



อินเตอร์โฟน และ ตัวลดทอนเสียง
(INTERPHONE AND SOUND LEVEL ATTENUATOR)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์โฟน และ ตัวลดทอนเสียง
(INTERPHONE AND SOUND LEVEL ATTENUATOR)

โดย

นายชาลทอง อัครจักรโกวิท 40013005

นายอุกฤษฏ์ บุญญากาศ 40013039

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อินเตอร์โฟน และ ตัวลดทอนเสียง

(INTERPHONE AND SOUND LEVEL ATTENUATOR)

ผู้จัดทำ

1. นายชาลทอง อัครากรโกวิท 40013005
2. นายอุกฤษฏ์ บุญญากาศ 40013039



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเตอร์โฟน และ ตัวลดทอนเสียง

(INTERPHONE AND SOUND LEVEL ATTENUATOR)

โดย นายชาลทอง อัครถาวรโกวิท รหัส 40013005
นายอุกฤษฏ์ บุญญากาศ รหัส 40013039

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

อินเตอร์โฟนเป็นระบบอินเตอร์คอมผ่านโทรศัพท์ ประกอบด้วยภาคต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดต่อลูกข่ายได้สูงสุด 9 ชุด และสามารถโอนสายจากสถานีหนึ่งไปยังสถานีหนึ่ง (ในโหมดอินเตอร์โหมด) และมีการใช้คู่สายโดยมี LED แสดงสถานะทุกสถานีที่ใช้ และส่วนของ Sound Level Attenuator นั้นจะเป็นตัวลดทอนสัญญาณจากเครื่องเสียงที่สถานีลูกข่ายตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวได้เปิดเครื่องเสียงไว้ Sound Level Attenuator จะปรับลดขนาดของเสียงจากเครื่องลงให้ได้ยินเสียงกริ่งโทรศัพท์ได้

Abstract

Interphone is the Intercom via telephone system which consists base station remote station. Interphone can install maximum 9 remote station, call external line by each remote station. When can transfer all station number by intercom mode, have shown LED indicator all station number. Sound level attenuator is signal attenuator, for audio equipment at which remote station or all remote station open audio equipment. The sound level attenuator turns down the volume from audio equipment give to hear the telephone rings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเนื้อหา

| | | หน้า |
|---------|--|------|
| บทที่ 1 | บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 | ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน | 2 |
| | TELEPHONE TECHNOLOGY | 3 |
| | SIGNALLING | 5 |
| | TELEPHONE NETWORK | 8 |
| | NETWORK STRUCTURE | 8 |
| | HIERARCHY OF NETWORK | 11 |
| | EXCHANGE | 13 |
| | โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ | 15 |
| บทที่ 3 | การออกแบบและการทำงานของวงจร | 28 |
| | ภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจร | 29 |
| | ภาควงจรควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายใน | 30 |
| | โครงสร้างของ Mc 145436 | 31 |
| | ภาคกรองความถี่ | 32 |
| | ภาคถอดรหัสความถี่ DTMF | 32 |
| | ภาคตรวจสอบสัญญาณ | 33 |
| | ภาคกำเนิดความถี่ | 33 |
| | ภาคถอดรหัสรีโมทเสตชั่น | 34 |
| | ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์ | |
| | อัตโนมัติ | 35 |
| | ภาคกำเนิดสัญญาณเสียง | 35 |
| | ภาคกำเนิดสัญญาณ 100 V/25 Hz | 37 |
| | ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง | 38 |
| | ภาคสถานีลูกข่าย | 39 |
| | ภาคตอบรับ โทรศัพท์อัตโนมัติ | 40 |
| | ภาคตรวจจับสัญญาณเสียงกริ่ง | 40 |
| | ภาคลดทอนแสง | 41 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | หน้า |
|---------|-----------------------|------|
| | ภาคคตอนเสียง | 42 |
| บทที่ 4 | การทดลองและผลการทดลอง | 43 |
| | รูปผลการทดลอง | 45 |
| บทที่ 5 | สรุปผลการทดลอง | 54 |

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

| รูปเนื้อหา | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 2.1 แสดง Local Loop | 3 |
| รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ | 3 |
| รูปที่ 2.3 แสดงการหมุนหมายเลข 3 | 4 |
| รูปที่ 2.4 แสดงค่าความถี่ของโทรศัพท์ชนิดคดปุ่ม | 5 |
| รูปที่ 2.5 แสดงโครงข่ายรูปดาว | 9 |
| รูปที่ 2.6 แสดง โครงข่ายใยแมลงมุม | 9 |
| รูปที่ 2.7 แสดง โครงข่ายแบบผสม | 10 |
| รูปที่ 2.8 แสดงการจัดโครงข่ายตามลำดับชั้น | 11 |
| รูปที่ 2.9 แสดงการเรียกของชุมสายท้องถิ่น | 12 |
| รูปที่ 2.10 แสดงการเรียกผ่านชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น | 12 |
| รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างของระบบชุมสาย Cross Bar | 13 |
| รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างของระบบชุมสาย SPC | 15 |
| รูปที่ 2.13 แสดงความแตกต่างระหว่าง Analog กับ Digital Switching | 16 |
| รูปที่ 2.14 แสดง โครงสร้างของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร | 17 |
| รูปที่ 2.15 แสดงการรวมภาคบีบวงจรและอัดวงจรเข้าด้วยกันเป็น อุปกรณ์เดียวกัน | 19 |
| รูปที่ 2.16 แสดงการเรียกติดต่อระหว่างหมายเลขภายในชุมสายเดียวกัน | 21 |
| รูปที่ 2.17 แสดงการเรียกติดต่อไปยังเลขหมายที่อยู่ในชุมสายข้างเคียง | 23 |
| รูปที่ 2.18 แสดงความสัมพันธ์ในคลื่นรูป Side | 26 |
| รูปการออกแบบวงจรและโครงสร้าง | |
| รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของ Interphone | 28 |
| รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของ Sound level attenuator | 29 |
| รูปที่ 3.3 ภาคจ่ายไฟเลี้ยง | 29 |
| รูปที่ 3.4 ภาควงจรควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายใน | 30 |
| รูปที่ 3.5 ภาคโอนสายให้เป็นเสียงคนตรี | 31 |
| รูปที่ 3.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ MC145436 | 31 |
| รูปที่ 3.7 แสดง Timing Diagram ของ MC145436 | 33 |
| รูปที่ 3.8 ภาคถอดรหัสของรีโมทสเตรชั่นจากสถานีลูกข่าย | 34 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 3.9 ภาคถอดรหัสของรีโมทเสตชันจากคู่สายภายนอก | 34 |
| รูปที่ 3.10 ภาควงจรควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบ รับโทรศัพท์อัตโนมัติ | 35 |
| รูปที่ 3.11 ภาคกำเนิดสัญญาณเสียงโทนต่าง ๆ | 36 |
| รูปที่ 3.12 ภาคกำเนิดสัญญาณ 100 V/25 Hz | 38 |
| รูปที่ 3.13 ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง | 38 |
| รูปที่ 3.14 ภาควงจรสถานีลูกข่าย | 39 |
| รูปที่ 3.15 ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ | 40 |
| รูปที่ 3.16 ภาคตรวจจับสัญญาณเสียงกริ่ง | 41 |
| รูปที่ 3.17 ภาคลดทอนแสง | 41 |
| รูปที่ 3.18 ภาคลดทอนเสียง | 42 |
| | |
| รูปผลการทดลอง | |
| รูปที่ 4.1 สัญญาณ Ringing back tone | 45 |
| รูปที่ 4.2 สัญญาณ Busy tone | 45 |
| รูปที่ 4.3 สัญญาณ Dial tone | 46 |
| รูปที่ 4.4 สัญญาณ เมื่อกดปุ่ม # | 46 |
| รูปที่ 4.5 สัญญาณ เมื่อกดปุ่ม * | 47 |
| รูปที่ 4.6 สัญญาณ Ringing tone | 47 |
| รูปที่ 4.7 สัญญาณจากการโอนเป็นเสียงดนตรี | 48 |
| รูปที่ 4.8 สัญญาณจากภาคตอบรับอัตโนมัติ | 48 |
| รูปที่ 4.9 สัญญาณ 100 V/25 Hz จากวงจรผลิตสัญญาณ | 49 |
| รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ออกจากเอาต์พุต(ขา 4) ของ 4N25 | 49 |
| รูปที่ 4.11 สัญญาณเซตการโอนสาย | 50 |
| รูปที่ 4.12 สัญญาณเซตการตัดต่อคู่สาย | 50 |
| รูปที่ 4.13 สัญญาณ Ringing tone จากเอาต์พุตของ MOC 3021 (ขา 4) | 51 |
| รูปที่ 4.14 สัญญาณจากภาคตรวจจับสัญญาณกริ่ง | 51 |
| รูปที่ 4.15 สัญญาณที่เข้าไปที่ uA 741 (ขา 3, ขา 2) | 52 |
| รูปที่ 4.16 สัญญาณที่เข้า (ขา 3) และสัญญาณที่ออกจาก uA 741(ขา 6) | 52 |
| รูปที่ 4.17 สัญญาณแรงดันที่ขับหลอด LED 2 | 53 |
| รูปที่ 4.18 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุต เทียบกันของภาคลดทอนเสียง | 53 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
 ใ้จำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 1.1 แสดงการเปรียบเทียบส่วนที่ทำหน้าที่ในการตัดต่อวงจร และควบคุมของรุมสายแต่ละแบบ | 17 |
| ตารางที่ 3.1 แสดงการถอดรหัสที่ได้จากค่าความถี่ต่าง ๆ ของ MC145436 | 32 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่งซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่ง ได้อย่างรวดเร็ว โทรศัพท์นั้นวันจะเป็นสิ่งที่จำเป็นและขาดไม่ได้ในการทำงานด้านธุรกิจหรือแม้แต่ภายในบ้านเรือนก็เช่นเดียวกัน แต่ด้วยทั้งค่าโทรศัพท์และเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องทำการยื่นขอต่อองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยต้องเสียทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาไม่น้อยเลยทีเดียว ดังนั้นในบ้านเรือนทั่วไปมักจะมีหมายเลขเพียง 1 หรือ 2 หมายเลขเท่านั้น

