

ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange



โดย

นายวรรณ เวชมนิสรี

นายสรวิศ ประดิษฐบาทุกา

เลขหมู่ ๑๖๖๐๑
๒๕๔๓
เลขทะเบียน 42135
วัน, เดือน, ปี 13 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายสาขาปลายทางอัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange

ผู้จัดทำ

1. นายสรวิศ ประดิษฐ์บาทูกา
2. นายวรรณ เวชมนีศรี

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร. สุวิพล สิทธีชีวะภาค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.เกรียงไกร วงศ์โรจนกรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายสาขาปลายทางอัตโนมัติ

Private Automatic Branch Exchange

โดย นายวรรณ เวชมนิศรี 40010672

นายสรวิศ ประดิษฐ์บาทูกา 40010821

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุวิพล สิทธีชีวกาศ

ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

บทคัดย่อ

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ ซึ่งเป็นชุมสายขนาด 1 คู่สายภายนอกขยายออกเป็น 4 คู่สายภายใน โดยนำเอาชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยสามารถติดต่อกันได้ทั้งระหว่างคู่สายภายในด้วยกันเอง และระหว่างคู่สายภายในและคู่สายภายนอก

Abstract

This thesis is presented 1 c.o.-lines PABX which has the capacity to expand a number of subscriber lines to 4-sub-lines. We use micro-controller to process all the operations including the connection among those 4-subscriber lines, and between each c.o.-lines and 4-subscriber lines.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทํางาน	2
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.2 PIA 8255	7
2.3 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	8
2.4 ไอซีบันทึกสัญญาณเสียง	10
2.5 การเชื่อมโยงทางแสง	11
2.6 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง	15
2.7 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	17
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	23
3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ โทน	23
3.2 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	26
3.3 วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่งและเชื่อมต่อคู่สายภายนอก	26
3.4 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงและเชื่อมต่อคู่สายภายใน	27
3.5 วงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์	28
3.6 วงจรควบคุมระบบ	30
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	33
4.1 การทดลองวงจรมกำเนิดสัญญาณ โทน	33
4.2 การทดลองวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	36
4.3 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	36
4.4 การทดลองวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง	38
4.5 ทดลองวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	39
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	42
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปและตาราง

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการทํางาน	2
รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรม PABX	4
รูปที่ 2.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	6
รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งขาต่างๆของ 8255	7
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับ 8031	8
รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดของ MT8870	9
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	10
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และแสดงการกำหนดเวลากาเร็ดไทม์	10
รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งขาของ ISD 1420	11
รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์ของออปโตคัปเปลอร์	12
รูปที่ 2.9 (ก) แสดงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไปอัสตรงไหลผ่าน (ข) อิเล็กตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสงออกมา	13
รูปที่ 2.10 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ	14
รูปที่ 2.11 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีค่าสูง	15
รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง	15
รูปที่ 2.13 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสถานะทางลอจิก	16
ตารางที่ 2.2 แสดงสถานะการเข้ารหัส	17
รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะการต่อของ 4051 แต่ละตัว	17
รูปที่ 2.15 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์	19
รูปที่ 2.16 แสดงเป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ต่างๆ	20
รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์	21
รูปที่ 2.18 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์	22
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	23
รูปที่ 3.1 วงจร Wien Bridge Oscillator	23
รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดความถี่ Busy Tone	24
รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดความถี่ Ring Back Tone และ Ringing Tone	24
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณ โทน	25
รูปที่ 3.5 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	26
รูปที่ 3.6 วงจรตีเทคสัญญาณกระดิ่ง	27

รูปที่ 3.7	วงจรเชื่อมต่อสัญญาณเสียง	28
ตาราง 3.1	แสดงการถอดรหัส	29
รูปที่ 3.8	วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	30
รูปที่ 3.9	วงจรควบคุมระบบ	31
รูปที่ 3.10	วงจรอินพุท/เอาต์พุทพอร์ท	32
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	33
รูปที่ 4.1	วงจรกำเนิดสัญญาณ โทน	33
รูปที่ 4.2	สัญญาณ Dial Tone	34
รูปที่ 4.3	สัญญาณพัลส์จาก LM555	34
รูปที่ 4.4	สัญญาณ Busy Tone	34
รูปที่ 4.5	สัญญาณพัลส์ จาก LM555	35
รูปที่ 4.6	สัญญาณ Ring Back Tone	35
รูปที่ 4.7	สัญญาณ Ringing Tone	35
รูปที่ 4.8	วงจรตอบรับ โทรศัพท์อัตโนมัติ	36
รูปที่ 4.9	วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	37
รูปที่ 4.10	สัญญาณ DTMF ที่ได้จากการกดหมายเลข	38
รูปที่ 4.11	วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่ง	38
รูปที่ 4.12	สัญญาณ Clock ซึ่งได้มาเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา	39
รูปที่ 4.13	การเชื่อมไอซี CD4051	39
รูปที่ 4.14	สัญญาณเสียงที่ผ่าน IC CD4051	40
รูปที่ 4.15	รูปถ่ายชิ้นงาน PABX	41
รูปที่ 4.16	รูปถ่ายชิ้นงาน PABX	41
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	42

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้มีบทบาทที่สำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ ดังนั้นในแต่ละวันมนุษย์จำเป็นต้องติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารที่สำคัญอย่างหนึ่งได้แก่ โทรศัพท์ ซึ่งมีความคล่องตัวในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องเสียเวลาในการเดินทาง เพียงแค่เรายกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ เราก็จะสามารถสนทนาได้ทันที ดังนั้นในโรงแรม โรงงาน หรือบริษัทต่างๆ ก็มีความจำเป็นที่จะต้องใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสาร และเพื่อให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปอย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องมีการขยายคู่สายโทรศัพท์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน

แต่เดิมในการติดต่อสื่อสารในระบบโทรศัพท์ระหว่างภายในกับภายนอกนั้นจะแยกระบบอุปกรณ์การติดต่อระหว่างภายในกับภายนอกออกจากกัน เช่นมีโทรศัพท์ติดต่อระหว่างชุมสายภายนอกได้ 2-4 คู่สายและมีการอินเตอร์คอม (intercom) สำหรับการติดต่อภายใน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาโดยจัดทำเป็นระบบชุมสายสาขาปลายทางอัตโนมัติ (PABX) ขึ้นซึ่งเป็นชุมสายขนาดเล็กสามารถควบคุมได้โดยใช้พนักงานคนเดียว (operator) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุมสายขึ้นโดยไม่ต้องมีพนักงานติดต่อ ทำให้สะดวกรวดเร็วในการติดต่อ

ชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติ หรือ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ก็เป็นอุปกรณ์ภายในสำนักงานชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ภายในชุมสายได้เป็นอย่างมาก

สำหรับโครงการนี้ได้นำเสนอระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติที่มีการควบคุมการทำงานของระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 โดยขยายคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ 1 คู่สายภายนอก ขยายเป็น 4 คู่สายภายใน และใช้ IC CD4051 ที่ทำหน้าที่ในการตัดต่อช่องสัญญาณเสียง (Speech Path) ซึ่งจะเหมาะสำหรับ ห้างร้าน บริษัท หรือหอพักขนาดเล็ก ที่ต้องการอาศัยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์ในการติดต่อ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารอีกด้วย

บทที่ 2

ทฤษฎีหรือหลักการทํางาน

จากแนวความคิดที่คํองการให้การติดต่อกันภายในบริษัทหรือสำนักงานขนาดเล็กสามารถติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารภายในลดลงและยังทำให้คู่สายต่างๆ ภายในสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เพื่อที่จะติดต่อไปยังคู่สายต่างๆ ดังแสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

จากบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าสามารถแบ่งออกเป็นภาคต่างๆ ได้ 9 ภาคคือ

- 2.1.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายนอก
- 2.1.2 วงจรตีเทคสัญญาณกระดิ่ง
- 2.1.3 วงจรตอบรับอัตโนมัติ
- 2.1.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทนเสียงต่างๆ
- 2.1.5 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง
- 2.1.6 วงจรตีเทคสัญญาณ DTMF
- 2.1.7 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ภายใน
- 2.1.8 หน่วยประมวลผลกลาง
- 2.1.9 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เราสามารถอธิบายการทํางานโดยรวมได้ดังนี้คือ การทํางานของวงจรทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดติดต่อภายในกับโหมดติดต่อภายนอก โหมดการติดต่อภายนอก

เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาจากภายนอกวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจะจับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา แล้วทำการปรับอิมพีแดนซ์ของตัวเอง ซึ่งในตอนแรกความต้านทานมากและทำให้ลดลงเหลือค่าประมาณ 600 โอห์ม คือ เป็นการรับสายนั่นเอง

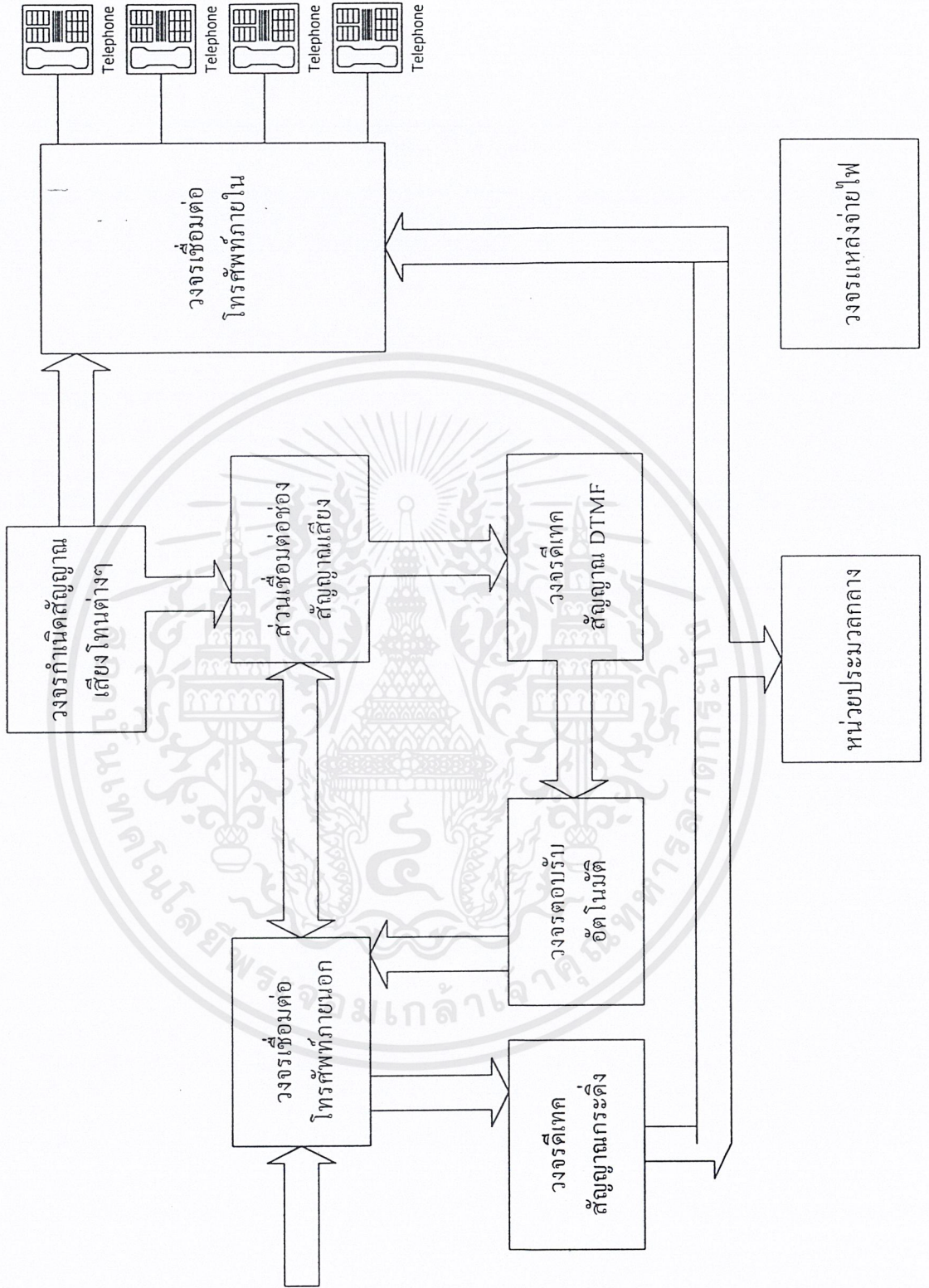
จากนั้นจึงส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางสั่งให้วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติทํางานเพื่อบอกให้ผู้เรียกเข้าสามารถเลือกหมายเลขของคู่สายภายในที่ต้องการติดต่อได้ จากนั้นเมื่อผู้เรียกกดหมายเลขภายในแล้ว สัญญาณ DTMF ก็จะถูกส่งไปยังวงจรตีเทคสัญญาณ DTMF และถอดรหัสไปเป็นสัญญาณ Digital เพื่อส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางต่อไป

เมื่อหน่วยประมวลผลกลางรับรหัสที่ได้มาแล้ว ก็จะทำการตรวจดูว่าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามาว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะสั่งให้วงจรกำหนดสัญญาณเสียงโทนส่งสัญญาณ Ringing Tone ไปยังคู่สายภายในที่ถูกเรียก แต่ถ้าคู่สายภายในที่ถูกเรียกไม่ว่าง หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดเสียงโทนส่งสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียกเข้ามา ถ้าหากคู่สายภายในที่ถูกเรียกว่างพร้อมที่จะใช้งานได้ เมื่อได้ยินสัญญาณ Ringing Tone ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์ วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ ก็จะรับรู้ว่ามีมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นและส่งผลไปยังหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรเชื่อม

สัญญาณเสียง ทำการเชื่อมคู่สายที่เรียกเข้ามากับคู่สายภายในที่ถูกเรียกและเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูก็จะ
หมดช่วงของการสนทนา

โหมตการติดต่อภายใน

เมื่อคู่สายภายในสายใดคู่สายหนึ่งยกหูขึ้นมา ทางวงจรตรวจจับการยกหู ก็จะตรวจจับได้แล้วส่งไป
ยังหน่วยประมวลผลกลาง จากนั้นหน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่ง
สัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Dial Tone ไปยังคู่สายนั้น เมื่อคู่สายภายในคู่หนึ่งกดเลขหมายที่ต้องการติด
ต่อ สัญญาณเลขหมายที่ถูกกดก็จะส่งมายังวงจรถักสัญญาณ DTMF และถูกถอดรหัสเป็น Digital และส่ง
มายังหน่วยประมวลผลกลาง เมื่อหน่วยประมวลผลกลางได้รับรหัสเลขหมายแล้ว ก็จะทำการวิเคราะห์ว่า
เป็นเลขหมายภายในคู่สายใดจากนั้นจึงตรวจสอบว่า คู่สายภายในคู่หนึ่งว่างหรือไม่ ถ้าหากไม่ว่าง หน่วย
ประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่งสัญญาณ Busy Tone ไปยังผู้เรียก และถ้าหาก
ว่าคู่สายภายในของผู้ถูกเรียกว่าง หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียงโทน ส่ง
สัญญาณ Ringing Tone ไปยังผู้เรียก และส่งสัญญาณ Ring Back Tone ไปยังผู้เรียก และเมื่อผู้ถูกเรียกยกหู
ขึ้น หน่วยประมวลผลกลางก็จะสั่งให้วงจรเชื่อมต่อสัญญาณเสียงต่อคู่สายของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเข้าด้วย
กันก็สามารถสนทนากันได้ การสนทนาจะหยุดลงได้เมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูก่อน



รูป 2.1 บล็อกไดอะแกรมของ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031

ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงรวม (Integrated Circuit) เหมาะสมสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่นๆแบบอัตโนมัติ มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิก หรือภาษาแอสเซมบลีก็ได้ ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามความต้องการ และสามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงานของวงจรได้สะดวก โดยเพียงแค่เปลี่ยนแปลงในส่วนของโปรแกรมเท่านั้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงในส่วนของวงจรฮาร์ดแวร์ใดๆเลย ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8031 อยู่ในตระกูล MCS-51 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือ มีสายอินพุทเอาต์พุทภายในตัวเอง พอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาต์พุทบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟสและสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลและแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล และนอกจากนี้ยังมีวงจรตั้งเวลาและวงจรมัลติเพล็กซ์ MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ แต่ละเบอร์ก็มีความสามารถพิเศษแตกต่างกันไป ผู้ใช้สามารถดูได้จากคู่มือของ MCS-51 และเลือกใช้ได้ตามสะดวก

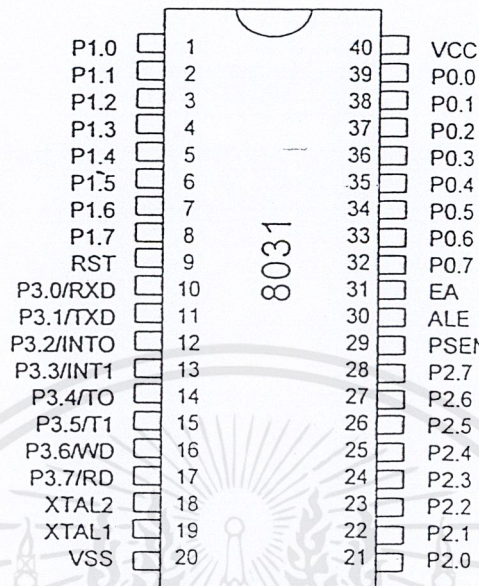
คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51

1. เป็นไมโครคอลโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต
2. มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
3. มีขาสัญญาณ อินพุท เอาต์พุท จำนวน 32 บิต
4. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External data memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
5. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External program memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 กิโลไบต์
6. มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว(on-chip program memory) ขนาด 4 กิโลไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8031 และ M8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
7. มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว(on-chip data memory) ขนาด 128 ไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 ไบต์
8. หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตทำได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
9. มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์(timer/counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์จำนวน 3 ตัว
10. การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดลำดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
11. มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมได้ภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์(Full Duplex)
12. มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์
13. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12

เมกะเซิร์ทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว



รูปที่ 2.2 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

จากรูปที่ 2.2 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 จะเห็นว่ามีส่วนประกอบภายในมากมายบรรจุอยู่รวมกันไว้ภายในวงจรรวมเดียวกันนี้จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เพราะจะไม่เกิดการรบกวนจากระบบอื่น เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ ถูกบรรจุไว้ภายใน จึงไม่เกิดการรบกวนได้ง่าย ตำแหน่งหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 มีดังนี้

ขาพอร์ต 0 (port 0)

มี 8 ขา ได้แก่ P0.0 - P0.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตเหล่านั้น อยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นพอร์ตอินพุตอิมพีแดนซ์สูงได้ นอกพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานกับหน่วยความจำภายนอกด้วยโดยทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรสไบท์ต่ำ (A0 - A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรสไบท์สูงจะอยู่ที่พอร์ต 2

ขาพอร์ต 1 (Port 1)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P1.0 - P1.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต

ขาพอร์ต 2 (Port 2)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P 2.0 - P2.7 เป็นขาอินพุตพอร์ต เอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วย

ความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบท์สูง (A8 - A15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

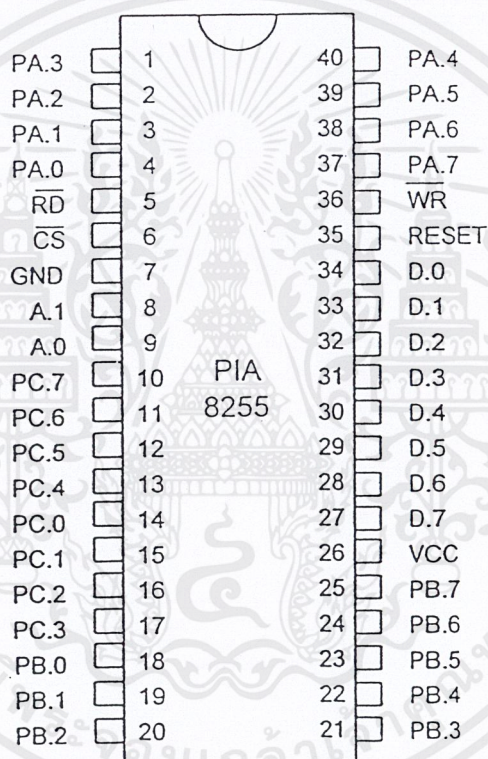
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต 3 (Port 3)

มี 8 ขา ได้แก่ขา P3.0 - P3.7 เป็นขาพอร์ตอินพุทเอาต์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไปโดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ตต้องการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุท นอกจากพอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุทเอาต์พุทแล้วมันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ

2.2 PIA 8255

PIA 8255 (ย่อมาจาก Programmable Interface Adapter) เป็นไอซี40ขา ออกแบบมาเพื่อที่จะเป็นพอร์ตสำหรับการรับส่งข้อมูลแบบขนาน ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ มีความสะดวกในการนำเอา 8255 ไปใช้งานเนื่องจาก เราสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานของพอร์ตให้อินพุทหรือเอาต์พุทได้อย่างสะดวก เพียงการส่งข้อมูลควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์เท่านั้น



รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งขาต่างๆของ 8255

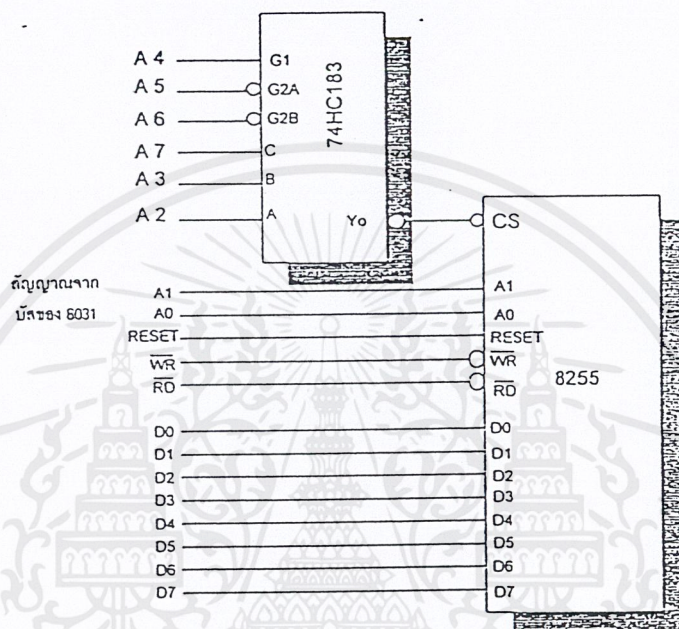
2.2.1 การเชื่อม 8255 กับ 8031

เนื่องจาก 8255 มีขาสัญญาณแอดเดรสจำนวน 2 เส้นคือ A0-A1 ทำให้ตำแหน่งของแอดเดรสที่จะอ้างอิงได้มีค่าเป็น 2 ยกกำลัง 2 เท่ากับ 4 ตำแหน่ง ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะมีความหมายในการระบุรีจิสเตอร์หรือพอร์ตภายใน 8255 ดังนี้

A1	A0	ชื่อรีจิสเตอร์
0	0	พอร์ต A
0	1	พอร์ต B
1	0	พอร์ต C
1	1	รีจิสเตอร์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณควบคุมอื่นๆ คือ RD และ WR มักจะเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณชื่อเดียวกันของ 8031 ได้โดยตรงทำให้แอดเดรสพอร์ทของ 8255 อยู่ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลของ 8031 สำหรับขาสัญญาณรีเซทของ 8255 ซึ่งมีผลให้เกิดการรีเซท หรือเริ่มสภาวะการทำงานใหม่เมื่อระดับของขาสัญญาณเป็นลอจิกสูง ดังนั้นหากจะใช้สัญญาณรีเซทเดียวกันกับ 8031 เพื่อที่จะรีเซท 8255 ด้วยก็สามารถทำได้โดยตรง



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ 8255 เข้ากับ 8031

2.3 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์ (DTMF Decoder)

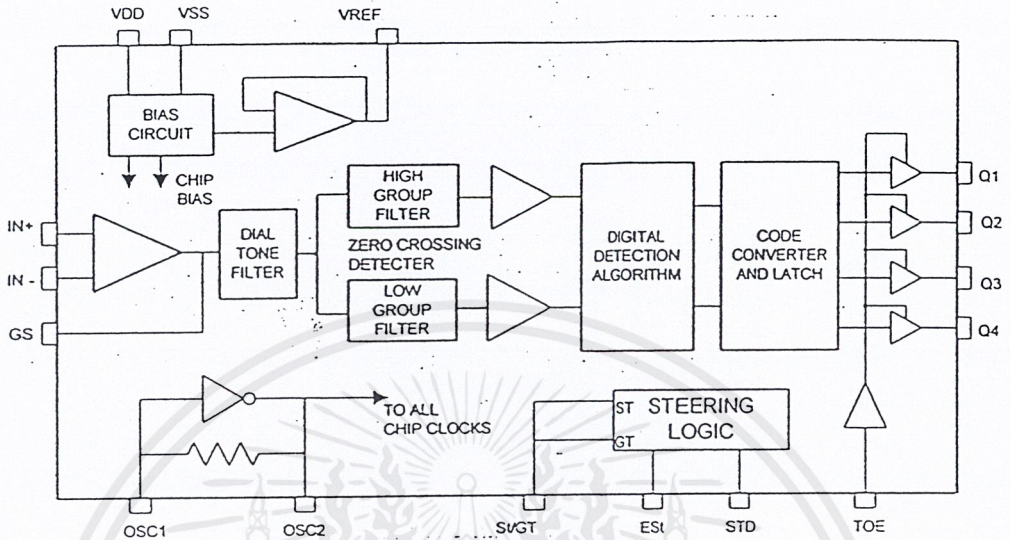
ในโครงการนี้จะใช้ MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นรหัสทางดิจิทัล เลขฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งคุณสมบัติการทำงานมีดังต่อไปนี้

- เป็นตัวรับ และถอดรหัสความถี่โทรศัพท์
- ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยและใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการคัทโคมได้
- เป็นไอซีมีคุณภาพสูง

2.3.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเรีคช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุตเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ โครงสร้างของ MT8870 แสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดของ MT8870

ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

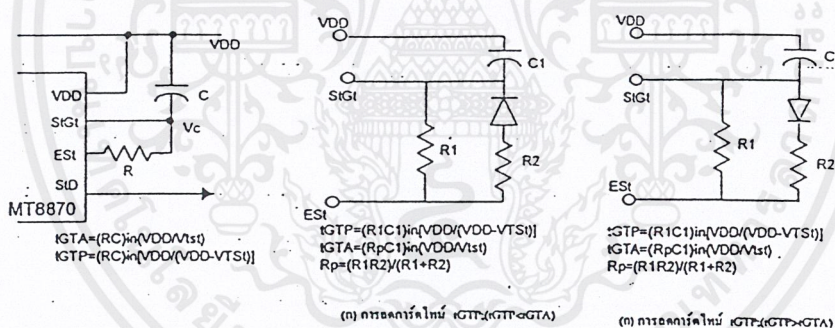
1. ภาคกรองความถี่ (Filter section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)
4. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)
5. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

F _{low}	F _{high}	NO	TOE	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
667	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0

941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

สำหรับการ์ดใหม่นั้นหมายถึง คาบเวลาของความถี่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากันหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่า สัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดใหม่นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ที่เข้ามานานเท่ากันหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าเวลาที่ตั้งไว้ ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดใหม่

2.4 ไอซีบันทึกสัญญาณเสียง

เราสามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มาทำหน้าที่แทนคน ในโครงการงานนี้จะใช้อิซีเบอร์ ISD 1420

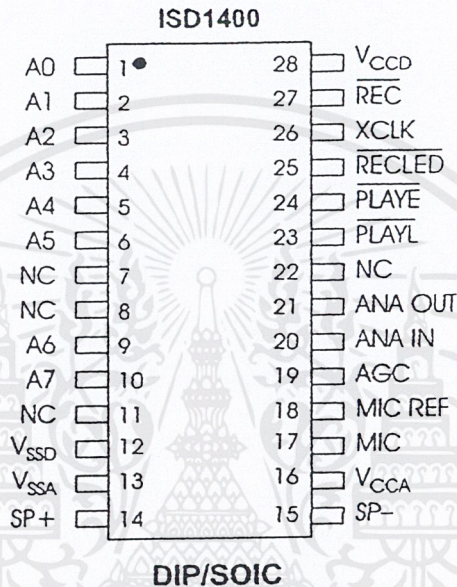
2.4.1 คุณสมบัติของ ISD 1420

- สามารถบันทึกสัญญาณเสียงเก็บไว้ได้โดยไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเสียงวงจร (nonvolatile memory)
- สามารถบันทึกซ้ำ (re-record) ได้มากกว่า 100.000 ครั้ง
- สามารถบันทึกข้อความที่ติดต่อกัน ได้นานถึง 20 วินาที
- การบันทึกและเล่นกลับทำได้ง่าย
- สามารถเชื่อมต่อ (interface) กับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ให้เสียงตอบสนองที่เป็นธรรมชาติ

