สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์

TELEVOTING



โดย

นายเสกสรรค์ พวงซ้อน

นายอนุพัฒน์ เจือสุวรรณ

นายอุกฤษ กุลวิทิต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50100
วัน,เดือน,ปี 21 มิ.ย. 2547

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์
TELEVOTING

โดย

นายเสกสรรค์ พวงซ้อน 42010412

นายอนุพัฒน์ เจือสุวรรณ 42010428

นายอุกฤษ กุลวิทิต 42010447

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์**

TELEVOTING

ผู้จัดทำ

1. **นายเสกสรรค์ พวงช้อน 42010412**
2. **นายอนุพัฒน์ เจือสุวรรณ 42010428**
3. **นายอุกฤษ กุลวิทิต 42010447**

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(**รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค**)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(**ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์**)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์

TELEVOTING

โดย 1. นายเสกสรรค์ พวงซ้อน 42010412

2. นายอนุพัฒน์ เจือสุวรรณ 42010428

3. นายอุกฤษ กุลวิทิต 42010447

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

2. รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารทางด้านระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ มีวิวัฒนาการก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในการสื่อสาร จึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เข้ากับวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน

ในส่วนของโครงงานนี้ได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบโทรศัพท์ เพื่อการสำรวจข้อมูลความคิดเห็นในงานด้านต่างๆผ่านทางโทรศัพท์ และบันทึกจัดทำเป็นฐานข้อมูล สำหรับการโหวตลงคะแนนความคิดเห็นนั้น ได้แบ่งออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ

1. แบบ 1 คน โหวตได้เพียง 1 ครั้ง
2. แบบ 1 คน โหวตได้ตามต้องการ

โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการยกหู–วางหูโทรศัพท์, ระบบเสียงตอบรับอัตโนมัติ และการส่งหมายเลขจากการกดแป้นคีย์โทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 ในการควบคุมการจัดการระบบฐานข้อมูลการลงคะแนนเสียงต่างๆ ร่วมกับโปรแกรมฐานข้อมูลคือ Microsoft Access 2002

Abstract

In the present, the communication technology about the telephone and computer system that have progress so much. So that, to increase efficiency and convenient in the communication. The new technology is brought to develop and comply to match the object.

This project brings the computer system be applied with the telephone system for voting (called televoting) and storage into database. Televoting can be separated to

1. One man for one voted.
2. One man for any voted.

By microcontroller is used to control hook-off and hook-on the phone, control automatic answering system and send DTMF keys to computer. Visual basic and Microsoft access 2002 are used to database.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 หน้าที่ภาคต่าง ๆ ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	3
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ส่วนโทรศัพท์	4
2.2 ส่วนของการตอบรับและการฝากข้อความ	14
2.3 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์ (IC Timer 555)	19
2.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	22
2.5 การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม	25
2.6 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	32
2.7 การเชื่อมโยงทางแสง	45
2.8 ส่วนฐานข้อมูล	49
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	52
3.1 บทนำ	52
3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคของวงจรควบคุมระบบ (Control System)	52
3.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคสถานะของโทรศัพท์ (Line Status)	53
3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาค ISD บันทึกเสียง (ISD)	54
3.5 การออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุมของระบบ	64
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	70
4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)	70
4.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record & Playback)	72
4.3 ผลการทดลองวงจร DTMF	73
4.4 ส่วนแสดงผลทางคอมพิวเตอร์	74
4.5 ส่วนฐานข้อมูล	78
บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและแนวทางแก้ไข	81
5.1 ส่วนสรุปผลของโครงงาน	81
5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง	81
5.3 ส่วนแก้ไขและพัฒนา	81
ภาคผนวก	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบ 2

รูปที่ 2.1 แสดงไฟกระแสตรงเลี้ยงคู่สาย 5

รูปที่ 2.2 แสดงการหมุนหมายเลข 3 6

รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF 7

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์ 8

รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์ 10

รูปที่ 2.6 แสดงสัญญาณพื้นฐานระหว่างชุมสายกับชุมสาย 14

รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD2590 15

รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมและการกำหนดตำแหน่งของขา IC555 20

รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิล 29

รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ MCS-51 23

รูปที่ 2.11 (ก) แสดงคอนเน็คเตอร์แบบ DB-25 26
(ข) แสดงคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9

รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมต่อสายของนัลโมเด็ม 28

รูปที่ 2.13 แสดงรูปคลื่นของการส่งสัญญาณแบบอนุกรมด้วยระดับแรงดันของ TTL/CMOS 30

รูปที่ 2.14 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณที่รับ-ส่งผ่านพอร์ต RS-232 31

รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะขาและวงจรภายในชิพ RS-232 31

รูปที่ 2.16 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 32

รูปที่ 2.17 แสดงรูปรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม (SCON) 33

รูปที่ 2.18 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของพอร์ตอนุกรม 36
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รูปที่ 2.19 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของพอร์ตอนุกรม 38
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รูปที่ 2.20 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของพอร์ตอนุกรม 39
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รูปที่ 2.21 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของพอร์ตอนุกรม 40
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รูปที่ 2.22 แสดงวงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรม 44
ของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

รูปที่ 2.23 แสดงสัญลักษณ์ของออปโต้คัพเปลอร์ 45

รูปที่ 2.24 (ก) แสดงถึงแสงที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสไบอัสตรงไหลผ่าน 46
(ข) แสดงอิเล็กตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับปล่อยแสงออกมา

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำเนื้อหาไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ขอสงวนสิทธิ์ในการฟ้องร้องดำเนินคดีตามกฎหมายกับผู้ที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.25 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 48
รูปที่ 2.26 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง 48
รูปที่ 2.27 แสดงวิธีการสร้างไฟล์ฐานข้อมูล 50
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบ 57
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรควบคุมระบบ (Control System) 58
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector) 59
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรควบคุมสาย (Line Control) 60
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Receiver) 61
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record &Playback) 62
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขยายสัญญาณเสียงและวงจรสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching) 63
รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตตอนเริ่มต้นของการลงคะแนนเสียงผ่านทางโทรศัพท์ 64
รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง 65
รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น 66
รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล 67
รูปที่ 3.12 แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่าง MCS-51 กับ Visual Basic 68
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone) 70
Ch1: อินพุต สัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์
Ch2: เอาท์พุต สัญญาณที่ออกจาก TIMER555 (ขา3)
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone) 71
Ch1: อินพุต สัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์
Ch2: เอาท์พุตของไอซีเบอร์ MC14093 (ขา 4)
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณจาก ISD2590 72
Ch1: สัญญาณอินพุตให้กับส่วน Record
Ch2: สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากส่วน Playback
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างแสดงการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง 74
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างแสดงการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น 75
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างแสดงการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล 76
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างส่วนการจัดการฐานข้อมูล 77
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างส่วนการตั้งค่า Serial Port 78
รูปที่ 4.9 แสดงตาราง Election 78
รูปที่ 4.10 แสดงตาราง Database ของส่วน Election 79
รูปที่ 4.11 แสดงตาราง Open Voted 79
รูปที่ 4.12 แสดงตาราง Quiz 80

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.13 แสดงตาราง Database ส่วนฝากเบอร์โทรศัพท์กลับของ Quiz 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ 9

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม 27

ตารางที่ 2.3 แสดงหน้าที่ของขาสัญญาณแต่ละเส้น 27

ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งมาตรฐานของพอร์ตอนุกรม 29

ตารางที่ 2.5 แสดงรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม 29

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราบอดและค่าใช้ในการหาร 30

ตารางที่ 2.7 แสดงการเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรม 43
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อความที่บันทึกใน ISD1 55

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อความที่บันทึกใน ISD2 56

ตารางที่ 3.3 แสดงรหัสที่ MCS-51 และ Visual Basic ใช้ในการติดต่อกัน 69

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจร DTMF 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาวิวัฒนาการเทคโนโลยีทางด้านระบบสื่อสารโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วมีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เพื่อตอบสนองความต้องการอันไร้ขีดจำกัดของมนุษย์ในยุคข่าวสารข้อมูล (Information Age) การพัฒนาเทคโนโลยีโทรคมนาคมและระบบคอมพิวเตอร์ได้ผลักดันให้เกิดระบบและเครือข่ายสื่อสารโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์รูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมากมายหลายหลาก ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมมนุษย์ การพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ ของการให้บริการโทรคมนาคมไม่ว่าจะบริการตามสายหรือบริการไร้สาย

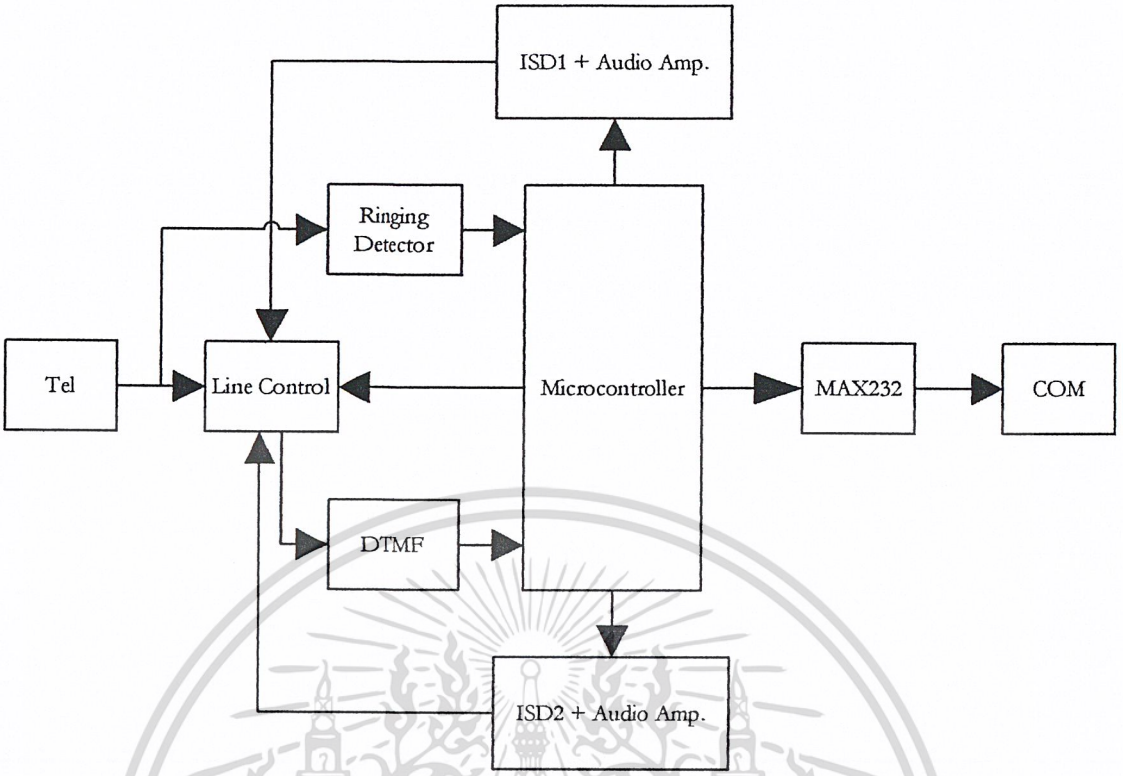
ในปัจจุบันมีหลายประเทศที่นำเอาระบอบประชาธิปไตยมาใช้ในการปกครองประเทศ และพื้นฐานของระบอบประชาธิปไตยนี้ก็คือ ประชาชนทุกคนสามารถมีสิทธิในการแสดงความคิดเห็นของตัวเองได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุดก็คือ มีการเลือกตั้ง ไม่ว่าจะเป็นการเลือกตั้งในระดับท้องถิ่นหรือระดับประเทศก็ตาม ล้วนแต่เป็นการนำเอาการรวบรวมหรือนำเอาการสำรวจความคิดเห็นมาใช้ ทั้งนี้ปัจจุบันการสัญจรและระยะทางในการเดินทางมาลงคะแนนหรือแสดงความคิดเห็นของประชาชนนั้นมีปัญหามากเนื่องจากปัญหาทางด้านจราจรที่คับคั่งมาก ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดซึ่งเป็นที่มาของโครงการนี้คือ ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์ (Televoting) โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดและ ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวเก็บบันทึกฐานข้อมูล สามารถใช้โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (Dual Tone Multi-frequency) เพื่อทำการแสดงความคิดเห็นหรือ Voted ได้ทันทีที่ศูนย์ข้อมูล (Database Center) ตามโครงงานกำหนดไว้ ด้วยบริการดังกล่าว จะทำให้เกิดความรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายและช่วยลดปัญหาความคับคั่งของการจราจรด้วย โดยที่ผู้ใช้บริการไม่ต้องเสียเวลาเดินทางมาทำการลงคะแนนเสียงหรือแสดงความคิดเห็นด้วยตัวเอง เป็นการพัฒนาและประยุกต์นำเอาระบบโทรศัพท์ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูล ซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน

1.2 หน้าที่ภาคต่าง ๆ ของโครงงาน

โครงงานนี้ การออกแบบโครงสร้างและระบบการทำงานสามารถอธิบายหน้าที่ภาคต่าง ๆ ของโครงการนี้เป็นบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ได้ดังรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบ

ภาคควบคุมระบบ (Control System)

ทำหน้าที่ควบคุมสภาวะการทำงาน การจัดการสัญญาณอินพุต-เอาต์พุตของระบบทั้งหมด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ทอนุกรมไปยังภาคบันทึกเก็บฐานข้อมูล (Database)

ภาคสถานะของโทรศัพท์ (Line Status) แบ่งเป็น

- *วงจรควบคุมสาย (Line Control)*

ทำหน้าที่รับสัญญาณจากภาคควบคุมระบบมาทำการควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay) เพื่อเป็นสวิทช์ตัดต่อระหว่างภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector) กับภาคอื่น ๆ ของโครงการ

- *วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)*

ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ เมื่อมีผู้ใช้บริการเรียกเข้ามายังเบอร์ของโครงงานที่ได้กำหนดไว้ แล้วส่งสัญญาณให้ภาคแสดงสถานะสาย (Line Status) ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับทราบว่าจะมีการเริ่มต้นทำงานของระบบ

- *วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Receiver)*

เพื่อทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่รับมาจากคู่สายโทรศัพท์ที่ผู้ใช้บริการกดหมายเลขโทรศัพท์เข้ามาแล้วแปลงเป็นรหัส BCD (Binary Code Decimal) ส่งให้ภาคควบคุมระบบ (MCS-51) รับทราบรหัสคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค ISD บันทึกเสียง (ISD)

- *วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ(Record & Playback)*

ทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณเสียงผ่านไปที่ผู้ใช้ระบบเพื่อทำการโต้ตอบกับผู้ที่เข้ามาใช้งานในระบบให้สำเร็จลุล่วงจุดประสงค์

- *วงจรขยายสัญญาณเสียงและภาคสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching)*

ทำหน้าที่เพื่อขยายสัญญาณอนาล็อกซึ่งเป็นสัญญาณเสียงให้มีกำลังเพิ่มขึ้นเพื่อส่งผ่าน Transformer matching สู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ

ภาคเก็บบันทึกฐานข้อมูล (Database)

ทำหน้าที่เป็นฐานเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) เป็นตัวเก็บบันทึกแฟ้มข้อมูล (File Data)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้ การออกแบบโครงสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ

1. การออกแบบโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในการจัดทำโครงงานนี้ ได้ดำเนินการออกแบบวงจร และทดลองผลการทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ ดังนี้คือภาค Control System, ภาค Line Status, ภาค ISD บันทึกเสียงและ ภาคเก็บบันทึกฐานข้อมูล (Database)

2. การออกแบบโครงสร้างทางซอร์ฟแวร์(Software)

จะดำเนินการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานทั้งหมดของฮาร์ดแวร์ และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic Version 6.0 สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทำหน้าที่ควบคุม การจัดการระบบแฟ้มข้อมูล ซึ่งจะทำการเขียนโปรแกรม คู่กับโปรแกรมฐานข้อมูลคือ Microsoft Access 2002 สำหรับการจัดการฐานข้อมูลการลงคะแนนเสียงต่างๆ

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้คือเพื่อศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ทางด้านทฤษฎีและขั้นตอนการปฏิบัติงานการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีสำหรับควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic Version 6.0 สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ การออกแบบวงจรควบคุมสัญญาณจากวงจรต่าง ๆ ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และสามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหน่วยงาน หรือองค์กรต่าง ๆ ได้จริงเช่น การเลือกตั้งผู้แทน ประชาพิจารณ์ การร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัลต่างๆ และการสำรวจความคิดเห็นต่างๆ โดยสามารถเก็บบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูล (Data File Record) บนฐานข้อมูล (Database) เพื่อการเรียกดู สรุปผล หรือการจัดการกับข้อมูลต่างๆเหล่านี้ได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ส่วนโทรศัพท์

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับการโทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวก รวดเร็ว และให้ข่าวสารที่ชัดเจนฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก จึงเป็นที่นิยมกันอย่างมาก โทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ทั่วๆไป มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบหมุน และแบบสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบกดปุ่ม ซึ่งระบบโทรศัพท์แบบหมุนเป็นระบบแบบดั้งเดิม ซึ่งในปัจจุบันกำลังจะเลิกใช้งานแล้ว โดยระบบกดปุ่มได้เข้ามาได้รับความนิยมแทน และใช้งานกันมากหน้าที่ของระบบโทรศัพท์ ทั้งสองระบบจะมีลักษณะเหมือนๆ กัน จะต่างกันตรงที่ระบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกันสองความถี่ ส่วนระบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกันสองความถี่ ส่วนระบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์แบ่งออกเป็น สองกรณี คือผู้เรียก (Calling) กับ ผู้ถูกเรียก (Called)

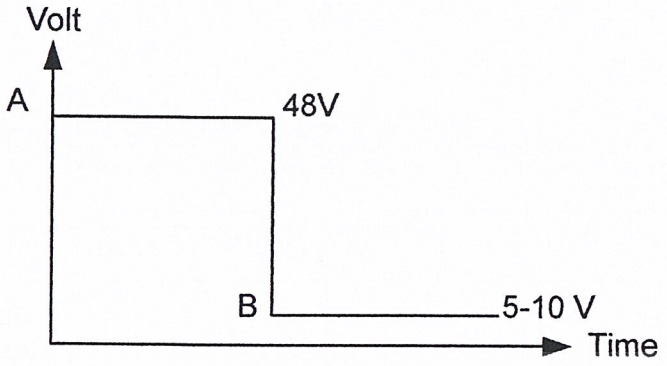
กรณีผู้เรียก (Calling Subscriber)

ขณะที่หูโทรศัพท์วางไว้นั้นจะมีไฟกระแสตรงตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์อยู่ +48 โวลต์และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นไฟกระแสที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะตกลงมาเหลือ 5 – 10 โวลต์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้น ก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสายที่เราได้ยินคือสัญญาณ Dial Tone แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนเลขหมายได้หรือพร้อมที่จะกดหมายเลขได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่างผู้เรียกจะได้ยินเสียง Busy tone ในกรณีที่สายคู่เลขหมายจะถูกเรียกว่างคือชุมสายจะต่อหมายเลขที่เรียกให้ได้ยินสัญญาณ Ring Back Tone หรือ Ringing Tone แสดงหมายเลยที่เรียกไปพร้อมจะพูดได้ให้คอยจนกว่าผู้เรียกจะยกหูรับ

กรณีผู้ถูกเรียก (Called Subscriber)

ขณะที่คู่สายว่างจะมีไฟกระแสตรงคร่อมคู่สาย+48โวลต์และเมื่อมีการเรียกเลขหมายทางชุมสายจะต่อให้จะส่งสัญญาณเรียก Ringing เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110 – 150 โวลต์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ทำให้วงจรภายในของเครื่องรับโทรศัพท์มีอินพีแดนซ์ ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสายในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณ Ringing และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ช่วง A ขณะที่ว่างคู่สายโทรศัพท์อยู่มีไฟ DC ตกคร่อม +48 โวลต์

ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5 – 10 โวลต์

รูปที่ 2.1 แสดงไฟกระแสตรงเลี้ยงคู่สาย

2.1.2 เครื่องโทรศัพท์และหน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

- ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น
- ทำหน้าที่ส่งสัญญาณโค้ด ที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก
- ทำหน้าที่รับเสียงโทน ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
- ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียก (Hook on) ไปยังชุมสาย

2.1.3 องค์ประกอบของเครื่องโทรศัพท์

องค์ประกอบของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- ส่วนรับ-ส่ง สัญญาณเสียงพูด
- ส่วนกำเนิดโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก
- ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย

ส่วนรับ-ส่ง สัญญาณเสียงพูด

เครื่องโทรศัพท์ที่ติดตั้งอยู่ปลายสายด้านผู้เช่า เปลี่ยนเสียงพูดเป็นกระแสไฟฟ้า และมีชื่อเรียกว่า “กระแสเสียงพูด” ซึ่งจะถูกส่งผ่านสายและแผงอุปกรณ์สวิตชิ่งของชุมสาย ไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางอีกด้านหนึ่ง เครื่องโทรศัพท์ที่ได้รับกระแสเสียงพูดจะสร้างเสียงพูดเดิมกลับขึ้นมาใหม่ นั่นคือ เราสามารถติดต่อระหว่างจุดที่อยู่ห่างกันได้ด้วยเครื่องโทรศัพท์

วงจรเสียงพูด

เครื่องส่งทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสตรง และเครื่องรับทำงานด้วยการรับกระแสไฟสลับ เมื่อกระแสไฟตรงไหลในขดลวดเครื่องรับ ทิศของฟลักซ์แม่เหล็กทั้งสองคือกระแสในขดลวดและของแม่เหล็กถาวร อาจต้านหรือเสริมกันเป็นครั้งคราว ในกรณีต้านกัน แรงดึงแผ่นไดอะแฟรมจะอ่อนมาก และเมื่อมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมกันแรงดึงจะมีค่าสูงขึ้น จึงสามารถทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นได้ ขณะเมื่อมีกระแสไฟตรงไหลในขดลวดของเครื่องรับด้วย กระแสส่งเป็นกระแสพัลส์ ซึ่งประกอบด้วยกระแสไฟสลับและกระแสไฟตรงซ้อนทับกัน กระแสนี้จึงไม่สามารถทำให้เครื่องรับทำงานได้ดีพอ

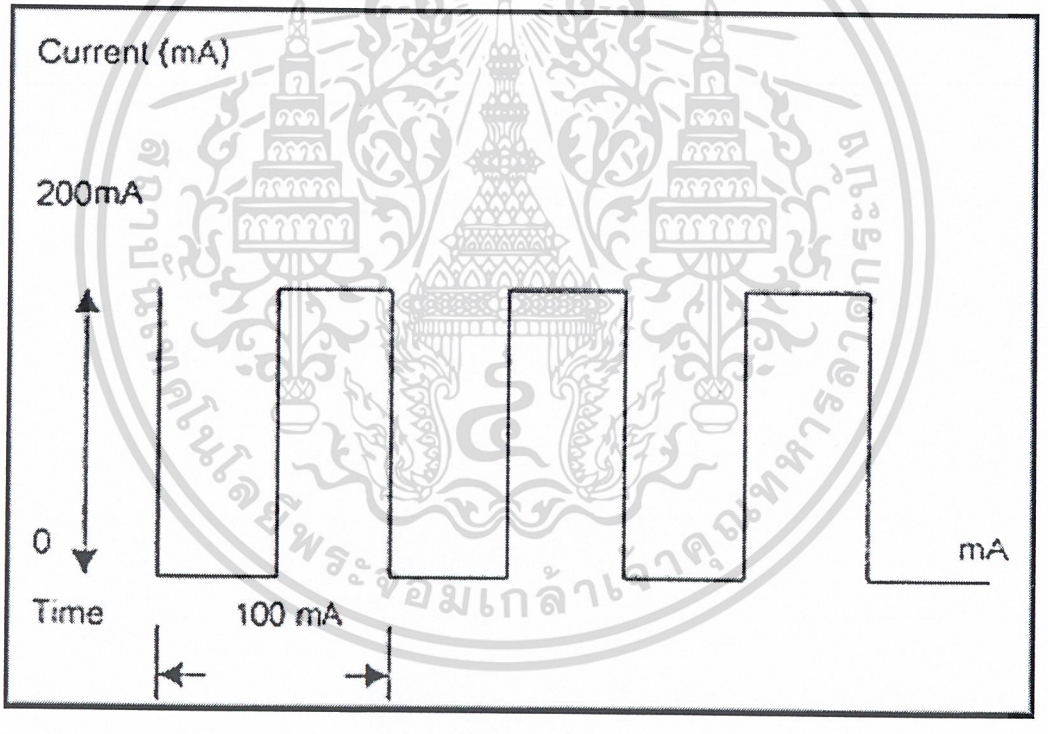
ดังนั้นเราจึงต่อขดลวดเหนี่ยวนำในวงจรด้านเครื่องรับให้เป็นวงจรทุติยภูมิ รวมเครื่องรับไว้ด้วย ส่วนของกระแสที่เป็นไฟตรงจะไม่ผ่านไปยังวงจรทุติยภูมิ หรือนั่นคือมีแต่ส่วนไฟสลับของกระแสพัลส์เท่านั้น ที่ถูกเหนี่ยวนำในวงจรทุติยภูมิ เพื่อไปกระทำต่อแผ่นไดอะแฟรมได้อย่างเพียงพอ ขณะที่มีแรงดึงที่ถูกต้องจากแม่เหล็กถาวรด้วย จึงทำให้เราได้รับเสียงจากเครื่องรับอย่างไม่บิดเบือน

ส่วนกำเนิดสัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียก

ส่วนกำเนิดสัญญาณโค้ดเลขหมายของผู้ถูกเรียกแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. แบบหมุน (Rotary Dial)

โทรศัพท์ชนิดนี้สร้างสัญญาณจากกระแสลูป โดยต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิตช์ ทำหน้าที่เปิด และปิดเข้ากับกลไกการหมุนเลขหมายภายในเครื่อง ทำให้กระแสพัลส์ตอบสนองเข้ากับหมายเลขที่หมุนดังรูป



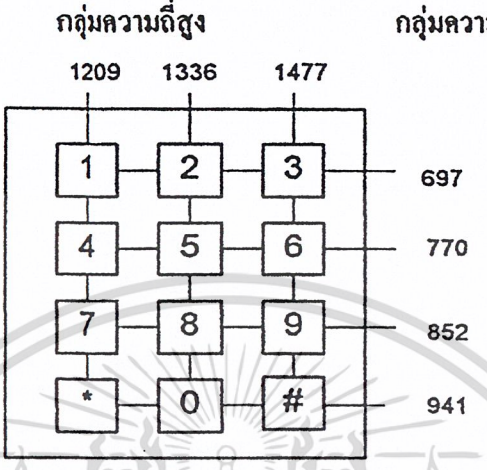
รูปที่ 2.2 แสดงการหมุนหมายเลข 3

จากรูป ช่วงพัลส์แต่ละลูกจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที และจากการใช้มือหมุนพบว่าช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนหมุนแต่ละเลขมีค่าประมาณ 0.5 วินาทีถึง 3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบกดปุ่ม (Touch Tone)

โทรศัพท์ชนิดนี้สร้างสัญญาณDTMF (Dual Tone Multiple Frequency) ในการส่งเลขหมายโดยการกดแต่ละหมายเลขบนหน้าปัดโทรศัพท์ จากการกดปุ่มจะมี 2 ความถี่ส่งออกไปพร้อมกัน ซึ่งค่าต่างๆ แสดงได้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF

ความถี่แต่ละคู่ที่ออกไป จะมีค่าประมาณ 40 มิลลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลลิวินาที เป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ประมาณ 10 เท่า

การทำงานคือ เมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง จะประกอบด้วย Tone เสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้าน Column และ Row ตามลำดับ) ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ด้วยกัน จากปุ่มกดจะพบว่าหมายเลข 1, 2, 3 อยู่ใน Row ที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่ทาง Row (ความถี่ต่ำ) และความถี่ทาง Column (ความถี่สูง) ยกตัวอย่าง เช่น เมื่อกดปุ่มหมายเลข “5” จะอยู่ใน Column ของ 1366 Hz และ 770 Hz ดังนั้นจะได้ความถี่ Output ออกมา 2 ความถี่คือ 1336 Hz และ 770 Hz ซึ่งเรียกว่า DTMF

ดังนั้นในการสร้างวงจรเพื่อถอดค่ารหัสความถี่เหล่านั้น ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ คือ ไอซีเบอร์ MT8870 ของบริษัท Intel ซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงให้เป็นค่าเลขฐานสองขนาด 4 บิต ดังนั้นโครงงานนี้จึงเลือกใช้ IC เบอร์นี้ทำเป็นวงจรถอดรหัส DTMF

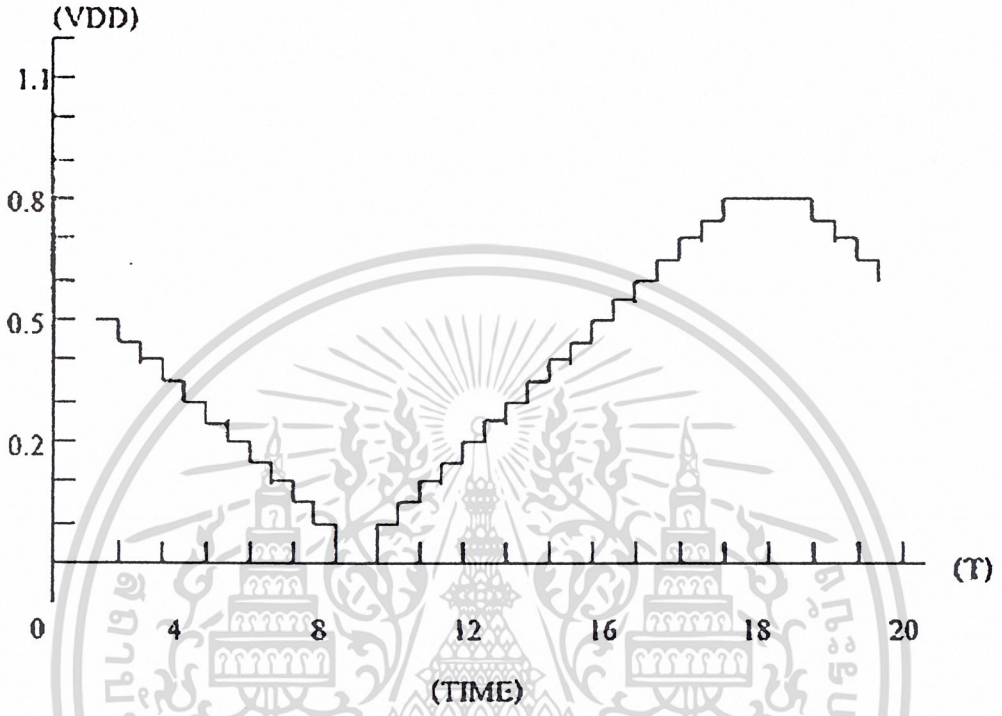
<u>ข้อดีของการส่งสัญญาณแบบ DTMF</u>

1. ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
2. สามารถใช้วงจรที่ประกอบด้วยอุปกรณ์โซลิดสเตทได้ ทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
3. ลดอุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำภายในชุมสายโทรศัพท์
4. การส่งเลขหมายให้กับชุมสายโทรศัพท์ไม่เกิดความผิดพลาดเพราะใช้ 2 ความถี่ในการส่งทำให้ ไม่ผิดพลาดในการกดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870 DTMF DECODER

IC เบอร์ MT8870 นี้จะทำหน้าที่ รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog) 2 ความถี่ ได้อย่างดีถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มโทรศัพท์แบบทัชโทนจะมีลักษณะไม่เป็นคลื่นซายน์ที่แท้จริงดังรูปที่ 2.7 IC เบอร์นี้ก็ยังสามารถยอมรับและถอดรหัสออกมาได้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์

สำหรับวงจรถอดรหัส DTMF นั้น เมื่อผู้เรียกกดรหัสหมายเลขเข้ามา หลังจากได้รับการตอบรับเรียบร้อยแล้ว สัญญาณความถี่สองความถี่ที่ผสมกันมาจะเข้าสู่วงจรถอดรหัส DTMF(MT8870) เมื่อถอดรหัสแล้วจะได้เอาต์พุตออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิต แล้วส่งไปยังส่วนควบคุมระบบเพื่อส่งควบคุมภาคอื่นต่อไป

Digit	Toe	INH	Est	Q4	Q3	Q2	Q1
ANY	H	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0

TABLE – FUNCTIONAL DECODE TABLE

L = LOGICLOW H = LOGIC_HIGH

Z = HIGH_IMPEDANC X = DON'T_CARE

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

คุณสมบัติของ MT8870

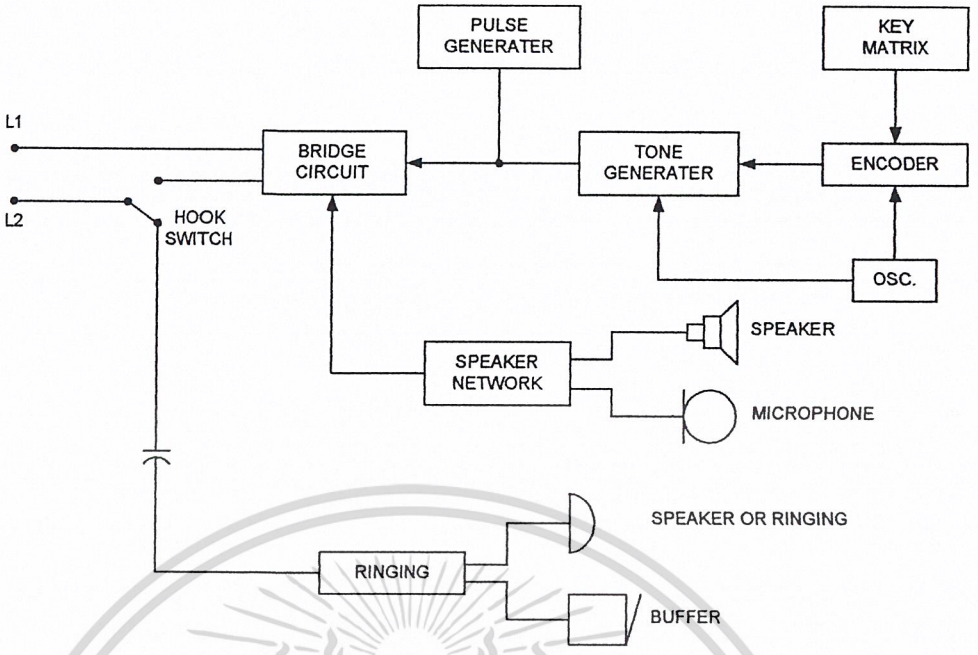
- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.1.4 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.5 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในโทรศัพท์ โดยการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์อธิบาย ได้ดังนี้

เครื่องโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ด้วยสาย L1 และสาย L2 หรือ Local Loop ซึ่งก็คือ สายส่ง 2 Wire ลวดตัวนำ 2 เส้นในเส้นลูปที่มีชื่อว่า Tip และ Ring โดย Ring จะต่ออยู่กับสัญญาณไฟ $48V_{DC}$ และ Tip จะต่อกับกราวนด์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ระดับแรงดันระหว่าง Tip – Ring จะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 9 โวลต์ วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสาย คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Bell or Ring) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรนี้มาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ชุมสายโดยตรง คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปรกติ Hook Switch จะเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสาย ผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลัง Hook Switch ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดเสียงเรียกอยู่หลัง Hook Switch ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเสียงเรียกได้ในขณะที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรเสียงเรียกจึงต่ออยู่กับชุมสายโทรศัพท์โดยตรง เมื่อเราวางหูโทรศัพท์ลงบน Hook Switch เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสาย สัญญาณเรียกจะผ่าน Hook Switch เข้าไปยังวงจรกำเนิดเสียงเรียก ทำให้วงจรทำงาน ส่วนที่เป็นลำโพงหรือบัสเซอร์ก็จะดังขึ้น เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ก็จะทำให้ Hook Switch ตัดวงจรเสียงเรียกออก และ Hook switch ก็จะต่อกับวงจรเสียงพูดแทน (Speech Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

Hook Switch

On – Hook

โดยทั่วไปแล้ว Ringer จะเชื่อมต่อ Tip (+) และ Ring (-) ทำให้สามารถรับสัญญาณ Incoming Call หรือสัญญาณสั่นกระดิ่งซึ่งส่งมาจากชุมสาย ส่วนวงจรที่เหลือ เช่น Dialing, Hybrid, Tx, Rx จะแยกออกจากสายโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์อยู่ในสถานะวางหู (On Hook) เมื่อ Handset อยู่ในสถานะวางหูจะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์ วงจร Ring จะมี Capacitor ป้องกันแระแสไฟตรงไหลผ่าน

Off – Hook

เมื่อ Handset ถูกยกจะมีสภาวะเป็น Off–Hook ทำให้เกิดกระแสลูป (Loop Current) ไหลแบตเตอรี่ของชุมสาย ผ่านเครื่องโทรศัพท์ และกลับมายังชุมสาย เมื่อมีกระแสไหลผ่านเพียงพอที่จะทำให้ชุมสายทราบได้ว่ามีการยกหูขึ้นที่ทางผู้ใช้ และหลังจากนั้นจะส่งสัญญาณ Dial Tone ไปให้ผู้เรียก

วงจรกำเนิดเสียงพูดจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังด้านรับฝ่ายตรงกันข้าม และจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามาจากฝ่ายตรงข้าม ให้เป็นสัญญาณเสียงพูดวงจร ส่วนนี้จะประกอบไปด้านวงจรที่จะใช้ควบคุมเสียงพูดที่จะย้อนกลับไปยังหูฟังของผู้พูด ให้มีความแรงของสัญญาณพอดี ในขณะที่เราพูดเข้าทางไมโครโฟนเราก็จะได้ยินเสียงของเราเองทางหูฟังด้วยเพื่อให้เราทราบว่าเสียงที่เราพูดนั้นแรงหรือค่อยเท่าไร วงจรในส่วนควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเสียงของเราเองไม่ให้ออกทางหูฟังแรงมากเกินไป เพราะถ้าดังเกินไปจะทำให้รำคาญ และยังกลบเสียงพูดของคู่สนทนาด้วย ขณะเดียวกัน ก็ควบคุมไม่ให้เสียงที่ย้อนกลับมาที่หูฟังเบาเกินไป เพราะจะทำให้ผู้พูดคิดว่าตัวเองพูดโทรศัพท์ค่อย ก็จะทำให้ผู้พูดใช้เสียงดังมากขึ้น ทำให้คู่สนทนาได้ยินเสียงดังเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ จะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ เพื่อส่งเลขหมายที่เรากดไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ที่เป็นระบบพัลส์

วงจรกำเนิดความถี่ จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่คู่ เพื่อทำหน้าที่ส่งหมายเลขไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่คู่หรือที่เรียกว่า DTMF

วงจร Hybrid จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรในส่วนอื่นๆ จะทำหน้าที่เป็นวงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ คือ ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ ให้สมดุลกับคู่สายโทรศัพท์ ปกติจะมีค่าอิมพีแดนซ์ประมาณ 600 โอห์ม หรืออาจเรียกวงจรนี้ว่า วงจรแปลงกลับไปมาระหว่าง 2 Wire กับ 4 Wire

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น Hook Switch จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสไหลจากชุมสายครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วยเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมจะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะทำการส่งสัญญาณหมุนไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อมา

2.1.5 การติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ในการติดต่อดังกล่าวมีวิธีการดังนี้

การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone call) หมายถึง การเรียกผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

ผู้ถูกเรียก (Called subscriber) หมายถึง ผู้ที่ทำการติดต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อแจ้งเลขหมายที่ต้องการจะทำการติดต่อได้

คู่สายโทรศัพท์ (Telephone line) หมายถึง สายนำสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า

วิธีติดต่อด้านผู้เรียก (Calling Subscriber)

ในสภาวะปกติเมื่อยังไม่มีการยกหู โทรศัพท์จะมีแรงดันไฟตรงที่คู่สายประมาณ -48 โวลต์ เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้นทำการกดหมายเลขเพื่อโทรเรียกไปยังผู้รับ จะทำให้ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงจาก -48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ชุมสายโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีการเริ่มต้นการใช้งานเกิดขึ้น ชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะกดหมายเลขของผู้ถูกเรียก ในขณะที่กดหมายเลขวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ ก็จะสร้างสัญญาณรหัสหมายเลขส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ตามหมายเลขที่กด ชุมสายจะทำการตัดสัญญาณให้หมุนออกทันทีที่ได้รับหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรก และเมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับทราบหมายเลขของผู้ถูกเรียกครบแล้ว ก็จะทำการกำหนดเส้นทางระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก เพื่อใช้ในการสนทนา แต่ถ้าหากคู่สายผู้ถูกเรียกไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) กลับไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถทำการติดต่อได้แล้ว เมื่อผู้ถูกเรียกทำการยกหู ชุมสายจะทำการยกเลิกสัญญาณเรียกกลับ การสนทนาจึงเริ่มต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีติดต่อด้านผู้ถูกเรียก (Called Subscriber)

ด้านผู้ถูกเรียกเมื่อมีการเรียกเข้ามา ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกที่มีความถี่ 25Hz และขนาดแรงดันประมาณ 100 V_{p-p} ไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ทำให้เครื่องโทรศัพท์ดังขึ้น ในกรณีที่ไม่มีผู้รับสาย สัญญาณกระดิ่งจะดังอยู่ประมาณ 15 ครั้ง หลังจากนั้นชุมสายจะทำการตัดสัญญาณ แล้วส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียกใหม่หรือวางหู ถ้าผู้ถูกเรียกทำการยกหูโทรศัพท์ ระดับแรงดันไฟตรงที่คู่สายโทรศัพท์จะเปลี่ยนจาก -48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เกิดสัญญาณตอบรับไปยังชุมสายโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกออกจากผู้ถูกเรียก เพื่อให้คู่สนทนาพูดคุยกันได้ ในตอนนี้หน้าที่การทำงานของชุมสายในส่วนของการควบคุมก็จะหยุดลง มิเตอร์สำหรับเก็บค่าบริการของชุมสายก็จะเริ่มทำงาน

เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง คู่สนทนาก็จะทำการวางหู ระดับแรงดันของคู่สายโทรศัพท์ก็จะเปลี่ยนแรงดันกลับเป็น -48 โวลต์ ดังเดิม เกิดสัญญาณตอบรับไปยังชุมสายโทรศัพท์ให้รับรู้ว่าการสนทนาได้ยุติลง

2.1.5 สัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณ คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสาย กับชุมสาย

หน้าที่ทั่วๆ ไป ของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่

- การเตรียมพร้อม
- การส่งที่อยู่ของข่าวสาร
- การตรวจตรา
- การส่งสัญญาณข่าวสาร

<u>สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย</u>

a. สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

- <u>Off Hook</u> คือสภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพลูปปิดจะมีความต้านทานต่ำ
- <u>On Hook</u> คือสภาพผู้เช่าวางหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพลูปเปิดจะมีความต้านทานสูง
- <u>สัญญาณ Dialing</u> คือสภาพที่ผู้เช่าหมุนหมายเลขเข้าเครื่อง ถ้าเป็นเครื่องแบบหมุนจะเป็นพัลส์ที่มีค่าความต้านทานสูงและต่ำสลับกันไปตามที่หมุนเลขหมาย ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่ม สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งไปยังชุมสาย

b. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

- <u>Dialing Tone</u> คือสัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับโค้ดการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้ เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- <u>Busy Tone</u> คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้ยินสัญญาณนี้ แสดงว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง และถ้าได้ยินสัญญาณนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้ว แสดงว่าผู้ใช้ฝ่าย

ถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ ที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.3 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz

- Ringing Back Tone คือ สัญญาณที่ผู้ถูกเรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อกระทำได้สำเร็จ ในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่สัญญาณ 425 Hz โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

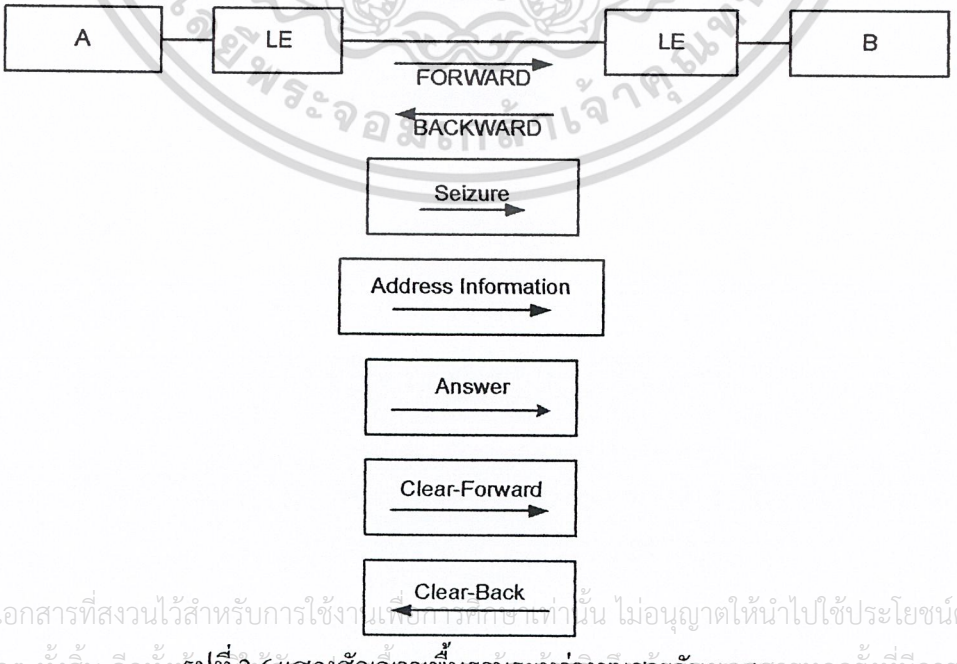
- Ringing Tone คือ สัญญาณต่อเนื่องความถี่สัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 โวลต์ โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เพื่อไปทำการให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ดัง เพื่อให้ฝ่ายรับทราบว่ามีการเรียกเข้ามา

- สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu Tone บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานเป็นต้น

c. สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย

จากรูปที่ 2.6 สัญญาณพื้นฐานมี 5 ประเภท คือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา
2. Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า
3. Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณตอบรับคือ เริ่มต้นคิดเงิน, ส่งสัญญาณคิดเงิน และตัดวงจรจับเวลาการใช้อุปกรณ์
4. Clear-Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ
5. Clear-Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มต้นจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน



รูปที่ 2.6 แสดงสัญญาณพื้นฐานระหว่างชุมสายกับชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนของการตอบรับและการฝากข้อความ

ในส่วนของการตอบรับและฝากข้อความนั้น ได้นำเอาไอซีอัดเสียงที่มีชื่อว่า ISD – 2590 เข้ามาประยุกต์ใช้โดยนำผ่านการควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

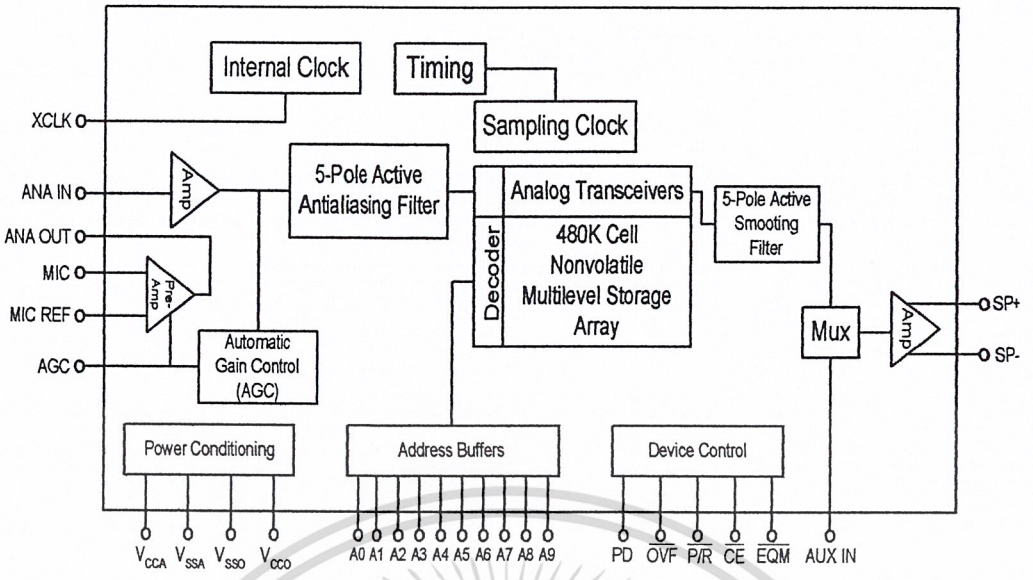
2.2.1 คุณสมบัติของ ISD – 2590

- ใช้ไอซีเพียงตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้
- ไม่ต้องมีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่น ๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับโดยให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- สามารถควบคุมการบันทึกและเล่นกลับได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
- สามารถต่อคาสเคด (cascade) กันเพื่อเพิ่มหน่วยความจำในการเก็บข้อมูลให้ได้มากขึ้น
- การทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- สามารถบันทึกซ้ำได้ถึง 100,000 ครั้ง
- วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบใช้งาน

2.2.2 โครงสร้างภายในของ ISD – 2590

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายต่อการใช้งานตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพง ก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้เสียหาย (Non-volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอานาลอก จะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอานาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีขบวนการเปลี่ยนสัญญาณอานาลอกเป็นดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างได้ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายในของ ISD-2590

ขณะทำการบันทึก (Recording) ISD-2590 จะเกิดขึ้นได้นั้นสัญญาณที่เข้ามาจะต้องตรงตามเงื่อนไข ซึ่งการทำสัญญาณให้ตรงตามเงื่อนไขที่จะสามารถทำการบันทึกได้นั้นจะต้องผ่านหลายขั้นตอนด้วยกัน ขั้นแรกคือการขยายสัญญาณอินพุท ให้มีขนาดมากพอสำหรับวงจรบันทึกข้อมูล ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกกระทำโดยส่วนปรีแอมป์และวงจรควบคุมอัตราการขยาย AGC

ปรีแอมป์ (Preamplifier) เป็นส่วนที่ต่อกับไมโครโฟน โดยมี ตัวเก็บประจุ (DC blocking capacitor) ทำหน้าที่แยกองค์ประกอบทางดีซี (DC component) ออกจากสัญญาณเอซี (AC signal) ที่มีระดับต่ำมากๆประมาณ 2-20 mV

วงจรควบคุมอัตราการขยาย (AGC circuit) จะทำหน้าที่ควบคุมระดับของสัญญาณที่ออกมาจากปรีแอมป์ และส่งค่าโวลต์เตจที่ถูกควบคุมอัตราการขยายแล้วไปยังปรีแอมป์ อัตราการขยายของปรีแอมป์จะถูกปรับค่าอย่างอัตโนมัติ เพื่อที่จะคงขนาดของสัญญาณให้เหมาะสมเพียงพอที่จะส่งต่อไปในส่วนของวงจรกรองสัญญาณ (filter)

วงจรกรองความถี่ (5-Pole Active Antiailiasing Filter) จะทำหน้าที่ปรับสัญญาณให้เหมาะสมและลดทอนส่วนที่ไม่สำคัญออกไป จึงได้เฉพาะเสียงที่มีคุณภาพดีในการบันทึกเป็นลำดับไป

