรเข้ามา 28

3.1.2 กรณีมีการโทรออกไป 28

3.1.3 กรณีปรับแต่งค่าจากเมนูฟังก์ชั่นการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวก 28

3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ 29

3.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู (Hook Switch Detector) 30

3.2.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก (Ringing Detector) 30

3.2.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial) 31

สัญญาณเรียกกลับ (RBT) และ สัญญาณสายไม่ว่าง(Busy)

หน้า

3.2.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder) 33

3.3 ส่วนวงจรของการตอบรับอัตโนมัติ 33

3.3.1 ลำดับขั้นตอนการบันทึกและเล่นกลับ 34

3.3.2 การกำหนดตำแหน่งแอดเดรสเพื่อใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ 35

บทที่ 4 ผลการทดลอง 36

4.1 วงจรตรวจสอบการยกหู 36

4.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก 37

4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข 38

4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณเสียงเรียกกลับ 39

4.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง 40

4.6 วงจรส่วนของการตอบรับอัตโนมัติ 41

บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ 42

5.1 สรุปผลการทดลอง 42

5.2 วิจารณ์ 42

บทที่ 6 การนำไปพัฒนา 43

6.1 แผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 46

หนังสืออ้างอิง

# สารบัญรูปภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป | 2 |
| รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณเสียงพูดจากเครื่องรับโทรศัพท์ | 3 |
| รูปที่ 2.3 แสดงบล๊อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์ | 4 |
| รูปที่ 2 .4 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย | 5 |
| รูปที่ 2.5 แสดงบล๊อคไดอะแกรมอย่างง่ายของระบบ DTMF | 7 |
| รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของไอซี MT8870 | 9 |
| รูปที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของขา MT8870 | 9 |
| รูปที่ 2.8 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์พร้อมวิธีคำนวณ | 11 |
| รูปที่ 2.9 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต | 12 |
| รูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ | 12 |
| รูปที่ 2.11 ไอซี ISD2590 | 13 |
| รูปที่ 2.12 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการบันทึก | 17 |
| รูปที่ 2.13 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการเล่นกลับ | 17 |
| รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51 | 18 |
| รูปที่ 2.15 แสดงขาต่าง ๆ ของ 8051 | 19 |
| รูปที่ 2.16 แสดงการต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก | 21 |
| รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างการต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก | 22 |
| รูปที่ 2.18 แสดงการต่อคริสตอลหรือเซรามิค Resonator | 22 |
| รูปที่ 2.19 การใช้ความถี่จากภายนอก | 23 |
| รูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมาของ 8255 | 24 |
| รูปที่ 2.21 แสดงการวางตำแหน่งขาของ 8255 | 25 |
| รูปที่ 2.22 แสดงรูปแบบของคอนโทรลเวิร์ด | 27 |
| รูปที่ 3.1 แสดงบล๊อกไดอะแกรมของการทำงาน ของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้ใช้หลายคน | 29 |
| รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู | 30 |
| รูปที่ 3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก | 31 |
| รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ Dial,RBT,Busy | 32 |
| รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ | 33 |
| รูปที่ 3.6 บล๊อกไดอะแกรมส่วนวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ | 33 |

หน้า

รูปที่ 3.7 แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซี ISD2590 34
รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรตรวจสอบการยกหู 36
รูปที่ 4.2 แสดงวงจรสัญญาณเรียกเข้า 37
รูปที่ 4.3 แสดงวงจรของสัญญาณหมุนหมายเลข 38
รูปที่ 4.4 แสดงตรวจสอบสัญญาณเสียงเรียกกลับ 39
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้จาวงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง 40
รูปที่ 4.6 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากการเล่นกลับของ ISD 2590 41
รูปที่ 6.1 แสดงการต่อระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 44
รูปที่ 6.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ 45

# บทที่ 1
# บทนำ

ในปัจจุบันโทรศัพท์ได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะว่าโทรศัพท์นั้นช่วยทำให้การสื่อสารเป็นไปได้สะดวก ประหยัดเวลา และยิ่งในยุคที่การสื่อสารพัฒนาไปอย่างมาก อย่างในยุคโลกาภิวัฒน์นี้ ยิ่งปฏิเสธไม่ได้เลยว่าโทรศัพท์นั้นมีบทบาทอย่างมาก ที่ผ่านมาจะเห็นว่าได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องรับโทรศัพท์ให้ใช้งานในด้านต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น เช่น มีเครื่องตอบรับอัตโนมัติ สามารถบันทึกเบอร์โทรศัพท์ได้เป็นต้น แต่โทรศัพท์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไปในขณะนี้ก็ยังคงไม่สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เท่าที่ควร ยิ่งถ้าจะเปรียบเทียบกับโทรศัพท์มือถือแล้วก็ยิ่งจะเห็นข้อแตกต่างมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในโครงงานนี้จึงจะทำการพัฒนาโทรศัพท์พื้นฐานที่ใช้กันโดยทั่วไป ให้สามารถอำนวยความสะดวกได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่โทรศัพท์เครื่องนั้นมีผู้ใช้ร่วมกันหลาย ๆ คน โดยจะมีหน้าที่การทำงานดังนี้

1. มีการระบุชื่อผู้ใช้ และผู้ใช้แต่ละคนสามารถใส่รหัสส่วนตัวของผู้ใช้แต่ละคนได้ โดยผู้ใช้แต่ละคนจะกำหนดรหัสส่วนตัว 4 หลัก และหากต้องการจะโทรออกทุกครั้งต้องกดรหัสประจำตัวก่อน หากรหัสไม่ถูกต้องก็จะไม่สามารถโทรออกได้ (ยกเว้นเบอร์ฉุกเฉินหรือเบอร์ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย) เพื่อที่จะสามารถระบุได้ว่า ผู้ใดเป็นผู้ใช้โทรศัพท์ในช่วงวันและเวลาใดบ้าง

2. มีนาฬิกาบอกเวลา

3. มีระบบรับฝากข้อความเมื่อไม่มีผู้รับสาย

4. มีระบบจัดเก็บ ชื่อ และ เบอร์โทรศัพท์ โดยการกดปุ่มเพียงปุ่มเดียวเพื่อโทรออกแทนการกดเบอร์โทรศัพท์ทุกตัว

5. เนื่องจากการที่เราต้องระบุ ชื่อ และรหัสผ่านก่อนใช้ โทรศัพท์จึงสามารถที่จะเก็บข้อมูลการโทร และสามารถที่ จะแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อแสดงการใช้โทรศัพท์ได้

ซึ่งระบบทั้งหมดนั้นจะแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณทำหน้าที่ส่งข้อมูลในสภาวะต่าง ๆ ของเครื่องรับโทรศัพท์ ส่งเป็นพัลส์ให้กับระบบควบคุม ซึ่งในส่วนของระบบควบคุมนั้นจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบ โดยจะสามารถทำงานได้โดยการเขียนโปรแกรมป้อนให้แก่ตัวไอซี

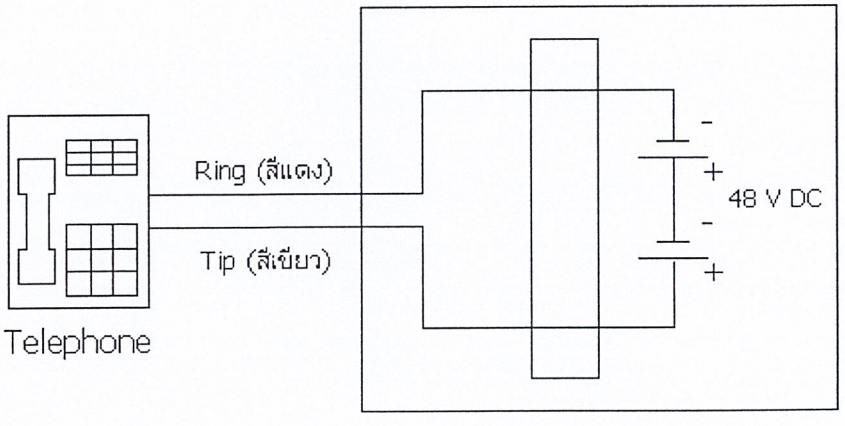
# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทฤษฎีโทรศัพท์

### 2.1.1 เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางในการสื่อสารโทรคมนาคม มีหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์ที่ปลายทางทั้งสอง โดยจะแปลงพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานทางไฟฟ้าก่อน แล้วจึงส่งไปตามสายโทรศัพท์ผ่านชุมสายและถึงปลายทางจากนั้นจะแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้กลับคืนเป็นพลังงานเสียงตามเดิม

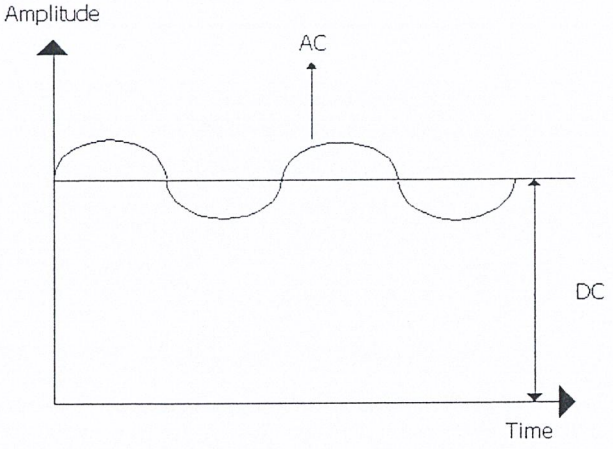
สายที่ใช้ในการส่งสัญญาณจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสายจะใช้สายส่ง 2 –Wire หรือโล-คอลลูป (Local Loop) ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือ 600 โอห์ม ในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วมดีซีขนาด 48 โวลต์ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปมีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (Ring) โดยริงจะต่อเข้ากับไฟ –48 โวลต์ และทิปจะต่อเข้ากับกราวด์ ดังในรูปที่ 2.1




รูปที่ 2.1 แสดงโลคอลลูป

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะทำให้ฮุคสวิตช์ (Hook Switch) ปิดลง จากนั้นจะมีกระแสไฟตรงขนาด 20 มิลลิแอมป์ ไหลวนอยู่ในลูป ซึ่งในสภาวะยกหูนี้ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่างทิปกับริงจะลดลงเหลือประมาณ 6-10 โวลต์

ในขณะที่เราคุยโทรศัพท์นั้น สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องรับโทรศัพท์จะถูกส่งไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลูป โดยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (20 มิลลิแอมป์ ) ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณเอซีทับอยู่บนกระแสลูปดีซีดังรูปที่ 2.2




รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณเสียงพูดจากเครื่องรับโทรศัพท์

<u>ส่วนประกอบหลักของเครื่องรับโทรศัพท์แบ่งเป็น</u>

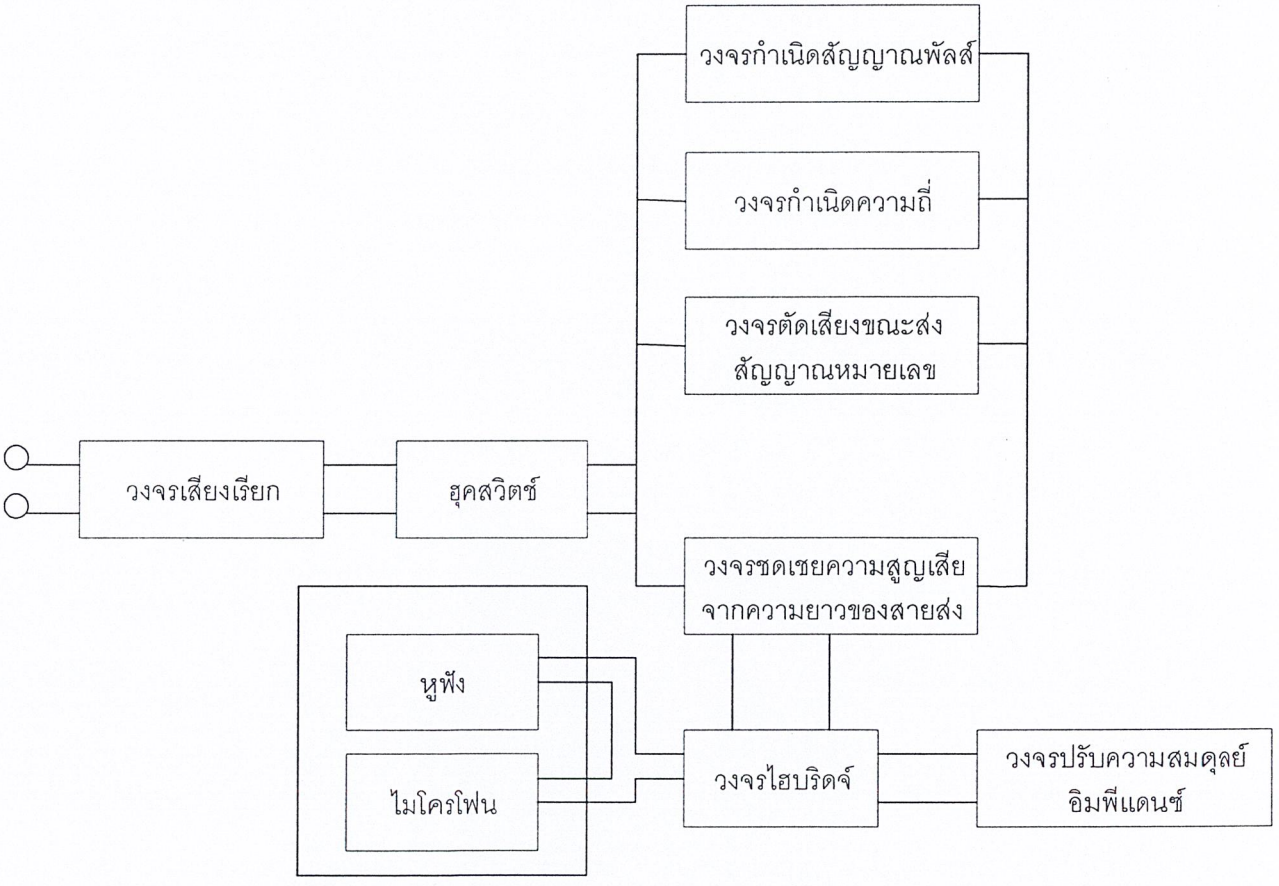
1. ส่วนรับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณ (Generator Tone) และโค้ดหมายเลขของผู้เรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (Ringing Tone)

จากรูปที่2.3 จะเห็นได้ว่าเครื่องรับโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสายทิปและริง โดยวงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องรับโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายคือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้ใช้โทรศัพท์รายอื่น เหตุผลที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์โดยตรงก็คือ เมื่อไม่มีการยกหู สุคสวิตช์ก็จะถูกเปิดวงจรออก ทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุคสวิตช์ได้เลย ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังสุคสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สุคสวิตช์ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ได้ และในขณะเดียวกันก็จะมีกระแสขนาดเดียวกันนี้ไหลผ่านรีเลย์ที่ชุมสายด้วยทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ชุมสายพร้อมทำการติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์ได้ หลังจากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อมายังชุมสาย หลังจากที่ชุมสายได้รับ

หมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นกระทำได้ 2 วิธี คือ การส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของเลขหมายต่าง ๆ และอีกวิธีหนึ่งคือ การส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่าง ๆ กัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตรวมกัน ลักษณะการใช้งานของแต่ละแบบมีดังนี้

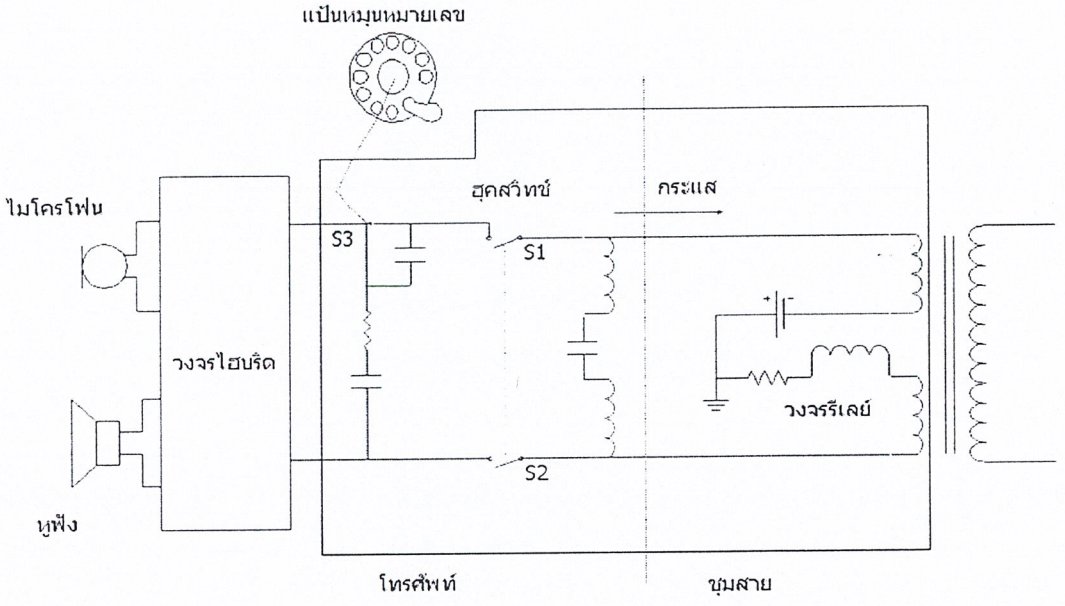



รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องรับโทรศัพท์

### 2.1.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณพัลส์

โทรศัพท์แบบส่งสัญญาณพัลส์นี้เป็นโทรศัพท์ที่ไม่เป็นที่นิยมนอยู่ปัจจุบันดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงแต่พอสังเขปเท่านั้น จากรูปเป็นวงจรที่ใช้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบพัลส์ เป็นได้ว่าสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรออกเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อสวิตช์ S3 ถูกเปิดวงจรออกก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนถัดไปได้ จึงเสมือนว่าเป็น การขัดจังหวะการไหลของกระแส

สำหรับจำนวนครั้งที่สวิตช์ S3 ถูกเปิดกระแสออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุนที่ถูกหมุนไป กับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใด ๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตช์ S3 ถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้งซึ่งสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่




รูปที่ 2.4 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย

จากรูปนี้จะเห็นได้ว่าในตอนแรกโทรศัพท์ยังอยู่ในสภาวะ off hook ซึ่งฮุคสวิตช์จะถูกปิดวงจรลงให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลข 4 จะทำให้มีการเปิดวงจรออกด้วยสวิตช์ S3 จำนวน 4 ครั้ง ได้รูปสัญญาณตามที่เห็น