โครงการนี้ได้เสนอโครงการภายใต้ชื่ออินเทอร์เน็ตโพนซึ่งเป็นระบบอินเทอร์เน็ตคอมพิวเตอร์ผ่านโทรศัพท์ สามารถแยกเลขหมายได้ถึง 9 เลขหมาย มีฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร และในส่วนของ Sound Level Attenuator จะเป็น Option อย่างหนึ่งของระบบ ซึ่งเมื่อลูกข่ายตัวใดตัวหนึ่งได้เปิดเครื่องเสียงจนไม่สามารถได้ยินเสียงกริ่งโทรศัพท์เมื่อมีสายเข้ามา Sound Level Attenuator จะทำการลดทอนเสียงลงทำให้สามารถได้ยินเสียงกริ่งโทรศัพท์นั้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน

โทรศัพท์นับเป็นอุปกรณ์สื่อสารซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์มาเป็นเวลากว่าศตวรรษ โดยในช่วงก่อนหน้าปี พ.ศ. 2419 การสื่อสารข้อมูลระยะไกลจะอยู่ในรูปโทรเลขเท่านั้น จนกระทั่งได้มีการประดิษฐ์เครื่องโทรศัพท์ขึ้นโดย อเล็กซานเดอร์ เกรแฮม เบลล์ ในปีดังกล่าวนับจากนั้นเป็นต้นมา รูปแบบการสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์ก็ได้รับการพัฒนาการขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านความสามารถของเครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ ความสามารถของชุมสายโทรศัพท์ และรูปแบบการให้บริการที่หลากหลายขึ้น

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์

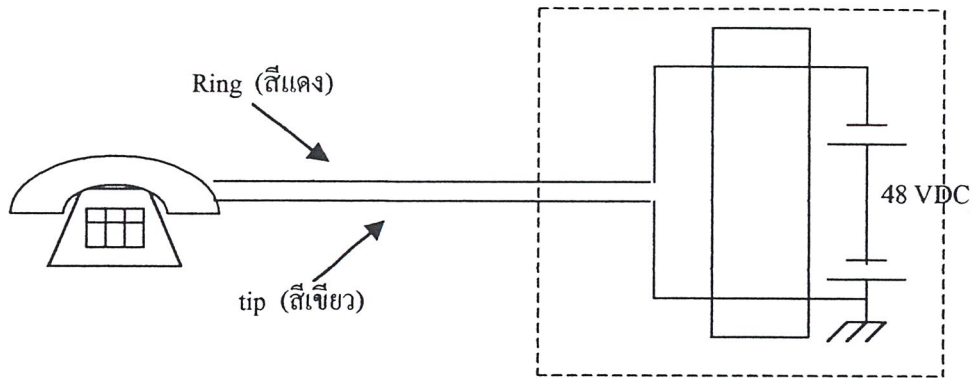
เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์โดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นแบบการกดปุ่มหรือแบบหมุน จะต้องมีความสามารถพื้นฐานในการติดต่อดังนี้

1. สามารถร้องขอการใช้บริการ โทรศัพท์จากเครื่องข่ายเมื่อมีการยกหูขึ้น
2. แจ้งผู้ให้บริการว่าเครื่องข่ายพร้อมให้บริการ โดยส่งเสียงออกทางหูฟัง เรียกสัญญาณ
3. ดังกล่าว ว่า สัญญาณเสียงหมุนหมายเลข (dial tone)
4. ส่งหมายเลขของเครื่องข่ายปลายทางที่ต้องการเรียกไปยังเครื่องข่าย ซึ่งการป้อน
5. เลขหมายโดยผู้ให้บริการเป็น ได้ทั้งแบบหมุนหรือแบบกดปุ่ม
6. แสดงสถานะของการเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณเสียงต่างชนิดกัน เช่น สัญญาณรอรับ หรือ สัญญาณเลขหมายปลายทางไม่ว่าง
7. แจ้งสายเข้าโดยใช้สัญญาณกริ่ง (ringing) หรือ สัญญาณอื่นๆ
8. แปลงสัญญาณเสียงจากผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งผ่านเข้าสู่เครื่องข่ายไปยังเครื่องลูกข่ายปลายทาง และแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากเครื่องข่ายเป็นสัญญาณเสียง
9. แจ้งเครื่องข่ายว่าการสนทนาสิ้นสุดลงในทันทีที่ผู้ทำการเรียกวางหู โทรศัพท์

เครื่องลูกข่ายโทรศัพท์ในยุคแรกๆ จะเชื่อมต่อกันโดยไม่ผ่านชุมสายโทรศัพท์ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนเครื่องในขณะนั้นมีอยู่ไม่มาก แต่เมื่อจำนวนเครื่องลูกข่ายมีมากขึ้น การเชื่อมต่อโดยตรงในลักษณะดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาในการวางคู่สายซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลทำให้เห็นความจำเป็นในการนำชุมสายโทรศัพท์มาใช้งาน

Local Loop: ความหมายของ Local Loop คือ สายส่ง 2-wire จากเครื่องโทรศัพท์ไปชุมสายปลายทางและมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายเองประมาณ 500 -1,000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้ทั่วไปคือ 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้ง แหล่งจ่ายไฟร่วม DC ขนาด 48 โวลต์ ให้แต่ละคู่ของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้นในรูป มีชื่อว่า ทิป (Tip) และ ริง (Ring) โดยริงจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 V(DC) ทิปจะต่อกับ กราวด์ ดังรูปที่ 2.1

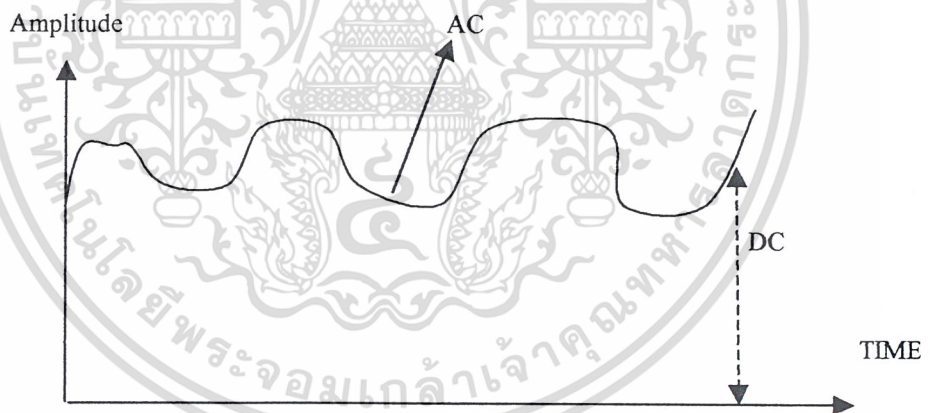
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดง Local Loop

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ มีผลทำให้สวิตช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรง DC ขนาด 20 mA ไหลวนอยู่ในลูป ซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่าง ทิป กับ ริง มีค่าลดลงเหลือประมาณ 4 V

สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์ถูกส่งไปในทิศทางหนึ่งภายในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยภายในกระแสลูป (20mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสลูป DC ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

TELEPHONE TECHNOLOGY

เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับ-ส่ง สัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า กลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้น เครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local - Exchange), (Hook - off)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก (B. Subscriber)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)

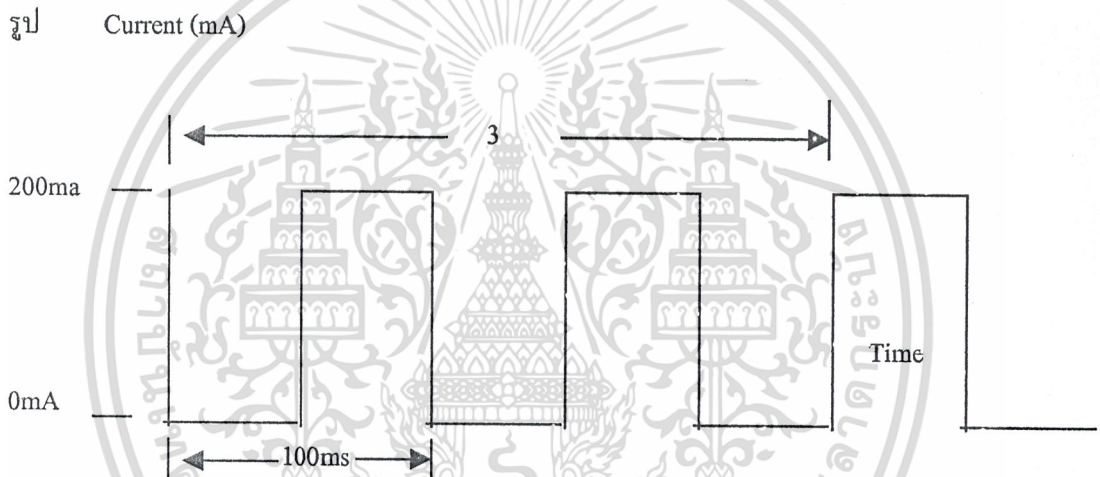
ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปยังชุมสาย (Hook – on)