สัญญาณที่ผ่านการปรับจนเหมาะสมแล้ว จะถูกเขียนลงอย่างต่อเนื่องลงในหน่วยความจำอนาล็อก ในรูปการรวมสัญญาณ

การเล่นกลับ (Playback) อนาล็อกโวลท์เตจที่ถูกบันทึกไว้จะถูกอ่านออกมาจากหน่วยความจำอย่างต่อเนื่อง จะมีส่วนที่ทำการแยกสัญญาณ ให้กลับมาอยู่ในสภาพเดิม สัญญาณอนาล็อกก็จะผ่านลำโพงออกมาได้ ลำโพงอาจมีกำลังขับประมาณ 125 mW RMS (25mW peak) 16 โอห์มก็เพียงพอแล้วที่จะได้ยินอย่างชัดเจนในห้องขนาดธรรมดา กรณีที่ใช้ ISD-2590 ต่อคาสเคดกันหลายๆตัว เราสามารถให้ลำโพงตัวเดียวกันได้โดยผ่านเข้า AUX IN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การบันทึกข้อมูล (Recording)

กระบวนการบันทึกข้อมูลจะเกิดขึ้นได้เมื่อขา CE เป็นลอจิก "0" เพื่อให้ไอซีทำงานได้ ขา P/R จะเป็นลอจิก "0" เพื่อเข้าสู่โหมดการบันทึกและขา EOM จะเป็นลอจิก "1" เพื่อแสดงว่าตอนนี้ข้อมูลกำลังถูกบันทึก เมื่อทุกอย่างเรียบร้อยแล้วขาอนาล็อกอินพุทจะรับสัญญาณอนาล็อกจากภายนอกเข้ามาขยายด้วยวงจรขยายที่มีอยู่ภายในไอซี นอกจากนี้ก็ยังมีปรีแอมป์ไว้ให้ขยายสัญญาณที่มีแอมปลิจูดต่ำๆ เช่น สัญญาณจากไมโครโฟน โดยแยกออกมาเป็นอินพุทอีกขาหนึ่งต่างหากและมีเอาท์พุทออกมายังภายนอกเพื่อที่จะต่อกลับเข้าไปที่ขาอนาล็อกเพื่อขยายด้วยวงจรขยายอีกครั้ง (Amp.) ทำให้นอกจากสะดวกในการที่ไม่ต้องจัดหาวงจรขยายเองแล้วยังสามารถที่จะเลือกใช้ขาอินพุทได้ตามความแรงของสัญญาณอนาล็อก

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนต่างๆ ภายในไอซีจะเห็นว่ามีวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) ที่คอยควบคุมอัตราขยายของปรีแอมป์โดยนำเอาเอาท์พุทของวงจรขยายนั้นป้อนกลับมาเปรียบเทียบเพื่อปรับความแรงของสัญญาณให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติ สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกกรองด้วยฟิลเตอร์ก่อนที่จะผ่านไปยังบล็อกของตัวรับ/ส่ง ข้อมูลอนาล็อก (analog transceivers) ภายในบล็อกก็จะประกอบด้วยวงจร A/D และ D/A สัญญาณอนาล็อกก็จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของดิจิตอลโดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

ลักษณะของสัญญาณออดิโอเป็นอนาล็อกนั้น มีสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงอยู่สองอย่างนั่นคือขนาดของแรงดันหรือแอมปลิจูดและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในการทำ A/D จะเป็นการเปรียบเทียบระดับแรงดันในขณะเวลาใดๆ ให้เป็นรหัสดิจิตอลจำนวน 10 บิต จากสูตร 2^n เมื่อ n คือจำนวนบิต จะสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นรหัสที่ไม่ซ้ำกันได้ $2^{10} = 1024$ ค่านั้นก็คือเราสามารถที่จะแทนระดับแรงดันที่แตกต่างกันได้ 1024 ระดับนั่นเอง รหัสดิจิตอลนี้จะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความจำ EEPROM ซึ่งใน ISD-2590 นี้มีเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลจำนวน 480 K เซล มีความสามารถในการเก็บและคงสภาวะข้อมูลได้นานถึง 10 ปี ส่วนความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้นั้นมีสาเหตุมาจากผลของอุณหภูมิ การปรับแต่งในการใช้งานหรือเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน โดยไอซีนี้สามารถจะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้กว่า 100,000 ครั้ง

ลักษณะการสุ่มบันทึกของไอซีจะใช้สัญญาณนาฬิกาเพื่อกำหนดจังหวะในการเปรียบเทียบ โดยคอมพาเรเตอร์ที่อยู่ภายในบล็อกของตัวรับ/ส่ง ข้อมูลอนาล็อก และเก็บรหัสดิจิตอลที่ได้ลงในหน่วยความจำ จากบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆภายในไอซี ส่วนที่ใช้สร้างสัญญาณนาฬิกาก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน (internal clock)

วงจรกำหนดเวลา (Timing) และวงจรสุ่มสัญญาณนาฬิกา (sampling clock) ซึ่งความถี่ในการสุ่ม (sampling frequency) ที่สร้างขึ้นนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงสูงเพราะผลต่างเพียง 2% ของความถี่ที่ใช้ในการบันทึกกับความถี่ที่ใช้ในขณะเล่นก็จะทำให้เสียงที่ได้นั้นผิดเพี้ยนไปจนสามารถสังเกตได้ด้วยหูเปล่าสำหรับไอซีของ ISD นี้จะมีความผิดพลาดของวงจรสัญญาณสุ่มนี้เพียง $\pm 1\%$ เท่านั้น

การเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำนั้น จะต้องมีการบอกตำแหน่งที่จะเก็บข้อมูล โดยตำแหน่งบัส (Address bus) ที่มีจำนวน 10 เส้นคือ A0-A9 ซึ่งต่อออกมาเป็นขาภายนอกให้สามารถเลือกตำแหน่งเริ่มอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ โดยจะผ่านแอดเดรสบัฟเฟอร์ไปยังวงจรถอดรหัส (decoder) เพื่อถอดรหัสเลือกตำแหน่งซึ่งจะถูกควบคุมจังหวะในการทำการถอดรหัสและทำการนับตำแหน่ง โดยสัญญาณจากวงจรเวลาไอซีจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเก็บข้อมูลจนกระทั่งหมดข้อความแล้วหยุด โดยการให้เป็นลอจิก "1" ในขณะที่เนื้อที่ในหน่วยความจำยังไม่เต็มก็จะมีการกำหนดตำแหน่ง (mark) สิ้นสุดเอาไว้โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าหากว่าการบันทึกยังไม่สิ้นสุดจนกระทั่งเนื้อที่บนหน่วยความจำเต็มแล้ว ไอซีก็จะส่งเอาท์พุทเป็นลอจิก "0" ออกมา

2.2.4 การเล่นกลับ (Play Back)

การเล่นกลับนี้จำเป็นจะต้องใช้สัญญาณความถี่ในการสุ่ม เพื่อการกำหนดจังหวะการดึงเอาข้อมูลจากหน่วยความจำออกมาทำ D/A (ในบล็อกของตัวรับ/ส่ง ข้อมูลอนาล็อก) เช่นกัน เพราะจังหวะในการเก็บข้อมูลจะต้องเท่ากันกับจังหวะที่จะนำเอาข้อมูลนั้นออกมาใช้ได้ สำหรับการเข้าสู่โหมดเล่นนี้ จะต้องเป็นลอจิก "0" เช่นเดียวกันกับการบันทึกแต่ขาเอาท์พุทจะต้องให้เป็นลอจิก "1"

การเล่นกลับจะเริ่มจากตำแหน่งที่ตั้งไว้ที่ขาแอดเดรสทั้ง 8 ขา โดยจะนำเอารหัสดิจิตอลจากหน่วยความจำมาแปลงกลับเป็นสัญญาณอนาล็อกโดยกรรมวิธีย้อนกลับคือ มีการถอดรหัสที่ได้นี้กลับไปอยู่ในรูปของแรงดัน ต่างกันไปตามรหัสและเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้สัญญาณอนาล็อกใกล้เคียงกับสัญญาณที่บันทึกไว้ สัญญาณที่ได้จะถูกกรองโดยวงจรฟิลเตอร์ออกไปเข้าวงจรมัลติเพล็กเซอร์ แล้วนำไปขยายด้วยวงจรขยายที่ใช้ขับลำโพงโดยตรง ซึ่งวงจรมัลติเพล็กเซอร์นี้มีไว้สำหรับเลือกสัญญาณอินพุทจากขา AUX IN ซึ่งจะนำมาใช้ประโยชน์ในการขยายเวลาการบันทึกด้วยวิธีลูกโซ่ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง

รายละเอียดของขาอุปกรณ์ของ ISD-2590

- Microphone Input (MIC)

ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้ จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนจากภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ค่าความจุของตัวเก็บประจุ จะกำหนดโดยคำนึงถึงค่าความต้านทานภายนอกในช่วงไอซี ($10\,k\Omega$) เพื่อทำให้เกิดการดัทออฟที่ความถี่ต่ำ

- Microphone Reference Input (MIC REF)

ขา 18 นี้จะต่อกับกราวด์อนาล็อก (Vssa) โดยต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุทขา 17 และเพื่อให้การชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

- Analog Output (ANA OUT)

ขา 20 จะรับสัญญาณผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอก คัปปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายใน $3k\Omega$ ซึ่งเป็นอิมพุทอิมพิแดนซ์ เพื่อจะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบดัทออฟ

- Automatic Gain Control Input (AGC)

ขา 19 เป็นอินพุทเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านความถี่กว้างมากของสัญญาณทางด้านอินพุทจากไมโครโฟน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50100

เพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต่อรวมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ โดยมีค่าความต้านทานภายใน $5k\Omega$ และจะต่อกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ $R = 470\Omega$, $C = 4.7\mu F$

- Speaker Outputs (SP+, SP-)

ขา 14, 15 เป็นขาเอาท์พุทต่อออกลำโพง โดยในไอซีจะมีวงจรสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 mW ที่โหลด 16Ω ขาเอาท์พุทนี้ไม่สามารถต่อขนานกันได้หลายตัว ในกรณีที่ต่อคาสเคดกันหลายตัว

- Automatic Gain Control Input (AGC)

ขา 19 เป็นอินพุทเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านความถี่กว้างมากของสัญญาณทางด้านอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต่อรวมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ โดยมีค่าความต้านทานภายใน $5k\Omega$ และจะต่อตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อนาล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ $R = 470k\Omega$, $C = 4.7\mu F$

- Speaker Outputs (SP+, SP-)

ขา 14, 15 เป็นขาเอาท์พุทต่อออกลำโพง ในไอซีจะมีวงจรสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 mW ที่โหลด 16Ω ขาเอาท์พุทนี้ไม่สามารถต่อขนานกันได้หลายตัว ในกรณีที่คาสเคดกันหลายตัว

- Power Down Input (PD)

ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น “1” ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา $\overline{OVF}$ มีสภาวะเป็น “0” ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น “1” อยู่ในขณะนี้ ก็จะถูกรีเซทและจะเริ่มขบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

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

ขา 23 ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ “0” เพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุทและขา $P/\overline{R}$ จะถูกแลตช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$

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

ขา 27 เมื่อขาอินพุทควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ “1” จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ “0” จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตช์อินพุทที่ขา $P/\overline{R}$

- Address/Mode Input : (A0-A9/M0-M6)

ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังค์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของ MSB สองบิทของแอดเดรส ถ้ามีบิทใดบิทหนึ่งของสองบิท MSB เป็น “0” อินพุทก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและการเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์ โดยขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$ และถ้า MSB ทั้งสองบิทมีสถานะเป็น "1" ขาแอดเดรสของโหมดอินพุท จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิททั้งหมดและเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา $\overline{CE}$

ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกทางขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในไอซีถูกอ่านออกมาจนหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะเล่นกลับ พัลส์จากขานี้จะจ่ายให้กับขาอินพุทจนกว่าจะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซ็ท และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขานี้จะสามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD-2590 ในตัวถัดไปได้เมื่อมีการต่อค่าคาสเคดกันอยู่หลายตัว

- Auxiliary Input : (AUX IN)

ขา 11 จะเป็นขารับอินพุทจากภายนอกเพื่อทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุทลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขามีสถานะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดแล้ว การต่อคาสเคด ISD-2590 กันหลายๆขา AUX IN จะถูกใช้เมื่อต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุทลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

- Voltage Input (V_{cca}, V_{ccd})

ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาล็อกและวงจรดิจิตอล ที่ปรากฏอยู่ในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

- Ground Input (V_{ssa}, V_{ssd})

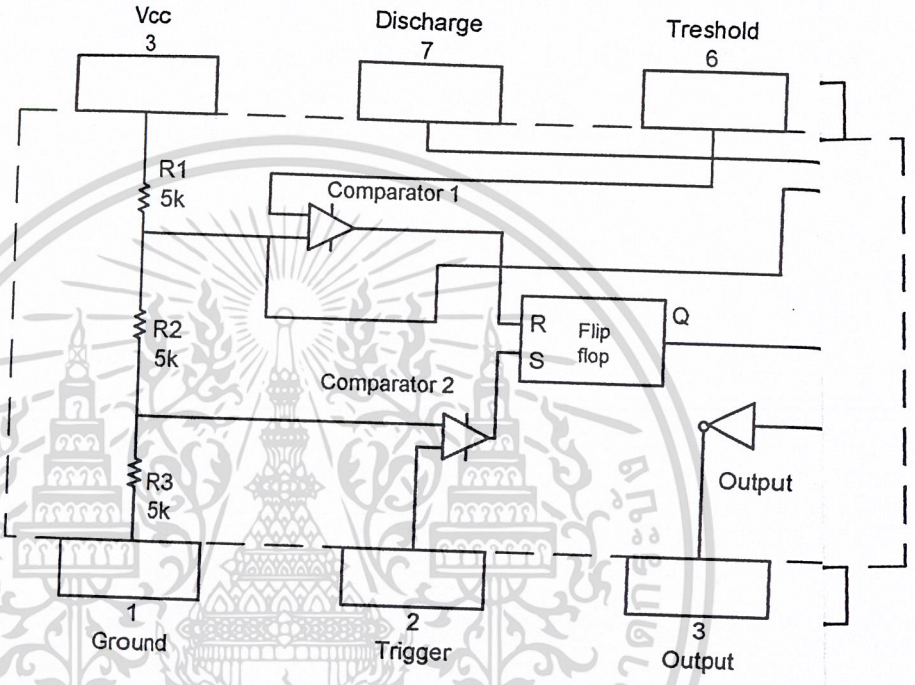
ขา 12 และขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD-25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาล็อก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองข้างนี้จะถูกต่อและปิดไว้ในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานของกราวด์ทั้งสองจะเลือกต่อกับกราวด์ของพาวเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

2.3 ส่วนสร้างสัญญาณพัลส์ (IC Timer 555)

ไทเมอร์ไอซี 555 เป็นไอซีตัวพิเศษตัวหนึ่ง สามารถใช้เป็นวงจรตั้งเวลา (Timer) วงจรทริกเกอร์ (Trigger) วงจรดีเลย์ (Delaying) วงจรปรับรูปสัญญาณ พัลส์ (Pulse Reshaping) และวงจรคล็อก (Clock) ได้ผังไดอะแกรมของวงจรแสดงดังรูปที่ 2.8 ความต้านทาน 5 กิโลโอห์มสามตัว จะต่ออยู่ภายในจัดเป็นวงจรแบ่งแรงดัน (Comparator) 2 ตัว จะต่ออินพุทข้างหนึ่งเข้ากับวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งจะไปควบคุมการทำงานของอาร์-เอสฟลิปฟลอป เอาท์พุท Q ของ อาร์-เอสฟลิปฟลอป จะต่อไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งควบคุมการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ Q2 เรียกว่า ซอร์ส (Source)ทรานซิสเตอร์ต่อออกไปยังเอาท์พุทขา 3 ของไอซีและแหล่งจ่าย (+VCC) เส้นเอาท์พุทจากอาร์-เอสฟลิปฟลอป จะต่อมาควบคุมทรานซิสเตอร์Q3 ซึ่งเรียกว่า ซิงก์ (Sink) ทรานซิสเตอร์ที่ต่อกับขั้วเอาท์พุทกับกราวด์ที่ขา 1 จะมีทรานซิสเตอร์หนึ่งในสองตัวนี้จะนำกระแสในระยะเวลาหนึ่ง ๆ เรียกว่าเป็น ไทเมอร์-โพลเอาท์พุท (Timer-pole Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นถ้า Q2 นำกระแส (ON), Q3 จะหยุดนำกระแส (OFF) และถ้า ...FF), Q3 จะนำกระแส (ON) นอกจากนี้เอาท์พุทของอาร์-เอสฟลิปฟลอป ยังควบคุมกา...เตอร์ Q1 จึงจะใช้ในการคายประจุของคาปาซิเตอร์ภายนอก ที่ใช้สำหรับตั้งลำดับเวลา ...า 7 ของไอซีขา 6 (Threshold) และขา 2 (Trigger) ใช้ต่ออุปกรณ์ RC ภายนอกสำหรับ...ลิปฟลอปจากภายนอก เมื่อยังไม่ได้ใช้จะต้องต่อไว้กับ +Vcc ขา 5 ใช้สำหรับ...ของตัวเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมและการกำหนดตำแหน่งของ...

แรงดันที่ขา 1 ถ้ายังไม่ใช้ขา 5 มักจะต่อคาปาซิเตอร์ค่าประมาณ 0.0...ไมโครฟารัดแทน เพื่อให้เป็นทางผ่านของสัญญาณรบกวน หรือการเปลี่ยนแปลงของแรงดันจาก... และจะช่วยลดผลอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อระดับแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบแรงดันตัวที่...

2.3.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของไอซีไทเมอร์ 555

1. ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 ตั้งไว้ที่ค่าหนึ่งที่ขา 6 (Threshold) มีระดับแรงดันต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะทำให้เอาท์พุทของเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็นโลจิก “0” อาร์-เอสฟลิปฟลอป จะไม่ถูกรีเซท สมมติว่าในขณะทำงานที่เอาท์พุท Q เป็น “1” และเอาท์พุทเป็น “0” ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q3 อยู่ที่ขาเบสของ Q2 จะได้รับอินพุท “1” จากอินเวอร์เตอร์ จึงให้ทรานซิสเตอร์ Q2 นำกระแส (เหมือนต่อขาเอาท์พุทของขาไอซี (ขา 3) เข้ากับ +Vcc หรือมีสภาวะโลจิก “High”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

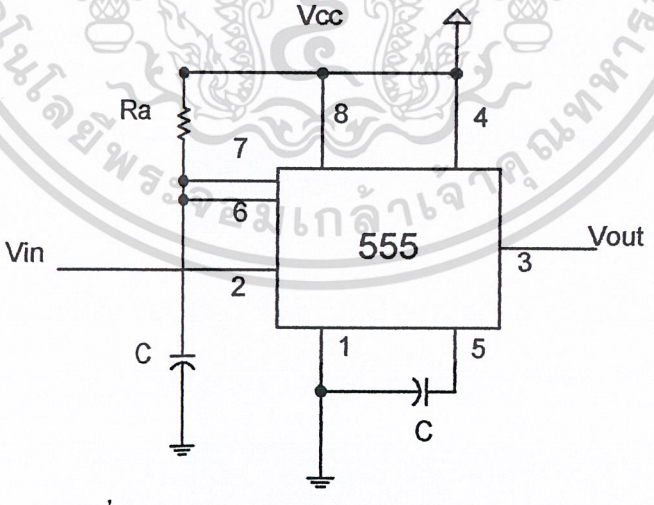
2. เมื่อแรงดันที่ขา 6 ถึงระดับ $\frac{2}{3}V_{CC}$ จะทำให้เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็นโลจิก "1" ซึ่งจะไปรีเซท อาร์-เอสฟลิปฟลอป ทำให้เอาท์พุทเป็นโลจิก "1" ในช่วงเวลานี้ Q และ Q2 จะ OFF ที่เอาท์พุทที่ไอซี (ขา 3) ในขณะนี้จึงเสมอนหนึ่งต่อผ่าน Q3 ลงกราวด์ หรือมีสภาวะโลจิก "LOW"

3. ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ตัวที่ 2 ตั้งไว้ที่ $\frac{1}{3}V_{CC}$ ถ้าอินพุทที่ขา 2 มีระดับแรงดันสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง เอาท์พุทของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 เป็นโลจิก "0" ซึ่งจะทำให้อาร์-เอสฟลิปฟลอปไม่ถูกเซท

4. เมื่อระดับแรงดันที่ขา 2 ต่ำกว่า $\frac{1}{3}V_{CC}$ จะทำให้เอาท์พุท ของวงจรที่เปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 เป็นโลจิก "1" ซึ่งจะทำให้อาร์-เอสฟลิปฟลอป ถูกเซทเอาท์พุท จะเป็นโลจิก "0" ขณะนี้ Q1 และ Q3 จะ OFF และ Q2 จะ ON ขาเอาท์พุทของไอซี (ขา 3) จึงมีสภาพเหมือนหนึ่งต่ออยู่กับ +Vcc หรือเป็นโลจิก "High" ใหม่อีกครั้งหนึ่งในช่วงเวลานี้ Q1จะมีสภาพ OFF ทำให้คาปาซิเตอร์ภายนอกสามารถประจุ (Charge) ผ่าน +Vcc และเริ่มต้นทำงานใหม่ซ้ำอีกได้

2.3.2 การทำงานแบบโมโนสเตเบิ้ล

รูปที่ 2.5.2 แสดงวงจรในลักษณะให้สัญญาณลูกคลื่นเพียง 1 ลูก วงจรโมโนสเตเบิล (แปลว่าวงจรที่ให้ลูกคลื่นลูกเดียวแล้วสภานะทำงานปกติคงมาเหมือนเดิม) เมื่อเราป้อนพัลส์ที่เป็นลบให้กับขาที่ 2 ของไอซี 555 เอาท์พุทของไอซีที่ขา 3 จะออกมาเป็นแรงดันสูงอยู่ช่วงเวลาหนึ่งตามค่าของ Ra และ C โดยขณะนั้นเอาท์พุทมีค่าสูงที่ขา 7 จะยกเลิกการลัดวงจร ตัวเก็บประจุ C ก็จะเริ่มทำการเก็บประจุโดยจะมีแรงดันเพิ่มขึ้นจาก 0 ไปเป็น $\frac{2}{3}V_{CC}$ ที่ให้เอาท์พุทเปลี่ยนจากแรงดันสูงกลับสู่แรงดันต่ำเหมือนเดิมดังรูป 2.5.2 โดยสมการเวลาของลูกคลื่นจะเขียนได้ดังนี้



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดียว (Single Chip Microcontroller) คือไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็กโดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Integrated Circuit) เพียงชีพเดียวเหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอัตโนมัติ โดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามต้องการ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยวตระกูล 51 หรือ MCS-51 ที่เลือกใช้ในโครงการนี้คือเบอร์ AT89C51 ของบริษัท ATMEL ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) ภายในแบบ Flash Memory ขนาด 4 Kbytes ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ไม่ถึง 1,000 ครั้ง โดยที่ไม่ต้องใช้หน่วยความจำแบบ EPROM ภายนอก และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์AT89C51 ผลิตโดยบริษัท ATMEL เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

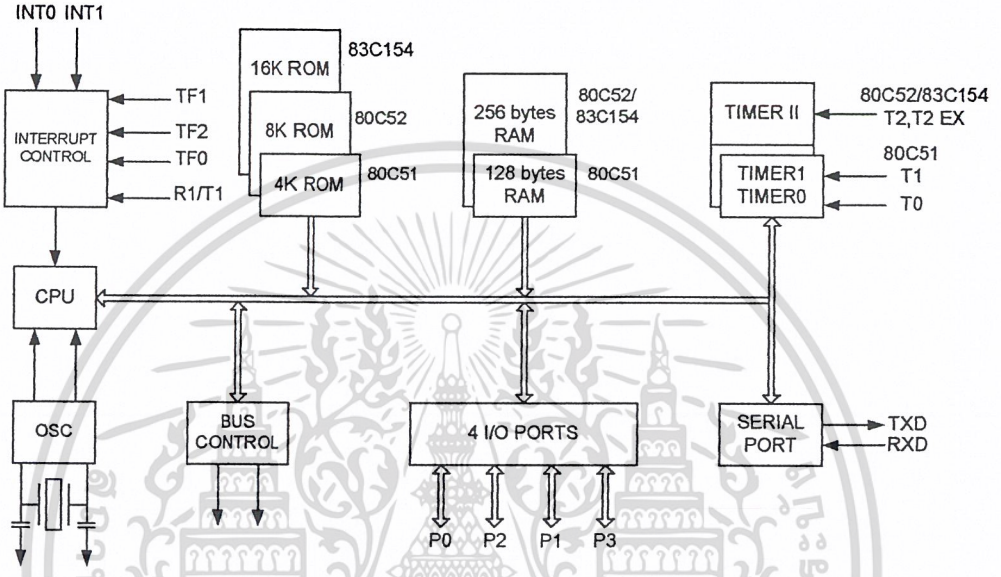
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายใน 4 Kbytes ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของโครงการนี้
- สามารถต่อหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรม (RAM) ได้ 64 Kbytes
- สามารถใช้กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำซึ่งใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะทำให้ MCS-51 ทำงานได้สูงสุด
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิต
- มีการติดต่อสื่อสารข้อมูล แบบอนุกรม (Series) หรือ Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)
- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด
- มีการขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt)
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว
- สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle (การทำงานปกติ) และ Power down (การประหยัดพลังงานไฟฟ้า)

จากคุณสมบัติที่กล่าวถึงทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติ ซึ่งบรรจุไว้ในไอซีวงจรรวมเดี่ยว (Single Chip) ขนาด 40 ขา ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบมีขนาดเล็กทำให้ตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ง่ายรวมถึงการลดต้นทุนการผลิตหากจะต้องมีการผลิตเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ MCS-51

ภายใน MCS-51จะประกอบขึ้นด้วย GATE ต่าง ๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่ง GATE เหล่านี้จะถูกนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่าง ๆ เช่นวงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ MCS-51 จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังไดอะแกรมในรูป 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ MCS-51

ไดอะแกรมในรูปที่ 2.10 เป็นโครงสร้างใหญ่ของ MCS-51 เนื่องจากลักษณะของ MCS-51 เป็นคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่1 คือ CPU (Central Processing Unit) หรือตัวประมวลผล ส่วนนี้จะมีวงจรที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ เรียกว่าวงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งออกจากตัว MCS-51 ซึ่งส่วนควบคุมด้วยการขัดจังหวะ (Interrupt Control) ส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณควบคุมจากส่วน CPU นี้จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสคำสั่ง (Instruction) ตามที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาจากวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุก ๆ ส่วนในวงจรทำงานประสานกัน (Synchronize) อย่างถูกต้อง ใน CPU นี้ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนที่เรียกว่าส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผล เช่น การบวก, การลบ, การคูณ หรือหารข้อมูลแล้วผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจีสเตอร์หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ถ้าจะให้เห็นภาพพจน์ของหน่วยความจำได้ดีก็คือ หน่วยความจำเปรียบเสมือนกล่องเก็บเอกสารจำนวนมากที่จำมาต่อเรียงไว้ แต่ละกล่องก็มีเอกสาร 1 แผ่นถ้าต้องการเอกสารจากกล่องใดหรือเอาเอกสารไปเก็บที่กล่องใด จะต้องรู้ หมายเลขของกล่องข้อมูลเสียก่อนซึ่งถ้าเป็นหน่วยความจำแล้วหมายเลขของกล่องก็คือตำแหน่งของหน่วยความจำหรือ แอดเดรส (Address) นั่นเองการเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่าการเขียน (Write) ข้อมูล และการเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำจะเรียกว่าการอ่าน (Read) ข้อมูลซึ่งแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น ใน ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง MCS-51 นั้น ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้เพียง 8 หลังของเลขฐาน 2 (8 บิตเท่ากับ 1 ไบท์) ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 225 (00000000 ถึง 11111111 ในเลขฐาน 2) แต่จำนวนตำแหน่งที่จะเก็บข้อมูลได้ขึ้นกับไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์ การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. แอดเดรสหรือ ค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำใน MCS-51 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง ดังนั้นการอ้างอิงแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่า 64 x 1024 = 65536)

2. ข้อมูลที่จะอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลสัญญาณเหล่านี้จะถูกวงจรควบคุมภายใน MCS-51สร้างมาจากวงจรถอดรหัสของคำสั่งที่ MCS-51 อ่านจากหน่วยความจำ Program Memory เข้าไปทำงานนั้นเอง

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุท-เอ้าท์พุท(Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลหรือออกจาก MCS-51 ทำให้ MCS-51 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังในไดอะแกรมรูปที่ 2.10 อุปกรณ์อินพุทและเอ้าท์พุท ได้แก่ 4k ROM และ 128 Byte RAM ซึ่งขนาดหน่วยความจำนี้มีขนาดต่างๆกันตามเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลหรือออกจาก MCS-51 ทำให้ MCS-51 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังในไดอะแกรมรูปที่ 2.4.1 ซึ่งอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท ได้แก่ 4 I/O Port, Timer 0, Timer 1, Serial Port การทำงานของแต่ละส่วน มีดังนี้

1. 4 I/O Port คำว่าพอร์ทหมายถึงจุดที่จะติดต่อกับส่วนที่อยู่ภายนอก 4 I/O Port ของ MCS-51 เป็นที่ใช้สำหรับรับ-ส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 พอร์ท มีทั้งหมด 4 พอร์ท โดยแต่ละพอร์ทจะรับ-ส่งข้อมูลได้ 8 บิต พอร์ท PO, P1, P2 และ P3 บางพอร์ทจะใช้ทำงานมากกว่า 1 อย่างก็ได้ เช่น พอร์ท PO และ P2 จะใช้สำหรับการส่งค่าตำแหน่ง (Address) ของหน่วยความจำที่ต้องการติดต่อและพอร์ท PO จะใช้รับส่งข้อมูลเมื่อติดต่อกับหน่วยความจำได้ ด้วยแต่สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นที่เวลาเดียวกัน แต่จะใช้วิธีทำงานตามลำดับโดยควบคุมจากสัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Control) ที่ถอดรหัสมาจากแต่ละคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงานนั้นเอง และสัญญาณทั้งหมดจะอ้างอิงกับจากสัญญาณนาฬิกา

2. Timer 0 และ Timer 1 เป็นวงจรนับที่สามารถกำหนดให้ทำการกำหนดให้ทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 หรือจำนวนไซเคิลของสัญญาณ นาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ ค่าจากการนับจะถูกอ่านหรือตั้งค่าเริ่มต้นของการนับได้โดย CPU

3. Serial Port หรือพอร์ตอนุกรม CPU จะอ่านและเขียนข้อมูลกับ Serial Port เป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลเข้า ก็รับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิตเพื่อให้ CPU อ่านไปใช้งานต่อไป

2.5 การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมนั้นมีข้อยุ่งยากมากกว่าการใช้พอร์ตขนานสำหรับอุปกรณ์ทั่วๆ ไปแล้วจะต้องการข้อมูลในการประมวลผลแบบขนาน ดังนั้นจึงเพิ่มอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลแบบอนุกรมมาเป็นข้อมูลแบบขนาน อุปกรณ์นี้คือ UART และซอฟท์แวร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานก็จะยุ่งยากกว่าการควบคุมผ่านพอร์ตมาตรฐานแบบขนาน แต่การสื่อสารโดยใช้พอร์ตอนุกรมนั้นก็มีข้อดีอยู่ไม่น้อยเช่นกันอาทิเช่น

1. การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมสามารถใช้สายได้ยาวกว่าการติดต่อสื่อสารพอร์ตขนาน โดยที่พอร์ตอนุกรมจะใช้แรงดันในช่วง –3 ถึง –25 V แทนลอจิก 0 และใช้แรงดันในช่วง +3 ถึง +25 V แทนลอจิก 1 ในขนานที่พอร์ตขนานจะใช้แรงดัน 0 V แทนลอจิก 0 และ +5 V แทนลอจิก 1 ดังนั้นจะเห็นว่า ช่วงการสวิงแรงดันของพอร์ตอนุกรมจะมีค่าประมาณ 50 V ส่วนพอร์ตขนานจะมีช่วงสวิง 5 V เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า หากมีการสูญเสียในสายแล้วการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมจะสามารถส่ง ข้อมูลไปได้ไกลกว่าอย่างแน่นอน

2. การใช้จำนวนสายน้อยกว่าการส่งข้อมูลแบบขนานในกรณีที่อุปกรณ์อยู่ห่างจากเครื่องคอมพิวเตอร์มากๆ ย่อมจะสะดวกและประหยัดกว่า หากจะเดินสายเพียง 3 เส้น ซึ่งเป็นลักษณะการสร้างของนัลโมเด็ม(Null modem) เมื่อเทียบกับการเดินสายจำนวน 19 หรือ 25 เส้น ในการพอร์ตขนาน

3. ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้แสงอินฟราเรด (Infrared) ได้รับความนิยมมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากอุปกรณ์ประเภทสมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบโน้ตบุ๊ก ฯลฯ จะมีการติดต่อสื่อสารโดยใช้อินฟราเรดร่วมอยู่ด้วยและแน่นอนว่าการใช้อินฟราเรดก็จะต้องใช้การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรมเนื่องจากความไม่สะดวกอย่างยิ่งในการที่จะส่งข้อมูลแบบขนานด้วยอินฟราเรด

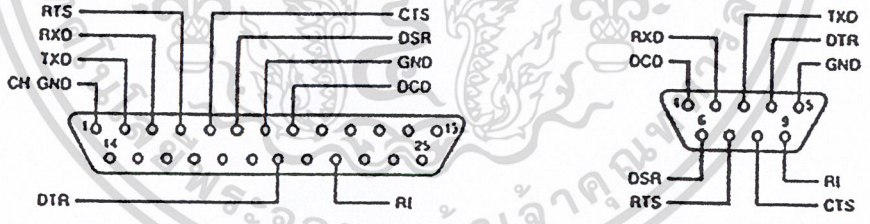
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางฮาร์ดแวร์

อุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารแบบอนุกรมสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทคือ DCE (Data communication Equipment) อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ โมเด็ม TA อะแดปเตอร์ , พล็อตเตอร์ ฯลฯ และ DTE (Data Terminal Equipment) ซึ่งก็คือ คอมพิวเตอร์นั้นเอง ข้อกำหนดทางไฟฟ้าของพอร์ตอนุกรมได้ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานโดย EIA (Electronic Industry association) หรือ RS-232 ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งต่างๆ เหล่านี้

1. ช่วงไม่มีข้อมูล (space) หรือลอจิก 0 ต้องมีแรงดันอยู่ในช่วง –3 และ-25 V
2. ช่วงข้อมูล (mark) หรือลอจิก 1 ต้องมีแรงดันอยู่ในช่วง +3 และ +25 V
3. แรงดันในช่วง –3 ถึง +3 V ไม่มีการนิยมไว้
4. แรงดันในขณะเปิดวงจรต้องมีค่าไม่เกิน 25V
5. กระแสขณะช็อตวงจรมีค่าไม่เกิน 500 mA

ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ใช้ข้อกำหนดที่ครอบคลุมมาตรฐานของ RS-232 ทั้งหมดมาตรฐานของ RS-232 นั้นนอกจากจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังจะต้องประกอบด้วยค่าคาปาซิแตนซ์ของสายอัตราบอดสูงสุด ฯลฯ ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ได้ดูจากมาตรฐานของ EIARS-232-C ตามมาตรฐานของ RS-232 กำหนดอัตราบอดไว้สูงสุดที่ 20,000 BPS ซึ่งค่อนข้างจะช้าเกินไปสำหรับมาตรฐานในปัจจุบันในช่วงหลังได้มีการกำหนดมาตรฐาน RS-232 ขึ้นและยังคงใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พอร์ตอนุกรมนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ขนาดคือคอนเนคเตอร์แบบ D-type ตัวผู้ขนาด 25 pin รูปที่ 2.11 (ก) และคอนเนคเตอร์แบบ D-type ตัวผู้เช่นกันขนาด 9 pin รูปที่ 2.11 (ข) ซึ่งคอนเนคเตอร์ทั้ง 2 แบบนี้จะติดอยู่ที่ด้านหลังของเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.11 (ก) แสดงคอนเน็คเตอร์แบบ DB-25 (ข) แสดงคอนเน็คเตอร์แบบ DB-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D-type 25 Pin NO	D-type 25 Pin NO	Abbreviation	Full Name
Pin 2	pin 3	TD	Transmit Data
Pin 3	pin 2	RD	Receive Data
Pin 4	pin 7	RTS	Request To Send
Pin 5	pin 8	CTS	Clear To Send
Pin 6	pin 6	DSR	Data Set Ready
Pin 7	pin 5	SG	Signal Ground
Pin 8	pin 1	CD	Carrier Detect
Pin 20	pin 4	DTR	Data Terminal Ready
Pin 22	pin 9	RI	Ring Indicator

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

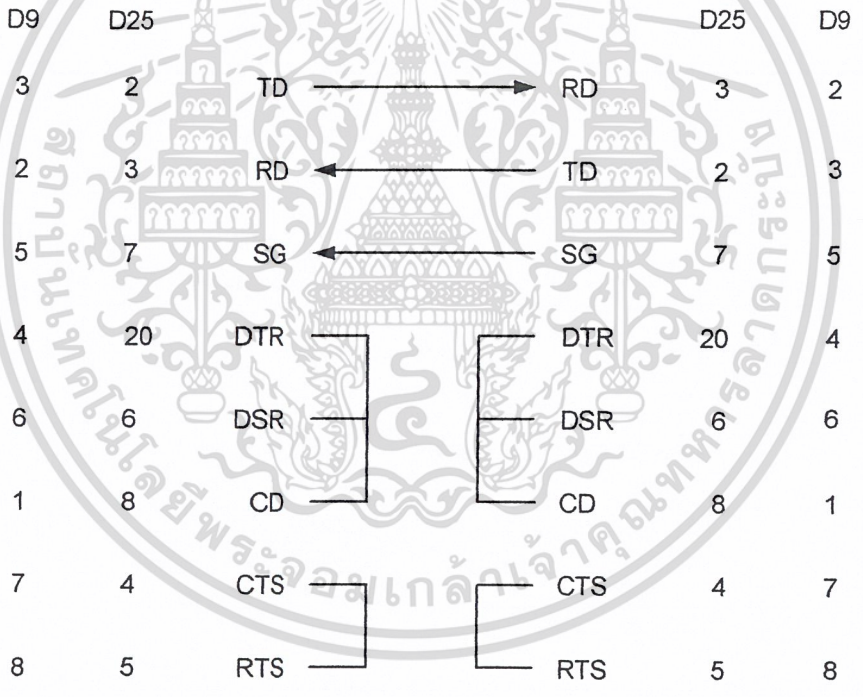
Abbreviation	Full Name	Function
TD	Transmit Data	- Serial Data Output (TXD)
RD	Receive Data	- Serial Data Input (RXD)
CTS	Clear to Send	- This line indication that the Modem is ready to exchange data
DCD	Data Carrier Detect	- When the modem detect a Carrier from the modem at the other end of the phone line this line becomes active
DSR	Data Set Ready	- This tell the UART that the modem is ready to establish link
DTR	Data Terminal Ready	- This is the opposite to DSR This tell the Modem that the UART is ready to link
RTS	Request to Sent	- This line inform the MODEM that the UART is ready to exchange data
RI	Ring Indicator	- Goes active when modem detect ringing signal from the PSTN

ตารางที่ 2.3 แสดงหน้าที่ของขาสัญญาณแต่ละเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัลโมเด็ม (Null Modem)

นัลโมเด็มใช้เพื่อเชื่อมต่อ DTE 2 เครื่องเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้เล่นเกมส์ผ่านเครือข่าย หรือใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยโปรโตคอลแบบ Zmodem หรือ Xmodem รูปที่ 2.5.2 แสดงการเชื่อมต่อสายของนัลโมเด็มลักษณะต่อสายของนัลโมเด็มนั้นจะใช้สายเพียง 3 เส้น (TR, RD และ SG) โดยที่สาย TD ของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะต่อไปยังสาย RD ของคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง และในทางกลับกันสาย RD ของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะต่อกลับไปยังสาย TD ของคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ส่วนสาย SD ของคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องจะถูกต่อเข้าด้วยกัน การทำ Loop back นั้นจะนำสัญญาณ DTR ป้อนเข้ากับขา DSR และ CD ของคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องเนื่องจากเมื่อสัญญาณ DTR แอกทีฟจะทำให้ DSR และ CD แอกทีฟทันทีทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจว่าโมเด็มพร้อมที่จะทำงานแล้ว ส่วนการต่อสาย RTS ต่อเข้ากับ CTS ของคอมพิวเตอร์ทั้งสองทั้งสองเครื่องนั้นเพื่อต้องการให้คอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสารกันด้วยความเร็วที่เท่ากัน



รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมต่อสายของนัลโมเด็ม

UART (8250 and Compatibles)

UART นั้นหมายถึง Universal asynchronous Receiver/Transmitter ในชุดของ 8250 จะประกอบด้วย 16450, 16550, 16650 และ 16750 เบอร์ของ UART เหล่านี้พบมากในคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป ระดับแรงดันสำหรับ UART จะเป็นระดับ TTL ดังนั้นจึงต้องอาศัย RS-232 Level Converters เพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันของ RS-232 ให้กลับมาเป็นระดับแรงดันของ RS232 ให้กลับมาเป็นระดับแรงดันของ TTL (0-5 V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ของพอร์ทอนุกรม

ตำแหน่งพอร์ตและ IRQ ของพอร์ตอนุกรมนั้นมีลักษณะและการกำหนดและการอ่านตำแหน่งของ BIOS คล้าย ๆ กับของพอร์ทขนาน ในตารางที่ 2.5.3 เป็นการแสดงตำแหน่งมาตรฐานของพอร์ตอนุกรมและ IRO ที่ใช้สำหรับตำแหน่งของพอร์ตแต่ละเบอร์ ส่วนตารางที่ 2.5.4 แสดงรีจิสเตอร์ทั้งหมดของ UART สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์

Name	Address	IRQ
Com 1	3F8	4
Com 2	2F8	3
Com 3	3E8	4
Com 4	2E8	3

ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งมาตรฐานของพอร์ตอนุกรม

สำหรับตำแหน่งที่เก็บไว้ใน BIOS คือ 0000 : 0400H โดยแต่ละตำแหน่งจะใช้พื้นที่ในการเก็บ 2 ไบต์

Base Address	DLAB	Read/Write	Abr.	Register Name
+0	=0	Write	-	Transmitter Holding Buffer
	=0	Read	-	Receive Buffer
	=1	Read/Write	-	Divisor Latch Low Byte
+1	=0	Read/Write	IER	Interrupt I Enable Register
	=1	Read/Write	-	Divisor Latch High Byte
+2	-	Read	IIR	Interrupt Identification Register
	-	Write	FCR	FIFO Control Register
+3	-	Read/Write	LCR	Line Control Register
+4	-	Read/Write	MCR	Modem Control Register
+5	-	Read	LSR	Line Status Register
+6	-	Read	MSR	Modem Status Register
+7	-	Read/Write	-	Scratch Register

ตารางที่ 2.5 แสดงรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DLAB

ในตารางที่ 2.5 จะเห็นว่ามีคอลัมน์ DLAB ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ค่าจาก 0 เป็นหนึ่ง จะทำให้ชื่อรีจีสเตอร์เปลี่ยนตามไปด้วยนั้น เนื่องจาก UART มีรีจีสเตอร์ทั้งหมด 12 ตัว แต่มีพอร์ตเพียง 8 พอร์ทเท่านั้น DLAB หมายถึง Divisor Latch Access Bit เมื่อกำหนดให้ DLAB ค่าเป็น 1 ผ่านทาง Control Register จะทำให้สามารถกำหนดความเร็วในการในการติดต่อสื่อสารได้

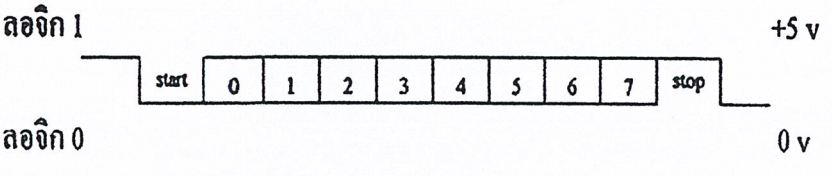
Speed (PBS)	Divisor (Dec)	Divisor Latch Low Byte	Divisor Latch High Byte
50	2304	90H	00H
300	384	01H	80H
600	192	00H	C0H
2400	48	00H	30H
4800	24	00H	18H
9600	12	00H	0CH
19200	6	00H	06H
38400	3	00H	03H
57600	2	00H	02H
115200	1	00H	01H

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราบอดและค่าใช้ในการหาร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารผ่าน RS-232

RS-232 Waveforms

จากในตอนต้นเราได้ทำความรู้จักกับการสื่อสารโดยใช้ RS-232 มาแล้ว ซึ่งทำให้เราทราบว่าการสื่อสารโดยใช้ RS-232 นั้นเป็นการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) นั่นคือการสื่อสารไม่จำเป็นต้องมีการส่งสัญญาณนาฬิกา (clock) ไปกับข้อมูลด้วยซึ่งแต่ละเวิร์ดของข้อมูลจะใช้บิตเริ่มต้น (start bit) ในการซิงโครนัสข้อมูล โดยอาศัยสัญญาณนาฬิกาที่แต่ละด้านของการส่งข้อมูล

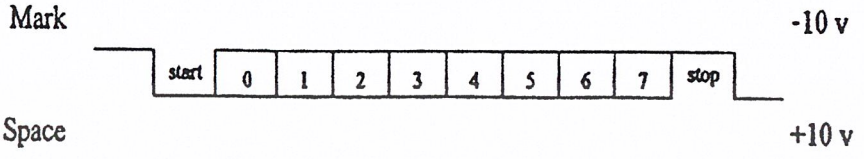


รูปที่ 2.13 แสดงรูปคลื่นของการส่งสัญญาณแบบอนุกรมด้วยระดับแรงดันของ TTI/CMOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดอะแกรมในรูปข้างบนแสดงรูปคลื่นจาก UART เมื่อใช้รูปแบบของการส่งแบบ 8IN ซึ่ง 8IN นี้หมายถึง ประกอบด้วยข้อมูล 8 บิต ไม่มีพาริตี้และ 1 บิตหยุด (stop) การส่งข้อมูลและการส่งบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (LSB) ก่อนส่วนที่มีนัยสำคัญมากที่สุด (MSB) จะอยู่ลำดับสุดท้าย

ในรูปที่ 2.14 แสดงรูปคลื่นของการรับและส่งข้อมูลผ่านพอร์ต RS-232 ซึ่งระดับของแรงดันจะแตกต่างจากในรูปที่ 2.13 แต่มีลักษณะข้อมูลเหมือนกัน

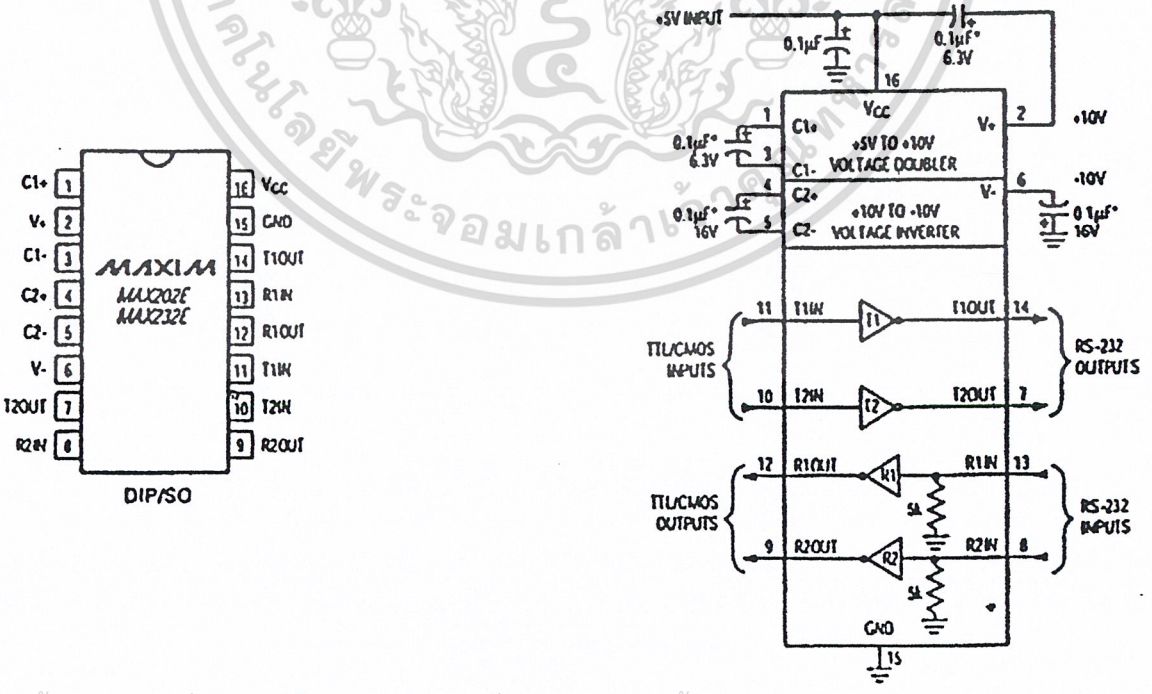


รูปที่ 2.14 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณที่รับ-ส่งผ่านพอร์ท RS-232

RS-232 Level converters

อุปกรณ์ดิจิตอลโดยส่วนใหญ่จะต้องการระดับแรงดัน TTL และ CMOS ดังนั้นขั้นตอนแรกในการต่ออุปกรณ์เหล่านี้เข้ากับ RS-232 จึงต้องแปลงระดับแรงดันของ RS-232 ไปเป็นระดับแรงดัน ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้ RS-232 Level converters

ในรูปที่ 2.15 แสดงลักษณะขาและวงจรภายในของชิพ MAX232 ซึ่งจะสร้างระดับแรงดัน +10V และ -10V จากแหล่งจ่าย +5V ในไอซีนี้จะประกอบด้วยตัวรับและตัวส่งอย่างละ 2 ชุด



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะขาและวงจรภายในของชิพ RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

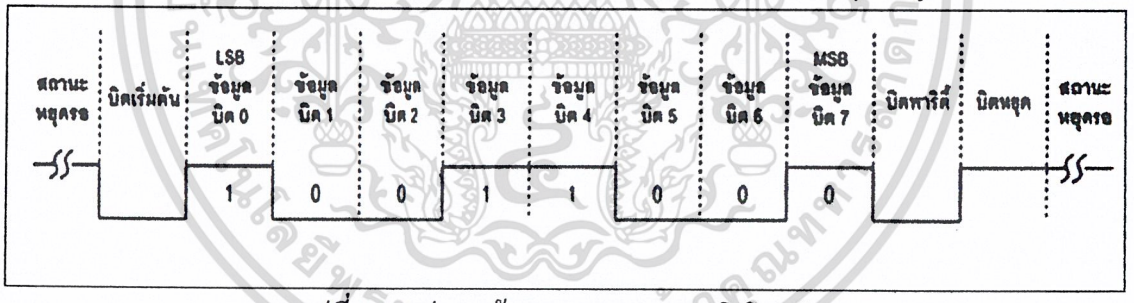
2.6.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า **อัตราบอด หรือบอดเรต (baud rate)** มีหน่วยเป็น **บิตต่อวินาที (bit per second: bps)**