### 2.1.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

การพัฒนาของระบบโทรศัพท์ทำให้ระบบเครื่องรับโทรศัพท์ในปัจจุบันเปลี่ยนจากการหมุนแป้นหมุนไปเป็น การกดปุ่ม ซึ่งการกดปุ่มนี้ก็คือการส่งความถี่ออกไปในลักษณะสัญญาณ Multi Frequency Signal การที่เราใช้วิธีนี้ก็เพื่อ

- ลดเวลาในการหมุนแป้นหน้าปัทม์ลง
- ส่งหมายเลขได้ง่ายขึ้นโดยเพียงการกดปุ่ม
- มีความผิดพลาดในการส่งหมายเลขน้อยลง
- สามารถที่จะเพิ่มปุ่มอื่น ๆ นอกเหนือที่มีอยู่แล้ว เพื่อใช้งานอย่างอื่นได้ด้วย
- ใช้ความถี่ในระดับเครื่องเสียง

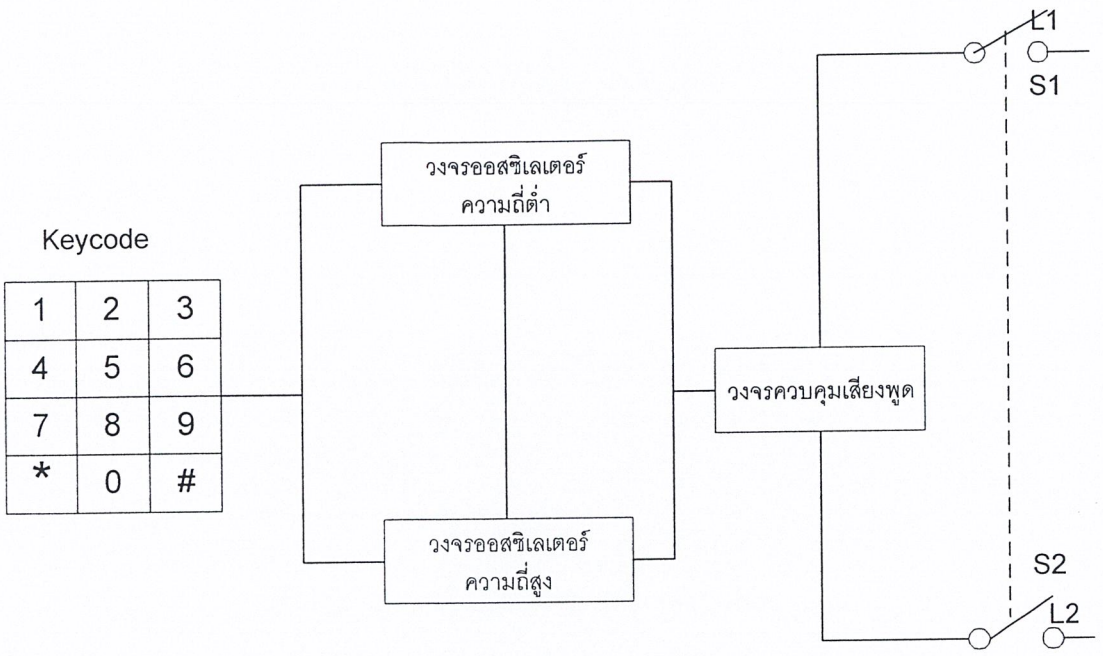
ระบบนี้เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบมากกว่าการส่งแบบพัลส์ ระบบนี้มีชื่อย่อว่า DTMF (Dial Tone Multi Frequency ) มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อโดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ความถี่นี้อยู่ในย่านความถี่เสียงพูด ( 0 – 4 กิโลเฮิรตซ์) กลุ่มความถี่ต่ำจะเป็นของแนว ส่วนกลุ่มของความถี่สูงจะเป็นกลุ่มของแถว ค่าต่างๆ ของความถี่ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

| ความถี่ (Hz) | รหัสหรือหมายเลข | | |
|---|---|---|---|
| 697 | 1 | 2 | 3 |
| 770 | 4 | 5 | 6 |
| 852 | 7 | 8 | 9 |
| 941 | * | 0 | # |
| ความถี่(Hz) | 1209 | 1336 | 1477 |

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ค่าต่างๆ ที่ใช้ในระบบ DTMF

ในปัจจุบันระบบสัญญาณ DTMF จะใช้ไอซีสำเร็จรูปมาใช้ในการผลิตสัญญาณความถี่ต่าง ๆ ของเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อ หลักการของไอซีจำพวกนี้ก็ การเอาความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์มามอดูเลตกันแล้วส่งไปยังชุมสายต่อไป ดังในรูปที่ 2.5

จากรูปจะเห็นได้ว่าในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟในการออกแบบวงจรออสซิเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนว่าจะต้องมีปัญหาเกี่ยวกับความถี่เกิดขึ้น ดังนั้นการสร้างไอซีสำเร็จรูปขึ้นมาแทนอุปกรณ์พาสซีฟย่อมจะแก้ไขปัญหาได้ในระดับหนึ่ง ในรูปเป็นบล๊อคไดอะแกรมของไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในประกอบด้วย วงจรนับและวงจรถอดรหัส ซึ่งจะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับ ตำแหน่งใดบ้างในแต่และแถวหรือแนว เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วจะนำค่าบนแถวและแนวไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน หลังจากนั้นก็นำสัญญาณทั้งสอง ไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลไปยัง อนาลอก และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ แล้วจึงถูกส่งผ่านต่อไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด และผ่านไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด




รูปที่ 2.5 แสดงบล๊อคไดอะแกรมอย่างง่ายของระบบ DTMF

### 2.1.4 ลักษณะของสัญญาณติดต่อระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์

1. สัญญาณที่ส่งจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสาย

- ออฟฮุค (Off Hook) คือสัญญาณที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ขึ้น สายจะมีสภาพเป็นโคลสลูป

- ออนฮุค (On Hook ) คือสัญญาณที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้ใช้โทศัพท์วางหูโทรศัพท์ไว้เฉย ๆ

- ไดอัลลิ่ง (Dialing) คือสัญญาณที่เกิดขึ้นในขณะที่ผู้ใช้โทรศัพท์หมุนหมายเลข ซึ่งในเครื่องแบบหมุนหมายเลขนั้นสัญญาณจะมีลักษณะเป็นพัลส์ และค่าอิมพีแดนซ์จะสูง ๆ ต่ำ ๆ ต่างกันไปตามเลขหมาย ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่มก็จะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ดีทีเอ็มเอฟไปยังชุมสายแทน

2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

- สัญญาณหมุนหมายเลข คือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าในขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายปลายทางพร้อมที่จะรับหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์แล้ว ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณจะมีลักษณะต่อเนื่องความถี่ 400 เฮิรตซ์ และทำการมอดูเลตด้วยความถี่ 25 กิโลเฮิรตซ์

- สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) คือสัญญาณจากชุมสายที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายปลายทางไม่ว่าง ลักษณะของสัญญาณเป็นคลื่นรูปไซน์ที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที

- สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone:RBT) คือสัญญาณที่ชุมสายส่งไปยังเครื่องรับโทรศัพท์หลังจากที่ทำการหมุนหมายเลขปลายทางครบแล้ว เพื่อบอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าขณะนี้การต่อหมายเลขได้กระทำเสร็จสิ้นแล้ว โดยชุมสายจะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก ลักษณะของสัญญาณจะเป็นคลื่นรูปไซน์ที่มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ โดยจะส่ง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที

- สัญญาณเรียก คือสัญญาณที่ชุมสายส่งมายังผู้ถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงโทนต่าง ๆ แล้วแต่เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง ลักษณะของสัญญาณจะเป็นคลื่นรูปไซน์ ที่ความถี่ประมาณ 25 เฮิรตซ์ ขนาดแรงดันประมาณ 100 โวลต์พีคทูพีค หรือประมาณ 70 – 90โวลต์อาร์เอ็มเอส โดยจะส่ง 1 วินาที และหยุด 4 วินาที

- สัญญาณนูโทน (Number Unobtainable Tone) คือสัญญาณที่บอกให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเลข หมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่

## 2.2 ทฤษฎีไอซี ถอดรหัสสัญญาณหมายเลขแบบดีทีเอ็มเอฟ MT8870

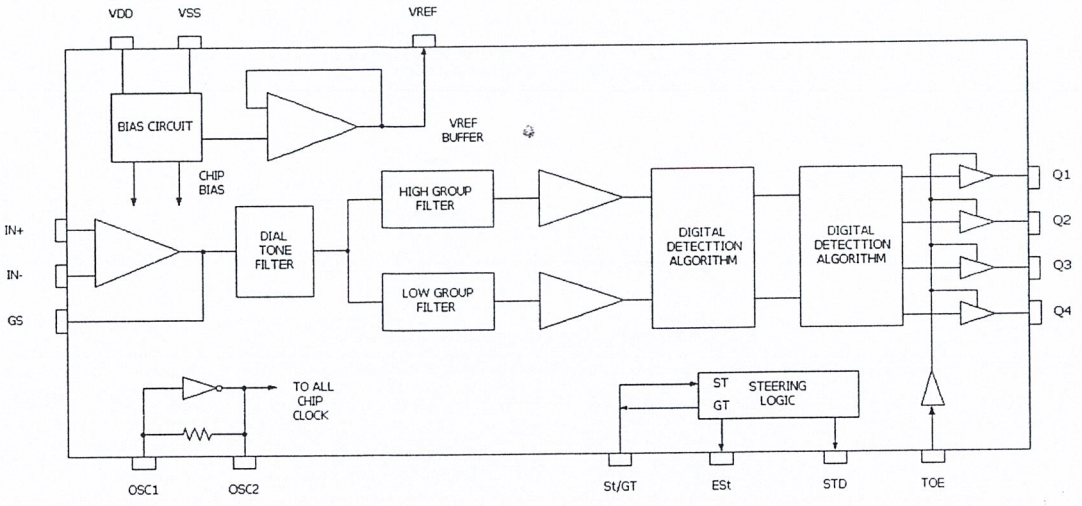
ไอซี MT8870 นั้นเป็นไอซีถอดรหัสความถี่ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงรหัสของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มตัวเลขแบบโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้กลายมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

<u>คุณสมบัติของไอซี MT8870</u>

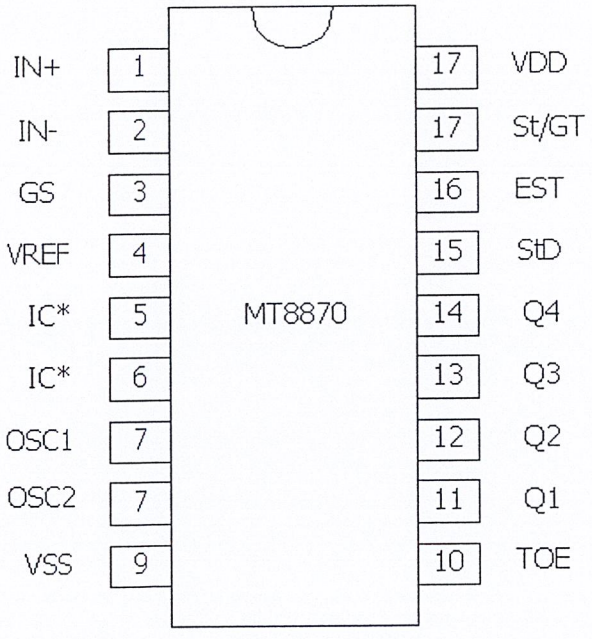
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
- กินไฟน้อยและใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับไอซี TLL
- สามารถติดตั้งอัตราการขยายได้ภายในตัวของไอซี
- สามารถที่จะปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้

<u>โครงสร้างของไอซี MT8870</u>

โครงสร้างภายในของไอซี MT8870 นั้นประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นสัญญาณทางดิจิตอลและเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยีของ ISO – CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับวงจรกรองความถี่ต่ำและสำหรับวงจรกรองความถี่สูง ส่วนวงจรถอดรหัสทางดิจิตอลใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและทำการถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่เป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาของสัญญาณที่เข้ามา ส่วนภาคอินพุตของออปแอมป์ ซึ่งสามารถที่จะปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก ส่วนของเอาท์พุตนั้นเป็นวงจรแล็ตช์ 3 สถานะ




รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของไอซี MT8870




รูปที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของขา MT8870

<u>ภาคกรองสัญญาณความถี่</u>

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่เข้ามาเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ ( Six-order switched capacitor band pass filter)

ภาคถอดรหัส

ความถี่ดีทีเอ็มเอฟที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานดีทีเอ็มเอฟหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบแล้วว่าความถี่ที่เข้ามานั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา EST (Early steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงในตารางที่2.2

| $F_{low}$ | $F_{high}$ | NO. | TOE | $Q_4$ | $Q_3$ | $Q_2$ | $Q_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 697 | 1209 | 1 | H | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 697 | 1336 | 2 | H | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 697 | 1477 | 3 | H | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 770 | 1209 | 4 | H | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 770 | 1336 | 5 | H | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1477 | 6 | H | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1209 | 7 | H | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 852 | 1336 | 8 | H | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 852 | 1477 | 9 | H | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 941 | 1336 | 0 | H | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 941 | 1209 | * | H | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 941 | 1477 | # | H | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 697 | 1633 | A | H | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1633 | B | H | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1633 | C | H | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 941 | 1633 | D | H | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - | - | ANY | L | Z | Z | Z | Z |

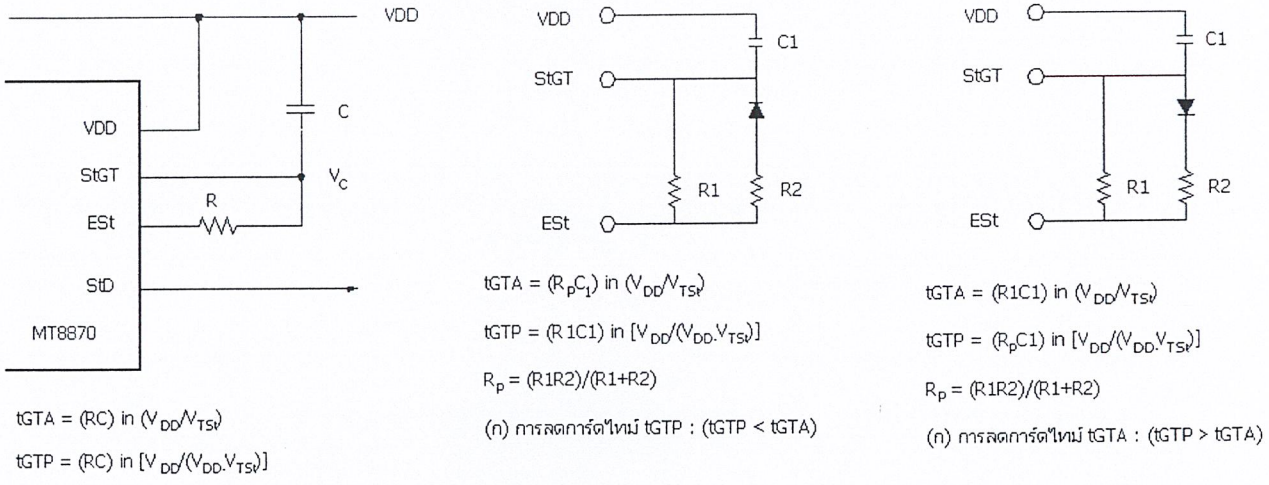
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

ภาคการตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วน

ช่วงเวลายาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ(RC) ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นสถานะสูงนานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ดีทีเอ็มเอฟเข้ามา จากรูปที่ 2.8 เมื่อขา EST เป็นสถานะสูง ทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุสูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์(Guard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้าซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือกล่าวได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุก็คือการ์ดไทม์นั่นเอ ง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานั้นเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.8



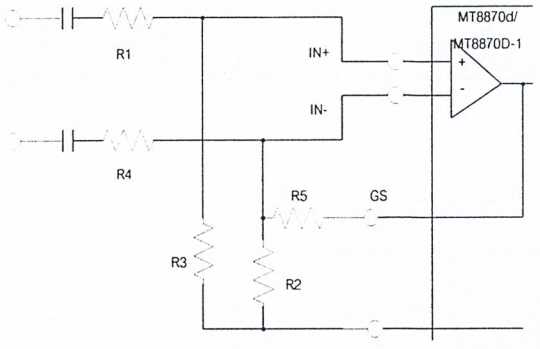

รูปที่ 2.8 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย
และการกำหนดเวลาการ์ดไทม์พร้อมวิธีคำนวณ

<u>ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง</u>

วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยาย โดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปจากรูปที่ 2.9 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราขยาย}(A_V\text{driff}) = \frac{R_5}{R_1}$$

$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์}(Z_{in}\text{ diff}) = 2\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2}$$




อัตราขยาย (AV Diff) = R5/R1

ค่าของอินพุทและค่าของอิมพีแดนซ์

= (Zin Diff)

$$= 2\sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2}$$

C1 = C2 = 10nF

R1 = R4 = R5 = 100KΩ

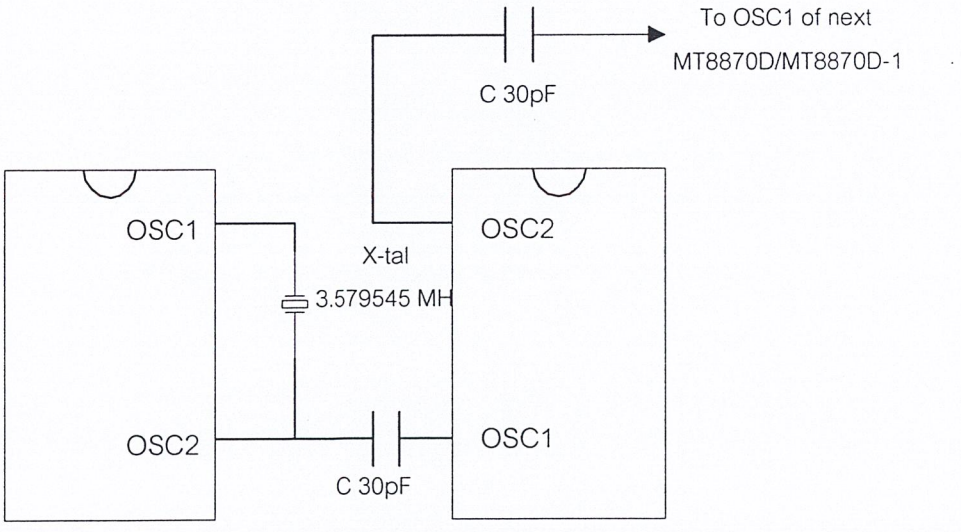
R2 = 600KΩ

R3 = 37.5 KΩ

รูปที่ 2.9 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุต

ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 เมกกะเฮิรตซ์ก็สามารถใช้งานได้ทันที