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งออกได้ 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนรับ-ส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech Transmission)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณ (Generator Tone) Code เลขหมายของผู้ถูกเรียก
3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจาก ชุมสาย (Ringing Tone) นอกจากนี้ เครื่องโทรศัพท์ยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบหมุน (Rotary dial)

โทรศัพท์ชนิดนี้ สร้างสัญญาณจากกระแสลูปโดยต่อเข้ากับอุปกรณ์สวิตซ์ ทำหน้าที่ “เปิด” และ “ปิด” เข้ากับกลไกการหมุนเลขหมายในเครื่อง ทำให้กระแสพัลส์ตอบสนองเข้ากับหมายเลขที่หมุนตั้ง



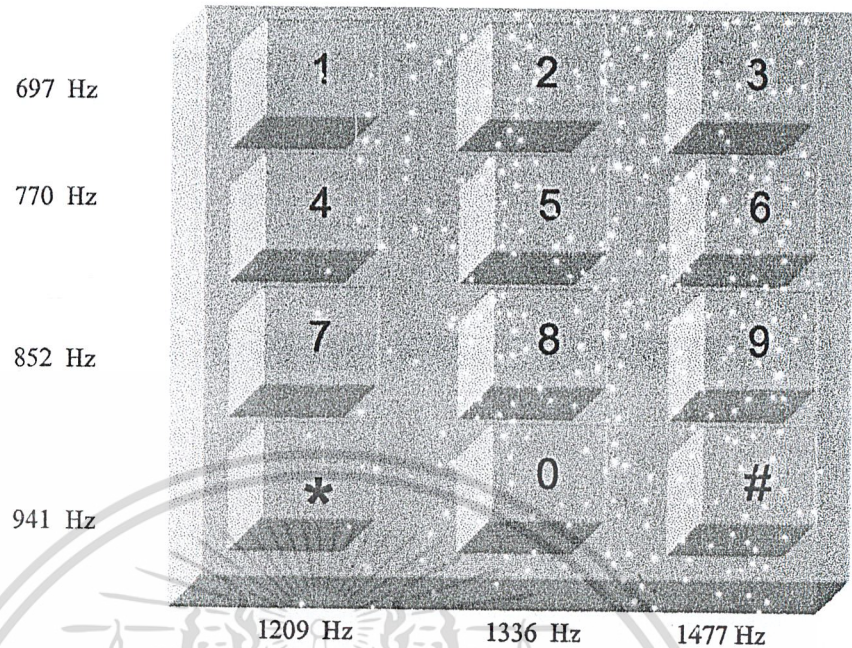
รูปที่ 2.3 แสดงการหมุนหมายเลข 3

จากรูป ช่วงพัลส์แต่ละลูกจะมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที และจากการใช้มือหมุนพบว่า ช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนหมุนแต่ละเลข มีค่าประมาณ 0.5 วินาที – 3 วินาที

2. แบบกดปุ่ม (Touch Tone)

โทรศัพท์ชนิดนี้สร้างสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) ในการส่งเลขหมาย โดยกดแต่ละเลขหมายบนหน้าปัดโทรศัพท์ จากการกดแต่ละปุ่มจะมี 2 ความถี่ส่งออกไปพร้อมกัน แสดงดังรูปที่ 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงค่าความถี่ของโทรศัพท์ ชนิดกดปุ่ม

ความถี่แต่ละคู่ออกไป จะมีค่าประมาณ 40 มิลลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลลิวินาทีเป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ ประมาณ 10 เท่า

SIGNALLING

สัญญาณ (Signalling) คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

- หน้าที่ทั่ว ๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่ คือ

การเตรียมพร้อม (Alerting)

การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (transmitting address information)

การตรวจตรา (Supervising)

การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information Signalling)

1. Subscriber Signalling (สัญญาณระหว่างผู้เข้ากับชุมสาย)

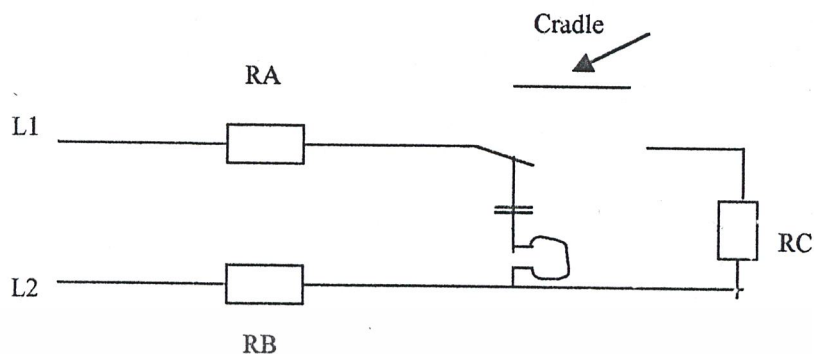
1.1 สัญญาณที่ส่งจากผู้เข้ากับชุมสาย

1. Off Hook คือ สภาพผู้เข้ายกหูโทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed Loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สมมติไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **On Hook** คือ สภาพผู้เข้าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)



RA, RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์

RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์

3. **Dialing** คือ สภาพที่ผู้เข้าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง,ต่ำ สลับกัน ไปตามที่หมุนเลขหมาย ถ้าเครื่องเป็นแบบ กดปุ่ม Touch-Tone สัญญาณออกจะเป็น ความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1.2.1 **Dialing Tone** คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสาย พร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เข้าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

1.2.2 **Busy Tone** คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้ว ได้ยินสัญญาณนี้แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่าผู้เข้าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.3 วินาทีหยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

1.2.3 **Ringing Tone** เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอก ให้ทราบว่า การต่อกระทำ ได้สำเร็จ ในขณะที่ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine Wave โดยจะส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

1.2.4 **Ringing Signal** เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90V โดยส่งไปยังผู้เข้าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

1.2.5 สัญญาณโทนอื่น ๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtainable Tone) บอกให้ทราบว่า เลขหมายที่หมุนมา ไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. INTER EXCHANGE SIGNALLING (สัญญาณติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

2.1 Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งาน อยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

2.2 Address information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

2.3 Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับหน้าที่หลักของ สัญญาณหลังก็คือ

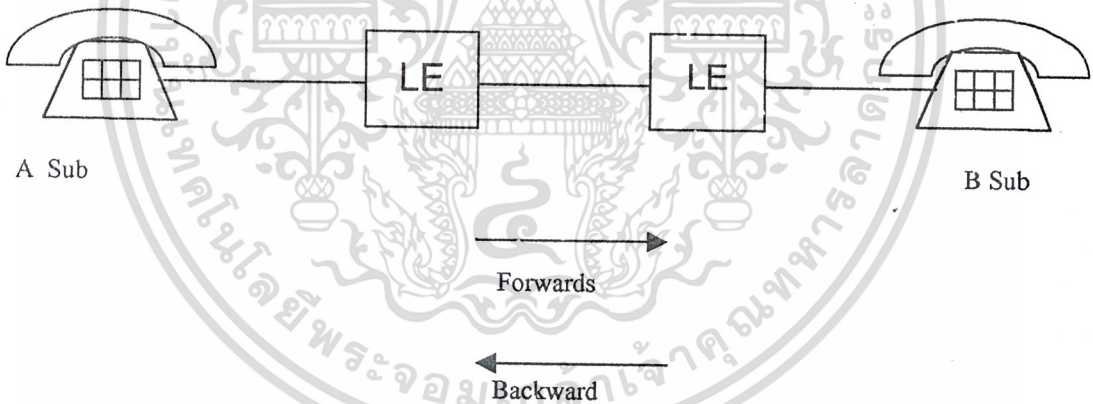
2.3.1 เริ่มต้นคิดเงิน

2.3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

2.3.3 คัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

2.4 Clear – Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

2.5 Clear – Back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90 – 120 วินาทีชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear – Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการศึกษานี้เป็นการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TELEPHONE NETWORK

Network คือ โครงข่าย จะประกอบไปด้วยเครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่องขึ้นไป จนถึงเป็นจำนวนมาก ๆ เมื่อจำนวนโทรศัพท์มากขึ้นจำนวนคู่สายก็จะมากขึ้นตาม จากสูตร

$$\text{จำนวนคู่สาย} = n(n-1)/2$$

n : จำนวนเครื่องโทรศัพท์ (N-Subscribers)

เช่น ถ้ามีจำนวนเครื่อง 50 เครื่อง จะมีจำนวนคู่สาย 1,225 คู่ และ 100 เครื่อง จะมีคู่สายถึง 4,950 คู่สาย จึงจะติดต่อกันได้ทุกเครื่อง

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดจำนวนคู่สายลงให้มากที่สุด จึงมีการตั้งอุปกรณ์ ตัวต่อ (Switching) ให้เป็นศูนย์กลางของโทรศัพท์เครื่องอื่น ๆ เพื่อติดต่อให้ถึงกันหมด ดังนั้นถ้ามีโทรศัพท์ 50 เครื่อง ก็จะใช้คู่สาย 50 คู่เท่านั้น อุปกรณ์ตัวต่อนี้เรียกว่า ซุมสาย (Exchange) ซุมสายที่ทำการติดต่อเครื่องโทรศัพท์ในเมือง, อำเภอ เรียกว่า Local Exchange ถ้าในเมืองใหญ่ ๆ หรือจังหวัดใหญ่ ๆ การที่เครื่องโทรศัพท์ติดต่อกันได้ จะต้องมีคู่สายที่เชื่อมโยงกันระหว่างซุมสายท้องถิ่นนั้น ๆ เรียกว่า Junction line (สายผ่าน) สายผ่านนั้นจะมีคู่สายอยู่เพียงจำนวนหนึ่ง เฉพาะการติดต่อระหว่างซุมสายท้องถิ่นเท่านั้น โครงข่ายที่ติดต่อกันภายในพื้นที่จังหวัดเดียวกัน เรียกว่า Local Network โครงข่ายท้องถิ่น