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. บิตเริ่มต้น (start bit) มีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด (stop bit) มีขนาด 1 บิต

รูปที่ 2.16 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" เรียกสถานะนี้ว่า **สถานะหยุดรอ (waiting stage)** การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า **บิตเริ่มต้น (start bit)** จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งมีจำนวน 8 บิต จากนั้นตามด้วย **บิตพาริตี้ (parity bit)** ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือ **บิตปิดท้าย หรือ บิตหยุด (stop bit)** โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก "1" อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว



รูปที่ 2.16 รูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรืออัตราบอด หรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า ตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากอัตราบอดคือค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมติว่า ข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd), แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ พาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่แสดงถึงจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์รวมบิตพาริตี้ว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ยกตัวอย่าง ข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 99H หรือ 10011001B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก "1" จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้ากำหนดพาริตี้เป็นคี่ ค่าของบิตพาริตี้จะต้องเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตี้เป็นคี่

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter: เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรม*) ซึ่งทางภาครับต้องกำหนดการตรวจสอบพาริตี้ที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือคู่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย ถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้ทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่มันสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้เป็น NONE นั้นทั้งภาครับและส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

2.6.2 รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

ในการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องอยู่ 2 ตัว ดังนี้

1. รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมหรือ SBUF (Serial data buffer register)

มีแอดเดรสอยู่ที่ 99H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิต แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล (transmit buffer register) และรับข้อมูล (receive buffer register) เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD หรือขา P3.1 ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป สำหรับการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกนั้นจะผ่านมาทางขา RxD หรือ P3.0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

2. รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ

SCON (Serial port Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 98H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

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

รูปที่ 2.17 แสดงรูปรีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม (SCON)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SM0-SM1 (Serial port mode bit 0-1): ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

SM2: ใช้ในการเอ็นเอเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์ (multiprocessor) ในการทำงานของโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ถ้าบิตนี้เป็น "1" บิต RI จะไม่แอกตีฟถ้าบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น "0" (ข้อมูลบิตที่เก็บไว้ที่บิต RB8) ในการทำงานโหมด 1 ถ้าบิตนี้เซต บิต RI จะไม่แอกตีฟถ้ายังไม่ได้รับบิตหยุด ส่วนในโหมด 0 บิตนี้ไม่มีการใช้งาน

REN (Enable serial reception): ใช้ในการเอ็นเอเบิลการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้มีการรับข้อมูลต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

TB8: ใช้สำหรับเก็บข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

RB8: ใช้สำหรับรับข้อมูลบิตที่ 9 ที่เข้ามาในการทำงานโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แต่ถ้าหากพอร์ตอนุกรมทำงานอยู่ในโหมด 1 และบิต SM2 เป็น "0" ข้อมูลที่บิต RB8 คือข้อมูลของบิตหยุด (Stop bit) สำหรับในการทำงานโหมด 0 บิตนี้จะไม่ใช้งาน บิต RB8 นี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

TI (Transmit Interrupt flag): ใช้ในการแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการส่งข้อมูลบิตที่ 8 ไปเรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดออกไป การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟต์แวร์เท่านั้น

RI (Receive Interrupt flag): ใช้แสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เมื่อมีการรับข้อมูลเข้าสู่พอร์ตอนุกรม สามารถเซตได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อทำการรับข้อมูลบิตที่ 8 เรียบร้อยแล้วในการทำงานโหมด 0 ส่วนในการทำงานโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อสามารถรับบิตหยุดของข้อมูลอนุกรมไปได้ครึ่งทางแล้ว ยกเว้นในกรณีที่บิต SM2 มีการเซต บิตนี้จะเซตได้ก็ต่อเมื่อการรับบิตหยุดหรือบิตที่ 9 เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว การเคลียร์บิตนี้ต้องใช้กระบวนการทางซอฟต์แวร์เท่านั้น

2.6.3 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน MCS-51

พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเลือกการทำงานได้ถึง 4 โหมดคือ

1. โหมด 0 เป็นการกำหนดให้พอร์ตอนุกรมทำงานในลักษณะชิฟต์รีจิสเตอร์
2. โหมด 1 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 8 บิต สามารถเลือกอัตราบอดได้
3. โหมด 2 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต โดยมีอัตราบอดคงที่
4. โหมด 3 เป็นการกำหนดให้เป็น UART ขนาด 9 บิต สามารถเลือกอัตราบอดได้

การเลือกโหมดทำได้ด้วยการกำหนดข้อมูลให้แก่บิต SM0 และ SM1 ในรีจิสเตอร์ SCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด 0 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

มีไดอะแกรมการทำงานและไดอะแกรมเวลาแสดงในรูปที่ 2.18 ข้อมูลอนุกรมจะผ่านเข้าและออกทางขา RxD ส่วนขา TxD ทำหน้าที่เป็นสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล (shift clock) ในโหมดนี้มีจำนวนข้อมูล 8 บิต โดยทำการรับและส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน *อัตราในการรับส่งข้อมูลหรืออัตราบอดถูกกำหนดไว้คงที่ที่ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา*

เริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการเขียนข้อมูลที่ต้องการส่งมายังรีจิสเตอร์ SBUF สัญญาณเขียนข้อมูล SBUF แอกตีฟเป็น "1" ที่สเตต 6 เฟส 2 (S6P2) ของแมชชีนไซเคิล ส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX control) ทำให้วงจรควบคุมเริ่มต้นส่งข้อมูล สัญญาณ SEND จะแอกตฟเป็น "1" ตลอดการส่งข้อมูล

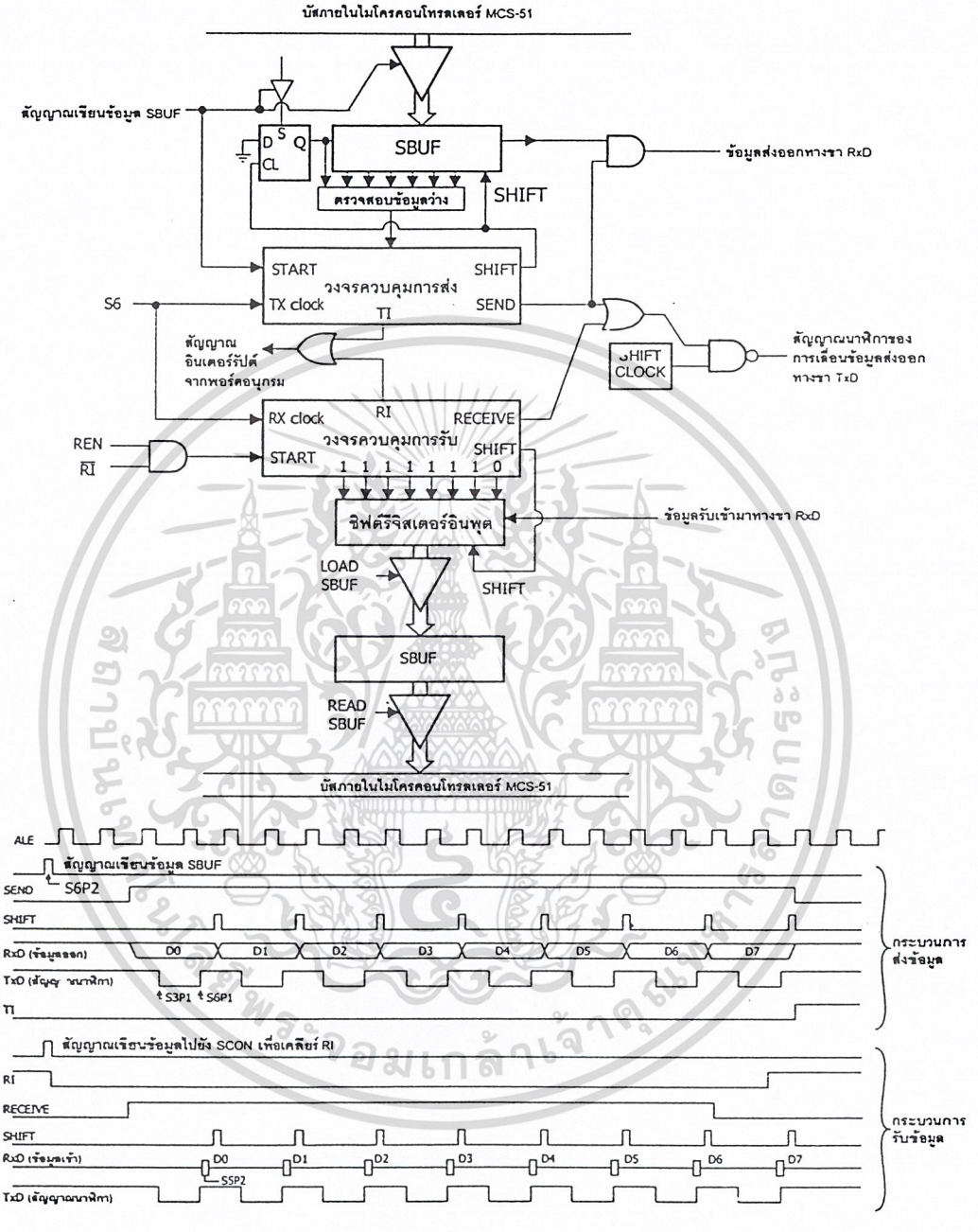
ข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF จะถูกเลื่อนออกที่ขา P3.0 หรือขา RxD ครั้งละบิต ตามจังหวะของสัญญาณนาฬิกาที่ส่งออกมาทางขา P3.1 หรือ TxD โดยสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูลจะมีขอบขาลงของสัญญาณที่สเตต 3 เฟส และมีขอบขาขึ้นของสัญญาณที่สเตต 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชชีนไซเคิลในกระบวนการส่งข้อมูล จนกระทั่งเมื่อส่งข้อมูลครบ 8 บิตแล้ว บิต TI ในรีจิสเตอร์ SCON จะเกิดการเซต เป็นการแจ้งให้ทราบว่าส่งข้อมูลครบแล้ว หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล สัญญาณ SEND จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

ในกระบวนการรับข้อมูล เริ่มต้นด้วยการเซต REN ให้เป็น "1" และเคลียร์บิต RI ในรีจิสเตอร์ SCON ก่อนที่สเตต 6 เฟส 2 ของแมชชีนไซเคิลถัดไป วงจรควบคุมการรับ (RX control) จะทำการเขียนข้อมูล 11111110 ไปยังชิฟต์รีจิสเตอร์สำหรับรับข้อมูลและทำการแอกตีฟสัญญาณ RECEIVE ให้เป็น "1" ในสัญญาณนาฬิกาลูกถัดไป

เมื่อสัญญาณ RECEIVE แอกตีฟ ก็จะเกิดการส่งสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล (Shift clock) ขึ้นผ่านทางขา P3.1 หรือ TxD เพื่อทำการกำหนดจังหวะการรับข้อมูลครั้งละบิต โดยสัญญาณนาฬิกานี้จะเกิดขึ้นในช่วงสเตต 3 เฟส 1 ถึงสเตต 6 เฟส 1 ของแต่ละแมชชีนไซเคิล การรับข้อมูลเข้ามาทางขา P3.0 หรือ RxD จะเกิดขึ้นที่สเตต 5 เฟส 2 ในแมชชีนไซเคิลเดียวกับสัญญาณนาฬิกาของการเลื่อนข้อมูล จนกระทั่งรับข้อมูลครบทั้ง 8 บิต บิต RI จะได้รับการเซตเพื่อแจ้งการเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรับข้อมูล สัญญาณ RECEIVE จะกลายเป็น "0" จนกว่าจะเริ่มต้นกระบวนการรับข้อมูลใหม่

การทำงานในโหมดนี้ของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะใช้ในการเชื่อมต่อกับไอซีรีจิสเตอร์ภายนอกเพื่อทำการขยายจำนวนพอร์ตอินพุตหรือเอาท์พุต แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้งานมากนัก เนื่องจากในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เองมีพอร์ตอยู่ค่อนข้างมาก และติดต่อกับพอร์ตเหล่านั้นได้ง่ายและเร็วกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 0 ของพอร์ตอนุกรม ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมด 1 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

มีไดอะแกรมแสดงในรูปที่ 2.19 ในโหมดนี้ใช้ในการรับส่งข้อมูลรวม 10 บิต โดยส่งข้อมูลออกทางขา P3.1 หรือ TxD และรับข้อมูลเข้าทางขา P3.0 หรือ RxD ข้อมูลทั้ง 10 บิตประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (มีค่าเป็น "0") 1 บิต บิตข้อมูล 8 บิต โดยรับหรือส่งข้อมูลในบิต LSB ก่อน และบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย (มีค่าเป็น "1") ในการรับข้อมูล บิตหยุดจะถูกเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON อัตราบอดในโหมดนี้ได้รับการกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 ใน AT89C51 ส่วนในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx สามารถเลือกใช้อัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 หรือไทเมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอดได้

กระบวนการส่งข้อมูลเริ่มต้นด้วยการแอกตีฟสัญญาณเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ส่งมายังวงจรควบคุมการส่ง (TX control) จากนั้นวงจรควบคุมจะทำการแอกตีฟสัญญาณ SEND ที่สเตต 1 เฟส 1 ของแมชชีนไซเคิลต่อมา โดยสัญญาณ SEND จะเป็น "0" ตลอดการส่งข้อมูล เมื่อสัญญาณ SEND แอกตีฟจะทำการส่งบิตเริ่มต้นก่อนเป็นบิตแรก โดยมีคาบเวลาของบิตเริ่มต้นเท่ากับ 1 แมชชีนไซเคิล จากนั้นตามด้วยการส่งบิตข้อมูล 8 บิต เรียงลำดับจากบิต LSB โดยข้อมูลที่ทำการส่งถูกเรียกออกมาจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับการส่งข้อมูล ในทุกๆบิตข้อมูลที่ทำการส่งออกไป จะเกิดสัญญาณพัลส์ SHIFT ขึ้น เพื่อให้เรียกข้อมูลในแต่ละบิตจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ การกำหนดจังหวะการส่งข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการส่ง (TX clock) เป็นตัวกำหนด โดยสัญญาณนาฬิกานี้ได้มาจากการหารสัญญาณ TCLK จากไทเมอร์ 1 ด้วย 16 หลังจากการส่งบิตข้อมูลก็จะทำการส่งบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย 1 บิต ดังนั้นการส่งข้อมูลจะใช้สัญญาณนาฬิกาทั้งหมด 10 ลูก เมื่อทำการส่งข้อมูลครบเรียบร้อยแล้ว จะทำการเซตบิต TI ในรีจิสเตอร์ SCON หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ หลังจากที่ทำการบริการอินเตอร์รัปต์หรือส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเคลียร์บิต TI ก่อนเป็นอันดับแรก เพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

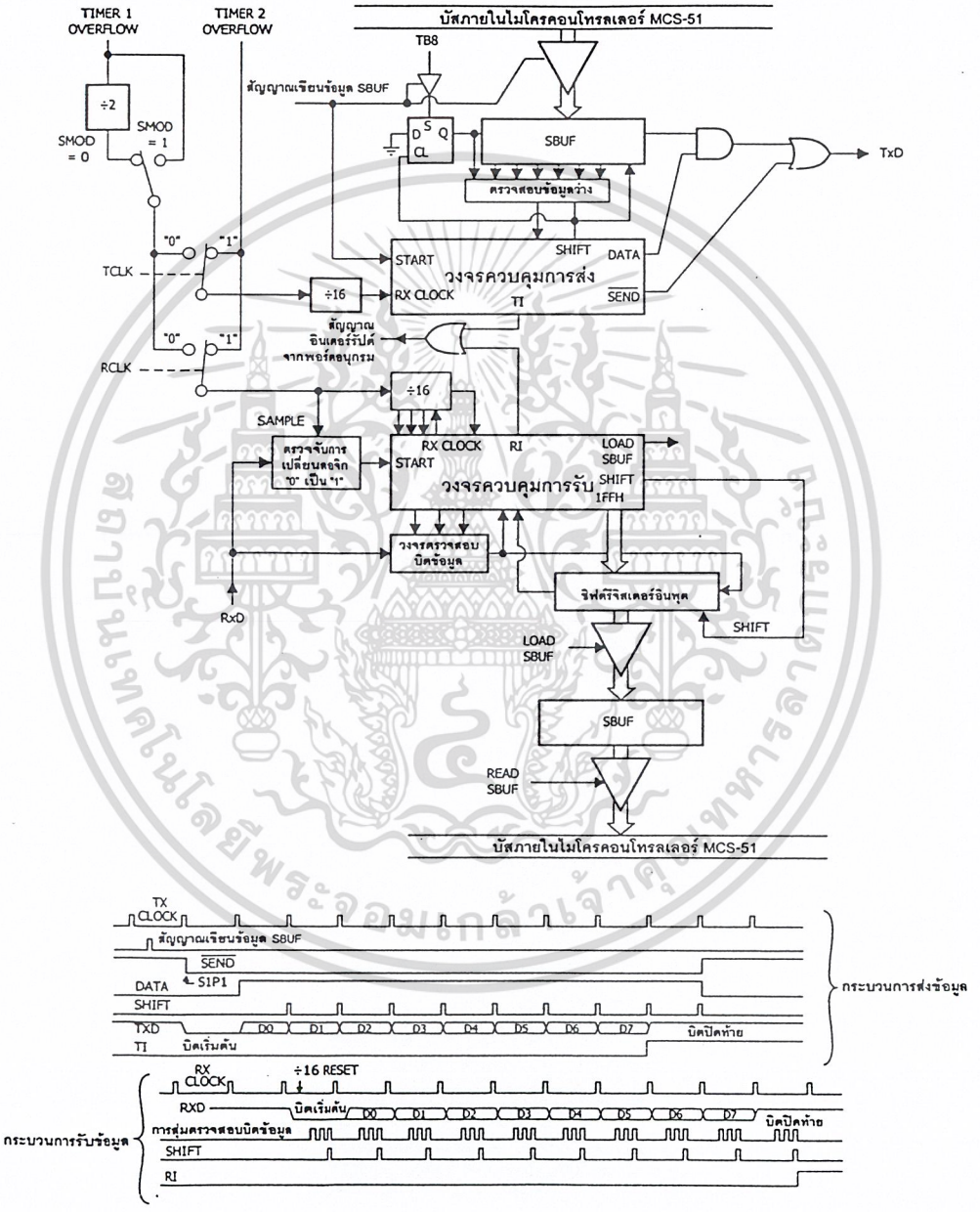
ด้านการรับข้อมูล จะทำการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจาก "1" เป็น "0" ที่ขา RxD โดยใช้อัตราการสุ่มเท่ากับ 1/16 เท่าของอัตราบอด เมื่อตรวจจับพบ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอดจะรีเซตและทำการเขียนข้อมูล 1FFH ไปยังชิฟต์รีจิสเตอร์ ข้อมูลจะเริ่มเดินทางเข้าสู่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา RxD ในการตีความว่าบิตที่เข้ามาเป็น "0" หรือ "1" จะใช้ผลการสุ่มข้างมาก โดยบิตของข้อมูลที่เข้ามาได้รับการแบ่งออกเป็น 16 สเตต การสุ่มข้อมูลจะทำการสุ่มสเตตที่ 7, 8 และ 9 หาก 2 ใน 3 ของการสุ่มพบว่าข้อมูลเป็นลอจิกใด จะตีความข้อมูลในบิตนั้นเป็นตามเสียงข้างมาก ยกตัวอย่าง สุ่มพบลอจิก "1" 2 ใน 3 ครั้ง จะตีความว่าบิตของข้อมูลที่รับได้นั้นเป็น "1"

ลำดับของการรับข้อมูลมีลักษณะเดียวกับการส่งข้อมูลคือ เริ่มด้วยบิตเริ่มต้นก่อน ตามด้วยบิตข้อมูล และบิตปิดท้าย ในทุกๆการรับข้อมูลได้ 1 บิต จะมีพัลส์ SHIFT เกิดขึ้น เพื่อทำการเลื่อนข้อมูลเข้าสู่รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์การรับข้อมูล การกำหนดจังหวะการรับข้อมูลใช้สัญญาณนาฬิกาการรับข้อมูล (RX clock) หลังจากสัญญาณนาฬิกาลูกสุดท้าย อันหมายถึงสามารถรับข้อมูลได้ครบแล้ว วงจรควบคุมการรับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ไปยังรีจิสเตอร์ SBUF และบิต RB8 ก็คือข้อมูลของบิตหยุดนั่นเอง พร้อมกันนั้นยังทำการเซตบิต RI ในรีจิสเตอร์ SCON ด้วย หากการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรมได้รับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็นเอเบิลไว้ ก็จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ขึ้นในระบบ หลังจากบริการอินเตอร์รัปต์หรือรับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ต้องทำการเคลียร์บิต RI ก่อน เพื่อให้การรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมดำเนินต่อไปได้

การทำงานในโหมดนี้ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากมีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำการรับส่งข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

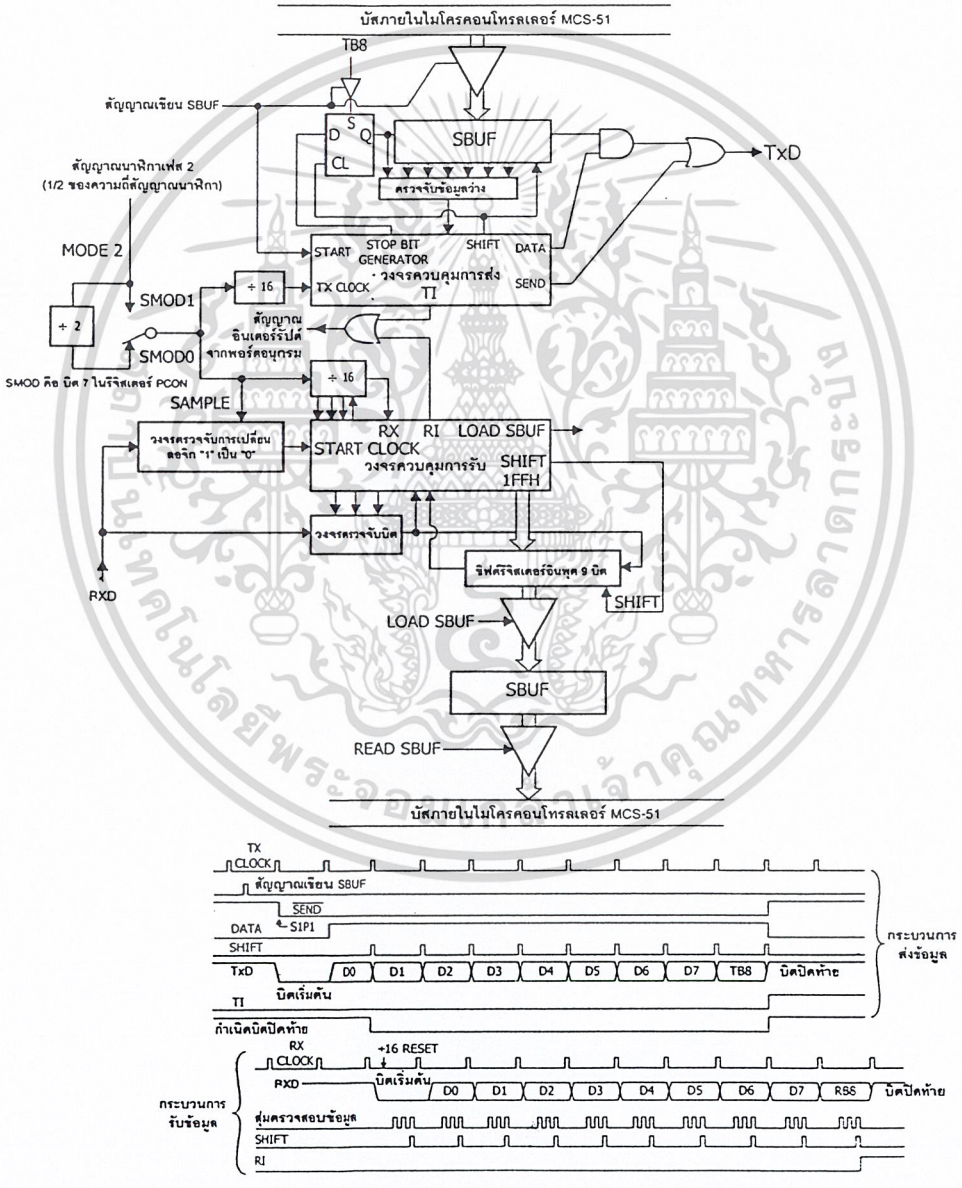


รูปที่ 2.19 แสดง ไดอะแกรมการทำงานในโหมด 1 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

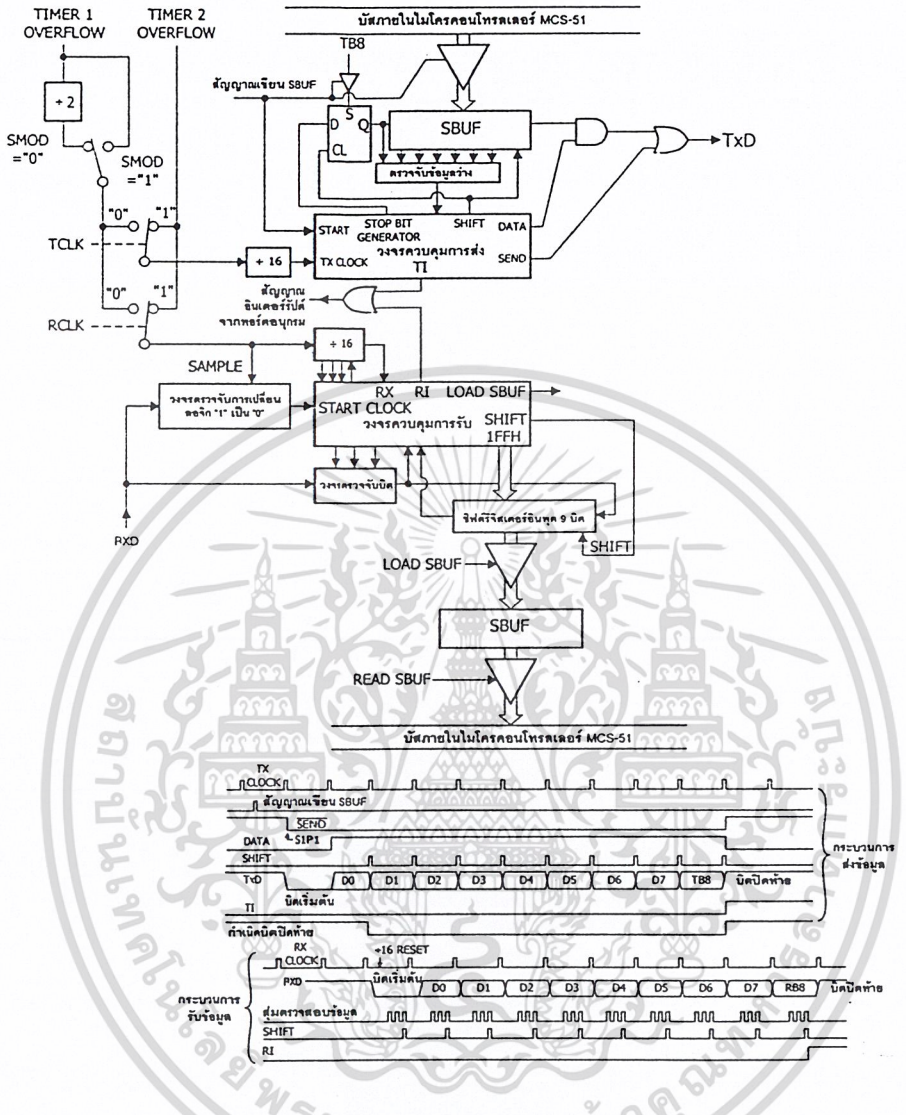
การทำงานในโหมด 2 และ 3 ของวงจรพอร์ตอนุกรม

ในทั้งสองโหมดนี้จะใช้รูปแบบข้อมูลรวม 11 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น มีค่าเป็น “0” จำนวน 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต โดยทำการรับและส่งบิต LSB ก่อน, บิตข้อมูลบิตที่ 9 และบิตปิดท้ายมีค่าเป็น “1” จำนวน 1 บิต ในการส่งข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 9 จะได้รับการเก็บไว้ในบิต TB8 ในรีจิสเตอร์ SCON และในการรับข้อมูล ข้อมูลบิตที่ 9 จะนำไปเก็บไว้ในบิต RB8 ในรีจิสเตอร์ SCON สำหรับอัตราบอดในโหมด 2 จะคงที่โดยเลือกได้ 2 ค่าคือ 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สำหรับในโหมด 3 อัตราบอดสามารถปรับได้เหมือนกับในโหมด 1



รูปที่ 2.20 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 2 ของพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 แสดงไดอะแกรมการทำงานในโหมด 3 ของพอร์ตอนุกรม
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในรูปที่ 2.20 และ 2.21 เป็นไดอะแกรมการทำงานและไดอะแกรมของการทำงานในโหมด 2 และ 3 ของพอร์ตอนุกรม การทำงานโดยรวมจะคล้ายกับการทำงานในโหมด 1 ส่วนที่แตกต่างกันคือจำนวนบิตของข้อมูลที่ในโหมด 2 และ 3 จะมีเพิ่มมาอีก 1 บิต โดยส่วนใหญ่จะเป็นบิตตรวจสอบพาริตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 อัตราบอดของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โหมด 0

อัตราบอดของโหมดนี้มีค่าคงที่ โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

อัตราบอดในโหมด 0 = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/12 หน่วยเป็น บิตต่อวินาที

โหมด 1 และ 3

เนื่องจากทั้งสองโหมดนี้สามารถเลือกแหล่งกำเนิดอัตราบอดได้ 2 แหล่งคือ จากอัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 และ 2 สำหรับอัตราบอดเมื่อใช้การโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 จะต้องใช้ค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON มาพิจารณาประกอบด้วย สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

$$\text{อัตราบอด} = (2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}/32) \times \text{อัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1}$$

ถ้าหากในไทเมอร์ 1 ไม่ได้เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ไว้ สามารถคำนวณค่าอัตราบอดได้จาก

$$\text{อัตราบอด} = (2^{\text{ค่าในรีจิสเตอร์ SMOD}}/32) \times (\text{ความถี่สัญญาณนาฬิกา}/\{12 \times [256 - (TH1)]\})$$

ในตารางที่ 9-1 แสดงการกำหนดอัตราบอดโดยใช้ไทเมอร์ 1

ในกรณีที่ใช้ไทเมอร์ 2 ในการกำหนดอัตราบอด โดยกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ทำงานในโหมดกำเนิดอัตราบอด (baud rate generator) สามารถคำนวณหาค่าอัตราบอดได้จาก

อัตราบอด = อัตราโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 2/16 หน่วยเป็น บิตต่อวินาที

ถ้าหากกำหนดให้ไทเมอร์ 2 ทำงานในโหมดปกติ สามารถคำนวณหาค่าอัตราบอดได้จาก

$$\text{อัตราบอด} = \text{ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา}/(32 \times (65536 - (RCAP2H, RCAP2L)))$$

โดยที่ $(RCAP2H, RCAP2L)$ เป็นค่าของรีจิสเตอร์ RCAP2H และ RCAP2L มีขนาด 16 บิต ไม่คิดเครื่องหมาย

โหมด 2

ในโหมดนี้อัตราบอดจะขึ้นอยู่กับค่าของบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ถ้า SMOD เป็น “0” อัตราบอดจะเท่ากับ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา ในกรณีที่ SMOD เป็น “1” อัตราบอดจะเท่ากับ 1/32 ของความถี่สัญญาณนาฬิกา สามารถแสดงเป็นสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{อัตราบอด} = (2^{\text{ค่าของบิต SMOD}}/64) \times \text{ความถี่สัญญาณนาฬิกา}$$

2.6.5 การกำหนดค่าของไทเมอร์เพื่อเลือกอัตราบอด

ในการใช้งานพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สิ่งที่ต้องให้ความสนใจมากที่สุดประการหนึ่งคือ **อัตราการถ่ายทอดข้อมูล** หรือ **อัตราบอด** ซึ่งการกำหนดอัตราบอดนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็นหลัก สำหรับโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมที่สามารถเลือกอัตราบอดได้อย่างอิสระคือในโหมด 1 และ 3 โดยกำหนดได้จากอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลวของไทเมอร์ 1 ถ้าหากไทเมอร์ 1 มีการเกิดโอเวอร์โฟลวในอัตราที่สูงมากเท่าใด อัตราบอดก็จะมีค่าสูงมากขึ้นตาม นั่นหมายความว่าอัตราในการถ่ายทอดข้อมูลจะสูงมาก สามารถถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้ไทเมอร์ 1 เพื่อกำหนดอัตราบอดในโหมด 1 และ 3 ของพอร์ตอนุกรมจะต้องกำหนดให้ไทเมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 หรือโหมด 8 บิตแบบตั้งค่าการนับอัตโนมัติ และการกำหนดค่ารีโหลดให้แก่รีจิสเตอร์ TH1 จึงเป็นตัวแปรหลักที่ใช้ในการกำหนดอัตราบอดให้แก่พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เริ่มต้นด้วยการเคลียร์บิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจิสเตอร์ PCON ให้เป็น "0" ค่าของการรีโหลดให้แก่ TH1 สามารถคำนวณได้จาก

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)

แต่ถ้าบิต SMOD เกิดการเซต จะเป็นการเอ็นเอเบิลการทวีคูณของอัตราบอด ดังนั้นการกำหนดค่าให้แก่ TH1 จึงต้องคำนวณจาก

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/192)/อัตราบอด)

ยกตัวอย่าง ถ้าหากในไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ใช้คริสตอล 11.0592 MHz ต้องการกำหนดอัตราบอดของพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ที่ 19,200 บิตต่อวินาที ในกรณีที่ไม่เอ็นเอเบิลการทวีคูณของอัตราบอด ค่ารีโหลดของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเท่ากับ

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)
= 256 – ((11059200/384)/19200)
= 256 – (28800/19200)
= 256 – 1.5 = 254.5

เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ถ้าหากกำหนดค่าของ TH1 เป็น 254 เมื่อทำการแทนค่าเพื่อคำนวณหาค่าอัตราบอด จะได้อัตราบอดเท่ากับ 14,400 บิตต่อวินาที และถ้าหากกำหนดค่าของ TH1 เป็น 255 อัตราบอดจะมีค่าเท่ากับ 28,800 บิตต่อวินาที ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าของ TH1 ที่ไม่เป็นจำนวนเต็มจะไม่สามารถทำให้เกิดอัตราบอดตามที่ต้องการได้

ทางแก้ไขคือ ให้ทำการเอ็นเอเบิลการทวีคูณอัตราบอด โดยการเซตบิต SMOD ในรีจิสเตอร์ PCON ให้เป็น "1" จากนั้นแทนค่าลงในสมการหาค่า TH1 เมื่อมีการเซตบิต SMOD ได้ผลดังนี้

TH1 = 256 – ((ค่าความถี่ของคริสตอล/384)/อัตราบอด)
= 256 – ((11059200/384)/19200)
= 256 – (28800/19200)
= 256 – 1.5 = 254.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าของ TH1 ที่ได้ทำการแทนค่าคำนวณหาค่าอัตราบอดจะได้เท่ากับ 19,200 บิตต่อวินาที สามารถสรุปขั้นตอนในการเลือกอัตราบอดโดยการกำหนดค่าของไทเมอร์ 1 ได้ดังนี้

1. กำหนดให้พอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำงานในโหมด 1 หรือ 3
2. กำหนดให้ไทเมอร์ 1 ทำงานในโหมด 2 หรือโหมด 8 บิตตั้งค่าอัตโนมัติ
3. กำหนดข้อมูลให้แก่ TH1 เท่ากับ 253 เพื่อให้สามารถกำเนิดอัตราบอดได้ 19,200 บิตต่อวินาที ตามที่ต้องการ
4. ทำการเซตบิต SMOD ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจิสเตอร์ PCON เพื่อเอ็นเอเบิลการทวีคูณอัตราบอด

อัตราบอด (บิตต่อวินาที : bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	ไทเมอร์1		
			C/T	โหมด	ค่ารีโหลด
โหมด 0 : สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2 : สูงสุด 375 K	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1,3 : 62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 K (19,200)	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6 K (9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8 K (4,800)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4 K (2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2 K (1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12 MHz	0	0	1	FEEBH

ตารางที่ 2.7 แสดงการเลือกอัตราบอดของวงจรพอร์ตอนุกรม
ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.6.6 การเขียนหรือส่งข้อมูลออกจากพอร์ตอนุกรม

ข้อมูลที่ต้องการส่งออกทุกค่าต้องนำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม ซึ่งก็คือรีจิสเตอร์ SBUF ดังตัวอย่าง

```
MOV SBUF , # 'A'
```

จากคำสั่งข้างต้นเป็นการส่งข้อมูลของตัวอักษร A ออกไปยังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ อย่างไรก็ตามก่อนทำการส่งข้อมูลทุกครั้ง ต้องแน่ใจว่าบิต TI เคลียร์หรือมีค่าเป็น "0" และทำการส่งข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ก็จะเกิดการเซตบิต TI เพื่อแจ้งให้ทราบ ดังตัวอย่างโปรแกรมต่อไปนี้

```
CLR  TI              ; เคลียร์บิต TI เพื่อเตรียมการส่งข้อมูลออก
MOV  SBUF , # 'A'    ; ส่งข้อมูลของตัวอักษร A ไปยังพอร์ตอนุกรม
JNB  TI , $          ; รอการเซตของบิต TI เพื่อแจ้งการส่งข้อมูลที่เสร็จสมบูรณ์
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 การอ่านหรือรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม

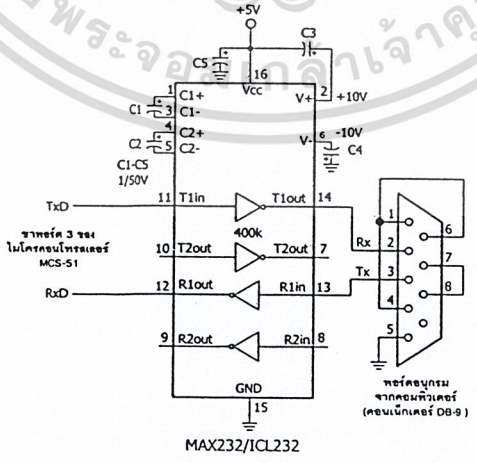
การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมสามารถกระทำได้ง่ายมาก เพียงทำการตรวจสอบว่าบิต RI เกิดการเซตขึ้นหรือไม่ ถ้าพบว่ามีการเซตเกิดขึ้นแล้ว ให้ทำการอ่านค่าจากรีจิสเตอร์ SBUF โดยต้องทำการโอนย้ายข้อมูลผ่านทางแอกคิวมูเลเตอร์หรือรีจิสเตอร์ A ดังตัวอย่าง