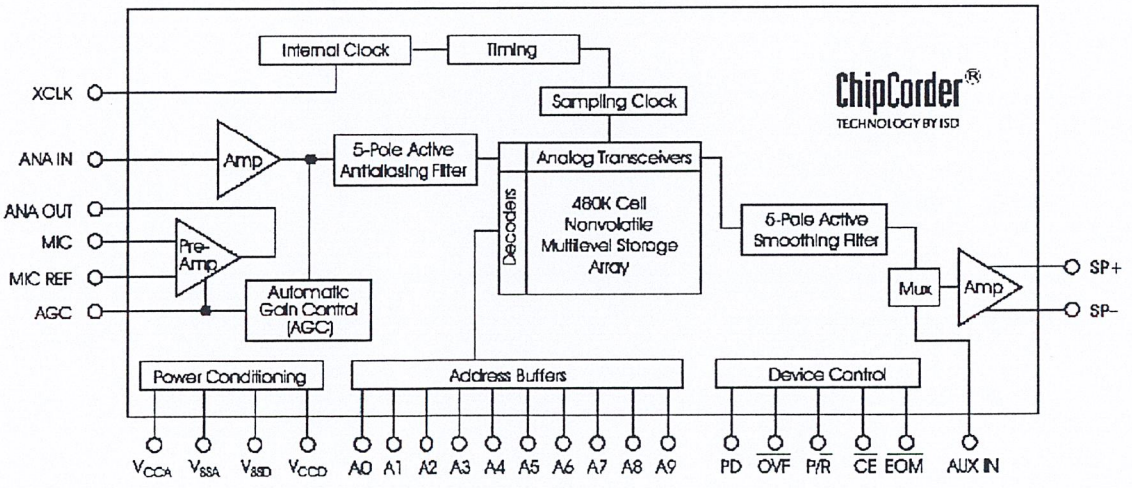



รูปที่ 2.10 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

## 2.3 วงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับ ISD 2590

### 2.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของ ISD 2590

1. สามารถบันทึกเสียงไปในตัวไอซีโดยไม่ต้องต่อกับหน่วยความจำภายนอก
2. สามารถบันทึกและเล่นกลับบนตัวไอซีตัวเดียว
3. สัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกเมื่อถูกเล่นกลับจะมีคุณภาพเสียงที่ดี
4. ควบคุมการทำงานโดยใช้สวิตช์โดยทั่วไป หรือใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมก็ได้
5. ไอซีตัวหนึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 90 วินาที
6. สามารถต่อแคสเคดได้โดยตรงเพื่อให้การบันทึกและเล่นกลับมีเวลานานมากขึ้น
7. มีวงรอบการบันทึกมากกว่า 100,000 ครั้ง
8. สามารถเก็บสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ได้นาน 100 ปี
9. มีสัญญาณนาฬิกาภายในตัวไอซี
10. ใช้แรงดันไฟตรง +5 โวลต์
11. สามารถกำหนดแอดเดรสในการแบ่งช่วงเวลาของการบันทึกและเล่นกลับได้
12. ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการแบ็คอัพ ในขณะที่ไม่ได้ใช้งานโดยไม่ทำให้ข้อมูลสูญหาย




รูปที่ 2.11 ไอซี ISD 2590

### 2.3.2 หน้าที่ของขาอุปกรณ์

ขา $V_{CCA}$ ,ขา $V_{CCD}$ (Voltage Input)

เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาลอก และวงจรดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ขารับแรงดันต้องการแรงดันไปตรง + 5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟตรงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

ขา $V_{SSA}$ , ขา $V_{SSD}$ (Ground Input )

เป็นขากราวด์ของสัญญาณอนาลอกและสัญญาณดิจิตอลตามลำดับ โดยขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังของไอซี การใช้งานของขากราวด์ทั้งสองจะเลือกต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

ขา PD (Power Down Input)

ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขานี้จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองพลังงานในระดับต่ำมาก ๆ แต่เมื่อขา $\overline{OVF}$ มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ที่ปกติจะเป็น "1" นั้น จะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ขา $\overline{CE}$ (Chip Enable Input)

ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณในสภาวะเป็น "0" เพื่อเข้าสู่สภาวะของการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขาแอดเดรสอินพุต และขา $P/\overline{R}$ อินพุตจะถูกแลตช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$

ขา $P/\overline{R}$ (Playback / Record Input)

เมื่อขานี้มีสภาวะเป็น "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ แต่ถ้ามีสภาวะเป็น "0" จะเป็นวงรอบของการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขานี้

ขา $\overline{EOM}$ (End of Message / Run Output)

ขานี้จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บสัญญาณเสียงที่ทำการบันทึก โดยขานี้จะให้เอาท์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

ขา $\overline{OVF}$ (Overflow Output)

สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกทางขานี้ เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุตจากขานี้จะจ่ายให้กับขา $\overline{CE}$ จนกว่าขา $\overline{OVF}$ นี้จะได้รับพัลส์ เพื่อทำการรีเซตและเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา $\overline{OVF}$ นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD2590 ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อแคสเคดกันหลาย ๆ ตัว

ขา MIC (Microphone Input)

ขานี้จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ซึ่งจะประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายอยู่ในระหว่าง –15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนจากภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุในลักษณะอนุกรมกับขานี้ ค่าความจุของตัว

เก็บประจุจะถูกกำหนดโดยคำนึงถึงความต้านทานภายในของไอซีซึ่งมีค่า 10 กิโลโอห์ม เพื่อเกิดการคัทออฟความถี่ต่ำ

ขา MIC REF (Microphone Reference Input)

ขานี้จะต่อกับกราวด์อนาลอก โดยต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตของขา MIC และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

ขา AGC (Automatic Gain Control Input)

ขานี้เป็นอินพุตเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีช่วงกว้างมากของสัญญาณทางด้านอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการอินพุตมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขานี้จะต่อกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อนาลอก โดยค่าที่เหมาะสมจะกำหนดไว้ที่ R = 470 กิโลโอห์ม C = 4.7 ไมโครฟารัด

ขา ANA OUT (Analog Output)

ขานี้จัดเตรียมเพื่อต่อเข้ากับปรีแอมป์เอาท์พุต โดยอัตราการขยายแรงดันของปรีแอมป์จะถูกกำหนดโดยระดับแรงดันที่ขา AGC

ขา ANA IN (Analog In)

สัญญาณจะถูกส่งผ่านมาที่ขานี้เมื่อใช้ในการบันทึก สำหรับการต่อระหว่างขา ANA IN กับขา ANA OUT ควรจะมีตัวเก็บประจุต่อคั่นอยู่ด้วย ซึ่งค่าของตัวเก็บประจุจะต้องเหมาะสมกับค่าความต้านทานภายในของขา ANA IN โดยการเลือกให้ได้ค่าความถี่คัทออฟอยู่ในช่วงความถี่เสียงผ่าน ถ้าสัญญาณที่มาจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่มาจากไมโครโฟนสามารถที่จะป้อนเข้ามาโดยผ่านตัวเก็บประจุและจากนั้นจึงผ่านเขามาที่ขา ANA IN ได้โดยตรง

ขา XCLK (External Clock Input)

ขานี้เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการชักค่าสัญญาณ แต่โดยปกติสัญญาณนาฬิกาในการชักค่าสัญญาณจะถูกกำหนดไว้ภายในตัวไอซีซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟตรงที่ไม่คงที่ การใช้งานปกติแล้วจะต่อขานี้กับกราวด์

ขา SP+ , ขา SP- (Speaker Output)

เป็นขาเอาท์พุตที่ต่อกับลำโพง ซึ่งในไอซีจะมีสัญญาณความแตกต่างเพื่อใช้ขับออกลำโพง (Differential speaker driver) ซึ่งสามารถขับลำโพงที่เอาท์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ เมื่อลำโพงมีอิมพีแดนซ์ 16 โอห์ม โดยที่ขานี้ไม่สามารถนำลำโพงมาต่อขนานกันได้หลายตัว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับตัวไอซีได้

ขา AUX IN (Auxiliary Input)

ขานี้จะเป็นขารับสัญญาณอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุตของวงจรขยายภายในและขับสู่ลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ มีสภาวะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมด ถ้ามีการต่อแคสเคดกันหลายตัว ที่ขานี้จะถูกต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวแรก

ขา AX/MX (Address / Mode Input)

ขานี้จะมีสองหน้าที่ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าของ 2MBS (Most Significant Bits) ของขาแอดเดรส A8 และ A9 ถ้าขาใดขาหนึ่งหรือทั้งสองขานี้มีสภาวะเป็น "0" ที่อินพุตทุกตัวจะทำหน้าที่เป็นอินพุตแอดเดรส และถูกใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับการบันทึกและเล่นกลับ โดยในขณะนี้จะเป็นอินพุตเท่านั้น ถ้าขา A8 และ A9 มีสภาวะเป็น "1" ขาแอดเดรสทั้งหมดก็จะทำหน้าที่เป็นโหมดการทำงานต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.3 โดยมีโหมดการทำงานทั้งหมด 6 โหมด

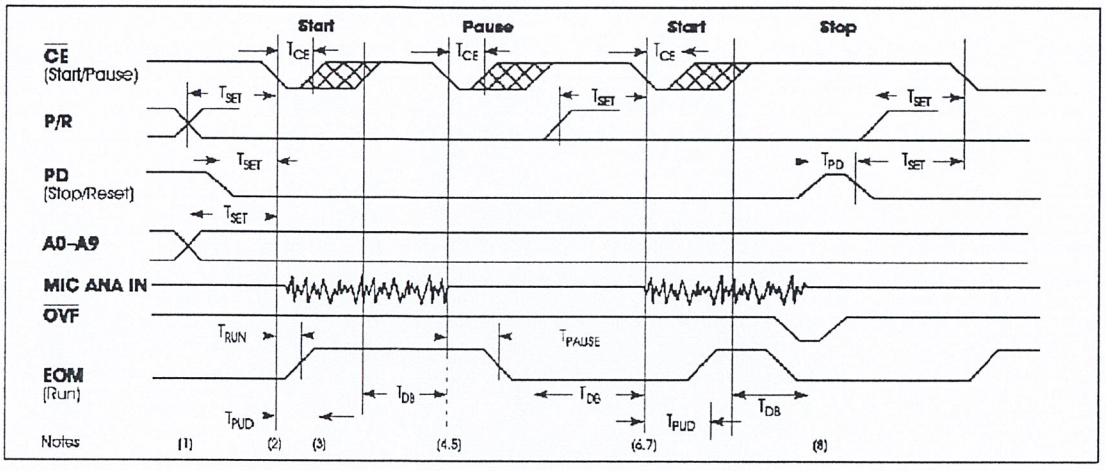
| โหมดควบคุม | หน้าที่ | การใช้งาน | ต่อใช้งานร่วมกับโหมด |
|---|---|---|---|
| M0 | Message cueing | ข้อความเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว | M4,M5,M6 |
| M1 | Delete $\overline{EOM}$ markers | ตำแหน่ง marker ที่จุดปลายของข้อความที่แล้ว | M3,M4,M5,M6 |
| M2 | Not applicable | สำรองไว้ | N/A |
| M3 | Looping | การเล่นกลับแบบต่อเนื่องจากแอดเดรส 0 | M1,M5,M6 |
| M4 | Consecutive addressing | บันทึก/เล่นกลับติดต่อกันหลายข้อความ | M0,M1,M5 |
| M5 | Level - activated | ยอมให้หยุดข้อความ | M0,M1,M3,M4 |
| M6 | Push – button control | อินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่น | M0,M1,M3 |

ตารางที่ 2.3 แสดงโหมดการทำงาน ISD2590

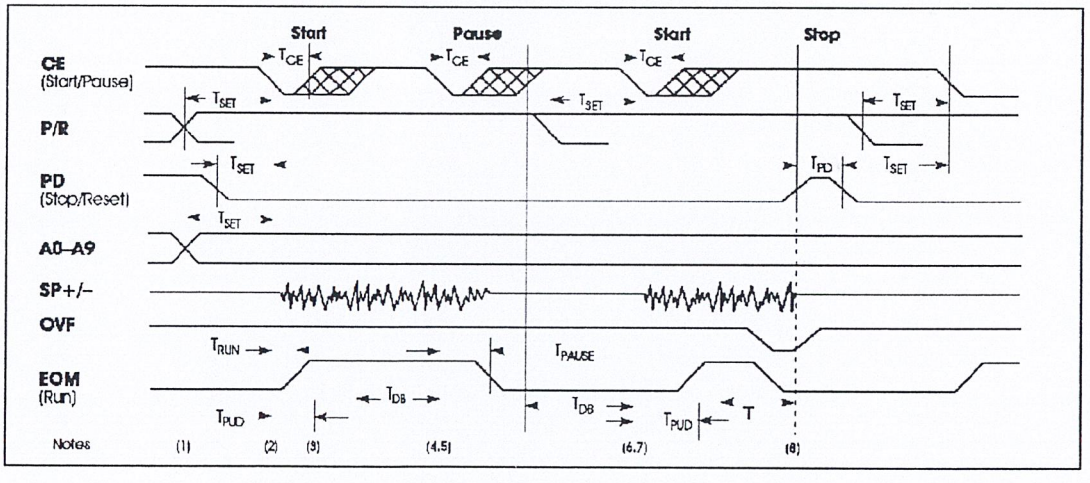
สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง



### 2.3.3 ไทม์มิ่งไดอะแกรมของสัญญาณต่าง ๆ




รูปที่ 2.12 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการบันทึก




รูปที่ 2.13 แสดงไทม์มิ่งไดอะแกรมของการเล่นกลับ

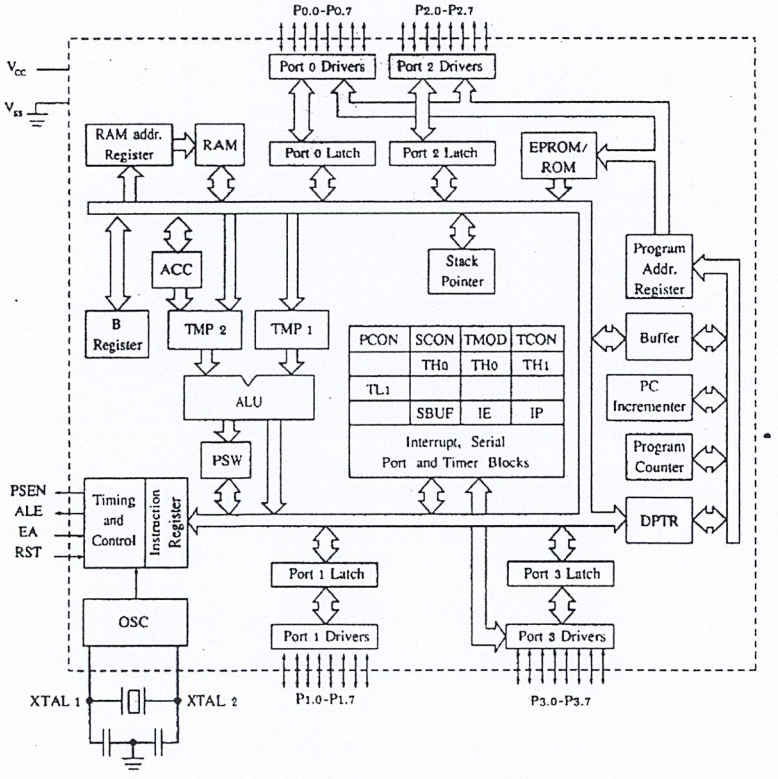
## 2.4 ทฤษฎี MCS-51

### 2.4.1 โครงสร้างของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายในของมัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น แต่จะมีลักษณะขาต่าง ๆ เหมือนกัน โดยคุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

46279

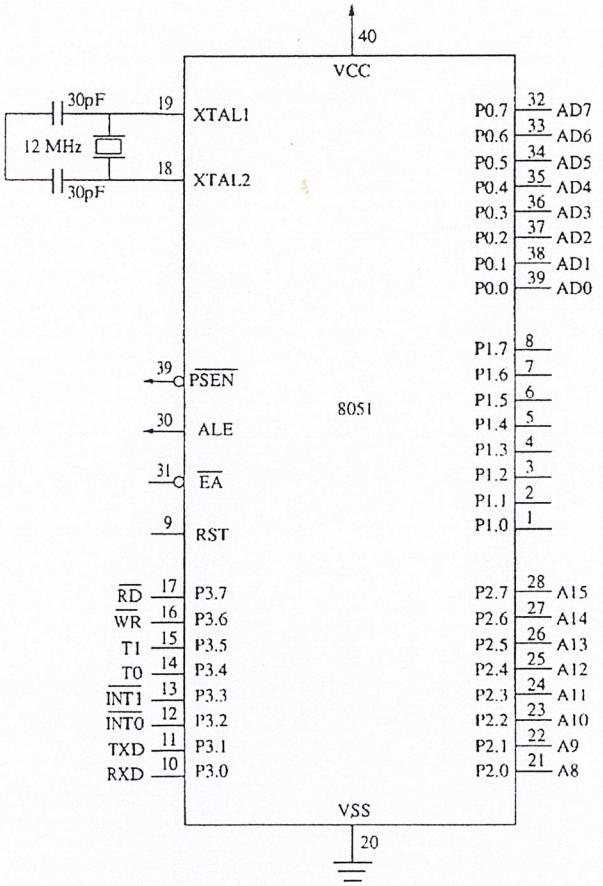
- มีหน่วยความจำ ROM 4 K bytes
- มีหน่วยความจำ RAM 128 bytes
- มีพอร์ท I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรนาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 k
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64k
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz




รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51

### 2.4.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มีโครงสร้างเป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขาโดยขาต่าง ๆ จะใช้เป็นขาพอร์ทอินพุต , เอาท์พุต , ขาสัญญาณควบคุม , ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูลดังรูปที่ 2.15