ดังนั้นในจังหวัดต่าง ๆ ก็จะมีโครงข่ายท้องถิ่นของตัวเอง และถ้าต้องการติดต่อไปอีกจังหวัดหนึ่ง จะต้องมีการเชื่อมโยงกันระหว่างโครงข่ายท้องถิ่น เราเรียกว่า โครงข่ายทางไกล (Transit หรือ Long Distance Network) และเมื่อโครงข่ายท้องถิ่นกับโครงข่ายทางไกลรวมกันเรียกว่า National Network

NETWORK STRUCTURE

โครงสร้างของโครงข่าย มีการกระทำได้หลายลักษณะเพื่อให้สามารถรองรับผู้ใช้โทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักเศรษฐกิจ การลงทุน และเทคโนโลยีใหม่ ๆ

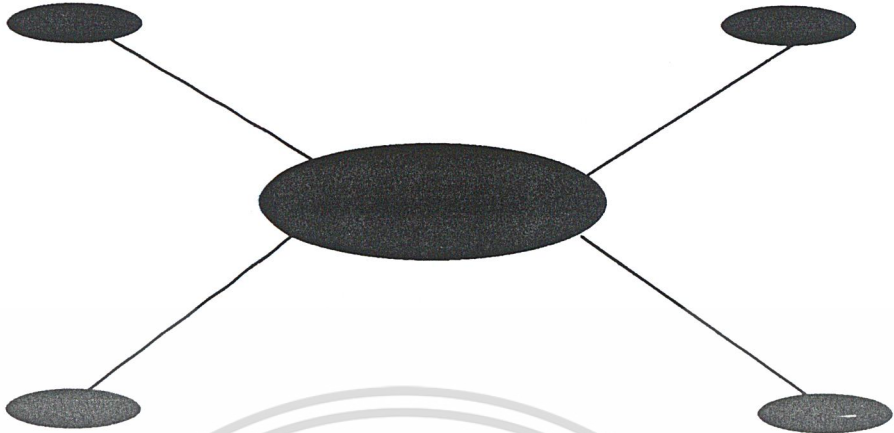
โครงสร้างเบื้องต้นมี 2 แบบ คือ

1. STAR TYPE
2. MESH TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



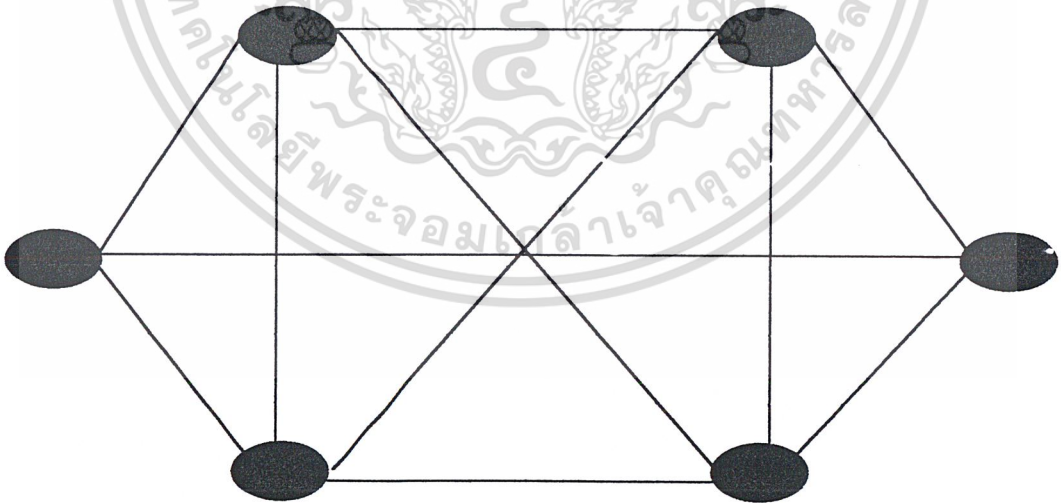
1. STAR TYPE



รูปที่ 2.5 แสดงโครงข่ายรูปดาว

โครงข่ายรูปดาว : เป็นโครงข่ายที่มีจุดกึ่งกลางเป็นตัวเชื่อมโยงการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ หรือชุมสายโทรศัพท์ที่อยู่รอบ ๆ การติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ หรือชุมสายโทรศัพท์ที่อยู่ในโครงข่ายนี้จะกระทำได้โดยต่อผ่านชุมสายโทรศัพท์ศูนย์กลางเท่านั้น ทำให้มีข้อดี คือ ลดจำนวนคู่สายเหมาะสำหรับโครงข่ายขนาดเล็กที่มีการใช้โทรศัพท์ไม่คับคั่ง

2. MESH TYPE (โครงข่ายใยแมงมุม)



รูปที่ 2.6 แสดงโครงข่ายรูปใยแมงมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปณ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

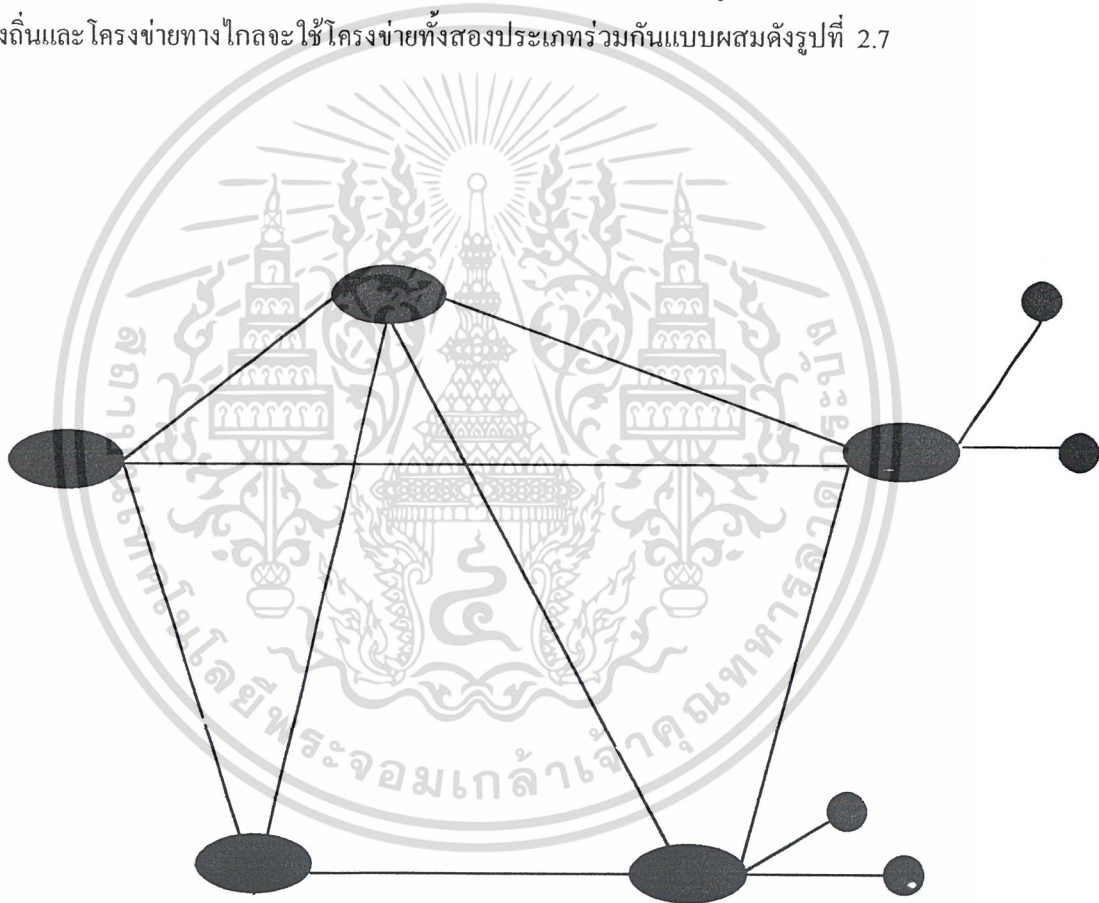
ปณ
1517น
15มข

041825

โครงข่ายรูปใยแมงมุม : เป็นโครงข่ายที่ใช้เชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์ถึงกันทั้งหมด แต่จะไม่ใช้กับเครื่องโทรศัพท์ เหมาะสำหรับกับโครงข่ายที่มีการใช้โทรศัพท์อย่างคับคั่ง เพราะจะทำให้การเรียกกระจายกันออกไปยังชุมสายต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ไม่คับคั่งอยู่ที่จุดศูนย์กลาง ณ ชุมสายใดชุมสายหนึ่ง แต่ข้อเสีย คือ ต้องใช้จำนวนคู่สายมาก

จากโครงสร้างของโครงข่ายทั้งสองโครงข่าย จะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนั้นเราจึงใช้โครงข่ายทั้งสองมาผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด เช่น จังหวัดใดมีการใช้โทรศัพท์อย่างคับคั่งก็จะใช้โครงข่ายรูปใยแมงมุม และจังหวัดที่ใช้โทรศัพท์ไม่คับคั่ง ก็จะใช้โครงข่ายรูปดาว

นอกจากนี้แล้วโครงข่ายท้องถิ่นใดที่ชุมสายท้องถิ่นอยู่ไกล ๆ กัน ก็ไม่เหมาะที่จะใช้โครงข่ายรูปใยแมงมุม เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสายจำนวนมาก ก็จะใช้โครงข่ายรูปดาว ดังนั้น ในโครงข่ายท้องถิ่นและโครงข่ายทางไกลจะใช้โครงข่ายทั้งสองประเภทร่วมกันแบบผสมดังรูปที่ 2.7