```
CLR  RI          ; เคลียร์บิต TI เพื่อเตรียมการส่งข้อมูลออก
JNB  RI , $      ; รอคอยการเซตของบิต RI อันเป็นการแจ้งให้ทราบว่า การรับ
                   ข้อมูลเสร็จสมบูรณ์และมีข้อมูลเกิดขึ้นที่รีจิสเตอร์ SBUF
MOV  A , SBUF    ; อ่านค่าจากรีจิสเตอร์ โดยการโอนย้ายข้อมูลผ่านทางรีจิสเตอร์
CLR  RI          ; หลังจากทำการอ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้องทำการเคลียร์บิตRI เสมอ
```

2.6.8 การเชื่อมต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

การใช้งานวงจรพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มักนิยมใช้ในการติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในมาตรฐาน RS-232 เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากระดับสัญญาณของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีระดับตั้งแต่ ± 3 ถึง $\pm 12V$ ในขณะที่ระดับสัญญาณของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง จึงต้องอาศัยการเชื่อมต่อผ่านไอซีพิเศษที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณ

ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงระดับสัญญาณนี้ ต้องทำการแปลงข้อมูลส่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จากระดับทีทีแอลไปเป็นระดับของ RS-232 และทำการแปลงข้อมูลรับจากคอมพิวเตอร์จากระดับของ RS-232 เป็นระดับทีทีแอลเพื่อให้สามารถถ่ายทอดไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้อย่างสมบูรณ์ ไอซีดังกล่าวมีด้วยกันหลายเบอร์จากหลายผู้ผลิต อาทิ MAX232 จาก MAXIM หรือ ICL232 จาก HARRIS เป็นต้น ในรูปที่ 2.15 แสดงการจัดขาของไอซี ICL232 ซึ่งใช้ในการแปลงสัญญาณ RS-232 ส่วนวงจรของการต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงวงจรเชื่อมต่อ MAX232 หรือ ICL232 เข้ากับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

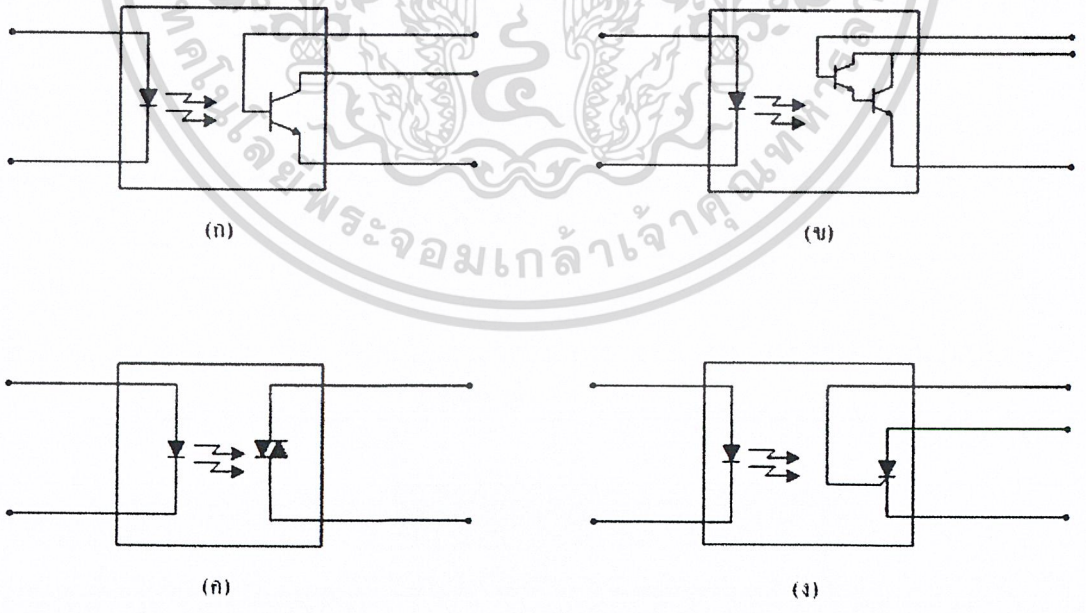
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การเชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (Optocoupler) หรือตัวแยกโดยใช้แสง เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการไอโซเลท ทำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่าง ๆ ของวงจรที่มีกราวด์ต่างกัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างอินพุทกับเอาท์พุตได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งการคับปลิ้งด้วยวิธีอื่นๆ จะทำไม่ได้ จึงได้นำเอาออปโต้คัพเปอร์มาประยุกต์ใช้งาน ในวงจรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือของวงจร

ออปโต้คัพเปอร์ เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกันและกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่น กระจกชิ้นบาง ๆ คั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังทึบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบเห็นบ่อย ๆ ส่วนมากจะมีตัวถังเป็นแบบดิพ (DIP : Dual in–line package) เหมือนไอซี แต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (RED : Infrared Emitter Diode) ทำจากสารแกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) ส่วนตัวตรวจรับหรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจจะเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ โฟโต้ดาร์ลิงดันสวิทช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงเป็นต้น รูปที่ 2.23 แสดงสัญลักษณ์ของวงจรชนิดต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้จะมีหลายชนิดมากกว่านี้ แต่ที่แสดงให้เห็นรูปเป็นที่พบเห็นกันบ่อยๆ

ออปโต้คัพเปลอร์หรือออปเตอร์ไอโซเลทเตอร์ ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ไม่ให้ได้รับแรงดันกระชากสูงๆ หรือคุ้มครองระดับนอยส์ต่ำๆ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดเอาท์พุทไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมา



รูปที่ 2.23 แสดงสัญลักษณ์ของออปโต้คัพเปลอร์

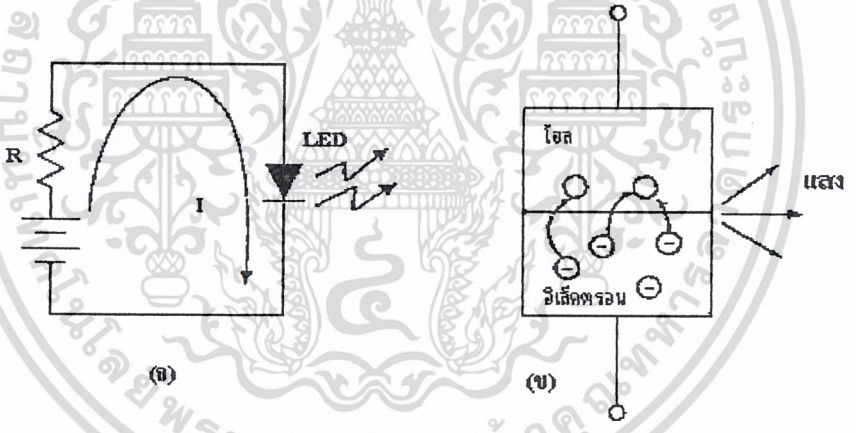
(ก) แบบมีเอาท์พุทเป็น Opto-Transistor (ข) แบบมีเอาท์พุทเป็น Opto-Darington Transistor

(ค) แบบมีเอาท์พุทเป็น Opto-Diac (ง) แบบมีเอาท์พุทเป็น Opto-SCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออปโต้คัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆที่มีระดับลอจิกแตกต่างในออปโต้คัพเปลอร์ สัญญาณอินพุทจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง เพราะมี LED ที่อยู่ภายในพลังงานจึงถูกส่งไปยังโฟโต้ดีเทคเตอร์ดังนั้นมันจึงงานตรงกับพลังงานของแสงที่ได้จากLEDและสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (Current–Transfer Ratio ; CTR)กับ Isolation Voltage เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุทต่อกระแสเอาท์พุทซึ่งเป็นการวัดความสามารถของออปโต้คัพเปลอร์ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุทถูกส่งไปยังเอาท์พุท อย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุทและเอาท์พุท รวมทั้งพื้นที่ความไว และอัตราขยายของตัวตรวจรับ สำหรับ Isolation Voltage ของออปโต้คัพเปลอร์ คือ ปริมาณแรงดันที่ ออปโต้คัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

เมื่อมีกระแสไหลผ่าน IRED ของออปโต้คัพเปลอร์ ในลักษณะไบอัสตรงจนมีอิเล็กตรอนส่วนเกินกระโดดข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮล ในขณะเดียวกันก็ได้ปล่อยพลังงานโฟตอน หรือแสงออกมา ดังรูปที่ 2.24 แสงที่ได้รับเป็นแสงอินฟราเรด เพราะสารกึ่งตัวนำทำด้วยสารสารแกลเลียมอาร์เซไนด์ ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ได้แก่กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง (I_f) แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง (Vf) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้ เมื่อได้รับไบอัสกลับ



รูปที่ 2.24 (ก) แสดงถึงแสงที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสไบอัสตรงไหลผ่าน
(ข) อิเล็กตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสงออกมา

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจจับ ที่ใช้ในออปโต้คัพเปลอร์ ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้นๆ ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Transistor coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลาง และมีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อ (Junction) ภายในระหว่างคอลเลคเตอร์-เบส ของทรานซิสเตอร์สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่โฟโต้ไดโอด ซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม

ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Darlington Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ให้อัตราส่วนการส่งกระแส หรือมีเกนการขยายสูงให้กระแสเอาท์พุทเพิ่มขึ้น ซึ่งจะได้แกนขยายสูงเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่า ของการใช้งานทรานซิสเตอร์ตัวเดียว

ออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ และแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์นั้น มีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับออปโต้ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์และแบบดาร์ลิงทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ มีดังนี้

I_C : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์ (เอาท์พุท)

$V_{(BR)CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

$V_{(BR)ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลคเตอร์

$CTR_{(n)}$: เป็นอัตราส่วน (เป็นเปอร์เซ็นต์) ต่ำสุดระหว่างกระแสเอาท์พุทของคอลเลคเตอร์สูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{CC} และ I_f ที่กำหนด

$V_{CE(sat)}$: เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอิมิตเตอร์

2.7.1 ออปโต้คัพเปลอร์ที่ใช้สวิทซ์สองทิศทางหรือไตรแอค (Triac)

ทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นเป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานซึ่งต้องการการแยกการทริก หรือกระตุ้นตัวไตรแอค การแยกการสวิทซ์ทางด้านไฟฟ้าสลับที่มีปริมาณกระแสต่ำและการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูง อุปกรณ์ชนิดนี้มีตัวแปรที่สำคัญคือ

$I_{T(RMS)}$: เป็นกระแสค่า RMS สูงสุดขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน

V_{DRM} : เป็นแรงดันซ้ำๆ ระหว่างขั้วเอาท์พุทเมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน

V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak Voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

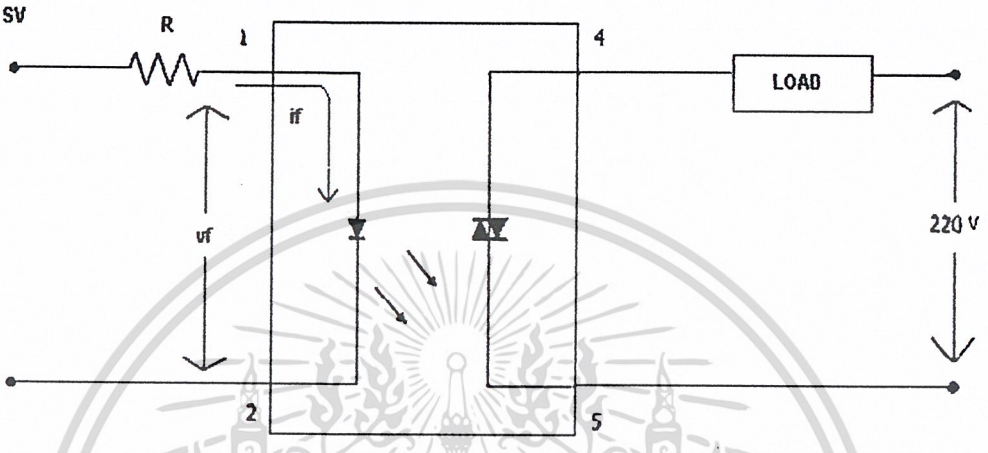
I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสูงสุดซึ่งต้องการใช้เพื่อคงสถานะให้เอาท์พุทค้างไว้ (Latch)

I_H : เป็นค่ากระแสยึด (Holding Current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุท เพื่อที่จะคงสถานะค้างเอาไว้ให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

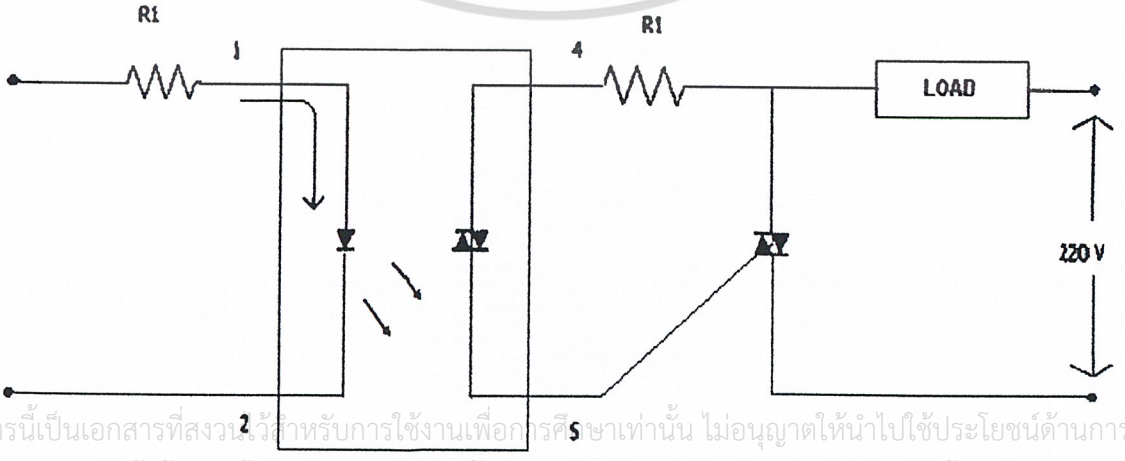
2.7.2 การประยุกต์ใช้งานโดยการนำไปใช้ควบคุมโหลด

การนำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟสลับ 220 โวลต์ แทนการใช้รีเลย์ และการควบคุมปราศจากข้อยุ่งยากเหมือนกับวงจรที่ออกแบบโดยใช้รีเลย์ ดังนั้นจะกล่าวถึงเฉพาะการนำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น



รูปที่ 2.25 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

จากรูปที่ 2.25 แสดงการใช้ MOC 3020 ในการเปิด-ปิด กระแสผ่านโหลดที่ต้องการกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกตมีค่าลอจิกเป็น 0 กระแสจะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงไปกระตุ้นไดโอด ให้นำกระแสไฟฟ้าสลับ และเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกทซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโต้มีค่าลอจิกเป็น 1 จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟราเรด จะทำให้ไดแอคหยุดนำกระแส จากรูปที่ 2.25 จะใช้ได้กับโหลดที่ใช้กระแสน้อยๆ เท่านั้น เพราะไดแอคขนาดเล็กสามารถทนกระแสได้น้อย ซึ่งน้อยเกินไปที่จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ แต่ก็เหมาะสมที่จะนำมาสร้างทริกเกอร์ไดแอคกำลังงานสูงนอกวงจร เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสสูงๆ ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.26 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง

2.8 ส่วนฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลจะต้องถูกสร้างขึ้นเพื่อสะท้อนความเป็นจริงภายนอกตัวระบบ นั่นคือ สะท้อนโลกภายนอก ซึ่งเป็นสิ่งที่องค์การต้องการและให้ความสนใจ ตัวเลขและสัญลักษณ์ต่างๆ ที่เก็บอยู่ภายในฐานข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆภายในฐานข้อมูล กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการประมวลผลและการแปลความหมายของผลลัพธ์จะต้องสะท้อนสภาพความเป็นจริงที่องค์การต้องการ และเป็นสิ่งที่องค์การสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

โครงสร้างของหน่วยจัดเก็บข้อมูล

องค์ประกอบของข้อมูลที่มีอยู่ภายในแฟ้มข้อมูลใดๆ จำแนกได้เป็น 3 ระดับด้วยกัน คือ

1. **เรคอร์ด (record หรือ entry)** เป็นหน่วยหลักที่กำหนดจัดการข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ หน่วยที่ใช้จัดเก็บเป็นเรคอร์ดอาจจะเป็นตัวพนักงาน โรงเรียน หน่วยงาน แบบฟอร์ม ใบสมัคร เป็นต้น
2. **ฟิลด์ (field หรือ data item หรือ attribute)** เป็นหน่วยของข้อมูลแต่ละตัวที่จัดเก็บไว้ภายในเรคอร์ด เช่น ฟิลด์ของเรคอร์ดพนักงาน ประกอบด้วย ชื่อพนักงาน เพศ วันที่เริ่มเข้าทำงาน เงินเดือน หรือ ฟิลด์เรคอร์ดของหน่วยงานอาจประกอบด้วย ชื่อหน่วยงาน ชื่อหัวหน้าหน่วยงาน ชื่อของโครงการภายในหน่วยงาน เงินงบประมาณ เป็นต้น
3. **แวลลู (values)** คือค่าของข้อมูลแต่ละฟิลด์ที่จัดเก็บอยู่ในแต่ละเรคอร์ด

ในการสร้างไฟล์ฐานข้อมูลเพื่อเป็นหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Data storage) ผู้ออกแบบระบบอาจกำหนดโครงสร้างของการจัดรูปแบบเรคอร์ดและฟิลด์ ในไฟล์ได้แตกต่างกันในหลายลักษณะ แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบของการจัดดังกล่าวนี้ อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกัน

1.record-based model (group items) จัดเก็บชุดข้อมูลที่สัมพันธ์กันในลักษณะที่เป็นฟิลด์ต่างๆ ภายในแต่ละเรคอร์ดของไฟล์ อาจจัดเก็บเป็นไฟล์ใหญ่เดี่ยว 1 ไฟล์ (single file structure) หรือเป็นไฟล์ย่อยที่สัมพันธ์กัน (multi structure) ก็ได้

Single file เป็นไฟล์เดี่ยวที่มีอิสระในตัวเอง ไม่เกี่ยวข้องกับไฟล์อื่นๆ ในระบบฐานข้อมูลทั้งหมด (ไม่สัมพันธ์กันโดยระบบ แต่ผู้ใช้อาจโยงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแต่ละไฟล์เข้าด้วยกันได้) วิธีการจัดเก็บข้อมูลใน single file ยังจำแนกได้อีกหลายประเภท ดังนี้

- single flat file เป็นไฟล์เดี่ยว มีค่าของข้อมูลในแต่ละฟิลด์เป็นค่าเดี่ยว เป็นอิสระในแต่ละบรรทัด (เรคอร์ด) ค่าของข้อมูลบางฟิลด์จะมีค่าซ้ำๆกัน
- composite flat file เป็นไฟล์เดี่ยวที่มีลักษณะเชิงซ้อนของชุดข้อมูล โดยตัดส่วนของข้อมูลที่ซ้ำๆกันแล้วจัดเป็นระบบซ้อนทับกัน
- single hierarchical file (1 path) เป็นไฟล์ลักษณะเชิงซ้อนของชุดข้อมูลที่สัมพันธ์กันและยังซ้อนโครงสร้างของเรคอร์ด ในระดับที่ต่างกันอีกด้วย โดยจัดเป็น multilevel structure
- single multipath hierarchical file เป็นการจัดไฟล์ในลักษณะเดียวกับ 1 path hierarchical แต่จะเพิ่มความซับซ้อนของการจัดการมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

multifile structure เป็นการจัดสร้างไฟล์ข้อมูลหลายไฟล์ โดยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างไฟล์เอาไว้ ระบบสามารถจะเชื่อมโยงไฟล์ต่างๆ เข้าด้วยกันได้เมื่อผู้ใช้สั่งการให้เชื่อมโยงไฟล์เข้าด้วยกัน ระบบ

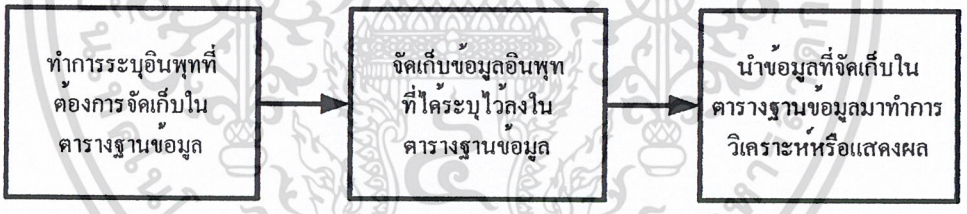
ของฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแบบ multifile structure สำหรับไฟล์ย่อยแต่ละไฟล์นั้นอาจจะเป็น flat file หรือ hierarchical file ก็ได้

2. object-relation structure model เป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะเชิงความสัมพันธ์ ไม่กำหนดเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ของฟิลด์และเรคอร์ดที่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับแบบที่ 1 แต่จะเป็นการจัดที่ตั้งอยู่บนแนวความคิดในการเชื่อมโยงข้อมูลแต่ละคู่ที่สัมพันธ์กัน พยายามทำให้เสมือนกับเป็นวิธีธรรมชาติ ที่คนมองเห็นคู่ความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นชุดๆ การจัดโครงสร้างของข้อมูลในลักษณะนี้ไม่เป็นที่แพร่หลายนัก

ขั้นตอนการสร้างไฟล์ฐานข้อมูล

ในการสร้างระบบฐานข้อมูลขึ้นมาใช้งานภายในองค์การ ทีมผู้ออกแบบจะต้องกำหนดโครงสร้างของระบบว่าจะประกอบขึ้นมาจากไฟล์ต่างๆ อะไรบ้าง มีกี่ไฟล์ที่จะเป็นแฟ้มเก็บข้อมูล (Database storage files) และกี่ไฟล์ที่จะเป็นแฟ้มจัดรูปแบบการเรียกใช้งาน (program control files) กระบวนการสร้างแฟ้มเก็บข้อมูลอาจแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. ให้คำจำกัดความของระบบฐานข้อมูล (database definition) เป็นขั้นตอนการระบุโครงสร้างของไฟล์ ภายในไฟล์จะประกอบขึ้นมาด้วยเรคอร์ดต่างๆ ว่ามีฟิลด์อะไรบ้าง แต่ละฟิลด์จะมีลักษณะอย่างไรคำอธิบายรายละเอียดหรือคำจำกัดความของข้อมูลนี้ จะถูกจัดเก็บเป็นส่วนแยกต่างหากไปจากตัวข้อมูลที่จะจัดเก็บในไฟล์ฐานข้อมูลที่จะสร้างขึ้น



รูปที่ 2.27 แสดงวิธีการสร้างไฟล์ฐานข้อมูล

2. ใส่ค่าข้อมูล (input source data) เป็นขั้นตอนการใส่ข้อมูลดิบ จัดเก็บไว้ภายในแฟ้มเก็บข้อมูล ค่าของข้อมูลที่จะจัดเก็บไว้ภายในไฟล์ จะต้องตรงกับคำจำกัดความ (definition) ที่ได้ให้ไว้ในขั้นที่ 1 ผู้ออกแบบระบบนอกจากจะต้องสร้างกฎเกณฑ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่าของข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในไฟล์ (validation criteria) แล้ว ยังจะต้องตั้งกฎเกณฑ์การแปลงค่าเปลี่ยนรหัส (code) ของค่าของข้อมูลต่างๆ (mapping instruction) เช่น ใส่ code “M” แทนเพศชาย และ “F” แทนเพศหญิง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดมาตรฐานและคำจำกัดความของเรคอร์ด แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ด้วยกัน คือ fix-length record และ variable length record ซึ่งแบบแรกเป็นเรคอร์ดที่แต่ละฟิลด์มีขนาดคงที่ จำนวนตัวอักษรหรือค่าของแวลลูในแต่ละฟิลด์มีค่าความยาวตายตัว ส่วนแบบหลังเป็นเรคอร์ดที่มีบางฟิลด์เปิดกว้างเอาไว้ไม่ระบุขนาดคงที่ อาจเป็นเพราะว่า ภายในฟิลด์นั้นอาจมีแวลลูเป็นค่าสั้นบ้างยาวบ้าง

วิธีการจัดการไฟล์ฐานข้อมูล

หลังจากที่แฟ้มข้อมูลถูกสร้างขึ้นมาแล้ว เราอาจจะต้องการที่จะดูหรือดึงเอาข้อมูลที่มีอยู่ในเรคอร์ดต่างๆ ออกมาใช้ประโยชน์เพื่อคำนวณรายการ ออกตารางสรุปหรืออื่นๆ วิธีการที่จะเข้าถึง (Access) ข้อมูลที่ต้องการ มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ดังนี้

1. **sequential processing** เป็นการประมวลเรคอร์ดต่างๆ ที่อยู่ในไฟล์ทีละเรคอร์ดไปตามลำดับของเรคอร์ดที่ถูกจัดเก็บอยู่ภายใต้ไฟล์ วิธีการที่จะเข้าถึงเรคอร์ดจะอาศัยหลักการที่ว่า " ไปที่เรคอร์ดถัดไป " ดังนั้นถ้าต้องการจะดูข้อมูลที่มีอยู่ในเรคอร์ดที่ 4 ก็ต้องเริ่มอ่านข้อมูลที่อยู่ในเรคอร์ดที่ 1 ในไฟล์ก่อน แล้วจึงอ่านไปเรื่อยๆ ตามลำดับจนกว่าจะถึงเรคอร์ดที่ 4 ที่ต้องการ แล้วจึงจะแสดงผลลัพธ์ของเรคอร์ดที่ 4 ขึ้นมา
2. **sorted order processing** เป็นการจัดเรียงลำดับเรคอร์ดเสียใหม่ตามเงื่อนไขที่ต้องการ นั่นคือต้องการเปลี่ยนจากไฟล์ของเรคอร์ดที่จัดลำดับตามแบบเดิม และสร้างเป็นไฟล์ใหม่เกิดขึ้นมา โดยที่ภายในไฟล์ใหม่จะมีเรคอร์ดที่จัดเรียงลำดับของเรคอร์ดเสียใหม่ตามรูปแบบที่ต้องการ และจะยังคงไฟล์ที่จัดแบบเดิมเอาไว้หรือจะลบทิ้งก็ได้
3. **direct access / relative file structure** การเก็บเรคอร์ดไว้ในไฟล์ฐานข้อมูลบนแผ่นดิสก์จะทำให้เราสามารถเข้าถึงเรคอร์ดได้โดยตรง จึงเรียกว่าเป็นวิธีการแบบ direct access หรือบางทีเรียกว่า โดยวิธีการแบบสุ่ม (random access) เพราะจะสุ่มกระโดดไปที่เรคอร์ดใดก็ได้ในไฟล์ โดยไม่ต้องเรียงไปตามลำดับตั้งแต่เรคอร์ดที่ 1 เป็นต้นไป
4. **indexed structure** ลำดับที่ของเรคอร์ดในไฟล์เป็นตำแหน่งที่เรคอร์ดนั้นๆ เรียงอยู่ในไฟล์ฐานข้อมูลจริง (physical record order) เทคนิคการเรียงลำดับเรคอร์ดแบบวิธีการ sort จะเป็นการจัดเรียงลำดับที่เรคอร์ดใหม่ คือเปลี่ยน physical record order เสียใหม่ทั้งหมด แต่ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่เราจะยังคงตำแหน่งลำดับที่เรคอร์ดเดิมอยู่โดยจะกำหนดดัชนี (index) เป็นตัวควบคุมชี้ตำแหน่งของเรคอร์ดตามต้องการ เรียกว่าเป็น logical record order นั่นคือเราไม่ได้เอาเรคอร์ดมาสลับที่ใหม่จริงๆ แต่เราจะกำหนดตัวชี้ (pointer) เพื่อชี้กำหนดวิธีเรียงลำดับตามรูปแบบที่ต้องการ โดยที่ยังคงไฟล์ฐานข้อมูลเดิม ที่มี physical record order เดิมอยู่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

3.1 บทนำ

การออกแบบโครงงานสามารถแยกโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การออกแบบโครงสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และการออกแบบโครงสร้างส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) ในที่นี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและการทำงานของระบบส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software)

ในการออกแบบโครงสร้างส่วนของฮาร์ดแวร์สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้ และสามารถแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ดังรูปที่ 3.1

ภาควงจรควบคุมระบบ (Control System)

ภาคสถานะของโทรศัพท์ (Line Status)

-วงจรตรวจรับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)

-วงจรควบคุมสาย(Line Control)

-วงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Receiver)

ภาค ISD บันทึกเสียง (ISD)

-วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ(Record & Playback)

-วงจรขยายสัญญาณเสียงและวงจรสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching)

3.2 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคของวงจรควบคุมระบบ (Control System)

3.2.1 วงจรควบคุมระบบ (Control System)

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่เป็นภาคควบคุมสภาวะการทำงานของระบบทั้งหมดของโครงงาน จัดการการทำงานให้มีความสัมพันธ์กันกับวงจรอื่น ๆ ของระบบ

การออกแบบ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไอซีเบอร์ AT89C51 ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระบบการทำงาน โดยใช้คริสตอล ออสซิลเลเตอร์ (Crystal Oscillator) ที่ความถี่ 11.052 MHz กำหนดให้ พอร์ต 1 ที่ขา1-4(P1.0 –P1.3) รับสัญญาณ Q1-Q4,ขา 5 (P1.4) รับสัญญาณ STD จากภาค (DTMF Receiver), ขา 6 (P1.5) ส่งสัญญาณ +5V มาควบคุมภาค Line Control , ขา 7 (P1.6) รับสัญญาณ Ringing Tone จากโทรศัพท์, ขา 10 (RXD) และขา 11 (TXD) กำหนดการรับส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ผ่านไอซีเบอร์ MAX 232 มายังพอร์ตอนุกรม (COM 1) ที่ภาคบันทึกฐานข้อมูล (Database)

พอร์ท P0 และP2 ควบคุมภาค Record & Playback ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาคสถานะของโทรศัพท์ (Line Status)

3.3.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)