จากคุณสมบัติต่างๆที่รวบรวมอยู่ในตัวไอซีเพียงตัวเดียว ทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่บันทึกและขับออกลำโพงก็ถูกรวบรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย รายละเอียดการแสดงบล็อกโคอะแกรมการทำงานและตำแหน่งขาของ ISD 1420 แสดงดังรูปที่ 2.7



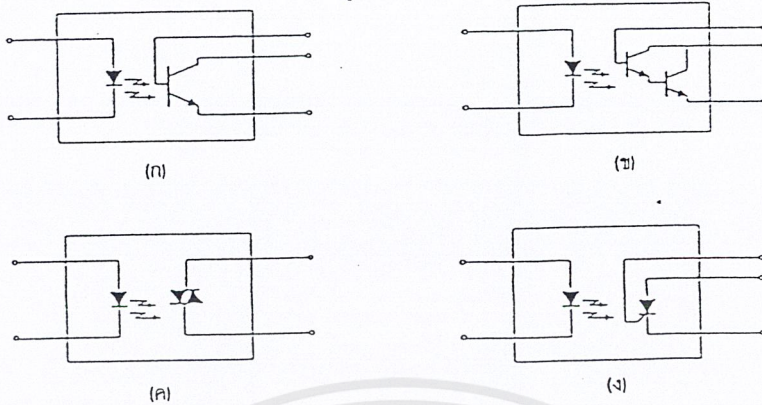
รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งขาของ ISD 1420

2.5 การเชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง (optocoupler) หรือตัวแยกสัญญาณโดยใช้แสง เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการไอโซเลท ทำให้สามารถนำมาใช้ในการเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่มีกราวด์ต่างกัน สามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างภาคอินพุตกับเอาต์พุตได้อย่างดี खाद ซึ่งการคัปปลิงด้วยวิธีอื่นจะทำได้ จึงได้นำออปโตคัปเปลอร์มาประยุกต์ใช้งาน ในวงจรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือของวงจร

ออปโตคัปเปลอร์เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจจับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนนี้จะแยกจากกันและกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่น กระจกบางๆ กั้นกลางและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวหีบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบบ่อยๆ ส่วนมากจะมีตัวถังเป็นแบบคิพ (DIP : Dual in – Line Package) เหมือนไอซี แต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่จะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (IRED: Infraed Emitter Diode) ทำจากสารแกลเลียมอาร์เซไนด์(GaAs) ส่วนตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์ภาคเอาต์พุตนั้น อาจเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ , โฟโตคาร์ลิงตันสวิทช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นและ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์ของวงจรชนิดต่างๆ ดังที่

กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายชนิดมากกว่านี้แต่ที่แสดงให้เห็นรูปเป็นแบบที่พบบ่อยกันบ่อยๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

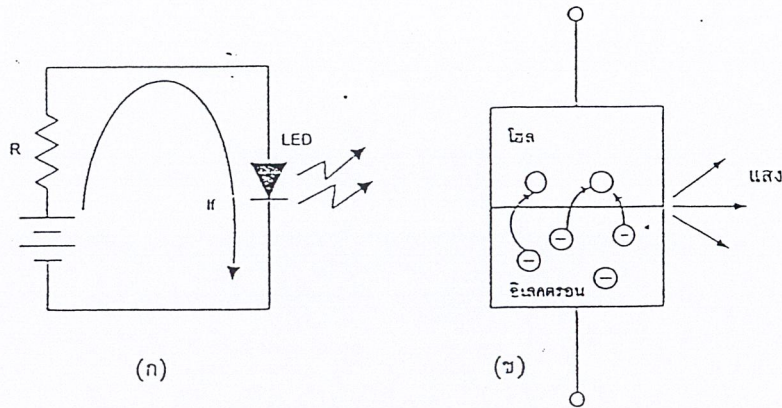


รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์ของออปโตคัพเปลอร์

- (ก) แบบมีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ (ข) แบบมีเอาต์พุตเป็นโฟโตคาร์ลิงตัน
(ค) แบบมีเอาต์พุตเป็นโฟโตไดโอดแอค (ง) แบบมีเอาต์พุตเป็นโฟโตเอสซีอาร์

ออปโตคัพเปลอร์หรือออปโตไดโอดไอโซเลเตอร์ ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ให้ได้รับแรงดันกระชากสูงๆหรือคัมครองระดับน้อยส์ต่ำ ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดเอาต์พุตไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นผิดพลาดขึ้นมา ออปโตคัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆที่มีระดับลอจิกแตกต่างในออปโตคัพเปลอร์ สัญญาณอินพุตจะเปลี่ยนเป็นพลังงานแสง เพราะมี LED ที่อยู่ภายใน พลังงานจึงถูกส่งไปยังโฟโตดีเทคเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานของแสงที่ได้จาก LED และมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (Current Transfer Ratio ; CTR) กับ Isolation Voltage เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุต ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของออปโตคัพเปลอร์ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุตถูกส่งไปยังเอาต์พุตอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุตและเอาต์พุต รวมทั้งพื้นที่ความไวและอัตราขยายของตัวตรวจรับ สำหรับ Isolation Voltage ของออปโตคัพเปลอร์ คือ ปริมาณแรงดันคงที่ ออปโตคัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

เมื่อมีกระแสไหลผ่าน IRED ของออปโตคัพเปลอร์ ในลักษณะไบแอสตรงจนมีอิเล็กตรอนส่วนเกินกระโดดข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮล ในขณะที่เดียวกันก็ได้ปล่อยพลังงานโฟตอน หรือแสงออกมา แสงที่รับได้เป็นแสงอินฟราเรดเพราะสารกึ่งตัวนำทำด้วยสารแกลเลียมอาร์เซไนด์ ตัวแปรอินพุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (IF) แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (VF) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้ เมื่อได้รับไบแอสกลับ



รูปที่ 2.9 (ก) แสงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไบอัสตรงไหลผ่าน

(ข) อิเล็กตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสงออกมา

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Transfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในออปโตคัพเพลอร์ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้น ตัวอย่างเช่น

2.5.1 ทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์ (Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลางและมีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อภายในระหว่างคอลเลคเตอร์-เบส ของทรานซิสเตอร์สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอดซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม

2.5.2 คาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์ (Darlington Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้จะให้อัตราส่วนการส่งกระแสหรือมีเกนการขยายสูงสามารถให้กระแสเอาท์พุทเพิ่มขึ้นซึ่งจะได้เกนขยายสูงเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่าของการใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียว

ออปโตแบบทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์ และแบบคาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์นั้นมีหลักการการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโฮล ขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับออปโตแบบทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์และแบบคาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเพลอร์ มีดังนี้

I_c : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์(เอาท์พุท)

$V_{(BR)CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

$V_{(BR)ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลคเตอร์

CTR(n) : เป็นอัตราส่วน(%) ต่ำสุดระหว่างกระแสเอาท์พุทของคอลเลคเตอร์สูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{cc} และ I_f ที่กำหนด

$V_{cc(sat)}$: เป็นแรงดันอิมิตเตอร์ระหว่างขาคอลเลคเตอร์และขาอิมิตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ออปโตคัพเปลอร์ที่ใช้สวิทช์สองทิศทางหรือไตรแอก(Triac)

ทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นเป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานซึ่งต้องการการแยก การทรัก หรือกระตุ้นตัวไตรแอก การแยกการสวิทช์ทางด้านไฟฟ้าสลับที่มีขนาดกระแสต่ำและการแยกกัน ทางไฟฟ้ามีค่าสูง อุปกรณ์ชนิดนี้มีตัวแปรสำคัญคือ

$I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด ขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน(On State)

V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำๆ ระหว่างขั้วเอาท์พุทเมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน (repetitive off-state output terminal voltage)

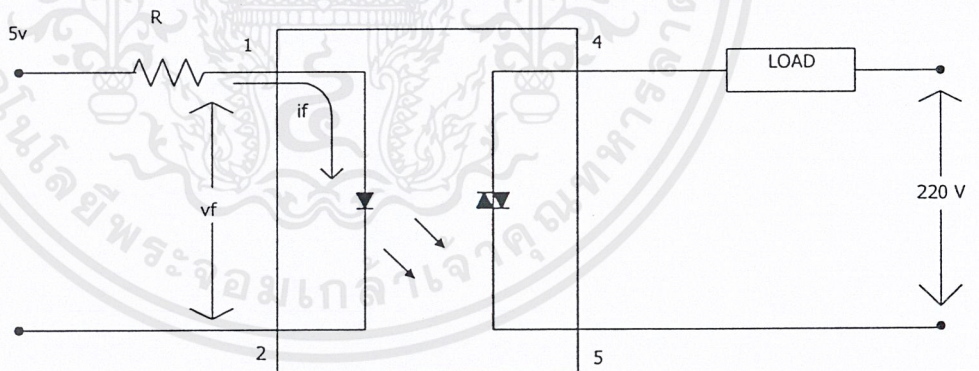
V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสูงสุดซึ่งต้องการใช้เพื่อคงสถานะให้อาท์พุทค้างไว้ (Latch)

I_H : เป็นค่ากระแสยึด (holding current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุท เพื่อที่จะคงสถานะ ค้างเอาไว้ได้

2.5.4 การประยุกต์ใช้งานในการไปใช้ควบคุมโหลด

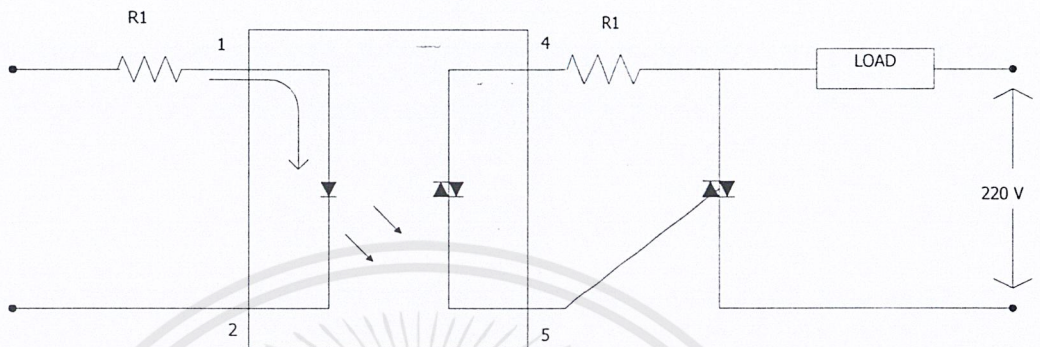
ในโครงการนี้ได้นำเอาออปโตคัพแบบไตรแอกคัพเปลอร์มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟสลับ 220 โวลต์ แทนการใช้รีเลย์ และการควบคุมปราศจากข้อยุงยากเหมือนวงจรที่ออกแบบโดยใช้รีเลย์ ดังนั้นจึงขอก ล่าวถึงเฉพาะการนำเอาออปโตคัพแบบไตรแอกคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น



รูปที่ 2.10 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ

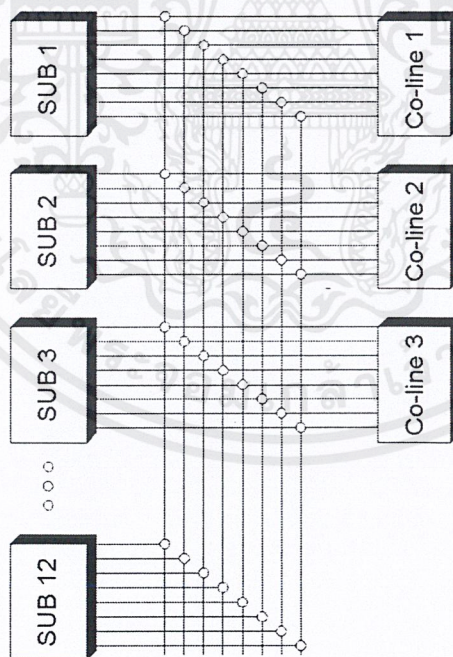
จากรูปที่ 2.10 แสดงการใช้ MOC 3020 ในการสวิทช์เปิด-ปิด กระแสผ่านโหลดที่ต้องการกำลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกตมีค่าเป็นลอจิก “0” กระแสจะไหลผ่าน ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด จะทำให้ไดโอดปล่อยแสงไปกระตุ้นไดโอด ให้นำกระแสไฟฟ้าสลับและเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกตซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโตคัพมีค่าเป็นลอจิก “1” จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟราเรด จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟราเรด จะทำให้ไดโอดหยุดนำกระแส จากรูปที่ 2.10 จะใช้ได้กับโหลดที่ใช้กระแสน้อยๆเท่านั้น เพราะไดโอดขนาดเล็กสามารถทนกระแสได้น้อย ซึ่งน้อยเกินเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปที่จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ แต่ก็เหมาะสมที่จะนำมาสร้างทริกเกอร์ไคแอกกำลังงานสูงนอกวงจร เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสสูงๆได้



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง

2.6 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (Speech paths)



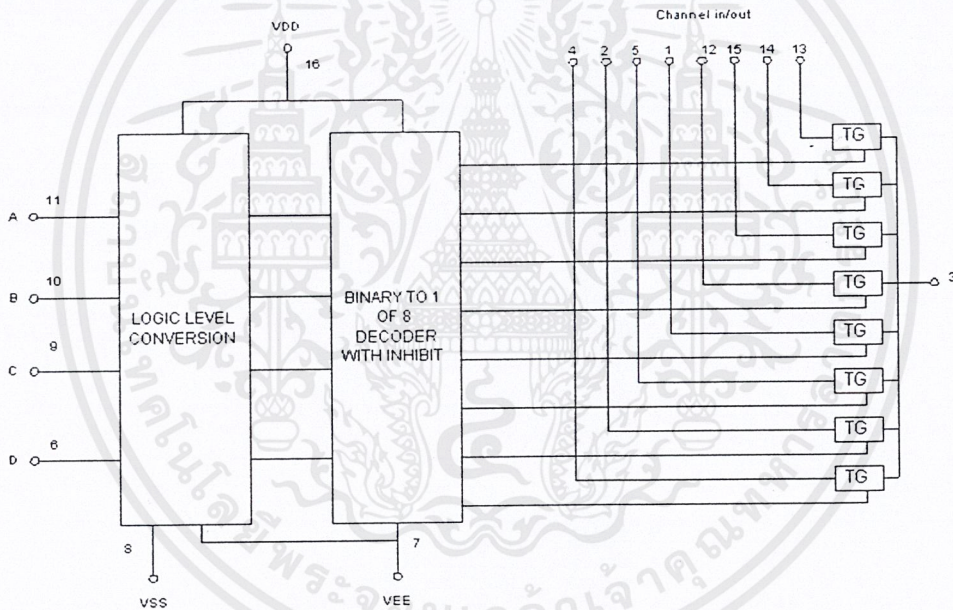
รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 โครงสร้างของ CD4051

ซึ่งไอซีตัวนี้ เป็นอนาล็อกมัลติเพล็กซ์เซอร์ / ดีมัลติเพล็กซ์เซอร์ ซึ่งอนาล็อกสวิตช์จะถูกควบคุมแบบดิจิทัลโดยมีอิมพีแดนซ์ต่ำขณะ “on” และมีกระแสรั่วไหลต่ำมากขณะ “off” การควบคุมสัญญาณอนาล็อกขนาด 3-15 v ควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น VDD=5v ,VSS=10v และ VEE=5v วงจรมัลติเพล็กซ์จะมีการแพร่กระจายของพลังงานอย่างต่ำภายในและเมื่อมีช่วงโวลต์เตทของ Vdd-Vss และ Vdd-Vss เต็มที่โดยช่วงโวลต์เตทนี้ไม่ขึ้นกับสถานะทางลอจิกของสัญญาณควบคุมเมื่อสัญญาณทางลอจิกเป็น “1” เกิดที่ inhibit input terminal และทุก channel เป็น “off”

CD4051 มีโครงสร้างเป็นแบบ single 8 channel multiplexer มีเลขไบนารี 3 หลัก เป็นอินพุตเข้ามาควบคุม ได้แก่ A,B,C และ inhibit input ซึ่งสัญญาณไบนารี 3 หลักนี้จะเป็นตัวเลือก 1-8 channel เพื่อทำการเชื่อมอินพุตกับเอาต์พุตที่ channel นั้นๆแสดงผังรูปที่ 2.13

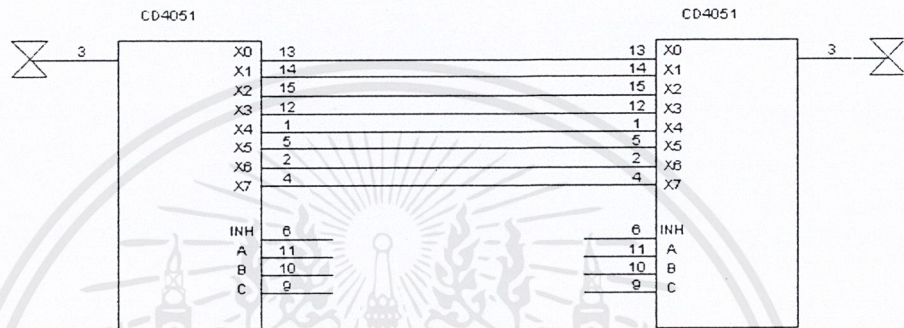


รูปที่ 2.13 แสดงบล็อกไดอะแกรมและสถานะทางลอจิก

INPUT STATES				"ON" CHANNELS		
INHIBIT	C	B	A	CD4051B	CD4052B	CD4053B
0	0	0	0	0	0X , 0Y	Cx,bx,ax
0	0	0	1	1	1X , 1Y	Cx,bx,ay
0	0	1	1	2	2X , 2Y	Cx,by,ax
0	0	1	0	3	3X , 3Y	Cx,by,ay
0	1	0	1	4		Cy,bx,ax

0	1	0	0	5		Cy,bx,ay
0	1	1	1	6		Cy,by,ax
0	1	1	0	7		Cy,by,ay
1	*	*	-	NONE	NONE	NONE

ตารางที่ 2.2 แสดงสถานะการเข้ารหัส



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะการต่อของ 4051 แต่ละตัว

2.7 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็วและให้ข่าวสารที่ชัดเจนฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก จึงเป็นที่นิยมกันอย่างมาก โทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบหมุนและแบบสัญญาณความถี่คู่ (DTMF) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบกดปุ่ม ซึ่งระบบโทรศัพท์แบบหมุนเป็นระบบดั้งเดิมซึ่งปัจจุบันเลิกกำลังจะเลิกใช้ ปัจจุบันระบบกดปุ่มนิยมใช้กันมาก หน้าที่ของระบบโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบจะมีลักษณะเหมือนกัน จะต่างกันตรงที่ระบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ส่วนระบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลักๆของโทรศัพท์มีดังนี้

- เครื่องโทรศัพท์จะทำให้ชุมสายโทรศัพท์รับรู้ว่าผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะได้รับสัญญาณหมุน (Dial Tone) ที่ส่งมาจากชุมสาย เพื่อบอกให้ผู้รู้ว่าพร้อมที่จะทำการกด หรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อ ซึ่งก็คือเสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหูโทรศัพท์เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 440-425 Hz ดังต่อเนื่องกันไป
- เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่ส่งรหัสเลขหมายที่ผู้เรียกต้องการติดต่อด้วยไปยังชุมสายโทรศัพท์ด้วยการกดปุ่มหมายเลขหรือหมุนหมายเลขที่เราต้องการจะติดต่อ
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ว่าง ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับ (ring back) ที่ความถี่ 425 Hz โดยจะดัง 1 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาทีสลับกันไป แต่ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

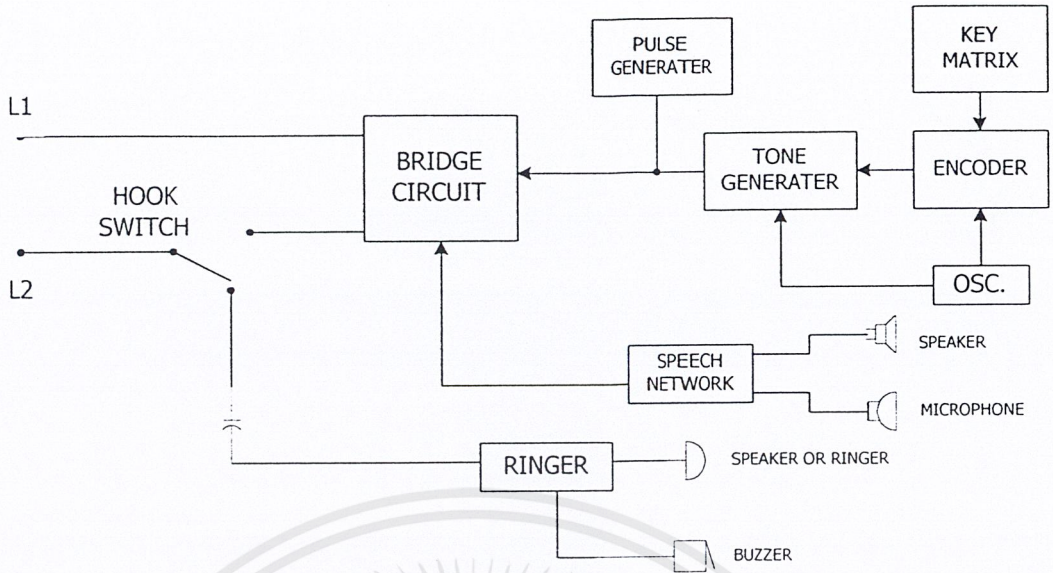
หมายเลขที่ต้องการเรียกไม่ว่าก็จะส่งสัญญาณความถี่ 425 Hz โดยจะดังเป็นช่วงๆ 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที

- เครื่องโทรศัพท์ที่ด้านส่งจะเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และทางด้านรับจะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นสัญญาณเสียงอีกครั้งหนึ่ง
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเสียงเรียก เมื่อมีผู้เรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ การส่งสัญญาณเสียงเรียกจะเป็นสัญญาณกระดิ่ง หรือสัญญาณสัทขณะใดก็ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องโทรศัพท์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้ว Ring Current มีค่าประมาณ 70-90 โวลท์ ความถี่ 12-25 Hz
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเมื่อเราวางหูโทรศัพท์เพื่อแจ้งให้ทราบว่สิ้นสุดการใช้งานแล้วและให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อ

2.7.1 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในรูป 2.15 เป็นบล็อกโคอะแกรมของส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยการทำงานของเครื่องโทรศัพท์อธิบายได้ดังนี้

เครื่องโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์ด้วยสาย L1 และสาย L2 หรือ Local Loop ซึ่งคือสายส่ง 2 wire ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปมีชื่อว่า Tip และ Ring โดยจริงจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 VDC และทิปจะต่อกับกราวด์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ระดับของแรงดันระหว่างทิป-ริงจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 9 โวลต์ วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรในเครื่องรับโทรศัพท์ กับอุปกรณ์ชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Bell or Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิช (hook switch) จะถูกเปิด วงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสาย ผ่านไปยังวงจรส่วนที่หลังสุกสวิชได้ ดังนั้น ถ้าวงจรกำเนิดเสียงเรียกอยู่หลัง hook switch ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเสียงเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรเสียงเรียกนี้จึงต่อกับชุมสายโทรศัพท์โดยตรงเมื่อเราวางหูโทรศัพท์ลงบน hook switch เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาจากชุมสาย สัญญาณเรียกจะผ่านสุกสวิช เข้าไปยังวงจรกำเนิดเสียงเรียก ทำให้วงจรเสียงเรียกทำงาน ส่วนที่เป็นลำโพงหรือ บัสเชอร์ก็จะดังขึ้น เมื่อเรายกหูโทรศัพท์ ก็จะทำให้ hook switch ปิดวงจรเสียงเรียกออก และ hook switch ก็จะต่อเข้ากับวงจรเสียงพูดแทน (speech network)



รูป 2.15 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

Hook Switch

On – Hook

โดยทั่วไปแล้ว Ringer จะเชื่อมต่อกับ Tip(+) และ Ring(-) ทำให้สามารถรับสัญญาณ Incoming Call หรือสัญญาณสั้นกระดิ่งซึ่งส่งมาจากชุมสาย ส่วนวงจรที่เหลือเช่น Dialing cct.,Hybrid,Tx,Rx จะแยกออกจากสายโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู(on hook) เมื่อ Handset อยู่ในสภาวะวางหูจะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์ วงจร Ring จะมี Capacitor ป้องกันกระแสไฟตรงไหลผ่านตัวมัน

Off – Hook

เมื่อ Handset ถูกยกจะมีสภาวะเป็น Off – Hook ทำให้เกิดกระแส Loop Current ไหลเบดเตอร์ของชุมสาย ผ่านเครื่องโทรศัพท์และกลับมายังชุมสาย เมื่อมีกระแสไหลผ่านเพียงพอที่ทำให้ชุมสาย ทราบได้ว่ามีกรยกหูขึ้นที่ฝั่งผู้ใช้และหลังจากนั้น จะส่งสัญญาณ Dial Tone ไปให้ผู้เรียก

วงจรกำเนิดเสียงพูด จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังด้านรับฝ่ายตรงกันข้าม และจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับเข้ามา จากฝ่ายตรงข้ามให้เป็นสัญญาณเสียงพูด วงจรในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยวงจรที่ใช้ควบคุมเสียงพูดให้ย้อนกลับไปยังหูฟังของผู้พูด ให้มีความแรงของสัญญาณพอดี ในเวลาที่เราพูดโทรศัพท์เข้าทางไมโครโฟนเราก็จะได้ยินเสียงของเราออกทางหูฟังด้วยเพื่อให้เราทราบว่าเสียงที่เราพูดนั้นแรงหรือค่อยเท่าไร วงจรในส่วนควบคุมนี้จะเป็นการควบคุมเสียงของเราเองไม่ให้ออกหูฟังของเราแรงมากเกินไป เพราะถ้าดังเกินไปจะรำคาญและยังกลบเสียงพูดของฝ่ายตรงข้ามด้วย และยังไม่ให้เสียงที่ย้อนกลับมายังหูฟังของเราค่อยเกินไป เพราะถ้าสัญญาณที่ย้อนกลับไปยังหูฟังค่อยเกินไป จะทำให้ผู้พูดโทรศัพท์คิดว่าตัวเองพูดค่อย ก็จะทำให้ผู้พูดตะโกนเสียงดังมากขึ้นทำให้ผู้รับฝ่ายตรงข้ามได้ยินเสียงดังเกินไป

วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์ เพื่อส่งเลขหมายที่เรากดไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ที่เป็นระบบพัลส์

วงจรกำเนิดความถี่จะทำหน้าที่กำเนิดความถี่เพื่อทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่คู่ หรือที่เรียกว่า DTMF

วงจร Hybrid จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรในส่วนอื่นๆ จะทำหน้าที่เป็นวงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ คือ ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ให้สมดุลกับคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม หรืออาจเรียกวงจรนี้ว่า วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2 Wire กับ 4 Wire

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น hook switch จะปิดวงจร ทำให้มีกระแสไหลจากชุมสายไหลลงวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะที่เดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วยเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมจะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายจะทำการส่งสัญญาณหมุนไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์เพื่อให้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อมา

2.7.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่ (Dual tone Multifrequency type)

เป็นระบบการส่งสัญญาณที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ระบบนี้มีชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อกับไปให้กับชุมสายโทรศัพท์ โดยการส่งสัญญาณไปด้วยความถี่ 2 ความถี่ที่ มอดูเลตกันไปซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 kHz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.16

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz	
697 Hz	1	2	3	A	R1
770 Hz	4	5	6	B	R2
852 Hz	7	8	9	C	R3
941 Hz	*	0	#	D	R4
	C1	C2	C3	C4	