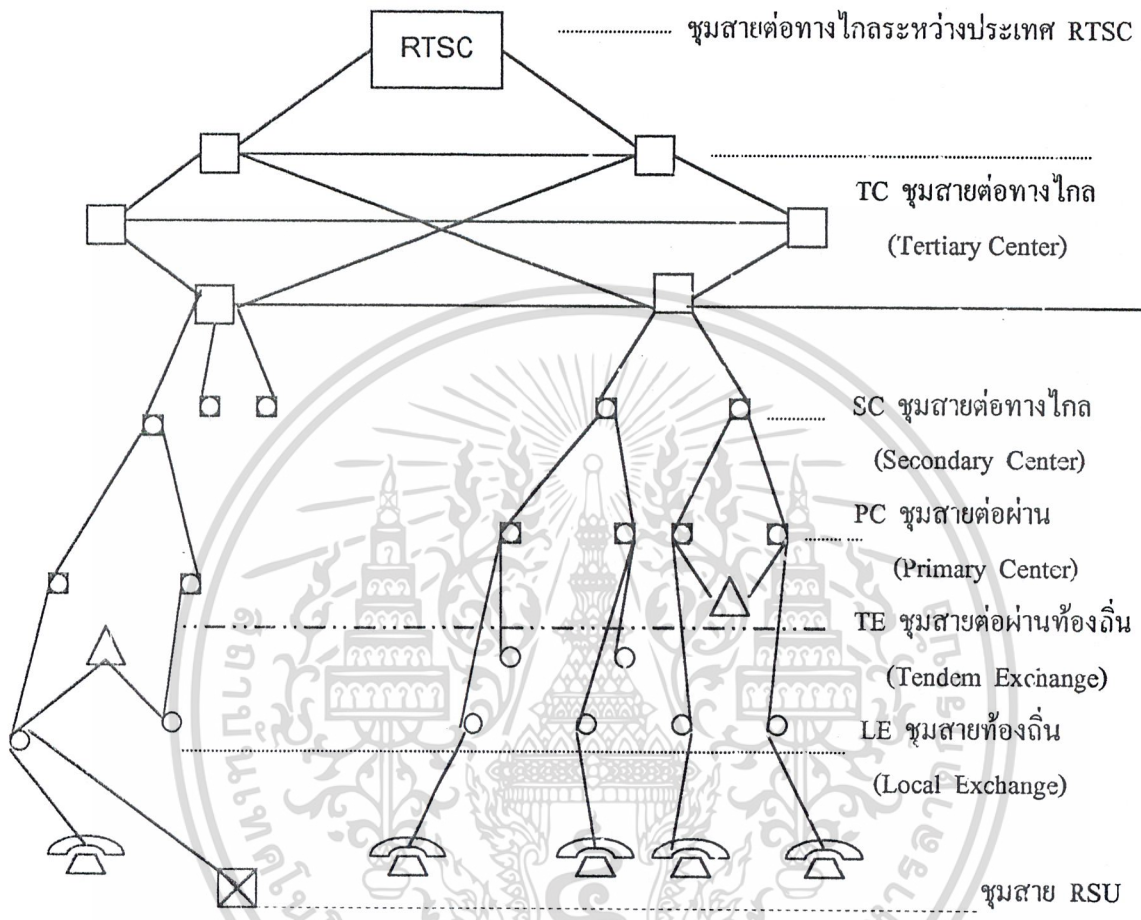


รูปที่ 2.7 แสดงโครงข่ายแบบผสม (Combined Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIERARCHY OF NETWORK : โครงข่ายตามลำดับชั้น

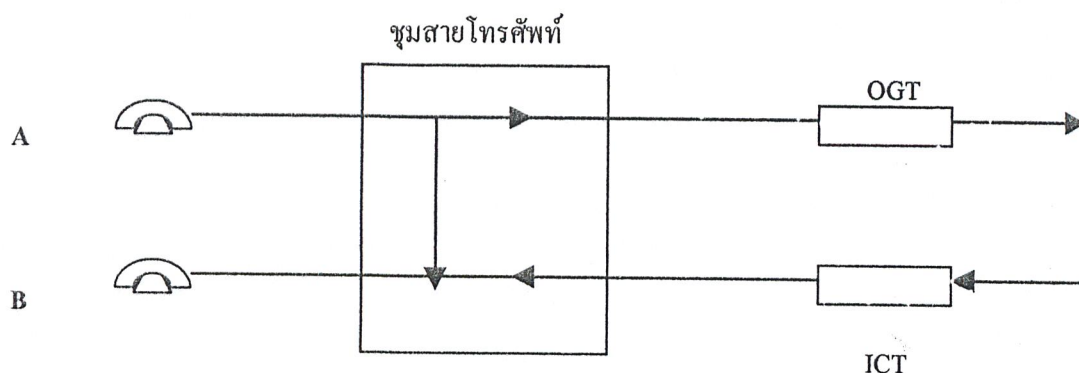
การจัดโครงข่ายตามลำดับชั้น ซึ่งโครงข่ายระหว่างประเทศจะเป็นชั้นที่อยู่สูงที่สุด และรองลงมา คือโครงข่ายทางไกล และโครงข่ายท้องถิ่น ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการจัดโครงข่าย

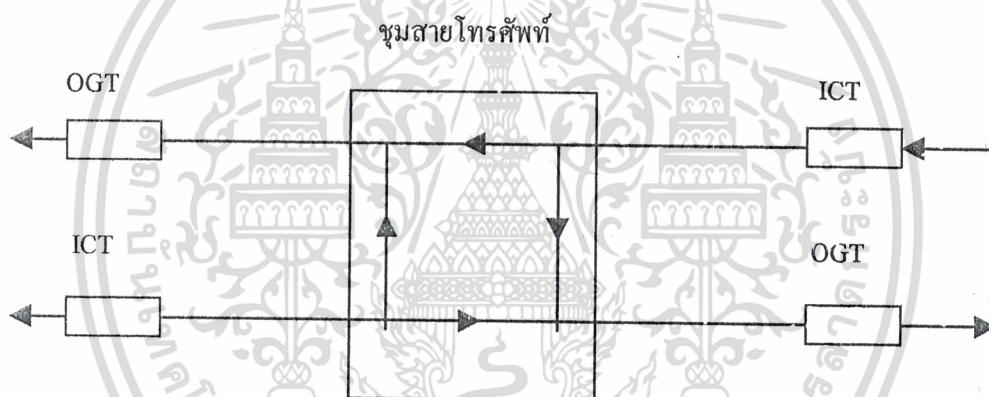
1. ชุมสายท้องถิ่น เป็นชุมสายที่อยู่ระดับต่ำสุด ซึ่งเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าจะต่อตรงกับชุมสายที่นี้เป็นหลาย ๆ เครื่อง และหน้าที่ของชุมสายนี้ คือ
 - 1.1 การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน (Internal Traffic)
 - 1.2 การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น (Outgoing Traffic)
 - 1.3 การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น (Incoming Traffic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงการเรียกของชุมสายท้องถิ่น

2. ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น หรือ ชุมสาย Tandem จะไม่มีเครื่องโทรศัพท์ที่มีแผงจรต่อเข้า และแผงจรต่อออก ทำหน้าที่ต่อการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นต่าง ๆ ในโครงข่ายท้องถิ่นดังนั้นจึงมีการเรียกผ่าน (Transit Traffic) เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 2.10 แสดงการเรียกผ่านของชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น

3. ชุมสายต่อผ่านทางไกล (PC) ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างโครงข่ายท้องถิ่นกับโครงข่ายทางไกลในกรณีเรียกทางไกลระหว่างจังหวัดต่าง ๆ สำหรับในภูมิภาคชุมสายต่อผ่านทางไกล จะทำหน้าที่เป็นชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น ในกรณีการเรียกภายในท้องถิ่น (Local Traffic)

4. ชุมสายทางไกล (SC) ทำหน้าที่ต่อทางไกลระหว่างจังหวัดที่อยู่บนเขตทางไกลเขตเดียวกัน ชุมสายนี้ จะไม่มีเครื่องโทรศัพท์ที่มีแผงเฉพาะวงจรต่อเข้า และแผงจรต่อออก นอกจากจะทำหน้าที่ต่อผ่านแล้วยังทำการคิดเงินการเรียกทางไกลอีกด้วย

5. ชุมสายต่อทางไกล (TC) ทำหน้าที่ต่อทางไกลระหว่างจังหวัดที่อยู่บนเขตทางไกลกัน ชุมสายต่อทางไกล TC จะมีแผงเฉพาะวงจรต่อเข้าและแผงจรต่อออกเช่นเดียวกับชุมสายทางไกล (SC) และทำการต่อการเรียกผ่านเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXCHANGE (ชุมสาย)

ประกอบไปด้วยเครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่อง วางห่างกันมีสายโทรศัพท์เชื่อมกันทั้ง 2 เครื่อง สามารถทำการพูดกันได้โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณเสียงดังเดิมทำให้สามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งเรียกว่า ระบบโทรศัพท์ ในระยะแรกเป็นการติดต่อกันเพียง 2 จุด หรือ 2 คน ต่อมามีความต้องการเลือกใช้มากขึ้น จึงต้องมีการพัฒนาระบบโทรศัพท์ขึ้นมาให้เพียงพอกับความ ต้องการเลือกใช้โทรศัพท์กับคนใดคนหนึ่งก็ได้