จุดประสงค์ เพื่อในการทำงานเมื่อมีสัญญาณโทรศัพท์ จะต้องมีการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เพื่อให้วงจรตอบรับโทรศัพท์ทราบว่ามีการโทรศัพท์เข้ามาในระบบ ซึ่งจะทำให้หน่วยประมวลผลสั่งให้ทำการต่อวงจรเมื่อมีการเรียกเข้ามาเท่ากับจำนวนสัญญาณกระดิ่งที่ตั้งไว้ ซึ่งเปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์

การออกแบบ เนื่องจากสัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับและมีขนาดค่อนข้างสูง เราจึงนำสัญญาณนี้มาใช้โดยตรงไม่ได้ จึงต้องทำการแปลงสัญญาณให้มีขนาดต่ำลง เพื่อให้วงจรส่วนอื่นปลอดภัย สัญญาณกระดิ่งถูกลดทอนลงเมื่อผ่านตัวเก็บประจุ และตัวต้านทางที่ต่อตอนต้นของวงจรจากนั้นจะผ่านไดโอด เพื่อให้เฉพาะสัญญาณด้านบวกเท่านั้นผ่านได้ และสัญญาณที่ผ่านจากไดโอดจะไปเข้าไอซี 4N26 ซึ่งเป็น Opto Coupler ทำหน้าที่แยกกราวด์ของสัญญาณกระดิ่งออกจากกราวด์ของระบบ เอาท์พุท ที่ได้จาก 4N26 จะเป็นพัลส์ที่มีความถี่เท่ากับสัญญาณกระดิ่ง เพื่อให้มีความเที่ยวตรงมากขึ้น จึงนำไปผ่านวงจรโมโนสเตเบิล โดยให้ไอซี Timer555 เพื่อสร้างพัลส์ขึ้นมาใหม่ โดยความกว้างของพัลส์สามารถกำหนดได้จากค่า RC ที่ต่อกับไอซี โดย $T = 1.1R_AC$

เอาท์พุทที่ได้จาก IC Timer555 จะเป็นลอจิก 0 เมื่อไม่มีสัญญาณกระดิ่ง และเป็นลอจิก 1เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งสลับกันไปทำให้การตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์สะดวกขึ้นและถูกต้องดังรูปที่ 3.3

$$T = 1.1R_AC = 1.1 \times 100k \times 10\mu = 1.1$$

3.3.2 วงจรภาคควบคุมสาย (Line Control)

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณสายโทรศัพท์ตามสภาวะสัญญาณยกหูและวางหูตามที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สั่ง

การออกแบบ ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547 และรีเลย์ +5V และ Diode เบอร์ 1N4148 ต่อเป็นไบแอสกลับ (Reverse Bias) เพื่อป้องกันกระแสย้อนกลับ

ในสภาวะยกหูไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51จะส่งสัญญาณเป็นสภาวะลอจิกสูง (Logic High) มาที่ขาเบส (Base) จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานมีกระแส I_C ไหลผ่าน รีเลย์จะทำการต่อวงจร

ในสภาวะวางหู ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะส่งสัญญาณเป็นสภาวะลอจิกต่ำ (Logic Low) มาที่ขาเบส (Base) ของทรานซิสเตอร์ทำให้ไม่มีกระแส I_B ไหล ทรานซิสเตอร์จึงไม่ทำงาน (OFF) จึงทำให้ไม่มีกระแส I_C ไหลผ่านรีเลย์จะทำการตัดวงจรอยู่ในสภาวะปกติ (Normal Open) ดังรูปที่ 3.4

3.3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Receiver)

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ที่รับเข้ามาว่าผู้ใช้บริการกดหมายเลขโทรศัพท์หมายเลขใดเข้ามาแล้วได้สัญญาณเอาต์พุตเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิต เพื่อส่งให้ภาคควบคุมระบบ (MCS-51) ทำงานตามคำสั่งที่ผู้ใช้บริการต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ เลือกใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ที่รับเข้ามาซึ่งเป็นสัญญาณ DTMF ที่มีสองความถี่ผสมกันคือ ความถี่ต่ำและความถี่สูง แสดงดังในรูปที่ 2.3 ผสมกันเข้ามาที่อินพุตของวงจร DTMF Decode ของไอซีเบอร์ MT8870 ภายในตัวไอซีเบอร์ MT8870 จะทำหน้าที่ถอดรหัสออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลไบนารี่ 4 บิต (Binary Code Decimal) แล้วส่งสัญญาณให้ภาคควบคุมระบบ (MSC-51) รับทราบ ส่วนตัวคริสตอลออสซิลเลเตอร์ต่อในวงจรเป็นตัวกำเนิดความถี่อ้างอิงเพื่อใช้ในการถอดรหัส DTMF ความถี่ 3.579 MHz ดังรูปที่ 3.5

3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ภาค ISD บันทึกเสียง (ISD)

3.4.1 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record &Playback)

จุดประสงค์ เพื่อทำหน้าที่เป็น Operator

การออกแบบ โหมดการทำงานของ IC ISD2590 ขึ้นอยู่กับแอดเดรส A8 และ A9 ซึ่งถือเป็น Most Significant Bits (MSBs) ถ้า 2 บิตนี้ถูกเซตเป็น 1 ทั้งคู่การทำงานจะเป็นแบบสนใจโหมด (รายละเอียดอยู่ใน data sheets) แต่ในการทดลองนี้เราใช้ IC ISD2590 ทำงานแบบไม่สนใจโหมดก็คือบิต A8 และ A9 ไม่เป็น 1 ทั้งคู่ ซึ่งในการทำงานแบบไม่สนใจโหมดนี้เราจะใช้ค่าแอดเดรสเป็นตัวกำหนดตำแหน่งการอัดและการเล่นซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณค่าแอดเดรสที่เราจะใช้ในการบันทึกและเล่นกลับ
2. ช่วงเวลาการบันทึก ของ ISD2590 จำนวน 90 วินาทีนั้นสามารถเลือกตำแหน่งที่จะใช้เริ่มการบันทึกหรือเล่นกลับได้โดยอาศัยแอดแดรส A0-A9
3. ขาแอดแดรส A0-A9 จำนวน 10 ขานั้นจะใช้อ้างแอดแดรส โดยเริ่มต้นจาก 00H จนถึง 257H

- 257H แปลงเป็นเลขฐาน 10 ได้เท่ากับ 599

เนื่องจาก “599” คิดเป็น 90 วินาที

“1” คิดเป็น 90/599 =0.15 วินาที

ดังนั้น จะพบว่าเมื่อเพิ่มค่าแอดแดรส 1 ค่า ตำแหน่งบันทึก/เล่นกลับ จะเพิ่มขึ้น 0.15 วินาที

ดังนั้น แอดแดรส 00H ตรงกับตำแหน่ง บันทึก/เล่นกลับ ที่วินาทีที่ 0.00

แอดแดรส 01H ตรงกับตำแหน่งบันทึก/เล่นกลับ ที่วินาทีที่ 0.15

แอดแดรส 02H ตรงกับตำแหน่งบันทึก/เล่นกลับ ที่วินาทีที่ 0.3 เป็นต้น

ตัวอย่าง 1. ต้องการเริ่มต้นที่วินาทีที่ 30

วิธีคำนวณ เริ่มที่วินาทีที่ 0.15 ใช้แอดแดรส 01 Dec

เริ่มที่วินาทีที่ 30 ใช้แอดแดรส $01 \times 30 / 0.15 = 200$ Dec

$= c8H$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต้องการเริ่มต้นที่วินาทีที่ 60

วิธีการคำนวณ เริ่มที่วินาทีที่ 0.15 ใช้แอดแดรส 01 Dec

เริ่มที่วินาทีที่ 60 ใช้แอดแดรส $01 \times 60 / 0.15 = 400$ Dec

$= 190H$

โดย ISD1 ใช้บันทึกคำพูด (เปลี่ยนแปลงได้)

ISD2 ใช้บันทึกคำพูดที่ใช้บ่อย (ไม่เปลี่ยนแปลง)

วงจรการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.6

Sound	$A_8 - A_1$	A_0	A_D	A_H	ข้อความ
A	0000 0000	0	0	00	สวัสดีค่ะ ยินดีต้อนรับเข้าสู่บริการ Kmitl Vote Company, กด 1 เพื่อการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง กด 2 เพื่อการสำรวจความคิดเห็น กด 3 เพื่อร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล
B	0110 0111	1	207	CF	โหวตประจำปี ท่านคิดว่าอาจารย์ท่านใดหล่อที่สุดในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม กด 1 อ.เกรียงไกร กด 2 อ.สุวิพล กด 3 อ.พิเชษฐ์
C	1100 1011	1	407	197	ลุ้นรับรางวัล ตั๋วเครื่องบินไปไม่กลับที่ประเทศอิรัก เพียงท่านตอบคำถามต่อไปนี้ - ท่านคิดว่า สโมสรใดจะคว้าแชมป์ Premiere Ship ฤดูกาล 2002-2003 กด 1 Man U. กด 2 Arsanal กด 3 Chelsea

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อความที่บันทึกใน ISD1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sound	$A_8 - A_1$	A_0	A_D	A_H	ข้อความ
1	0000 0000	0	0	0	เข้าสู่ระบบการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง
2	0001 0100	0	40	28	กรุณากดหมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3	0010 1011	1	87	57	กดหมายเลขผู้สมัครที่ท่านเลือก
4	0011 0001	0	114	72	เข้าสู่ระบบสำรวจความคิดเห็น
5	0100 0110	0	140	8C	เข้าสู่การร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล
6	0101 1101	1	187	BB	กรุณากดหมายเลขโทรศัพท์ของท่านเพื่อติดต่อกลับ
7	0111 1011	0	246	F6	กด 1 เพื่อกลับสู่เมนูหลัก กด 0 เพื่อออกจากระบบ
8	1001 0110	0	300	12C	ท่านกดหมายเลขไม่ถูกต้อง
9	1010 0110	1	333	14D	กรุณากดหมายเลขอีกครั้ง
10	1011 0111	0	366	16E	ขออภัย ระบบได้รับข้อมูลของท่านแล้ว
11	1100 1011	0	406	196	ขอบคุณครับ
12	1101 1000	1	433	1B1	กรุณาระบุเพศของท่าน กด 1 สำหรับเพศชาย กด 2 สำหรับเพศหญิง

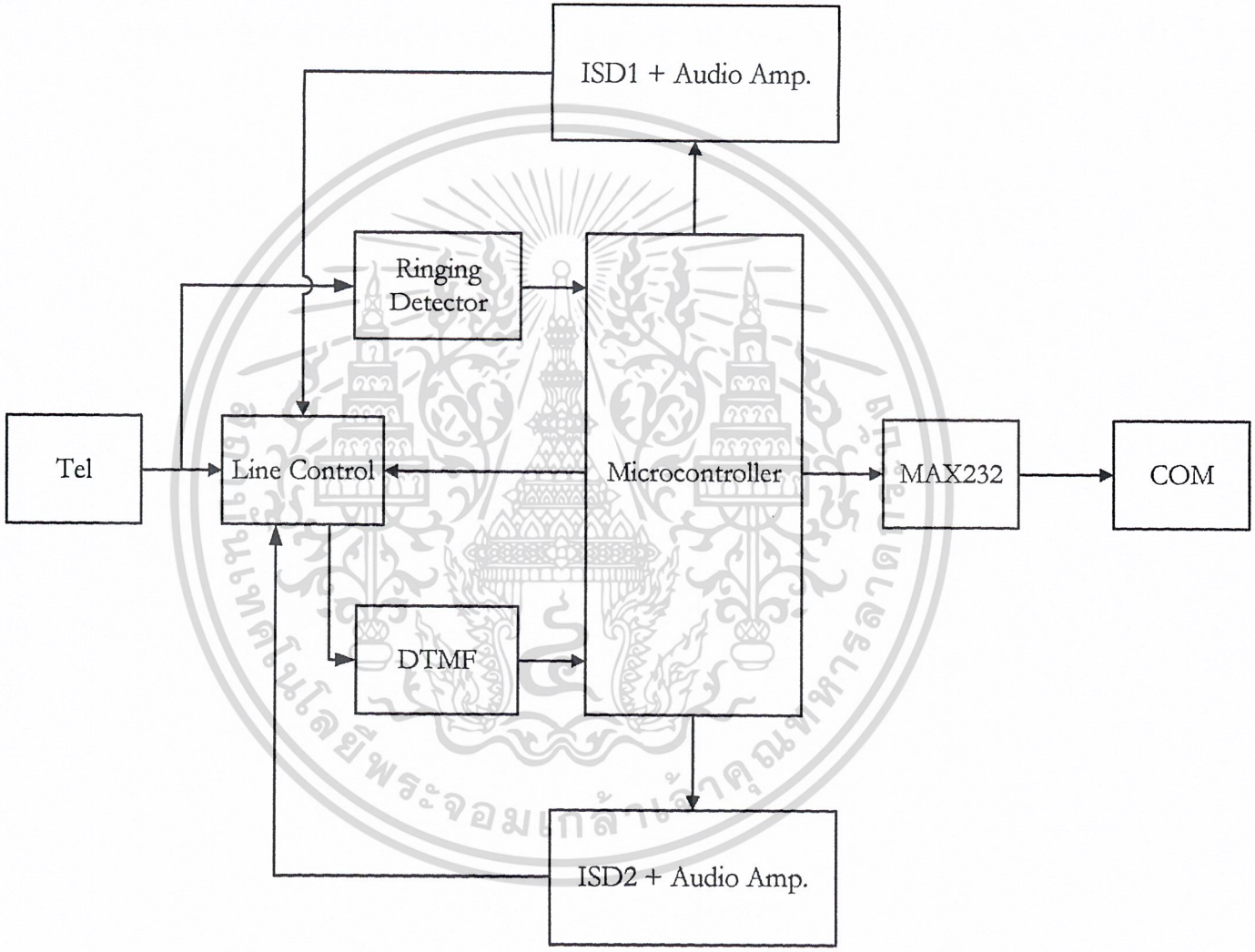
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อความที่บันทึกใน ISD2

3.4.2 วงจรขยายสัญญาณเสียงและวงจรสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching)

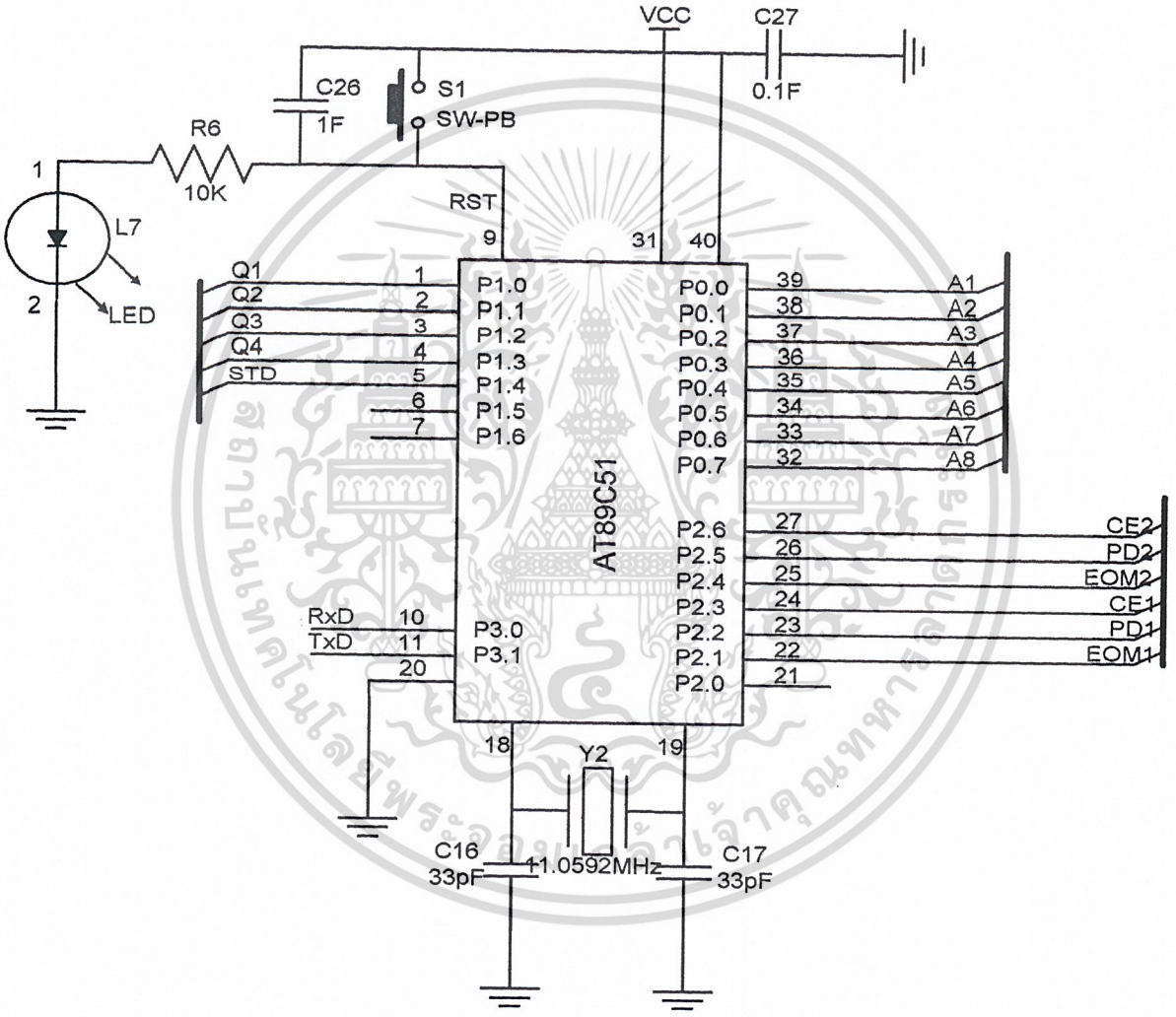
จุดประสงค์เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณอะนาลอกให้มีกำลังสัญญาณเพิ่มขึ้นเพื่อส่งผ่านทรานฟอร์เมอร์แมตท์ชิ่ง (Transformer Matching) สู่คู่สายโทรศัพท์

การออกแบบ ใช้ไอซี LM386 ทำหน้าที่ขยายสัญญาณอนาล็อกที่ส่งมาโดยการคัปปลิ้ง (Coupling) ผ่าน C1 โดยอัตราขยายสามารถปรับได้ที่ VR ที่ต่อขา 3 ของไอซีเบอร์ LM386 จะได้สัญญาณเอาท์พุตที่มีขนาดเพิ่มขึ้นที่ขา 5 และผ่าน Transformer Matching สู่คู่สายโทรศัพท์ไปยังผู้ใช้บริการ วงจรการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.7

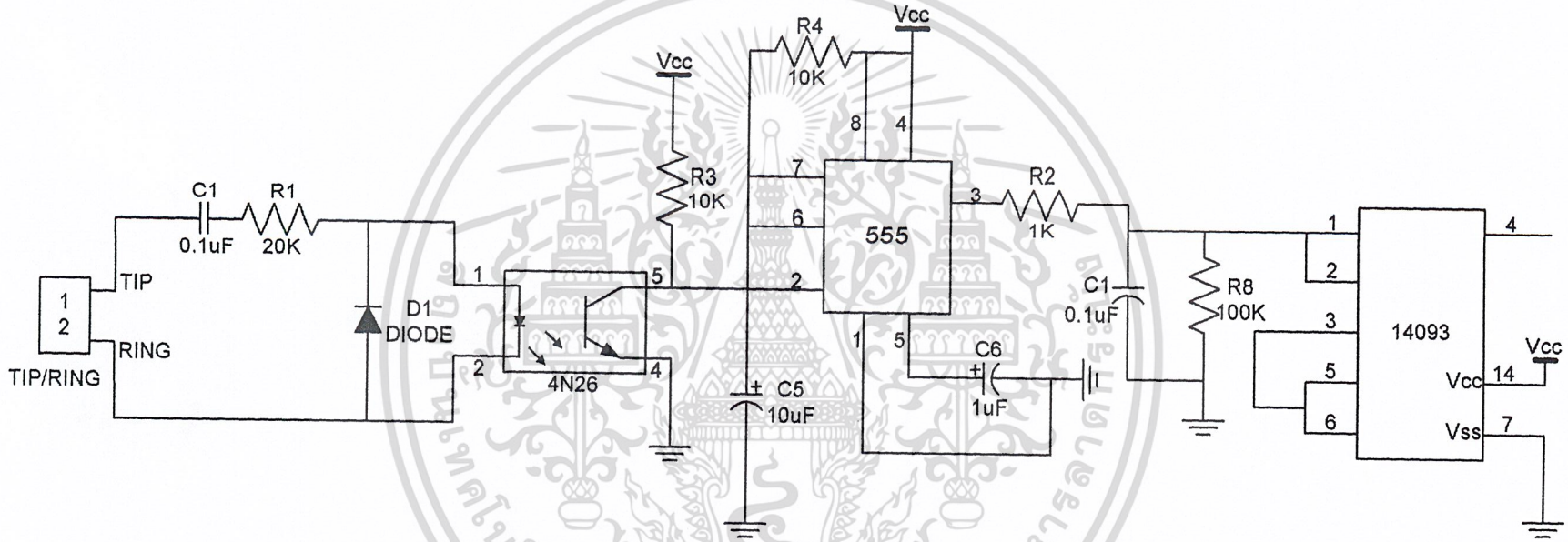
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



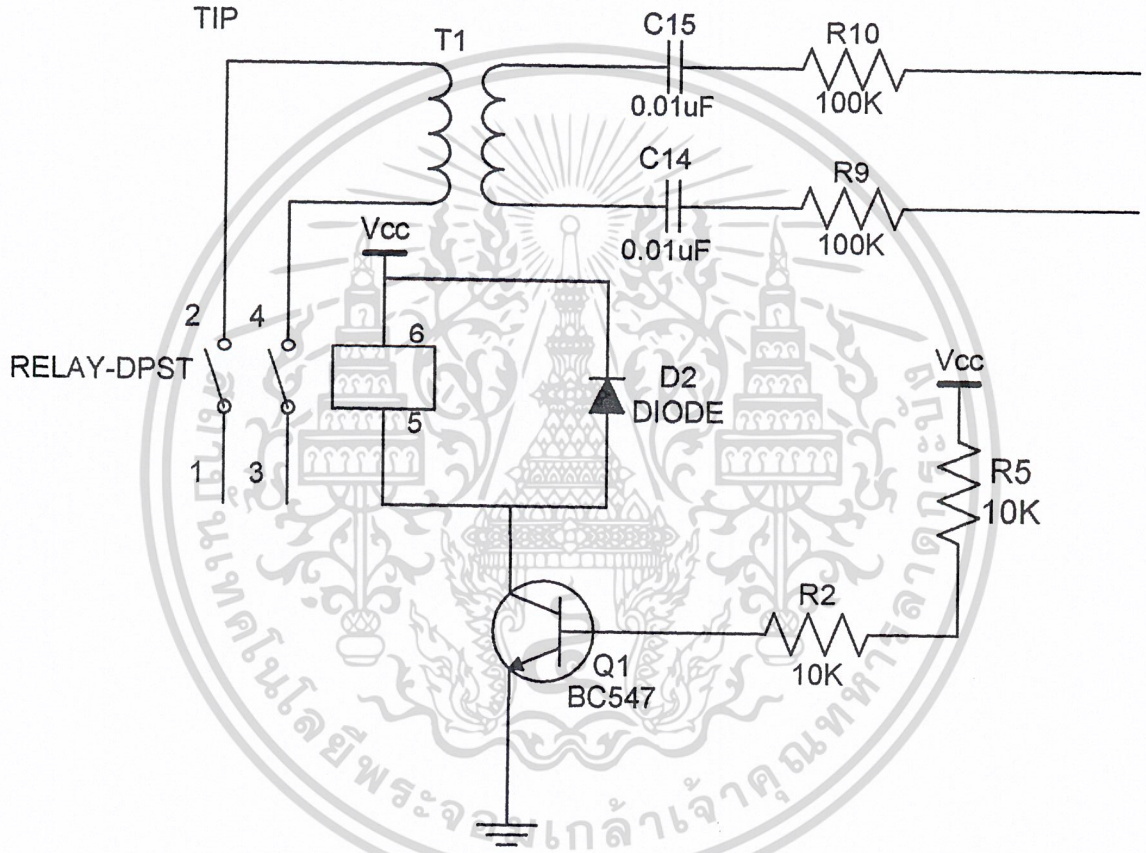
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมรวมของระบบ



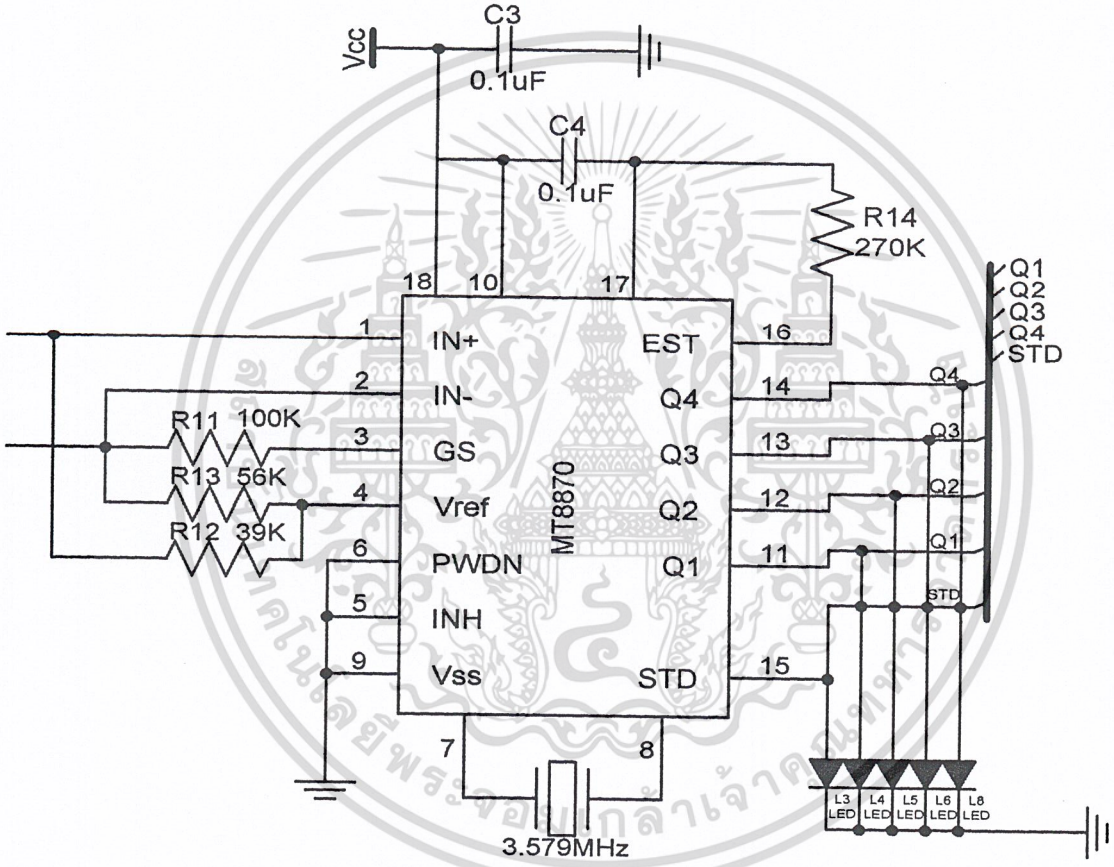
รูปที่ 3.2 แสดงวงจรควบคุมระบบ (Control System)



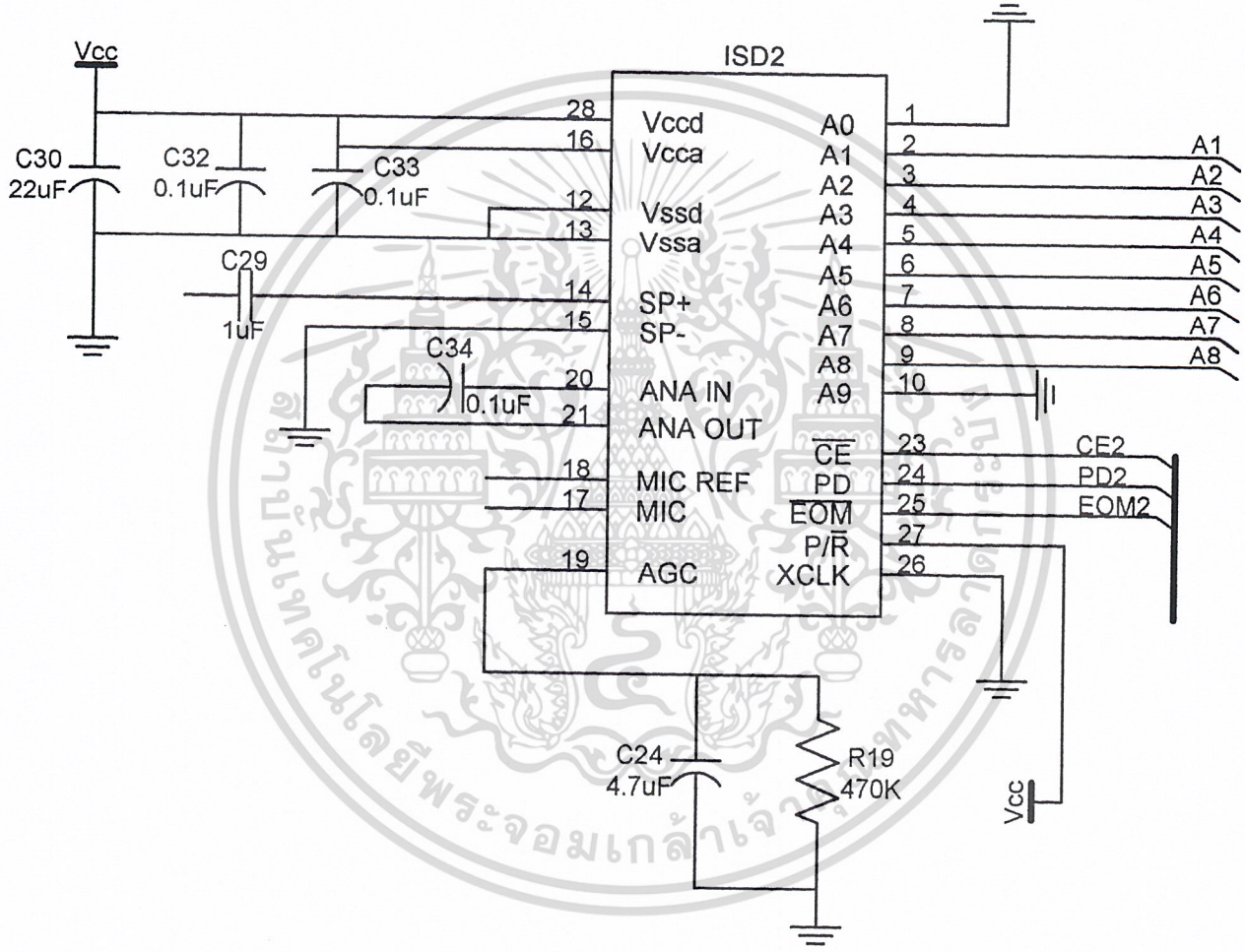
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)



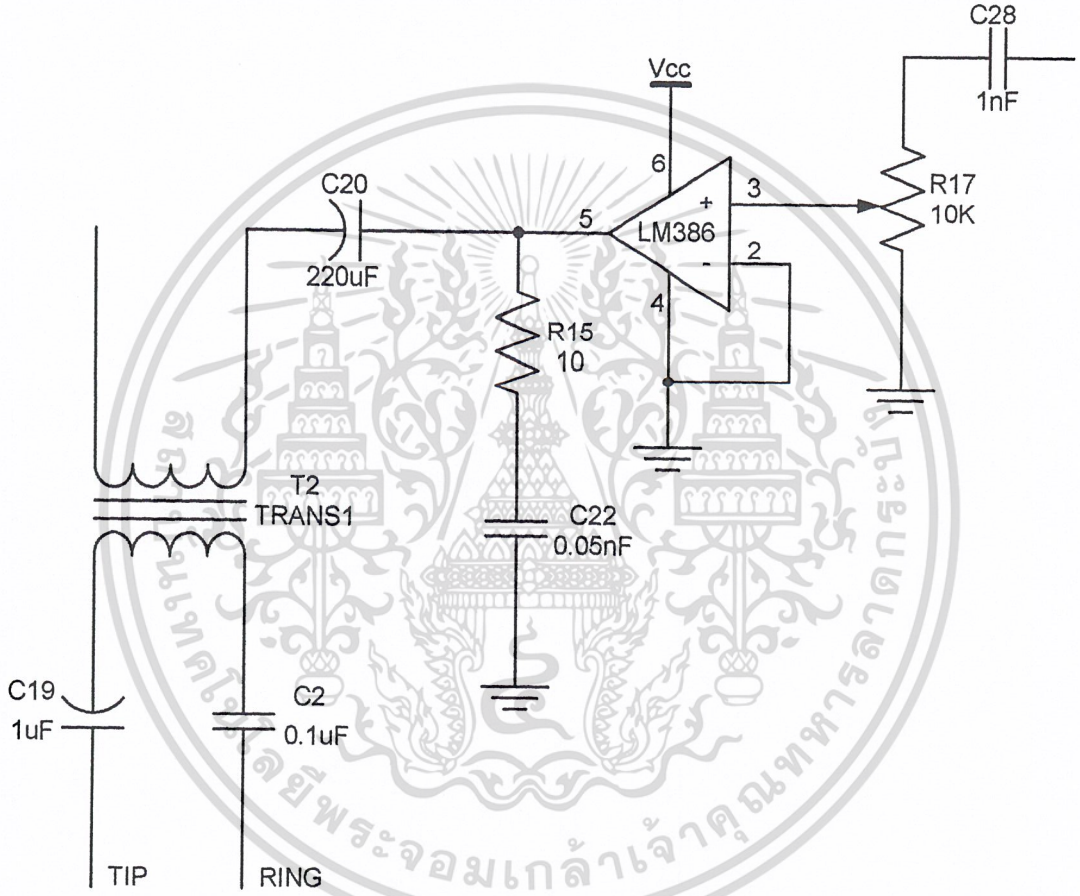
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรควบคุมสาย (Line Control)



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Receiver)



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record & Playback)



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขยายสัญญาณเสียงและวงจรสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching)

3.5 การออกแบบซอฟต์แวร์ควบคุมของระบบ

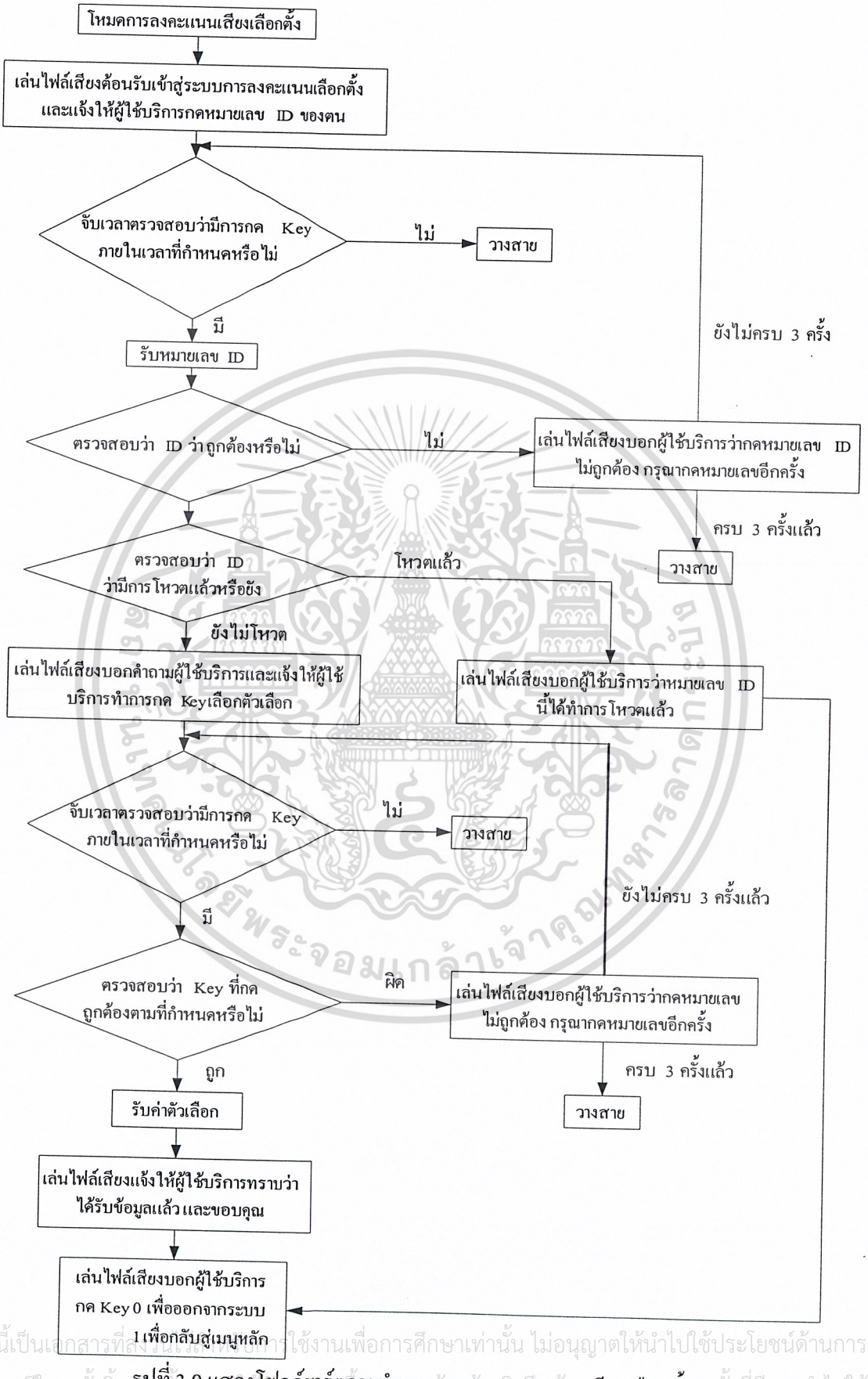
3.5.1 ส่วนเริ่มต้นของการลงคะแนนเสียงผ่านทางโทรศัพท์



รูปที่ 3.8 แสดงโฟลว์ชาร์ตตอนเริ่มต้นของการลงคะแนนเสียงผ่านทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

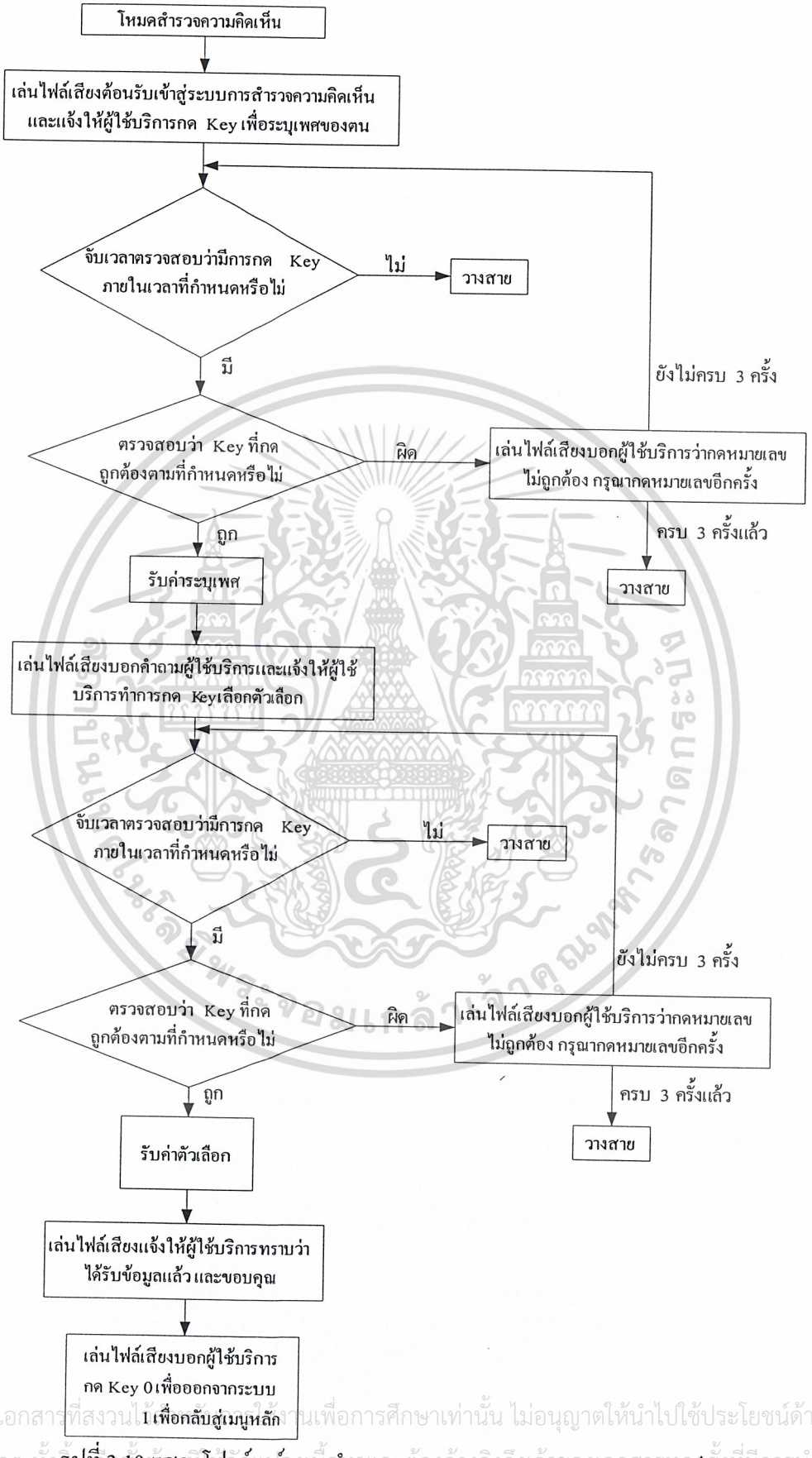
3.5.2 ส่วนของการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง



รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยนเรศวร ต้องอ้างอิงถึงครั้งที่มีการนำไปใช้

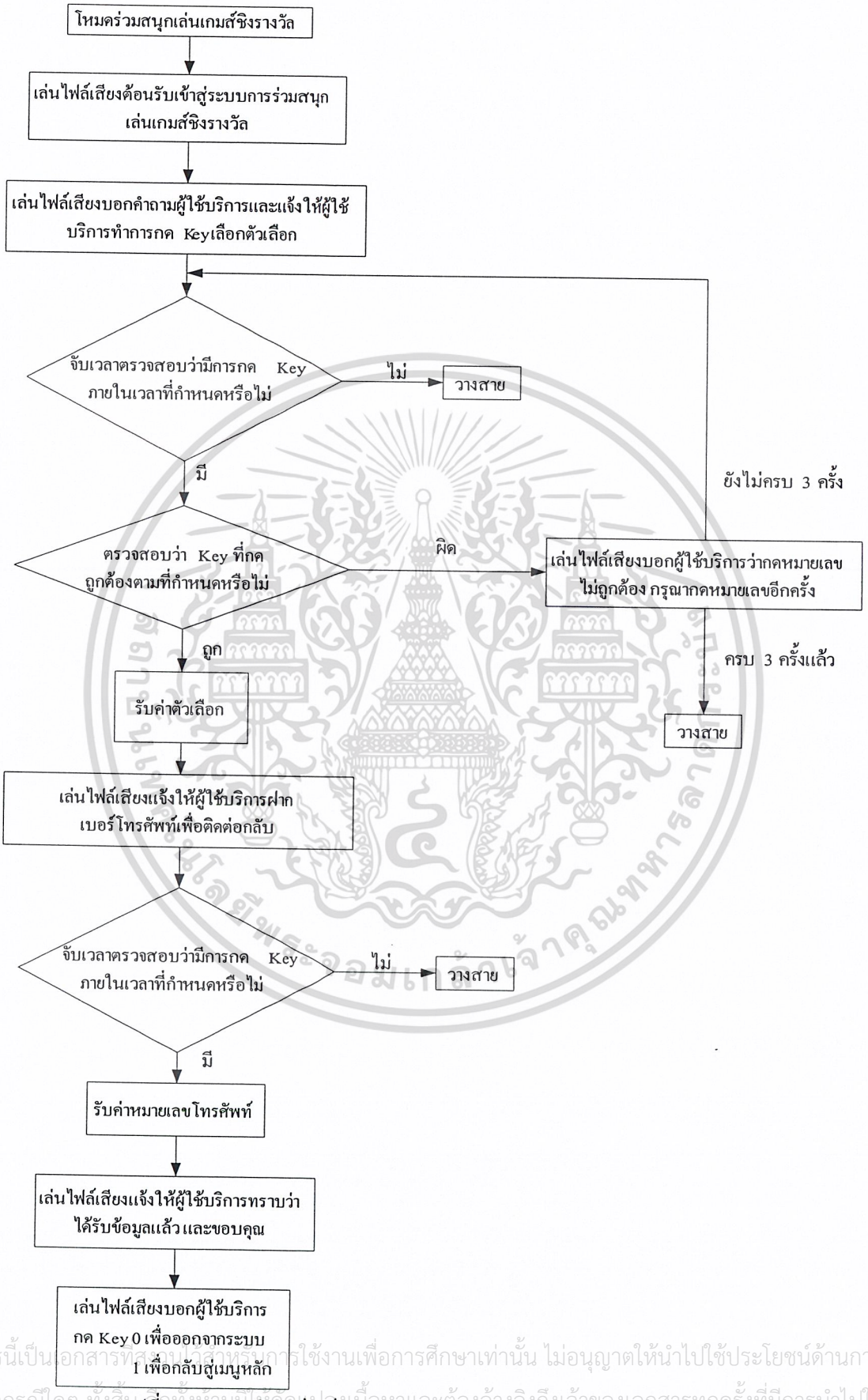
3.5.3 ส่วนของการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น



รูปที่ 3.10 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

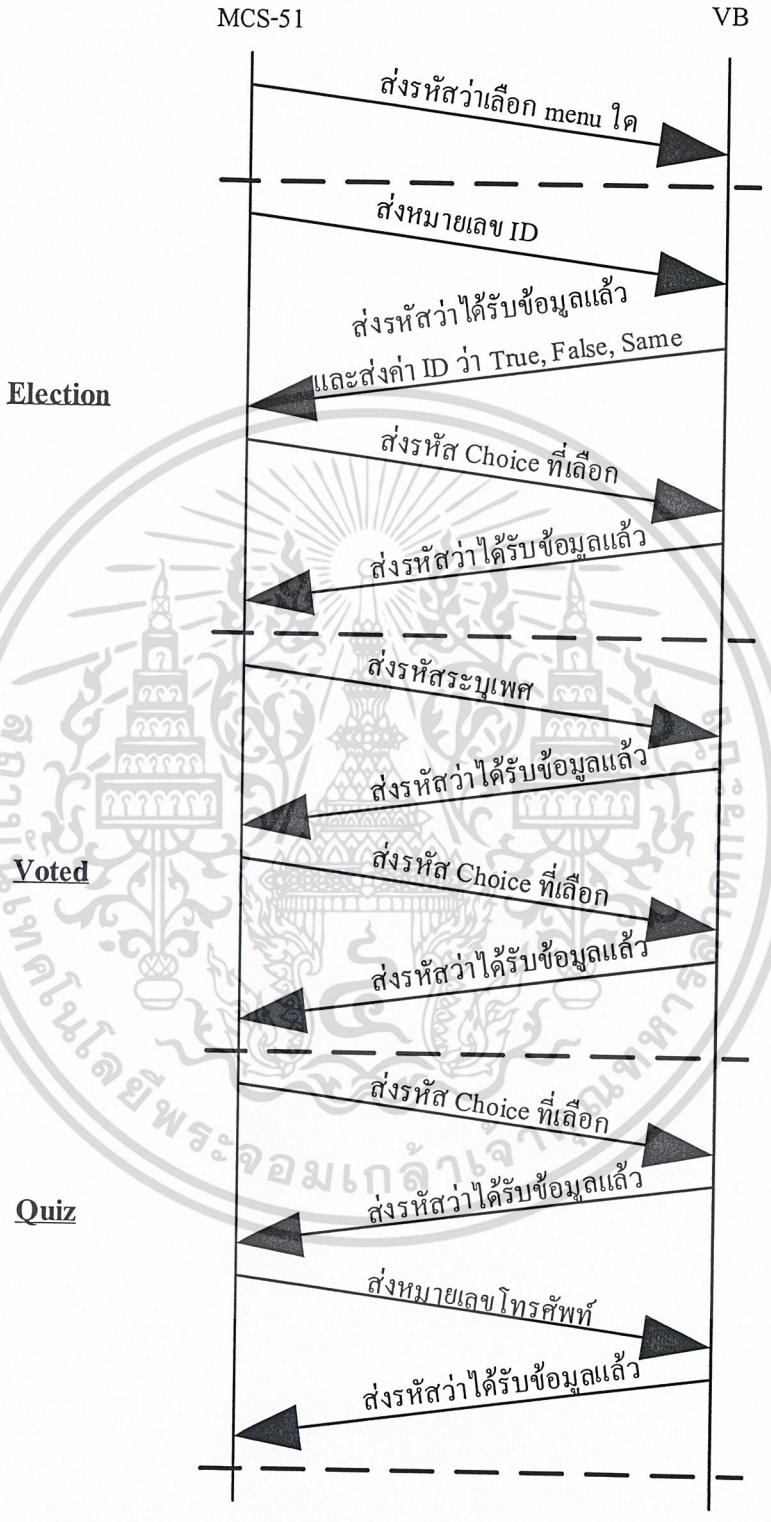
3.5.4 ส่วนของการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 แสดงโฟลว์ชาร์ตการทำงานของการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล

3.5.5 การติดต่อสื่อสารระหว่าง MCS-51 กับ Visual Basic



รูปที่ 3.12 แสดงการติดต่อสื่อสารระหว่าง MCS-51 กับ Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการติดต่อสื่อสารระหว่าง MCS-51 กับ Visual Basic นั้น เราได้กำหนด Key ขึ้นมาเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารดังนี้

		รหัส
รายการ	กด 1 = เลือกตั้ง	P
	กด 2 = สำรวจความคิดเห็น	Q
	กด 3 = เกมส์	R
เลือกตั้ง	ID นี้ถูกต้องและโหวตแล้ว	S
	ID นี้ถูกต้องและยังไม่ได้โหวต	T
	ID นี้ไม่ถูกต้อง	F
	กด 1 = เลือกตัวเลือกที่ 1	1
	กด 2 = เลือกตัวเลือกที่ 2	2
	กด 3 = เลือกตัวเลือกที่ 3	3
	ได้รับข้อมูลเลือกตัวเลือกแล้ว	Z
สำรวจความคิดเห็น	เพศชาย	M
	เพศหญิง	W
	ได้รับข้อมูลระบุเพศแล้ว	A
	กด 1 = เลือกตัวเลือกที่ 1	4
	กด 2 = เลือกตัวเลือกที่ 2	5
	กด 3 = เลือกตัวเลือกที่ 3	6
	ได้รับข้อมูลเลือกตัวเลือกแล้ว	B
เกมส์	กด 1 = เลือกตัวเลือกที่ 1	7
	กด 2 = เลือกตัวเลือกที่ 2	8
	กด 3 = เลือกตัวเลือกที่ 3	9
	ได้รับข้อมูลเลือกตัวเลือกแล้ว	D
	ได้รับข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์แล้ว	C

ตารางที่ 3.3 แสดงรหัสที่ MCS-51 และ Visual Basic ใช้ในการติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

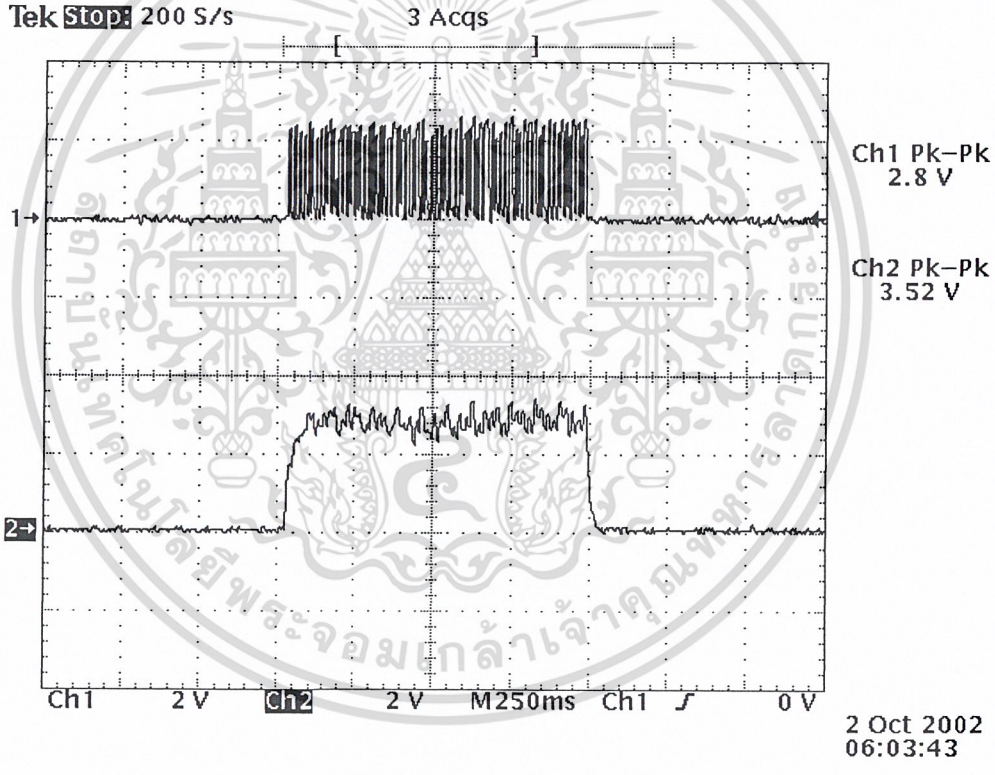
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากการที่ได้ออกแบบวงจรที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน แล้วจากนั้นนำอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อทำการทดลองทดสอบผลว่าได้ทำงานตามทฤษฎีตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งมีผลการทดลองวงจรภาคต่างๆ ดังนี้

4.1 วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)

- ทำการวัดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) จากสัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์ เทียบกับสัญญาณทีเอาท์พุตที่ออกจาก TIMER555 (ขา3)



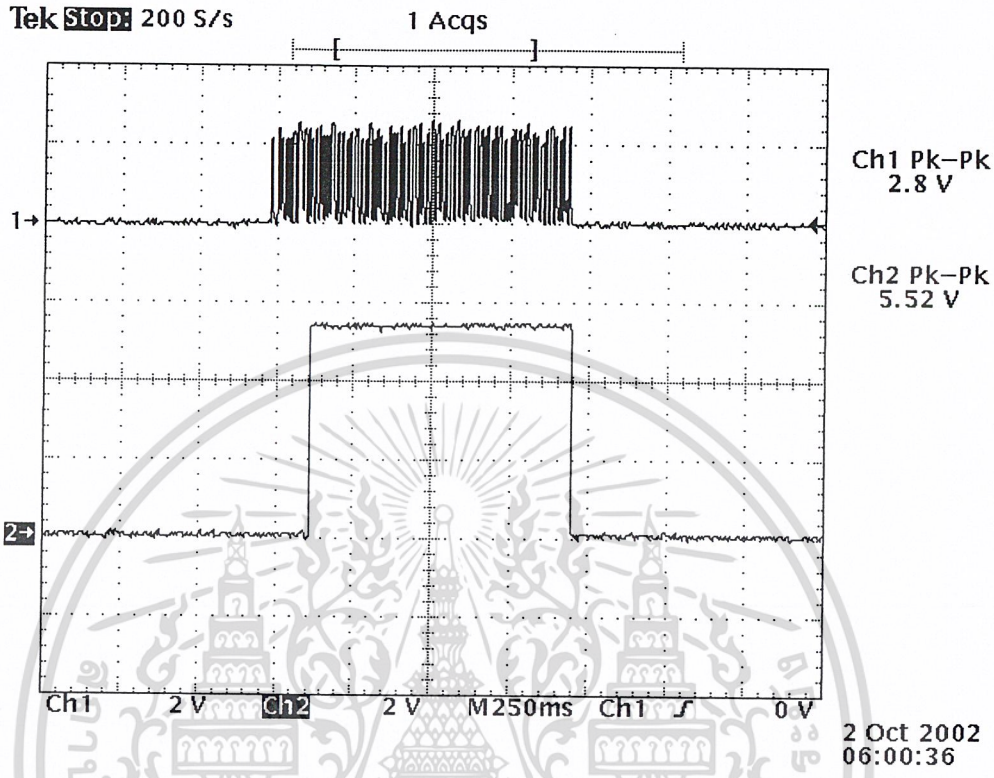
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone)

Ch1: อินพุต สัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์

Ch2: เอาท์พุต สัญญาณที่ออกจาก TIMER555 (ขา3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการวัดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) จากสัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์ เทียบกับสัญญาณเอาท์พุตที่ออกจากไอซีเบอร์ MC14093 (ขา 4)



รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone)

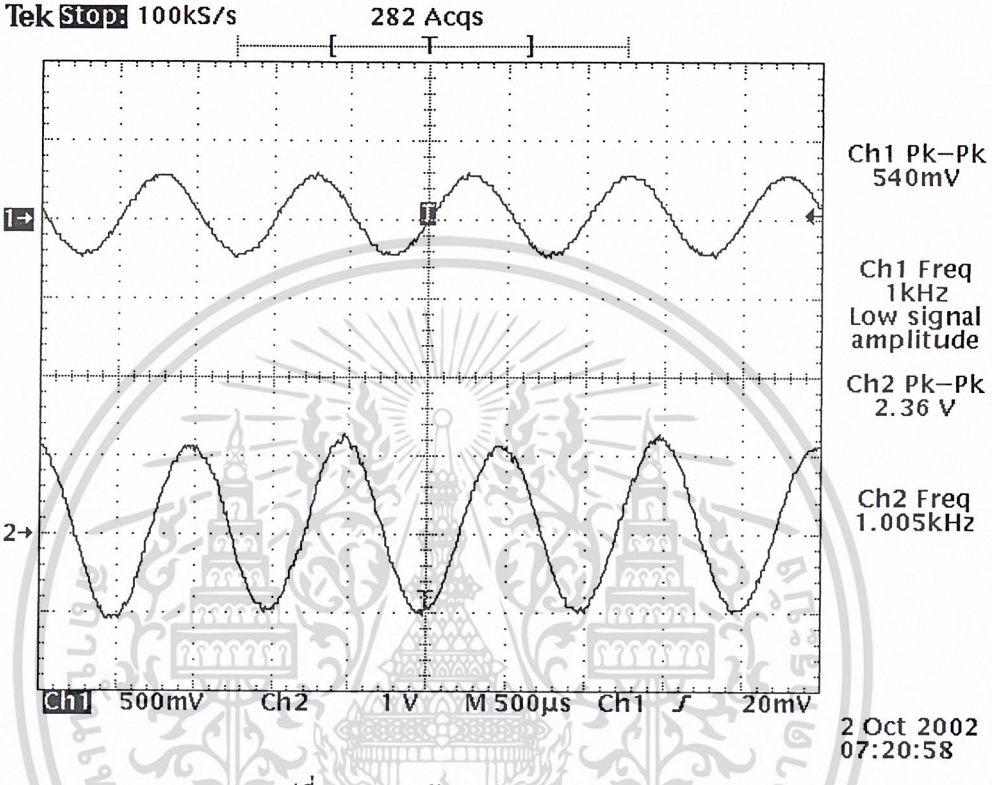
Ch1: อินพุต สัญญาณกระดิ่งของโทรศัพท์

Ch2: เอาท์พุตของไอซีเบอร์ MC14093 (ขา 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record & Playback)

- ภาค Record ทำการบันทึกสัญญาณ Sine เข้าไป โดยป้อนความความถี่ 1 kHz
- ภาค Playback ทำการเล่นสัญญาณที่ได้ทำการบันทึกไว้ในตอนแรก



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณจาก ISD2590

Ch1: สัญญาณอินพุตให้กับส่วน Record

Ch2: สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากส่วน Playback

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองวงจร DTMF

ต่อวงจรตามรูปที่ 3.5 แล้วนำ LED มาต่อที่ขา 11-14 ของไอซี MT8870 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุตและป้อนไฟเลี้ยงที่ขา 10 (TOE) เพื่อให้มีสภาวะลอจิกเป็น "1" นำเครื่องโทรศัพท์มาต่อเข้ากับด้านอินพุท เมื่อกดปุ่มหมายเลขต่างๆบนแป้นโทรศัพท์ จะได้ผลดังตารางดังนี้

On	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
1	H	0	0	0	1
2	H	0	0	1	0
3	H	0	0	1	1
4	H	0	1	0	0
5	H	0	1	0	1
6	H	0	1	1	0
7	H	0	1	1	1
8	H	1	0	0	0
9	H	1	0	0	1
0	H	1	1	1	0
*	H	1	1	1	1
#	H	1	1	0	0

On = หมายเลขที่กด

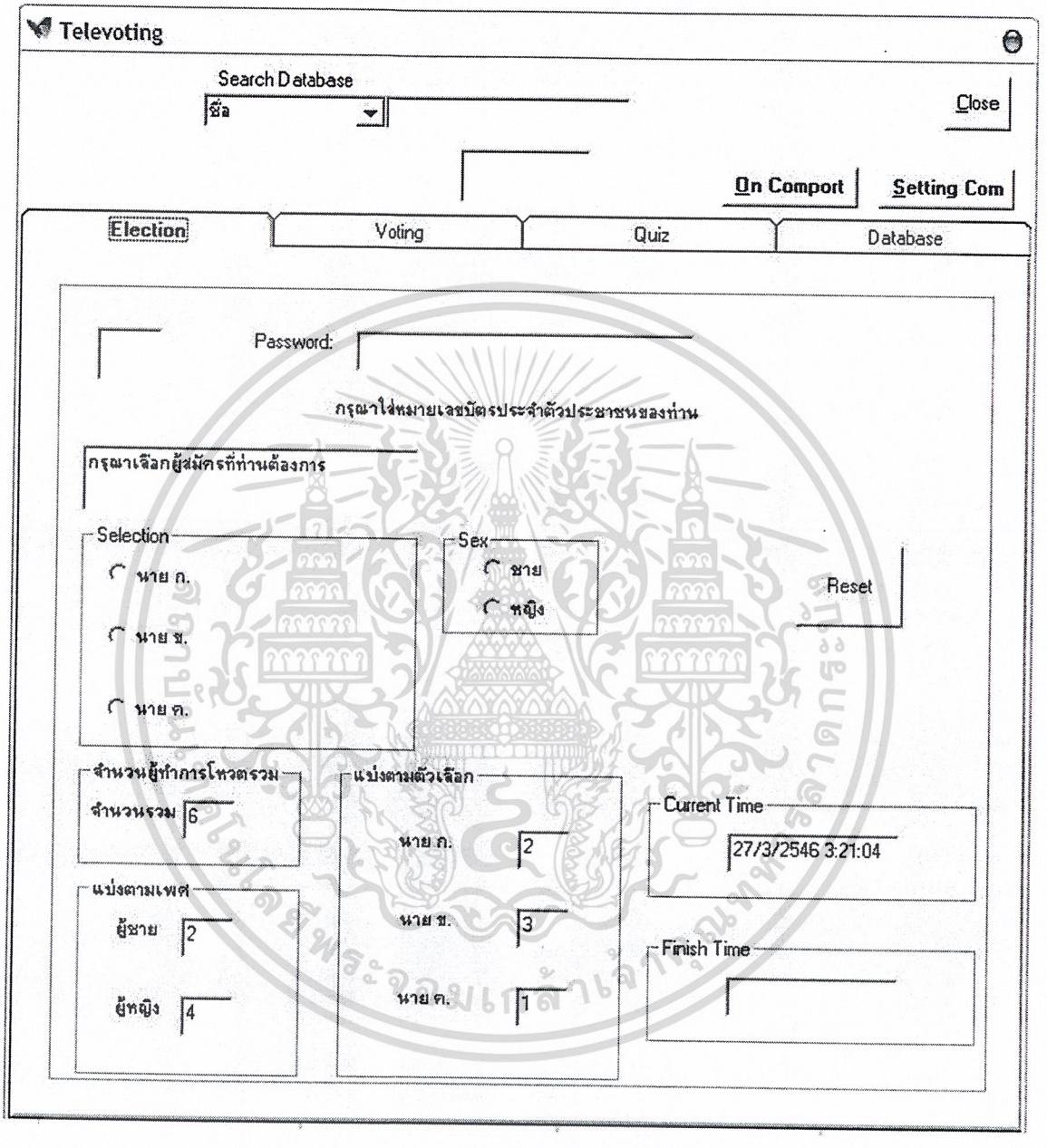
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองวงจร DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ส่วนแสดงผลทางคอมพิวเตอร์

เมื่อเปิดโปรแกรมเพื่อเตรียมพร้อมใช้งาน โปรแกรมจะมีลักษณะดังรูป

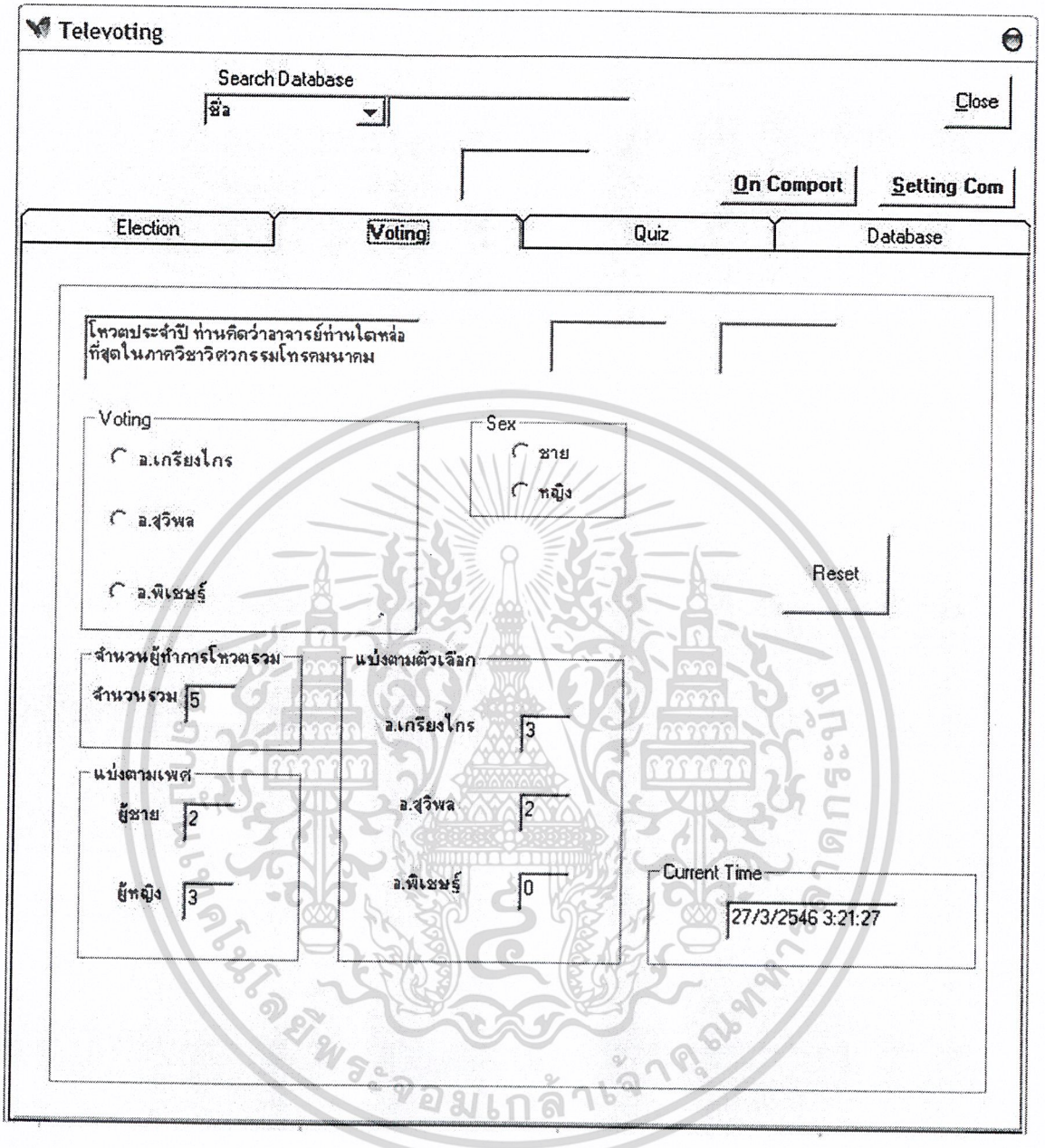
4.4.1 ส่วนการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างแสดงการลงคะแนนเสียงเลือกตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

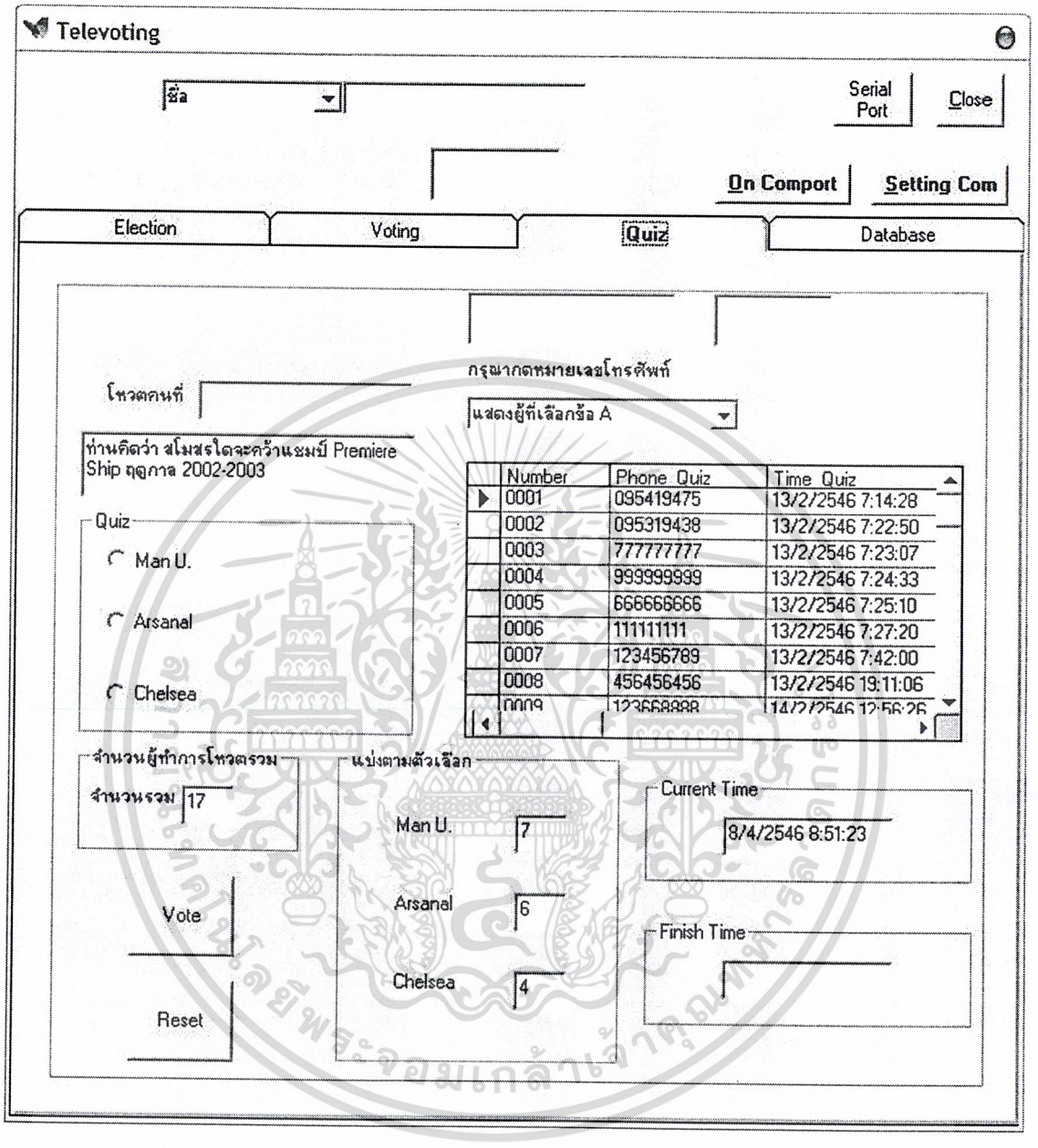
4.4.2 ส่วนการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น



รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างแสดงการลงคะแนนสำรวจความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

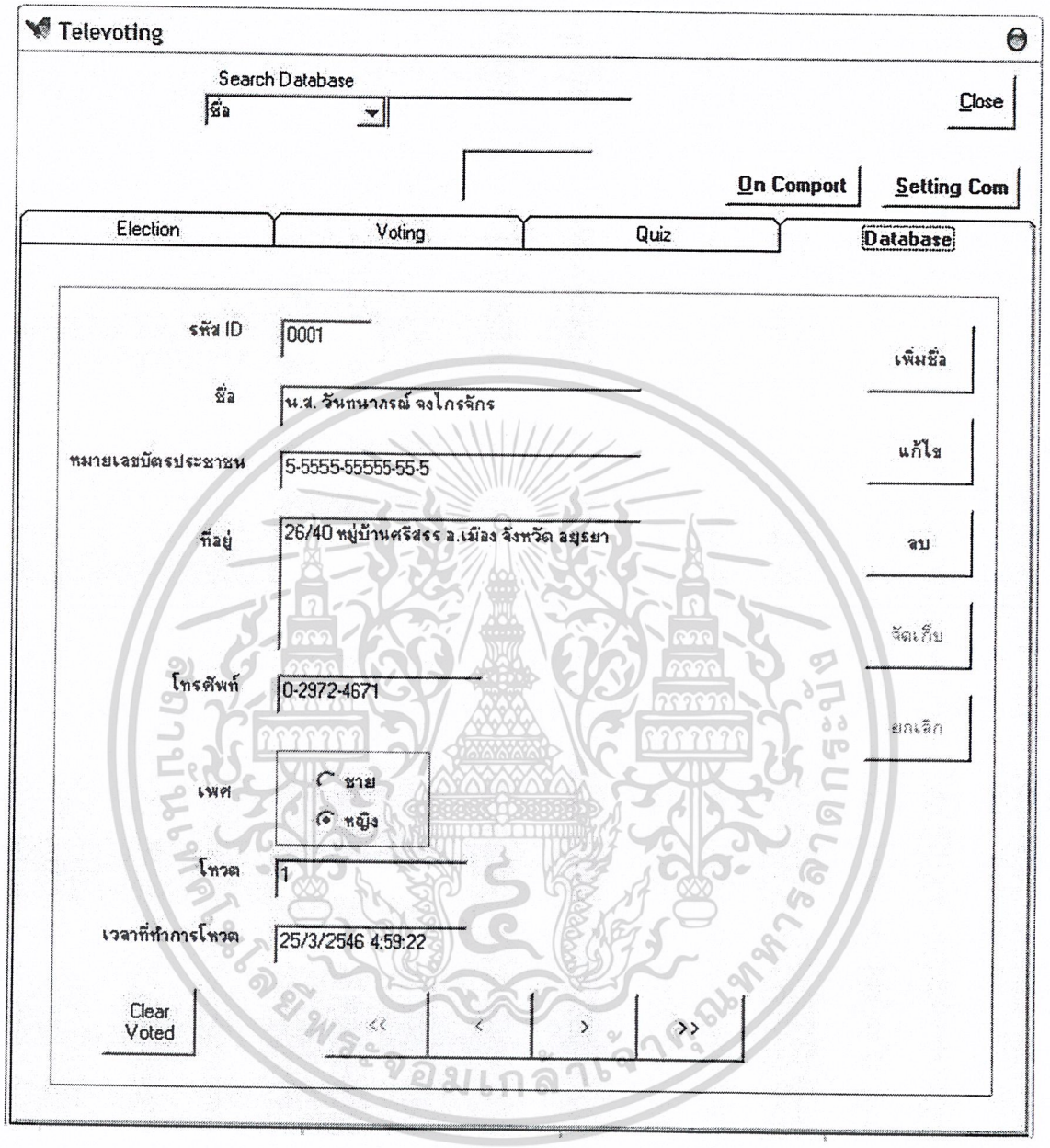
4.4.3 ส่วนการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างแสดงการร่วมสนุกเล่นเกมส์ชิงรางวัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

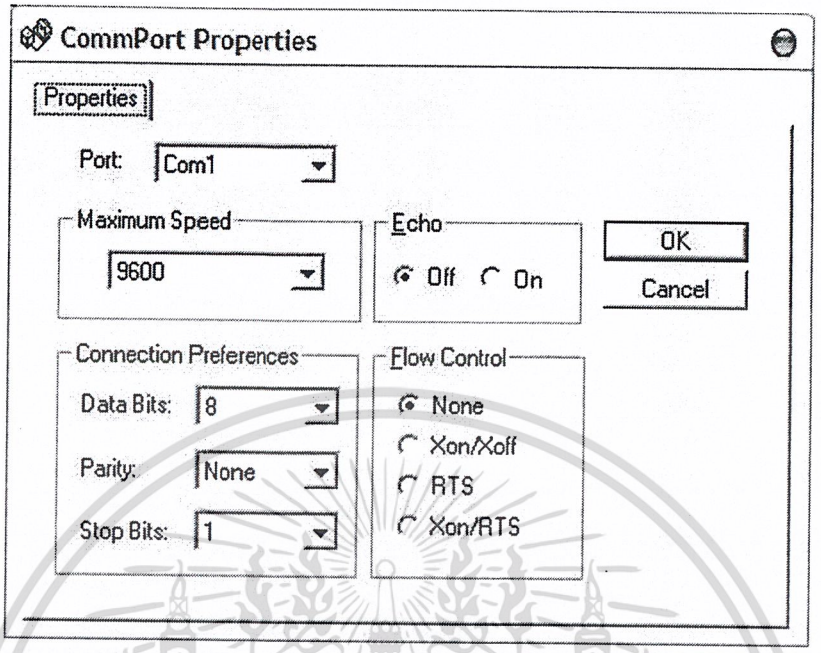
4.4.4 ส่วนการจัดการฐานข้อมูล



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างส่วนการจัดการฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ส่วนการตั้งค่า Serial Port



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างส่วนการตั้งค่า Serial Port

4.5 ส่วนฐานข้อมูล

ตารางฐานข้อมูลที่ใช้ร่วมกับ Visual Basic ประกอบด้วยตารางฐานข้อมูลต่างๆดังนี้

4.5.1 Election

Election : ตาราง

Topic	Select_A	Select_B	Select_C	Male_Voted	Female_Voted	Total_Voted	A_Voted	B_Voted	C_Voted
กรุณาเลือกผู้สมัครที่ท่านต้องการ	นาย ก.	นาย ข.	นาย ค.	2	9	11	4	4	3
				0	0	0	0	0	0

ระเบียน: 2 จาก 2

รูปที่ 4.9 แสดงตาราง Selection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 Database ของส่วน Election

Data : ตาราง

ID	FullName	Sex	IDCard	Address	Phone	IsVoted	TimeVoted	IDCard2
0001	น.ส. วันทนาภรณ์ จงไกรจักร	F	5-5555-55555-55-5	26/40 หมู่บ้านศรีสรร อ.เมือง จัง	0-2972-4671	1	25/3/2546 4:59:22	5555555555555
0002	นายเฉลิมพล สุขางค์	M	1-8465-46149-84-5	77/105 อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000	0-2974-9587	0	0:00:00	1846546149845
0003	นายธีรยุทธ์ คชการ	M	6-5464-56465-46-5	100/100 หมู่ที่ 5 จ.อุทัยธานี	0-2747-7257	0	0:00:00	6546456465465
0004	นายพงษ์คะวัน เผ่าพงษ์พันธ์	M	9-8793-14646-464	2/56 หมู่ที่ 1 อ.เมือง จ.ลำปาง	0-2986-5577	1	18/2/2546 8:01:26	9879314646464
0005	นายกฤษณะ เฉลิมบุญ	M	3-2123-15645-64-6	2/23 หมู่บ้านเคซี รามอินทรา ก	0-2663-8897	0		3212315645646
0006	นายศักดิ์ชัย เฉลยพงษ์	M	1-3134-56464-634	12/456 หมู่บ้านแสงตะวัน รามอิ	0-2663-8791	1	18/2/2546 13:46:23	1313456464634
0007	นายศุภชัย สมพานิช	M	5-6498-46464-31-6	7-753 หมู่บ้าน กรุงเทพทวิลเลจ บ	0-2445-3658	0		5649846464316
0008	นายธรรมจักร จันทจิรโกวิท	M	9-7498-74654-654	3/254 พหลโยธิน แยกวงคลองถ	0-2968-5321	0	11/2/2546 23:09:48	9749874654654
0009	นายเอกกมล โสภาน้อย	M	5-4657-98454-654	650/45 หอพัก ยอภาแมนชั่น ร	0-2968-5421	0	11/2/2546 23:28:21	5465798454654
0010	น.ส.สุภาวดี แซ่ตั้ง	F	5-4654-51321-32-6	100/75 ถ.พหลโยธิน แยกวงคลอง	0-2331-6947	1	11/2/2546 23:55:18	5465451321326
0011	น.ส.ภคพร ไมตรี	F	5-9484-35464-564	10/26 หมู่ที่ 10 แยกวงอนุสาวรีย์	0-2633-4415	1	18/2/2546 7:30:13	5948435464564
0012	น.ส.ไพพรรณวดี ธรรมลังกา	F	8-7454-35464-54-6	102/2310 หมู่บ้าน อัมรินทร์ ถ.ร	0-2331-6987	1	19/3/2546 0:32:16	8745435464546
0013	นายสิทธิศักดิ์ ไมตรี	M	7-8794-46546-53-1	203/70 หมู่ที่ 7 อ.เมือง จ.เชียงร	0-2331-9987	0	0:00:00	7879446546531
0014	นายเสกสรรค์ พวงข้อน	M	3-1606-00742-56-7	30/6 ซอยภาวนา ลาดพร้าว41 แ	0-9040-4058	0	0:00:00	3160600742567

ระเบียน: 15 จาก 15

รูปที่ 4.10 แสดงตาราง Database ของส่วน Selection

4.5.3 Open Voted

OpenVoted : ตาราง

Topic1	Select_1	Select_2	Select_3	Male1_Voted	Female1_Voted	Total1_Voted	1_Voted	2_Voted	3_Voted
ท่านคิดว่าอาจารย์ท่านใดหล่อที่สุด	อ.เกรียงไกร	อ.สุวิพล	อ.พิเชษฐ์	2	3	5	3	2	0
				0	0	0	0	0	0

ระเบียน: 1 จาก 1

รูปที่ 4.11 แสดงตาราง Open Voted

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 Quiz

Quiz : ตาราง

	TopicQuiz	Select_QuizA	Select_QuizB	Select_QuizC	A_Quiz	B_Quiz	C_Quiz	Total_Quiz
	ท่านคิดว่า สโมสรใดจะคว้าแชมป์ Premiere Ship ฤดูกาล 2002-2003	Man U.	Arsanal	Chelsea	7	6	4	17
▶					0	0	0	0

ระเบียน: 2 จาก 2

รูปที่ 4.12 แสดงตาราง Quiz

4.5.5 Database ส่วนฝากเบอร์โทรศัพท์กลับของ Quiz

Reward : ตาราง

	Number	Phone_Quiz	Time_Quiz	Choice_Quiz
▶	0001	095419475	13/2/2546 7:14:28	A
	0002	095319438	13/2/2546 7:22:50	B
	0003	777777777	13/2/2546 7:23:07	B
	0004	999999999	13/2/2546 7:24:33	A
	0005	666666666	13/2/2546 7:25:10	C
	0006	111111111	13/2/2546 7:27:20	A
	0007	123456789	13/2/2546 7:42:00	C
	0008	456456456	3/2/2546 19:11:06	A
	0009	123668888	4/2/2546 12:56:26	C
	0010	123448555	15/2/2546 0:30:07	B
*				

ระเบียน: 1 จาก 10

รูปที่ 4.13 แสดงตาราง Database ส่วนฝากเบอร์โทรศัพท์กลับของ Quiz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลโครงงานและแนวทางแก้ไข

โครงงาน "ระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์ "(Televoting)" นี้ได้พัฒนาและออกแบบฮาร์ดแวร์ขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อรวบรวมและสำรวจความคิดเห็นต่างๆ โดยประเมินค่าออกมาเป็นจำนวนตัวเลข และนำไปแสดงผลในคอมพิวเตอร์ต่อไป

5.1 ส่วนสรุปผลของโครงงาน

ในส่วนของโครงงานนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.ส่วนฮาร์ดแวร์ ได้ทำการทดลองต่อวงจรต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

ก. ภาคควบคุมระบบ (Control System)

ข. ภาคสถานะของโทรศัพท์ (Line Status) ได้แก่

- วงจรควบคุมสาย (Line Control)
- วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ (Ringing Detector)
- วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Receiver)

ค. ภาค ISD บันทึกเสียง (ISD) ได้แก่

- วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับ (Record & Playback)
- วงจรขยายสัญญาณเสียงและภาคสมดุลย์ (Audio Amp. & Matching)

2.ส่วนซอฟท์แวร์ ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรของระบบ และส่วนของฐานข้อมูล (Database) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ได้มาจากการแสดงความคิดเห็นผ่านทางโทรศัพท์

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

ในส่วนของการใช้งานจริง จะเจอปัญหาในการกดค่า DTMF เป็นปัญหาสำคัญ ซึ่งในการกดค่าคีย์ DTMF ต้องเป็นไปตามลำดับ และได้จังหวะ

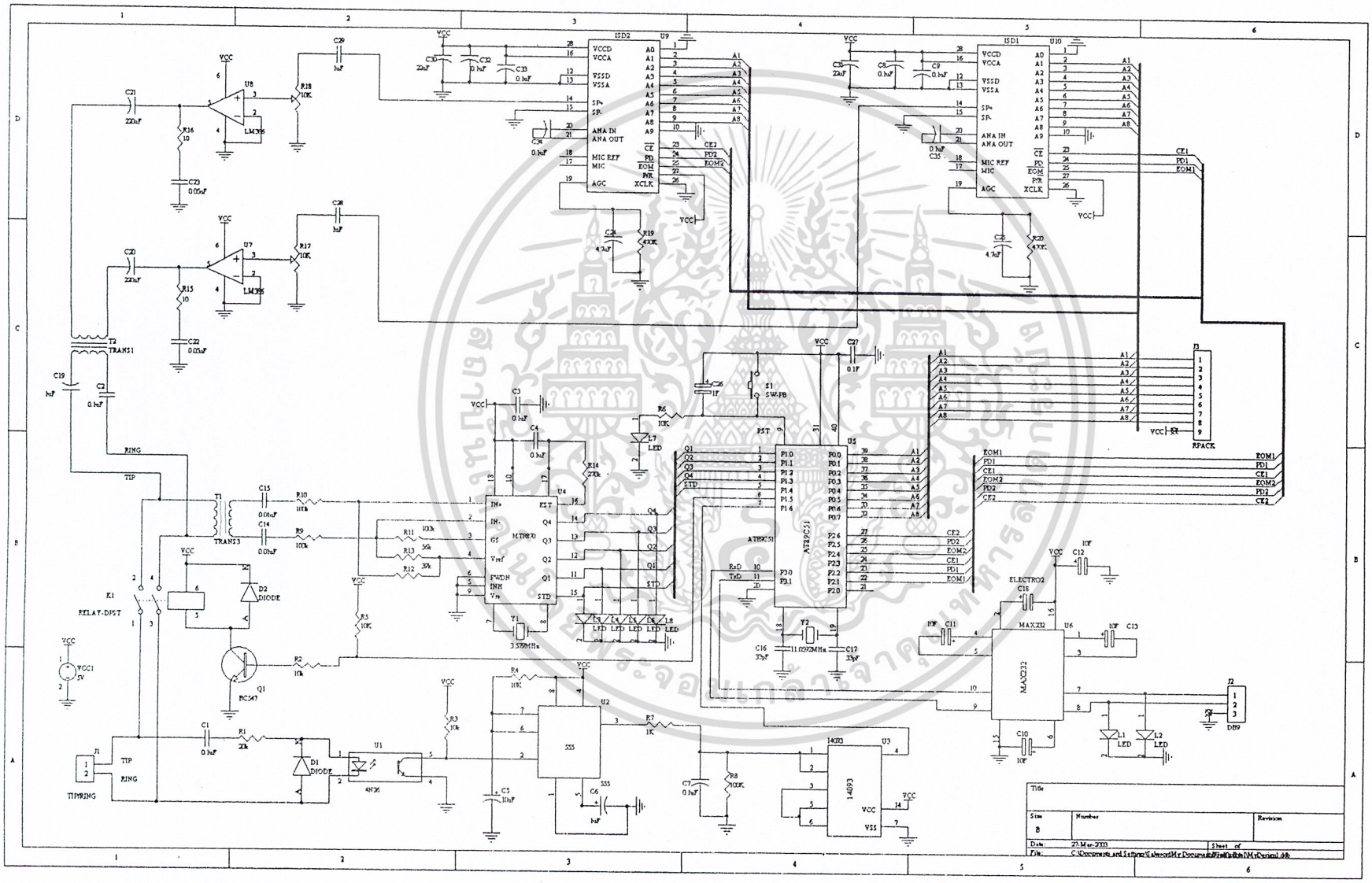
5.3 ส่วนแก้ไขและพัฒนา

ส่วนแก้ไขและพัฒนานั้นจะต้องให้โครงงานนี้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานให้มากที่สุด และในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ทำขึ้นนี้ สามารถนำไปพัฒนาระบบ Televoting หลายคู่สายได้

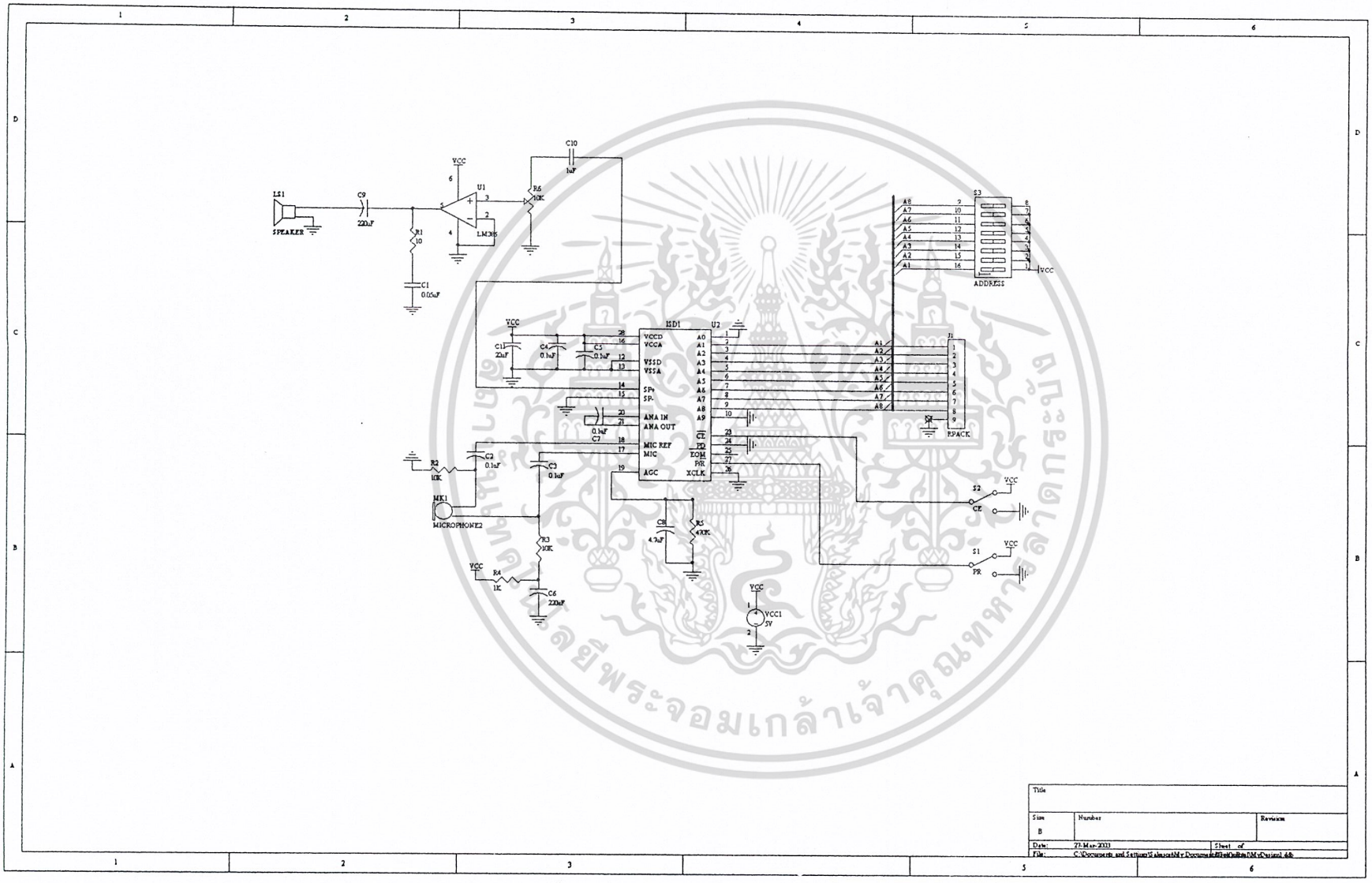
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

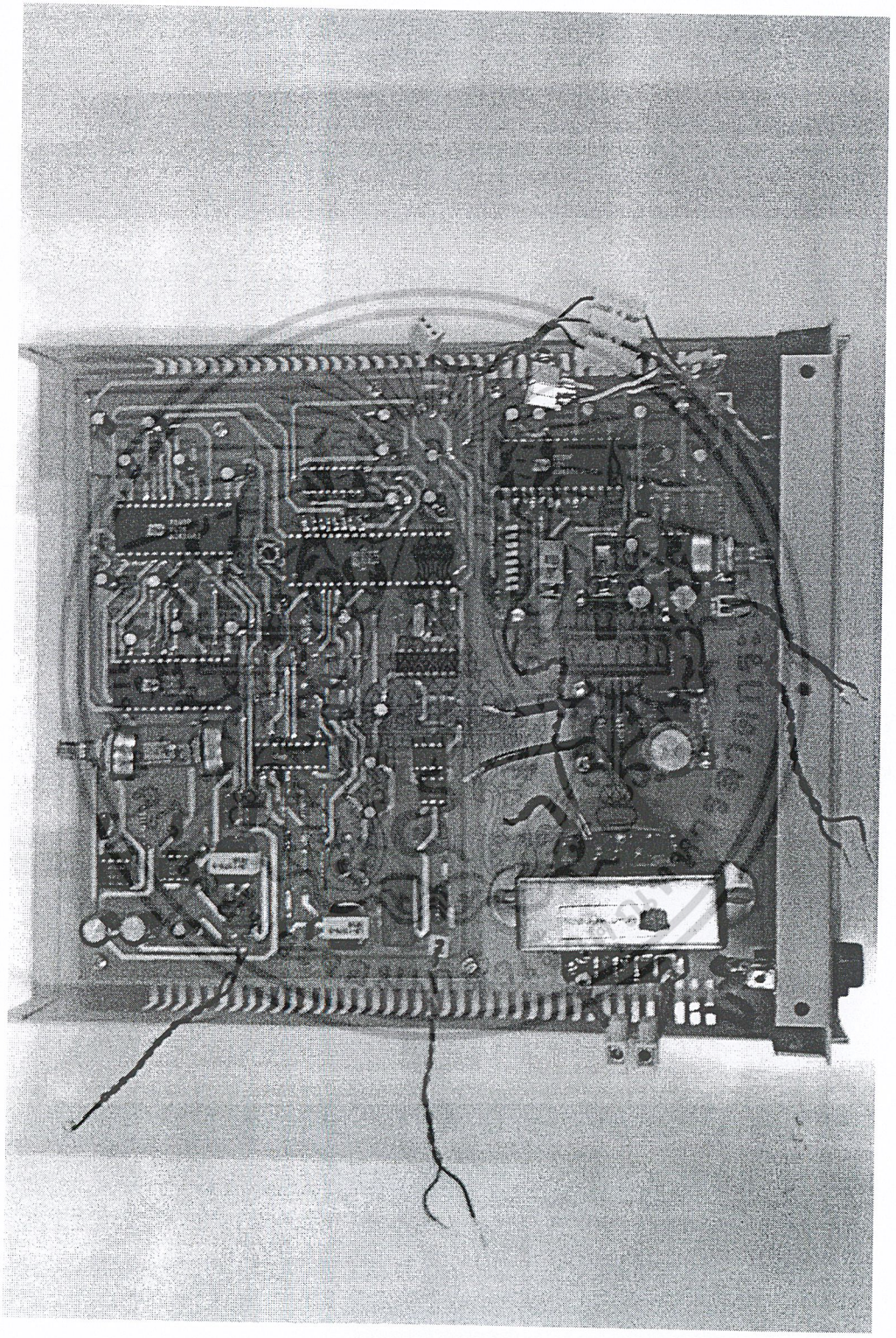
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



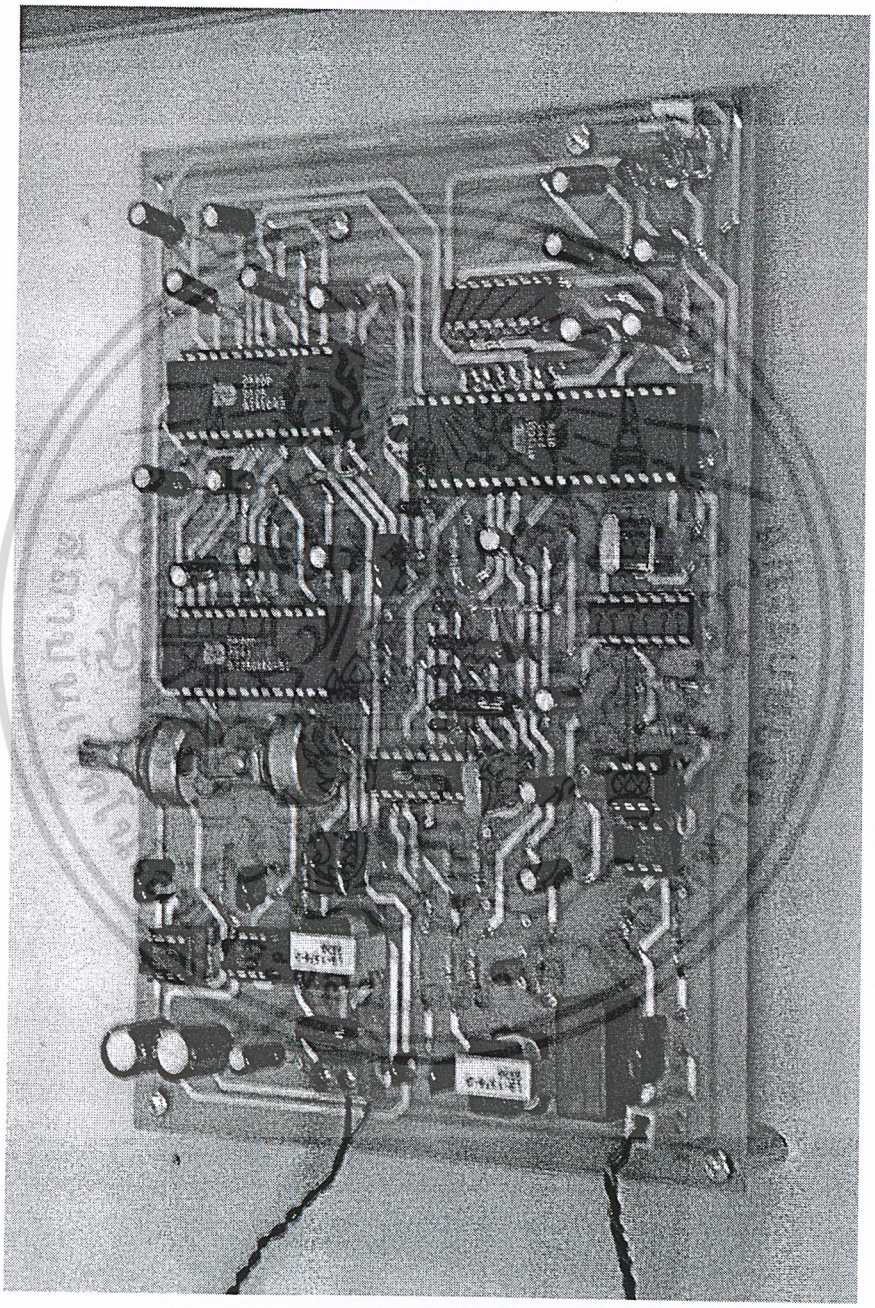
MAIN CIRCUIT



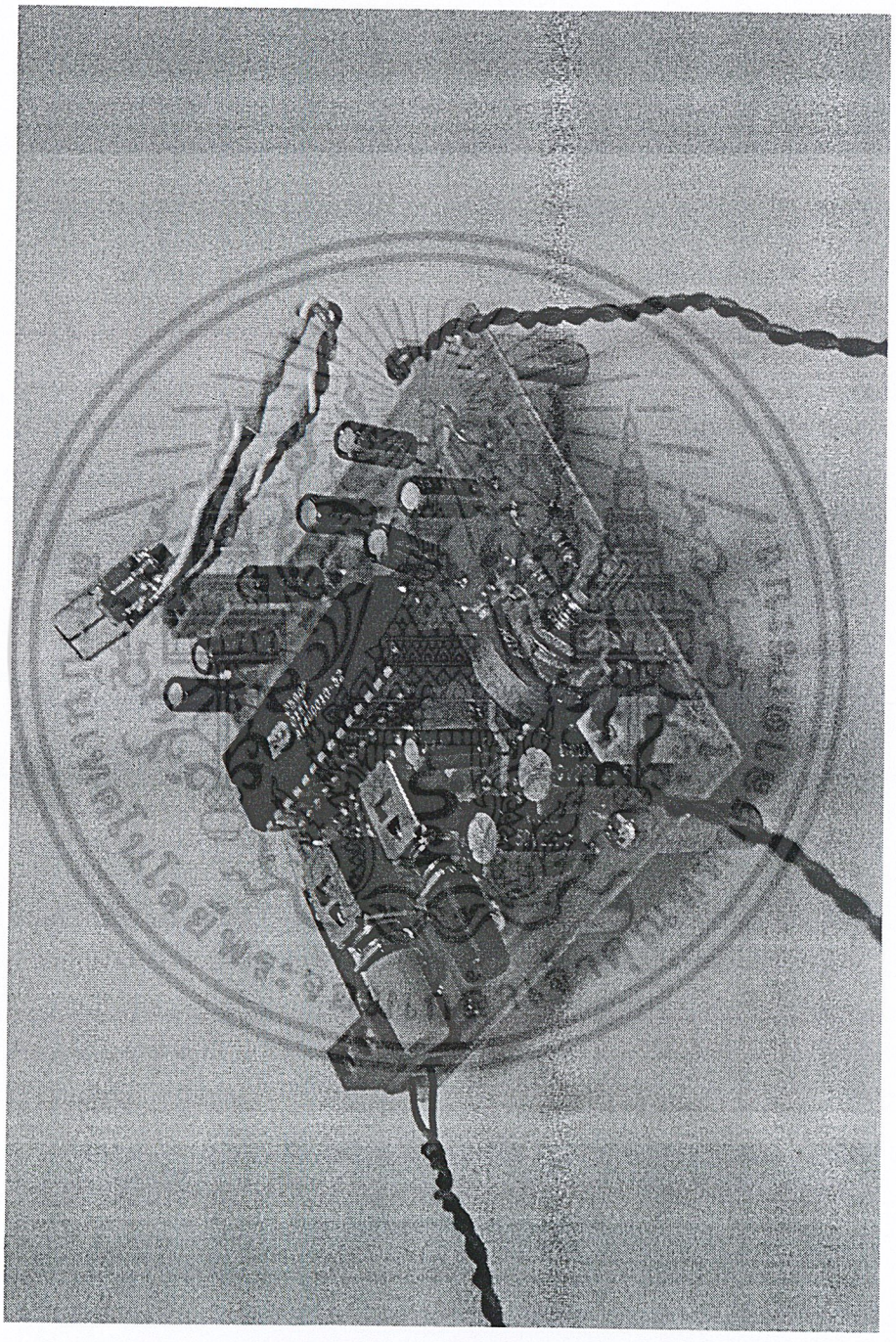
ISD 2590+AUDIO AMP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์