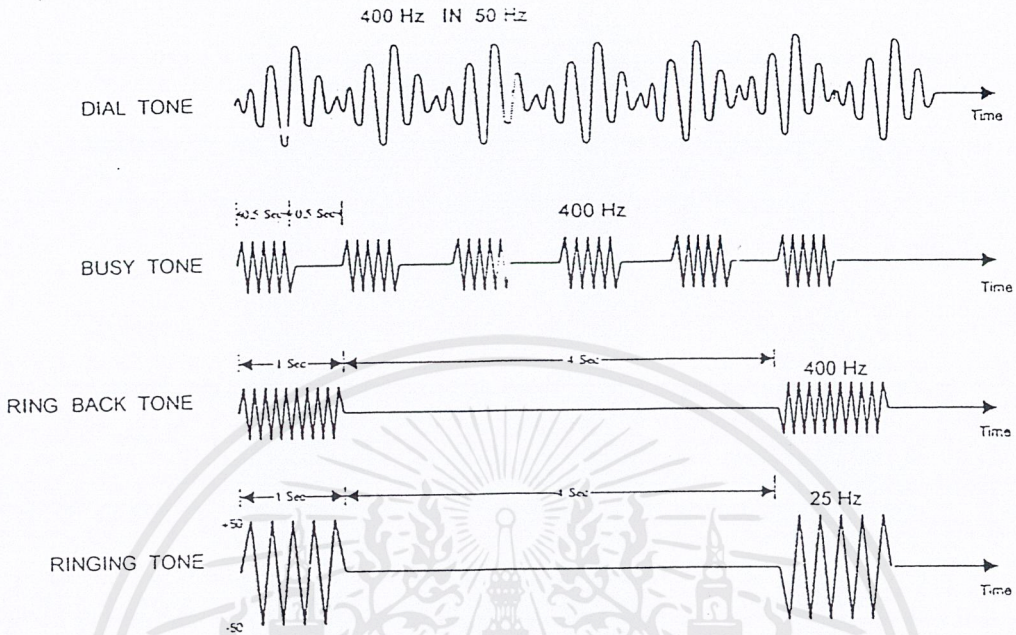
รูปที่ 2.16 แสดงเป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ต่างๆ

ข้อดีของการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตทได้ ทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การส่งเลขหมายให้กับชุมสายโทรศัพท์ไม่เกิดความผิดพลาด เพราะใช้สองความถี่ในการส่งทำให้ไม่ผิดพลาดในการกดเลขหมาย



รูปที่ 2.17 แสดงสัญญาณพื้นฐานของโทรศัพท์

2.7.3 สัญญาณในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

เป็นสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์ ลักษณะสัญญาณดังกล่าวแสดงไว้ในรูป 2.18

ด้านผู้เรียก

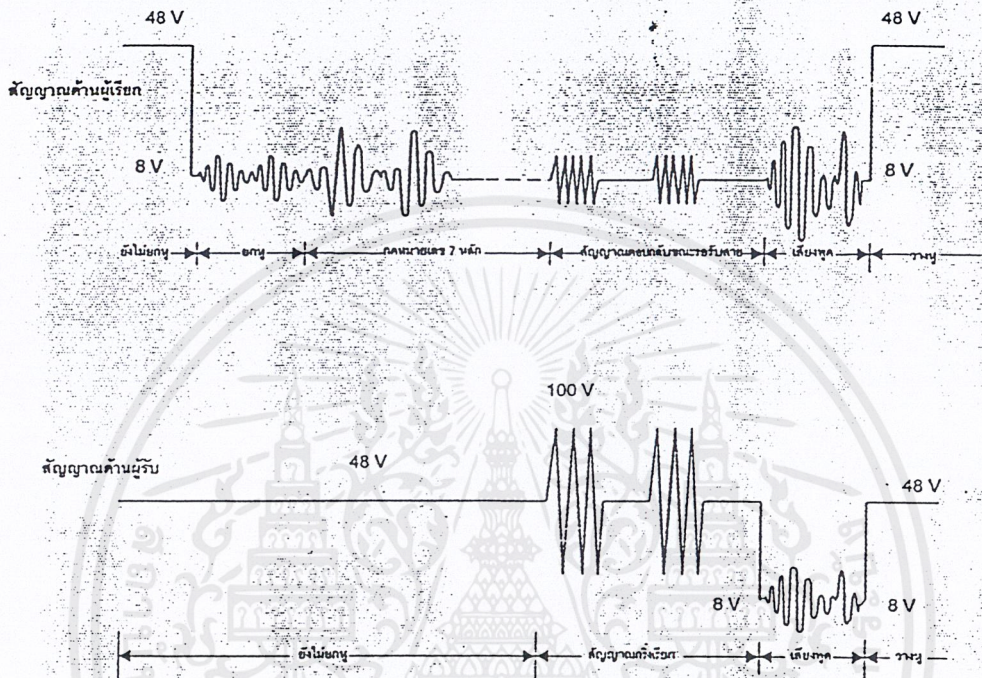
1. ระยะเวลาที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกรวมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์
2. เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุน ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลท์ ความถี่ 425 Hz รวมกับความถี่ 50 Hz ซึ่งเป็นการกรรหัดสัญญาณความถี่แล้ว สัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
3. กรรหัด (CODE) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลักรหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่ 1 คู่
4. ขณะที่รอการรับสาย จะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ ซึ่งก็คือสัญญาณเรียกกลับ หรือสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ
5. เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ 8 โวลท์โดยมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียงความดังของเสียงพูดตามสาย
6. เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไป 48 โวลท์ดังเดิม

ด้านผู้รับ

1. ระยะเวลาที่วางหูอยู่จะมีศักดากระแสตรงคร่อมสายอยู่ 48 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียก จะมีขนาดประมาณ 100 โวลต์ จังหวะ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
3. จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลต์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
4. เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาไฟฟ้าก็จะกลับไป 48 โวลต์ตามเดิม



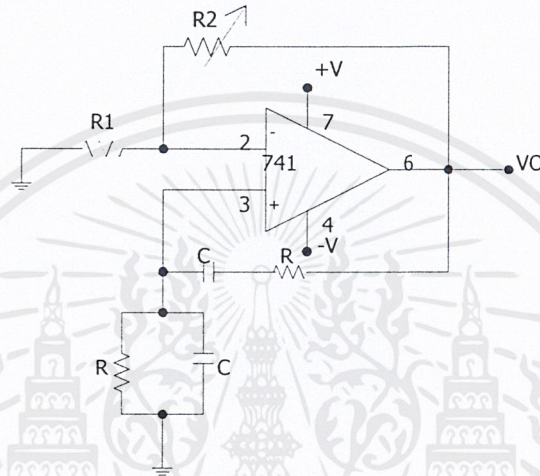
รูป 2.18 แสดงสัญญาณระหว่างผู้เรียกและผู้รับโทรศัพท์

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

ในวงจรกำเนิดสัญญาณโทนมีสัญญาณต่างๆที่ต้องใช้คือ Dial Tone , Busy Tone , Ring Back Tone และ Ringing Tone โดยที่สัญญาณเหล่านี้สร้างจากวงจรผลิตสัญญาณชายน้ ความถี่ประมาณ 400 Hz แบบ WIEN BRIDGE OSCILATOR ดังแสดงในรูป 3.1



รูปที่ 3.1 วงจร Wien Bridge Oscillator

$$V_o = 2C \cos(1/RC)t$$

$$W = 1/RC$$

$$\text{ดังนั้น } f = 1/2\pi RC$$

โดยความถี่พื้นฐานของสัญญาณต่างๆมีค่าประมาณ 400 Hz ดังนั้น $f = 400 \text{ Hz}$

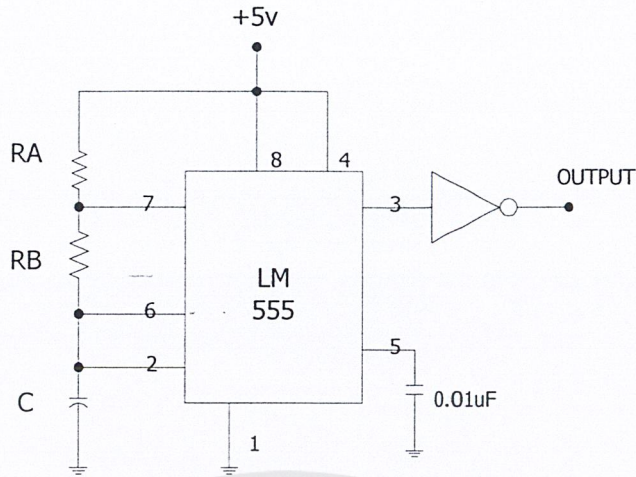
$$\text{กำหนดให้ } C = 0.1 \mu\text{F}$$

$$R = 1 / 2\pi fC$$

$$= 1 / 2 \times 3.14 \times 400 \times 0.1 \times 10^{-6}$$

$$= 3.98 \text{ k}\Omega$$

จากนั้นสร้างวงจรถัดกำเนิดความถี่ Busy Tone จาก IC 555 โดยต่อเป็นวงจรอะอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ตามรูปที่ 3.2 โดยให้ตั้ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดความถี่ Busy Tone

กำหนดให้ $C = 4.7 \mu\text{F}$, $R_a = 1 \text{ k}\Omega$

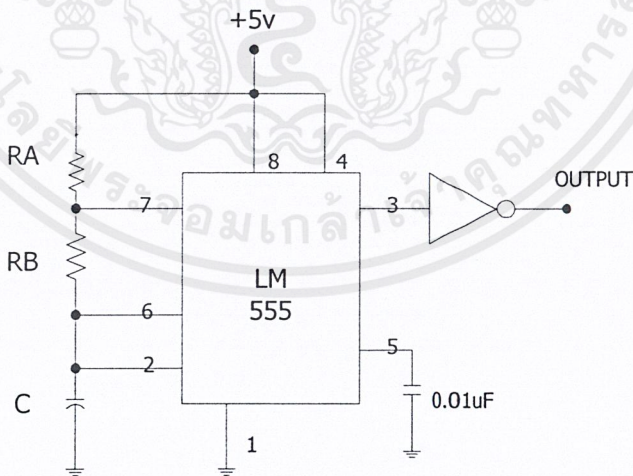
$$T_{\text{off}} = 0.693 R_b C$$

$$0.5 = 0.693 R_b C$$

$$R_b = 0.5 / 0.693 \times 4.7 \times 10^{-6}$$

$$= 153.51 \text{ k}\Omega$$

จากนั้นสร้างวงจรถ่ายความถี่ Ring Back Tone และ Ringing Tone จาก ic 555 โดยต่อเป็น วงจรอะอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ตามรูป 3.3 โดยให้ดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที



รูป 3.3 วงจรกำเนิดความถี่ Ring Back Tone และ Ringing Tone

กำหนดให้ $C = 100 \mu\text{F}$

$$T_{\text{off}} = 0.693 R_b C$$

$$1 = 0.693 R_b C$$

$$R_b = 1 / 0.693 \times 100 \times 10^{-6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

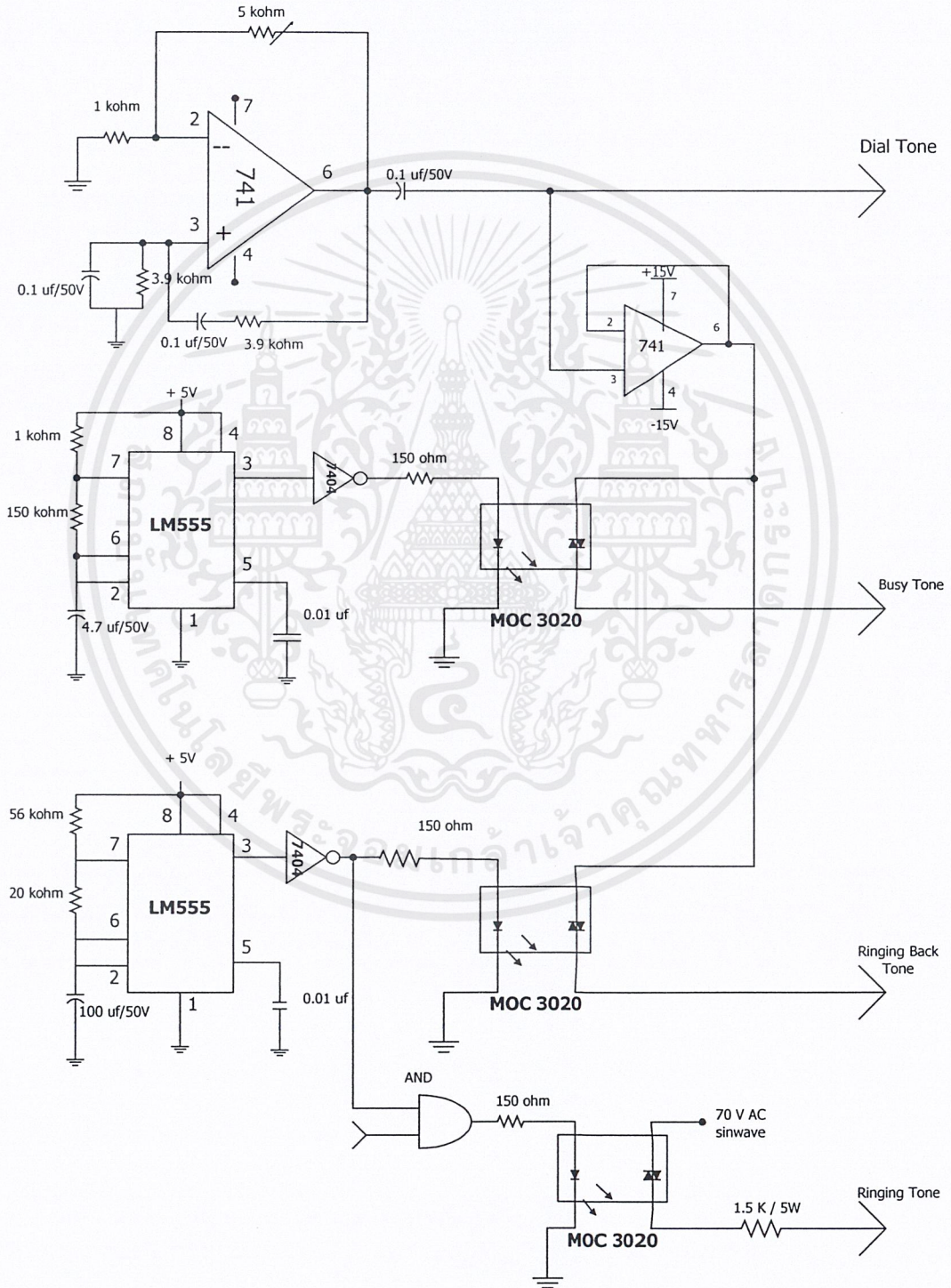
$$= 14.43 \text{ k}\Omega$$

$$T_{on} = 0.693(R_a + R_b)C$$

$$4 = 0.693(R_a + R_b)C$$

$$R_a + R_b = 57.72$$

$$R_a = 43.29 \text{ k}\Omega$$



รูป 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

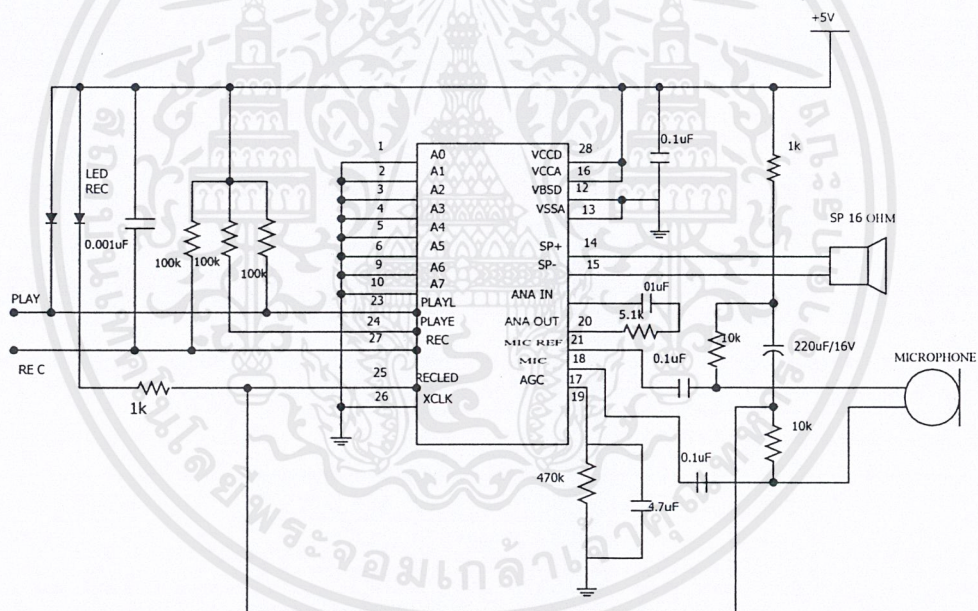
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เป็นเครื่องบันทึกเสียงของโอเปอร์เรเตอร์ทำหน้าที่พูดข้อความที่บันทึกไว้กับคู่สายที่เรียกเข้ามา โดยจะพูดข้อความที่เป็นเสียงว่า “ ระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติกรุณาคาดเลขหมายที่ท่านต้องการ ”

VOICE RECORD / PLAYBACK DEVICE ใช้ IC SINGLE CHIP เบอร์ 1420 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้นาน 20 วินาที โดย ISD 1420 ได้ถูกออกแบบมาด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถทำงานด้วยตัวมันเอง โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ไอซีภายนอกมาต่อร่วม โดยภายในชิปประกอบด้วย EPROM , วงจรปริแอมป์ , วงจรแซมปลิ่ง ฯลฯ อยู่ภายในชิปทั้งหมดโดยเสียงที่บันทึกไว้ได้นานถึง 100 ปี อีกทั้งทำงานในโหมด Standby ได้ด้วย ทำให้กินกำลังงานต่ำมาก

ISD 1420 มีขา A0 - A7 เป็นการกำหนดโหมดการทำงานต่างๆ ของไอซี ส่วนขา PLAYL เป็นการสั่ง PLAY BACK เสียงที่บันทึกไว้ทั้งหมด ขา PLAYE เป็นการสั่ง PLAY BACK เสียงความยาวของสัญญาณ PLAY ส่วนขา REC เป็นการสั่งบันทึกเสียงลงในไอซีได้ข้อความนานไม่เกิน 20 วินาที โดยขา PLAYL จะถูกสั่งงานเมื่อมีการเรียกเข้ามาทางคู่สายภายนอกขององค์การโทรศัพท์ ทางส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายนอก ดังรูป 3.5



รูป 3.5 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

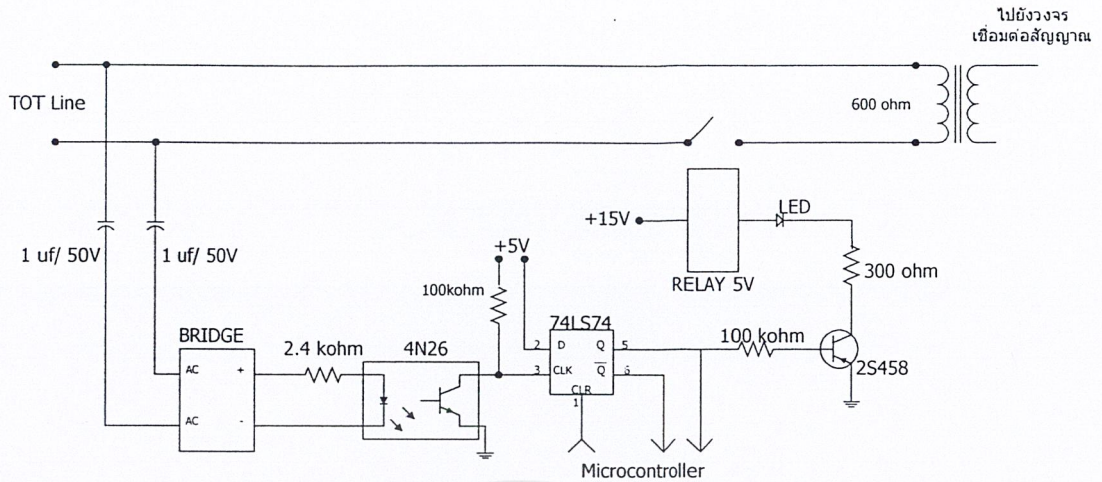
3.3 วงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่งและเชื่อมต่อคู่สายภายนอก

ในส่วนของวงจรดีเทคสัญญาณกระดิ่งนี้ประกอบด้วยไดโอดเบอร์ IN4007 , ไอซีออปโตคัปเปิลเบอร์ 4N26 , D-Flipflop เบอร์ 74LS74 , LED , R , Relay และแมตซ์จิ่งทรานฟอเมอร์ โดยส่วนประกอบทั้งหมดมีการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งจากภายนอกเข้ามาก็จะผ่าน C และไดโอดที่ต่อเป็นวงจรเรียงกระแสได้เป็นไฟ DC ออกมา แล้วป้อนไปยังออปโตคัปเปิลเบอร์ 4N26 ทำให้ทรานซิสเตอร์ภายในออปโตคัปเปิลนำกระแสทำให้เกิด Clock ขึ้นป้อนไปยัง D-Flip Flop เป็นผลทำให้ขา Q เป็น 1 ค้างอยู่ในสภาวะนั้น จึงทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้ Relay ทำงานต่อคู่สายภายนอกเข้ากับแมตซ์จิ่งฟอเมอร์

ซึ่งมี อิมพีแดนซ์ 600 Ω เปรียบเสมือนการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โดยวงจรที่ใช้แสดงดังรูป 3.6

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



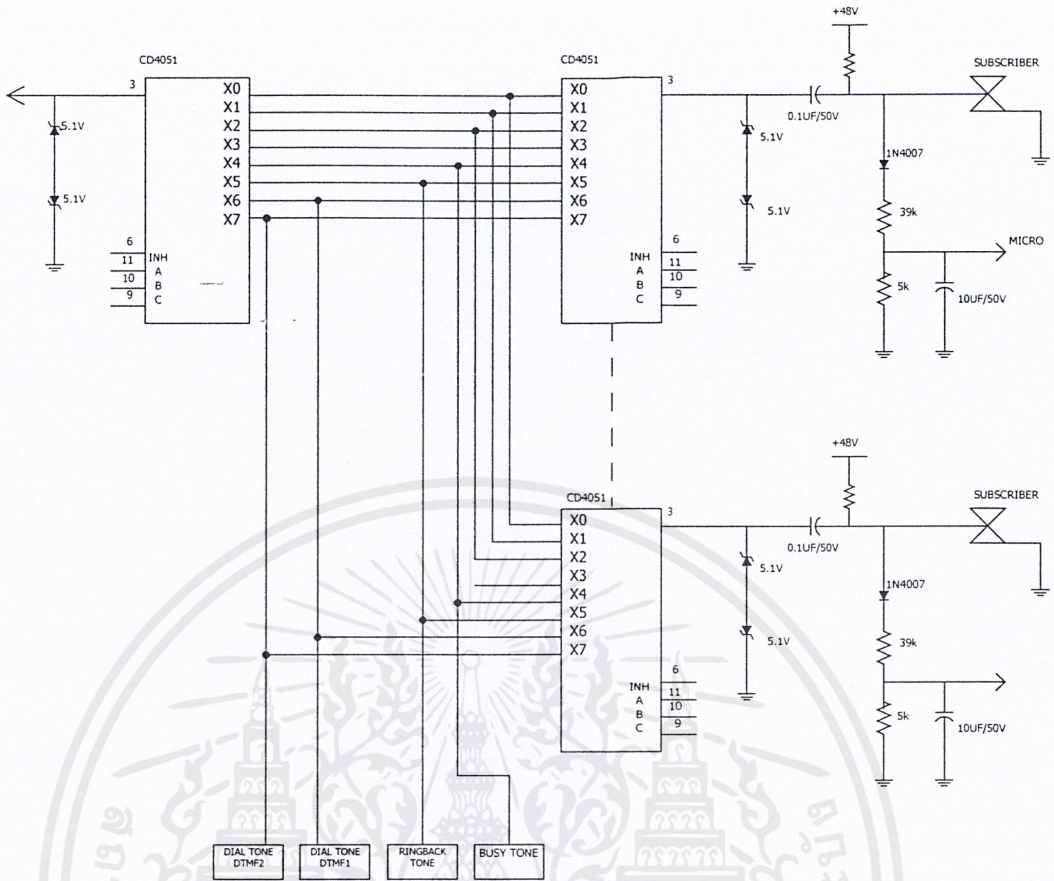
รูป 3.6 วงจรตีเทคสัญญาณกระดิ่งและเชื่อมต่อคู่สายภายนอก

3.4 วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงและเชื่อมต่อคู่สายภายใน

วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงใช้ IC 4051 ซึ่งเป็นไอซี Analog multiplex / Demultiplex มี 8 ช่องสัญญาณ อินพุตที่ใช้ในการควบคุมเป็นไบนารี 3 บิต คือ A , B , C ส่วน INH เป็นขาอินพุตที่ใช้ในการเลือกที่จะให้ช่องสัญญาณ 'on' หรือ 'off' ในการออกแบบวงจรส่วนนี้เราใช้ไอซี 4051 ทั้งหมด 5 ตัว แบ่งออกเป็นการต่อคู่สายภายนอก 1 ตัว และใช้ต่อสำหรับคู่สายภายในอีก 4 ตัว โดยเราจะทำการจัดช่องไว้ทั้งหมด 3 ช่องสัญญาณด้วยกัน โดยที่ไอซี 4051 แต่ละตัวจะต่อขนานกันหมด สำหรับช่องสัญญาณทั้ง 3 ช่องสัญญาณนี้ ส่วนช่องสัญญาณอื่นๆ จะต่อกับวงจร Dial Tone และวงจรตีเทคเลขหมายโทรศัพท์ วงจร RingBack และวงจร Busy Tone โดยทั้งนี้เพื่อให้การใช้ช่องสัญญาณมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแสดงดังรูป

3.7

ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายในนั้นจะมีส่วนจ่ายไฟ 48 โวลต์ ให้แก่โทรศัพท์และมีส่วนจ่ายสัญญาณกระดิ่งแต่ละเครื่องซึ่งควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนตรวจสอบการยกหูขึ้นเมื่อเครื่องโทรศัพท์ภายในยกหูขึ้นแรงดันที่ตำแหน่งหลังความต้านทาน 39 กิโลโอมห์จะมีแรงดัน 5 โวลต์ซึ่งจะส่งไปบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบ



รูปที่ 3.7 วงจรเชื่อมต่อสัญญาณเสียงและส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายใน

3.5 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

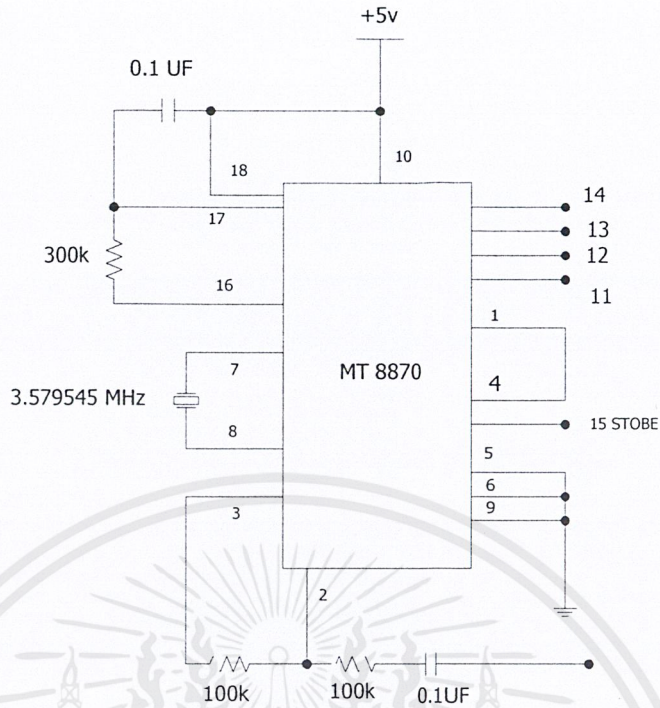
เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัดโทรศัพท์จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปซายน์ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ในการนำไปใช้งานจริงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่คลื่นรูปซายน์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน ก็คือจะต้องผ่านสัญญาณคลื่นรูปไซน์เข้าไปยังภาค DTMF DECODER ซึ่งจะนำมาใช้ในวงจรใช้งานคือ เมื่อมีผู้เรียกเข้ามา ทางภาครับทำการรับคู่สายแล้วภาค Automatic Answer Sound ส่งสัญญาณเสียงตอบรับผู้เรียกเข้ามาเพื่อให้ทำการกดหมายเลขของคู่สายย่อย เมื่อมีการกดหมายเลขของคู่สายย่อยที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF ก็จะผ่านภาค DTMF Decoder เพื่อที่แปลงสัญญาณคลื่นรูปไซน์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อที่จะส่งให้ภาค Control ทำการวิเคราะห์ต่อเซ็คคู่สายย่อยต่อไป ในวงจรใช้งานจริงจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลข BCD 4 bit โดยงานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz ซึ่งสามารถเขียนตารางแสดงค่า BCD ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขที่กด	BCD CODE	หมายเลขที่กด	BCD CODE
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