ระบบชุมสาย แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ

1. Manual : ระบบใช้พนักงานต่อสาย

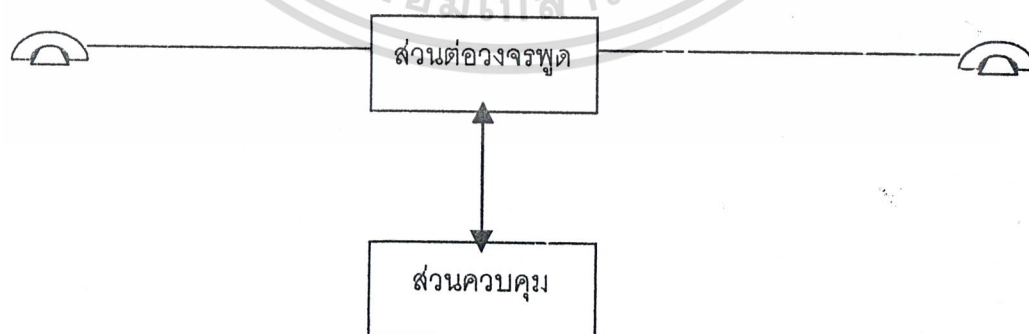
เป็นระบบแรกที่ถูกผลิตขึ้นมา โดยผู้ใช้โทรศัพท์ไม่สามารถที่จะทำการติดต่อได้เอง ต้องให้พนักงานต่อสาย (Operator) เป็นผู้ต่อให้

2. Step – by – Step : (SXS)

ระบบ SXS นี้ เป็นชุมสายอัตโนมัติระบบแรก que พัฒนาขึ้นมาใช้ เมื่อผู้เช่าหมายเลขหมาย เครื่องชุมสายจะรับเลขหมาย แต่ละตัวมาดำเนินการต่อเข้ากับผู้ที่ถูกเรียกระบบนี้การติดต่อจะใช้ระบบ กลไกเป็นตัวทำงาน และใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมอีกที เรียกว่า ระบบ “Electro Mechanical”

3. Cross Bar

ในระบบของ SXS เมื่อใช้ไปนาน ๆ ระบบกลไกจะมีการสึกหรองง่าย จึงได้พัฒนาระบบ มาเป็นระบบ Cross Bar และมีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับระบบเดิม เช่น มีส่วนกลไกน้อยลง ทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ราคาต้นทุนต่ำลง แต่ยังทำงานในระบบกลไกอยู่ แต่มีโครงสร้าง ในการทำงานที่แตกต่างออกไปจากเดิม กล่าวคือ มีส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ส่วนต่อวงจรพูด (Switching Unit) ส่วนควบคุมเป็นศูนย์กลางในการทำงานรับเลขหมายนำมา วิเคราะห์ แล้วส่งสัญญาณ ไปควบคุมส่วนต่อวงจรพูด การดำเนินการต่อผู้เช่าทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกัน ส่วนใหญ่ของระบบชุมสายนี้ประกอบด้วย รีเลย์ (Relay) และ Cross Switch



รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างของระบบชุมสาย Cross Bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Stored Program Control (SPC)

ในปัจจุบันความก้าวหน้าในการพัฒนาสารกึ่งตัวนำได้ก้าวหน้าไปมากสามารถที่จะลดขนาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เล็กลง ขนาดกระทัดรัด และมีประสิทธิภาพเหมือนเดิม ซึ่งเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า วงจรรวม (Integrated Circuit) หรือ IC อุปกรณ์เหล่านี้นำมาออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์ รวมทั้งนำเทคโนโลยี Digital เข้ามาใช้ทำให้ระบบชุมสายโทรศัพท์ที่มีความทันสมัยขึ้นและมีประสิทธิภาพการทำงานสูง นอกเหนือจากการพูดโทรศัพท์ธรรมดาแล้วยังสามารถส่งสัญญาณภาพให้เห็นกันได้อีกด้วย

การนำเอา Computer มาเป็นตัวควบคุมการทำงานทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วแน่นอนขั้นตอนในการทำงาน Program จะถูกนำมาเก็บบันทึกในหน่วยความจำ (Memory) ดังนั้นชุมสายนี้จึงได้เรียกว่า Stored Program Control (SPC) ข้อดีของระบบนี้มีมากมายเมื่อเทียบกับระบบเก่า ๆ เช่น Cross Bar

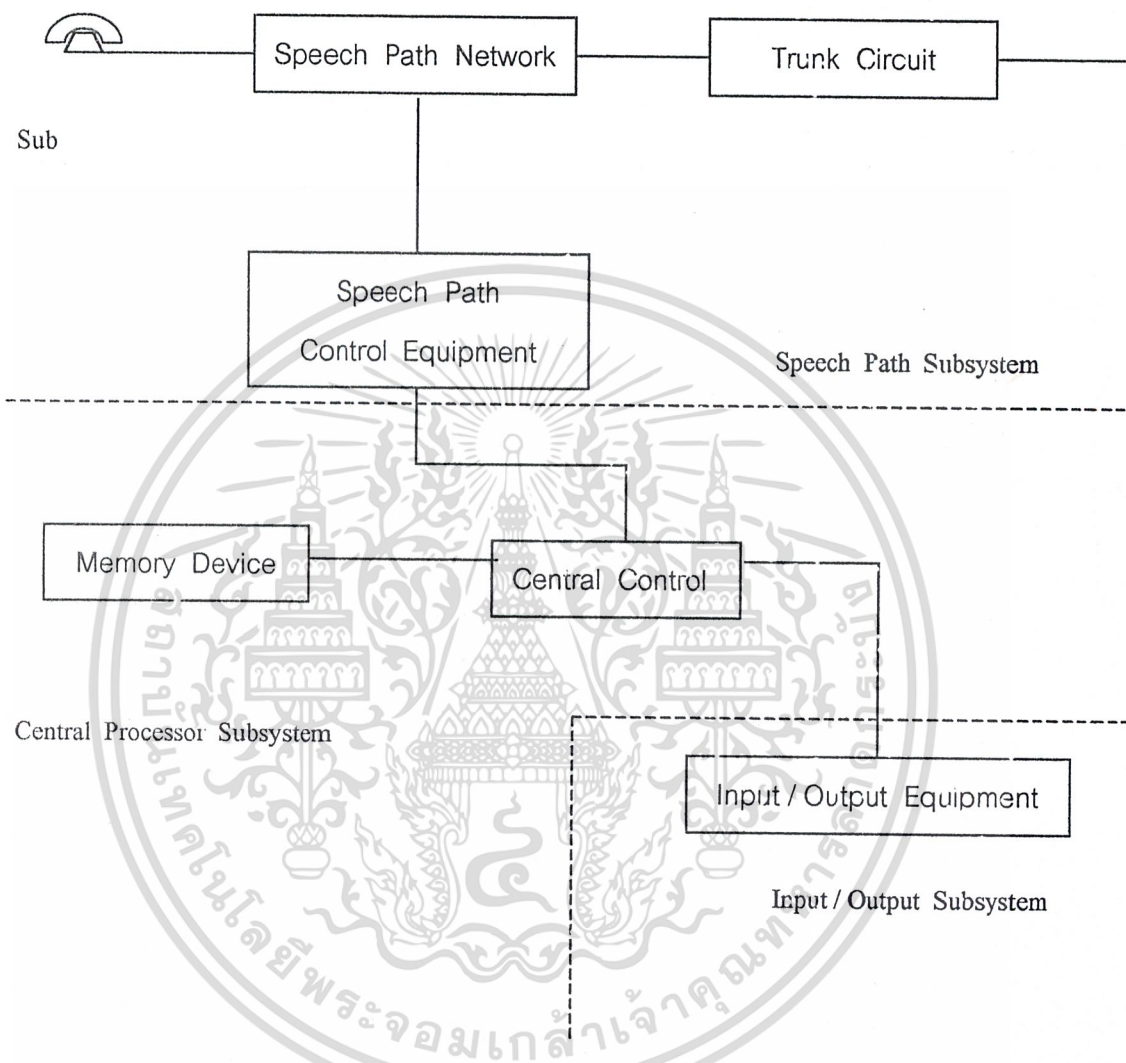
- 4.1 ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของชุมสาย
- 4.2 ชุมสาย SPC สามารถทำงานเป็นได้ทั้งชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) และชุมสายต่อผ่าน (Transit Exchange หรือ Toll office)
- 4.3 มีบริการพิเศษ (Facilities) ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เช่ามากมาย
- 4.4 มีระบบการควบคุมและดูแล วิเคราะห์สาเหตุเสียได้
- 4.5 ประหยัดเงินในการสร้างวงจรควบคุมที่มีขนาดเล็กลง
- 4.6 ระบบควบคุม (Control System) ทำงานได้รวดเร็วขึ้น
- 4.7 ทำให้เครื่องชุมสายขนาดเล็กลง
- 4.8 ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา Numbering Plan และระบบการคิดเงิน (Charging System)

ในการกลับกันข้อเสียของชุมสาย SPC ก็มีเหมือนกัน คือ จะต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพราะฉะนั้นระบบ Air condition จะต้องดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเครื่องชุมสาย SPC

โครงสร้างต่างๆ ไปประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC

Speech Path Subsystem : ทำหน้าที่ต่อวงจรการพูดระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่า หรือ ต่อวงจรของผู้เช่าไปยังชุมสายอื่น โดยผ่าน Truck Circuit หรือ Junction Circuit อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็น Electromagnetic Devices

Central Processor Subsystem : ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสาย โดยที่ Central Control จะอ่านโปรแกรมและข้อมูลจาก Memory Devices มาใช้ควบคุม Speech Path Subsystem และ Input / Output Subsystem อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็น SPC