รูปที่ 2.15 แสดงขาต่าง ๆ ของ 8051

<u>หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้</u>

- ขา VSS (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา VCC (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มีด้วยกัน 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต (P0.0-P0.7) ซึ่งพอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ และยังใช้ติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิพได้ด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพล็กซ์กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7) จากหน่วยความจำภายนอกในระหว่างการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ต 1 (ขา 1-8) มี 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต (P1.0-P1.7) ขนาด 8 บิต ซึ่งพอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตทั่วไปได้ และยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน
- ขาพอร์ต 2 (ขา21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) ขนาด 8 บิต พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุต - เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ และยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์สูง และมีวงจรพูลอัพภายใน
- ขาพอร์ต 3 (ขา10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) สามารถใช้งานเป็นอินพุต-เอาท์พุตพอร์ตทั่วไปได้ และยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่าง ๆ อีกหลายอย่างดังนี้
- ขาP3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม
- ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม
- ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 0
- ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ชนิดที่ 1
- ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0
- ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1
- ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ
- ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิพ

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่าลอจิก 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้ก่อนทุกครั้ง

- ขา RST (ขา 9 ) ใช้สำหรับการรีเซ็ตวงจรภายในชิพ เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ เมื่อต้องการรีเซ็ตชิพ MCS-51 ขานี้ต้องมีสถานะเป็น 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ยังทำงานอยู่ โดยต่อตัวต้านทานค่า 8.2 k$\Omega$ เพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์(รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีสถานะเป็นกราวด์) และเพื่อให้ตัวชิพรีเซ็ตเองเมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัดคร่อมระหว่างขา RST กับ VCC
- ขา ALE/PROG (ขา 30 ) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตช์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำจากพอร์ต 0 ในระหว่างการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาด้วยความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้นเราสามารถใช้ความถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่งหนึ่งระหว่างติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่

ภายนอกชิพ นอกจากนี้ขา ALE ยังใช้สำหรับควบคุมการเขียนโปรแกรมลงไปใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพเป็น EPROM

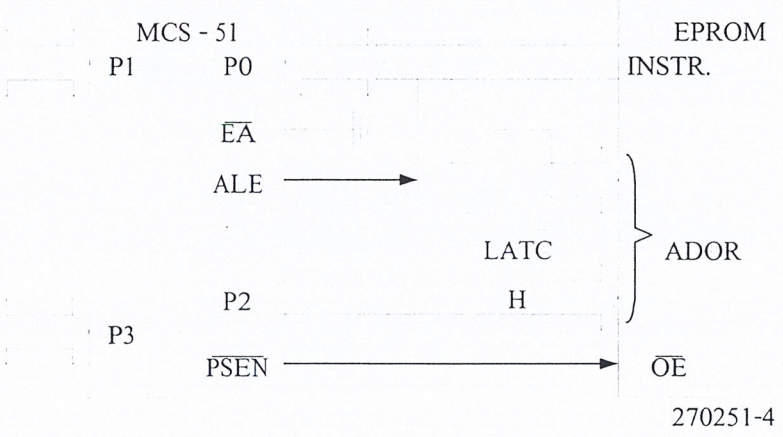
- ขา $\overline{EA}$ /Vpp (ขา 13) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในหรือภายนอกชิพ โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึง ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิพ ซึ่งกำหนดได้ด้วยการต่อขา $\overline{EA}$ เข้ากับกราวด์หรือไฟเลี้ยงตามลำดับ
- ขา XTAL1 (ขา19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา XTAL2 (ขา18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาท์พุตเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

### 2.4.3 การต่อหน่วยความจำภายนอก

สำหรับการต่อหน่วยความจำภายนอก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล เนื่องจากโครงสร้างของ 8051 นั้น ส่วน Data จะใช้ขาร่วมกับ Address 8 บิตล่าง ดังนั้น ในการใช้งานหน่วยความจำภายนอกจึงต้องมีอุปกรณ์ Latch สำหรับรับสัญญาณ Address โดยอุปกรณ์ Latch ดังกล่าวได้แก่ 74LS373 โดยสามารถแยกการใช้งาน ดังนี้

<u>หน่วยความจำโปร แกรม</u>

เนื่องจาก 8051 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์ ดังนั้นจึงขึ้นกับการใช้งาน หากต้องการใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในร่วมกับหน่วยความจำภายนอก จะต้องต่อขา EA ของ 8051 ไว้ที่ Vcc โดยจะมีตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม ดังนี้ ตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในเริ่มจาก 0000H ถึง 0FFFH หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจะเริ่มจาก 1000H ถึง PFFFH หากใช้หน่วยความจำภายนอกทั้งหมดขา EA ของ 8051 จะต่อกับ Vss จะได้หน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจาก 0000H ถึง FFFFH จากรูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่างของการต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

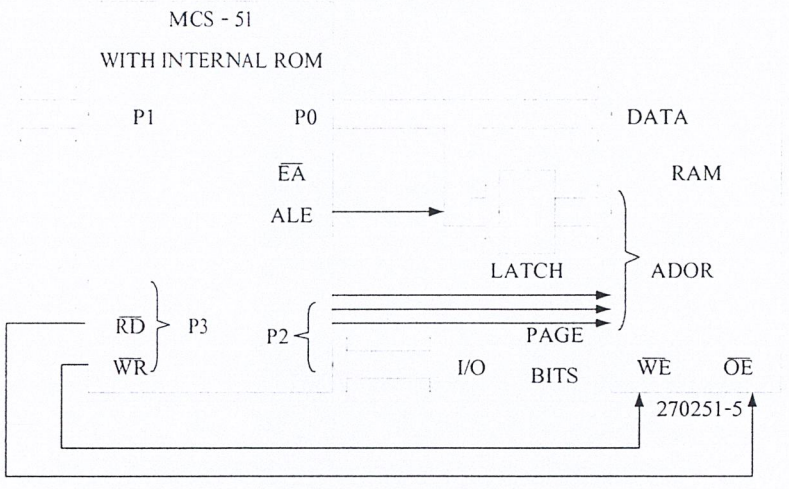



รูปที่ 2.16 แสดงการต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

โดยจะใช้สัญญาณ ALE เป็นสัญญาณให้อุปกรณ์ Latch รับข้อมูลและสัญญาณ PSEN สำหรับให้อุปกรณ์หน่วยความจำโปรแกรมทำงาน ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำหลายตัวก็สามารถใช้อุปกรณ์ Decoder ช่วยในการเลือกอุปกรณ์ได้

**<u>หน่วยความจำข้อมูลภายนอก</u>**

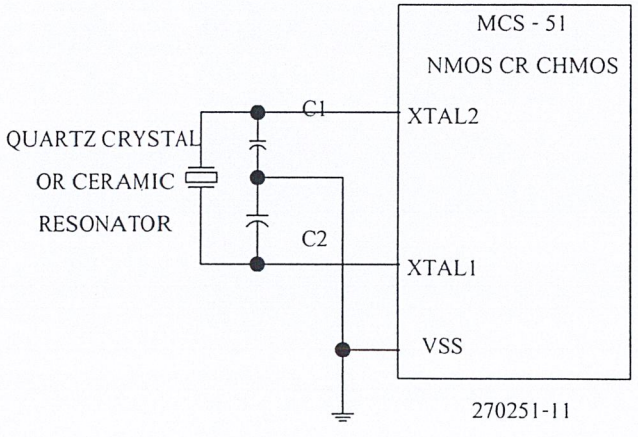
ในการต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก สามารถทำได้เช่นเดียวกับหน่วยความจำโปรแกรม เพียงแต่จะใช้สัญญาณ RD, WR สำหรับใช้ในการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.17




รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างการต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

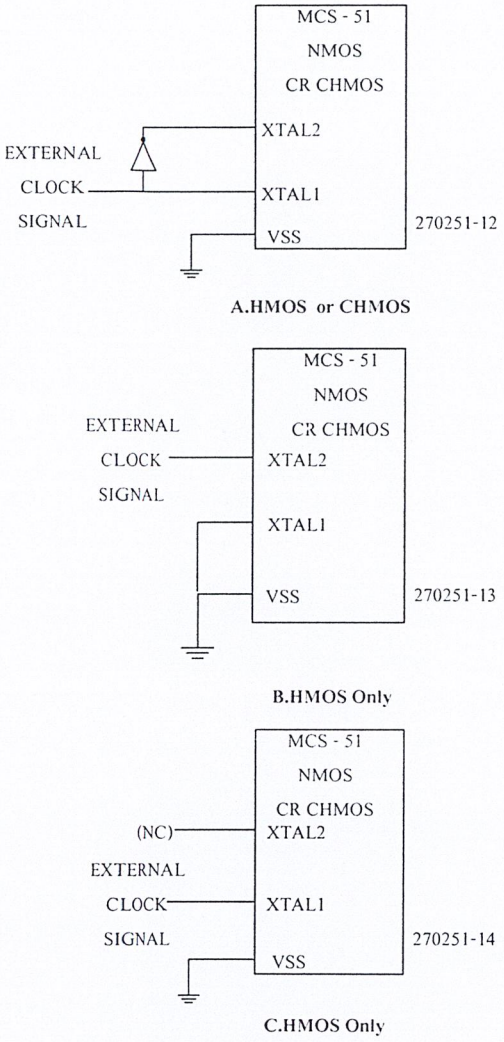
### 2.4.4 การต่อวงจรฐานเวลาของ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะมีส่วนสร้างความถี่ภายในเพียงแต่ต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator ระหว่างขา XTAL1 กับ XTAL2 และตัวเก็บประจุขนาด 30 pf ลงกราวด์ ดังแสดงในรูปที่ 2.18




รูปที่ 2.18 แสดงการต่อ Crystal หรือ Ceramic Resonator

นอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้แหล่งสร้างความถี่ภายนอกได้ ขึ้นกับโครงสร้างภายในของ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.19 ซึ่งผู้ใช้จะต้องระมัดระวังการใช้งาน



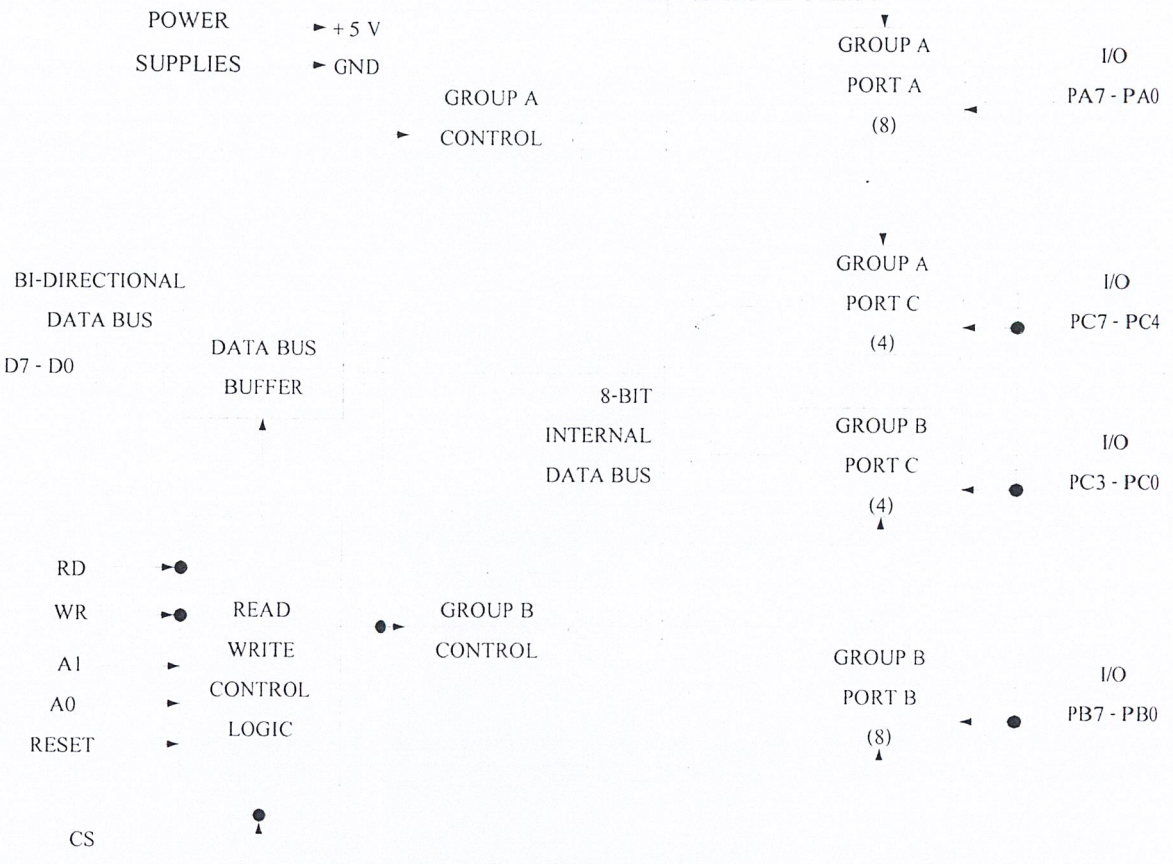

รูปที่ 2.19 การใช้ความถี่จากภายนอก

### 2.4.5 การใช้ชิพสนับสนุน 8255 (PPI)

**<u>รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255</u>**

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ในแพคเกจขนาด 40 ขา แบบ DIP (Dual In-Line Package) เริ่มผลิตโดยบริษัทอินเทล จุดประสงค์เพื่อใช้งานร่วมกับ 8080 โดยเฉพาะ แต่ในภายหลังได้มีการนำ 8255 ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่น ๆ กันมาก ทำให้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

คุณสมบัติเบื้องต้นของการนำ 8255 มาใช้งาน คือ เป็นอินพุต / เอาท์พุตพอร์ต โดยมีพอร์ตขนาด 8 บิต ที่สามารถกำหนดให้เป็นอินพุตหรือเอาท์พุตได้จำนวน 3 พอร์ต ดังรูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255 ซึ่งหน้าที่ของแต่ละบล็อกมีดังต่อไปนี้ คือ




รูปที่ 2.20 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255

บล็อกกลุ่มแรก ได้แก่ บล็อก 4 บล็อกที่อยู่ทางด้านขวาของรูป ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีขา PA0-PA7 PB0-PB7 และ PC0-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 ขาสัญญาณเหล่านี้แต่ละพอร์ตสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตขึ้นกับผู้ใช้จะกำหนด แต่ละบล็อกจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับข้อมูลภายในของ 8255

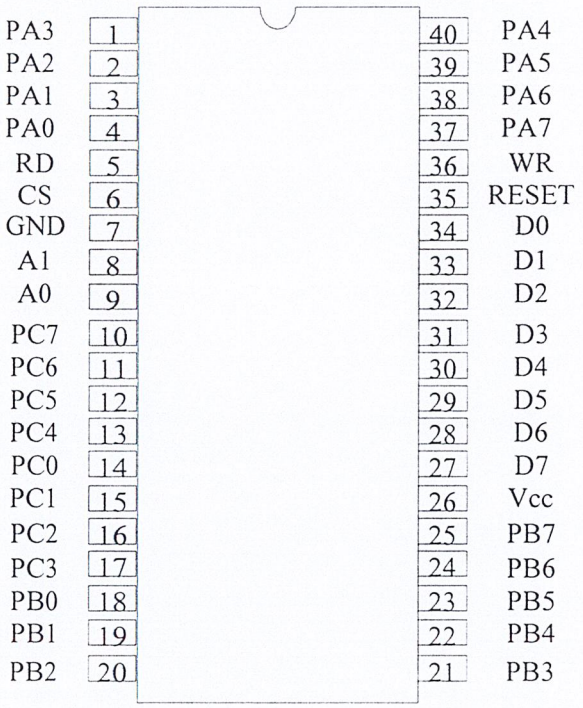
บล็อกกลุ่มถัดมา ได้แก่ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONTROL ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตอินพุต หรือเอาท์พุตทั้ง 3 พอร์ต 8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้จากการโปรแกรมโดยส่งคำสั่งควบคุม (Control Word) ให้กับ 8255 จากโครงสร้างจะเห็นว่าพอร์ตนี้จะประกอบด้วยพอร์ตขนาด 4 บิต จำนวน 2 พอร์ต ได้แก่

GROUP A CONTROL กับ GROUP B CONTROL โดย GROUP A CONTROL จะควบคุมพอร์ต A และ พอร์ต C สี่บิตด้านบน ส่วน GROUP B CONTROL จะควบคุมพอร์ต B และ พอร์ต C สี่บิตด้านล่าง

บล็อกกลุ่มสุดท้าย ได้แก่ บัฟเฟอร์ของบัสข้อมูล (DATABUS BUFFER) และส่วนควบคุมการอ่านเขียน (READ/WRITE CONTROL) ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์ และเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวให้ถูกต้องสอดคล้องกับการทำงานของระบบ

**<u>รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255</u>**

ในส่วนนี้จะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่ละขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับการจัดขาแสดงไว้ในรูปที่ 2.21




รูปที่ 2.21 แสดงการวางตำแหน่งขาของ 8255

**<u>รายละเอียดของแต่ละขามีดังนี้</u>**

D0-D7 เป็นบัสข้อมูลอินพุต / เอาท์พุตแบบสองทิศทาง ใช้สำหรับเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ตต่าง ๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์

CS สัญญาณเลือกใช้ชิพ (Chip Select) เป็นสัญญาณอินพุต เมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 ไมโครโปรเซสเซอร์ จะสามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD สัญญาณอ่านข้อมูล (Read) เป็นสัญญาณอินพุต เมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจาก 8255 จะวางออกมาทางบัสข้อมูล ซึ่งต่อไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ ในการตั้งชื่อของขาสัญญาณนี้จะถือเอาไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหลัก

WR สัญญาณเขียนข้อมูล (Write) เป็นสัญญาณเอาท์พุต เมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 0 และขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น 0 ข้อมูลจากบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255 ได้

A0-A1 สัญญาณแอดเดรส A0-A1 (Address, A0-A1) เป็นสัญญาณอินพุต จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายในของ 8255 เมื่อประกอบกับสัญญาณ RD, WR และ CS แล้ว จะทำหน้าที่ตามตารางที่ 2.4

| 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 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | Control word ⟶ Data Bus |
| | | | | | OUTPUT OPERATION (WRITE) |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Data Bus ⟶ Port A |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | Data Bus ⟶ Port B |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | Data Bus ⟶ Port C |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Data Bus ⟶ Control word |
| | | | | | DISABLE FUNCTION |
| X | X | X | X | 1 | Data Bus ⟶ Three-state |
| X | X | 1 | 1 | 0 | Data Bus ⟶ Three-state |

ตารางที่ 2.4 แสดงการกำหนดแอดเดรสเพื่อเลือกฟังก์ชันการใช้งาน

RESET สัญญาณรีเซ็ต (Reset) เป็นสัญญาณอินพุต เมื่อขานี้มีสถานะทางลอจิกเป็น 1 8255 จะอยู่ในสภาวะรีเซ็ตทุก ๆ พอร์ตของ 8255 จะถูกเซ็ตให้อยู่ในโหมดอินพุต