ตาราง 3.1 แสดงการถอดรหัส

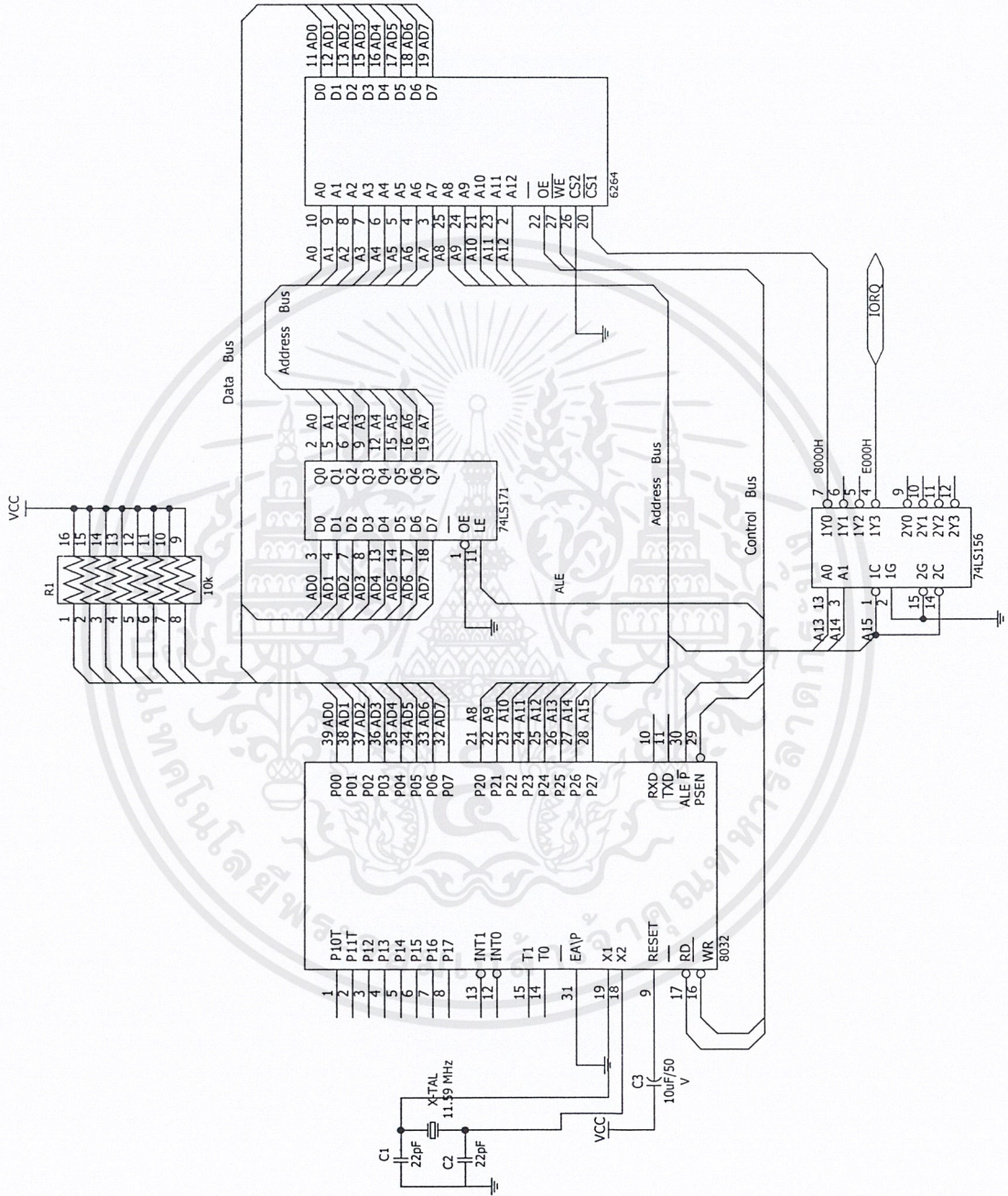
จึงมีการต่อไอซีเบอร์ MT8870 ใช้งานจริงดังวงจรรูปที่ 3.8 สามารถอธิบายการทำงานคือ เมื่อภาคที่ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอมก็คือการยกหูนั่นเอง สัญญาณ DTMF ก็จะสามารถผ่านภาคนี้มาได้คือ จะผ่านเข้ามายัง i/p ของไอซี MT8870 ส่วนที่ขาเอาต์พุตของไอซี MT8870 ก็จะส่งไปยังภาค Control ต่อไป ส่วนที่ขา 15 และขา 10 TOE เป็นขา Control ขา Q1-Q4 จะถูกต่อกับพอร์ตของซีพียูเพื่อส่งให้ภาค control สามารถวิเคราะห์ BCD ที่ถอดรหัสมาได้ แต่การทำงานของไอซี MT8870 จะถูกควบคุมด้วยขา 10(TOE) จะเป็นระดับแรงดันลอจิก 0 ทำให้เอาต์พุตของไอซี MT8870 เป็นไฮอิมพีแดนซ์ แต่เมื่อมีอินพุตเข้ามาไอซี MT8870ถอดรหัสได้แล้วก็จะแปลงสถานะทางลอจิกของขา 15 (STO) จากลอจิก 0 ไปเป็น 1 เพื่อบอกให้ภาค Control ทราบแล้วจะส่งค่าลอจิก 1 ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อที่จะได้ปรับสภาพค่าอิมพีแดนซ์ของขาเอาต์พุต (Q1-Q4) ให้ต่ำลงและส่งข้อมูลไป



รูป 3.8 วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

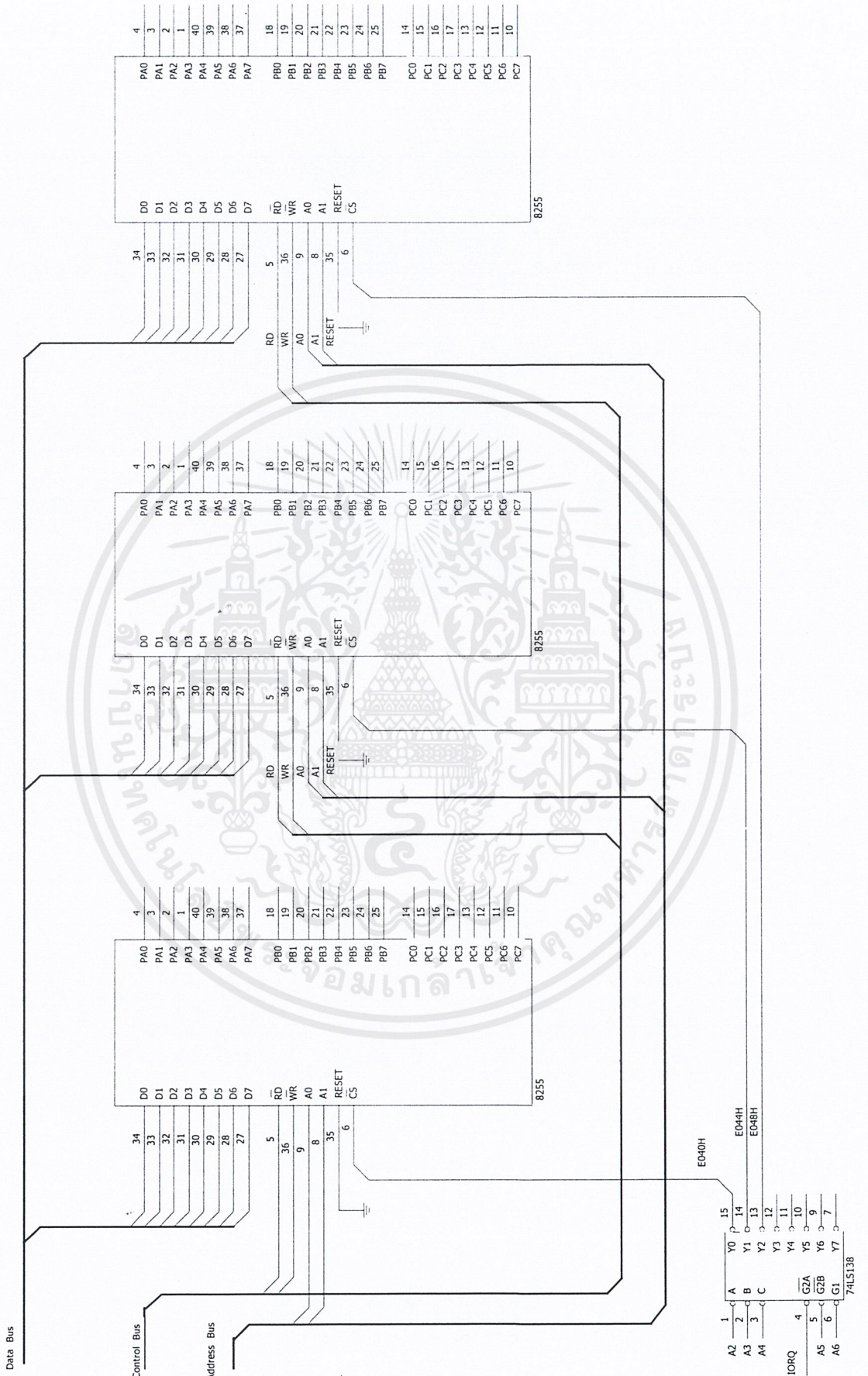
3.6 วงจรควบคุมระบบ

วงจรควบคุมระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ตัววงจรและส่วนที่เป็นโปรแกรมสำหรับควบคุม ในส่วนของวงจรมันประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการควบคุมระบบทั้งหมด และทำการเชื่อมต่อกับ ROM และ RAM ภายนอกพร้อมกับอุปกรณ์ I/O Port เพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดดังในรูป 3.9 และ 4.0



รูป 3.9 วงจรระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรอินพุท/เอาต์พุท พอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

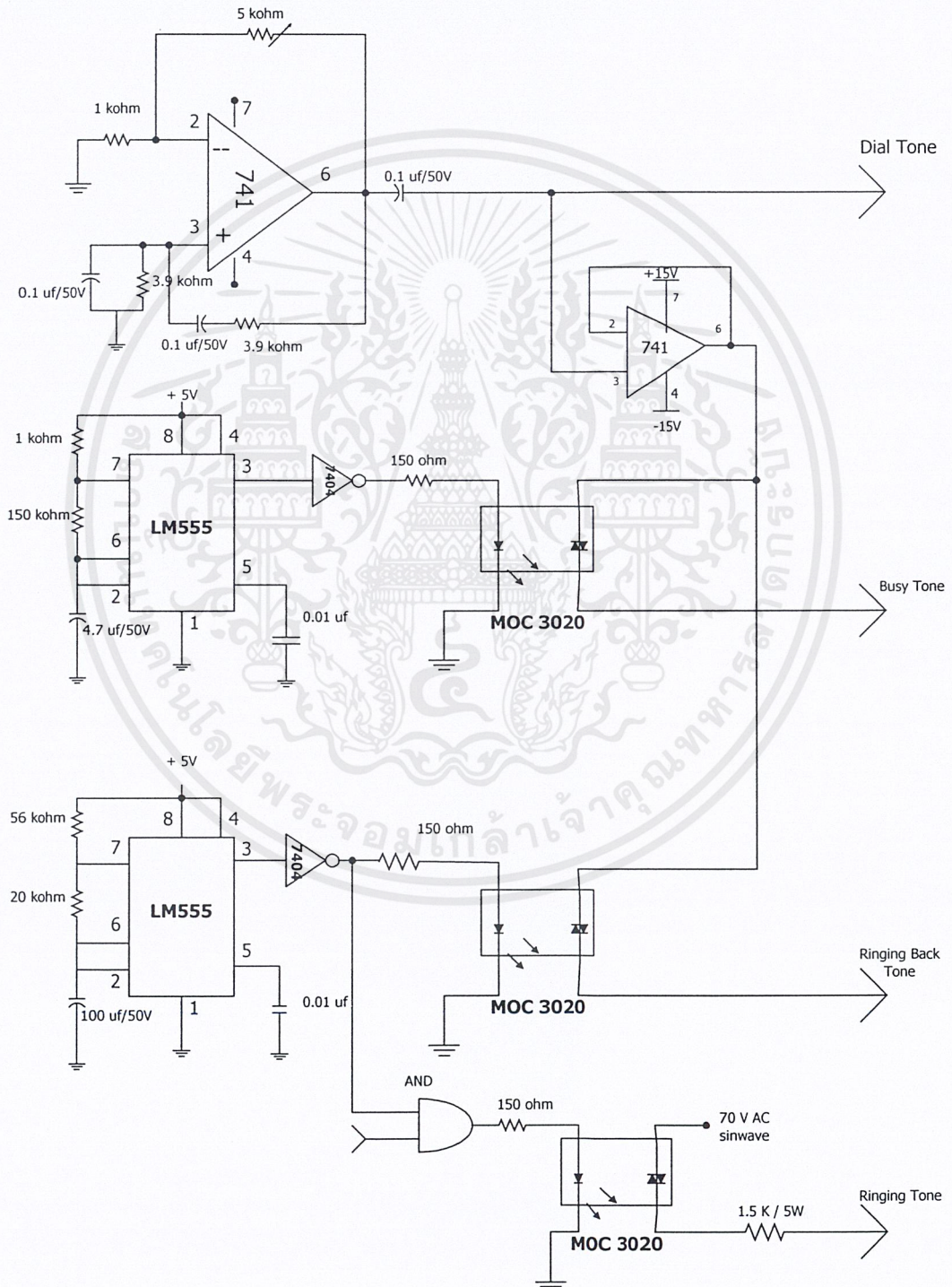
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณโทน

การทดลอง

1. ต่อยังตามรูป 4.1
2. ใช้ออสซิลโลสโคป วัดสัญญาณที่เอาต์พุทของวงจรแล้วบันทึกผลที่วัดได้

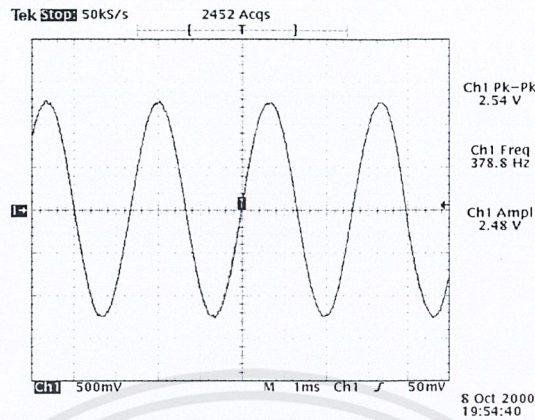


รูป 4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณโทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

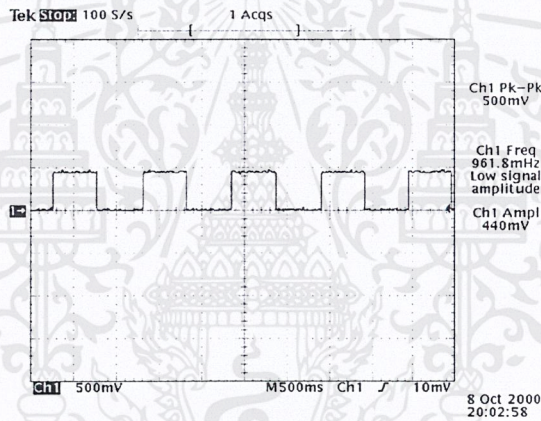
ผลการทดลอง

1. สัญญาณ Dial Tone

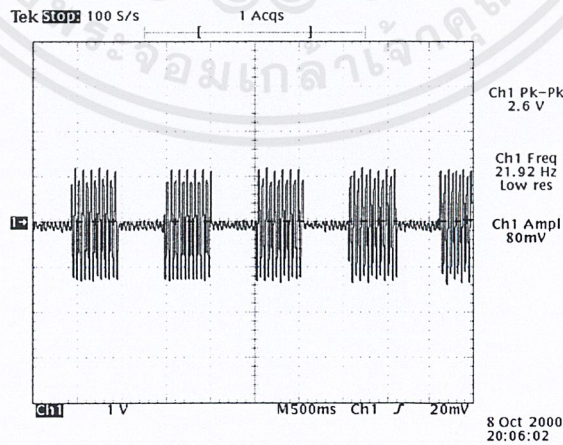


รูปที่ 4.2 สัญญาณ Dial Tone

2. สัญญาณ Busy Tone



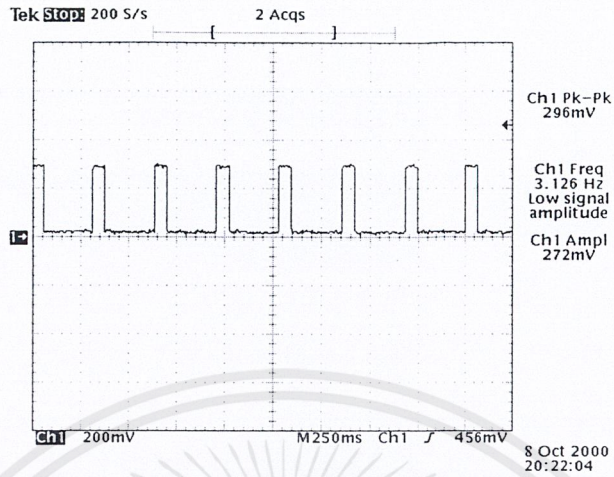
รูป 4.3 สัญญาณพัลส์จาก LM555



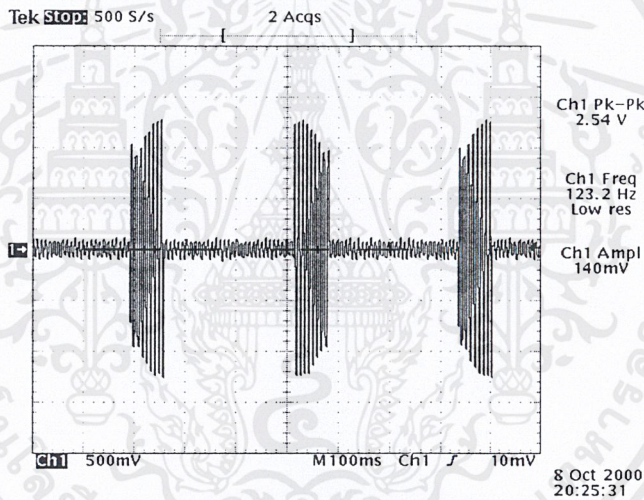
รูปที่ 4.4 สัญญาณ Busy Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณ Ring Back Tone

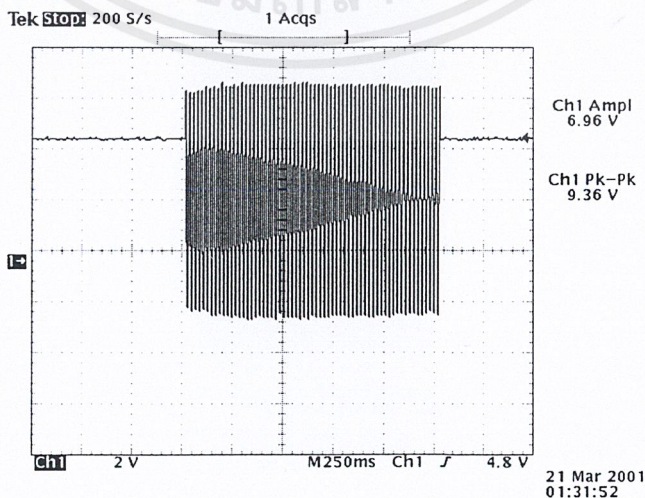


รูปที่ 4.5 สัญญาณพัลส์ จาก LM555



รูปที่ 4.6 สัญญาณ Ring Back Tone

4. สัญญาณ Ringing Tone



รูปที่ 4.7 สัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

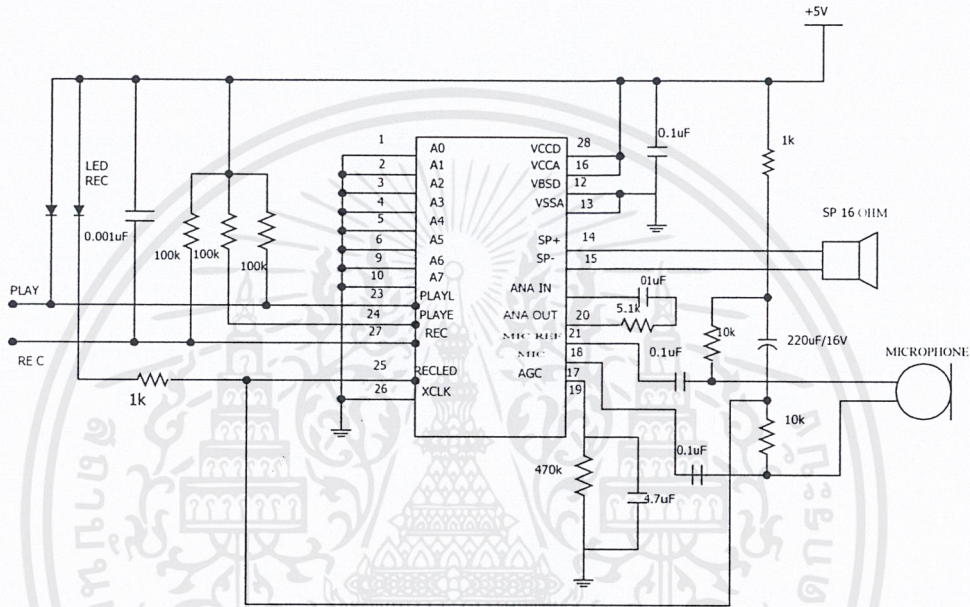
4.2 การทดลองวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

การทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูป 4.7

2.ทำการต่อสวิทช์ REC ลงกราวด์แล้วพูดใส่ไมโครโฟนเพื่อทำการบันทึกเสียงพูดจนกว่าไฟที่ REC LED ดับ

3.หลังจากนั้นต่อสวิทช์ PLAY ลงกราวด์ เพื่อฟังเสียงพูดที่ได้บันทึกไว้



รูปที่ 4.8 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ผลการทดลอง

จากการทดลองเราสามารถบันทึกเสียงได้นานประมาณ 20 วินาที หลังจากนั้น PLAY โดยเสียงที่ได้จากการบันทึกนั้นมีความคมชัดมาก และไม่มีเสียงรบกวน คุณภาพเสียงน่าจะใช้ได้ และสามารถทำการบันทึกใหม่ได้โดยไม่มีเสียงเดิมแทรกอยู่ เสียงที่บันทึกไว้ “ ระบบนี้เป็นระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ กดหมายเลขภายในที่ท่านต้องการ ”

4.3 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

การทดลอง

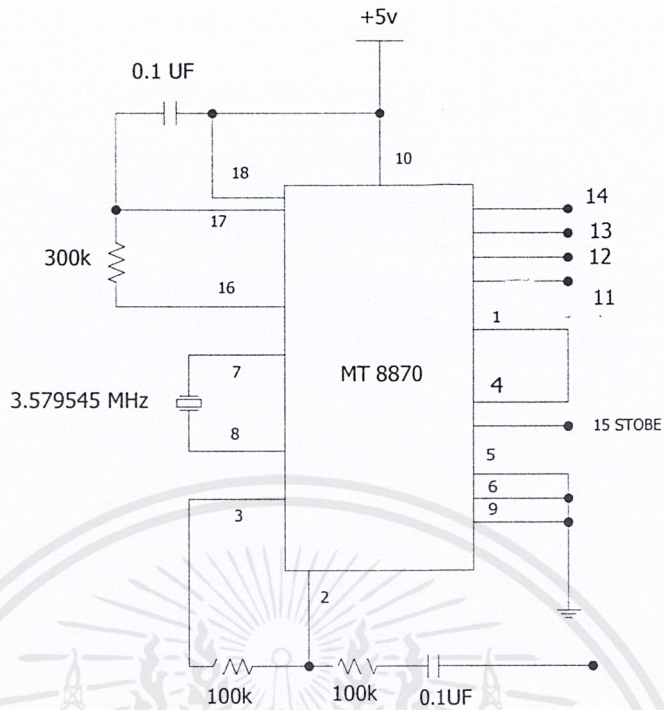
1.ต่อวงจรตามรูป 4.8

2.เอาคู่สายโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณ DTMF ไปต่อเข้ากับ INPUT

3.ทำการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์ แล้วทำการวัดที่ขา 11,12,13,14และบันทึกผลการทดลอง

4.ส่วนสัญญาณDTMF จากการกดปุ่มจะได้ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

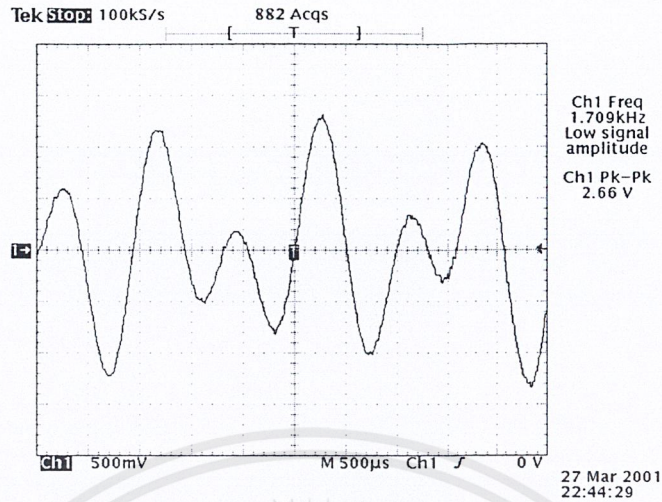


รูปที่ 4.9 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

ผลการทดลอง

หมายเลขที่กด	BCD CODE	หมายเลขที่กด	BCD CODE
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

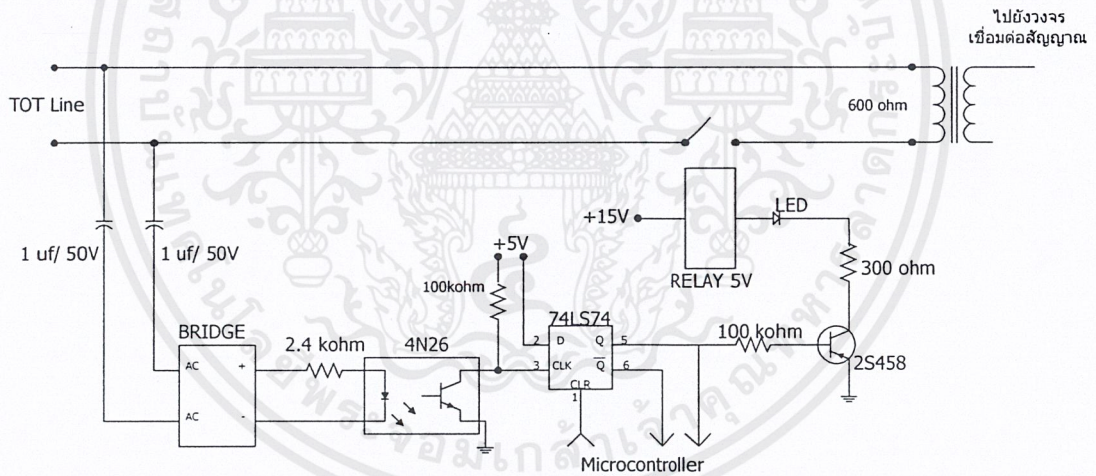
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 สัญญาณDTMF ที่ได้จากการกดหมายเลข

4.4 ทดลองวงจรตีเทคสัญญาณกระดิ่ง

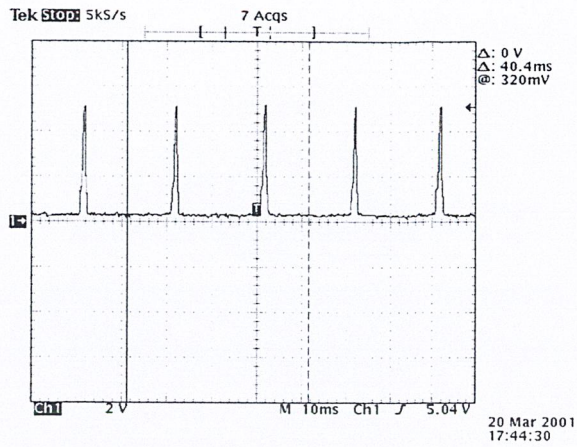
1. ทำการต่อวงจรดังรูป 4.9
2. ป้อนสัญญาณกระดิ่งที่ TOT Line



รูป 4.11 วงจรตีเทคสัญญาณกระดิ่ง

ผลการทดลอง

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาเราทำการจับสัญญาณที่ขา CLK ของ Dflip-flop จะได้สัญญาณ CLOCK ดังรูปซึ่งจะทำให้ Dflip-flop ทำงานและ ทรานซิสเตอร์นำกระแสทำให้ relay ทำงานต่อคู่สายองค์การ โทรศัพท์เข้ากับวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก

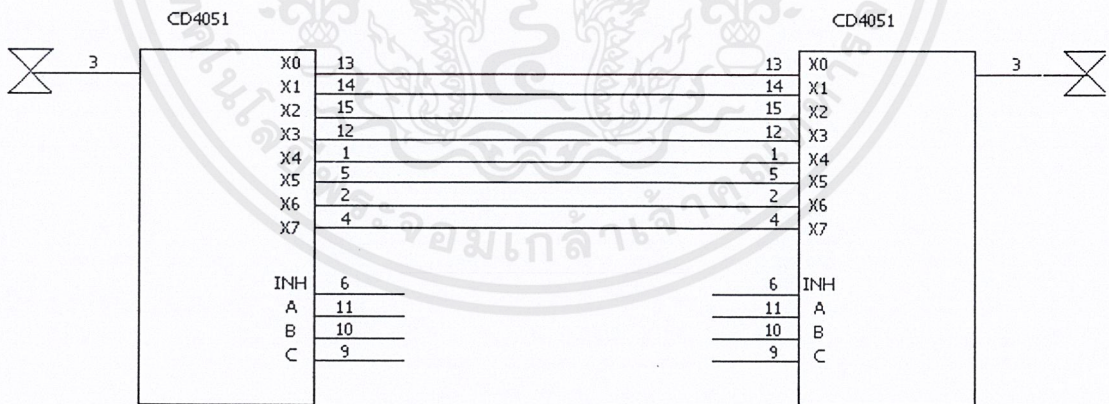


รูป 4.12 สัญญาณ Clock ซึ่งได้มาเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา

4.5 ทดลองวงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง

การทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป 4.12
2. ทำการป้อนสัญญาณเสียงเข้าที่อินพุต X ของไอซี CD4051 ตัวแรกต่อจากนั้นป้อนรหัสไบนารี เข้าที่ขาทั้ง 4 ของไอซี CD4051 ตัวแรกเป็น ลอจิก 0 หหมด
3. ต่อจากนั้นทำการวัดสัญญาณเสียงที่ขา x ของไอซี CD4051 ตัวที่สองแล้วทำการเปลี่ยนรหัสไบนารีที่ขาอินพุต ตามตาราง

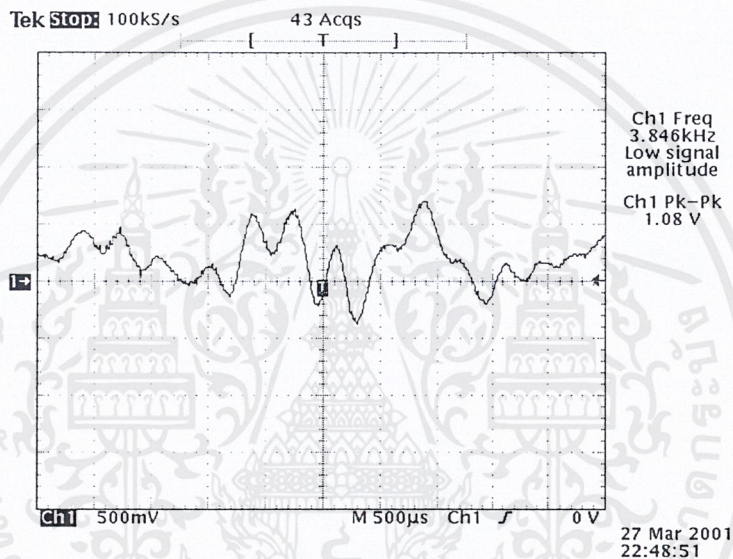


รูปที่ 4.13 การเชื่อม ไอซี CD4051

ผลการทดลอง

INHIBIT	C	B	A	OUTPUT CHANNEL
0	0	0	0	มีเสียง
0	0	0	1	ไม่มีเสียง

0	0	1	0	ไม่มีเสียง
0	0	1	1	ไม่มีเสียง
0	1	0	0	ไม่มีเสียง
0	1	0	1	ไม่มีเสียง
0	1	1	0	ไม่มีเสียง
0	1	1	1	ไม่มีเสียง
1	x	x	x	ไม่มีเสียง



รูปที่ 4.14 สัญญาณเสียงที่ผ่าน IC CD4051

จากผลการทดลองทำให้เห็นว่า CD4051 สามารถใช้ multiplex สัญญาณแบบอนาลอกได้โดยการควบคุมที่ขาอินพุทของไอซี เมื่อช่วงสัญญาณของไอซี on จะมีความต้านทานต่ำและเมื่อช่องสัญญาณของไอซี OFF จะมีความต้านทานสูง โดยเสียงที่ได้จากการทดสอบมีความชัดเจนและปราศจากสัญญาณรบกวน



รูปที่4.15 รูปถ่ายชิ้นงาน PABX

รูปที่4.16 รูปถ่ายชิ้นงาน PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

5.1 คุณสมบัติของโครงการ

โครงการนี้ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นบอร์ดวงจรส่วนต่างๆ ทำหน้าที่แตกต่างกัน ซอฟต์แวร์ (Software) เป็นโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี (Assembly) เขียนเพื่อควบคุมการทำงานของโครงการนี้

5.11 ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย

- ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง
- ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายนอก
- ส่วนเชื่อมต่อทางเดินเสียง
- ส่วนถอดรหัสสัญญาณ DTMF
- ส่วนกำเนิดสัญญาณเสียง
- ส่วนคอยรับอัตโนมัติ
- ส่วนเชื่อมต่อคู่สายภายใน
- ส่วนควบคุมระบบ
- ส่วนจ่ายไฟเลี้ยง

5.12 ซอฟต์แวร์

- โปรแกรมติดต่อคู่สายภายนอก
- โปรแกรมติดต่อคู่สายภายใน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการทดสอบการทำงานของวงจรมีปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. ในการจ่ายสัญญาณกระแสลับ 70 โวลต์เพื่อกำเนิดสัญญาณกระดิ่งขณะทดสอบทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ตัวอื่น
2. สัญญาณที่สนทนาผ่าน แมชชีงทรานฟอเมอร์ 600 โอห์มและผ่านส่วนเชื่อมต่อทางเดินเสียง ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนทำให้การสนทนาได้ยินไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยแปลงระบบ 2 Wire เป็น 4 wire และทำการขยายสัญญาณซึ่งจะทำให้สัญญาณมีคุณภาพดีขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ

1. สามารถเพิ่มจำนวนคู่สายภายนอกหรือเพิ่มคู่สายภายใน
2. สามารถพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันการทำงานได้มากกว่านี้โดยเพิ่มอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์และเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น

5.4 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงการ

1. ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
2. ได้รับความรู้เรื่องอิเล็กทรอนิกส์และภาษาแอสเซมบลี
3. ได้ประสบการณ์การทำงานร่วมกัน

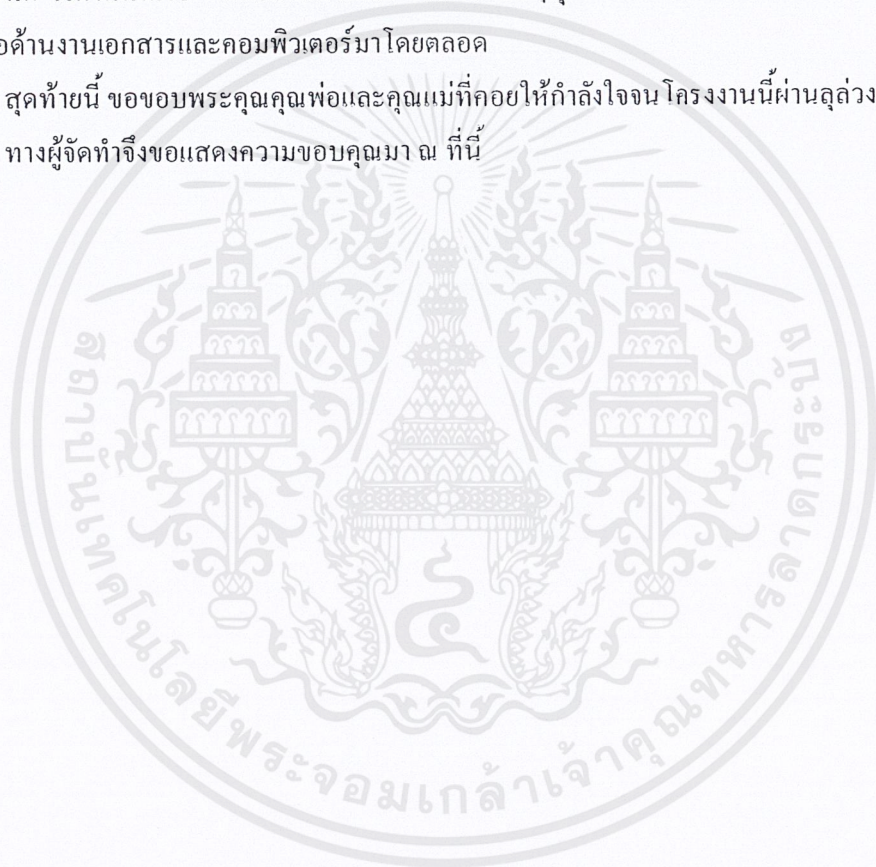
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงได้ หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลรอบข้าง โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาและพี่ๆนักศึกษาปริญญาโทคอยให้คำปรึกษา

นายอนุจิน ขวัญจิตพิทักษ์ ที่ให้คำแนะนำให้การเขียนแบบวงจร โดยใช้โปรแกรมVisio, นายวรวิธณ์ ทับทิมแสง ที่ให้ความช่วยเหลือด้านวงจรต่างๆ ,นายกมล ตั้งวัชรพงศ์ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในทุกๆด้าน , นายก่อ กิตติกรรมแห่งห้อง ISAG ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เอื้อเฟื้อเครื่องพิมพ์เพื่อทำรายงาน นายคมสันต์ เวศานนทเวช ที่คอยให้กำลังใจ และเพื่อนๆทุกคนที่ไม่ได้กล่าวถึงที่ให้ความห่วงใยและความช่วยเหลือด้านงานเอกสารและคอมพิวเตอร์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจจนโครงการนี้ผ่านลุล่วงมาได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำจึงขอแสดงความขอบคุณมา ณ ที่นี้

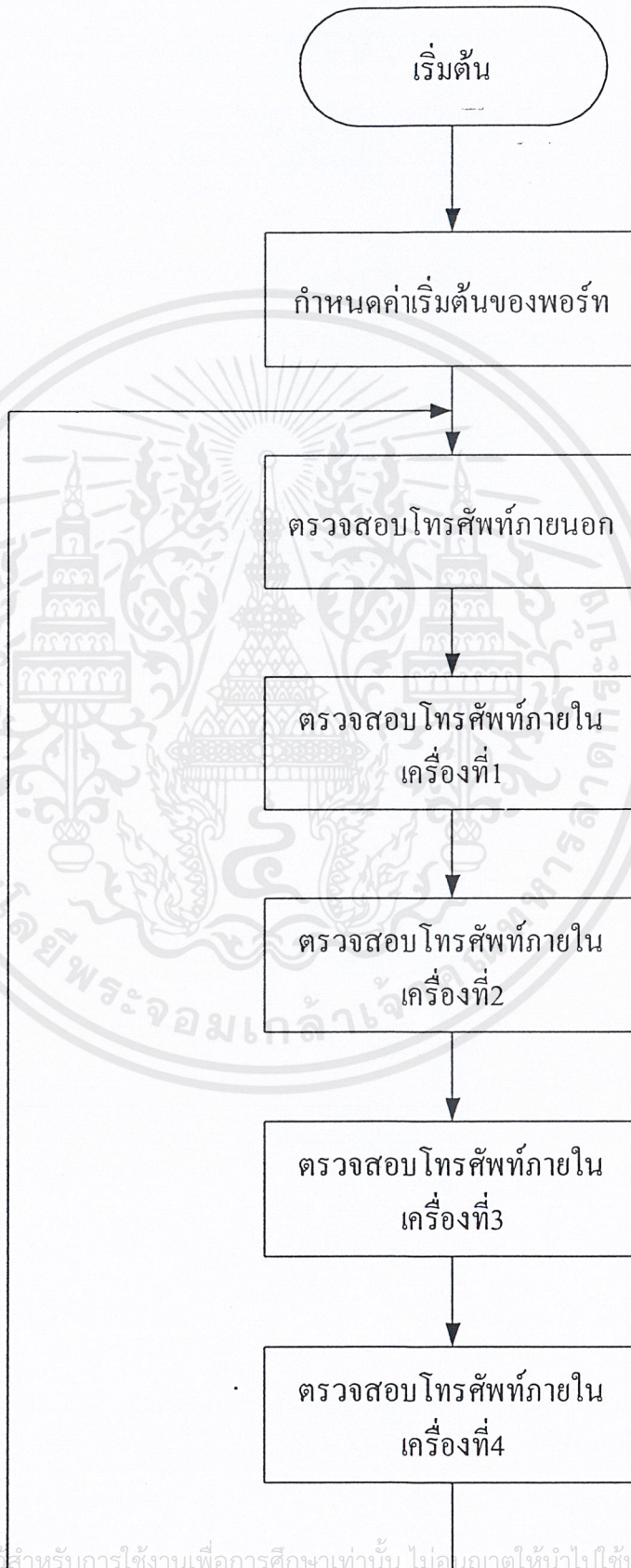


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



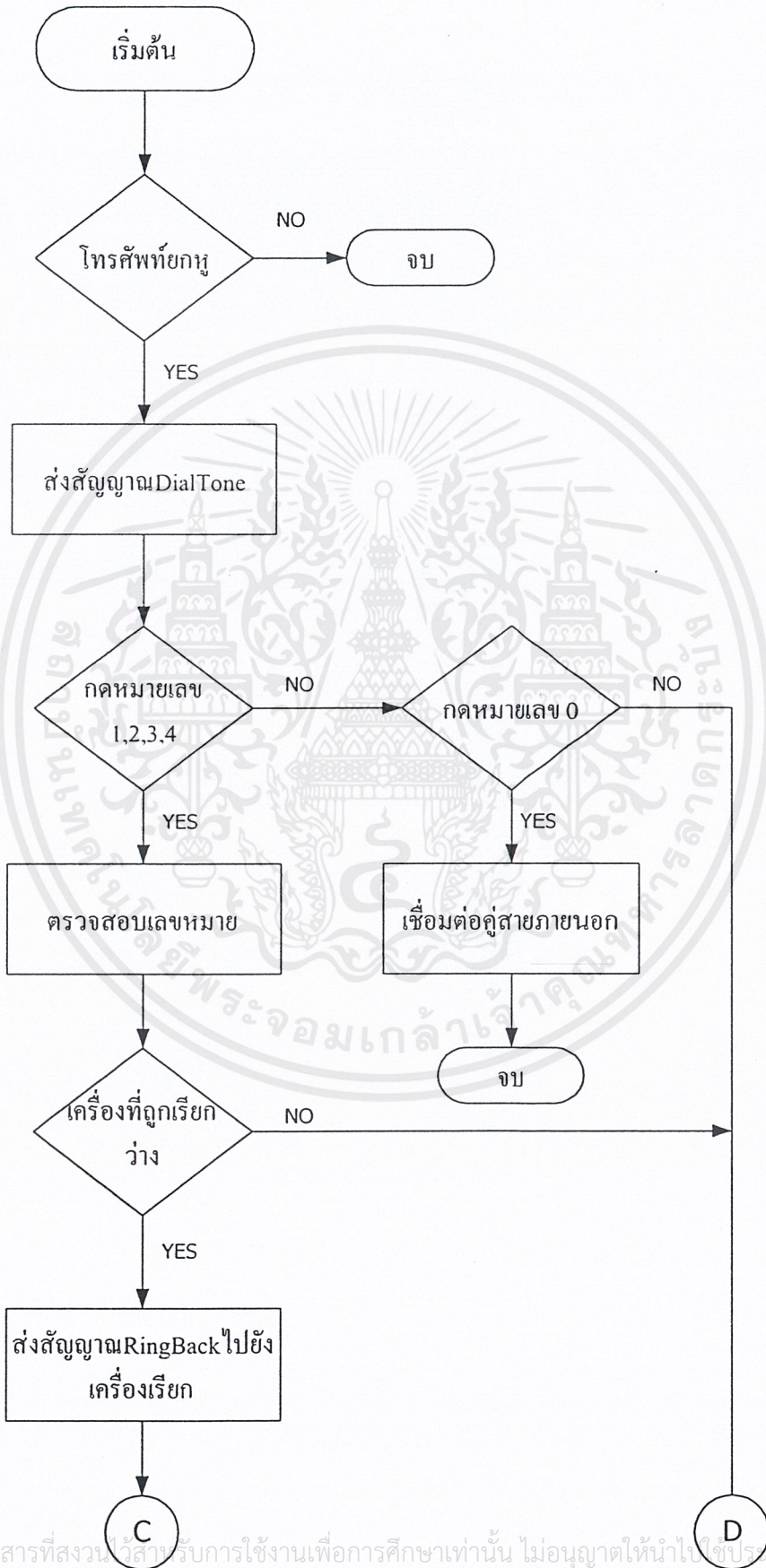
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

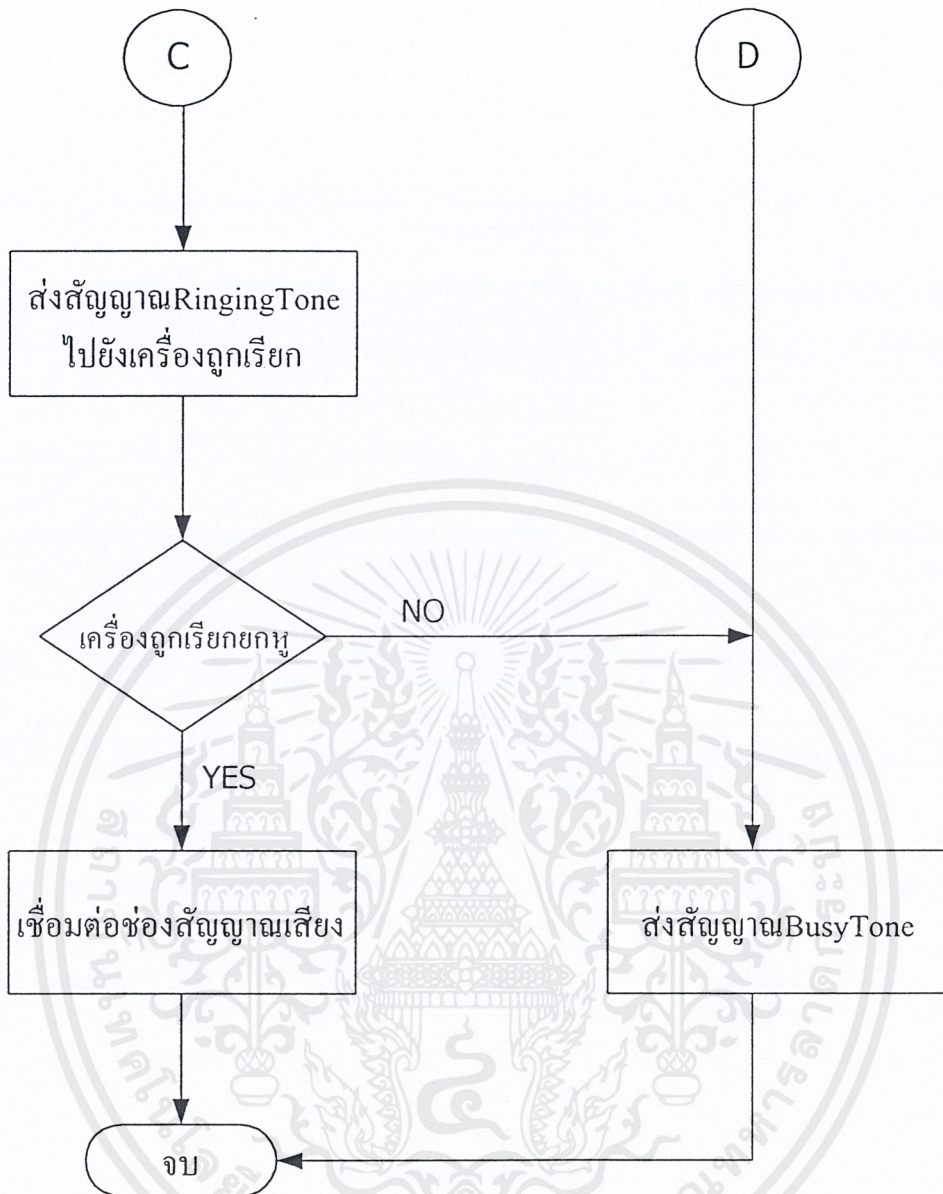
ระบบโปรแกรมหลักตู้สาขาอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

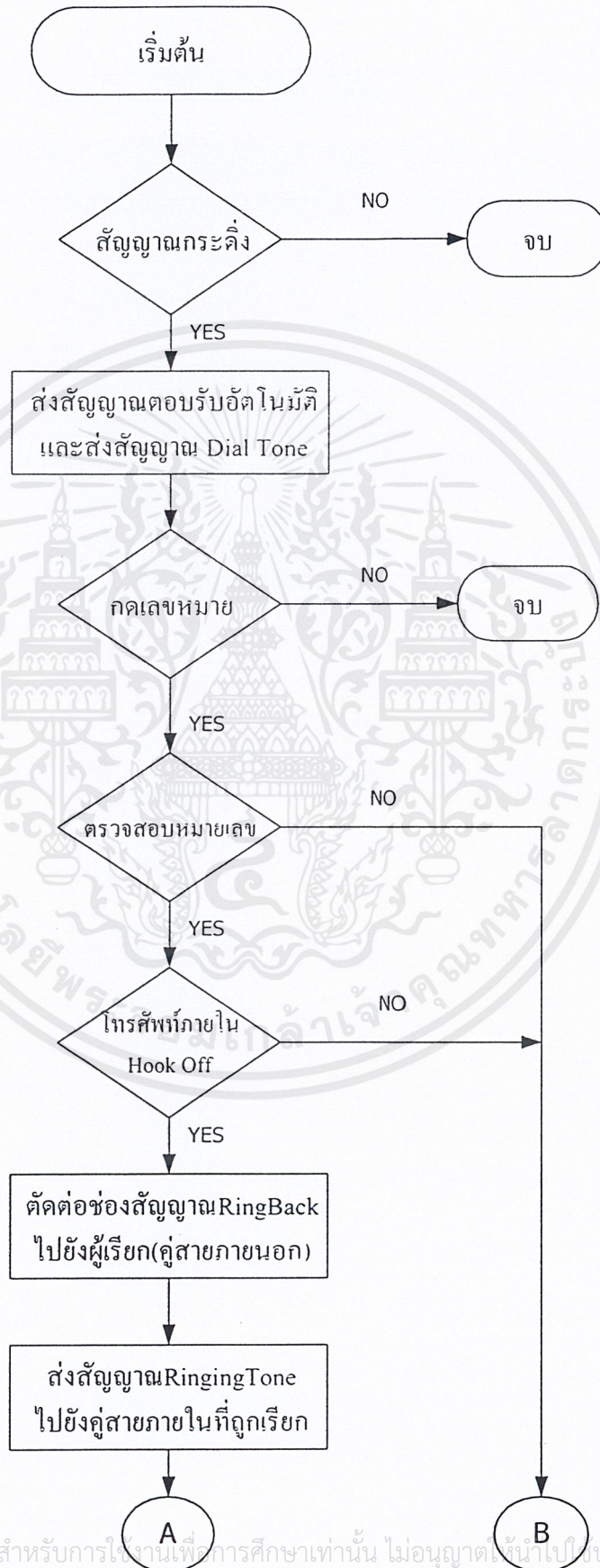
ระบบโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน



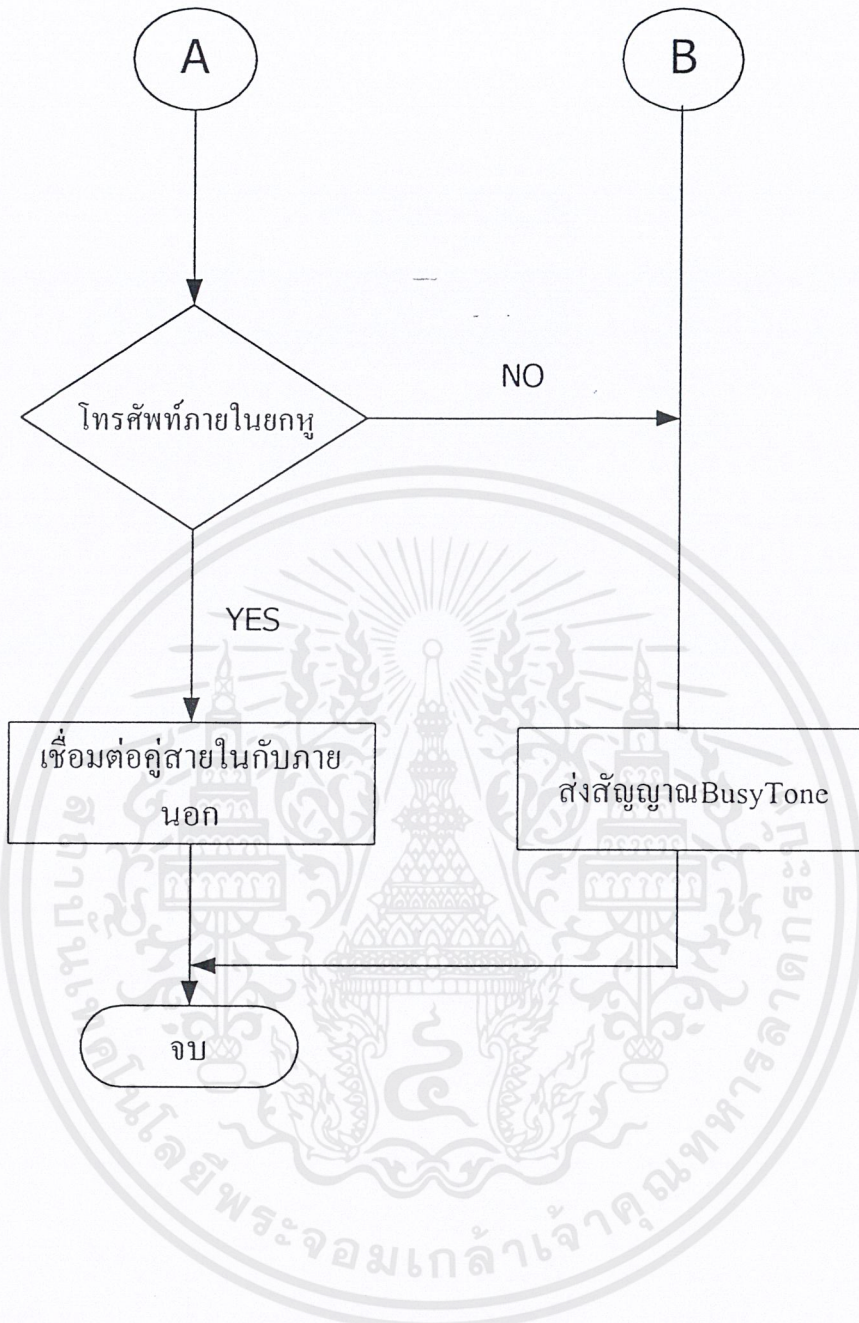


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโปรแกรมการติดต่อจากภายนอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
;
;
;   PABX 89C51 CONTROLLER
;
;
;*****

```

```

;USE 3 SET OF 8255

```

```

;8255 NO.1 IS USING FOR CONTROL CHANNEL

```

```

PORTA1 EQU 0E040H
PORTB1 EQU 0E041H
PORTC1 EQU 0E042H

```

```

;8255 NO.2 IS USING TO CHECK ON/OFF HOOK

```

```

PORTA2 EQU 0E044H ;INPUT USING TO CHECK ON/OFF HOOK 4 CH.
PORTB2 EQU 0E045H ;INPUT CHECK DTMF
PORTC2 EQU 0E046H ;OUTPUT USE TO CONTROL RINGING

```

```

;8255 NO.3 IS USING FOR CONTROL CHANNEL

```

```

PORTA3 EQU 0E048H ;BIT 0 OUTPUT CONTROL DETECT EXT. RING
CIRCUIT.
PORTB3 EQU 0E049H ;INPUT DETECT KEYPRESS
PORTC3 EQU 0E04AH ;OUTPUT CONTROL AUTO ANS. VOICE CKT.

```

```

ORG 0000H
CALL DELAY ; DELAY FOR 8255
CALL DELAY

```

```

;***** CONTROL PORT8255 *****

```

```

;INITIALIZE 8255

```

```

MOV DPTR,#0E043H ; CONTROL WORD A,B,C O/P
MOV A,#80H ; 8255-1
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E047H ; CONTROL WORD A,B I/P , C O/P
MOV A,#92H ; 8255-2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E04BH ; CONTROL WORD A,C O/P , B I/P
MOV A,#82H ; 8255-3
MOVX @DPTR,A

```