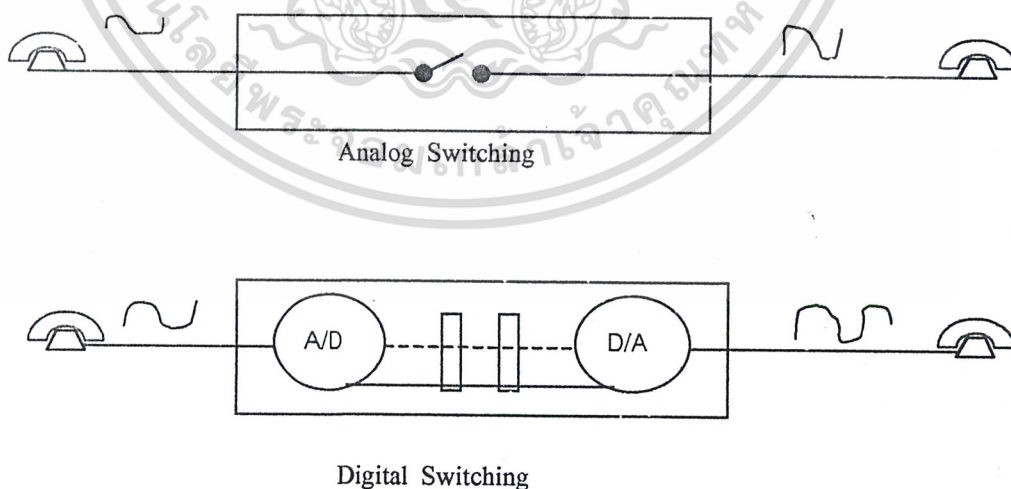
Electronic Devices

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input / Output Subsystem : เป็นส่วนซึ่งมีไว้ให้ช่วงติดต่อสื่อสารกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เช่น เปลี่ยนแปลงโปรแกรม หาดข้อที่ขัดข้องที่เกิดขึ้นในชุมสาย บันทึกข้อมูลจากเครื่องชุมสาย โทรศัพท์ ฯลฯ อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้มีทั้ง Mechanical Device เช่น Teletypewriter, Paper Tape Puncher/ Reaclar ฯลฯ และ Electromagnetic Recirdubg Equipment เช่น Magnetic Tape Unit, Cartridge Magnetic Tape Unit เป็นต้น

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC เป็น Analog ดังแสดงในรูป ส่วนที่เป็น Speech Path Subsystem หรือ Switching Network ยังใช้อุปกรณ์จำพวก Electromagnetic Device จึงจัดเป็นชุมสายโทรศัพท์ระบบที่เรียกว่า Space Division Type Senli – Electronic Switching System คือยังไม่เป็นระบบ - Fully Digital Electronic จึงเรียกชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้ว่าเป็น SPC Analog Switching System ชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้มีข้อดีคือ ใช้ในการเชื่อมโยง (Interface) กับชุมสายโทรศัพท์ระบบเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ได้พัฒนามาเป็นระบบ Fully Digital Electronic Switching System โดยการนำเอา Digital Electronic Computer มาใช้ใน Speech Path Subsystem หรือภาค Switching Network เครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้จึงมีชื่อเรียกว่า Time Division Type Electronic Switching System หรือเรียกว่าระบบ SPC Digital Switching System เพื่อเป็นการแนะนำให้รู้จักกับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital จึงขอให้พิจารณาความแตกต่างระหว่าง Analog Switching กับ Digital Switching ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.13 แสดงความแตกต่างระหว่าง Analog กับ Digital Switching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

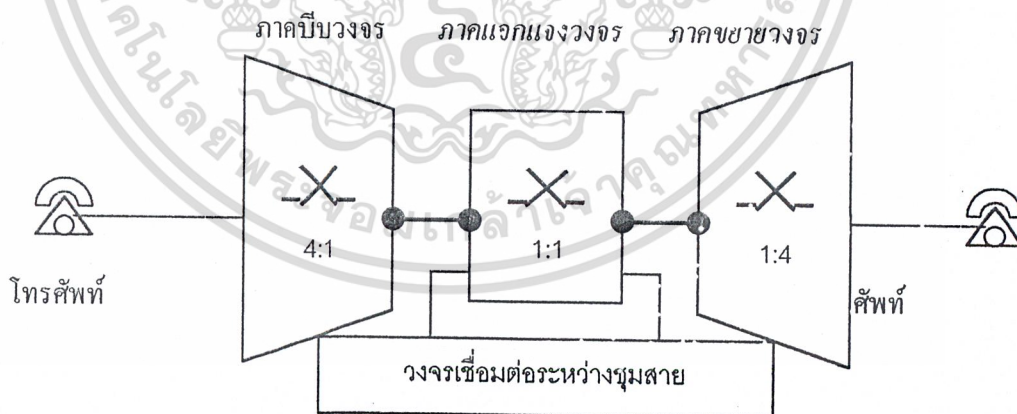
โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์

เมื่อก้าวถึงระบบชุมสายโทรศัพท์ไม่ว่าจะเป็นแบบใช้พนักงานต่อสาย, แบบ step by step, แบบครอสบาร์ และแม้กระทั่งแบบ SPC ก็ตาม จะสามารถแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรมีหน้าที่ในการเชื่อมและตัดต่อวงจรระหว่างผู้เรียกต้นทางและผู้ถูกเรียกซึ่งเป็นเลขหมายปลายทาง ทั้งนี้จะอยู่ภายใต้การควบคุมและสั่งการโดยสายควบคุมสำหรับชุมสายโทรศัพท์แต่ละแบบ ส่วนที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร และส่วนควบคุมจะแตกต่างกันไป ในแสดงในตารางข้างล่าง

| ระบบโทรศัพท์ | ส่วนที่ทำหน้าที่ตัดต่อ | ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม |
|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| ชุมสายแบบใช้พนักงานต่อสาย | แผงสวิตช์ตัดต่อ | พนักงานทำหน้าที่ตัดต่อสาย |
| ชุมสายระบบ step by step | สวิตช์แบบ โรตารี | วงจรแบบ hard-wired |
| ชุมสายแบบครอสบาร์ | สวิตช์แบบครอสบาร์ | วงจรแบบ hard-wired |
| ชุมสาย Analog SPC | รีรีเลย์ | โปรแกรมคอมพิวเตอร์ |
| ชุมสาย Digital SPC | วงจรสวิตชิง | โปรแกรมคอมพิวเตอร์ |

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบส่วนที่ทำหน้าที่ในการตัดต่อวงจรและควบคุมของชุมสายแต่ละแบบ

สำหรับ โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิทัลเอสพีซี ในส่วนของอุปกรณ์ตัดต่อวงจรสามารถแสดงดังในรูป



รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร

ซึ่งโครงสร้างจะประกอบไปด้วยย่อย 3 ส่วนคือ ภาคบีบวงจร (Concentration stage) ภาคแจกแจงวงจร (Distribution stage) และภาคขยายวงจร (Expansion stage) โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

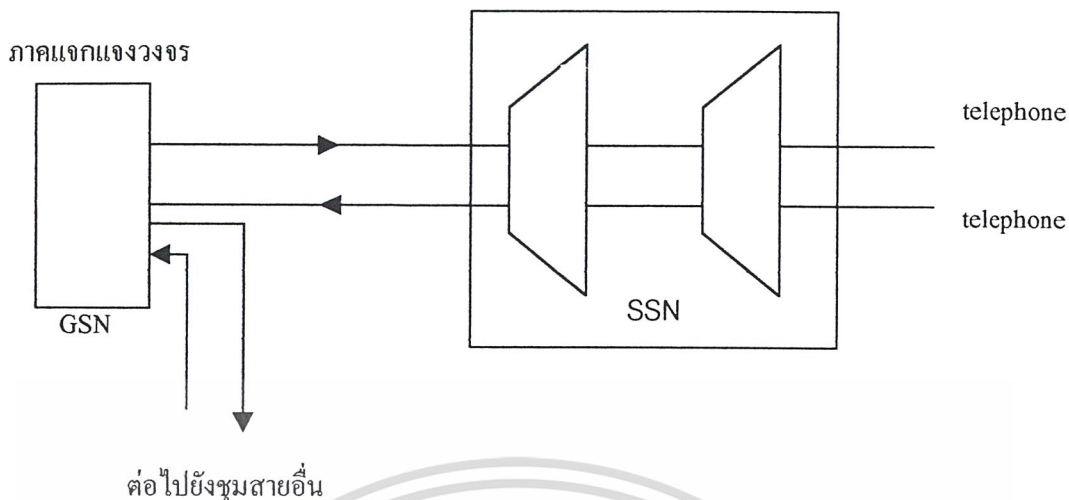
ภาคบีบวงจร หรือ Concentration stage ทำหน้าที่ลดจำนวนอุปกรณ์วงจรสำหรับป้อนส่งไปยังภาคแจกแจงวงจรให้มีจำนวนน้อยกว่าจำนวนคู่สายทั้งหมด โดยจะใช้อัตราส่วนการบีบให้ได้มาตรฐาน คือ 2:1 3:1 หรือ 4:1 โดยจะใช้ค่าเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นในการเรียกต่อวงจรสนทนาในพื้นที่ที่ชุมสายนั้นให้บริการอยู่ โดยปกติจะใช้อัตราการบีบเป็น 4:1 ซึ่งหมายความว่าขณะที่จำนวนวงจรท้องถิ่นที่เชื่อมต่อเข้าชุมสายนั้นมี 5,000 คู่สาย แต่ชุมสายจะให้บริการได้พร้อมกันเพียง $5,000/4 = 1,250$ คู่สายเท่านั้น จุดประสงค์ของการมีภาคบีบวงจรก็เพื่อเหตุผลเรื่องความประหยัด ทั้งนี้หากไม่มีภาคบีบสัญญาณแล้ว จะพบว่าในเวลาส่วนใหญ่จำนวนคู่สายที่มีการใช้งานพร้อม ๆ กันทั้งหมดจะกลายเป็นความสิ้นเปลือง จึงต้องมีการบีบวงจรให้มีจำนวนน้อยลง แต่ทั้งนี้จะต้องมีการติดตั้งภาคขยายวงจรไปพร้อม ๆ กันด้วย