```
        ORG    0000H

SOUNDA      EQU    000H
SOUNDB      EQU    067H
SOUNDC      EQU    0CBH
SOUND1      EQU    000H
SOUND2      EQU    014H
SOUND3      EQU    02BH
SOUND4      EQU    039H
SOUND5      EQU    046H
SOUND6      EQU    05DH
SOUND7      EQU    07BH
SOUND8      EQU    096H
SOUND9      EQU    0A6H
SOUND10     EQU    0B7H
SOUND11     EQU    0CBH
SOUND12     EQU    0D8H

MAIN:       CLR    P1.5
            ANL    P1,#11011111B      ;SET PORT1

            MOV    TMOD,#021H  ;SET SERIAL PORT
            MOV    TH1,#0FDH
            MOV    TL1,#0FDH
            SETB   TR1
            MOV    SCON,#040H

            JNB    P1.6,$              ;CHECK LINE STATUS
START:      SETB   P1.5          ;ON RELAY

            MOV    R7,#04H
SEL_MENU:       MOV    P0,#SOUNDA          ;HI & MENU CHOICE
            LCALL  PLAYBACK1
            LCALL  DELAY_10ms

            MOV    R0,#10H
            LCALL  CHK_NUMBER
            MOV    @R0,A
            CJNE   @R0,#'1',MENU_2_1       ;SELECT MENU 1
            MOV    DPTR,#MENU_01
            LCALL  TX_CHOICE
            LJMP   MENU_1

MENU_2_1:       CJNE   @R0,#'2',MENU_3_1    ;SELECT MENU 2
            MOV    DPTR,#MENU_02
            LCALL  TX_CHOICE
            LJMP   MENU_2

MENU_3_1:       CJNE   @R0,#'3',NO_PASS     ;SELECT MENU 3
            MOV    DPTR,#MENU_03
            LCALL  TX_CHOICE
            LJMP   MENU_3

NO_PASS:        DJNZ   R7,PASS_ERROR        ;SELECT ELSE
            LJMP   MAIN

PASS_ERROR: MOV    P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  SEL_MENU


;*********************************************************************
;
;                 MENU_1:ELECTION VOTE
;
;*********************************************************************


MENU_1:           MOV   P0,#SOUND1   ;ENTER TO ELECTION VOTE
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND2   ;PRESS ID?
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms

            LCALL COUNTER
ID:         MOV         R7,#13
            LCALL DTMF_TO_VB_1      ;CHK ID NUMBER
VB:         LCALL VB_TO_MCS           ;CHK CODE T OR F OR S
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'T',CODE_F

            MOV   P0,#SOUND3   ;IF CODE T
            LCALL PLAYBACK2         ;VOTE ELECTOR
            LCALL DELAY_10ms

SEL_CHOICE_A:     MOV   R0,#10H
            LCALL CHK_NUMBER
            MOV   @R0,A

            CJNE  @R0,#'1',SEL_A2          ;SELECT '1'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_A1
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS           ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'Z',$
            LJMP  VOTE_FINISH

SEL_A2:           CJNE  @R0,#'2',SEL_A3          ;SELECT '2'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_A2
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS           ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'Z',$
            LJMP  VOTE_FINISH

SEL_A3:           CJNE  @R0,#'3',NO_PASS_A            ;SELECT '3'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_A3
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS           ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'Z',$
            LJMP  VOTE_FINISH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NO_PASS_A:  DJNZ   R4,PASS_ERROR_A
            MOV    P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT  ;
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            MOV    P0,#SOUND11 ;THANK U
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
                   LJMP       MAIN

PASS_ERROR_A:      MOV    P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            MOV    P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            LJMP   SEL_CHOICE_A

CODE_F:             CJNE  @R0,#'F',CODE_S          ;CODE F
NO_PASS_1:  DJNZ   R5,PASS_ERROR_1
            MOV    P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT  ;
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            MOV    P0,#SOUND11 ;THANK U
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
                   LJMP       MAIN

PASS_ERROR_1:      MOV    P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            MOV    P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            LJMP   ID

CODE_S:             MOV    P0,#SOUND10 ;CODE S
            LCALL  PLAYBACK2           ;RECIEVED VOTE ,VOTE ONCE!
            LCALL  DELAY_10ms
            LJMP   RET_OR_EXIT

VOTE_FINISH:         MOV P0,#SOUND11 ;THANK U
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms

RET_OR_EXIT:       MOV    P0,#SOUND7   ;'1'RETURN OR '0'EXIT
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms

            MOV    R0,#10H
            LCALL  CHK_NUMBER
                   MOV    @R0,A

                   CJNE  @R0,#'0',RETURN    ;EXIT
                   MOV    P0,#SOUND11 ;THANK U
            LCALL  PLAYBACK2
            LCALL  DELAY_10ms
            LJMP   MAIN

RETURN:             CJNE  @R0,#'1',NO_PASS_2       ;RETURN
            LJMP   SEL_MENU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NO_PASS_2:  DJNZ  R6,PASS_ERROR_2
            LJMP  MAIN

PASS_ERROR_2:     MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  RET_OR_EXIT

;*********************************************************************
;
;           MENU_2:SIMPLE VOTE
;
;*********************************************************************

MENU_2:           MOV   P0,#SOUND4   ;ENTER TO SIMPLE VOTE
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms

            MOV   P0,#SOUND12  ;'1'MALE OR '2'FEMALE
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms

            LCALL COUNTER
            MOV   R0,#10H
SEL_SEX:          LCALL CHK_NUMBER        ;SELECT SEX
            MOV   @R0,A

            CJNE  @R0,#'1',SEL_FE         ;SELECT MALE
            MOV   DPTR,#CHIOCE_MA
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS             ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'A',$

            MOV   P0,#SOUNDB          ;VOTE MESSAGE
            LCALL PLAYBACK1
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  SEL_CHOICE_B

SEL_FE:           CJNE  @R0,#'2',NO_PASS_3              ;SELECT FEMALE
            MOV   DPTR,#CHIOCE_FE
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS             ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'A',$

            MOV   P0,#SOUNDB          ;VOTE MESSAGE
            LCALL PLAYBACK1
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  SEL_CHOICE_B

NO_PASS_3:  DJNZ  R4,PASS_ERROR_3
            MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT  ;
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND11  ;THANK U
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    LJMP      MAIN

PASS_ERROR_3:       MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                MOV   P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                      LJMP  SEL_SEX


SEL_CHOICE_B:       MOV   R0,#10H
                LCALL CHK_NUMBER
                MOV   @R0,A

                CJNE  @R0,#'1',SEL_B2          ;SELECT '1'
                MOV   DPTR,#CHIOCE_B1
                LCALL TX_CHOICE
                LCALL VB_TO_MCS            ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
                MOV   R0,#60H
                CJNE  @R0,#'B',$
                LJMP  VOTE_FINISH

SEL_B2:             CJNE  @R0,#'2',SEL_B3          ;SELECT '2'
                MOV   DPTR,#CHIOCE_B2
                LCALL TX_CHOICE
                LCALL VB_TO_MCS            ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
                MOV   R0,#60H
                CJNE  @R0,#'B',$
                LJMP  VOTE_FINISH

SEL_B3:             CJNE  @R0,#'3',NO_PASS_B          ;SELECT '3'
                MOV   DPTR,#CHIOCE_B3
                LCALL TX_CHOICE
                LCALL VB_TO_MCS            ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
                MOV   R0,#60H
                CJNE  @R0,#'B',$
                LJMP  VOTE_FINISH

NO_PASS_B:      DJNZ  R5,PASS_ERROR_B
                MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT ;
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                MOV   P0,#SOUND11  ;THANK U
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                      LJMP  MAIN

PASS_ERROR_B:       MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                MOV   P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms
                LJMP  SEL_CHOICE_B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************************************
;
;            MENU_3:THE GAMES ZONE
;
;*********************************************************************

MENU_3:           MOV   P0,#SOUND5   ;ENTER TO GAMES ZONE
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUNDC   ;GAMES MESSAGE
            LCALL PLAYBACK1
            LCALL DELAY_10ms

            LCALL COUNTER
SEL_CHOICE_C:     MOV   R0,#10H
            LCALL CHK_NUMBER
            MOV   @R0,A

            CJNE  @R0,#'1',SEL_C2          ;SELECT '1'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_C1
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS               ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'D',$
            LJMP  RE_PHONE_NUM

SEL_C2:           CJNE  @R0,#'2',SEL_C3          ;SELECT '2'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_C2
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS               ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'D',$
            LJMP  RE_PHONE_NUM

SEL_C3:           CJNE  @R0,#'3',NO_PASS_C          ;SELECT '3'
            MOV   DPTR,#CHIOCE_C3
            LCALL TX_CHOICE
            LCALL VB_TO_MCS               ;WAIT 'VOTE O.K' FROM VB
            MOV   R0,#60H
            CJNE  @R0,#'D',$
            LJMP  RE_PHONE_NUM

NO_PASS_C:  DJNZ  R4,PASS_ERROR_C
            MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT  ;
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND11  ;THANK U
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  MAIN

PASS_ERROR_C:     MOV   P0,#SOUND8   ;NUM NOT CORRECT
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            MOV   P0,#SOUND9   ;PRESS AGAIN
            LCALL PLAYBACK2
            LCALL DELAY_10ms
            LJMP  SEL_CHOICE_C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RE_PHONE_NUM:     MOV P0,#SOUND6   ;PHONE NUMBER?
```

```
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms

PHONE:          MOV   R7,#09
                LCALL DTMF_TO_VB_3        ;TX PHONE NUMBER
PH:             MOV   DPTR,#ENTER
                LCALL TX_CHOICE
                LCALL VB_TO_MCS           ;RECIEVED PHONE NUMBER
                MOV   R0,#60H
                CJNE  @R0,#'C',$

                MOV   P0,#SOUND11 ;THANK U
                LCALL PLAYBACK2
                LCALL DELAY_10ms

                LJMP  RET_OR_EXIT



;*************************************************************************
;
;                   SUB PROGRAM
;
;*************************************************************************



;***********************************************
;               COUNTER
;***********************************************
COUNTER:        MOV  R4,#04H      ;COUNTER
                MOV    R5,#04H
                MOV    R6,#04H

                RET


;***********************************************
;               CHK_NUMBER
;***********************************************

CHK_NUMBER:     JB    P1.4,$              ;STD=0
                MOV   R1,#0FFH
LP3:            MOV     R2,#0FFH
LP4:            MOV     R3,#050H          ;STD=1
                JB      P1.4,ST_MOV
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R2,LP4
                DJNZ    R1,LP3
                LJMP    MAIN

ST_MOV:         MOV   P1,#0FFH
                MOV   A,P1
                ANL   A,#0FH
                CJNE A,#0BH,REAL_DTMF     ;'*'
                RET

REAL_DTMF:      CJNE A,#0AH,REAL_DTMF1 ;NUMBER '0'
                ADD   A,#26H
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
REAL_DTMF1:  ADD  A,#30H            ;NUMBER '1-9'
             RET


;***********************************************
;            ISD SOUND #01
;***********************************************

PLAYBACK1:     CLR P2.0  ;P/R  INITIAL
               SETB  P2.1  ;EOM
               SETB  P2.2  ;PD
               SETB  P2.3  ;CE
               LCALL DELAY_1_10s
               SETB  P2.0
               LCALL DELAY_1_10s
               CLR   P2.2
               LCALL DELAY_1_10s
               CLR   P2.3
               LCALL DELAY_1_10s
               SETB  P2.3
               JB    P2.1,$
               JNB   P2.1,$

          RET

;***********************************************
;            ISD SOUND #02
;***********************************************


PLAYBACK2:     SETB    P2.4  ;EOM (P/R=Vcc)
               SETB    P2.5  ;PD
               SETB    P2.6  ;CE
               LCALL   DELAY_1_10s
               CLR     P2.5
               LCALL   DELAY_1_10s
               CLR     P2.6
               LCALL   DELAY_1_10s
               SETB    P2.6
               JB      P2.4,$
               JNB     P2.4,$
               RET

;***********************************************
;               DELAY TIME
;***********************************************

DELAY_10ms:      MOV     R7,#010H           ;10ms
DELAY_10ms1:     MOV     R6,#0E6H
DELAY_10ms2:     NOP
                 NOP
                 DJNZ    R6,DELAY_10ms2
                 DJNZ    R7,DELAY_10ms1
                 RET

DELAY_1_10s:     MOV     R5,#10             ;1/10s
DELAY_1_10s1:    ACALL   DELAY_10ms
                 DJNZ    R5,DELAY_1_10s1
                 RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_1s:       MOV     R5,#100             ;1s
DELAY_1s1:      ACALL   DELAY_10ms
                DJNZ    R5,DELAY_1s1
                RET


;*********************************************
;     TX DTMF to MCS to VB 1
;*********************************************

DTMF_TO_VB_1:       MOV   R0,#30H           ;BUFFER @30H

DTMF_TO_MCS_1:      LCALL CHK_NUMBER          ;DTMF TO MCS
                    MOV   @R0,A

MCS_TO_VB_1:        CLR   RI                  ;MCS TO VB
                    MOV   SBUF,@R0
                    JNB   TI,$
                    CLR   TI

                    DJNZ  R7,DTMF_TO_MCS_1

                    LJMP  VB


;*********************************************
;     TX DTMF to MCS to VB 3
;*********************************************

DTMF_TO_VB_3:       MOV   R0,#30H             ;BUFFER @30H

DTMF_TO_MCS_3:      LCALL CHK_NUMBER          ;DTMF TO MCS
                    MOV   @R0,A

MCS_TO_VB_3:        CLR   RI                  ;MCS TO VB
                    MOV   SBUF,@R0
                    JNB   TI,$
                    CLR   TI

                    DJNZ  R7,DTMF_TO_MCS_3

                    LJMP  PH

;*********************************************
;     RECIEVE VB CODE to MCS
;           TRUE / FALSE
;*********************************************

VB_TO_MCS:  MOV   R0,#60H           ;BUFFER @60H
            SETB  REN               ;Rx ENABLE

LOOP:               JNB   RI,$
                    CLR   RI
                    MOV   A,SBUF
                    MOV   @R0,A
                    ACALL CHK_ENTER

                    RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********************************************
;            CHK_ENTER & RX_NEXT
;*********************************************

CHK_ENTER:      CJNE    A,#00DH,RX_NEXT
                RET

RX_NEXT:        INC     R0
                AJMP    LOOP


;*********************************************
;                TX_CHOICE
;*********************************************

TX_CHOICE:          CLR   TI
TX_LOOP:            CLR   A
                    MOVC  A,@A+DPTR
                    INC   DPTR
                    CJNE  A,#0FFH,TX_CHAR

                    RET

TX_CHAR:            MOV   SBUF,A
                    JNB   TI,$
                    CLR   TI
                    AJMP  TX_LOOP



;*****************************************************************
;              CODES:  MCS to VB
;*****************************************************************