```

;***** INITIAL *****

```

```

MOV PSW,#00H
MOV SP,#2FH
MOV P1,#00H ;TURN OFF LED
MOV DPTR,#PORTA1 ;ANALOG MULTIPLEX CD4051 1,2
MOV A,#11H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB1 ; CD4051.3,4
MOV A,#88H

```

```

MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTC1 ; CD4051 5 (O/P)
MOV A,#08H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E046H ; RINGING CONTROL
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E048H ; PRESET1
MOV A,#01H

MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E04AH ; PLY1,CLR0
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
MOV DPTR,#0E04AH ; CLR1,PLY1
MOV A,#0CH
MOVX @DPTR,A
MOV R0,#00H ; SWITCH CH. STATUS (#00H,#FFH)
MOV R1,#01H ; TEL1 STATUS
MOV R2,#10H ; TEL2 STATUS
MOV R3,#08H ; TEL3 STATUS
MOV R4,#80H ; TEL4 STATUS
MOV B,#00H ; EXT. - INT. STATUS (#00H-#04H)

```

```
; ***** END INIT *****
```

```
;***** CHECK INCOMING CALL *****
```

CHECKOUT :

```

MOV DPTR,#0E049H ;DETECT RINGING
MOVX A,@DPTR
ANL A,#02H
CJNE A,#02H,CCKIN1 ;THERE IS A RING FROM EXT.
MOV A,B
CJNE A,#00H,CCKIN1
MOV DPTR,#0E04AH ;PLY0,CLR1
MOV A,#08H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E042H ;SEND AUTO ANSWER
MOV A,#06H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10           ;WAIT 10 SEC
MOV DPTR,#0E042H      ;WAIT DTMF
MOV A,#03H
MOVX @DPTR,A

STOBE:  MOV DPTR,#0E049H
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#01H
        CJNE A,#01H,STOBE
        MOV DPTR,#0E045H           ;CHECKDTMF
        MOVX A,@DPTR
        SJMP IN1

; DISCONNECT EXT.
X1:     MOV DPTR,#0E048H           ;PRESET1
        MOV A,#01H
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#0E04AH           ; PLY1,CLR0
        MOV A,#04H
        MOVX @DPTR,A
        CALL DELAY10
        CALL DELAY10
        MOV DPTR,#0E04AH           ; CLR1,PLY1
        MOV A,#0CH
        MOVX @DPTR,A
        MOV A,B
        CJNE A,#00H,CHA1
        SJMP CCKIN1

CHA1:   MOV A,R0
        CPL A
        MOV R0,A
        MOV B,#00H

CCKIN1: JMP CHECKIN1
IN1:    CJNE A,#01H,IN2
        MOV DPTR,#0E044H           ;CHECK1HOOKON
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#0EH
        CJNE A,#0EH,SENDRB1
        MOV DPTR,#0E042H           ;BUSYOUT BECAUSE 1HOOKON
        MOV A,#01H
        MOVX @DPTR,A
        CALL DELAY10
        CALL DELAY10
        CALL DELAY10
        SJMP X1

SENDRB1: MOV DPTR,#0E042H
        MOV A,#05H
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC2           ;RINGINGTO1
        MOV A,#02H

```

```

MOVX @DPTR, A

Z1: CALL DELAY
MOV DPTR, #0E044H ;CHECK1 HOOKON
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0EH
CJNE A, #0EH, Z1
MOV DPTR, #PORTC2 ;STOP RINGINGTO1
MOV A, #00H
MOVX @DPTR, A

OUTWITH1: MOV DPTR, #0E040H ;CONNECT1
CJNE R0, #00H, Q1
MOV R1, #00H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #0E042H
MOV A, #00H
MOVX @DPTR, A
JMP Q2

Q1: MOV R1, #02H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #0E042H
MOV A, #04H
MOVX @DPTR, A

Q2: MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
MOV B, #01H
JMP CHECKIN1

IN2: CJNE A, #02H, IN3
MOV DPTR, #0E044H ;CHECK2HOOKON
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0DH
CJNE A, #0DH, SENDRB2
MOV DPTR, #0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 2HOOKON
MOV A, #01H
MOVX @DPTR, A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
JMP X1

SENRB2: MOV DPTR, #0E042H
MOV A, #05H
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTC2 ;RINGINGTO2

```

```

MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
Z2 : CALL DELAY
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK2 HOOKON
MOVX A,@DPTR
ORL A,#0DH
CJNE A,#0DH,Z2
MOV DPTR,#PORTC2 ;STOP RINGINGTO2
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
OUTWITH2: MOV DPTR,#0E040H ;CONNECT2
CJNE R0,#00H,Q3
MOV R2,#00H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E042H
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
JMP Q4
Q3 : MOV R2,#20H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E042H
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
Q4 : MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
MOV B,#02H
JMP CHECKIN1

IN3 : CJNE A,#03H,IN4
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK3HOOKON
MOVX A,@DPTR
ORL A,#07H
CJNE A,#07H,SENDRB3
MOV DPTR,#0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 3HOOKON
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
JMP X1
SENDRB3: MOV DPTR,#0E042H
MOV A,#05H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTC2 ;RINGINGTO3
MOV A,#08H

```

```

Z3 :      MOVX @DPTR, A
          CALL  DELAY
          MOV   DPTR, #0E044H      ;CHECK3 HOOKON
          MOVX  A, @DPTR
          ORL   A, #07H
          CJNE  A, #07H, Z3
          MOV   DPTR, #PORTC2      ;STOP RINGINGTO2
          MOV   A, #00H
          MOVX  @DPTR, A
OUTWITH3: MOV   DPTR, #0E040H      ;CONNECT3
          CJNE  R0, #00H, Q5
          MOV   R3, #00H
          MOV   A, #00H
          ORL   A, R3
          ORL   A, R4
          MOVX  @DPTR, A
          MOV   DPTR, #0E042H
          MOV   A, #00H
          MOVX  @DPTR, A
          JMP   Q6
Q5 :      MOV   R3, #04H
          MOV   A, #00H
          ORL   A, R3
          ORL   A, R4
          MOVX  @DPTR, A
          MOV   DPTR, #0E042H
          MOV   A, #04H
          MOVX  @DPTR, A
Q6 :      MOV   A, R0
          CPL   A
          MOV   R0, A
          MOV   B, #03H
          JMP   CHECKIN1
IN4 :     CJNE  A, #04H, CHECKIN1
          MOV   DPTR, #0E044H      ;CHECK4HOOKON
          MOVX  A, @DPTR
          ORL   A, #0BH
          CJNE  A, #0BH, SENDRB4
          MOV   DPTR, #0E042H      ;BUSYOUT BECAUSE 4HOOKON
          MOV   A, #01H
          MOVX  @DPTR, A
          CALL  DELAY10
          CALL  DELAY10
          CALL  DELAY10
          JMP   X1
SENRB4 :  MOV   DPTR, #0E042H
          MOV   A, #05H
          MOVX  @DPTR, A
          MOV   DPTR, #PORTC2      ;RINGINGTO4
          MOV   A, #01H
          MOVX  @DPTR, A

```

```

Z4 :      CALL  DELAY
          MOV   DPTR,#0E044H      ;CHECK4 HOOKON
          MOVX  A,@DPTR
          ORL   A,#0BH
          CJNE  A,#0BH,Z4
          MOV   DPTR,#PORTC2      ;STOP RINGINGTO4
          MOV   A,#00H
          MOVX  @DPTR,A
OUTWITH4: MOV   DPTR,#0E040H      ;CONNECT4
          CJNE  R0,#00H,Q7
          MOV   R4,#00H
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R3
          ORL   A,R4
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#0E042H
          MOV   A,#00H
          MOVX  @DPTR,A
          JMP   Q8
Q7 :      MOV   R4,#40H
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R3
          ORL   A,R4
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#0E042H
          MOV   A,#04H
          MOVX  @DPTR,A
Q8 :      MOV   A,R0
          CPL   A
          MOV   R0,A
          MOV   B,#04H

```

;***** CHECKIN *****

```

CHECKIN1: CJNE  R1,#02H,M1
          JMP   CHECKIN2
M1 :      CJNE  R1,#00H,B1
          JMP   CHECKIN2
B1 :      CALL  DELAY
          MOV   DPTR,#PORTA2
          MOVX  A,@DPTR
          ORL   A,#0EH
          CJNE  A,#0EH,CHECKIN2
          MOV   R1,#0CH
          MOV   DPTR,#PORTA1      ;DIAL TONE
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R1
          ORL   A,R2
          MOVX  @DPTR,A
          JMP   STOBE1
CHECKIN2: CJNE  R2,#20H,M2
          JMP   CHECKIN3
M2 :      CJNE  R2,#00H,B2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

B2:      JMP    CHECKIN3
        CALL  DELAY
        MOV   DPTR,#PORTA2
        MOVX  A,@DPTR
        ORL   A,#0DH
        CJNE  A,#0DH,CHECKIN3
        MOV   R2,#0C0H
        MOV   DPTR,#PORTA1      ;DIAL TONE
        MOV   A,#00H
        ORL   A,R1
        ORL   A,R2
        MOVX  @DPTR,A
        JMP   STOBE2
CHECKIN3: CJNE  R3,#04H,M3
        JMP   CHECKIN4
M3:      CJNE  R3,#00H,B3
        JMP   CHECKIN4
B3:      CALL  DELAY
        MOV   DPTR,#PORTA2
        MOVX  A,@DPTR
        ORL   A,#07H
        CJNE  A,#07H,CHECKIN4
        MOV   R3,#03H
        MOV   A,#00H
        ORL   A,R3
        ORL   A,R4
        MOV   DPTR,#PORTB1      ;DIAL TONE
        MOVX  @DPTR,A
        JMP   STOBE3
CHECKIN4: CJNE  R4,#40H,M4
        JMP   CTALK
M4:      CJNE  R4,#00H,B4
        JMP   CTALK
B4:      CALL  DELAY
        MOV   DPTR,#PORTA2
        MOVX  A,@DPTR
        ORL   A,#0BH
        CJNE  A,#0BH,CTALK
        MOV   R4,#30H
        MOV   A,#00H
        ORL   A,R3
        ORL   A,R4
        MOV   DPTR,#PORTB1      ;DIAL TONE
        MOVX  @DPTR,A
        LJMP  STOBE4

CTALK:   MOV   A,B      ;INT.TALK CHECKING
        CJNE  A,#01H,I1
        JMP   A5      ;2-3,2-4,3-4
I1:      CJNE  A,#02H,I2
        JMP   A1      ;1-3,1-4,3-4
I2:      CJNE  A,#03H,I3
        JMP   A4      ;1-2,1-4,2-4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลับ ห้ามเผยแพร่หรือใช้เพื่อการเรียนการสอนโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

I3 :      CJNE  A,#04H,I4          ;NO NEED CHECKING OUT
I4 :      MOV   A,#00H
        ORL   A,R1
        ORL   A,R2
        CJNE  A,#22H,N1
        SJMP  N2
N1 :      CJNE  A,#00H,A1
N2 :      CALL  DELAY10
        MOV   DPTR,#PORTA2          ;CHECK IF DISCON
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        ANL  A,#02H
        CJNE  A,#02H,A2          ;TEL2 DISCON
        MOV   R2,#10H
        MOV   A,R0
        CPL  A
        MOV   R0,A
        JMP  BUSY1
CHEK1 :  JMP  CHECKIN1
A2 :      MOV   A,R7
        ANL  A,#01H
        CJNE  A,#01H,A5          ;TEL1 DISCON
        MOV   R1,#01H
        MOV   A,R0
        CPL  A
        MOV   R0,A
        JMP  BUSY2
A1 :      MOV   A,B
        CJNE  A,#03H,AAA
        JMP  A3
AAA :     MOV   A,#00H
        ORL  A,R1
        ORL  A,R3
        CJNE  A,#06H,N3
        SJMP  N4
N3 :      CJNE  A,#00H,A3
N4 :      CALL  DELAY10
        MOV   DPTR,#PORTA2          ;CHECK IF DISCON
        MOVX  A,@DPTR
        MOV   R7,A
        ANL  A,#08H
        CJNE  A,#08H,A4          ;TEL3 DISCON
        MOV   R3,#08H
        MOV   A,R0
        CPL  A
        MOV   R0,A
        JMP  BUSY1
A4 :      MOV   A,R7
        ANL  A,#01H
        CJNE  A,#01H,A5          ;TEL1 DISCON
        MOV   R1,#01H
        MOV   A,R0
        CPL  A

```

```

MOV R0,A
JMP BUSY3

A3: MOV A,B
CJNE A,#04H,I5
JMP A5

I5: MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R4
CJNE A,#42H,N5
SJMP N6

N5: CJNE A,#00H,A5
N6: CALL DELAY10
MOV DPTR,#PORTA2 ;CHECK IF DISCON
MOVX A,@DPTR
MOV R7,A
ANL A,#04H
CJNE A,#04H,A6 ;TEL4 DISCON
MOV R4,#80H
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP BUSY1

A6: MOV A,R7
ANL A,#01H
CJNE A,#01H,A5 ;TEL1 DISCON
MOV R1,#01H
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP BUSY4

; *****

A5: MOV A,B
CJNE A,#02H,L1
JMP A9

L1: CJNE A,#03H,L2
JMP A7

L2: MOV A,#00H
ORL A,R2
ORL A,R3
CJNE A,#24H,N7
SJMP N8

N7: CJNE A,#00H,A7
N8: CALL DELAY10
MOV DPTR,#PORTA2 ;CHECK IF DISCON
MOVX A,@DPTR
MOV R7,A
ANL A,#08H
CJNE A,#08H,A8 ;TEL3 DISCON
MOV R3,#08H
MOV A,R0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้ใช้ประกอบการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CPL    A
MOV    R0,A
JMP    BUSY2
A8 :   MOV    A,R7
        ANL    A,#02H
        CJNE   A,#02H,A9           ;TEL2 DISCON
        MOV    R2,#10H
        MOV    A,R0
        CPL    A
        MOV    R0,A
        JMP    BUSY3

A7 :   MOV    A,B
        CJNE   A,#04H,I6
        JMP    CTALKOUT
I6 :   MOV    A,#00H
        ORL    A,R2
        ORL    A,R4
        CJNE   A,#60H,N9
        SJMP   N10
N9 :   CJNE   A,#00H,A9
N10 :  CALL   DELAY
        MOV    DPTR,#PORTA2       ;CHECK IF DISCON
        MOVX   A,@DPTR
        MOV    R7,A
        ANL    A,#04H
        CJNE   A,#04H,A10       ;TEL4 DISCON
        MOV    R4,#80H
        MOV    A,R0
        CPL    A
        MOV    R0,A
        JMP    BUSY2
A10 :  MOV    A,R7
        ANL    A,#02H
        CJNE   A,#02H,A9           ;TEL2 DISCON
        MOV    R2,#10H
        MOV    A,R0
        CPL    A
        MOV    R0,A
        JMP    BUSY4
A9 :   MOV    A,B
        CJNE   A,#03H,L3
        JMP    CTALKOUT
L3 :   MOV    A,#00H
        ORL    A,R3
        ORL    A,R4
        CJNE   A,#44H,N11
        SJMP   N12
N11 :  CJNE   A,#00H,CTALKOUT
N12 :  CALL   DELAY
        MOV    DPTR,#PORTA2       ;CHECK IF DISCON
        MOVX   A,@DPTR

```

```

MOV R7,A
ANL A,#04H
CJNE A,#04H,A11 ;TEL4 DISCON
MOV R4,#80H
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP BUSY3
A11: MOV A,R7
ANL A,#08H
CJNE A,#08H,CTALKOUT ;TEL3 DISCON
MOV R3,#08H
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP BUSY4

CTALKOUT: MOV A,B
CJNE A,#00H,V1
JMP CHECKOUT
V1: CJNE A,#01H,V2
CALL DELAY10
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK1HOOKOFF
MOVX A,@DPTR
ANL A,#01H
CJNE A,#01H,X2
MOV DPTR,#0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 1 HOOKOFF
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10 CALL DELAY10
CALL DELAY10
MOV R1,#01H
JMP X1
X2: JMP CHECKIN1
V2: CJNE A,#02H,V3
CALL DELAY10
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK2HOOKOFF
MOVX A,@DPTR
ANL A,#02H
CJNE A,#02H,X3
MOV DPTR,#0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 2 HOOKOFF
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
MOV R2,#10H
JMP X1
X3: JMP CHECKIN1

```

V3: นี่เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL DELAY10
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK3HOOKOFF
MOVX A,@DPTR
ANL A,#08H
CJNE A,#08H,X4
MOV DPTR,#0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 3 HOOKOFF
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
MOV R3,#08H
JMP X1
X4 : JMP CHECKIN1
V4 : CJNE A,#04H,CCKOUT
CALL DELAY10
MOV DPTR,#0E044H ;CHECK4HOOKOFF
MOVX A,@DPTR
ANL A,#04H
CJNE A,#04H,X4
MOV DPTR,#0E042H ;BUSYOUT BECAUSE 4HOOKOFF
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY10
CALL DELAY10
CALL DELAY10
MOV R4,#80H
JMP X1
CCKOUT : JMP CCKOUT

TELOUT : MOV DPTR,#0E048H ;PRESET0
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E04AH ; PLY1,CLR1
MOV A,#0CH
MOVX @DPTR,A
MOV A,B
CJNE A,#01H,U1 ;TEL1
MOV A,R0
CJNE A,#00H,U2
MOV R1,#00H ;1ST CH.
MOV R7,#00H
SJMP U3
U2 : MOV R1,#02H ;2ST CH.
MOV R7,#04H
U3 : ORL A,R1
ORL A,R2
MOV DPTR,#0E040H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#0E042H
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A

```

```

MOV    A,R0
CPL    A
MOV    R0,A
JMP    CHECKIN1

U1:    CJNE  A,#02H,U4          ;TEL2
        MOV   A,R0
        CJNE  A,#00H,U5
        MOV   R2,#00H          ;1ST CH.
        MOV   R7,#00H
        SJMP  U6
U5:    MOV   R2,#20H          ;2ST CH.
        MOV   R7,#04H
U6:    ORL   A,R1
        ORL   A,R2
        MOV   DPTR,#0E040H
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   DPTR,#0E042H
        MOV   A,R7
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   A,R0
        CPL   A
        MOV   R0,A
        JMP   CHECKIN1

U4:    CJNE  A,#03H,U7          ;TEL3
        MOV   A,R0
        CJNE  A,#00H,U8
        MOV   R3,#00H          ;1ST CH.
        MOV   R7,#00H
        SJMP  U9
U8:    MOV   R3,#04H          ;2ST CH.
        MOV   R7,#04H
U9:    ORL   A,R3
        ORL   A,R4
        MOV   DPTR,#0E041H
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   DPTR,#0E042H
        MOV   A,R7
        MOVX  @DPTR,A
        MOV   A,R0
        CPL   A
        MOV   R0,A
        JMP   CHECKIN1

U7:    CJNE  A,#04H,CHCKOUT      ;TEL4
        MOV   A,R0
        CJNE  A,#00H,U10
        MOV   R4,#00H          ;1ST CH.
        MOV   R7,#00H
        SJMP  U11
U10:   MOV   R4,#40H          ;2ST CH.
        MOV   R7,#04H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

U11:      ORL   A, R3
          ORL   A, R4
          MOV   DPTR, #0E041H
          MOVX  @DPTR, A
          MOV   DPTR, #0E042H
          MOV   A, R7
          MOVX  @DPTR, A
          MOV   A, R0
          CPL   A
          MOV   R0, A
          JMP   CHECKIN1

```

```

CHECKOUT:  JMP   CHECKOUT

```

```

;***** TELEPHONE1 *****

```

```

STOBE1:   MOV   DPTR, #PORTB3
          MOVX  A, @DPTR
          ANL   A, #01H
          CJNE  A, #01H, K1

          MOV   DPTR, #PORTB2           ;DTMF DECODE
          MOVX  A, @DPTR
          CJNE  A, #01H, DTMF12        ;CHECK NUMBER

```

```

K1:       CALL  DELAY
          MOV   DPTR, #PORTA2
          MOVX  A, @DPTR
          ORL   A, #0EH
          CJNE  A, #0FH, STOBE1
          MOV   R1, #01H
          JMP   CHECKOUT

```

```

BUSY1:    MOV   R1, #08H
          MOV   A, #00H
          ORL   A, R1
          ORL   A, R2
          MOV   DPTR, #PORTA1
          MOVX  @DPTR, A

```

```

CHOLD1:   CALL  DELAY
          MOV   DPTR, #PORTA2
          MOVX  A, @DPTR
          ORL   A, #0EH
          CJNE  A, #0FH, CHOLD1
          MOV   R1, #01H
          JMP   CHECKOUT

```

```

DTMF12:   CJNE  A, #02H, DTMF13
          JMP   TEL12

```

```

DTMF13:   CJNE  A, #03H, DTMF14
          JMP   TEL13

```

```

DTMF14:   CJNE  A, #04H, DTMF10

```

```

        JMP     TEL14
DTMF10: CJNE   A, #0AH, BUSY1
        MOV    A, B
        CJNE   A, #00H, BUSY1
        MOV    B, #01H
        JMP    TELOUT

TEL12:  MOV    DPTR, #PORTA2           ; CHECK HOLD2
        MOVX   A, @DPTR
        ORL   A, #0DH
        CJNE   A, #0DH, C12
        JMP    BUSY1
C12:    CALL   DELAY
        MOV    DPTR, #PORTA2
        MOVX   A, @DPTR
        ORL   A, #0DH
        CJNE   A, #0DH, RB12
        MOV    DPTR, #PORTC2         ; STOP RINGINGTO2
        MOV    A, #00H
        MOVX   @DPTR, A
        MOV    DPTR, #PORTA1       ; CONNECT1-2
        CJNE   R0, #00H, H1
        MOV    R1, #00H
        MOV    R2, #00H
        MOV    A, #00H
        SJMP   H2
H1:     MOV    R1, #02H
        MOV    R2, #20H
        MOV    A, #22H
H2:     MOVX   @DPTR, A
        MOV    A, R0
        CPL   A
        MOV    R0, A
        JMP    CHECKOUT

RB12:   MOV    DPTR, #PORTA1           ; RINGBACKTO1
        MOV    R1, #0AH
        MOV    A, #00H
        ORL   A, R1
        ORL   A, R2
        MOVX   @DPTR, A
        MOV    DPTR, #PORTC2       ; RINGINGTO2
        MOV    A, #04H
        MOVX   @DPTR, A
        JMP    C12

TEL13:  MOV    DPTR, #PORTA2           ; CHECKHOLD3
        MOVX   A, @DPTR
        ORL   A, #07H
        CJNE   A, #07H, C13
        JMP    BUSY1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลับที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C13:      CALL  DELAY
          MOV   DPTR,#PORTA2
          MOVX  A,@DPTR
          ORL   A,#07H
          CJNE  A,#07H,RB13
          MOV   DPTR,#PORTC2           ;STOP RINGINGTO3
          MOV   A,#00H
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#PORTA1           ;CONNECT1-3
          CJNE  R0,#00H,H3
          MOV   R1,#00H
          MOV   R3,#00H
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R1
          ORL   A,R2
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#PORTB1
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R3
          ORL   A,R4
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   A,R0
          CPL   A
          MOV   R0,A
          JMP   CHECKOUT

H3:       MOV   R1,#02H
          MOV   R3,#04H
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R1
          ORL   A,R2
          MOV   DPTR,#PORTA1
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#PORTB1
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R3
          ORL   A,R4
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   A,R0
          CPL   A
          MOV   R0,A
          JMP   CHECKOUT

RB13:    MOV   DPTR,#PORTA1           ;RINGBACKTO1
          MOV   R1,#0AH
          MOV   A,#00H
          ORL   A,R1
          ORL   A,R2
          MOVX  @DPTR,A
          MOV   DPTR,#PORTC2           ;RINGINGTO3
          MOV   A,#08H
          MOVX  @DPTR,A
          JMP   C13

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

TEL14:    MOV    DPTR,#PORTA2                ;CHECKHOLD4
          MOVX   A,@DPTR
          ORL   A,#0BH
          CJNE  A,#0BH,C14
          JMP   BUSY1
C14:      CALL  DELAY
          MOV   DPTR,#PORTA2
          MOVX  A,@DPTR
          ORL  A,#0BH
          CJNE A,#0BH,RB14
          MOV  DPTR,#PORTC2                ;STOP RINGINGTO4
          MOV  A,#00H
          MOVX @DPTR,A
          MOV  DPTR,#PORTA1                ;CONNECT1-4
          CJNE R0,#00H,H4
          MOV  R1,#00H
          MOV  R4,#00H
          MOV  A,#00H
          ORL  A,R1
          ORL  A,R2
          MOVX @DPTR,A
          MOV  DPTR,#PORTB1
          MOV  A,#00H
          ORL  A,R3
          ORL  A,R4
          MOVX @DPTR,A
          MOV  A,R0
          CPL  A
          MOV  R0,A
          JMP  CHECKOUT
H4:       MOV  DPTR,#PORTA1
          MOV  R1,#02H
          MOV  R4,#40H
          MOV  A,#00H
          ORL  A,R1
          ORL  A,R2
          MOVX @DPTR,A
          MOV  DPTR,#PORTB1
          MOV  A,#00H
          ORL  A,R3
          ORL  A,R4
          MOVX @DPTR,A
          MOV  A,R0
          CPL  A
          MOV  R0,A
          JMP  CHECKOUT
RB14:    MOV  DPTR,#PORTA1                ;RINGBACKTO1
          MOV  R1,#0AH
          MOV  A,#00H
          ORL  A,R1
          ORL  A,R2
          MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#PORTC2          ;RINGINGTO4
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
JMP C14

```

;***** TELEPHONE2 *****

```

STOBE2:  MOV DPTR,#PORTB3
          MOVX A,@DPTR
          ANL A,#01H
          CJNE A,#01H,K2

```

```

          MOV DPTR,#PORTB2          ;DTMF DECODE
          MOVX A,@DPTR
          CJNE A,#02H,DTMF21      ;CHECK NUMBER

```

```

K2:      MOV DPTR,#PORTA2
          MOVX A,@DPTR
          ORL A,#0DH
          CJNE A,#0FH,STOBE2
          MOV R2,#10H
          JMP CHECKOUT

```

```

BUSY2:   MOV R2,#80H
          MOV A,#00H
          ORL A,R1
          ORL A,R2
          MOV DPTR,#PORTA1
          MOVX @DPTR,A

```

```

CHOLD2:  CALL DELAY
          MOV DPTR,#PORTA2
          MOVX A,@DPTR
          ORL A,#0DH
          CJNE A,#0FH,CHOLD2
          MOV R2,#10H
          JMP CHECKOUT

```

```

DTMF21:  CJNE A,#01H,DTMF23
          JMP TEL21

```

```

DTMF23:  CJNE A,#03H,DTMF24
          JMP TEL23

```

```

DTMF24:  CJNE A,#04H,DTMF20
          JMP TEL24

```

```

DTMF20:  CJNE A,#0AH,BUSY2
          MOV A,B
          CJNE A,#00H,BUSY2
          MOV B,#02H
          JMP TELOUT

```

```

TEL21:   MOV DPTR,#PORTA2          ;CHECKHOLD1
          MOVX A,@DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C21 :      CJNE  A, #0EH, C21
           JMP   BUSY2
           CALL  DELAY
           MOV   DPTR, #PORTA2
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #0EH
           CJNE  A, #0EH, RB21
           MOV   DPTR, #PORTC2      ; STOP RINGINGTO1
           MOV   A, #00H
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   DPTR, #PORTA1      ; CONNECT2 - 1
           CJNE  R0, #00H, J1
           MOV   R1, #00H
           MOV   R2, #00H
           MOV   A, #00H
J1 :      MOV   R1, #02H
           MOV   R2, #20H
           MOV   A, #22H
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   A, R0
           CPL   A
           MOV   R0, A
           JMP   CHECKOUT
RB21 :     MOV   DPTR, #PORTA1      ; RINGBACKTO2
           MOV   R2, #0A0H
           MOV   A, #00H
           ORL   A, R1
           ORL   A, R2
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   DPTR, #PORTC2      ; RINGINGTO1
           MOV   A, #02H
           MOVX  @DPTR, A
           JMP   C21
TEL23 :   MOV   DPTR, #PORTA2      ; CHECKHOLD3
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #07H
           CJNE  A, #07H, C23
           JMP   BUSY2
C23 :     CALL  DELAY
           MOV   DPTR, #PORTA2
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #07H
           CJNE  A, #07H, RB23
           MOV   DPTR, #PORTC2      ; STOP RINGINGTO3
           MOV   A, #00H
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   DPTR, #PORTA1      ; CONNECT2 - 3
           CJNE  R0, #00H, J2
           MOV   R2, #00H
           MOV   R3, #00H
           MOV   A, #00H
           ORL   A, R1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ORL   A, R2
MOVX  @DPTR, A
MOV   DPTR, #PORTB1
MOV   A, #00H
ORL   A, R3
ORL   A, R4
MOVX  @DPTR, A
MOV   A, R0
CPL   A
MOV   R0, A
JMP   CHECKOUT
J2:   MOV   R2, #20H
      MOV   R3, #04H
      MOV   A, #00H
      ORL   A, R1
      ORL   A, R2
      MOV   DPTR, #PORTA1
      MOVX  @DPTR, A
      MOV   DPTR, #PORTB1
      MOV   A, #00H
      ORL   A, R3
      ORL   A, R4
      MOVX  @DPTR, A
      MOV   A, R0
      CPL   A
      MOV   R0, A
      JMP   CHECKOUT
RB23: MOV   DPTR, #PORTA1           ;RINGBACKTO2
      MOV   R2, #0A0H
      MOV   A, #00H
      ORL   A, R1
      ORL   A, R2
      MOVX  @DPTR, A
      MOV   DPTR, #PORTC2         ;RINGINGTO3
      MOV   A, #08H
      MOVX  @DPTR, A
      JMP   C23
TEL24: MOV   DPTR, #PORTA2           ;CHECKHOLD4
      MOVX  A, @DPTR
      ORL   A, #0BH
      CJNE  A, #0BH, C24
      JMP   BUSY2
C24:  CALL  DELAY
      MOV   DPTR, #PORTA2
      MOVX  A, @DPTR
      ORL   A, #0BH
      CJNE  A, #0BH, RB24
      MOV   DPTR, #PORTC2         ;STOP RINGINGTO4
      MOV   A, #00H
      MOVX  @DPTR, A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR,#PORTA1 ;CONNECT2-4
CJNE R0,#00H,J3
MOV R2,#00H
MOV R4,#00H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB1
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP CHECKOUT