PA0-PA7 ขาอินพุต / เอาท์พุต ของพอร์ต A ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต ใช้ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

PB0-PB7 ขาอินพุต / เอาท์พุต ของพอร์ต B ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต ใช้ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

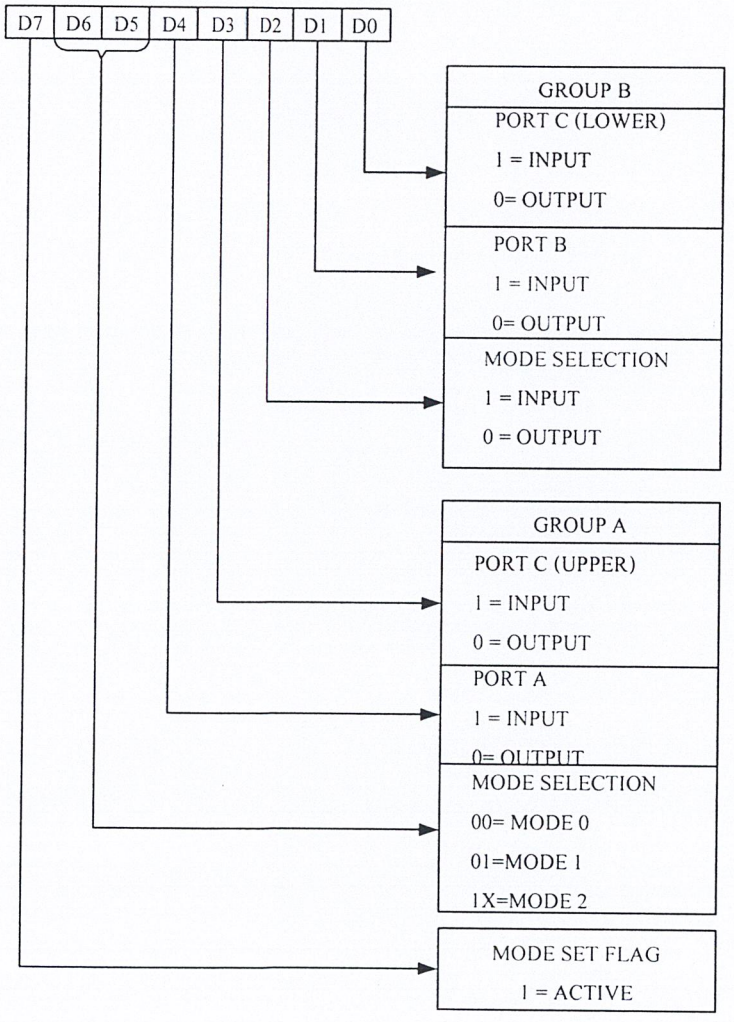
PC0-PC7 ขาอินพุต / เอาท์พุต ของพอร์ต C ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ตขนาด 8 บิต เช่นเดียวกับ PA0-PA7 และ PB0-PB7 แต่ขาสัญญาณของพอร์ต C สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิต คือ พอร์ต C สี่บิตบน (PC7-PC4) และพอร์ต C สี่บิตล่าง (PC3-PC0) ขึ้นกับการใช้งาน

Vcc แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

GND กราวด์

**<u>การใช้งาน 8255</u>**

8255 สามารถที่จะกำหนดให้พอร์ตแต่ละพอร์ตเป็นอินพุตหรือเอาท์พุต ขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ให้กับ 8255 ที่เรียกว่า Control word ซึ่งเป็นคำสั่งขนาด 1 ไบต์ โดยมีรายละเอียดของคำสั่งตามรูปที่ 2.22




รูปที่ 2.22 แสดงรูปแบบของ Control word

# บทที่ 3
# การสร้างและแนวความคิดในการออกแบบ

## 3.1 หลักการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้ใช้หลายคน

เครื่องอำนวยความสะดวกนี้จะต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ในลักษณะต่อขนาน จึงทำให้ไม่ต้องไปแก้ไขเครื่องรับโทรศัพท์เลย การทำงานของเครื่องนี้ แบ่งการทำงานออกเป็น 3 กรณี คือ

1. กรณีมีการโทรเข้ามา
2. กรณีมีการโทรออกไป
3. กรณีปรับแต่งค่าจากเมนูฟังก์ชั่นการทำงาน เพื่ออำนวยความสะดวก

### 3.1.1 กรณีที่มีการโทรเข้ามา

ในสภาวะปกติ เครื่องจะทำการตรวจสอบสัญญาณเรียกอยู่ตลอดเวลา ว่ามีสัญญาณเรียกจากชุมสายหรือไม่ ถ้าเกิดมีสัญญาณเรียกจากชุมสายเกิดขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งงาน ให้เข้าสู่โปรแกรมการตอบรับอัตโนมัติ โดยจะตรวจนับจำนวนกระดิ่ง ว่าดังครบเท่าจำนวนที่เราตั้งไว้หรือไม่ ถ้าครบก็จะทำการยกหูอัตโนมัติ และสั่งงานให้วงจรตอบรับทำงาน จากนั้นเครื่องก็จะสั่งให้เข้าสู่การฝากข้อความอัตโนมัติ คู่สนทนาก็สามารถที่จะฝากข้อความ และสามารถที่จะรับฟังข้อความที่บันทึกได้

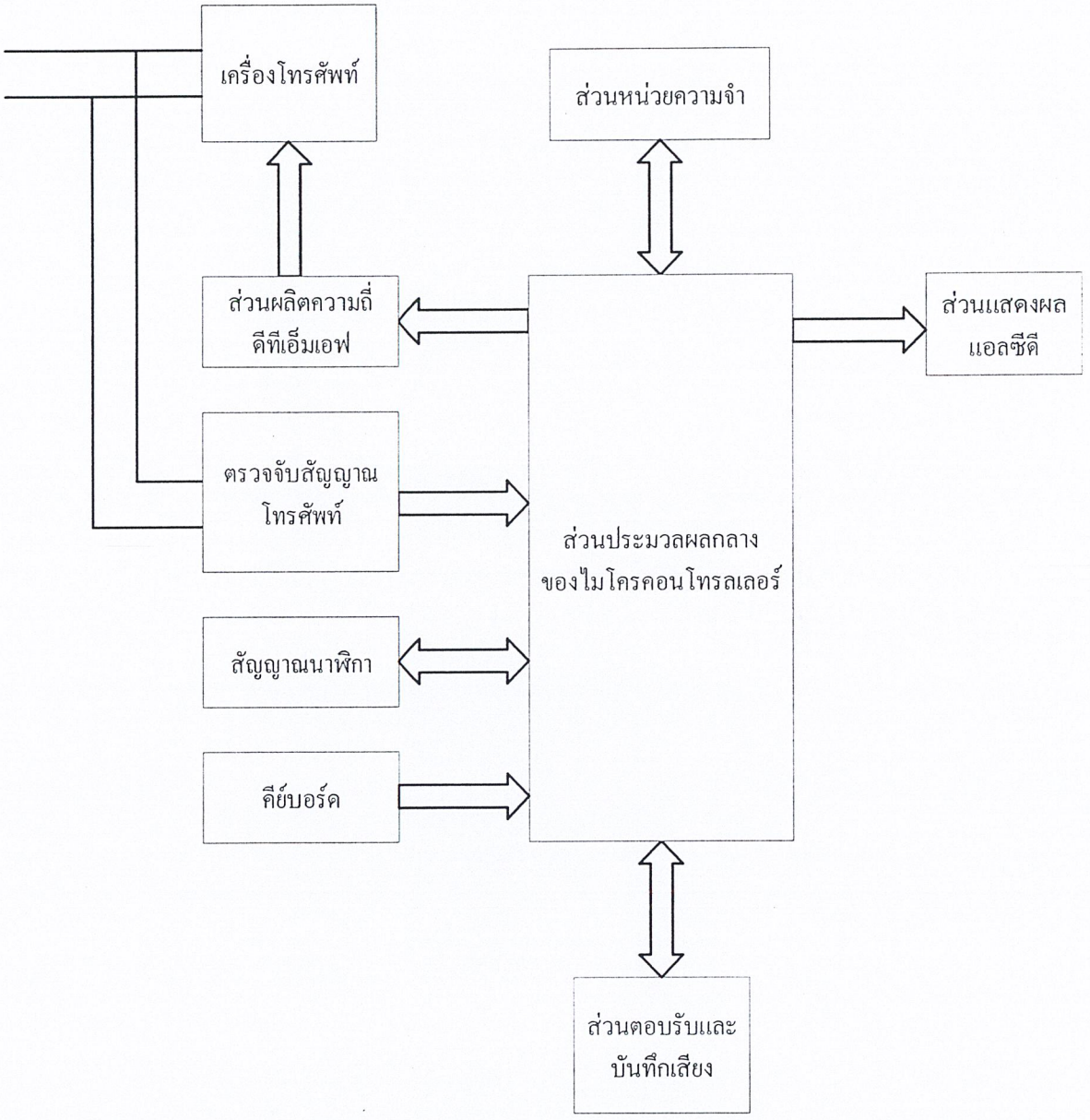
### 3.1.2 กรณีมีการโทรออกไป

เมื่อผู้ใช้ทำการยกหูเพื่อที่จะโทรออก ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะ ให้เราใส่ชื่อและรหัสผ่านเพื่อลักลอบการใช้โทรศัพท์จากบุคคลภายนอก ถ้าไม่ตรงก็จะให้ทำการใส่ใหม่ ถ้าตรงก็จะสามารถใช้โทรศัพท์ได้ จากนั้น จะทำการตรวจเช็คสัญญาณหมุนหมายเลขว่าอุปกรณ์ปลายทางพร้อมหรือไม่ จากนั้น จะรอรับหมายเลขปลายทางจากคีย์แพด หรือ ข้อมูลที่บันทึกไว้ในสมุดโทรศัพท์ เมื่อชุมสายต่อหมายเลขปลายทางให้แล้ว วงจรก็จะทำการตรวจเช็คว่ามีคนมารับหรือไม่ เมื่อมีคนมารับก็จะบันทึกหมายเลข และเวลาในการใช้สาย ลงในหน่วยความจำ

### 3.1.3 กรณีปรับแต่งค่าจากเมนูฟังก์ชั่นการทำงาน เพื่ออำนวยความสะดวก

เครื่องพ่วงต่อโทรศัพท์นี้ มีฟังก์ชั่นการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน โดยมีการบันทึกเบอร์โทรศัพท์เอาไว้ เพื่อที่จะทำให้เราสามารถที่จะโทรออกได้โดยกดปุ่มเพียงปุ่มเดียวที่ได้บันทึกไว้แทนการกดเบอร์โทรศัพท์ทุกตัว มีข้อมูลในการใช้โทรศัพท์เพื่อที่เราจะได้รู้การใช้งานโทรศัพท์ของแต่ละบุคคลได้ สามารถที่จะปรับแต่ง หรือแก้ไขค่าของเครื่อง เช่น รหัสผ่านในการใช้เครื่อง เวลาและวันที่ จำนวนครั้งของกระดิ่ง ซึ่งถ้าไม่มีคนมารับสายตามจำนวนกระดิ่งที่ตั้งเอาไว้ ก็จะโอนเข้าสู่การฝากข้อความ ซึ่งเราสามารถที่จะฟังข้อความได้

ซึ่งการทำงานของเครื่องบันทึกการใช้โทรศัพท์นี้ได้แสดงไว้ดังในรูปข้างล่างนี้



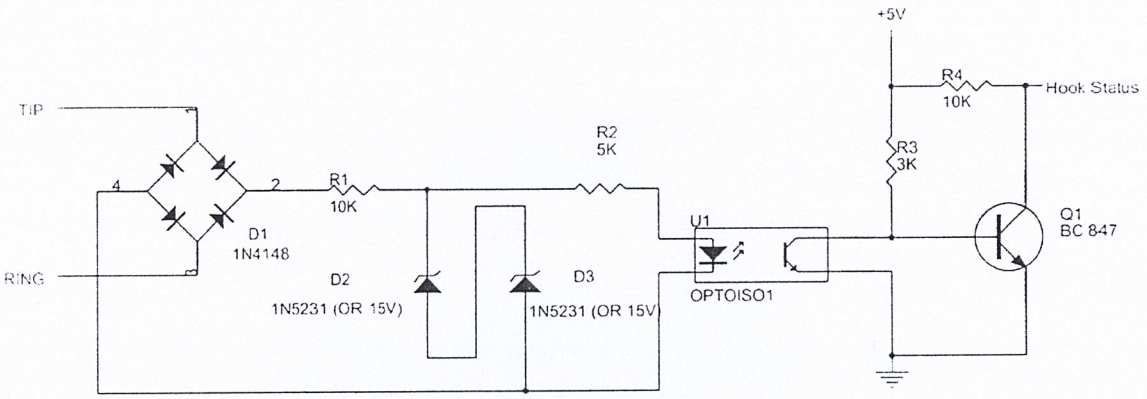

รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้ใช้หลายคน

## 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์

### 3.2.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู (Hook Switch Detector)

หลักการทำงานของวงจร คือ ใช้คุณสมบัติของอินพุทอิมพีแดนซ์ของโทรศัพท์ ที่ทำให้เวลาวางหูอยู่นั้นจะทำให้ที่อินพุทมีแรงดันตกคร่อมประมาณ 48 โวลต์[1] แต่เมื่อทำการยกหูแล้วค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของโทรศัพท์จะลดลงเหลือ 600 โอห์ม ทำให้ค่าแรงดันที่อินพุทลดลงเหลือประมาณ 12 โวลต์

ในกรณีที่โทรศัพท์วางหูอยู่จะมีแรงดัน48โวลต์ผ่านเข้ามาที่ ไดโอดบริดจ์ที่ต่อเอาไว้เพื่อจัดขั้วที่แน่นอนให้สัญญาณ หลังจานั้นสัญญาณจะตกคร่อมที่ ซีเนอร์ไดโอดทั้งสอง(ซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์) ทำให้ออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส โดยเอาท์พุตที่ได้จะต่ออยู่ระหว่างไปเลี้ยงกับทรานซิสเตอร์ ดังนั้นเมื่อออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส จะทำให้เอาท์พุตมีค่าประมาณ 0 โวลต์ โดยหรือลอจิก "0"




รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู

ในกรณีที่ยกหูโทรศัพท์ พบว่าแรงดันที่ผ่านมามีค่าเพียง 12 โวลต์ เท่านั้นจึงไม่สามารถทำให้ซีเนอร์ไดโอดทั้งสองทำงานได้ ออปโต้ไอโซเลเตอร์จึงไม่นำกระแส ทำให้เอาท์พุตมีค่าประมาณ 5 โวลต์ หรือลอจิก " 1 " นั่นเอง

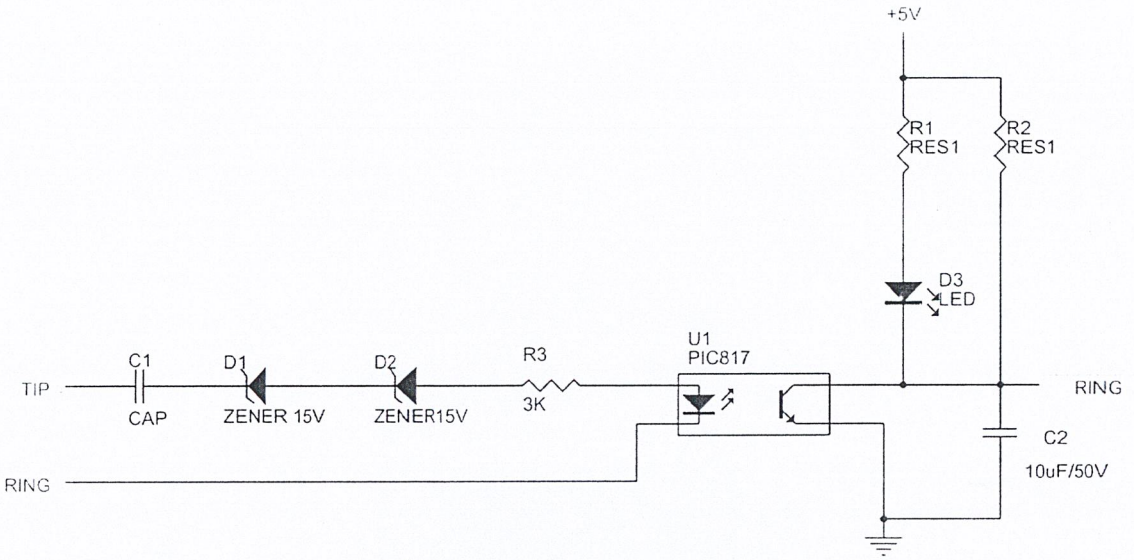
### 3.2.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก (Ringing Detector)

หลักการทำงานของวงจรจะคล้ายกับวงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก คือใช้ความแตกต่างของระดับแรงดันในคู่สายเช่นกัน กล่าวคือในขณะที่ชุมสายทำการส่งสัญญาณเรียกมายังเครื่องรับโทรศัพท์นั้น ลักษณะของสัญญาณที่ส่งมาจะเป็นคลื่นรูปไซน์มีแรงดันประมาณ 100 โวลต์พีคทูพีคหรือประมาณ 70-90 โวลต์อาร์เอ็มเอสผ่านเข้ามาในวงจร

---

[1] ในกรณีที่สัญญาณผ่านตู้สาขา PABX หลาย ๆทอด อาจทำให้แรงดันมีค่าลดลงต่ำกว่านี้ได้

เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาที่คู่สายสัญญาณนั้นก็จะผ่านตัวเก็บประจุที่ทำหน้าที่กันแรงดันไฟตรงไม่ให้ผ่านไปได้แล้ว หลังจากนั้นสัญญาณก็มาตกคร่อมที่ซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์ เมื่อมีแรงดันตกคร่อมที่ออปโต้ไอโซเลเตอร์นำกระแส เอาท์พุตที่ได้จะต่อมาจากแรงดันที่ตกคร่อมที่ขาคอลเลคเตอร์และกราวด์ของทรานซิสเตอร์ มีค่าประมาณ 0 โวลต์แทนค่าด้วยลอจิก “0”




รูปที่ 3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

ในทำนองเดียวกันช่วงที่ไม่มีสัญญาณเรียกเข้ามาคือสัญญาณหยุดเงียบ 4 วินาทีค่าเฉลี่ยของแรงดันก็มีค่าประมาณ 0 ทำให้ซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์ไม่สามารถนำกระแสได้ ดังนั้นแอลอีดีและทรานซิสเตอร์ในออปโต้ไอโซเลเตอร์ไม่นำกระแส แรงดันที่เอาท์พุตที่ตกคร่อมขาคอลแลคเตอร์จึงเป็นแรงดันจากแหล่งจ่าย 5 โวลต์ แทนค่าด้วยระดับลอจิก “1”