MENU_01:            DB    'P',0DH,0FFH
MENU_02:            DB    'Q',0DH,0FFH
MENU_03:            DB    'R',0DH,0FFH

CHIOCE_A1:          DB    '1',0DH,0FFH
CHIOCE_A2:          DB    '2',0DH,0FFH
CHIOCE_A3:          DB    '3',0DH,0FFH

CHIOCE_B1:          DB    '4',0DH,0FFH
CHIOCE_B2:          DB    '5',0DH,0FFH
CHIOCE_B3:          DB    '6',0DH,0FFH

CHIOCE_C1:          DB    '7',0DH,0FFH
CHIOCE_C2:          DB    '8',0DH,0FFH
CHIOCE_C3:          DB    '9',0DH,0FFH

CHIOCE_MA:          DB    'M',0DH,0FFH
CHIOCE_FE:          DB    'W',0DH,0FFH

ENTER:              DB     0DH,0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของโปรแกรม Visual Basic

```
Public Ws As Workspace
Public Db As Database
Public Data As Recordset
Public Selection As Recordset
Public OpenVoted As Recordset
Public Quiz As Recordset
Public Reward As Recordset
Public i As Integer
Public m As Integer
Public n As Integer
Public Const strConn = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Persist
Security Info=False"
Public Conn As New ADODB.Connection
Public rsData As New ADODB.Recordset
Public rsQuiz As New ADODB.Recordset
Public Invalid As Integer
Public rsToAffect As Long
Public sqlQuiz As String
Public Echo As Boolean          ' Echo On/Off flag.
Public SecRXTX As Integer
Public ModeRXTX As Integer
Public ComOnOff As Boolean
Public StatusComm As String
Public ChkStopLoopUnLess As Boolean
Public EventMsg As String, ErrorMsg As String
Public bQuit  As Boolean

Public Sub MakeDatabase()
    Set Ws = DBEngine.Workspaces(0)
    Set Db = Ws.OpenDatabase("c:\Project\db1.mdb", False, False)
    Set Data = Db.OpenRecordset("Select * From Data", dbOpenDynaset)
    Set Selection = Db.OpenRecordset("Select * From Selection",
dbOpenDynaset)
    Set OpenVoted = Db.OpenRecordset("Select * From OpenVoted",
dbOpenDynaset)
    Set Quiz = Db.OpenRecordset("Select * From Quiz", dbOpenDynaset)
    Set Reward = Db.OpenRecordset("Select * From Reward",
dbOpenDynaset)
End Sub

Public Sub SQL_Open()
        With Conn
        If .State = adStateOpen Then .Close
        .ConnectionString = strConn & ";Data
Source=C:\Project\db1.mdb"
        .ConnectionTimeout = 90
        .Open
        End With
End Sub

Public Sub SQL_Close()
       With Conn
        If .State = adStateOpen Then .Close
       End With
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim InString As String
Dim Check As String
Dim StringBuff As String
Dim Status As Integer

Private Sub cmdShowComm_Click()

        frmVBCom.Show

End Sub

''''''
```

```
        Call DisplayQuiz
        Call DisplayVotedQuiz
        Call ClearDataQuiz

        Exit Sub
ChkStopLoopUnLess = False
HandleError:
        MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub cmd_ClearTime_Click()

        Data.Edit
        Data.Fields("TimeVoted") = False
        Data.Fields("IsVoted") = "0"
        Data.Update

End Sub

Private Sub Cmd_Add_Click()
On Error GoTo HandleError

        Call EnableOperationButton(False)
        Call EnableSaveCancelButton(True)
        Call ClearData
        mskID.SetFocus
        Data.AddNew
        Exit Sub

HandleError:
        MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub Cmd_Cancel_Click()

        If Data.EditMode = dbEditAdd Or Data.EditMode = dbEditInProgress
Then
            Data.CancelUpdate
        End If
        Call ClearData
        Call Display
        Call EnableSaveCancelButton(False)
        Call EnableOperationButton(True)
        txtIsVoted.Locked = True
        txtVoted.Locked = True

End Sub

Private Sub cmd_Close_Click()

        If MsgBox(คุณต้องการจบการทำงานใช่หรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "คำยืนยัน")
= vbYes Then
        Data.Close
        Unload Me
        Unload frmVBCom
        End If
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Cmd_Delete_Click()
On Error GoTo HandleError

    If MsgBox("ลบข้อมูลเรคอร์ดนี้, แน่ใจหรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "คำยืนยัน")
= vbYes Then
       Data.Delete
       Call Cmd_MoveFirst_Click
    End If
    Exit Sub

HandleError:
    MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub Cmd_Edit_Click()
On Error GoTo HandleError

    Call EnableOperationButton(False)
    Call EnableSaveCancelButton(True)
    txtIsVoted.Locked = False
    txtVoted.Locked = False
    mskID.SetFocus
    Data.Edit
    Exit Sub

HandleError:
    MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub Cmd_MoveBack_Click()

    Data.MovePrevious
    If Data.BOF = False Then
       Call Display
       Cmd_MoveNext.Enabled = True
       Cmd_MoveLast.Enabled = True
    Else
       Cmd_MoveFirst.Enabled = False
       Cmd_MoveBack.Enabled = False
    End If

End Sub

Private Sub Cmd_MoveFirst_Click()

    Data.MoveFirst
    Call Display

    Cmd_MoveNext.Enabled = True
    Cmd_MoveLast.Enabled = True

    Cmd_MoveFirst.Enabled = False
    Cmd_MoveBack.Enabled = False

End Sub

Private Sub Cmd_MoveLast_Click()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Data.MoveLast
    Call Display

    Cmd_MoveNext.Enabled = False
    Cmd_MoveLast.Enabled = False

    Cmd_MoveFirst.Enabled = True
    Cmd_MoveBack.Enabled = True

End Sub

Private Sub Cmd_MoveNext_Click()

    Data.MoveNext
    If Data.EOF = False Then
       Call Display
       Cmd_MoveFirst.Enabled = True
       Cmd_MoveBack.Enabled = True
    Else
       Cmd_MoveLast.Enabled = False
       Cmd_MoveNext.Enabled = False
    End If

End Sub

Private Sub Cmd_Save_Click()
On Error GoTo HandleError

    If mskID.Text = "____" Then
       MsgBox "กรุณาใส่หมายเลข"
    ElseIf txtFullName.Text = "" Then
       MsgBox "กรุณาใส่ชื่อและนามสกุล"
    ElseIf mskIDCard.Text = "_-____-_____-__-_" Then
       MsgBox "กรุณาใส่หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน"
    ElseIf txtAddress.Text = "" Then
       MsgBox "กรุณาใส่ที่อยู่"
    ElseIf mskPhone.Text = "_-____-____" Then
       MsgBox "กรุณาใส่หมายเลขโทรศัพท์"
    ElseIf optFemale.Value = False And optMale.Value = False Then
       MsgBox "กรุณาระบุเพศ"

    Else
       Data.Fields("ID") = mskID.Text
       Data.Fields("FullName") = txtFullName.Text
       Data.Fields("IDCard") = mskIDCard.Text
       Data.Fields("IDCard2") = mskIDCard.ClipText
       Data.Fields("Address") = txtAddress.Text
       Data.Fields("Phone") = mskPhone.Text
       Data.Fields("IsVoted") = "0"

        If optMale.Value = True Then
        Data("Sex").Value = "M"
        ElseIf optFemale.Value = True Then
        Data("Sex").Value = "F"
        End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Data.Update
        Data.Requery
        MsgBox "บันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว"
        Call EnableSaveCancelButton(False)
        Call EnableOperationButton(True)
        txtIsVoted.Locked = True
        txtVoted.Locked = True
    End If
    Call Display
    Exit Sub

HandleError:
    MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub txtSearch_KeyPress(KeyAscii As Integer)
Dim sqlSearch As String

     Call SQL_Open
     AdoMember.Refresh
     sqlSearch = "SELECT * FROM Data"

     If KeyAscii = 13 Then
        Select Case cboSearch.ListIndex
        Case 0
        sqlSearch = sqlSearch & " WHERE FullName LIKE '%" &
txtSearch.Text & "%'"
        Case 1
        sqlSearch = sqlSearch & " WHERE IDCard LIKE '%" &
txtSearch.Text & "%'"
        End Select
        sqlSearch = sqlSearch & " ORDER BY ID "

     With AdoMember
        .RecordSource = sqlSearch
        .Refresh
        If .Recordset.RecordCount = 0 Then
            MsgBox " " & Trim(txtSearch.Text) & "ที่คุณต้องการไม่มี",
vbOKOnly + vbInformation, "ผลการค้นหา"
            txtSearch.SetFocus
            txtSearch.SelStart = 0
            txtSearch.SelLength = Len(txtSearch.Text)
            .RecordSource = "SELECT * FROM Data ORDER BY ID"
            .Refresh
            Exit Sub
         End If
     End With
     Call SQL_Close
     AdoMember.Enabled = False
     End If

End Sub

Private Sub AdoMember_WillMove(ByVal adReason As
ADODB.EventReasonEnum, adStatus As ADODB.EventStatusEnum, ByVal
pRecordset As ADODB.Recordset)
    With AdoMember.Recordset
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If (.BOF) Or (.EOF) Then Exit Sub

    If .Fields("Sex").Value = "M" Then
        optMale.Value = True
    ElseIf .Fields("Sex").Value = "F" Then
        optFemale.Value = True
    End If
    End With

End Sub

Private Sub Display()
On Error GoTo HandleError

    mskID.Text = Data.Fields("ID") & ""
    txtFullName.Text = Data.Fields("FullName") & ""
    mskIDCard.Text = Data.Fields("IDCard") & ""
    txtAddress.Text = Data.Fields("Address") & ""
    mskPhone.Text = Data.Fields("Phone") & ""
    txtIsVoted.Text = Data.Fields("IsVoted") & ""
    txtVoted.Text = Data.Fields("TimeVoted") & ""
With Data
    If (.BOF) Or (.EOF) Then Exit Sub
    If Data("Sex").Value = "M" Then
        optMale.Value = True
    ElseIf Data("Sex").Value = "F" Then
        optFemale.Value = True
    End If
End With
    Exit Sub

HandleError:
    MsgBox Error(Err.Number)

End Sub

Private Sub EnableSaveCancelButton(EnableFlag As Boolean)

    Cmd_Save.Enabled = EnableFlag
    Cmd_Cancel.Enabled = EnableFlag

End Sub
Private Sub ClearData()

    mskID.Text = "____"
    txtFullName.Text = ""
    mskIDCard.Text = "_-____-_____-__-_"
    txtAddress.Text = ""
    mskPhone.Text = "_-____-____"
    txtIsVoted = ""
    optMale.Value = False
    optFemale.Value = False
    txtVoted.Text = ""

End Sub
Private Sub EnableOperationButton(EnableFlag As Boolean)

    Cmd_Add.Enabled = EnableFlag
    Cmd_Edit.Enabled = EnableFlag
    Cmd_Delete.Enabled = EnableFlag
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
                        'SELECTION'
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''

Private Sub opt_A_Click()

    MSComm1.Output = "Z" & Chr(13)
    Call Voted

End Sub

Private Sub opt_B_Click()

    MSComm1.Output = "Z" & Chr(13)
    Call Voted

End Sub

Private Sub opt_C_Click()

    MSComm1.Output = "Z" & Chr(13)
    Call Voted

End Sub

Private Sub cmdReset_Click()

    Selection.Edit
    Selection("A_Voted") = 0
    Selection("B_Voted") = 0
    Selection("C_Voted") = 0
    Selection("Male_Voted") = 0
    Selection("Female_Voted") = 0
    Selection("Total_Voted") = 0
    txtFinishTime.Text = ""
    Selection.Update
    Call ClearDataSelection
    Call DisplayVoted

End Sub

Private Sub DisplaySelection()

        txtTopic.Text = Selection.Fields("Topic")
        opt_A.Caption = Selection.Fields("Select_A")
        opt_B.Caption = Selection.Fields("Select_B")
        opt_C.Caption = Selection.Fields("Select_C")
        LabelA.Caption = Selection.Fields("Select_A")
        LabelB.Caption = Selection.Fields("Select_B")
        LabelC.Caption = Selection.Fields("Select_C")

End Sub

Private Sub ClearDataSelection()

    i = 0
    m = 0
    n = 0
    txtIDLogin.Text = ""
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    opt_A.Value = False
    opt_B.Value = False
    opt_C.Value = False
    optMale2.Value = False
    optFemale2.Value = False

End Sub

Private Sub DisplayVoted()

    txtTotalShow.Text = Selection.Fields("Total_Voted")
    txtMaleShow.Text = Selection.Fields("Male_Voted")
    txtFemaleShow.Text = Selection.Fields("Female_Voted")
    txtA.Text = Selection.Fields("A_Voted")
    txtB.Text = Selection.Fields("B_Voted")
    txtC.Text = Selection.Fields("C_Voted")

End Sub

Private Sub Timer2_Timer()

    txtFinishTime.Text = Now

End Sub

Private Sub Timer3_Timer()

    txtCurrentTime.Text = Now

End Sub

Private Sub Voted()

    Selection.Edit

    If opt_A.Value = False And opt_B.Value = False And opt_C.Value =
False And optMale2.Value = False And optFemale2.Value = False Then
    ElseIf optMale2.Value = False And optFemale2.Value = False Then
    ElseIf opt_A.Value = False And opt_B.Value = False And opt_C.Value
= False Then
    ElseIf opt_A.Value = True Or opt_B.Value = True Or opt_C.Value =
True Then
    If optMale2.Value = True Or optFemale2.Value = True Then

       If opt_A.Value = True Then
          i = Selection("A_Voted")
          Selection("A_Voted") = 1 + i
       ElseIf opt_B.Value = True Then
          i = Selection("B_Voted")
          Selection("B_Voted").Value = 1 + i
       ElseIf opt_C.Value = True Then
          i = Selection("C_Voted")
          Selection("C_Voted").Value = 1 + i
       End If

       If optMale2.Value = True Then
          m = Selection("Male_Voted")
          Selection("Male_Voted") = 1 + m
       ElseIf optFemale2.Value = True Then
          m = Selection("Female_Voted")
          Selection("Female_Voted") = 1 + m
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
         End If
        n = Selection("Male_Voted") + Selection("Female_Voted")
        Selection("Total_Voted") = n
        Selection.Update

    End If
    End If
 With Data
    Data.FindFirst "IDCard2 = '" & txtIDLogin.Text & "'"
    If txtIDLogin = Data("IDCard2") Then
    If (.BOF) Or (.EOF) Then Exit Sub
    If opt_A.Value = True Or opt_B.Value = True Or opt_C.Value = True
Then
    If optMale2.Value = True Or optFemale2.Value = True Then
       Data.Edit
       Call Timer2_Timer
       Data("TimeVoted") = txtFinishTime.Text
    If Data("IsVoted") = "0" Then
       Data("IsVoted") = "1"
    End If
       Data.Update
       Call ClearDataSelection
    End If
    End If
    End If
End With

    Call DisplayVoted

End Sub

''''''
```

```
Private Sub cmdCancel1_Click()

    If MsgBox("คุณต้องการจบการทำงานใช่หรือไม่?", vbYesNo + vbQuestion, "คำยืน
ยัน") = vbYes Then
        OpenVoted.Close
        Unload Me
    End If

End Sub

Private Sub ClearDataOpenVoted()

    i = 0
    m = 0
    n = 0
    opt_1.Value = False
    opt_2.Value = False
    opt_3.Value = False
    optMale2_1.Value = False
    optFemale2_1.Value = False

End Sub

Private Sub DisplayVoted1()

    txtTotalShow1.Text = OpenVoted.Fields("Total1_Voted")
    txtMaleShow1.Text = OpenVoted.Fields("Male1_Voted")
    txtFemaleShow1.Text = OpenVoted.Fields("Female1_Voted")
    txt1.Text = OpenVoted.Fields("1_Voted")
    txt2.Text = OpenVoted.Fields("2_Voted")
    txt3.Text = OpenVoted.Fields("3_Voted")

End Sub

Private Sub opt_1_Click()

     MSComm1.Output = "B" & Chr(13)
    Call Voted1

End Sub

Private Sub opt_2_Click()

    MSComm1.Output = "B" & Chr(13)
    Call Voted1

End Sub

Private Sub opt_3_Click()

    MSComm1.Output = "B" & Chr(13)
    Call Voted1

End Sub

Private Sub optFemale2_1_Click()

    MSComm1.Output = "A" & Chr(13)
    Call Voted1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

Private Sub optMale2_1_Click()

    MSComm1.Output = "A" & Chr(13)
    Call Voted1

End Sub

Private Sub Timer3_1_Timer()

    txtCurrentTime1.Text = Now

End Sub

Private Sub Voted1()

    OpenVoted.Edit

    If opt_1.Value = False And opt_2.Value = False And opt_3.Value =
False And optMale2_1.Value = False And optFemale2_1.Value = False Then
    ElseIf optMale2_1.Value = False And optFemale2_1.Value = False
Then
    ElseIf opt_1.Value = False And opt_2.Value = False And opt_3.Value
= False Then
    ElseIf opt_1.Value = True Or opt_2.Value = True Or opt_3.Value =
True Then
    If optMale2_1.Value = True Or optFemale2_1.Value = True Then

       If opt_1.Value = True Then
          i = OpenVoted("1_Voted")
          OpenVoted("1_Voted") = 1 + i
       ElseIf opt_2.Value = True Then
          i = OpenVoted("2_Voted")
          OpenVoted("2_Voted").Value = 1 + i
       ElseIf opt_3.Value = True Then
          i = OpenVoted("3_Voted")
          OpenVoted("3_Voted").Value = 1 + i
       End If

       If optMale2_1.Value = True Then
          m = OpenVoted("Male1_Voted")
          OpenVoted("Male1_Voted") = 1 + m
       ElseIf optFemale2_1.Value = True Then
          m = OpenVoted("Female1_Voted")
          OpenVoted("Female1_Voted") = 1 + m
       End If
      n = OpenVoted("Male1_Voted") + OpenVoted("Female1_Voted")
      OpenVoted("Total1_Voted") = n
      OpenVoted.Update

   End If
   End If

   If opt_1.Value = True Or opt_2.Value = True Or opt_3.Value = True
Then
   If optMale2_1.Value = True Or optFemale2_1.Value = True Then
   Call ClearDataOpenVoted
   End If
   End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Call DisplayVoted1

End Sub

''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
                        '''''QUIZ''''''
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''

Private Sub cboQuiz_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)

       KeyCode = 0

End Sub

Private Sub cboQuiz_KeyPress(KeyAscii As Integer)

       Call SQL_Open
       With rsQuiz
       If KeyAscii = 13 Then
       Select Case cboQuiz.ListIndex
       Case 0

       sqlQuiz = "SELECT Reward.Number, Reward.Phone_Quiz, "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " Reward.Choice_Quiz, Reward.Time_Quiz"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " FROM Reward "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " WHERE (Reward.Choice_Quiz = 'A' )"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " ORDER BY Number "
       AdoQuiz.RecordSource = sqlQuiz
       Set DataGridQuiz.DataSource = AdoQuiz
       AdoQuiz.Refresh

       Case 1

       sqlQuiz = "SELECT Reward.Number, Reward.Phone_Quiz, "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " Reward.Choice_Quiz, Reward.Time_Quiz"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " FROM Reward "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " WHERE (Reward.Choice_Quiz = 'B' )"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " ORDER BY Number "
       AdoQuiz.RecordSource = sqlQuiz
       Set DataGridQuiz.DataSource = AdoQuiz
       AdoQuiz.Refresh

       Case 2

       sqlQuiz = "SELECT Reward.Number, Reward.Phone_Quiz, "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " Reward.Choice_Quiz, Reward.Time_Quiz"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " FROM Reward "
       sqlQuiz = sqlQuiz & " WHERE (Reward.Choice_Quiz = 'C' )"
       sqlQuiz = sqlQuiz & " ORDER BY Number "
       AdoQuiz.RecordSource = sqlQuiz
       Set DataGridQuiz.DataSource = AdoQuiz
       AdoQuiz.Refresh

       End Select

       End If
       End With
       Call SQL_Close
       Exit Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

Private Sub cmdResetQuiz_Click()

        Quiz.Edit
        Reward.Edit
        Quiz("A_Quiz") = 0
        Quiz("B_Quiz") = 0
        Quiz("C_Quiz") = 0
        Quiz("Total_Quiz") = 0
        txtFinishTimeQuiz.Text = ""
        Quiz.Update
        Reward.Update
        Call ClearDataQuiz
        Call DisplayVotedQuiz

End Sub

Private Sub DisplayQuiz()

        txtTopicQuiz.Text = Quiz.Fields("TopicQuiz")
        opt_QuizA.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizA")
        opt_QuizB.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizB")
        opt_QuizC.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizC")
        LabelQuizA.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizA")
        LabelQuizB.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizB")
        LabelQuizC.Caption = Quiz.Fields("Select_QuizC")

End Sub

Private Sub ClearDataQuiz()

    i = 0
    m = 0
    n = 0
    opt_QuizA.Value = False
    opt_QuizB.Value = False
    opt_QuizC.Value = False

End Sub

Private Sub DisplayVotedQuiz()

    txtTotalQuiz.Text = Quiz.Fields("Total_Quiz")
    txtQuizA.Text = Quiz.Fields("A_Quiz")
    txtQuizB.Text = Quiz.Fields("B_Quiz")
    txtQuizC.Text = Quiz.Fields("C_Quiz")

End Sub

Private Sub opt_QuizA_Click()

    MSComm1.Output = "D" & Chr(13)
    Call VotedQuiz

End Sub

Private Sub opt_QuizB_Click()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MSComm1.Output = "D" & Chr(13)
    Call VotedQuiz
```

```
End Sub

Private Sub opt_QuizC_Click()

    MSComm1.Output = "D" & Chr(13)
    Call VotedQuiz

End Sub

Private Sub TimerQuiz2_Timer()

    txtFinishTimeQuiz.Text = Now

End Sub

Private Sub TimerQuiz1_Timer()

    txtCurrentTimeQuiz.Text = Now

End Sub

Private Sub VotedQuiz()

    Call SQL_Open
    Quiz.Edit

    If opt_QuizA.Value = False And opt_QuizB.Value = False And
opt_QuizC.Value = False Then
    ElseIf opt_QuizA.Value = True Or opt_QuizB.Value = True Or
opt_QuizC.Value = True Then

        If opt_QuizA.Value = True Then
            i = Quiz("A_Quiz")
            Quiz("A_Quiz") = 1 + i
         ElseIf opt_QuizB.Value = True Then
            i = Quiz("B_Quiz")
            Quiz("B_Quiz").Value = 1 + i
         ElseIf opt_QuizC.Value = True Then
            i = Quiz("C_Quiz")
            Quiz("C_Quiz").Value = 1 + i
         End If

        n = Quiz("A_Quiz") + Quiz("B_Quiz") + Quiz("C_Quiz")
        Quiz("Total_Quiz") = n
        Quiz.Update

    End If

End Sub

Private Sub AutoCreateNumber()
Dim tmpNumber As String
Dim sqlCheckNumber As String
Dim rsCheckNumber As New ADODB.Recordset

     sqlCheckNumber = "SELECT Number FROM Reward ORDER BY Number"
     With rsCheckNumber
         If .State = adStateOpen Then .Close
         .ActiveConnection = Conn
         .CursorType = adOpenForwardOnly
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            .CursorLocation = adUseClient
            .Open sqlCheckNumber
            If .RecordCount = 0 Then
            tmpNumber = "0001"
            Else
             .MoveLast
            tmpNumber = Format(.Fields("Number").Value + 1, "0000")
            End If
        End With
            Label22.Caption = tmpNumber
            Reward("Number") = tmpNumber

End Sub

Private Sub Quizupdate()

    Reward.Edit
       Reward.AddNew
       Call AutoCreateNumber
       Call TimerQuiz2_Timer
       Reward("Time_Quiz") = txtFinishTimeQuiz.Text
       Reward("Phone_Quiz") = Text6.Text

       If opt_QuizA.Value = True Then
          Reward("Choice_Quiz") = "A"
       ElseIf opt_QuizB.Value = True Then
          Reward("Choice_Quiz") = "B"
       ElseIf opt_QuizC.Value = True Then
          Reward("Choice_Quiz") = "C"
       End If

       Reward.Update
       Text6.Text = ""
       MSComm1.Output = "C" & Chr(13)
       Status = 1
       Call ClearDataQuiz
       Call DisplayVotedQuiz
       Call SQL_Close

End Sub

''''''
```

```
Private Sub cmdOnOffPort_Click()
On Error GoTo ErrH

        If Not ComOnOff Then
            MSComm1.PortOpen = True
            ChkStopLoopUnLess = False
            cmdOnOffPort.Caption = "&OffCom"
            ComOnOff = True

        Else
            MSComm1.PortOpen = False
            ChkStopLoopUnLess = True
            cmdOnOffPort.Caption = "&OnCom"
            ComOnOff = False
        End If

       SecRXTX = 0
       If MSComm1.PortOpen = True Then MSComm1.RThreshold = 1
       Call UnLessLoop

        Exit Sub
ErrH:
    MsgBox Err.Description

End Sub

Private Sub cmdSetProp_Click()

frmProperties.Show

End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
On Error GoTo ErrH

    Select Case MSComm1.CommEvent

        Case comEvReceive
            Dim Buffer As Variant
            Dim Test As String
            Buffer = MSComm1.Input

            If Status = 0 Then
            ShowData txtIDLogin, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 1 Then
            ShowData Text2, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 2 Then
            ShowData Text1, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 3 Then
            ShowData Text4, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 4 Then
            ShowData Text3, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 5 Then
            ShowData Text5, (StrConv((Buffer), vbUnicode))
            Else
            If Status = 6 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ShowData Text6, (StrConv((Buffer), vbUnicode))

                End If
                End If
                End If
                End If
                End If
                End If
                End If

                EventMsg$ = " Receive "
            Case comEvSend
                EventMsg$ = " Send "
            Case comEvCTS
                EventMsg$ = "Change in CTS Detected"
            Case comEvDSR
                EventMsg$ = "Change in DSR Detected"
            Case comEvCD
                EventMsg$ = "Change in CD Detected"
            Case comEvRing
                EventMsg$ = "The Phone is Ringing"
            Case comEvEOF
                EventMsg$ = "End of File Detected"

            Case comBreak
                ErrorMsg$ = "Break Received"
            Case comCDTO
                ErrorMsg$ = "Carrier Detect Timeout"
            Case comCTSTO
                ErrorMsg$ = "CTS Timeout"
            Case comDCB
                ErrorMsg$ = "Error retrieving DCB"
            Case comDSRTO
                ErrorMsg$ = "DSR Timeout"
            Case comFrame
                ErrorMsg$ = "Framing Error"
            Case comOverrun
                ErrorMsg$ = "Overrun Error"
            Case comRxOver
                ErrorMsg$ = "Receive Buffer Overflow"
            Case comRxParity
                ErrorMsg$ = "Parity Error"
            Case comTxFull
                ErrorMsg$ = "Transmit Buffer Full"
            Case Else
                ErrorMsg$ = "Unknown error or event"
        End Select

        Exit Sub
    ErrH:
        MsgBox Err.Description

    End Sub

    Public Static Sub ShowData(Term As Control, Data As String)
        On Error GoTo Handler
        Const MAXTERMSIZE = 16000
        Dim TermSize As Long, i

        TermSize = Len(Term.Text)
        If TermSize > MAXTERMSIZE Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Term.Text = Mid$(Term.Text, 4097)
        TermSize = Len(Term.Text)
    End If

    Term.SelStart = TermSize

    Do
        i = InStr(Data, Chr$(8))
        If i Then
            If i = 1 Then
                Term.SelStart = TermSize - 1
                Term.SelLength = 1
                Data = Mid$(Data, i + 1)
            Else
                Data = Left$(Data, i - 2) & Mid$(Data, i + 1)
            End If
        End If
    Loop While i

    Do
        i = InStr(Data, Chr$(10))
        If i Then
            Data = Left$(Data, i - 1) & Mid$(Data, i + 1)
        End If
    Loop While i

    i = 1
    Do
        i = InStr(i, Data, Chr$(13))
        If i Then
            Data = Left$(Data, i) & Chr$(10) & Mid$(Data, i + 1)
            i = i + 1
        End If
    Loop While i

    Term.SelText = Data
    Term.SelStart = Len(Term.Text)

Exit Sub

Handler:
    MsgBox Error$
    Resume Next
End Sub

Private Sub Text1_Change()
InString = Text1.Text

 If InString = "M" Then
                    optMale2_1.Value = True
                    InString = ""
                    Text1.Text = ""
                    Status = Status + 1
Else
    If InString = "W" Then
                    optFemale2_1.Value = True
                    InString = ""
                    Text1.Text = ""
                    Status = Status + 1
Else
    If Len(InString) > 2 Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    InString = ""
                    Text1.Text = ""

End If
End If
End If

End Sub
Private Sub Text2_Change()
InString = Text2.Text
     Select Case InString
            Case "P"
                    InString = ""
                    Text2.Text = ""
                     Status = Status - 1
            Case "Q"
                    InString = ""
                    Text2.Text = ""
                     Status = Status + 1
            Case "R"
                   InString = ""
                   Text2.Text = ""
                   Status = Status + 3
            End Select

End Sub

Private Sub Text3_Change()
 InString = Text3.Text

 If InString = "7" Then
                    opt_QuizA.Value = True
                    InString = ""
                    Text3.Text = ""
                     Status = Status + 2
Else
      If InString = "8" Then
                     opt_QuizB.Value = True
                     InString = ""
                     Text3.Text = ""
                     Status = Status + 2
Else
      If InString = "9" Then
                    opt_QuizC.Value = True
                    InString = ""
                     Text3.Text = ""
                     Status = Status + 2
Else
      If Len(InString) > 2 Then
                     InString = ""
                    Text3Text = ""

End If
End If
End If
End If

End Sub

Private Sub Text4_Change()
InString = Text4.Text
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            If InString = "4" Then
                    opt_1.Value = True
                    InString = ""
                    Text4.Text = ""
                    Status = Status - 2
Else
      If InString = "5" Then
                    opt_2.Value = True
                    InString = ""
                    Text4.Text = ""
                    Status = Status - 2
Else
      If InString = "6" Then
                    opt_3.Value = True
                    InString = ""
                    Text4.Text = ""
                    Status = Status - 2
Else
      If Len(InString) > 2 Then
                     InString = ""
                    Text4.Text = ""

End If
End If
End If
End If

End Sub

Private Sub txtIDLogin_Change()
Dim sqlCheck As String
Dim tmpPass As String
Dim tmpStatus As String

InString = txtIDLogin.Text
          If Len(InString) = "13" & Chr(13) Then
            Call SQL_Close
            Call SQL_Open
            sqlCheck = "SELECT * FROM Data"
            sqlCheck = sqlCheck & " WHERE IDCard2 ='" &
txtIDLogin.Text & "' "
            sqlCheck = sqlCheck & " ORDER BY ID "

With rsData
        If .State = adStateOpen Then .Close
           .ActiveConnection = Conn
           .CursorType = adOpenForwardOnly
           .CursorLocation = adUseClient
           .Open sqlCheck
        If .RecordCount = 0 Then
           MSComm1.Output = "F" & Chr(13)
           Status = 0
           Call ClearDataSelection
           Exit Sub
        End If

With Data
           Data.FindFirst "IDCard2 = '" & txtIDLogin.Text & "'"
        If txtIDLogin = Data("IDCard2") Then
        If (.BOF) Or (.EOF) Then Exit Sub
        If .Fields("Sex").Value = "M" Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            optMale2.Value = True
         ElseIf .Fields("Sex").Value = "F" Then
            optFemale2.Value = True
         End If
         If Data("IsVoted") = "1" Then
            MSComm1.Output = "S" & Chr(13)
           Status = 1
            Call ClearDataSelection
            Exit Sub
         End If
         End If
         End With

         MSComm1.Output = "T" & Chr(13)
         Status = Status + 5
 End With
         Call SQL_Close

End If

End Sub

Private Sub Text5_Change()

InString = Text5.Text
      If InString = "1" Then
               opt_A.Value = True
               InString = ""
               Text5.Text = ""
               Status = Status - 4
      Else
      If InString = "2" Then
               opt_B.Value = True
               InString = ""
               Text5.Text = ""
               Status = Status - 4
       Else
       If InString = "3" Then
                opt_C.Value = True
                InString = ""
                Text5.Text = ""
                Status = Status - 4
       Else

       If Len(InString) > 2 Then
                InString = ""
                Text5.Text = ""
        End If
        End If
        End If
        End If

End Sub

Private Sub Text6_Change()

InString = Text6.Text
            If Len(InString) = "9" Then
                Call Quizupdate
            End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private iFlow As Integer, iTempEcho As Boolean

Sub LoadPropertySettings()
Dim i As Integer, Settings As String, Offset As Integer

For i = 1 To 16
    cboPort.AddItem "Com" & Trim$(Str$(i))
Next i

cboSpeed.AddItem "110"
cboSpeed.AddItem "300"
cboSpeed.AddItem "600"
cboSpeed.AddItem "1200"
cboSpeed.AddItem "2400"
cboSpeed.AddItem "4800"
cboSpeed.AddItem "9600"
cboSpeed.AddItem "14400"
cboSpeed.AddItem "19200"
cboSpeed.AddItem "28800"
cboSpeed.AddItem "38400"
cboSpeed.AddItem "56000"
cboSpeed.AddItem "57600"
cboSpeed.AddItem "115200"
cboSpeed.AddItem "128000"
cboSpeed.AddItem "256000"


cboDataBits.AddItem "4"
cboDataBits.AddItem "5"
cboDataBits.AddItem "6"
cboDataBits.AddItem "7"
cboDataBits.AddItem "8"


cboParity.AddItem "Even"
cboParity.AddItem "Odd"
cboParity.AddItem "None"
cboParity.AddItem "Mark"
cboParity.AddItem "Space"


cboStopBits.AddItem "1"
cboStopBits.AddItem "1.5"
cboStopBits.AddItem "2"



Settings = frmVBCom.MSComm1.Settings


If InStr(Settings, ".") > 0 Then
    Offset = 2
Else
    Offset = 0
End If

cboSpeed.Text = Left$(Settings, Len(Settings) - 6 - Offset)
Select Case Mid$(Settings, Len(Settings) - 4 - Offset, 1)
Case "e"
    cboParity.ListIndex = 0
Case "m"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    cboParity.ListIndex = 1
Case "n"
    cboParity.ListIndex = 2
Case "o"
    cboParity.ListIndex = 3
Case "s"
    cboParity.ListIndex = 4
End Select

cboDataBits.Text = Mid$(Settings, Len(Settings) - 2 - Offset, 1)
cboStopBits.Text = Right$(Settings, 1 + Offset)

cboPort.ListIndex = frmVBCom.MSComm1.CommPort - 1

optFlow(frmVBCom.MSComm1.Handshaking).Value = True
If Echo Then
    optEcho(1).Value = True
Else
    optEcho(0).Value = True
End If

End Sub

Private Sub cmdCancel_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()
Dim OldPort As Integer, ReOpen As Boolean

On Error Resume Next

Echo = iTempEcho
OldPort = frmVBCom.MSComm1.CommPort
NewPort = cboPort.ListIndex + 1

If NewPort <> OldPort Then                    ' If the port number
changes, close the old port.
    If frmVBCom.MSComm1.PortOpen Then
           frmVBCom.MSComm1.PortOpen = False
           ReOpen = True
    End If

    frmVBCom.MSComm1.CommPort = NewPort          ' Set the new port
number.

    If Err = 0 Then
        If ReOpen Then
            frmVBCom.MSComm1.PortOpen = True
        End If
    End If

    If Err Then
        MsgBox Error$, 48
        frmVBCom.MSComm1.CommPort = OldPort
        Exit Sub
    End If
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
frmVBCom.MSComm1.Settings = Trim$(cboSpeed.Text) & "," &
Left$(cboParity.Text, 1) _
    & "," & Trim$(cboDataBits.Text) & "," & Trim$(cboStopBits.Text)

Debug.Print "Settings Com :" & frmVBCom.MSComm1.CommPort & " , " &
frmVBCom.MSComm1.Settings
frmVBCom.lblOncom.Caption = "OnCom:" & frmVBCom.MSComm1.Settings

If Err Then
    MsgBox Error$, 48
    Exit Sub
End If

frmVBCom.MSComm1.Handshaking = iFlow
If Err Then
    MsgBox Error$, 48
    Exit Sub
End If

SaveSetting App.Title, "Properties", "Settings",
frmVBCom.MSComm1.Settings
SaveSetting App.Title, "Properties", "CommPort",
frmVBCom.MSComm1.CommPort
SaveSetting App.Title, "Properties", "Handshaking",
frmVBCom.MSComm1.Handshaking
SaveSetting App.Title, "Properties", "Echo", Echo

Unload Me

End Sub

Private Sub Form_Load()

Me.Left = (Screen.Width - Me.Width) / 2
Me.Top = (Screen.Height - Me.Height) / 2

fraSettings.Move tabSettings.ClientLeft, tabSettings.ClientTop

fraSettings.ZOrder

LoadPropertySettings

End Sub

Private Sub optEcho_Click(Index As Integer)
If Index = 1 Then
    iTempEcho = True
Else
    iTempEcho = False
End If
End Sub

Private Sub optFlow_Click(Index As Integer)
    iFlow = Index
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ChipCorder®
TECHNOLOGY BY ISD

ISD2560/75/90/120 Products

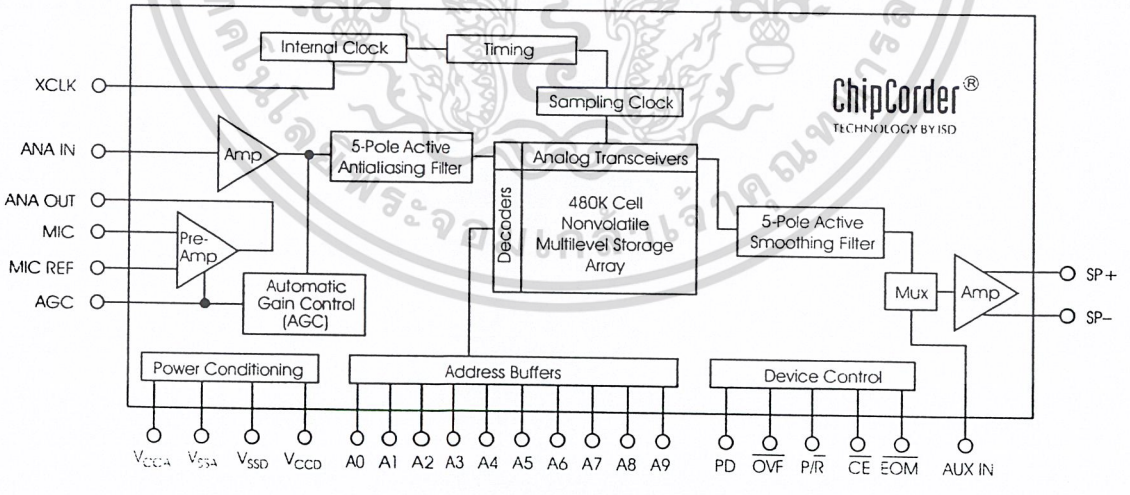
Single-Chip Voice Record/Playback Devices
60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 60- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier, and high density multilevel storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

Figure: ISD2560/75/90/120 Device Block Diagram



เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURES

- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
  - Standby current 1 μA (typical)
- Zero-power message storage
  - Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and TSOP packaging
- Industrial temperature (–40°C to +85°C) versions available

Table: ISD2560/75/90/120 Product Summary

Part Number	Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD2560	60	8.0	3.4
ISD2575	75	6.4	2.7
ISD2590	90	5.3	2.3
ISD25120	120	4.0	1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table of Contents

ISD2560/75/90/120 Products

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
60-, 75-, 90-, and 120-Second Durations

DETAILED DESCRIPTION 1
- Speech/Sound Quality 1
- Duration 1
- EEPROM Storage 1
- Microcontroller Interface 1
- Programming 1

PIN DESCRIPTIONS 2
- Voltage Inputs (V_{CCA}, V_{CCD}) 2
- Ground Inputs (V_{SSA}, V_{SSD}) 2
- Power Down Input (PD) 2
- Chip Enable Input ($\overline{CE}$) 2
- Playback/Record Input (P/$\overline{R}$) 2
- End-Of-Message / RUN Output ($\overline{EOM}$) 3
- Overflow Output ($\overline{OVF}$) 3
- Microphone Input (MIC) 3
- Microphone Reference Input (MIC REF) 3
- Automatic Gain Control Input (AGC) 3
- Analog Output (ANA OUT) 3
- Analog Input (ANA IN) 3
- External Clock Input (XCLK) 4
- Speaker Outputs (SP+/SP–) 4
- Auxiliary Input (AUX IN) 4
- Address/Mode Inputs (Ax/Mx) 5

OPERATIONAL MODES 5

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION 6
- M0 — Message Cueing 6
- M1 — Delete $\overline{EOM}$ Markers 6
- M2 — Unused 6
- M3 — Message Looping 6
- M4 — Consecutive Addressing 6
- M5 — $\overline{CE}$-Level Activated 6
- M6 — Push-Button Mode 6
- $\overline{CE}$ Pin (START/PAUSE) 7
- PD Pin (STOP/RESET) 7
- EOM Pin (RUN) 7
- Good Audio Design Practices 8

ISD1000A COMPATIBILITY 8
- Addressing 8
- Overflow 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Push-Button Mode 8
Looping Mode 8
TIMING DIAGRAMS 9
TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS) 13
TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE) 17
EXPLANATION 19
PUSH-BUTTON TIMING DIAGRAMS 22
DEVICE PHYSICAL DIMENSIONS 23
ORDERING INFORMATION 30

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURES, CHARTS, AND TABLES IN THE ISD2560/75/90/120 PRODUCTS DATASHEET

Figure 1: ISD2560/75/90/120 Device Pinouts 2
Figure 2: Record 9
Figure 3: Playback 9
Figure 4: ISD2560/75/90/120 Application Example—Design Schematic 18
Figure 5: ISD2560/75/90/120 Application Example—Microcontroller/ISD2500 Interface 20
Figure 6: ISD2500 Application Example— Push-Button 20
Figure 7: Push-Button Mode Record 22
Figure 8: Push-Button Mode Playback 22
Figure 9: 28-Lead 8x13.4mm Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (E) 23
Figure 10: 28-Lead 0.600-Inch Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P) 24
Figure 11: 32-Lead 8x20mm Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (T) 26
Figure 12: ISD2560/75/90/120 Products *Current* Bonding Physical Layout (Unpackaged Die) . 27
Figure 13: ISD2560/75/90/120 Products *Future* Bonding Physical Layout (Unpackaged Die) . . 29

Chart 1: Record Mode Operating Current (I_{CC}) 13
Chart 2: Total Harmonic Distortion 13
Chart 3: Standby Current (I_{SB}) 13
Chart 4: Oscillator Stability 13
Chart 5: Record Mode Operating Current (I_{CC}) 17
Chart 6: Total Harmonic Distortion 17
Chart 7: Standby Current (I_{SB}) 17
Chart 8: Oscillator Stability 17

Table 1: External Clock Sample Rates 4
Table 2: Operational Modes Table 5
Table 3: Alternate Functionality in Pins 6
Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts) 10
Table 5: Operating Conditions (Packaged Parts) 10
Table 6: DC Parameters (Packaged Parts) 10
Table 7: AC Parameters (Packaged Parts) 11
Table 8: Absolute Maximum Ratings (Die) 14
Table 9: Operating Conditions (Die) 14
Table 10: DC Parameters (Die) 14
Table 11: AC Parameters (Die) 15
Table 12: Application Example—Basic Device Control 18
Table 13: Application Example—Passive Component Functions 19
Table 14: Application Example—Push-Button Control 21
Table 15: Application Example—Passive Component Functions 21
Table 16: Push-Button Parameters 21
Table 17: Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (E) Dimensions 23
Table 18: Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P) Dimensions 24
Table 19: Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (T) Dimensions 26
Table 20: ISD2560/75/90/120 Products *Current* PIN/PAD Designations. 28
Table 21: ISD2560/75/90/120 Products *Future* PIN/PAD Designations. 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED DESCRIPTION

SPEECH/SOUND QUALITY

The ISD2500 series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD2560/75/90/120 Product Summary table on page *ii* to compare filter pass band and product durations.

The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

DURATION

To meet end system requirements, the ISD2500 series offers single-chip solutions at 60, 75, 90, and 120 seconds. Parts may also be cascaded together for longer durations.

EEPROM STORAGE

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

MICROCONTROLLER INTERFACE

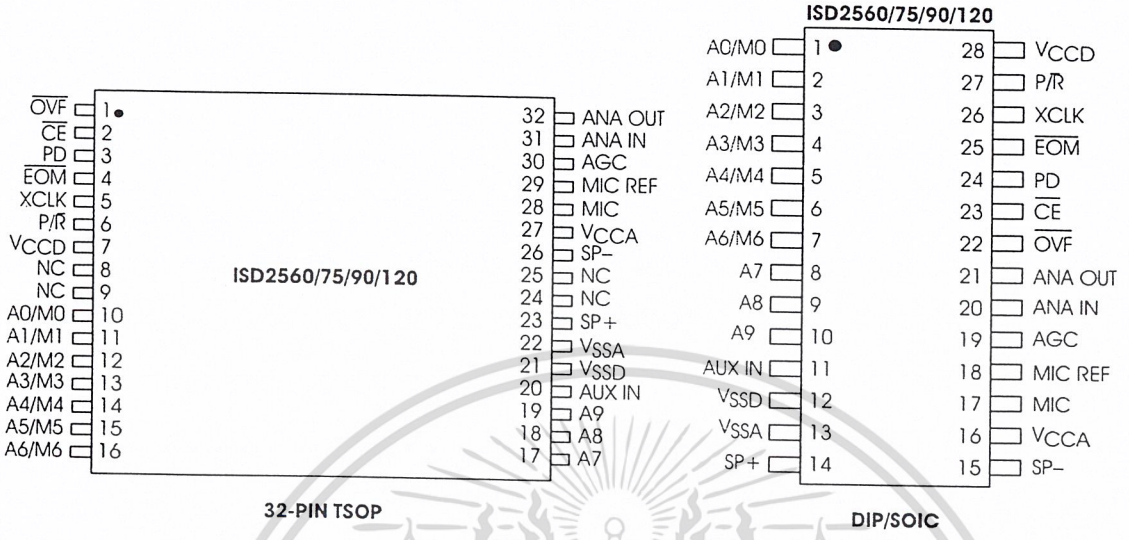
In addition to its simplicity and ease of use, the ISD2500 series includes all the interfaces necessary for microcontroller-driven applications. The address and control lines can be interfaced to a microcontroller and manipulated to perform a variety of tasks, including message assembly, message concatenation, predefined fixed message segmentation, and message management.

PROGRAMMING

The ISD2500 series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple messages are referenced through buttons, switches, or a microcontroller. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1: ISD2560/75/90/120 Device Pinouts