```

J3 :

```

MOV R2,#20H
MOV R4,#40H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOV DPTR,#PORTA1
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB1
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP CHECKOUT

```

RB24 :

```

MOV DPTR,#PORTA1 ;RINGBACKTO2
MOV R2,#0A0H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTC2 ;RINGINGTO4
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
JMP C24

```

;***** TELEPHONE3 *****

```

STOBE3 : MOV DPTR,#PORTB3
MOVX A,@DPTR
ANL A,#01H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A, #01H, K3

MOV DPTR, #PORTB2 ;DTMF DECODE
MOVX A, @DPTR
CJNE A, #03H, DTMF31 ;CHECK NUMBER
K3: MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #07H
CJNE A, #0FH, STOBE3
MOV R3, #08H
JMP CHECKOUT

BUSY3: MOV R3, #01H
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOV DPTR, #PORTB1
MOVX @DPTR, A
CHOLD3: CALL DELAY
MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #07H
CJNE A, #0FH, CHOLD3
MOV R3, #08H
JMP CHECKOUT

DTMF31: CJNE A, #01H, DTMF32
JMP TEL31
DTMF32: CJNE A, #02H, DTMF34
JMP TEL32
DTMF34: CJNE A, #04H, DTMF30
JMP TEL34
DTMF30: CJNE A, #0AH, BUSY3
MOV A, B
CJNE A, #00H, BUSY3
MOV B, #03H
JMP TELOUT

TEL31: MOV DPTR, #PORTA2 ;CHECKHOLD1
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0EH
CJNE A, #0EH, C31
JMP BUSY3
C31: CALL DELAY
MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0EH
CJNE A, #0EH, RB31
MOV DPTR, #PORTC2 ;STOP RINGINGTO1
MOV A, #00H
MOVX @DPTR, A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV DPTR, #PORTA1 ;CONNECT3-1
CJNE R0, #00H, J4
MOV R1, #00H
MOV R3, #00H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
J4: MOV DPTR, #PORTA1
MOV R1, #02H
MOV R3, #04H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
RB31: MOV DPTR, #PORTB1 ;RINGBACKTO3
MOV R3, #05H
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTC2 ;RINGINGTO1
MOV A, #02H
MOVX @DPTR, A
JMP C31

TEL32 MOV DPTR, #PORTA2 ;CHECKHOLD2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0DH
CJNE A, #0DH, C32
JMP BUSY3
C32: CALL DELAY
MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0DH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A,#0DH,RB32
MOV DPTR,#PORTC2 ;STOP RINGINGTO2
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTA1 ;CONNECT3-2
CJNE R0,#00H,J5
MOV R2,#00H
MOV R3,#00H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB1
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP CHECKOUT
J5 : MOV DPTR,#PORTA1
MOV R2,#20H
MOV R3,#04H
MOV A,#00H
ORL A,R1
ORL A,R2
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTB1
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP CHECKOUT
RB32 : MOV DPTR,#PORTB1 ;RINGBACKTO3
MOV R3,#05H
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTC2 ;RINGINGTO2
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
JMP C32

```

```

TEL34 : MOV DPTR,#PORTA2 ;CHECKHOLD4
MOVX A,@DPTR
ORL A,#0BH
CJNE A,#0BH,C34

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C34:    JMP    BUSY3
        CALL  DELAY
        MOV   DPTR, #PORTA2
        MOVX  A, @DPTR
        ORL   A, #0BH
        CJNE  A, #0BH, RB34
        MOV   DPTR, #PORTC2           ;STOP RINGINGTO4
        MOV   A, #00H
        MOVX  @DPTR, A
        MOV   DPTR, #PORTB1         ;CONNECT3-4
        CJNE  A, #00H, J6
        MOV   R3, #00H
        MOV   R4, #00H
        MOV   A, #00H
        SJMP  J7
J6:     MOV   R3, #04H
        MOV   R4, #40H
        MOV   A, #44H
J7:     MOVX  @DPTR, A
        MOV   A, R0
        CPL   A
        MOV   R0, A
        JMP   CHECKOUT
RB34:   MOV   DPTR, #PORTB1           ;RINGBACKTO3
        MOV   R3, #05H
        MOV   A, #00H
        ORL   A, R3
        ORL   A, R4
        MOVX  @DPTR, A
        MOV   DPTR, #PORTC2         ;RINGINGTO4
        MOV   A, #01H
        MOVX  @DPTR, A
        JMP   C34