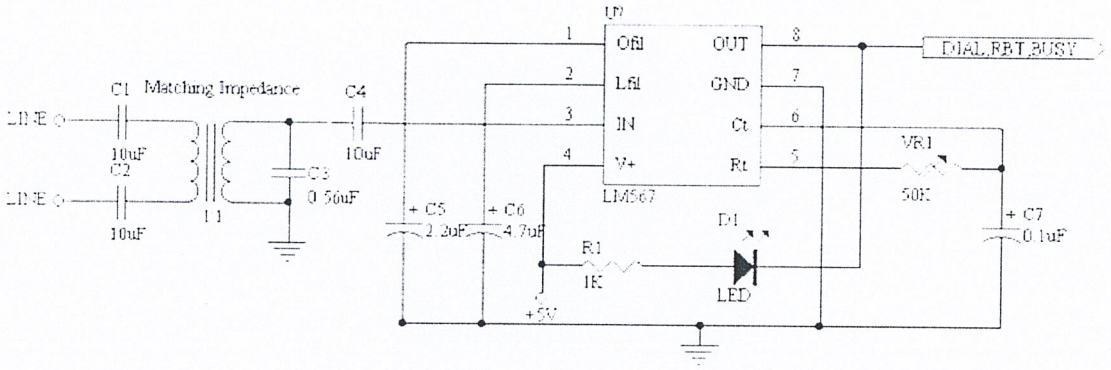
ดังนั้นเอาท์พุตที่ได้จากขาคอลเลคเตอร์ของออปโต้ไอโซเลเตอร์นี้ จะมีค่าเป็นลอจิก “1” เมื่อไม่มีสัญญาณเรียกเข้าและจะเป็นลอจิก “0” เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาสัญญาณที่ได้นี้จะนำไปเข้าในส่วนของการนับจำนวนครั้งของสัญญาณเรียก เพื่อจะเป็นการกำหนดว่าจะให้สัญญาณเรียกดังกี่ครั้งจึงจะตัดเข้าสู่การทำงานของโหมดการตอบรับอัตโนมัติ

### 3.2.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข (Dial) สัญญาณเรียกกลับ (RBT) และสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy)

สัญญาณการหมุนหมายเลข ,สัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างนั้น จะมีลักษณะเป็นคลื่นรูปไซน์ มีความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์เท่ากัน แต่จะแตกต่างกันตรงที่ช่วงเวลาการเกิดสัญญาณแต่ละสัญญาณนั้นไม่เท่ากัน การทำงานของวงจรนี้จึงได้ใช้ไอซีเบอร์ LM567 ซึ่งเป็นไอซีโทนดีโคดเดอร์เป็นตัวตรวจจับสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ และจะให้เอาท์พุตเป็นลอจิก “0” ก็ต่อเมื่อความถี่ที่ป้อนเข้ามามีค่าตรงกับความถี่ที่เราต้องการดีเทค ( 400 เฮิรตซ์) แต่ถ้าความถี่ที่เข้ามาไม่ตรงกับความถี่ที่กำหนด

เอาไว้ เอาท์พุตก็จะมีค่าเป็นลอจิก “1” การกำหนดค่าของความถี่ที่ต้องการดีเทคออกมานั้นสามารถหาได้จากสูตร

$$f = \frac{1}{1.1RC}$$




รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ Dial,RBT,Busy

ในวงจรนี้ C8 และ VR1 จะเป็นตัวกำหนดความถี่ที่ต้องการออกมา โดยในการคำนวณเราจะกำหนดค่า C ไว้ที่ 0.33 ไมโครฟารัด ความถี่ที่ต้องการ 400 เฮิรตซ์ เราก็จะได้ค่า R ออกมาคือ

$$R = \frac{1}{1.1 \times f \times C}$$
$$= \frac{1}{1.1 \times 400 \times 0.33\ \mu f}$$
$$= 6.88\ \text{k}\Omega$$

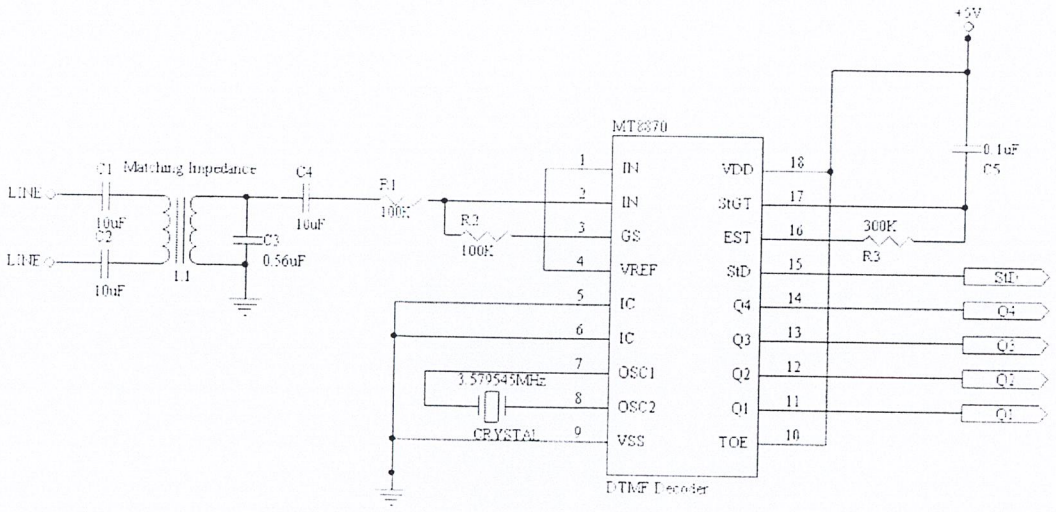
<u>สัญญาณที่ได้จะมีลักษณะเป็นพัลส์สแควร์เวฟ เกิดขึ้นตามสัญญาณที่เข้ามาที่คู่สายดังนี้</u>

1. ถ้าเป็นสัญญาณหมุนหมายเลขจะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ที่ต่อเนื่องและยาว เอาท์พุตที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” ยาวติดกันไปตลอด

2. ถ้าเป็นสัญญาณสายไม่ว่างจะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 0.5 วินาที และเวลาหยุด 0.5 วินาที สลับกันไป เอาท์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” และลอจิก “1” สลับกันไป

3. ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับจะมีลักษณะการเกิดของสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ 1 วินาที และเวลาหยุด 4 วินาที สลับกันไป เอาท์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นลอจิก “0” 1 วินาที และลอจิก “1” เป็นเวลา 4 วินาที

### 3.2.4 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder)

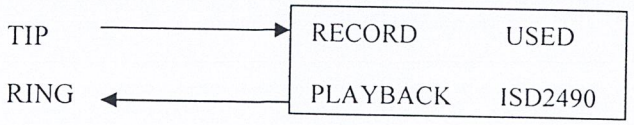



รูปที่ 3.5 วงจรถอดรหัสหมายเลขดีทีเอ็มเอฟ

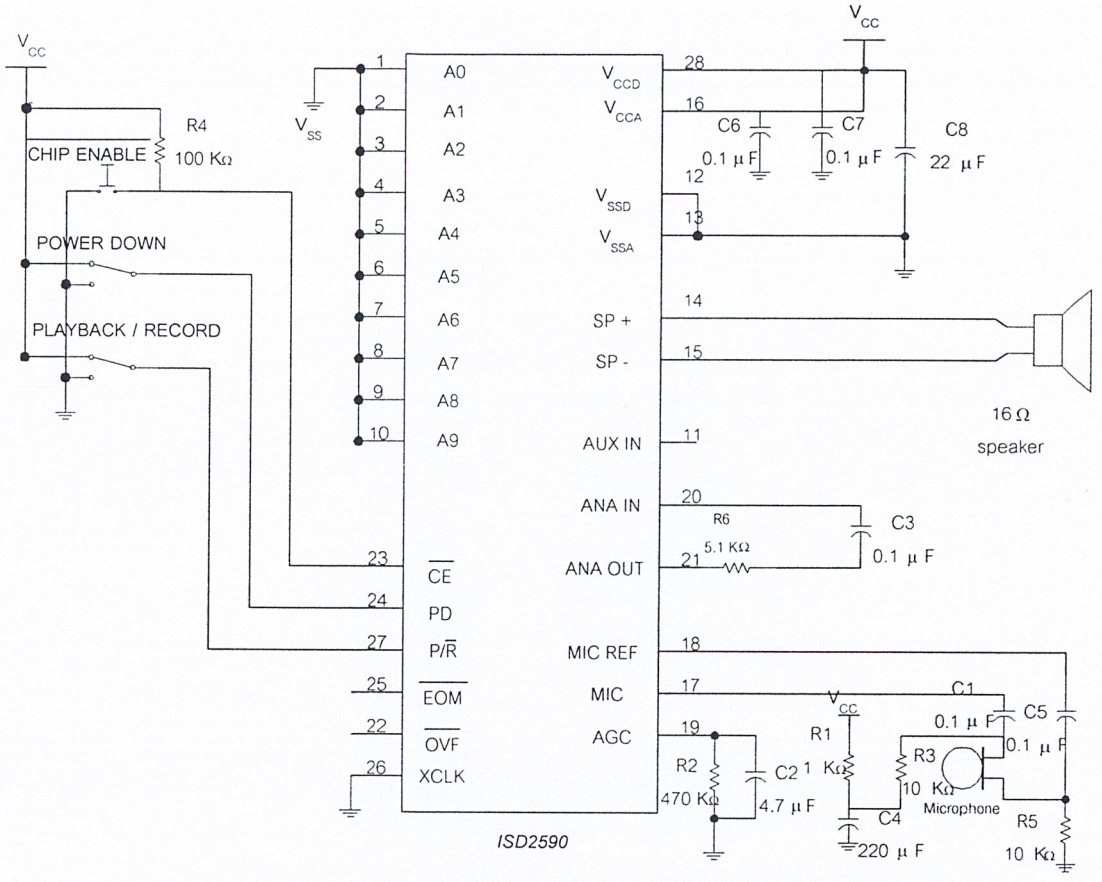
การทำงานของวงจรนั้นจะใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT8870 ซึ่งจะทำหน้าที่ในการถอดรหัสความถี่ดีทีเอ็มเอฟออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิตภายใน MT8870 ซึ่งประกอบไปด้วยภาคกรองความถี่ ภาคถอดรหัส ภาคตรวจสอบสัญญาณ ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง และภาคกำเนิดความถี่ โดยจะใช้คริสตอล 3.579 เมกกะเฮิรตซ์เป็นฐานเวลา จากวงจรจะใช้แมชชิ่ง 600 โอมห์มาเป็นตัวคัปปลิ้งสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรเฉพาะสัญญาณไฟสลับเท่านั้น และยังทำหน้าที่ในการแยกกราวด์ของวงจรอีกด้วยเพราะในคู่สายโทรศัพท์จะมีสัญญาณรบกวนต่าง ๆ มากมาย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการดีโค้ดสัญญาณได้หลังจากที่ทำการกดหมายเลขและไอซีทำการดีโค้ดรหัสแล้ว ก็จะส่งรหัสไบนารี่มาที่เอาท์พุท Q1-Q4 จากนั้นไอซีก็จะการแลตช์ค่าสัญญาณนั้นเทาไว้จนกว่าจะได้รับสัญญาณใหม่เข้ามาแล้วจึงค่อยเปลี่ยนเป็นรหัสตัวใหม่

## 3.3 ส่วนวงจรของการตอบรับอัตโนมัติ

วงจรในส่วนนี้จะใช้วงจร บันทึกเสียงและเล่นกลับโดยใช้ไอซีเบอร์ ISD2590 โดยมีลักษณะการต่อตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.6 และมีลักษณะการต่อวงจรดังรูปที่ 3.7




รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมส่วนวงจรตอบรับและบันทึกข้อความ




รูปที่ 3.7แสดงการต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับไอซี ISD2590

### 3.3.1 ลำดับขั้นตอนการบันทึกและเล่นกลับ

สำหรับขั้นตอนในการบันทึกและการเล่นกลับนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ดังนี้

| ขั้นตอน | หน้าที่ | การกำหนดค่า |
|---|---|---|
| 1 | จ่ายไฟเลี้ยงและเลือกโหมดการบันทึกหรือเล่นกลับ | 1) PD = "0" 2) เลือกบันทึก/เล่นกลับ |
| 2 | เซตจุดเริ่มต้นของการบันทึกหรือเล่นกลับ | เซตขาแอดเดรส A0 –A9 |
| 3A | เริ่มต้นการเล่นกลับ | $P/\overline{R}$ = "1", $\overline{CE}$ = พัลส์ "0" |
| 3B | เริ่มต้นการบันทึก | $P/\overline{R}$ = "1", $\overline{CE}$ = "0" |
| 4A | สิ้นสุดการเล่นกลับ | อัตโนมัติ |
| 4B | สิ้นสุดการบันทึก | PD หรือ $\overline{CE}$ = "1" |

ตารางที่ 3.1 การใช้งานและควบคุมการทำงานของ ISD2590

### 3.3.2 การกำหนดตำแน่งแอดเดรสเพื่อใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ

ISD2590 สามารถอ้างแอดเดรสเพื่อกำหนดช่วงในการบันทึกและเล่นกลับได้ โดยการควบคุมที่ขา A0-A9 โดยค่าของ A0-A9 จะถูกควบคุมโดยการกำหนดสภาวะให้เป็น “1” หรือ “0” เพื่อเป็นการกำหนดตำแน่งเริ่มต้นของข้อความที่บันทึกหรือเล่นกลับ ซึ่งการกำหนดค่านี้สามารถดูได้จากตารางที่ 3.2 ซึ่งได้แสดงตำแหน่งแอดเดรสต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

| เลขฐานสิบ | เลขฐานสอง | | | | | | | | | | วินาที |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 120 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 240 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 |
| 360 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 54 |
| 480 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72 |

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดแอดเดรสของ ISD2590

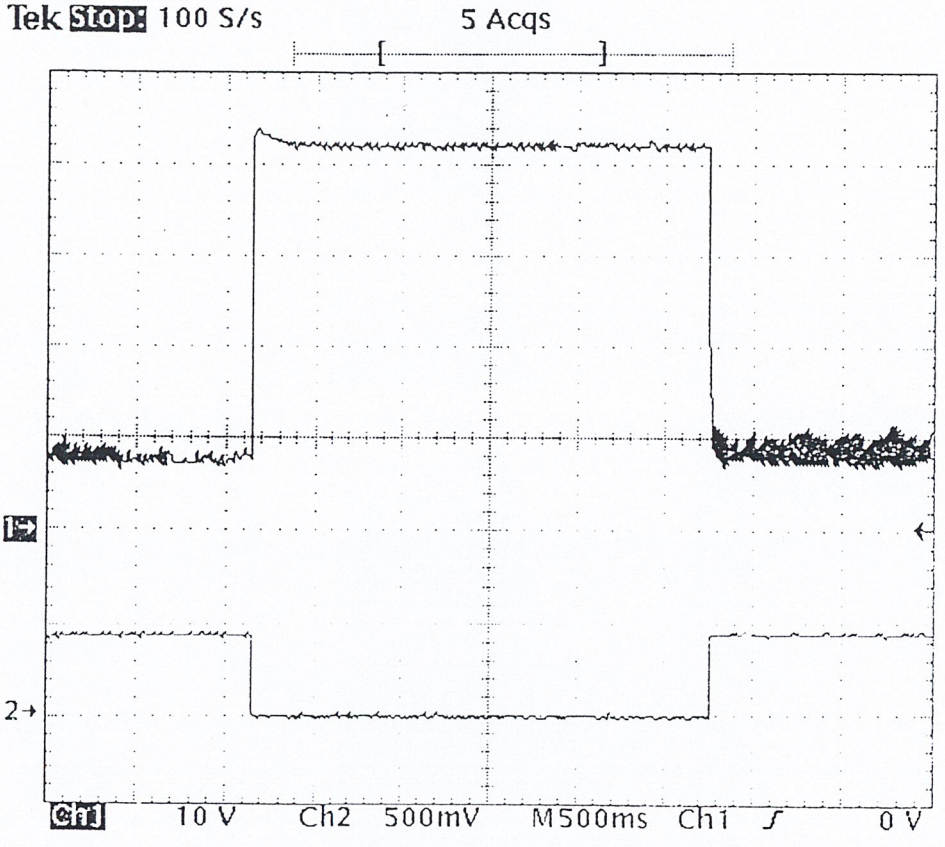
จากตารางที่ 3.2 ถ้ากำหนดแอดเดรส A0-A9 เป็น “0” ทั้งหมด การบันทึกและเล่นกลับจะเริ่มต้นในวินาทีที่ 0 ในการออกแบบจะใช้ไอซี 1 ตัว โดยกำหนดให้ทำหน้าที่ในการตอบรับ 18 วินาที และทำหน้าที่ในการบันทึกเสียงที่ผู้โทรเข้ามาในขณะที่ไม่มีคนรับสายบันทึกเอาไว้อีก 3 ข้อความ ข้อความละ 18 วินาที