PIN DESCRIPTIONS

VOLTAGE INPUTS (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD2500 series devices use separate power busses. These voltage busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

GROUND INPUTS (V_{SSA}, V_{SSD})

The ISD2500 series of devices utilizes separate analog and digital ground busses. These pins should be connected separately through a low-impedance path to power supply ground.

POWER DOWN INPUT (PD)

When not recording or playing back, the PD pin should be pulled HIGH to place the part in a very low power mode (see I_{SB} specification). When overflow ($\overline{OVF}$) pulses LOW for an overflow condition, PD should be brought HIGH to reset the address pointer back to the beginning of the record/playback space. The PD pin has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

CHIP ENABLE INPUT ($\overline{CE}$)

The $\overline{CE}$ pin is taken LOW to enable all playback and record operations. The address inputs and playback/record input (P/$\overline{R}$) are latched by the falling edge of $\overline{CE}$. $\overline{CE}$ has additional functionality in the M6 (Push-Button) Operational Mode described later in the Operational Mode section.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLAYBACK/RECORD INPUT (P/$\overline{R}$)

The P/$\overline{R}$ input is latched by the falling edge of the $\overline{CE}$ pin. A HIGH level selects a playback cycle while a LOW level selects a record cycle. For a record cycle, the address inputs provide the starting address and recording continues until PD or $\overline{CE}$ is pulled HIGH or an overflow is detected (i.e. the chip is full). When a record cycle is terminated by pulling PD or $\overline{CE}$ HIGH, an End-Of-Message ($\overline{EOM}$) marker is stored at the current address in memory. For a playback cycle, the address inputs provide the starting address and the device will play until an $\overline{EOM}$ marker is encountered. The device can continue past an $\overline{EOM}$ marker in an Operational Mode, or if $\overline{CE}$ is held LOW in address mode. (See page 5 for more Operational Modes).

END-OF-MESSAGE / RUN OUTPUT ($\overline{EOM}$)

A nonvolatile marker is automatically inserted at the end of each recorded message. It remains there until the message is recorded over. The $\overline{EOM}$ output pulses LOW for a period of T_{EOM} at the end of each message.

In addition, the ISD2500 series has an internal V_{CC} detect circuit to maintain message integrity should V_{CC} fall below 3.5 V. In this case, $\overline{EOM}$ goes LOW and the device is fixed in playback-only mode.

When the device is configured in Operational Mode M6 (Push-Button Mode), this pin provides an active-HIGH RUN signal, indicating the device is currently recording or playing. This signal can conveniently drive an LED for a visual indicator of a record or playback operation in process.

OVERFLOW OUTPUT ($\overline{OVF}$)

This signal pulses LOW at the end of memory space, indicating the device has been filled and the message has overflowed. The $\overline{OVF}$ output then follows the $\overline{CE}$ input until a PD pulse has reset the device. This pin can be used to cascade several ISD2500 devices together to increase record/playback durations.

MICROPHONE INPUT (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from –15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 KΩ resistance on this pin, determines the low-frequency cutoff for the ISD2500 series passband. See Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculation.

MICROPHONE REFERENCE INPUT (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected to a differential microphone.

AUTOMATIC GAIN CONTROL INPUT (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of whispers to loud sounds to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 KΩ internal resistance and an external capacitor (C2 on the schematic on page 18) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R2) and an external capacitor (C2) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 KΩ and 4.7 μF give satisfactory results in most cases.

ANALOG OUTPUT (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALOG INPUT (ANA IN)

The analog input pin transfers its signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 KΩ input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

The external clock input for the ISD2500 devices has an internal pull-down device. These devices are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ±1 percent of specification. The frequency is then maintained to a variation of ±2.25 percent over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. The internal clock has a ±5 percent tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Table 1: External Clock Sample Rates

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD2560	8.0 KHz	1024 KHz
ISD2575	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD2590	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD25120	4.0 KHz	512 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two. **If the XCLK is not used, this input must be connected to ground.**

SPEAKER OUTPUTS (SP+/SP–)

All devices in the ISD2500 series include an on-chip differential speaker driver, capable of driving 50 mW into 16 Ω from AUX IN (12.2 mW from memory).

The speaker outputs are held at V_{SSA} levels during record and power down. It is therefore not possible to parallel speaker outputs of multiple ISD2500 devices or the outputs of other speaker drivers.

NOTE *Connection of speaker outputs in parallel may cause damage to the device.*

A single output may be used alone (including a coupling capacitor between the SP pin and the speaker). These outputs may be used individually with the output signal taken from either pin. Using the differential outputs results in a 4 to 1 improvement in output power.

NOTE *Never ground or drive an unused speaker output.*

AUXILIARY INPUT (AUX IN)

The Auxiliary Input is multiplexed through to the output amplifier and speaker output pins when $\overline{CE}$ is HIGH, P/$\overline{R}$ is HIGH, and playback is currently not active or if the device is in playback overflow. When cascading multiple ISD2500 devices, the AUX IN pin is used to connect a playback signal from a following device to the previous output speaker drivers. For noise considerations, it is suggested that the auxiliary input not be driven when the storage array is active.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS/MODE INPUTS (AX/MX)

The Address/Mode Inputs have two functions depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address (A8 and A9).

If either or both of the two MSBs are LOW, the inputs are all interpreted as address bits and are used as the start address for the current record or playback cycle. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of $\overline{CE}$.

If both MSBs are HIGH, the Address/Mode Inputs are interpreted as Mode bits according to the Operational Mode table. There are six Operational Modes (M0..M6) available as indicated in the table. It is possible to use multiple Operational Modes simultaneously. Operational Modes are sampled on each falling edge of $\overline{CE}$, and thus Operational Modes and direct addressing are mutually exclusive.

OPERATIONAL MODES

The ISD2500 series is designed with several built-in Operational Modes that provide maximum functionality with minimum additional components. These are described in detail below. The Operational Modes use the address pins on the ISD2500 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A8 and A9), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, Operational Modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using Operational Modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD2500 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the Operational Mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from record to playback, playback to record (except M6 mode), or when a Power-Down cycle is executed.

Second, Operational Modes are executed when $\overline{CE}$ goes LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going $\overline{CE}$ signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

Table 2: Operational Modes Table

Mode Control	Function	Typical Use	Jointly Compatible[1]
M0	Message cueing	Fast-forward through messages	M4, M5, M6
M1	Delete $\overline{EOM}$ markers	Position $\overline{EOM}$ marker at the end of the last message	M3, M4, M5, M6
M2	Not applicable	Reserved	N/A
M3	Looping	Continuous playback from Address 0	M1, M5, M6
M4	Consecutive addressing	Record/play multiple consecutive messages	M0, M1, M5
M5	$\overline{CE}$ level-activated	Allows message pausing	M0, M1, M3, M4
M6	Push-button control	Simplified device interface	M0, M1, M3

1. *Additional Operational Modes can be used simultaneously with the given mode.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

M0 — MESSAGE CUEING

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each $\overline{CE}$ LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for playback only, and is typically used with the M4 Operational Mode.

M1 — DELETE $\overline{EOM}$ MARKERS

The M1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one $\overline{EOM}$ marker set at the end of the final message. When this Operational Mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

M2 — UNUSED

When Operational Modes are selected, the M2 pin should be LOW.

M3 — MESSAGE LOOPING

The M3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space. A message can completely fill the ISD2500 device and will loop from beginning to end without $\overline{OVF}$ going LOW.

M4 — CONSECUTIVE ADDRESSING

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an $\overline{EOM}$ marker. The M4 Operational Mode inhibits the address pointer reset on $\overline{EOM}$, allowing messages to be played back consecutively.

M5 — $\overline{CE}$-LEVEL ACTIVATED

The default mode for ISD2500 devices is for $\overline{CE}$ to be edge-activated on playback and level-activated on record. The M5 Operational Mode causes the $\overline{CE}$ pin to be interpreted as level-activated as opposed to edge-activated during playback. This is specifically useful for terminating playback operations using the $\overline{CE}$ signal.

In this mode, $\overline{CE}$ LOW begins a playback cycle, at the beginning of the device memory. The playback cycle continues as long as $\overline{CE}$ is held LOW. When $\overline{CE}$ goes HIGH, playback will immediately end. A new $\overline{CE}$ LOW will restart the message from the beginning unless M4 is also HIGH.

M6 — PUSH-BUTTON MODE

The ISD2500 series of devices contain a Push-Button Operational Mode. The Push-Button mode is used primarily in very low-cost applications and is designed to minimize external circuitry and components, thereby reducing system cost. In order to configure the device in Push-Button Operational Mode, the two most significant address bits must be HIGH, and the M6 mode pin must also be HIGH. A device in this mode always powers down at the end of each playback or record cycle after $\overline{CE}$ goes HIGH.

When this Operational Mode is implemented, several of the pins on the device have alternate functionality:

Table 3: Alternate Functionality in Pins

Pin Name	Alternate Functionality in Push-Button Mode
$\overline{CE}$	Start/Pause Push-Button (LOW pulse-activated)
PD	Stop/Reset Push-Button (HIGH pulse activated)
$\overline{EOM}$	Active-HIGH Run Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{\text{CE}}$ PIN (START/PAUSE)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{\text{CE}}$ acts as a LOW-going pulse-activated START/PAUSE signal. If no operation is currently in progress, a LOW-going pulse on this signal will initiate a playback or a record cycle according to the level on the P/$\overline{\text{R}}$ pin. A subsequent pulse on the $\overline{\text{CE}}$ pin, before an End-Of-Message is reached in playback or an overflow condition occurs, will cause the device to pause. The address counter is not reset, and another $\overline{\text{CE}}$ pulse will cause the device to continue the operation from the place where it was paused.

PD PIN (STOP/RESET)

In push-button Operational Mode, PD acts as a HIGH-going pulse-activated STOP/RESET signal. When a playback or record cycle is in progress and a HIGH-going pulse is observed on PD, the current cycle is terminated and the address pointer is reset to address 0, the beginning of the message space.

$\overline{\text{EOM}}$ PIN (RUN)

In Push-Button Operational Mode, $\overline{\text{EOM}}$ becomes an active-HIGH RUN signal which can be used to drive an LED or other external device. It is HIGH whenever a record or playback operation is in progress.

Recording in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW, usually using a pull-down resistor.
2. The P/$\overline{\text{R}}$ pin is taken LOW.
3. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording starts, $\overline{\text{EOM}}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording pauses, $\overline{\text{EOM}}$ goes back LOW. The internal address pointers are not cleared, but an EOM marker is stored in memory to point to the message end. The P/$\overline{\text{R}}$ pin may be taken HIGH at this time. Any subsequent $\overline{\text{CE}}$ would start a playback at address 0.
5. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Recording starts at the next address after the previous set EOM marker. $\overline{\text{EOM}}$ goes back HIGH.

NOTE *If the M1 Operational Mode pin is also HIGH, the just previously written EOM bit is erased, and recording starts at that address.)*

6. When the recording sequences are finished, the final $\overline{\text{CE}}$ pulse LOW will end the last record cycle, leaving a set $\overline{\text{EOM}}$ marker at the message end. Recording may also be terminated by a HIGH level on PD, which will leave a set EOM marker.

Playback in Push-Button Mode

1. The PD pin should be LOW.
2. The P/$\overline{\text{R}}$ pin is taken HIGH.
3. The $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW. Playback starts, $\overline{\text{EOM}}$ goes HIGH to indicate an operation in progress.
4. If the $\overline{\text{CE}}$ pin is pulsed LOW or an EOM marker is encountered during an operation, the part will pause. The internal address pointers are not cleared, and $\overline{\text{EOM}}$ goes back LOW. The P/$\overline{\text{R}}$ pin may be changed at this time. A subsequent record operation would not reset the address pointers and the recording would begin where playback ended.
5. $\overline{\text{CE}}$ is again pulsed LOW. Playback starts where it left off, with $\overline{\text{EOM}}$ going HIGH to indicate an operation in progress.
6. Playback continues as in steps 4 and 5 until PD is pulsed HIGH or overflow occurs.
7. If in overflow, pulling $\overline{\text{CE}}$ LOW will reset the address pointer and start playback from the beginning. After a PD pulse, the part is reset to address 0.

NOTE *Push-button mode can be used in conjunction with modes M0, M1, and M3.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GOOD AUDIO DESIGN PRACTICES

ISD products are very high-quality single-chip voice recording and playback systems. To ensure the highest quality voice reproduction, it is important that good audio design practices on layout and power supply decoupling be followed. See the ISD Application Notes in this book for details.

ISD1000A COMPATIBILITY

The ISD2500 series of devices is designed to provide upward compatibility with the ISD1000A family. When designing with the ISD2500 series, the following differences should be noted.

ADDRESSING

The ISD2560/75/90/120 devices have 480K storage cells designed to provide 60 seconds of storage at a sampling rate of 8.0 KHz. This is approximately four times the storage of the ISD1000A family. To enable the same addressing resolution, two additional address pins have been added. The address space of each device is divisible into 600 increments with valid addressing from 00 to 257 Hex. Some higher addresses are mapped into the Operational Modes. All other addresses are invalid.

OVERFLOW

The ISD1000A series combined two functions on the $\overline{EOM}$ pin: end-of-message indication and overflow. The ISD2500 separates these two functions. Pin 25 (PDIP package) remains as $\overline{EOM}$, but outputs only the EOM signal indication. Pin 22 (PDIP package) becomes $\overline{OVF}$ and pulses LOW only when the device reaches its end of memory, or is "full." This change allows easy message cueing and addressability across device boundaries. This also means that the M2 Operational Mode found in the ISD1000A family is not implemented in the ISD2500 series.

PUSH-BUTTON MODE

The ISD2500 series includes an additional Operational Mode called Push-Button mode. This provides an alternative interface to the record and playback functions of the part. The $\overline{CE}$ and PD pins become redefined as edge-activated "push-buttons." A pulse on $\overline{CE}$ initiates a cycle, and if triggered again, pauses the current cycle without resetting the address pointer (i.e., a Start or Pause function). PD stops any current cycle and resets the address pointer to the beginning of the message space (i.e., a Stop and Reset function). Additionally, the $\overline{EOM}$ pin functions as an active-HIGH run indicator, and can be used to drive an LED indicating a record or playback operation is in progress. Devices in the Push-Button mode cannot be cascaded.

LOOPING MODE

The ISD2500 series can loop with a message that completely fills the memory space.

NOTE *Additional descriptions of ISD2500 device functionality and application examples are provided in the ISD Application Notes in this book.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญ[illegible]การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAMS

Figure 2: Record

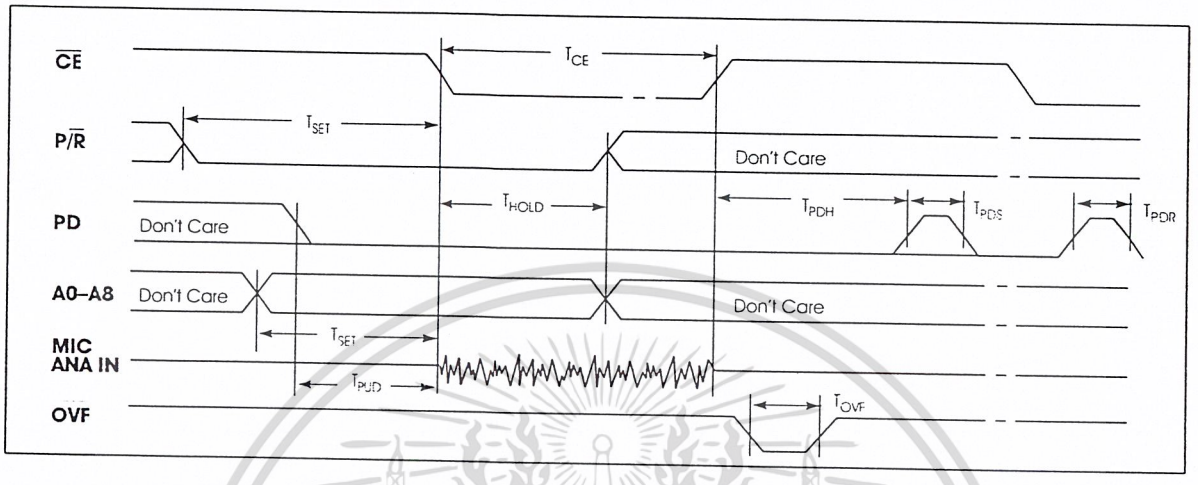
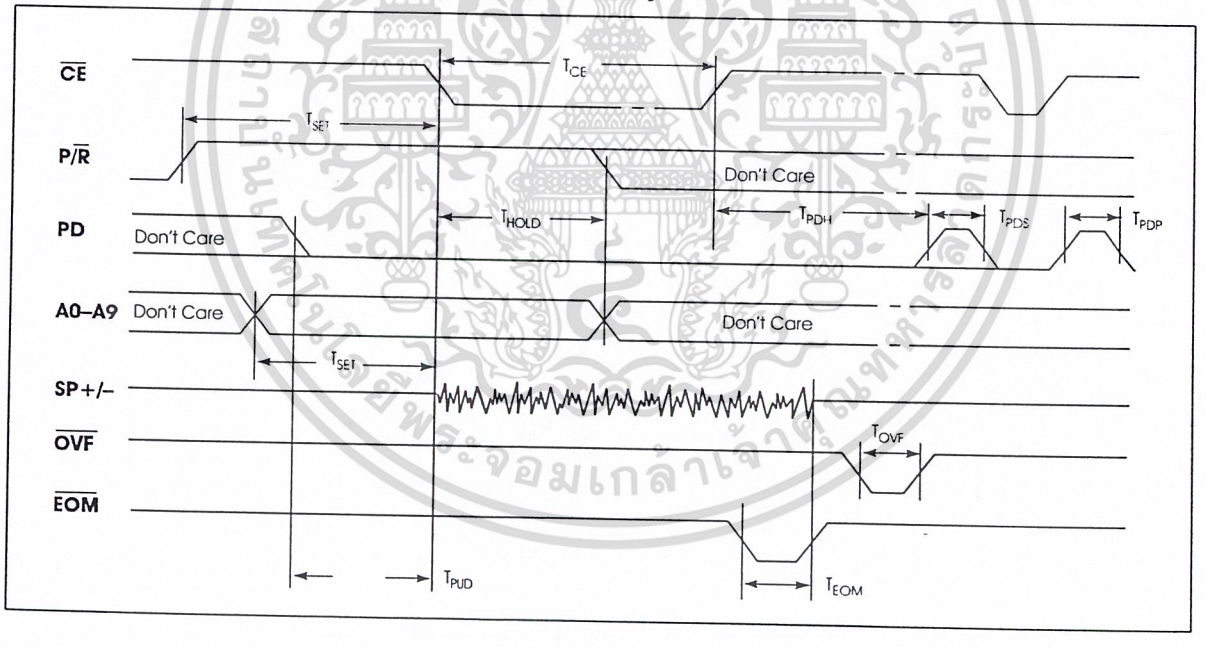


Figure 3: Playback



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)[1]

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	–65°C to +150°C
Voltage applied to any pin	(V_{SS} – 0.3 V) to (V_{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to ±20 mA)	(V_{SS} – 1.0 V) to (V_{CC} + 1.0 V)
Lead temperature (soldering – 10 seconds)	300°C
V_{CC} – V_{SS}	–0.3 V to +7.0 V

1. *Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.*

Table 5: Operating Conditions (Packaged Parts)

Condition	Value
Commercial operating temperature range[1]	0°C to +70°C
Industrial operating temperature range[1]	–40°C to +85°C
Supply voltage (V_{CC})[2]	+4.5 V to +5.5 V
Ground voltage (V_{SS})[3]	0 V

1. *Case temperature.*
2. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
3. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min[2]	Typ [1]	Max[2]	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA
V_{OH}	Output High Voltage	V_{CC} – 0.4			V	I_{OH} = –10 µA
V_{OH1}	$\overline{OVF}$ Output High Voltage	2.4			V	I_{OH} = –1.6 mA
V_{OH2}	$\overline{EOM}$ Output High Voltage	V_{CC} – 1.0	V_{CC} – 0.8		V	I_{OH} = –3.2 mA
I_{CC}	V_{CC} Current (Operating)		25	30	mA	$R_{EXT} = \infty$ [3]
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		1	10	µA	[3]
I_{IL}	Input Leakage Current			±1	µA	
I_{ILPD}	Input Current HIGH with Pull Down			130	µA	Force V_{CC} [4]
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance	4	9	15	KΩ	MIC and MIC REF Pins
R_{AUX}	AUX INPUT Resistance	5	11	20	KΩ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
$R_{ANA\ IN}$	ANA IN Input Resistance	2.3	3	5	KΩ	
A_{PRE1}	Preamp Gain 1	21	24	26	dB	AGC = 0.0 V
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		–15	5	dB	AGC = 2.5 V
A_{AUX}	AUX IN/SP+ Gain		0.98	1.0	V/V	
A_{ARP}	ANA IN to SP+/– Gain	21	23	26	dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	KΩ	

1. *Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.*
3. *V_{CCA} and V_{CCD} connected together.*
4. *XCLK pin only.*

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
F_S	Sampling Frequency	ISD2560		8.0		KHz	(7)
		ISD2575		6.4		KHz	(7)
		ISD2590		5.3		KHz	(7)
		ISD25120		4.0		KHz	(7)
F_{CF}	Filter Pass Band	ISD2560		3.4		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD2575		2.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD2590		2.3		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD25120		1.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
T_{REC}	Record Duration	ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2560	56.5	60.0	63.8	sec	Industrial Operation(7)
		ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2575	70.7	75.0	79.7	sec	Industrial Operation(7)
		ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation(7)
T_{PLAY}	Playback Duration	ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation
		ISD2560	56.5	60.0	63.8	sec	Industrial Operation
		ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation
		ISD2575	70.7	75.0	79.7	sec	Industrial Operation
		ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation
		ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width			100		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{HOLD}	Control/Address Hold Time			0		nsec	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{PUD}	Power-Up Delay	ISD2560	24.1	25.0	27.8	msec	Commercial Operation
		ISD2560	23.5		28.5	msec	Industrial Operation
		ISD2575	30.2	31.3	34.3	msec	Commercial Operation
		ISD2575	29.3	31.3	35.2	msec	Industrial Operation
		ISD2590	36.2	37.5	40.8	msec	Commercial Operation
		ISD25120	48.2	50.0	53.6	msec	Commercial Operation
T_{PDR}	PD Pulse Width Record	ISD2560		25		msec	
		ISD2575		31.25		msec	
		ISD2590		37.5		msec	
		ISD25120		50.0		msec	
T_{PDP}	PD Pulse Width Play	ISD2560		12.5		msec	
		ISD2575		15.625		msec	
		ISD2590		18.75		msec	
		ISD25120		25.0		msec	
T_{PDS}	PD Pulse Width Static			100		nsec	(6)
T_{PDH}	Power Down Hold			0		nsec	
T_{EOM}	$\overline{EOM}$ Pulse Width	ISD2560		12.5		msec	
		ISD2575		15.625		msec	
		ISD2590		18.75		msec	
		ISD25120		25.0		msec	
T_{OVF}	Overflow Pulse Width			6.5		µsec	
THD	Total Harmonic Distortion			1	2	%	@ 1 KHz
P_{OUT}	Speaker Output Power			12.2	50	mW	R_{EXT} = 16 Ω (4)
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins				2.5	V p-p	R_{EXT} = 600 Ω
V_{IN1}	MIC Input Voltage				20	mV	Peak-to-Peak (5)
V_{IN2}	ANA IN Input Voltage				50	mV	Peak-to-Peak
V_{IN3}	Aux Input Voltage				1.25	V	Peak-to-Peak; R_{EXT} = 16 Ω

1. *Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *From AUX IN; if ANA IN is driven at 50 mV p-p, the P_{OUT} = 12.2 mW, typical.*
5. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
6. *T_{PDS} is required during a static condition, typically overflow.*
7. *Sampling Frequency and playback Duration can vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature range and voltage range and ±5 percent over the industrial temperature and voltage range. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
8. *Filter specification applies to both the antialiasing filter and the smoothing filter. Therefore, from input to output, expect a 6 dB drop by nature of passing through both filters.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS)

Chart 1: Record Mode Operating Current (I_{CC})

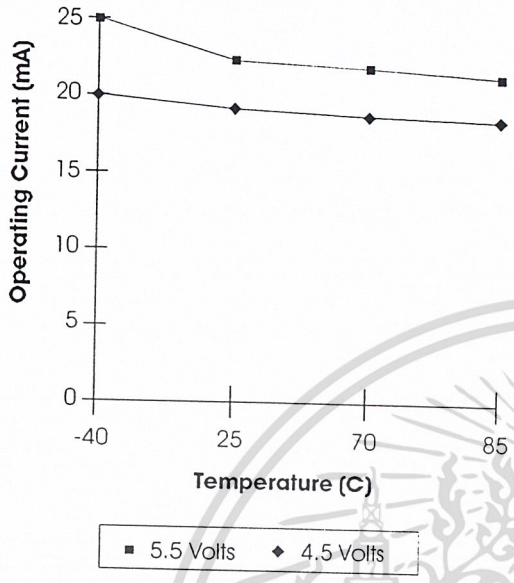


Chart 3: Standby Current (I_{SB})

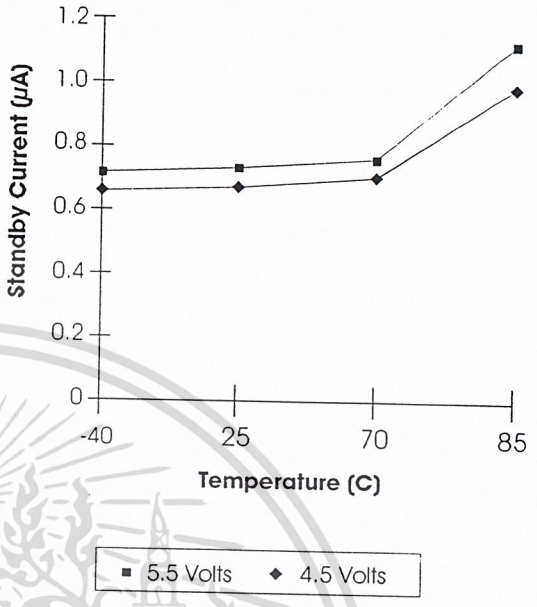


Chart 2: Total Harmonic Distortion

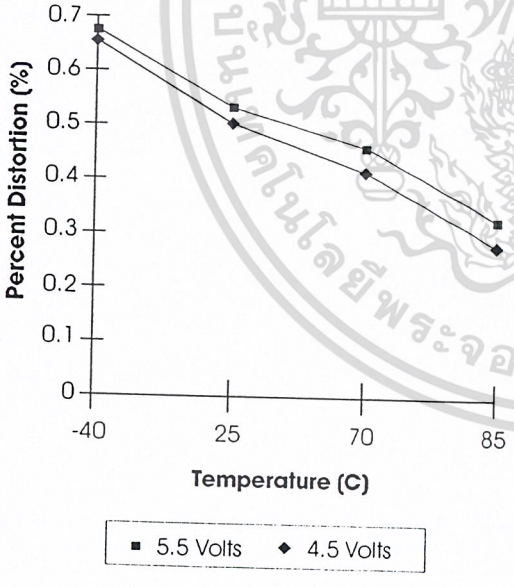
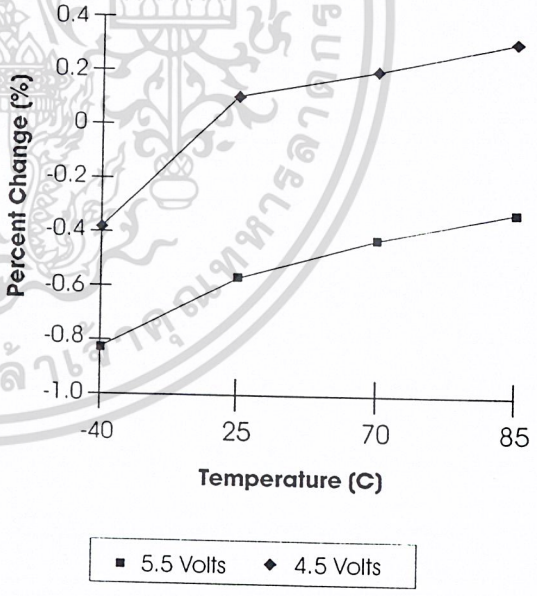


Chart 4: Oscillator Stability



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 8: Absolute Maximum Ratings (Die)[1]

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	–65°C to +150°C
Voltage applied to any pad	(V_{SS} – 0.3 V) to (V_{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pad (Input current limited to ±20 mA)	(V_{SS} –1.0 V) to (V_{CC} + 1.0 V)
$V_{CC} - V_{SS}$	–0.3 V to +7.0 V

1. *Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.*

Table 9: Operating Conditions (Die)

Condition	Value
Commercial operating temperature range	0°C to +50°C
Supply voltage (V_{CC})[1]	+4.5 V to +6.5 V
Ground voltage (V_{SS})[2]	0 V

1. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.
2. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

Table 10: DC Parameters (Die)

Symbol	Parameters	Min[2]	Typ[1]	Max[2]	Units	Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA
V_{OH}	Output High Voltage	V_{CC} – 0.4			V	I_{OH} = –10 µA
V_{OH1}	$\overline{OVF}$ Output High Voltage	2.4			V	I_{OH} = –1.6 mA
V_{OH2}	$\overline{EOM}$ Output High Voltage	V_{CC} – 1.0	V_{CC} – 0.8		V	I_{OH} = –3.2 mA
I_{CC}	V_{CC} Current (Operating)		25	30	mA	$R_{EXT} = \infty$ [3]
I_{SB}	V_{CC} Current (Standby)		1	10	µA	[2]
I_{IL}	Input Leakage Current			±1	µA	
I_{ILPD}	Input Current HIGH with Pull Down			130	µA	Force V_{CC} [4]
R_{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R_{MIC}	Preamp In Input Resistance	4	9	15	KΩ	MIC and MIC REF Pads
R_{AUX}	AUX INput Resistance	5	11	20	KΩ	
$R_{ANA\ IN}$	ANA IN Input Resistance	2.3	3	5	KΩ	
A_{PRE1}	Preamp Gain 1	21	24	26	dB	AGC = 0.0 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 10: DC Parameters (Die)

Symbol	Parameters	Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
A_{PRE2}	Preamp Gain 2		–15	5	dB	AGC = 2.5 V
A_{AUX}	AUX IN/SP+ Gain		0.98	1.0	V/V	
A_{ARP}	ANA IN to SP+/- Gain	21	23	26	dB	
R_{AGC}	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	KΩ	

1. *Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.*
3. *V_{CCA} and V_{CCD} connected together.*
4. *XCLK pad only.*

Table 11: AC Parameters (Die)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
F_S	Sampling Frequency	ISD2560		8.0		KHz	(7)
		ISD2575		6.4		KHz	(7)
		ISD2590		5.3		KHz	(7)
		ISD25120		4.0		KHz	(7)
F_{CF}	Filter Pass Band	ISD2560		3.4		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD2575		2.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD2590		2.3		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
		ISD25120		1.7		KHz	3 dB Roll-Off Point (3) (8)
T_{REC}	Record Duration	ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation(7)
T_{PLAY}	Playback Duration	ISD2560	58.1	60.0	62.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2575	72.6	75.0	77.5	sec	Commercial Operation(7)
		ISD2590	87.1	90.0	93.0	sec	Commercial Operation(7)
		ISD25120	116.1	120.0	123.9	sec	Commercial Operation(7)
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width			100		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{HOLD}	Control/Address Hold Time			0		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay	ISD2560	24.1	25.0	27.8	msec	Commercial Operation
		ISD2575	30.2	31.3	34.3	msec	Commercial Operation
		ISD2590	36.2	37.5	40.8	msec	Commercial Operation
		ISD25120	48.2	50.0	53.6	msec	Commercial Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 11: AC Parameters (Die)

Symbol	Characteristic		Min(2)	Typ (1)	Max(2)	Units	Conditions
T_{PDR}	PD Pulse Width Record	ISD2560		25		msec	
		ISD2575		31.25		msec	
		ISD2590		37.5		msec	
		ISD25120		50.0		msec	
T_{PDP}	PD Pulse Width Play	ISD2560		12.5		msec	
		ISD2575		15.625		msec	
		ISD2590		18.75		msec	
		ISD25120		25.0		msec	
T_{PDS}	PD Pulse Width Static			100		nsec	(6)
T_{PDH}	Power Down Hold			0		nsec	
T_{EOM}	$\overline{EOM}$ Pulse Width	ISD2560		12.5		msec	
		ISD2575		15.625		msec	
		ISD2590		18.75		msec	
		ISD25120		25.0		msec	
T_{OVF}	Overflow Pulse Width			6.5		µsec	
THD	Total Harmonic Distortion			1	3	%	@ 1 KHz
P_{OUT}	Speaker Output Power			12.2	50	mW	R_{EXT} = 16 Ω(4)
V_{OUT}	Voltage Across Speaker Pins				2.5	V p-p	R_{EXT} = 600 Ω
V_{IN1}	MIC Input Voltage				20	mV	Peak-to-Peak (5)
V_{IN2}	ANA IN Input Voltage				50	mV	Peak-to-Peak
V_{IN3}	Aux Input Voltage				1.25	V	Peak-to-Peak; R_{EXT} = 16 Ω

1. *Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.*
2. *All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.*
3. *Low-frequency cutoff depends upon the value of external capacitors (see Pin Descriptions).*
4. *From AUX IN; if ANA IN is driven at 50 mV p-p, the P_{OUT} = 12.2 mW, typical.*
5. *With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.*
6. *T_{PDS} is required during a static condition, typically overflow.*
7. *Sampling Frequency and playback Duration can vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature range and voltage range. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).*
8. *Filter specification applies to the antialiasing filter and the smoothing filter.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE)

Chart 5: Record Mode Operating Current (I_{CC})

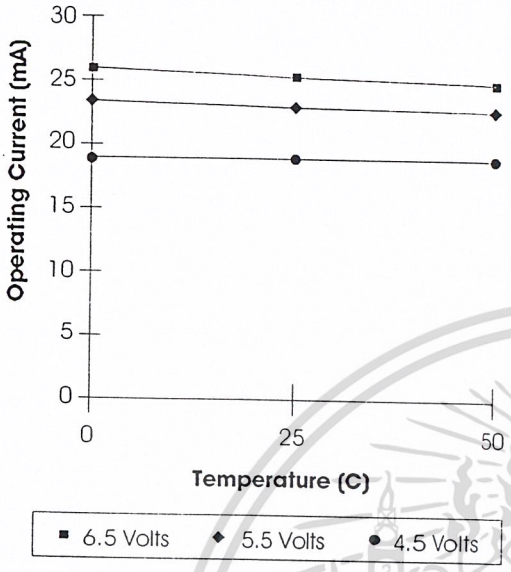


Chart 7: Standby Current (I_{SB})

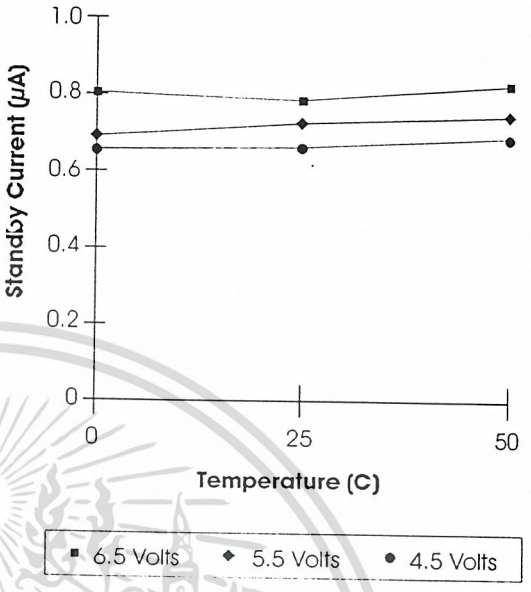


Chart 6: Total Harmonic Distortion

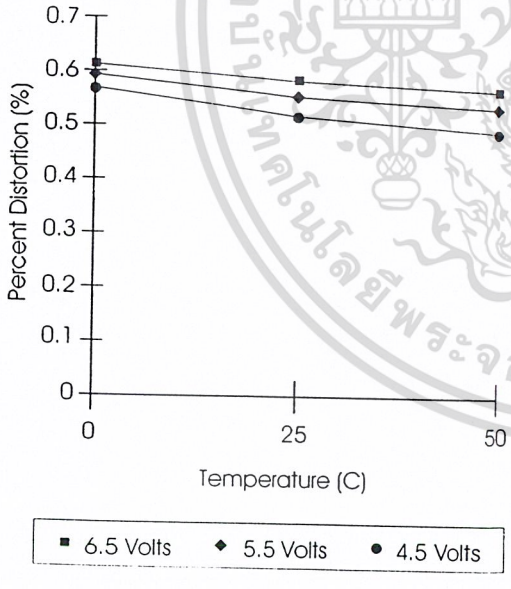
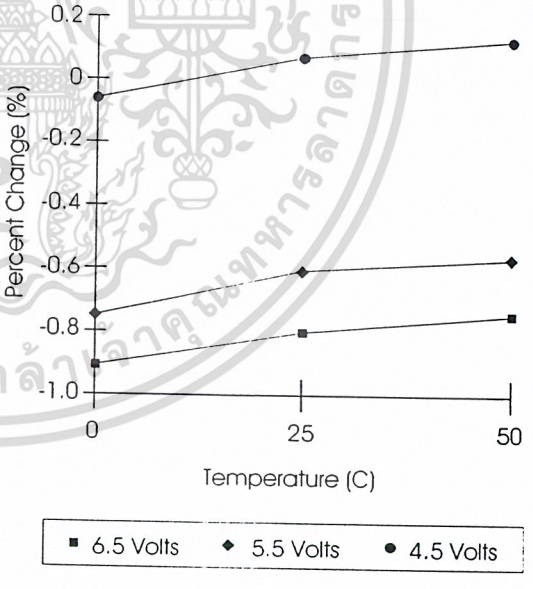
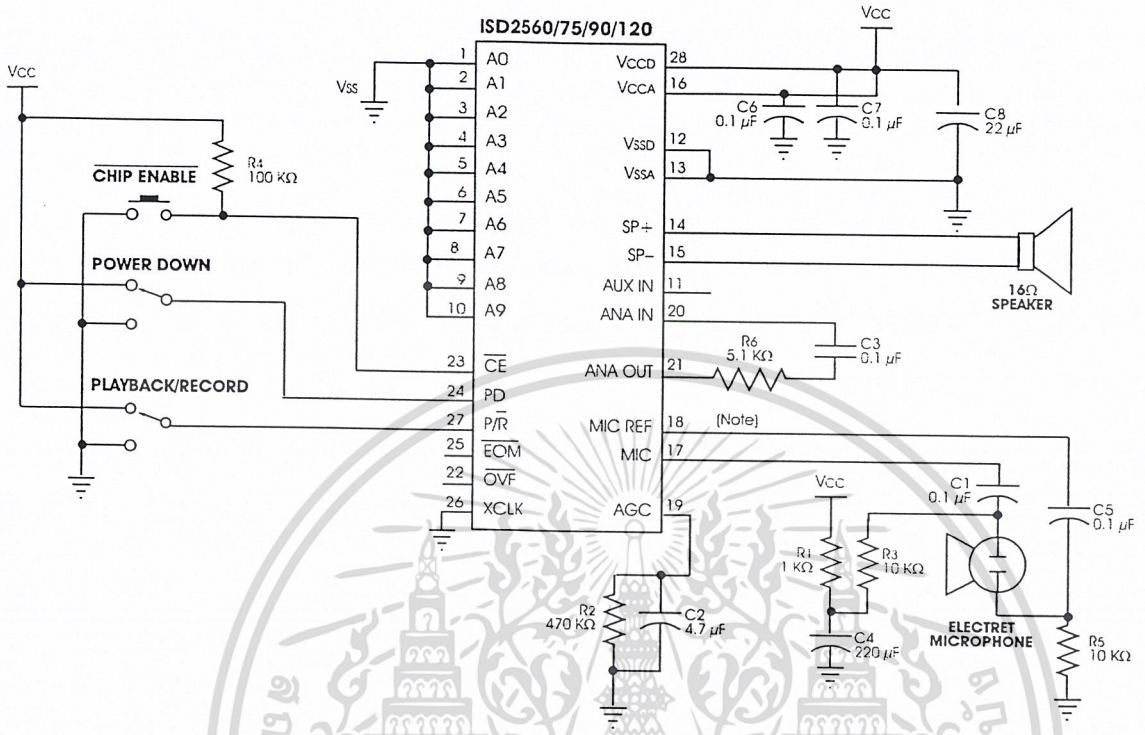


Chart 8: Oscillator Stability



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4: ISD2560/75/90/120 Application Example—Design Schematic



NOTE: *If desired, pin 18 (PDIP package) may be left unconnected (microphone preamplifier noise will be higher). In this case, pin 18 must not be tied to any other signal or voltage. Additional design example schematics are provided in the Application Notes in this book.*

Table 12: Application Example—Basic Device Control

Control Step	Function	Action
1	Power up chip and select record/playback mode	(1.) PD = LOW, (2.) P/$\overline{R}$ = As desired
2	Set message address for record/playback	Set addresses A0–A9
3A	Begin playback	P/$\overline{R}$ = HIGH, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3B	Begin record	P/$\overline{R}$ = LOW, $\overline{CE}$ = LOW
4A 4B	End playback End record	Automatic PD or $\overline{CE}$ = HIGH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 13: Application Example—Passive Component Functions

Part	Function	Comments
R1	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R3, R5	Microphone biasing resistors	Provides biasing for microphone operation
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages.
R6	Series limiting resistor	Reduces level to high supply voltages
C1, C5	Microphone DC–blocking capacitor Low-frequency cutoff	Decouples microphone bias from chip. Provides single-pole low-frequency cutoff and common mode noise rejection.
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff
C4	Microphone power supply decoupling	Reduces power supply noise
C6, C7, C8	Power supply capacitors	Filter and bypass of power supply

EXPLANATION

In this simplified block diagram of a microcontroller application, the Push-Button mode and message cueing are used. The microcontroller is a 16-pin version with enough port pins for buttons, an LED, and the ISD2500 series device. The software can be written to use three buttons: one each for play and record, and one for message selection. Because the microcontroller is interpreting the buttons and commanding the ISD2500 device, software can be written for any functions desired in a particular application.

NOTE *ISD does not recommend connecting address lines directly to a microprocessor bus. Address lines should be externally latched.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 5: ISD2560/75/90/120 Application Example—Microcontroller/ISD2500 Interface

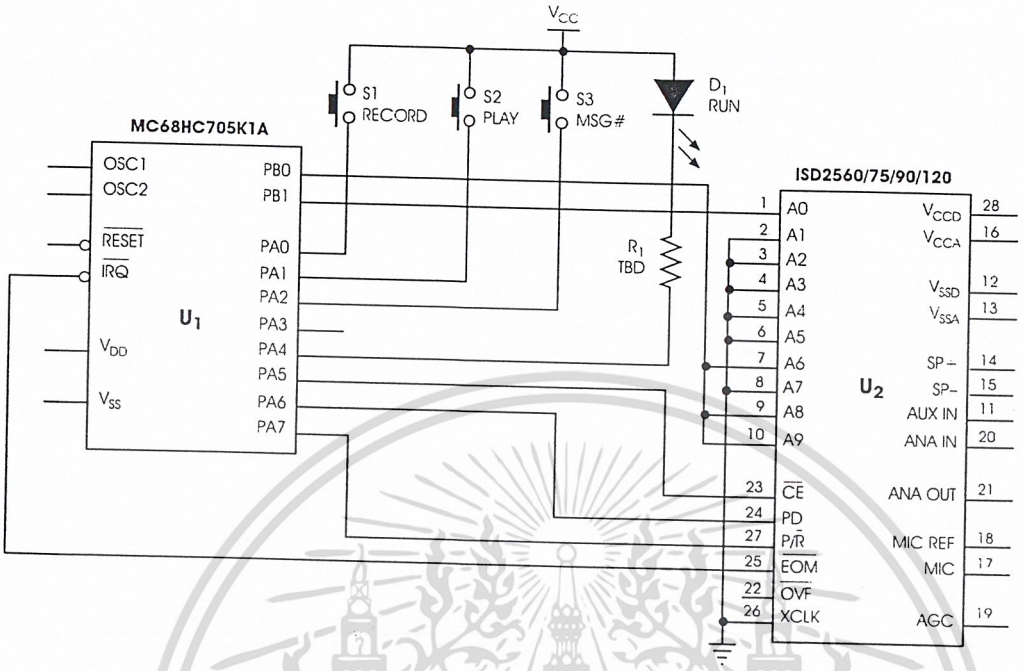
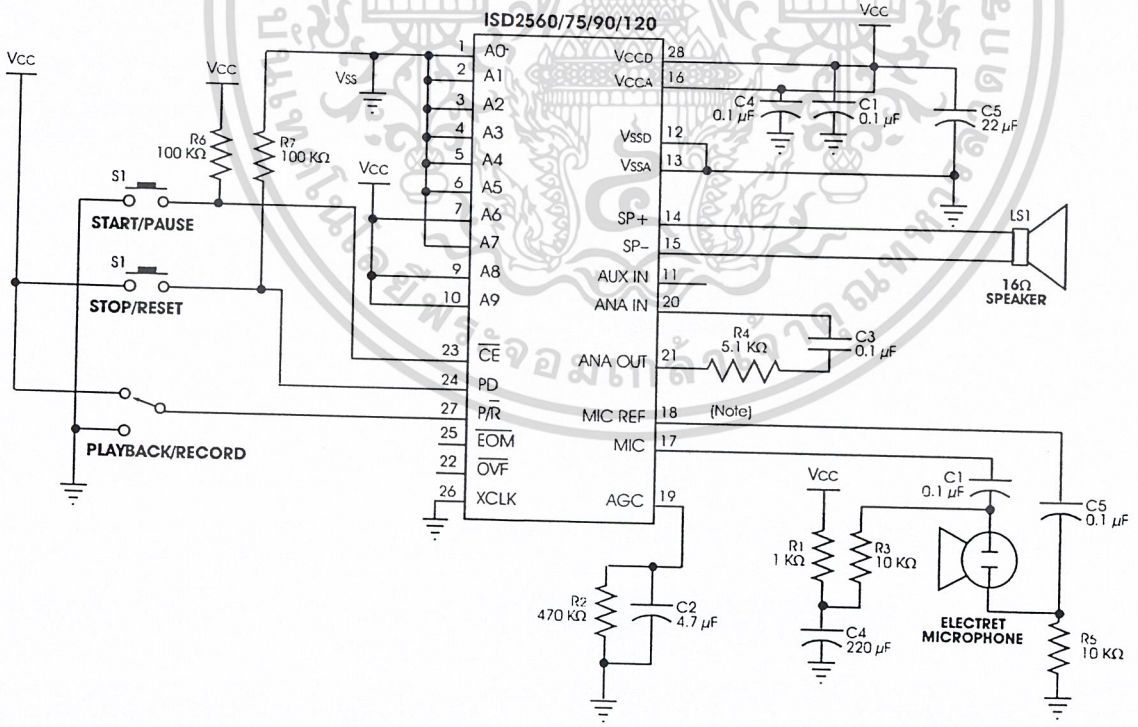


Figure 6: ISD2500 Application Example—Push-Button



NOTE: *Please refer to Application Information.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 14: Application Example—Push-Button Control

Control Step	Function	Action
1	Select record/playback mode	P/$\overline{R}$ = As desired
2A 2B	Begin playback Begin record	P/$\overline{R}$ = HIGH, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW P/$\overline{R}$ = LOW, $\overline{CE}$ = Pulsed LOW
3	Pause record or playback	$\overline{CE}$ = Pulsed LOW
4A 4B	End playback End record	Automatic at $\overline{EOM}$ marker or PD = Pulsed HIGH PD = Pulsed HIGH

Table 15: Application Example—Passive Component Functions

Part	Function	Comments
R2	Release time constant	Sets release time for AGC
R4	Series limiting resistor	Reduces level to prevent distortion at higher supply voltages
R6, R7	Pull-up and pull-down resistors	Defines static state of inputs
C1, C4, C5	Power supply capacitors	Filters and bypass of power supply
C2	Attack/Release time constant	Sets attack/release time for AGC
C3	Low-frequency cutoff capacitor	Provides additional pole for low-frequency cutoff

Table 16: Push-Button Parameters

Symbol	Characteristic		Min	Typ (1)	Max	Units	Conditions
T_{CE}	$\overline{CE}$ Pulse Width [Start/Pause]			300		nsec	
T_{SET}	Control/Address Setup Time			300		nsec	
T_{PUD}	Power-Up Delay	ISD2560 ISD2575 ISD2590 ISD25120		25 31.25 37.25 50.0		msec msec msec msec	
T_{PD}	PD Pulse Width [Stop/Reset]			300		nsec	
T_{RUN}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ HIGH		25		400	nsec	
T_{PAUSE}	$\overline{CE}$ to $\overline{EOM}$ LOW		50		400	nsec	
T_{DB}	$\overline{CE}$ HIGH Debounce	ISD2560 ISD2575 ISD2590 ISD25120	70 85 105 135		105 135 160 215	msec msec msec msec	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PUSH-BUTTON TIMING DIAGRAMS

Figure 7: Push-Button Mode Record

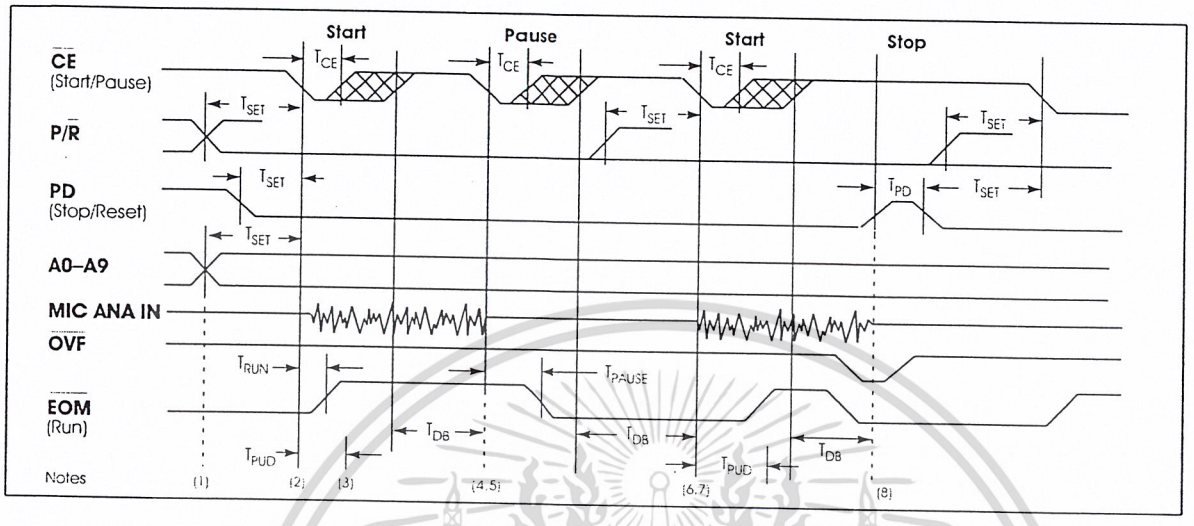
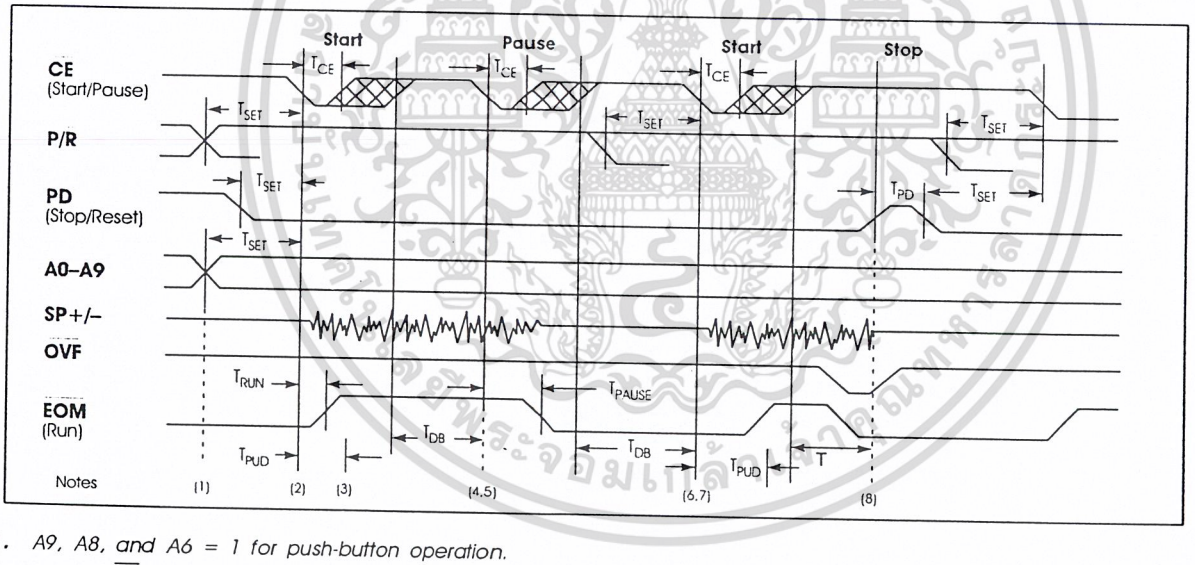


Figure 8: Push-Button Mode Playback



1. *A9, A8, and A6 = 1 for push-button operation.*
2. *The first $\overline{CE}$ LOW pulse performs a Start function.*
3. *The part will begin to play or record after a power-up delay T_{PUD}.*
4. *The part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of $\overline{CE}$ and pause.*
5. *The second $\overline{CE}$ LOW pulse, and every even pulse thereafter, performs a Pause function.*
6. *Again, the part must have $\overline{CE}$ HIGH for a debounce period TDB before it will recognize another falling edge of CE, which would restart an operation. In addition, the part will not do an internal power down until CE is HIGH for the TDB time.*
7. *The third $\overline{CE}$ LOW pulse, and every odd pulse thereafter, performs a Resume function.*
8. *At any time, a HIGH level on PD will stop the current function, reset the address counter, and power down the device.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVICE PHYSICAL DIMENSIONS

Figure 9: 28-Lead 8x13.4mm Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (E)

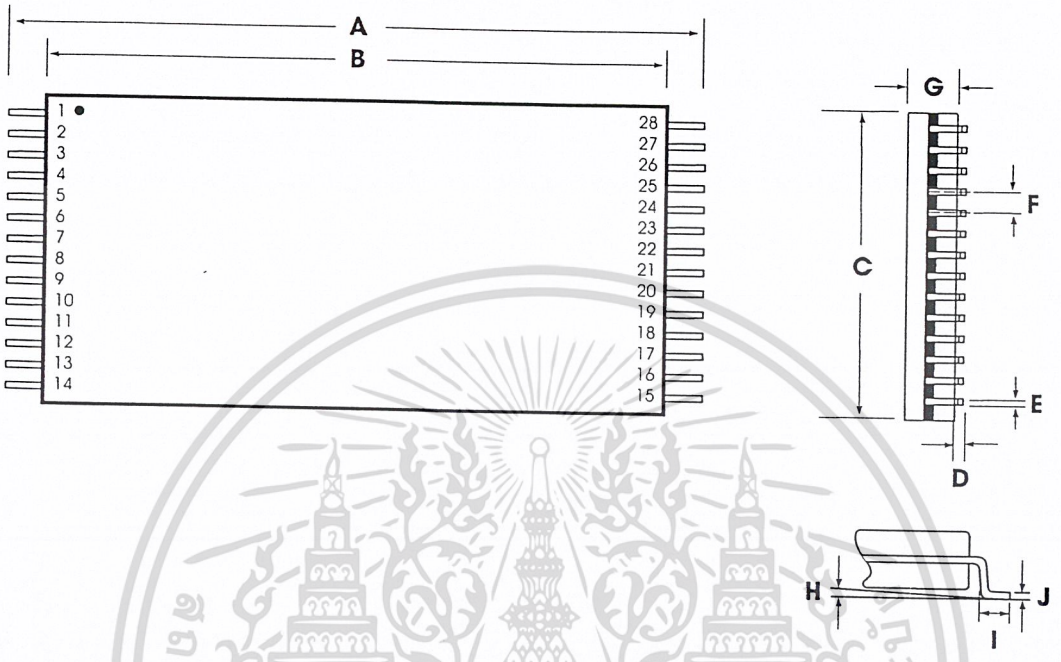


Table 17: Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (E) Dimensions

	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	0.520	0.528	0.535	13.20	13.40	13.60
B	0.461	0.465	0.469	11.70	11.80	11.90
C	0.311	0.315	0.319	7.90	8.00	8.10
D	0.002		0.006	0.05		0.15
E	0.007	0.009	0.011	0.17	0.22	0.27
F		0.0217			0.55	
G	0.037	0.039	0.041	0.95	1.00	1.05
H	0°	3°	6°	0°	3°	6°
I	0.020	0.022	0.028	0.50	0.55	0.70
J	0.004		0.008	0.10		0.21

NOTE: *Lead coplanarity to be within 0.004 inches.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 10: 28-Lead 0.600-Inch Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P)

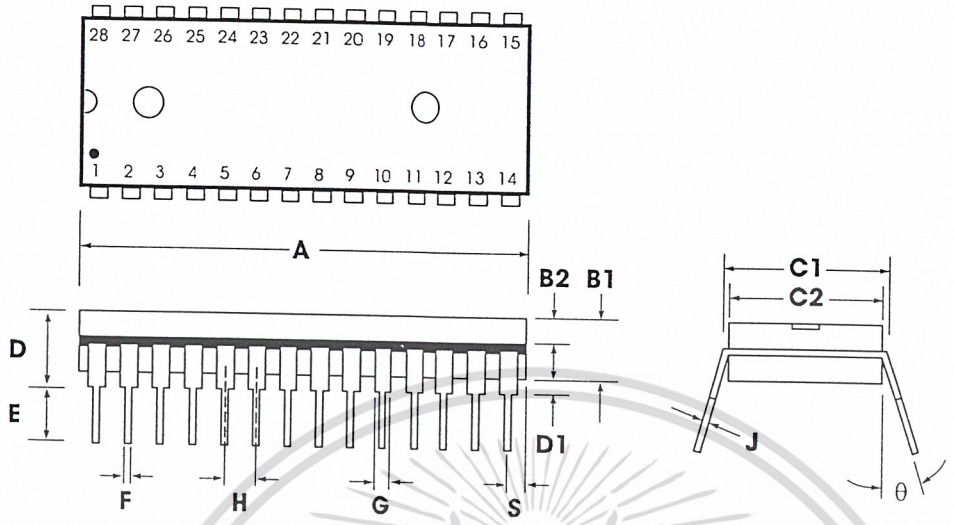


Table 18: Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P) Dimensions

	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.445	1.450	1.455	36.70	36.83	36.96
B1		0.150			3.81	
B2	0.065	0.070	0.075	1.65	1.78	1.91
C1	0.600		0.625	15.24		15.88
C2	0.530	0.540	0.550	13.46	13.72	13.97
D			0.19			4.83
D1	0.015			0.38		
E	0.125		0.135	3.18		3.43
F	0.015	0.018	0.022	0.38	0.46	0.56
G	0.055	0.060	0.065	1.40	1.52	1.65
H		0.100			2.54	
J	0.008	0.010	0.012	0.20	0.25	0.30
S	0.070	0.075	0.080	1.78	1.91	2.03
q	0°		15°	0°		15°

NOTE: *Lead coplanarity to be within 0.004 inches.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 11: 32-Lead 8x20mm Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (T)

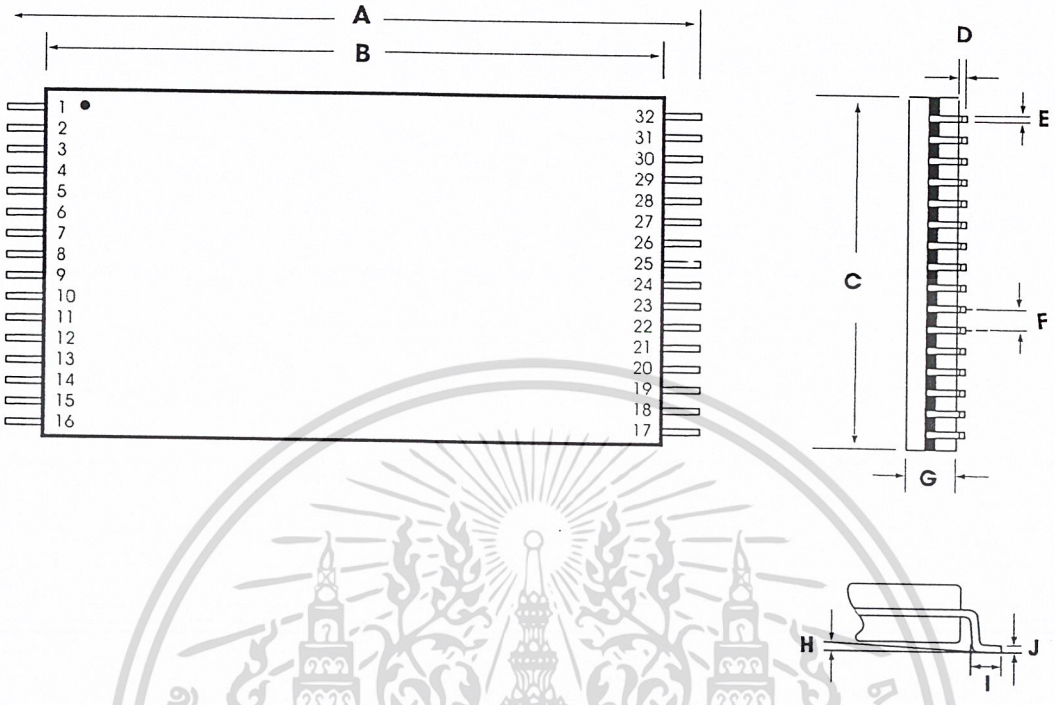


Table 19: Plastic Thin Small Outline Package (TSOP) Type I (T) Dimensions

	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	0.780	0.787	0.795	19.80	20.00	20.20
B	0.720	0.724	0.728	18.30	18.40	18.50
C	0.311	0.315	0.319	7.90	8.00	8.10
D	0.002		0.006	0.05		0.15
E	0.006	0.009	0.011	0.17	0.22	0.27
F		0.0197			0.50	
G	0.037	0.039	0.041	0.95	1.00	1.05
H	0°	3°	5°	0°	3°	5°
I	0.020	0.024	0.028	0.50	0.60	0.70
J	0.004		0.008	0.10		0.21

NOTE: *Lead coplanarity to be within 0.002 inches.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

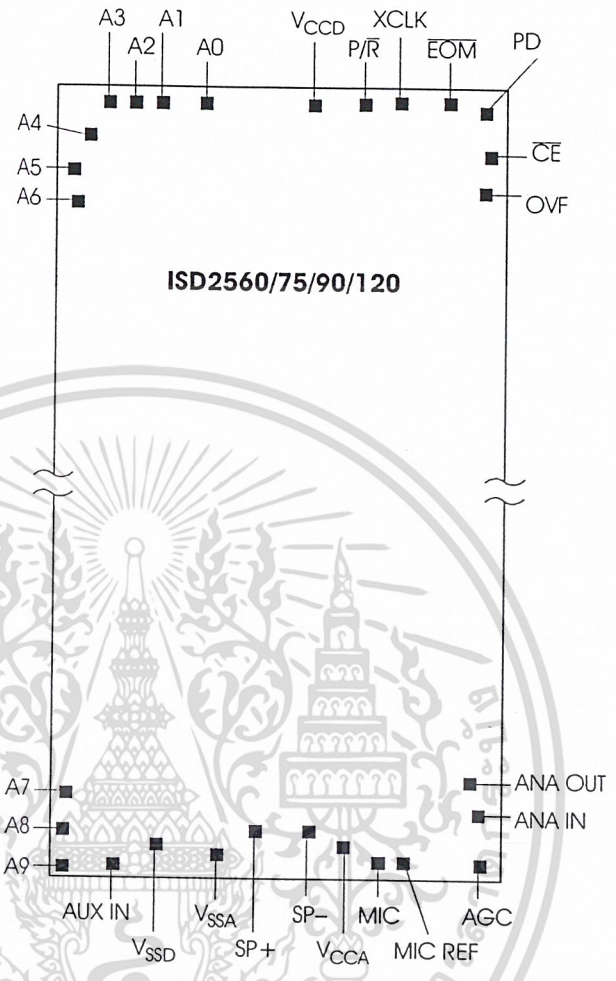
Figure 12: ISD2560/75/90/120 Products *Current* Bonding Physical Layout[1] (Unpackaged Die)

ISD2560/75/90/12[2]

I. Die Dimensions
X: 187 ±1 mils
Y: 399 ±1 mils

II. Die Thickness[2]
17.5 ±1 mils

III. Pad Opening
109 x 109 microns
4.3 x 4.3 mils



1. *The backside of die is internally connected to V_{SS}. It **MUST NOT** be connected to any other potential or damage may occur.*
2. *Die thickness is subject to change, please contact ISD factory for status.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 20: ISD2560/75/90/120 Products *Current* PIN/PAD Designations, with Respect to Die Center (µm)

Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	–1148.9	4898.2
A1	Address 1	–1406.9	4898.2
A2	Address 2	–1661.9	4898.2
A3	Address 3	–1916.9	4898.2
A4	Address 4	–2069.9	4608.2
A5	Address 5	–2194.9	4358.2
A6	Address 6	–2194.9	4108.2
A7	Address 7	–2194.9	–4212.3
A8	Address 8	–2194.9	–4456.3
A9	Address 9	–2076.4	–4897.3
AUX IN	Auxiliary Input	–1607.9	–4868.3
V_{SSD}	V_{SS} Digital Power Supply	–1343.9	–4850.8
V_{SSA}	V_{SS} Analog Power Supply	–551.9	–4884.8
SP+	Speaker Output +	–111.4	–4790.8
SP–	Speaker Output –	425.6	–4790.8
V_{CCA}	V_{CC} Analog Power Supply	865.1	–4848.32
MIC	Microphone Input	1320.7	–4897.3
MIC REF	Microphone Reference	1605.1	–4897.3
AGC	Automatic Gain Control	1877.6	–4871.3
ANA IN	Analog Input	2202.11	–4269.8
ANA OUT	Analog Output	2123.1	–3910.8
$\overline{OVF}$	Overflow Output	2142.6	4154.7
$\overline{CE}$	Chip Enable Input	2202.1	4558.7
PD	Power Down Input	2048.1	4898.2
$\overline{EOM}$	End of Message	1648.1	4865.7
XCLK	No Connect (optional)	1221.1	4898.2
P/$\overline{R}$	Playback/Record	965.6	4898.2
V_{CCD}	V_{CC} Digital Power Supply	646.1	4895.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

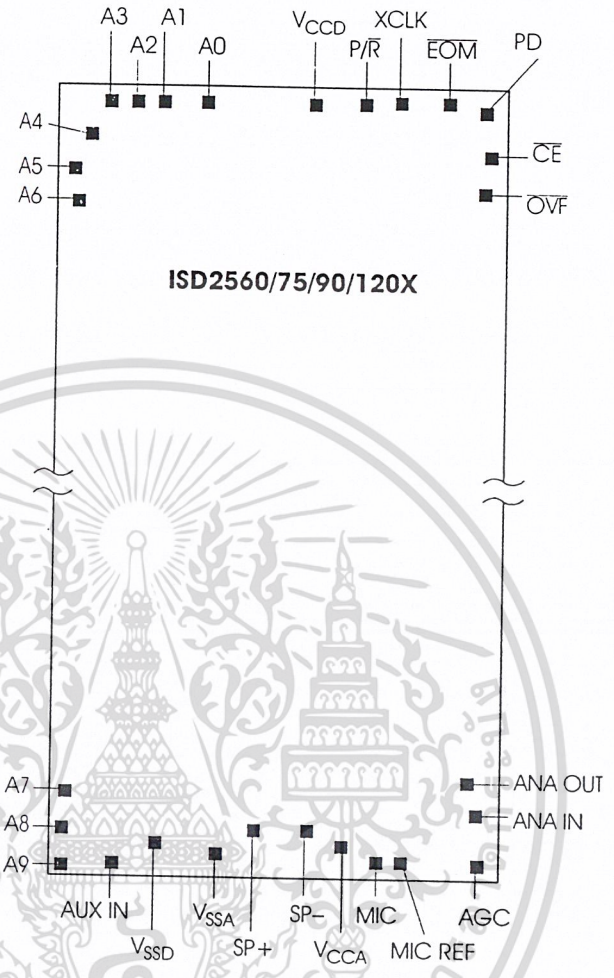
Figure 13: ISD2560/75/90/120 Products *Future* Bonding Physical Layout[1] (Unpackaged Die)

ISD2560/75/90/120X[2]

I. Die Dimensions
X: 149.5 ±1 mils
Y: 262.0 ±1 mils

II. Die Thickness[2]
11.8 ±.4 mils

III. Pad Opening
111 x 111 microns
4.4 x 4.4 mils



1. *The backside of die is internally connected to V_{SS}. It **MUST NOT** be connected to any other potential or damage may occur.*
2. *Die thickness is subject to change, please contact ISD factory for status and availability.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

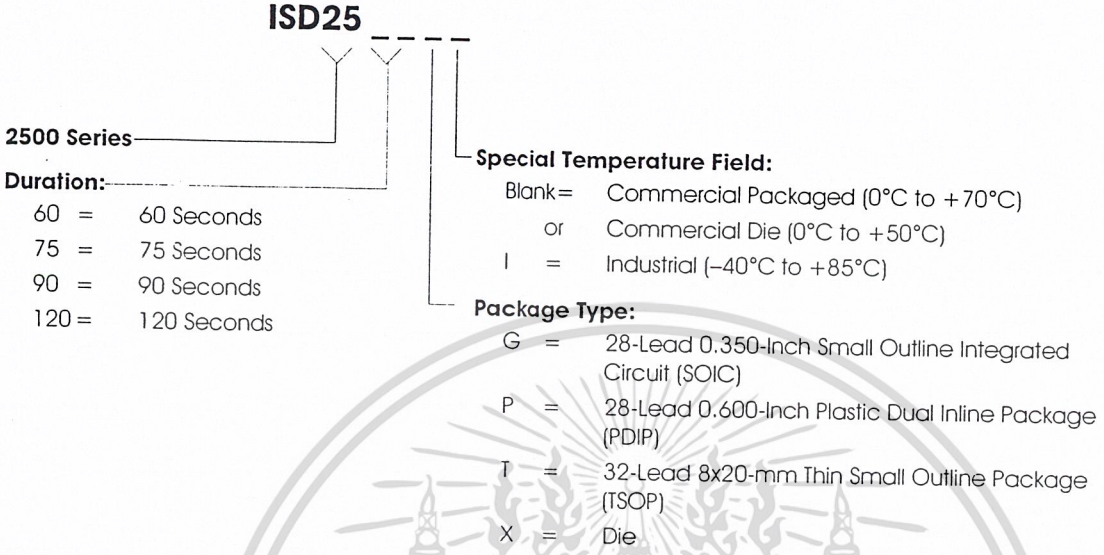
Table 21: ISD2560/75/90/120 Products *Future* PIN/PAD Designations, with Respect to Die Center (µm)

Pin	Pin Name	X Axis	Y Axis
A0	Address 0	–897.9	3135.2
A1	Address 1	–1115.4	3135.2
A2	Address 2	–1331.0	3135.2
A3	Address 3	–1544.0	3135.2
A4	Address 4	–1640.4	2888.9
A5	Address 5	–1698.2	2671.0
A6	Address 6	–1698.2	2441.5
A7	Address 7	–1731.2	–2583.2
A8	Address 8	–1731.2	–2768.4
A9	Address 9	–1731.2	–3050.8
AUX IN	Auxiliary Input	–1410.1	–3115.7
V_{SSD}	V_{SS} Digital Power Supply	–1112.8	–3096.2
V_{SSA}	V_{SS} Analog Power Supply	–407.8	–3138.5
SP+	Speaker Output +	–47.4	–3067.7
SP–	Speaker Output –	386.9	–3067.7
V_{CCA}	V_{CC} Analog Power Supply	746.5	–3110.4
MIC	Microphone Input	1101.2	–3146.0
MIC REF	Microphone Reference	1294.7	–3146.0
AGC	Automatic Gain Control	1666.4	–3130.3
ANA IN	Analog Input	1728.6	–2654.0
ANA OUT	Analog Output	1700.9	–2411.0
$\overline{OVF}$	Overflow Output	1340.9	3121.7
$\overline{CE}$	Chip Enable Input	1726.7	2824.4
PD	Power Down Input	1730.5	3094.0
$\overline{EOM}$	End of Message	1340.9	3121.7
XCLK	No Connect (optional)	986.5	3160.7
P/$\overline{R}$	Playback/Record	807.2	3163.4
V_{CCD}	V_{CC} Digital Power Supply	544.7	3159.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING INFORMATION

Product Number Descriptor Key



When ordering ISD2560/75/90/120 products, please refer to the following valid part numbers.

Part Number	Part Number	Part Number	Part Number
ISD2560G	ISD2575G	ISD2590G	ISD25120G
ISD2560GI	ISD2575GI	ISD2590P	ISD25120P
ISD2560P	ISD2575P	ISD2590T	ISD25120X
ISD2560PI	ISD2575PI	ISD2590X	
ISD2560T	ISD2575T		
ISD2560TI	ISD2575TI		
ISD2560X	ISD2575X		

For the latest product information, access ISD's worldwide website at http://www.isd.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, "Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์", บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด, 2543
2. รศ. สมยศ จุณณะปิยะ, "การประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541
3. สุรพล บุญจันทร์, เอกสารประกอบการเรียนวิชา Telephone Engineering
4. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, "คู่มือการเขียนโปรแกรม และใช้งาน Visual Basic6", อินโฟเพรส, 2544
5. Noel Jerke, "The Waite Group's Visual Basic 6.0 Client/Server how-to", New Delhi Techmedia, 1999



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้