```

;***** TELEPHONE4 *****

```

STOBE4:  MOV   DPTR, #PORTB3
        MOVX  A, @DPTR
        ANL  A, #01H
        CJNE  A, #01H, K4

        MOV   DPTR, #PORTB2           ;DTMF DECODE
        MOVX  A, @DPTR
        CJNE  A, #04H, DTMF41         ;CHECK NUMBER

K4:     MOV   DPTR, #PORTA2
        MOVX  A, @DPTR
        ORL   A, #0BH
        CJNE  A, #0FH, STOBE4
        MOV   R4, #80H
        JMP   CHECKOUT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BUSY4 :    MOV    R4, #10H
           MOV    A, #00H
           ORL   A, R3
           ORL   A, R4
           MOV   DPTR, #PORTB1
           MOVX  @DPTR, A

CHOLD4 :   CALL  DELAY
           MOV   DPTR, #PORTA2
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #0BH
           CJNE  A, #0FH, CHOLD4
           MOV   R4, #80H
           JMP   CHECKOUT

DTMF41 :   CJNE  A, #01H, DTMF42
           JMP   TEL41
DTMF42 :   CJNE  A, #02H, DTMF43
           JMP   TEL42
DTMF43 :   CJNE  A, #03H, DTMF40
           JMP   TEL43
DTMF40 :   CJNE  A, #0AH, BUSY4
           MOV   A, B
           CJNE  A, #00H, BUSY4
           MOV   B, #04H
           JMP   TELOUT

TEL41 :    MOV   DPTR, #PORTA2 ; CHECKHOLD1
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #0EH
           CJNE  A, #0EH, C41
           JMP   BUSY4

C41 :      CALL  DELAY
           MOV   DPTR, #PORTA2
           MOVX  A, @DPTR
           ORL   A, #0EH
           CJNE  A, #0EH, RB41
           MOV   DPTR, #PORTC2 ; STOP RINGINGTO1
           MOV   A, #00H
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   DPTR, #PORTA1 ; CONNECT4 - 1
           CJNE  R0, #00H, J8
           MOV   R1, #00H
           MOV   R4, #00H
           MOV   A, #00H
           ORL   A, R1
           ORL   A, R2
           MOVX  @DPTR, A
           MOV   DPTR, #PORTB1
           MOV   A, #00H
           ORL   A, R3
           ORL   A, R4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
J8 : MOV DPTR, #PORTA1
MOV R1, #02H
MOV R4, #40H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
RB41 : MOV DPTR, #PORTB1 ;RINGBACKTO4
MOV R4, #50H
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTC2 ;RINGINGTO1
MOV A, #02H
MOVX @DPTR, A
JMP C41

TEL42 : MOV DPTR, #PORTA2 ;CHECKHOLD2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0DH
CJNE A, #0DH, C42
JMP BUSY4

C42 : CALL DELAY
MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #0DH
CJNE A, #0DH, RB42
MOV DPTR, #PORTC2 ;STOP RINGINGTO2
MOV A, #00H
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTA1 ;CONNECT4-2
CJNE R0, #00H, J9
MOV R2, #00H
MOV R4, #00H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
J9 : MOV DPTR, #PORTA1 ;CONNECT4-2
MOV R2, #20H
MOV R4, #40H
MOV A, #00H
ORL A, R1
ORL A, R2
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV A, R0
CPL A
MOV R0, A
JMP CHECKOUT
RB42 : MOV DPTR, #PORTB1 ;RINGBACKTO4
MOV R4, #50H
MOV A, #00H
ORL A, R3
ORL A, R4
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTC2 ;RINGINGTO2
MOV A, #04H
MOVX @DPTR, A
JMP C42

TEL43 : MOV DPTR, #PORTA2 ;CHECKHOLD3
MOVX A, @DPTR
ORL A, #07H
CJNE A, #07H, C43
JMP BUSY4
C43 : CALL DELAY
MOV DPTR, #PORTA2
MOVX A, @DPTR
ORL A, #07H
CJNE A, #07H, RB43
MOV DPTR, #PORTC2 ;STOP RINGINGTO3
MOV A, #00H
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, #PORTB1 ;CONNECT4-3
CJNE R0, #00H, J10

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV R3,#00H
MOV R4,#00H
MOV A,#00H
SJMP J11
J10: MOV R3,#04H
MOV R4,#40H
MOV A,#44H
J11: MOVX @DPTR,A
MOV A,R0
CPL A
MOV R0,A
JMP CHECKOUT
RB43: MOV DPTR,#PORTB1 ;RINGBACKTO4
MOV R4,#50H
MOV A,#00H
ORL A,R3
ORL A,R4
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#PORTC2 ;RINGINGTO3
MOV A,#08H
MOVX @DPTR,A
JMP C43

; DELAY 1 S
DELAY10: MOV R5,#10
DEL: MOV R6,#179
DE: MOV R7,0
DJNZ R7,$
DJNZ R6,DE
DJNZ R5,DEL
RET

; DELAY 20 mS
DELAY: MOV R5,#08H
DEL2: MOV R6,#00H
DEL1: DJNZ R6,DEL1
DJNZ R5,DEL2
RET

END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DM74LS138 • DM74LS139 Decoder/Demultiplexer

General Description

These Schottky-clamped circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications, requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When used with high-speed memories, the delay times of these decoders are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The DM74LS138 decodes one-of-eight lines, based upon the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented with no external inverters, and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The DM74LS139 comprises two separate two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs, presenting only one normalized load to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design.

Features

- Designed specifically for high speed:
 - Memory decoders
 - Data transmission systems
- DM74LS138 3-to-8-line decoders incorporates 3 enable inputs to simplify cascading and/or data reception
- DM74LS139 contains two fully independent 2-to-4-line decoders/demultiplexers
- Schottky clamped for high performance
- Typical propagation delay (3 levels of logic)

DM74LS138	21 ns
DM74LS139	21 ns
- Typical power dissipation

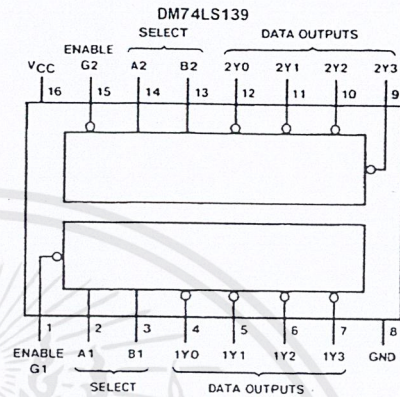
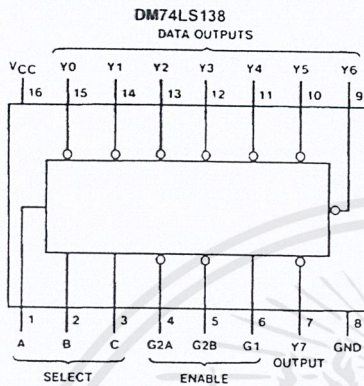
DM74LS138	32 mW
DM74LS139	34 mW

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS138M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS138SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS138N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
DM74LS139M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS139SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS139N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagrams



Function Tables

DM74LS138

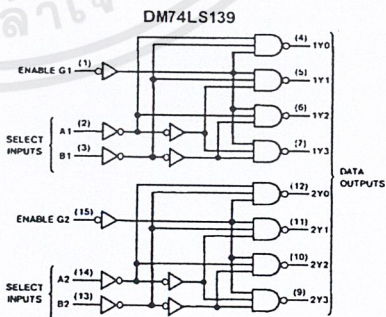
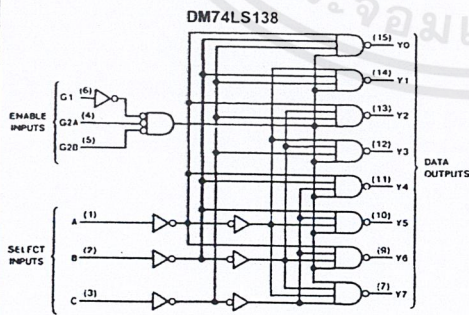
Inputs			Outputs										
Enable		Select											
G1	G2 (Note 1)	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	
H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	

DM74LS139

Inputs			Outputs				
Enable		Select					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	
H	X	X	H	H	H	H	
L	L	L	L	H	H	H	
L	L	H	H	L	H	H	
L	H	L	H	H	L	H	
L	H	H	H	H	H	L	

H = HIGH Level
L = LOW Level
X = Don't Care
Note 1: G2 = G2A + G2B

Logic Diagrams



Absolute Maximum Ratings^(Note 2)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0 °C to +70 °C
Storage Temperature Range	-65 °C to +150 °C

Note 2: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

DM74LS138 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

DM74LS138 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IL} = Max, V _{IH} = Min	2.7	3.4		V
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IL} = Max, V _{IH} = Min		0.35	0.5	V
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.25	0.4	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 7V			0.1	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	µA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.36	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 4)	-20		-100	mA
I _{CC}	Supply Current	V _{CC} = Max (Note 5)		6.3	10	mA

Note 3: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25 °C.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 5: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

DM74LS138 Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25 °C

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	R _L = 2 kΩ				Units
				C _L = 15 pF		C _L = 50 pF		
				Min	Max	Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	3		28		40	ns

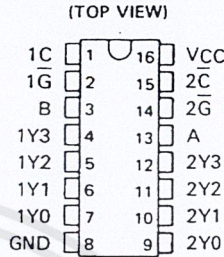
SN74155, SN74156, SN74LS155A, SN74LS156,
SN74155, SN74156, SN74LS155A, SN74LS156
DUAL 2-LINE TO 4-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS

MARCH 1974 — REVISED MARCH 1988

- Applications:
 - Dual 2-to 4-Line Decoder
 - Dual 1-to 4-Line Demultiplexer
 - 3-to 8-Line Decoder
 - 1-to 8-Line Demultiplexer

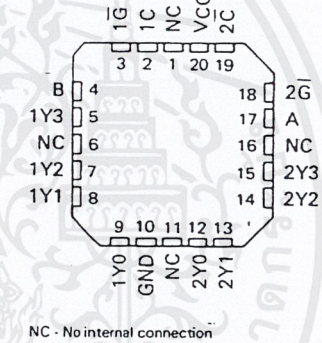
SN54155, SN54156, SN54LS155A,
SN54LS156 . . . J OR W PACKAGE
SN74155, SN74156 . . . N PACKAGE
SN74LS155A, SN74LS156 . . . D OR N PACKAGE

- Individual Strobes Simplify Cascading for Decoding or Demultiplexing Larger Words
- Input Clamping Diodes Simplify System Design
- Choice of Outputs:
 - Totem Pole ('155, 'LS155A)
 - Open-Collector ('156, 'LS156)



TYPES	TYPICAL AVERAGE PROPAGATION DELAY 3 GATE LEVELS	TYPICAL POWER DISSIPATION
'155, '156	21 ns	125 mW
'LS155A	18 ns	31 mW
'LS156	32 ns	31 mW

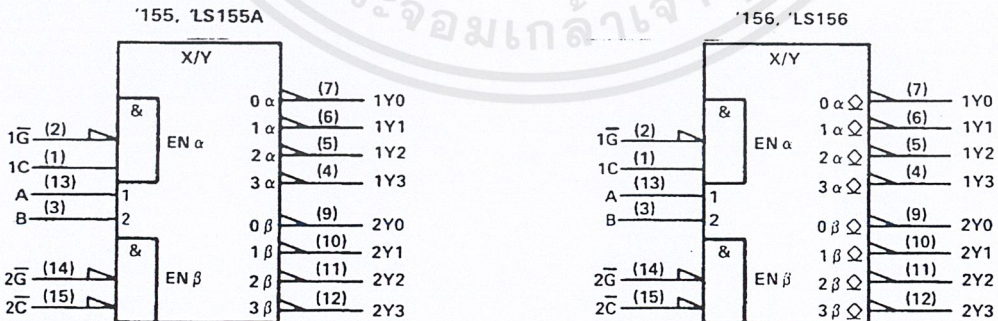
SN54LS155A, SN54LS156 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



description

These monolithic transistor-transistor-logic (TTL) circuits feature dual 1-line-to-4-line demultiplexers with individual strobes and common binary-address inputs in a single 16-pin package. When both sections are enabled by the strobes, the common binary-address inputs sequentially select and route associated input data to the appropriate output of each section. The individual strobes permit activating or inhibiting each of the 4-bit sections as desired. Data applied to input 1C is inverted at its outputs and data applied at 2C is not inverted through its outputs. The inverter following the 1C data input permits use as a 3-to-8-line decoder or 1-to-8-line demultiplexer without external gating. Input clamping diodes are provided on all of these circuits to minimize transmission-line effects and simplify system design.

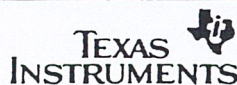
logic symbols (2-line to 4-line decoder)[†]



[†] These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12. For alternative symbols for other applications, see the following page.

Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

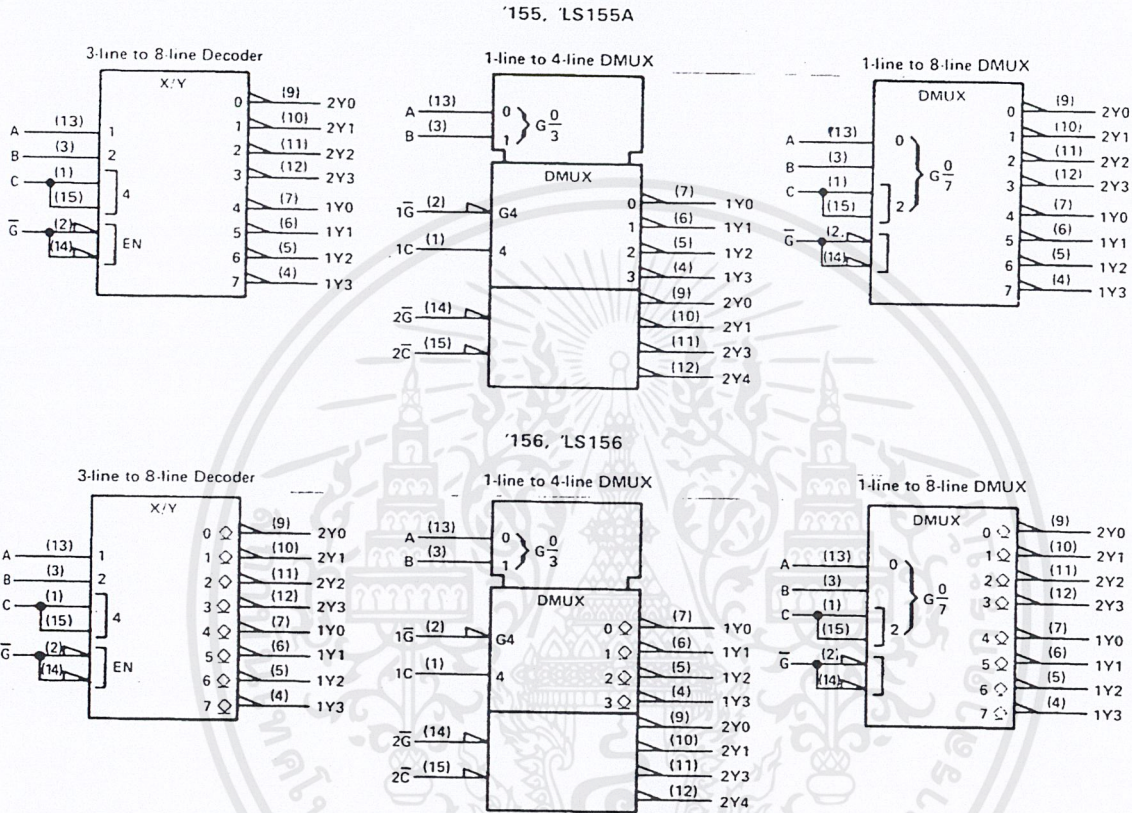


POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

2-475

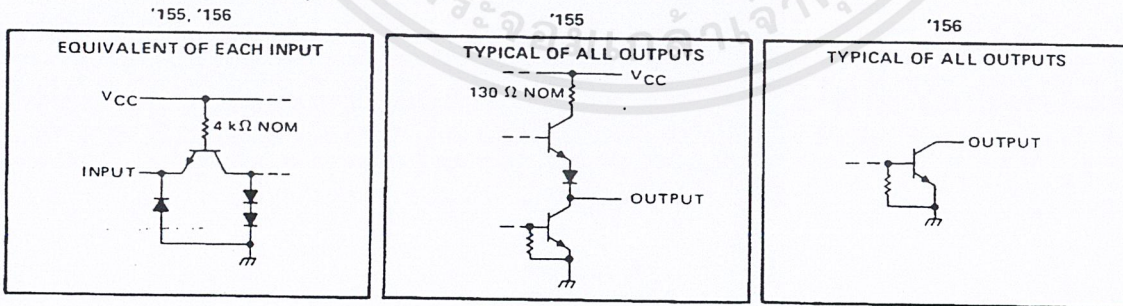
**SN54155, SN54156, SN54LS155A, SN54LS156,
SN74155, SN74156, SN74LS155A, SN74LS156
DUAL 2-LINE TO 4-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS**

additional logic symbols (alternatives)[†]



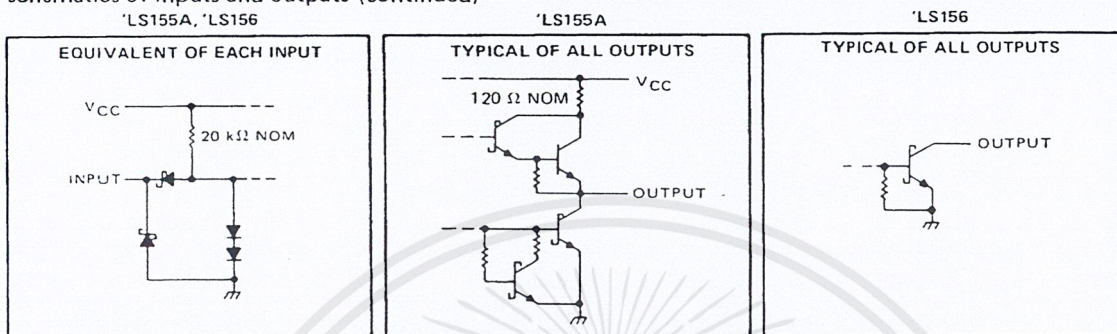
[†]These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

schematics of inputs and outputs

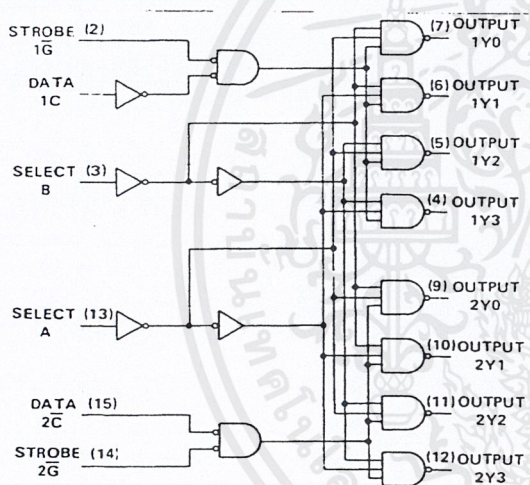


**SN54155, SN54156, SN54LS155A, SN54LS156,
SN74155, SN74156, SN74LS155A, SN74LS156
DUAL 2-LINE TO 4-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS**

schematics of inputs and outputs (continued)



logic diagram (positive logic)



FUNCTION TABLES
2-LINE-TO-4-LINE DECODER
OR 1-LINE-TO-4-LINE DEMULTIPLEXER

SELECT		STROBE	DATA	OUTPUTS			
B	A	1G	1C	1Y0	1Y1	1Y2	1Y3
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H
L	H	L	H	L	H	H	H
H	L	L	H	H	H	L	H
H	H	L	H	H	H	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H

SELECT		STROBE	DATA	OUTPUTS			
B	A	2G	2C	2Y0	2Y1	2Y2	2Y3
X	X	H	X	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H
L	H	L	L	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H
H	H	L	L	H	H	H	L
X	X	X	H	H	H	H	H

FUNCTION TABLE
3-LINE-TO-8-LINE DECODER
OR 1-LINE-TO-8-LINE DEMULTIPLEXER

SELECT			STROBE OR DATA	OUTPUTS							
C†	B	A	G‡	(0) 2Y0	(1) 2Y1	(2) 2Y2	(3) 2Y3	(4) 1Y0	(5) 1Y1	(6) 1Y2	(7) 1Y3
X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	L

†C = inputs 1C and 2C connected together
‡G = inputs 1G and 2G connected together
H = high level, L = low level, X = irrelevant

2
TTL Devices

DM74LS74A

Dual Positive-Edge-Triggered D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs

General Description

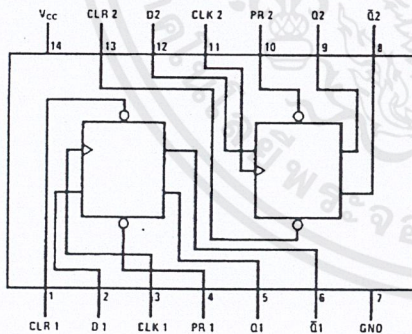
This device contains two independent positive-edge-triggered D flip-flops with complementary outputs. The information on the D input is accepted by the flip-flops on the positive going edge of the clock pulse. The triggering occurs at a voltage level and is not directly related to the transition time of the rising edge of the clock. The data on the D input may be changed while the clock is LOW or HIGH without affecting the outputs as long as the data setup and hold times are not violated. A low logic level on the preset or clear inputs will set or reset the outputs regardless of the logic levels of the other inputs.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS74AM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS85ASJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS74AN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter 'X' to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

Inputs				Outputs	
PR	CLR	CLK	D	Q	\bar{Q}
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H (Note 1)	H (Note 1)
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	\bar{Q}_0

H = HIGH Logic Level
X = Either LOW or HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level
↑ = Positive-going Transition
 Q_0 = The output logic level of Q before the indicated input conditions were established.

Note 1: This configuration is nonstable; that is, it will not persist when either the preset and/or clear inputs return to their inactive (HIGH) level

Absolute Maximum Ratings^(Note 2)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0 °C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 2: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 3)	0		25	MHz
f _{CLK}	Clock Frequency (Note 4)	0		20	MHz
t _w	Pulse Width (Note 3)	Clock HIGH	18		ns
		Preset LOW	15		
		Clear LOW	15		
t _w	Pulse Width (Note 4)	Clock HIGH	25		ns
		Preset LOW	20		
		Clear LOW	20		
t _{SU}	Setup Time (Note 3)(Note 5)	20 ↑			ns
t _{SU}	Setup Time (Note 4)(Note 5)	25 ↑			ns
t _H	Hold Time (Note 5)(Note 6)	0 ↑			ns
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 3: C_L = 15 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C, and V_{CC} = 5V.

Note 4: C_L = 50 pF, R_L = 2 kΩ, T_A = 25°C, and V_{CC} = 5V.

Note 5: The symbol (↑) indicates the rising edge of the clock pulse is used for reference.

Note 6: T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 7)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$, $V_{IH} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$, $V_{IH} = \text{Min}$ $I_{OL} = 4 \text{ mA}$, $V_{CC} = \text{Min}$		0.35 0.25	0.5 0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 7\text{V}$			0.1 0.1 0.2 0.2	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 2.7\text{V}$			20 20 40 40	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_I = 0.4\text{V}$			-0.4 -0.4 -0.8 -0.8	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 8)	-20		-100	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 9)		±	8	mA

Note 7: All typicals are at $V_{CC} = 5\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 8: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second. For devices with feedback on the outputs, where shorting the outputs to ground may cause the outputs to change logic state an equivalent test may be performed where $V_I = 2.125\text{V}$ with the minimum and maximum limits reduced by one half from their stated values. This is very useful when using automatic test equipment.

Note 9: With all outputs OPEN, I_{CC} is measured with CLOCK grounded after setting the Q and \bar{Q} outputs HIGH in turn.

Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5\text{V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$				Units
			$C_L = 15 \text{ pF}$		$C_L = 50 \text{ pF}$		
			Min	Max	Min	Max	
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency		25		20		MHz
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Clock to Q or \bar{Q}		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Clock to Q or \bar{Q}		30		35	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Preset to Q		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Preset to \bar{Q}		30		35	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Clear to \bar{Q}		25		35	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Clear to Q		30		35	ns

DM74LS08 Quad 2-Input AND Gates

General Description

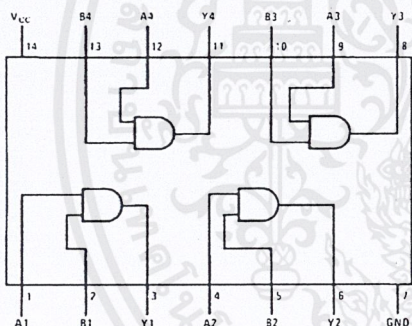
This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS08M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS08SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS08N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

DM74LS04 Hex Inverting Gates

General Description

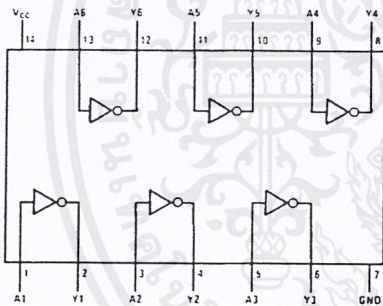
This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS04M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS04SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS04N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter 'X' to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$$Y = \bar{A}$$

Input	Output
A	Y
L	H
H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Features

- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

ISSUE 5

March 1997

Ordering Information

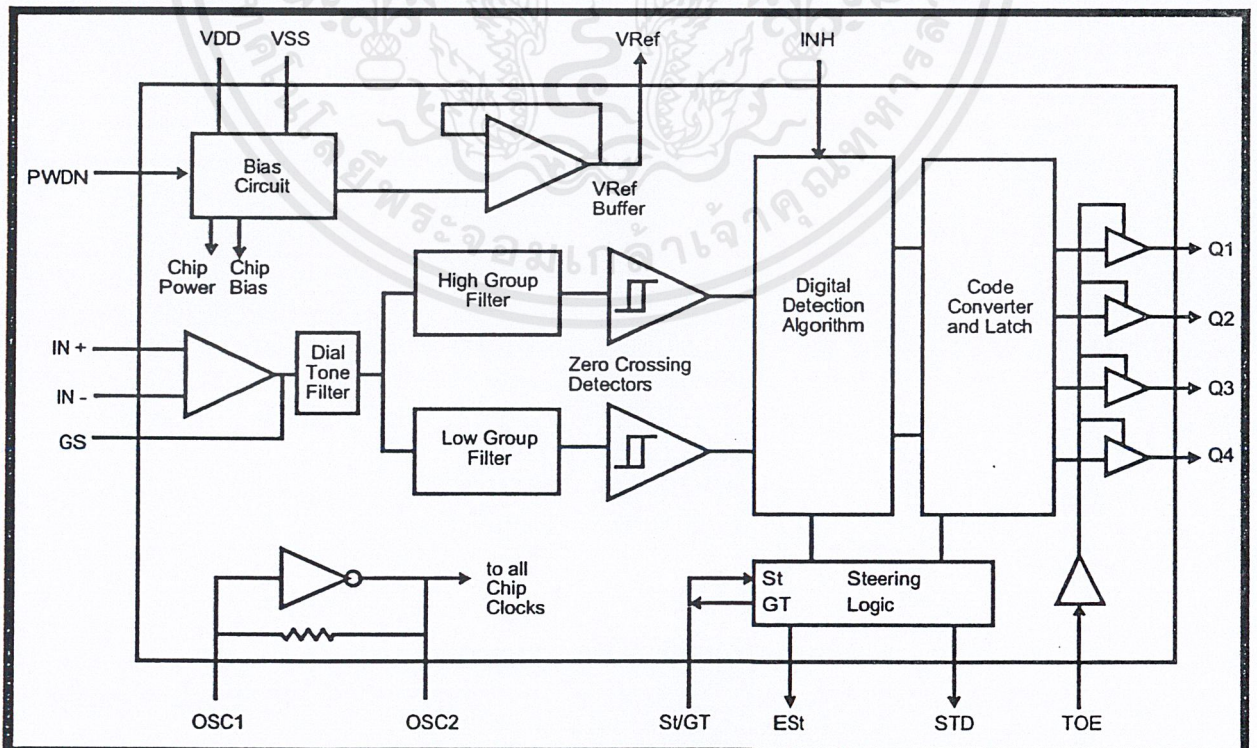
MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

Applications

- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

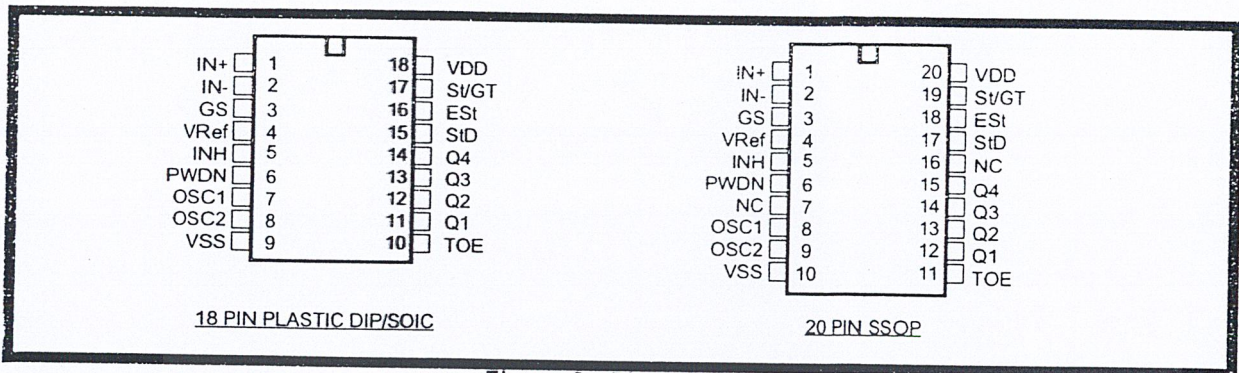


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V _{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V _{SS}	Ground (Input). 0V typical.
10	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V _{TSI} .
16	18	Est	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause Est to return to a logic low.
17	19	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{TSI} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TSI} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of Est and the voltage on St.
18	20	V _{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

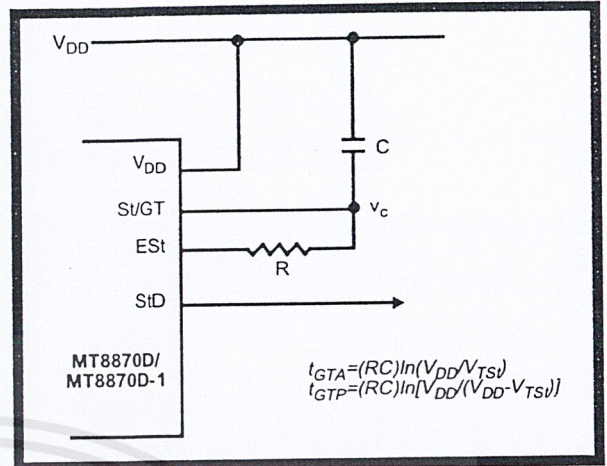


Figure 4 - Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by EST. A logic high on EST causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

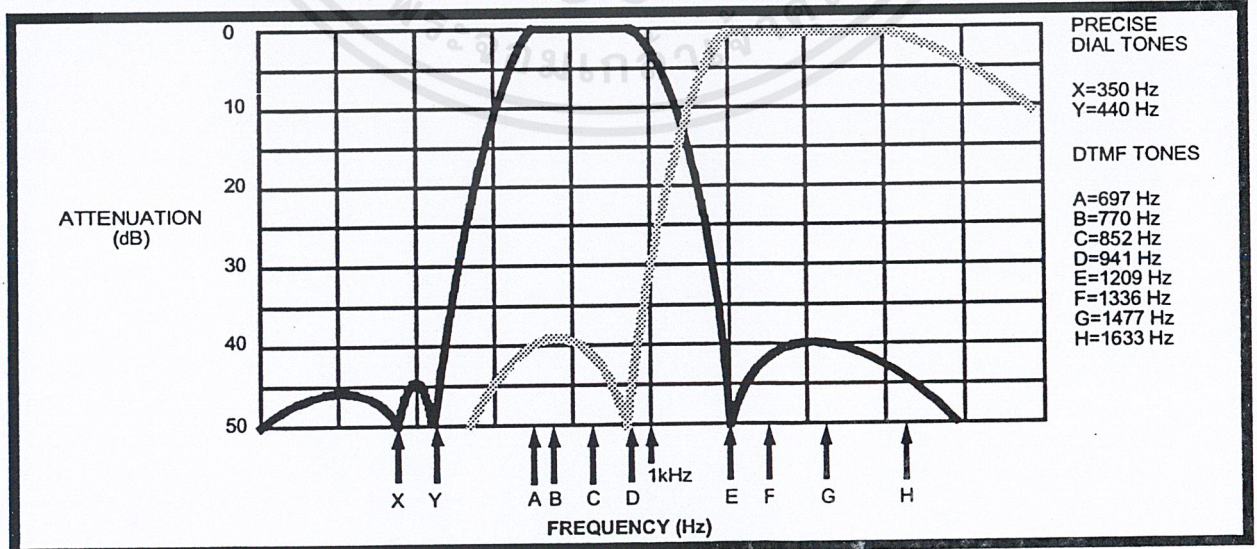


Figure 3 - Filter Response

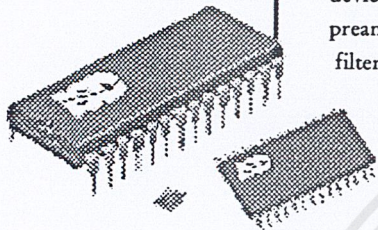


Product Brief

ChipCorder®

ISD1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
16- and 20-Seconds Durations



The ISD1400 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short-duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons and a power source.

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.

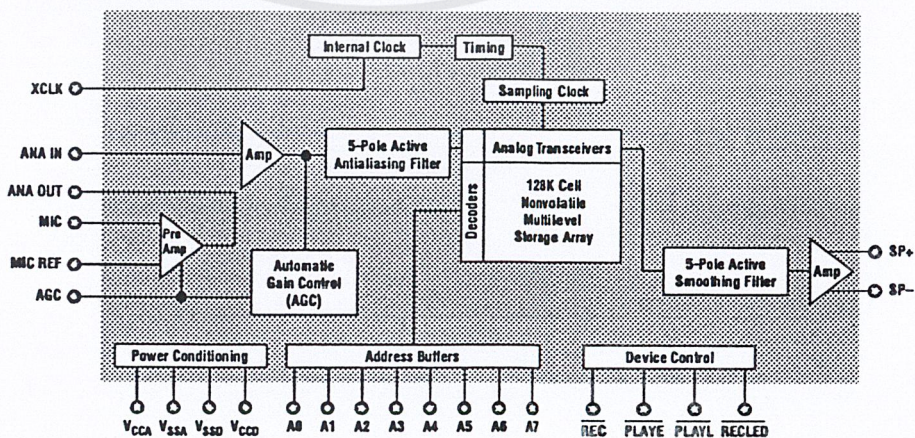
ISD1400 SERIES CAN BE USED IN VARIOUS APPLICATIONS:

- Toys
- Portable recorders
- Point of sale displays
- Promotional items
- Novelties
- Telephone answering machines
- Greeting cards
- Warning signs
- PBXs
- Security systems

FEATURES

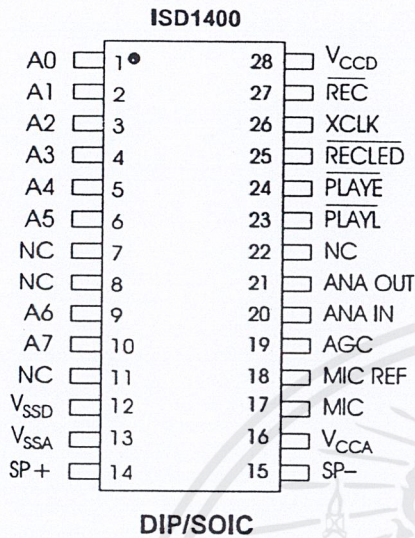
- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Push-button interface
- Playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 16 and 20 seconds
- Automatic power-down mode
- Enters standby mode immediately following a record or playback cycle
- Standby current 0.5 μ A (typical)
- Zero-power message storage
- Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply
- 100,000 record cycles (typical)
- Available in die form, PDIP and SOIC packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

ISD1400 SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1: ISD1400 Series Pinouts



NOTE: NC means must Not Connect.

PIN DESCRIPTION

NOTE The $\overline{\text{REC}}$ signal is debounced for 50 ms on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.

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

Analog and digital circuits internal to the ISD1400 series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

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

Similar to V_{CCA} and V_{CCD}, the analog and digital circuits internal to the ISD1400 series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device.

RECORD (REC)

The $\overline{\text{REC}}$ input is an active-LOW record signal. The device records whenever $\overline{\text{REC}}$ is LOW. This signal must remain LOW for the duration of the recording. $\overline{\text{REC}}$ takes precedence over either playback ($\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$) signal. If $\overline{\text{REC}}$ is pulled LOW during a playback cycle, the playback immediately ceases and recording begins.

A record cycle is completed when $\overline{\text{REC}}$ is pulled HIGH or the memory space is filled.

An end-of-message marker (EOM) is internally recorded, enabling a subsequent playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when $\overline{\text{REC}}$ goes HIGH.

PLAYBACK, EDGE-ACTIVATED (PLAYE)

When a LOW-going transition is detected on this input signal, a playback cycle begins. Playback continues until an EOM is encountered or the end of the memory space is reached. Upon completion of the playback cycle, the device automatically powers down into standby mode. Taking $\overline{\text{PLAYE}}$ HIGH during a playback cycle will not terminate the current cycle.

PLAYBACK, LEVEL-ACTIVATED (PLAYL)

When this input signal transitions from HIGH to LOW, a playback cycle is initiated. Playback continues until $\overline{\text{PLAYL}}$ is pulled HIGH, an EOM marker is detected, or the end of the memory space is reached. The device automatically powers down to standby mode upon completion of the playback cycle.

NOTE In playback, if either $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ is held LOW during EOM or OVF, the device will still enter standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ and $\overline{\text{PLAYL}}$ are not debounced and any subsequent falling edge (particularly switch bounce) present on the input pins will initiate another playback.

RECORD LED OUTPUT (RECLE \bar{D})

The output RECLE \bar{D} is LOW during a record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a record cycle is in progress. In addition, RECLE \bar{D} pulses LOW momentarily when an EOM is encountered in a playback cycle.

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 K Ω resistance on this pin, determine the low-frequency cutoff for the ISD1400 series passband. See Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculations.

MICROPHONE REFERENCE (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 differentially to a microphone.

AUTOMATIC GAIN CONTROL (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 sound, from whispers to loud sounds, to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 K Ω internal resistance and an external capacitor (C6 on the schematic in Figure 4) connected from the AGC pin to V $_{SSA}$ analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R5) and an external capacitor (C6) connected in parallel between the AGC Pin and V $_{SSA}$ analog ground. Nominal values of 470 K Ω and 4.7 μ F 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.

ANALOG INPUT (ANA IN)

The ANA IN pin transfers the input 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 K Ω 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 ISD1400 devices has an internal pull-down device. The ISD1400 is configured at the factory with an internal sampling clock frequency that guarantees its minimum nominal record/playback time. For instance, an ISD1420 operating within specification will be observed to always have a minimum of 20 seconds of recording time. The sampling frequency is then maintained to a variation of ± 2.25 percent over the commercial temperature and operating voltage ranges, while still maintaining the minimum specified recording duration. This will result in some devices having a few percent more than nominal recording time.

The internal clock has a ± 5 percent tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Table 2: External Clock Sample Rates

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD1416	8.0 KHz	1024 KHz
ISD1420	6.4 KHz	819.2 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 internally. **If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.**

SPEAKER OUTPUTS (SP+, SP-)

The SP+ and SP- pins provide direct drive for loudspeakers with impedances as low as 16 Ω . A single output may be used, but, for direct-drive loudspeakers, the two opposite-polarity outputs provide an improvement in output power of up to four times over a single-ended connection. Furthermore, when SP+ and SP- are used, a speaker-coupling capacitor is not required. A single-ended connection will require an AC-coupling capacitor between the SP pin and the speaker. The speaker outputs are in a high-impedance state during a record cycle, and held at V_{SSA} during power down.

ADDRESS INPUTS (A0–A7)

The Address Inputs have two functions, depending upon the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

If either of the two MSBs is 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 PLAYE, PLAYL, or REC.

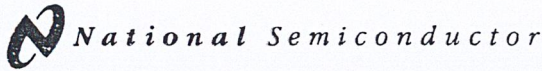
OPERATIONAL MODES

The ISD1400 series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A6 and A7), 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 ISD1400 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 but not from playback to record when A4 is HIGH in Operational Mode.

Second, an Operational Mode is executed when any of the control inputs, PLAYE, PLAYL, or REC, go LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going control input signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

NOTE The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1400 series device.



October 1989

CD4051BM/CD4051BC, CD4052BM/CD4052BC, CD4053BM/CD4053BC Analog Multiplexer/Demultiplexers

CD4051BM/CD4051BC Single 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer

CD4052BM/CD4052BC Dual 4-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer

CD4053BM/CD4053BC Triple 2-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer

General Description

These analog multiplexers/demultiplexers are digitally controlled analog switches having low "ON" impedance and very low "OFF" leakage currents. Control of analog signals up to 15V_{p-p} can be achieved by digital signal amplitudes of 3–15V. For example, if V_{DD} = 5V, V_{SS} = 0V and V_{EE} = -5V, analog signals from -5V to +5V can be controlled by digital inputs of 0–5V. The multiplexer circuits dissipate extremely low quiescent power over the full V_{DD}–V_{SS} and V_{DD}–V_{EE} supply voltage ranges, independent of the logic state of the control signals. When a logical "1" is present at the inhibit input terminal all channels are "OFF".

CD4051BM/CD4051BC is a single 8-channel multiplexer having three binary control inputs, A, B, and C, and an inhibit input. The three binary signals select 1 of 8 channels to be turned "ON" and connect the input to the output.

CD4052BM/CD4052BC is a differential 4-channel multiplexer having two binary control inputs, A and B, and an inhibit input. The two binary input signals select 1 or 4 pairs of channels to be turned on and connect the differential analog inputs to the differential outputs.

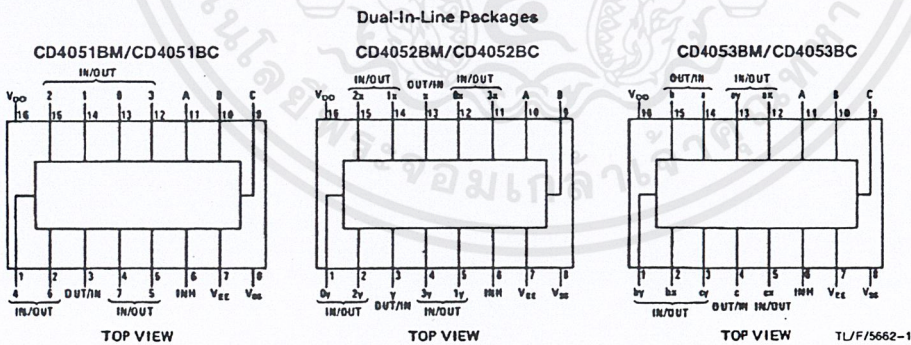
CD4053BM/CD4053BC is a triple 2-channel multiplexer having three separate digital control inputs, A, B, and C, and

an inhibit input. Each control input selects one of a pair of channels which are connected in a single-pole double-throw configuration.

Features

- Wide range of digital and analog signal levels: digital 3–15V, analog to 15V_{p-p}
- Low "ON" resistance: 80Ω (typ.) over entire 15V_{p-p} signal-input range for V_{DD}–V_{EE} = 15V
- High "OFF" resistance: channel leakage of ±10 pA (typ.) at V_{DD}–V_{EE} = 10V
- Logic level conversion for digital addressing signals of 3–15V (V_{DD}–V_{SS} = 3–15V) to switch analog signals to 15 V_{p-p} (V_{DD}–V_{EE} = 15V)
- Matched switch characteristics: ΔR_{ON} = 5Ω (typ.) for V_{DD}–V_{EE} = 15V
- Very low quiescent power dissipation under all digital-control input and supply conditions: 1 μW (typ.) at V_{DD}–V_{SS} = V_{DD}–V_{EE} = 10V
- Binary address decoding on chip

Connection Diagrams



Order Number CD4051B, CD4052B, or CD4053B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. In astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

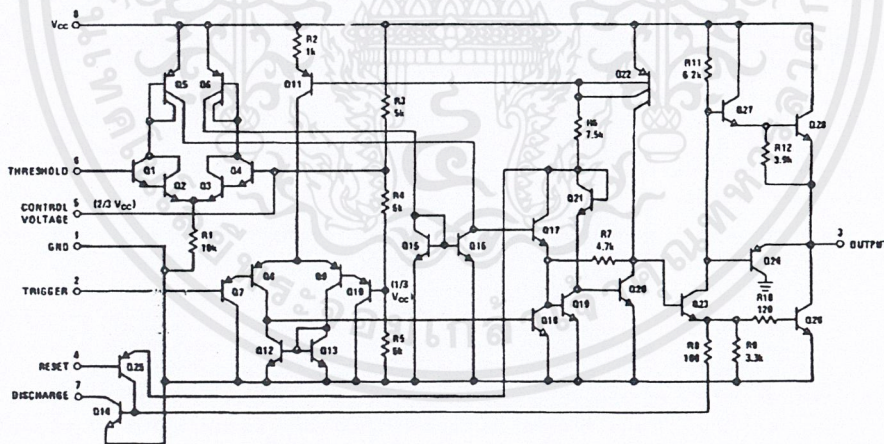
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8 pin MSOP package

Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

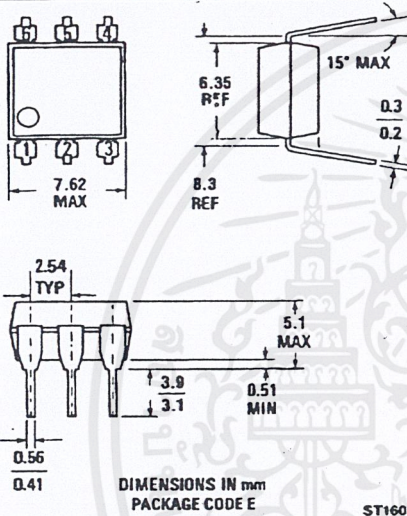
Schematic Diagram



DS007851-1

**MOC3020 MOC3021
MOC3022 MOC3023**

PACKAGE DIMENSIONS



DESCRIPTION

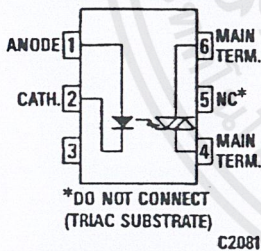
The MOC3020, MOC3021, MOC3022 and MOC3023 are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. This is designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 240 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_r stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 7500 VAC peak
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700

APPLICATIONS

- European applications for 240 VAC
- Triac driver
- Industrial controls
- Traffic lights
- Vending machines
- Motor control
- Solid state relay



Equivalent Circuit

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

TOTAL PACKAGE	
Storage temperature	-55°C to 150°C
Operating temperature	-40°C to 100°C
Lead temperature (soldering, 10 sec)	260°C

INPUT DIODE	
Forward DC current	50 mA
Reverse voltage	3 V
Peak forward current (1 μ s pulse, 300 pps)	3.0 A
Power dissipation (25°C ambient)	100 mW
Derate linearly (above 25°C ambient)	1.33 mW/°C

OUTPUT DRIVER	
Off-state output terminal voltage	400 Volts
On-state RMS current $T_a = 25^\circ\text{C}$	100 mA
(Full cycle, 50 to 60 Hz) $T_a = 70^\circ\text{C}$	50 mA
Peak nonrepetitive surge current (PW=10 ms, DC=10%)	1.2 A
Total power dissipation (25°C ambient)	300 mW
Derate above 25°C	4.0 mW/°C

4N25, 4N26, 4N27, 4N28 OPTOCOUPLERS

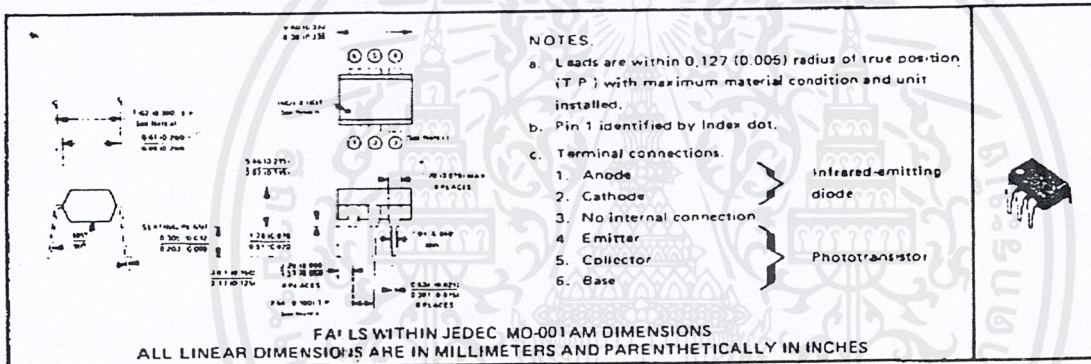
SOOS035 D2493 SEPTEMBER 1978 - REVISED MARCH 1983

COMPATIBLE WITH STANDARD TTL INTEGRATED CIRCUITS

- Gallium Arsenide Diode Infrared Source Optically Coupled to a Silicon N-P-N Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio
- High-Voltage Electrical Isolation . . . 2.5-kV, 1.5-kV, or 0.5-kV Rating
- Plastic Dual-In-Line Package
- High-Speed Switching . . . $t_r = 2 \mu s$, $t_f = 2 \mu s$ Typical

mechanical data

The package consists of a gallium arsenide infrared-emitting diode and an n-p-n silicon phototransistor mounted on a 6-lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case will withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions. Unit weight is approximately 0.52 grams.



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

*Peak Input-to-Output Voltage:	4N25	.....	= 2.5 kV
	4N26, 4N27	.....	= 1.5 kV
	4N28	.....	= 0.5 kV
*Collector-Base Voltage	.....		70 V
*Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	.....		30 V
*Emitter-Collector Voltage	.....		7 V
Emitter-Base Voltage	.....		7 V
*Input-Diode Reverse Voltage	.....		3 V
*Input-Diode Continuous Forward Current at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)	.....		80 mA
*Input-Diode Peak Forward Current ($t_w = 300 \mu s$, duty cycle = 2%)	.....		3 A
*Continuous Power Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature:			
Infrared-Emitting Diode (See Note 3)	.....		150 mW
Phototransistor (See Note 3)	.....		150 mW
Total, Infrared-Emitting Diode plus Phototransistor (See Note 4)	.....		250 mW
*Storage Temperature Range	.....		-55°C to 150°C
*Lead Temperature 1,6 mm (1/16 inch) from Case for 10 Seconds	.....		260°C

*JEDEC registered data. This data sheet contains all applicable JEDEC-registered data in effect at the time of publication.

- NOTES:
1. This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
 2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mA/°C.
 3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
 4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 3.33 mW/°C.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75285

Copyright © 1983, Texas Instruments Incorporated

1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. รศ. สมยศ จุณณะปิยะ “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 “ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2537
2. นรินทร์ เนาวประทีป “ ออปแอมป์ “ กรุงเทพมหานคร , ฟิสิกส์เซนเตอร์ พ.ศ. 2530
3. สุเจตน์ จันทรัมย์ “ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051 “ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยมหานคร พ.ศ. 2534



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้