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 วงจรตรวจสอบการยกหู

จากวงจรในรูปที่ 3.2 เมื่อนำมาทดลองจะได้ผลการทดลองดังนี้




รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรตรวจสอบการยกหู

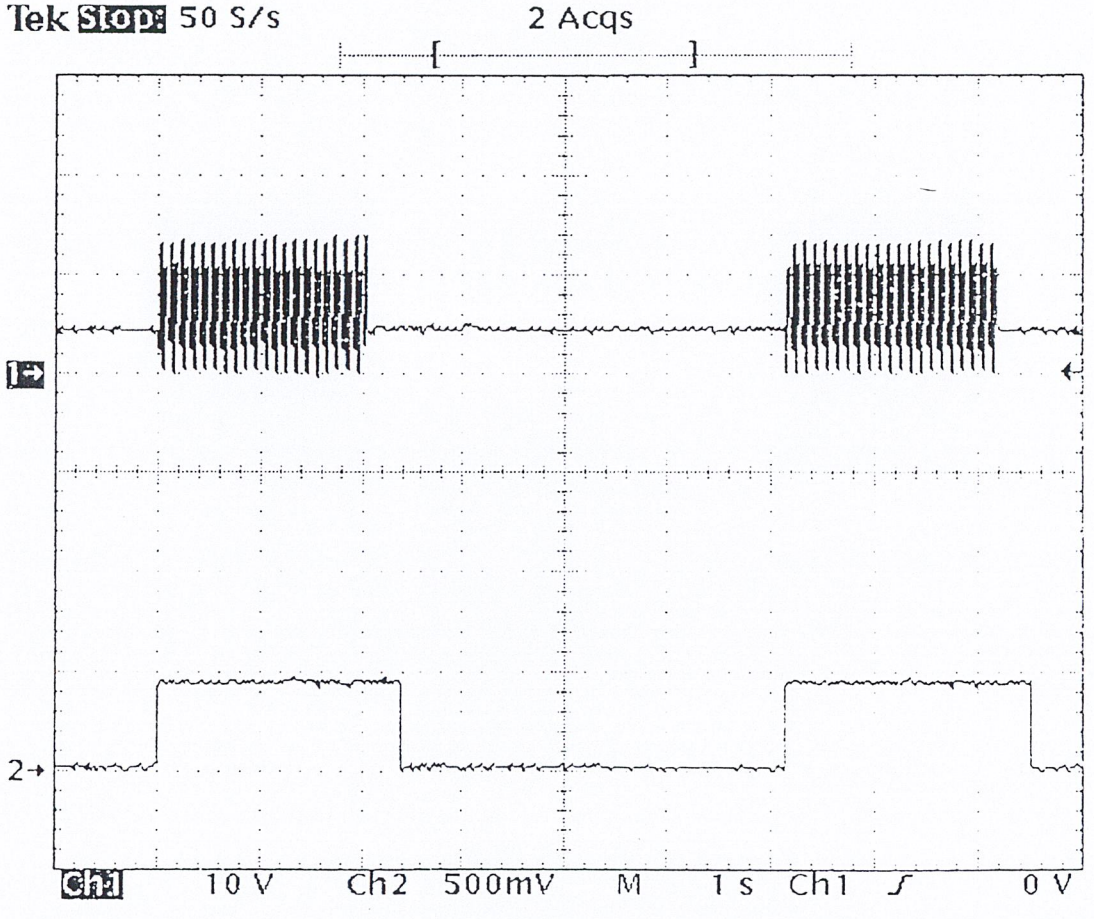
จากรูปที่4.1รูปบนเป็นสัญญาณที่วัดคร่อมคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งในขณะที่ทำการวางหูระดังแรงดันไปที่ตกคร่อมระหว่างคู่สายจะมีค่าประมาณ 48 โวลต์และขณะที่ยกหูแรงดันไฟที่คู่สายจะลดลงเหลือประมาณ 6- 10 โวลต์

รูปสัญญาณด้านล่างจะเป็นเอาท์พุตที่ได้จากวงจรตรวจจับการวางหู จะเห็นและเปรียบเทียบได้ว่าขณะที่คู่สายวางหูอยู่ แรงดันไฟ 48 โวลต์จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดันไฟ 5 โวลต์ออกทางเอาท์พุต

ซึ่งสามารถแทนได้ด้วยระดับลอจิก "1" เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับสัญญาณในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ส่วนในขณะที่ยกหูนั้นแรงดันที่เอาท์พุตก็จะลดลงเหลือ 0 โวลต์ซึ่งสามารถแทนด้วยระดับลอจิก "0"

## 4.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณเรียก

จากรูปที่ 3.3 จะได้ผลการทดลองดังนี้

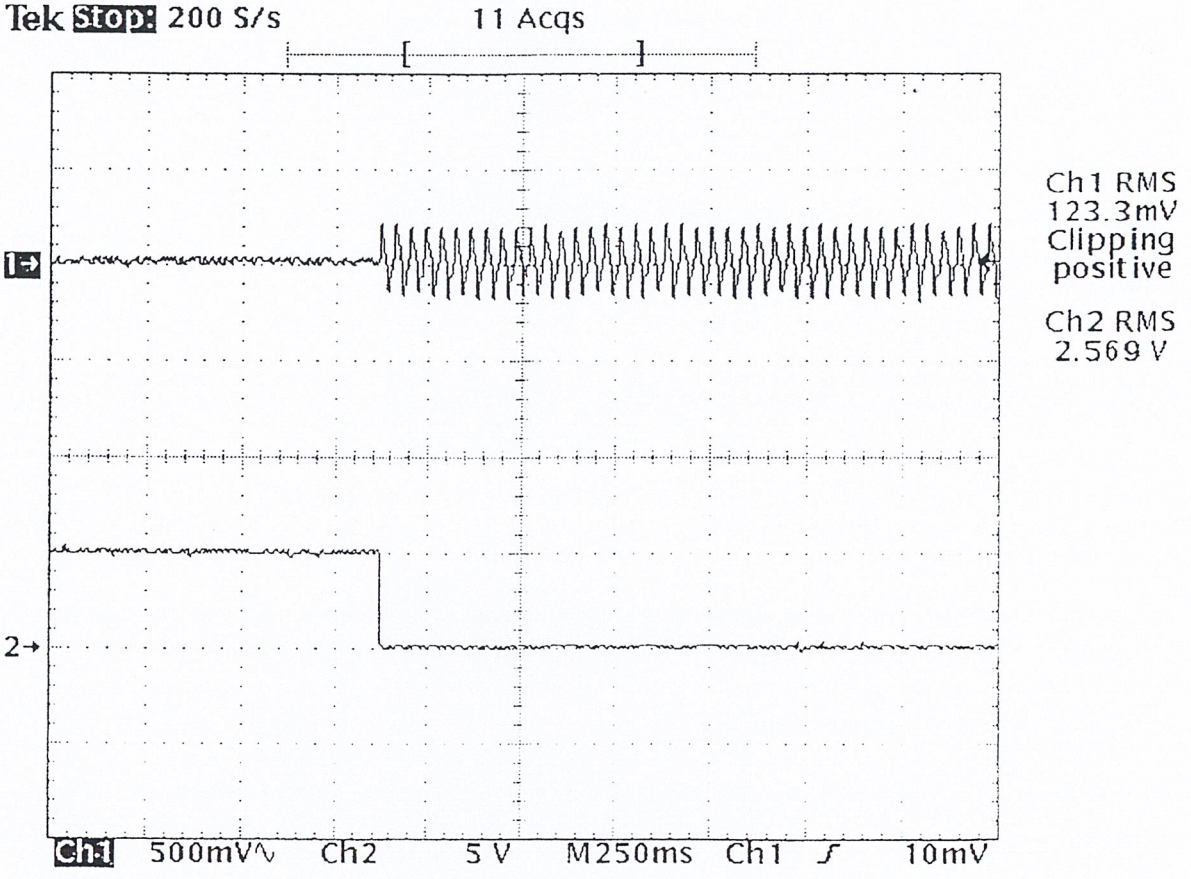



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรสัญญาณเรียกเข้า

จากรูปที่ 4.2จะเห็นได้ว่าในขณะที่มีสัญญาณเรียกเข้ามานั้น จะมีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณ 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที ดังนั้นเอาท์พุตที่ได้ก็จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย คือ มีระดับลอจิกเป็น “1” อยู่นาน 1 วินาทีแล้วมาเป็นระดับลอจิก “0” นาน 4 วินาที ดังรูปที่ 4.3

## 4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณหมุนหมายเลข

จากวงจรในรูปที่ 3.5

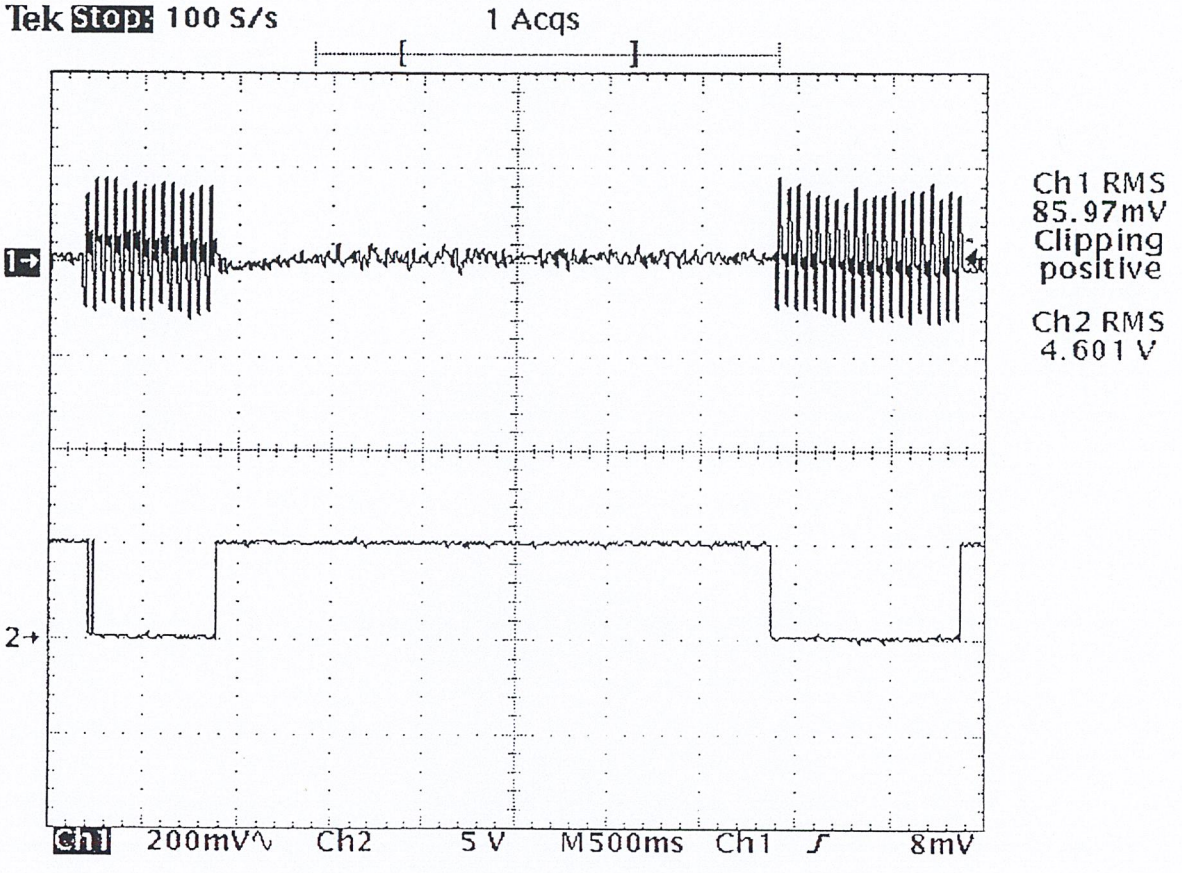



รูปที่ 4.3 แสดงวงจรของสัญญาณหมุนหมายเลข

จากรูปที่ 4.3 ข้างบนนั้นเป็นสัญญาณหมุนหมายเลขซึ่งจะเกิดขึ้นในขณะที่ยกหูโทรศัพท์และทางชุมสายก็จะส่งสัญญาณนี้มาเพื่อเป็นการบอกว่าอุปกรณ์ปลายทางพร้อมแล้ว วงจรตรวจจับก็จะทำการตรวจจับสัญญาณนี้ โดยถ้ามีสัญญาณนี้เกิดขึ้นเอาท์พุตที่ออกมาก็จะมีค่าเป็น 0 โวลต์ สามารถแทนด้วยระดับลอจิก “0” และถ้าไม่นี้มีสัญญาณเอาท์พุตก็จะมีค่าเป็น 5 โวลต์ สามารถแทนด้วยระดับลอจิก “1” ซึ่งช่วงเวลาในการเกิดนั้นจะยาวไปตลอดจนกว่าจะเริ่มป้อนเลขหมายเข้ามา

## 4.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณเสียงเรียกกลับ

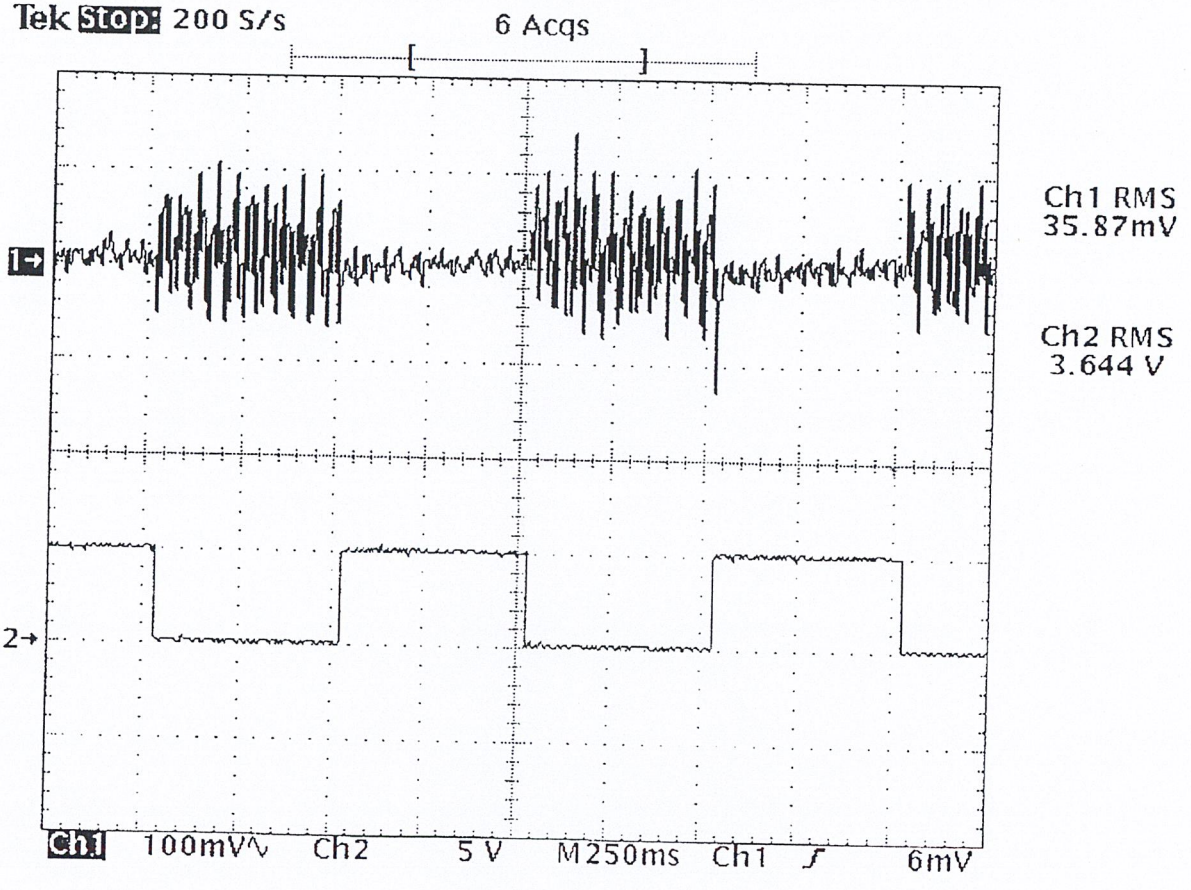
จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าสัญญาณเรียกกลับนี้จะมีลักษณะของสัญญาณคล้ายกับวงจรตรวจจับสัญญาณหมุนหมายเลข คือ จะมีค่าเป็นลอจิก "0" ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณเรียกกลับ 400 Hz เข้ามา แต่จะแตกต่างกันที่ช่วงของระยะเวลาการเกิดของสัญญาณเท่านั้น คือสัญญาณเรียกกลับจะเกิด 1 วินาที และหยุด 4 วินาที




รูปที่ 4.4 แสดงตรวจสอบสัญญาณเสียงเรียกกลับ

## 4.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง

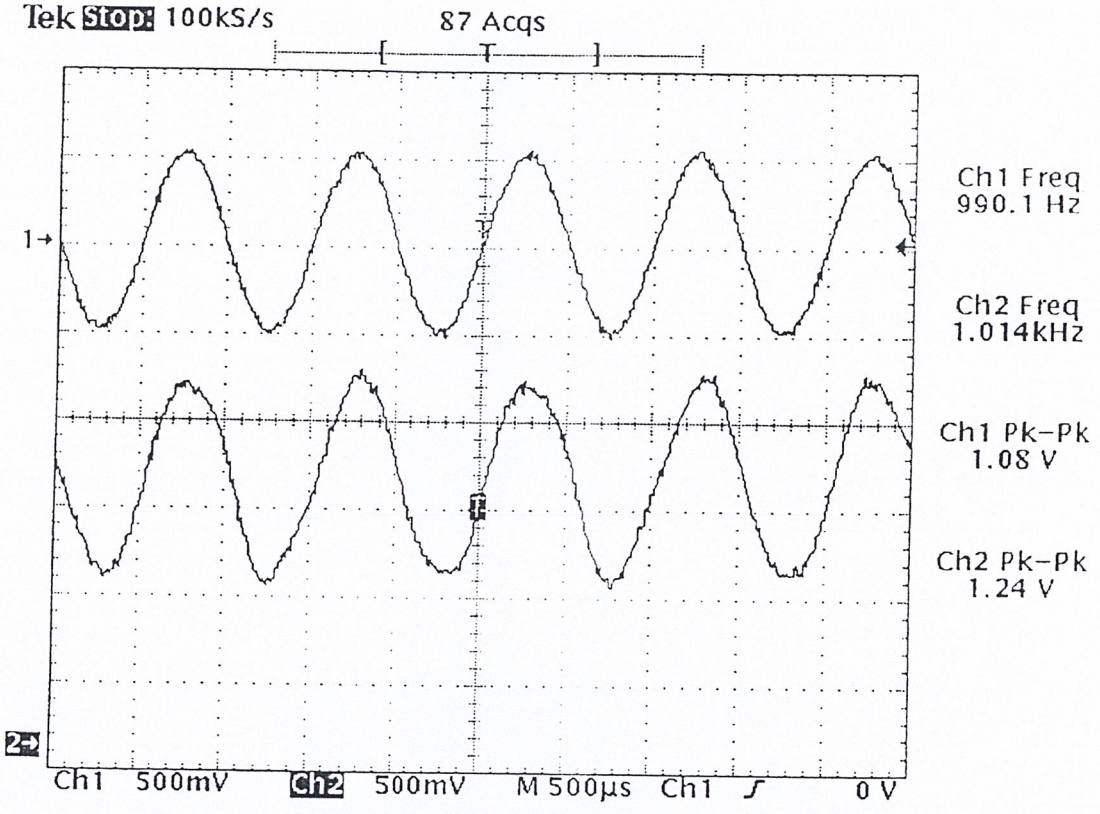
จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าผลการทดลองที่ได้จากวงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่างนั้นก็จะมีลักษณะเหมือนกับ 2 วงจรที่แล้ว คือจะให้เอาท์พุตมีค่าเป็น “0” ก็ต่อเมื่อมีความถี่ 400 เฮิรตซ์ เข้ามาระยะเวลาในการเกิดสัญญาณ 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที




รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณที่ได้จาวงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง

## 4.6 วงจรส่วนของการตอบรับอัตโนมัติ

เมื่อต่อวงจรส่วนบันทึกและเล่นกลับ ดังรูปที่ 3.7 แล้วทำการบันทึกสัญญาณไซน์เวฟความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ โดยมีขนาดแอมปลิจูดเท่ากับ 1 โวลต์พีคทูพีค จากนั้น จึงทำการเล่นกลับโดยวัดสัญญาณที่ขา SP+ เทียบกับกราวด์ ได้สัญญาณออกมาดังรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.6 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากการเล่นกลับของ ISD 2590

# บทที่ 5
# สรุปผลและวิจารณ์

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการทดลองจะได้ว่า วงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ทั้งสี่วงจร นั่นก็คือ วงจรตรวจสอบการยกหู ตรวจสอบสัญญาณเรียกเข้า ตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง,หมุนหมายเลข, สัญญาณเสียงเรียกกลับ และวงจรถอดรหัสดีทีเอ็มเอฟ นั้นสามารถที่จะดีเทกสัญญาณเพื่อส่งข้อมูลเป็นลอจิก " 0 " และลอจิก " 1 " โดยแทนด้วยแรงดัน 0 โวลต์ และ 5 โวลต์ ให้กับพอร์ทต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

2. ในส่วนของวงจรตอบรับอัตโนมัตินั้น พบว่าเมื่อมีการบันทึกข้อความลงในไอซีบันทึกเสียงแล้วก็สามารถเล่นกลับได้ โดยตำแหน่งของเสียงนั้นจะขึ้นอยู่กับการกำหนดแอดเดรส โดยในการทดลองนี้ได้เซ็ตแอเดรสไว้ที่ แอดเดรสเริ่มต้น

## 5.2 วิจารณ์

ในการทดลองโครงงานนี้มีปัญหาที่สำคัญก็คือ สัญญาณโทรศัพท์ที่ได้ผ่านตู้สาขาของสถาบันมา ซึ่งจะมีแรงดันที่อินพุทของโทรศัพท์ที่วัดได้ ต่ำเพียง 30 โวลต์ในขณะวางหู และในขณะยกหูมีแรงดันประมาณ 6 โวลต์เท่านั้น ทำให้การออกแบบวงจรดีเทกสัญญาณการยกหู ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับแรงดันโทรศัพท์ที่ยังไม่ผ่านตู้สาขานั้นใช้ไม่ได้ จึงต้องมีการออกแบบใหม่ให้เหมาะสมกับแรงดันที่วัดได้ที่สถาบัน

ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ สัญญาณหมุนหมายเลขที่ผ่านมายังห้องที่ทำการทดลองนั้นจะไม่เป็นสัญญาณรูปคลื่นไซน์ 400 เฮิรตซ์ เพียงสัญญาณเดียวเหมือนกับสัญญาณที่ยังไม่ผ่านตู้สาขา ซึ่งเป็นเพราะมีสัญญาณรบกวนมากนั่นเอง ทำให้การทดลองในส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณสายไม่ว่าง,หมุนหมายเลข และสัญญาณเรียกกลับ ซึ่งใช้หลักการเฟสล็อคลูปความถี่ 400 เฮิรตซ์ นั้นมีปัญหากล่าวคือไม่สามารถล็อคความถี่ได้เลย จึงต้องเปลี่ยนสถานที่ทดลองมาใช้สถานที่ ที่มีสัญญาณโทรศัพท์ที่ไม่มีสัญญาณรบกวน

# บทที่ 6
# การนำไปพัฒนา

สำหรับในโครงงานนี้ได้สำเร็จไปในส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งสามารถตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ในสภาวะต่าง ๆ ให้กับระบบควบคุมได้ โดยสร้างพัลส์ส่งไปยังพอร์ท ของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ดังนี้

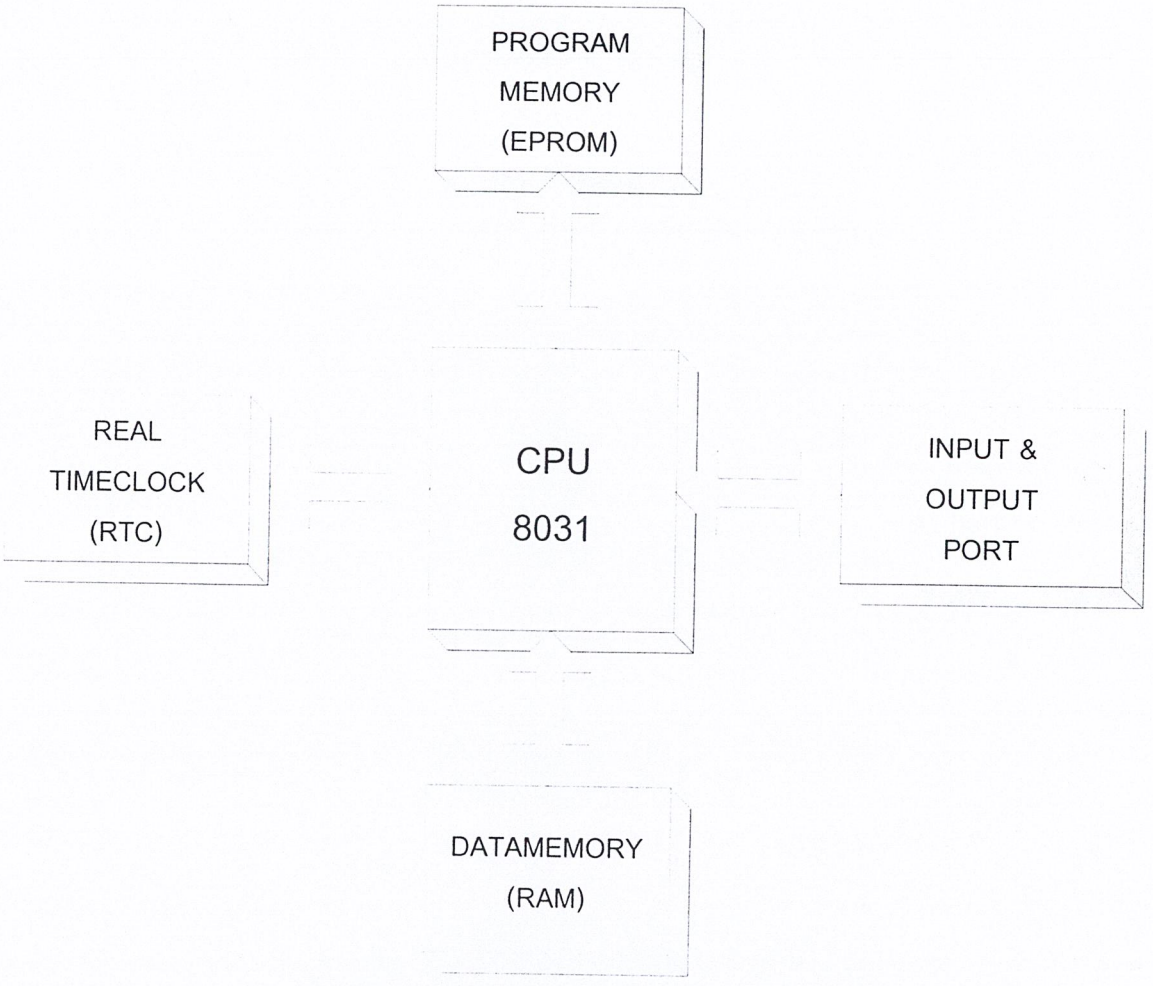
1. ตรวจสอบการยกหู
2. ตรวจสอบเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า
3. ตรวจสอบเมื่อมีสัญญาณ สายไม่ว่าง สัญญาณหมุนหมายเลข และเสียงเรียกกลับ
4. สามารถถอดรหัสดีทีเอ็มเอฟได้ ทำให้สามารถตรวจสอบหมายเลขในการโทรออก

นอกจากวงจรตรวจสอบสัญญาณต่าง ๆ แล้ว ในโครงงานนี้ได้ทำการทดลองในส่วนของการใช้วงจรบันทึกเสียงได้โดยใช้สวิตช์ภายนอก และสามารถฟังได้โดยการกดฟังโดยใช้สวิตช์ภายนอก

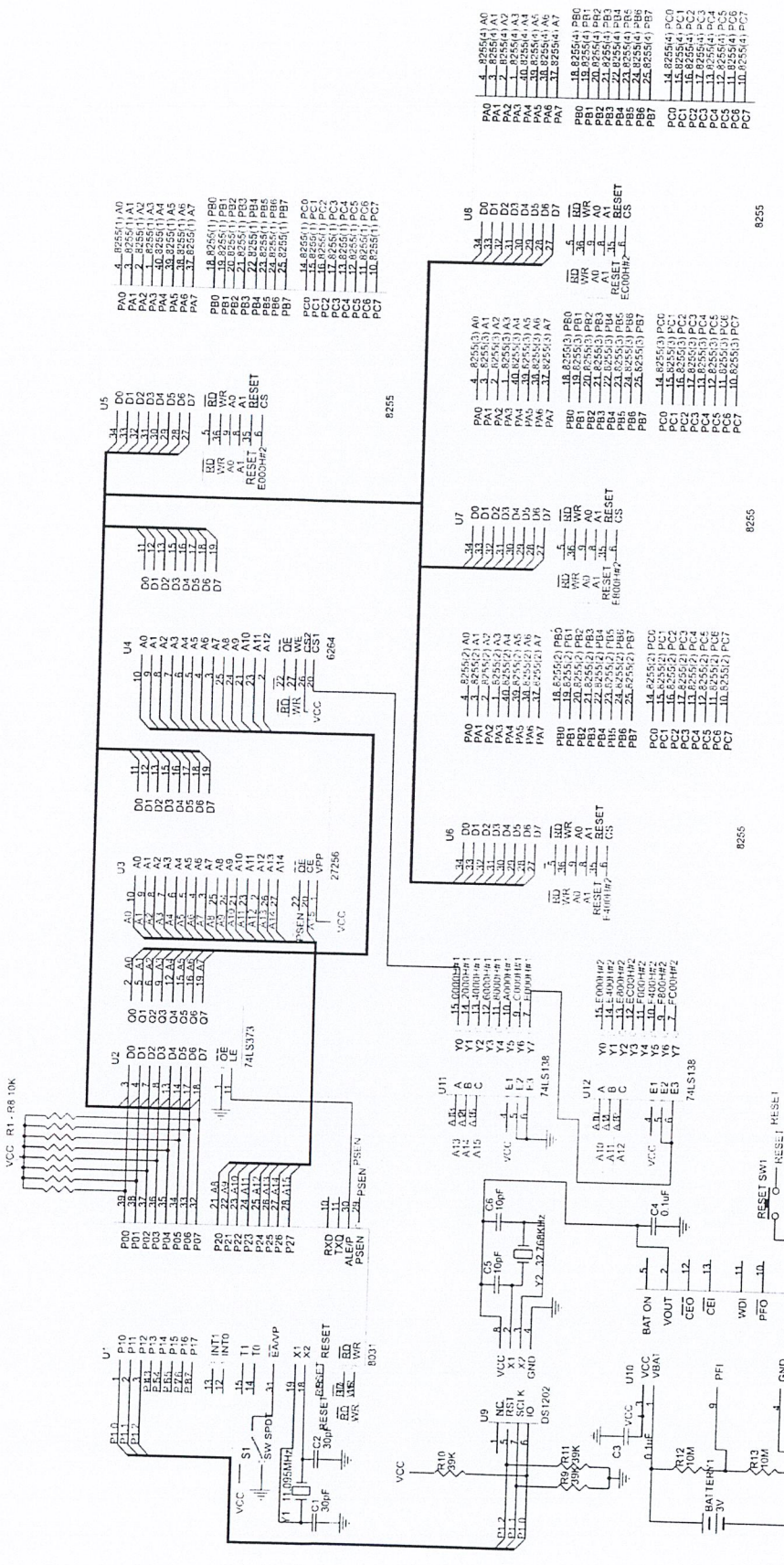
จากผลสำเร็จในส่วนดังกล่าว ทำให้สามารถนำโครงงานนี้ไปพัฒนาต่อ ในส่วนของการเขียนโปรแกรมความคุมระบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ตามที่ได้ออกแบบระบบเอาไว้ข้างต้นแล้ว โดยจะสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมในส่วนต่าง ๆ ให้ได้การทำงานตามที่ต้องการได้ ไม่ว่าจะเป็นการเช็คสถานะต่าง ๆ แล้วแสดงผลออกทางจอแอลซีดี การบันทึกข้อความตอบรับอัตโนมัติผ่านทางสัญญาณโทรศัพท์ การบันทึกการใช้โทรศัพท์แล้วแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ หรือการป้องกันการใช้โทรศัพท์การคนอื่นโดยการกำหนดให้มีการใช้รหัสผ่านก่อนการโทร ซึ่งในโครงงานนี้ได้ออกแบบการต่อพอร์ตต่าง ๆ ของไมโครคอน โทรลเลอร์ให้มีหน่วยความจำภายนอก และภายใน เพียงพอต่อการใช้งานแล้ว

ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการทดลองและใช้งานจริงได้ ซึ่งส่วนประกอบของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ จะมีส่วนประกอบดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 6.1 ดังนี้

- ส่วนโปรแกรมเมมโมรี ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน
- ส่วนดาต้าเมมโมรี ใช้สำหรับเป็นหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของการใช้โทรศัพท์ที่เราต้องการ
- ส่วน RTC เป็นส่วนของการสร้างฐานเวลาเพื่อใช้ในการสร้างเวลาอ้างอิงของระบบ
- ส่วนอินพุตและเอาท์พุตพอร์ต เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกันไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ 8255 เป็นตัวเชื่อมต่อ ในที่นี้จะใช้ 4 ตัวด้วยกันซึ่งแบ่งแอดเดรสในการใช้งานดังนี้

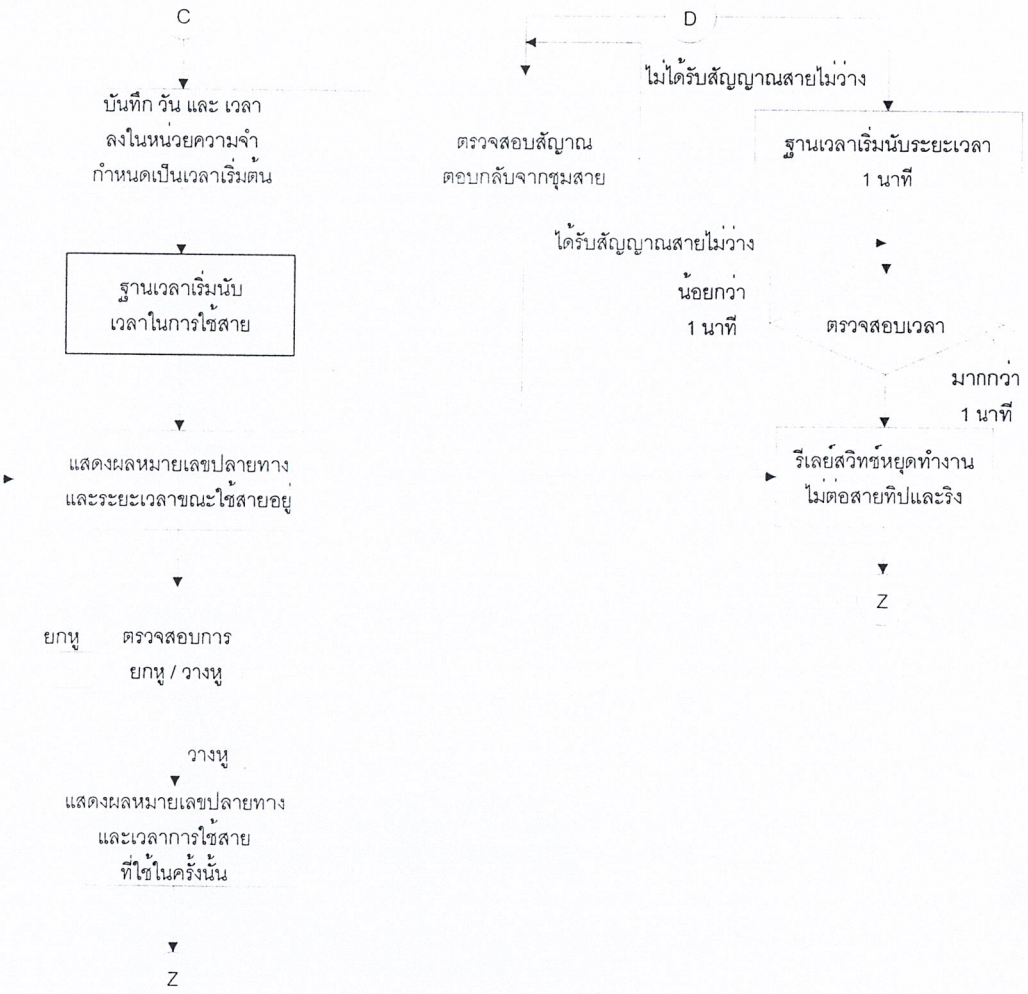



รูปที่ 6.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 6.2 แสดงการต่อระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

# 6.1 แผนผังการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์


C
บันทึก วัน และ เวลา
ลงในหน่วยความจำ
กำหนดเป็นเวลาเริ่มต้น
ฐานเวลาเริ่มนับ
เวลาในการใช้สาย
แสดงผลหมายเลขปลายทาง
และระยะเวลาขณะใช้สายอยู่
ยกหู
ตรวจสอบการ
ยกหู / วางหู
วางหู
แสดงผลหมายเลขปลายทาง
และเวลาการใช้สาย
ที่ใช้ในครั้งนั้น
Z
D
ไม่ได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง
ตรวจสอบสัญาณ
ตอบกลับจากชุมสาย
ฐานเวลาเริ่มนับระยะเวลา
1 นาที
ได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง
น้อยกว่า
1 นาที
ตรวจสอบเวลา
มากกว่า
1 นาที
รีเลย์สวิทช์หยุดทำงาน
ไม่ต่อสายทิปและริง
Z

# หนังสืออ้างอิง

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบ Flash Microcontroller ฉบับ AT89C5x ของ Atmel. กรุงเทพมหานคร: บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

ทศพล ปานกรด, ธงชัย มลิวัลย์ และธีรวุฒิ ศรีรัตนมงคล. ปริญญานิพนธ์ เครื่องอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์ Facilities Via Telephone. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544.

พรชัยยศ ศรีปัญญาพงศ์. ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์บริการและพัฒนาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.