ภาคแจกแจงวงจร หรือ Distribution stage ทำหน้าที่ต่อเส้นทางการสนทนาแจกจ่ายไปยังวงจรต่าง ๆ ตามลักษณะของการเรียกติดต่อจากเลขหมายต้นทาง สำหรับอัตราการบีบวงจรของภาคนี้มีค่าเป็น 1:1 ซึ่งก็คือไม่มีการคิดขีดในการเรียกใช้งานของผู้ใช้บริการแต่อย่างใด ในกรณีที่เลขหมายที่อยู่ภายในชุมสายโทรศัพท์เดียวกัน วงจรเชื่อมต่อจะถูกสร้างต่อไปยังภาคขยายวงจรและต่อไปที่เลขหมายปลายทางนั้น แต่ถ้าสำหรับกรณีที่เลขหมายปลายทางเป็นเลขหมายของชุมสายโทรศัพท์อื่น ภาคแจกแจงวงจรจะทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรระหว่างชุมสายโทรศัพท์พร้อมทั้งส่งสัญญาณติดต่อไปยังชุมสายปลายทาง และในทำนองกลับกันหากเป็นการเรียกเข้าจากชุมสายโทรศัพท์อื่น ภาคแจกแจงวงจรจะเชื่อมต่อวงจรดังกล่าวเข้ากับเลขหมายปลายทางที่อยู่ภายในชุมสาย โดยผ่านภาคขยายวงจร

ภาคขยายวงจร หรือ Expansion stage หลังจากภาคแจกแจงวงจรทำการเชื่อมต่อเส้นทางการสนทนาไปยังเลขหมายปลายทางที่เหมาะสมแล้ว วงจรสนทนาจะถูกป้อนส่งผ่านไปยังภาคขยายวงจร ซึ่งจะมีอัตราขยายเท่ากับอัตราการบีบวงจร โดยทั่วไปจะมีค่าเป็น 1:4 จากนั้นจึงจะทำการสร้างวงจรต่อไปยังเลขหมายปลายทาง

ในทางปฏิบัติ ผู้ผลิตอุปกรณ์ชุมสายโทรศัพท์ทุกรายนิยมที่จะรวมภาคบีบวงจรและภาคขยายวงจรเข้าด้วยกันเป็นภาคเดียวกัน โดยมีทิศทางของวงจรสนทนา 2 ทิศทาง คือ ทิศเข้าและทิศออก ทิศเข้าคือข้อมูลที่ส่งมาจากผู้พูดต้นทาง ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อในภาคบีบวงจร ซึ่งถูกบีบด้วยอัตราส่วน 4:1 ก่อนที่จะถูกส่งผ่านไปยังภาคแจกแจงวงจรด้วยอัตราส่วน 1:1 และในกรณีที่มิใช่เรียกต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์อื่น วงจรดังกล่าวก็จะวิ่งผ่านภาคขยายวงจรด้วยอัตราส่วน 1:4 ผ่านไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้รับปลายทางและจะเป็นไปในทางกลับกัน ในกรณีที่ผู้ใช้ปลายทางพูดได้ตอบกลับ ทั้งนี้โครงสร้างของอุปกรณ์ติดต่อวงจรในลักษณะดังกล่าวได้ถูกแสดงไว้ในรูป เนื่องจากทั้งภาคบีบวงจรและภาคขยายวงจรเป็นส่วนที่จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ จึงเรียกส่วนนี้ว่า Subscriber Switching Network หรือ SSN และเรียกส่วนของภาคแจกแจงวงจรซึ่งทำหน้าที่เสมือนกับเป็นผู้จัดกลุ่มของการเชื่อมต่อวงจรว่า Group Switching Network หรือ GSN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงการรวมภาคบีบวงจรและอค์วงจรเข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์เดียวกัน

ในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมสำหรับชุมสายโทรศัพท์โดยทั่วไปนั้น ได้รับการออกแบบขึ้นโดยเลียนแบบการคิดและการปฏิบัติของพนักงานเชื่อมต่อวงจรในยุคของชุมสายโทรศัพท์แบบใช้พนักงานต่อสาย ซึ่งพนักงานต่อสายจะคอยสังเกตดูว่ามีผู้ใช้บริการเรียกเข้ามาเพื่อขอต่อวงจรหรือไม่ หากมีก็จะให้ทำการเชื่อมต่อเลขหมายดังกล่าวเข้ากับหูฟังของตน พร้อมกับสอบถามเลขหมายปลายทาง เมื่อรับทราบแล้วก็จะมองหาตำแหน่งขั้วต่อสำหรับเลขหมายนั้น แล้วจึงทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างเลขหมายต้นทางและเลขหมายปลายทาง ซึ่งในแง่ของชุมสายโทรศัพท์นั้นก็ทำงาน โดยที่หน่วยประมวลผลย่อยจะทำการตรวจสอบการเรียกเข้าของแต่ละคู่สาย รวมถึงการเรียกเข้าจากชุมสายอื่น หากตรวจพบว่ามีบริการเรียกเข้าก็จะวิเคราะห์ตำแหน่งของเครื่องที่ทำการเรียก รับสัญญาณเลขหมายปลายทางที่ต้องการเชื่อมต่อด้วย วิเคราะห์หาตำแหน่งของเครื่องที่ถูกเรียกว่าอยู่ในชุมสายเดียวกันก็จะทำการตรวจสอบสภาพของเลขหมายปลายทางว่ายังมีการใช้งานอยู่หรือไม่ ตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์เชื่อมต่อว่างอยู่หรือไม่ หากสามารถเชื่อมต่อได้ก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเลขหมายปลายทาง และคอยให้บริการจนกว่าวงจรสนทนาจะเชื่อมต่อกัน และจะให้บริการคู่สนทนาอีกครั้งเมื่อมีการวางสาย โดยคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง

เมื่อรับทราบโครงสร้างอย่างง่ายของชุมสายโทรศัพท์โดยทั่วไปแล้วสิ่งต่อไปที่ควรพิจารณาคือขั้นตอนและวิธีการที่ชุมสายโทรศัพท์ใช้ในการให้บริการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้ใช้คู่สนทนา รวมถึงการให้บริการเพื่อสิ้นสุดการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างวงจรสนทนา

หน้าที่หลักของชุมสายโทรศัพท์คือการให้บริการเชื่อมต่อวงจรระหว่างโทรศัพท์ 2 เครื่อง ที่ต้องการติดต่อสื่อสารกัน ซึ่งตำแหน่งที่อยู่ของโทรศัพท์ทั้งสองอาจอยู่ในบริเวณเดียวกันหรือห่างกันไปข้ามทวีปก็เป็นได้ สิ่งพื้นฐานซึ่งที่ควรจะทราบก็คือขั้นตอนในการทำงานของอุปกรณ์ส่วนประกอบภายในชุมสายโทรศัพท์ที่จะสร้างการเชื่อมต่อเพื่อทำให้ผู้ใช้บริการโทรศัพท์ทั้งสองฝ่ายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ทั้งนี้สามารถจำแนกประเภทของการเรียกติดต่อได้เป็น 4 ประเภท

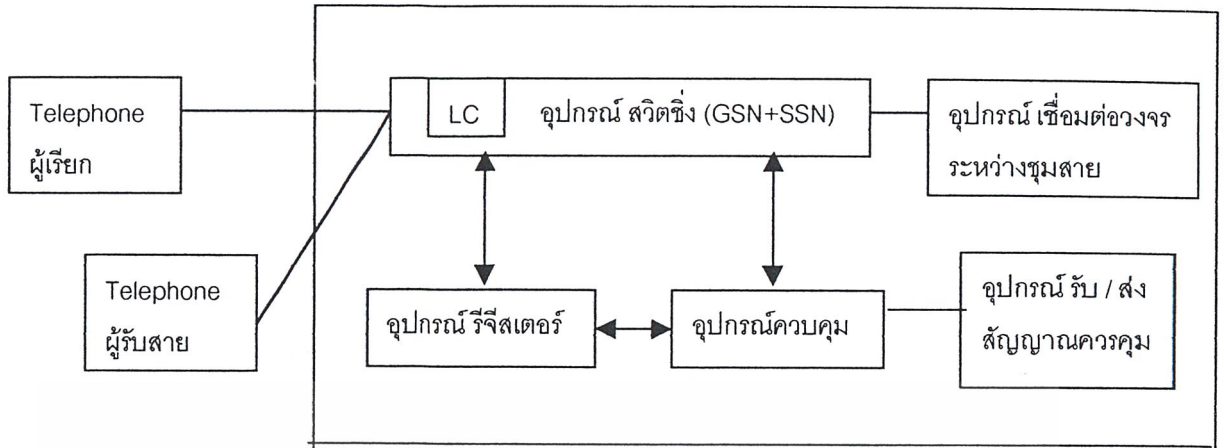
1. การเรียกสนทนาระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายในชุมสายโทรศัพท์เดียวกัน
2. การเรียกสนทนาออกไปยังชุมสายโทรศัพท์ข้างเคียง
3. การเรียกสนทนาที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ข้างเคียง
4. การเรียกสนทนาออกไปยังชุมสายโทรศัพท์อีกแห่งโดยอาศัยการต่อผ่านสายชุมสาย

อื่น

การเรียกสนทนาระหว่างเครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่องที่มีหมายเลขอยู่ในชุมสายเดียวกันดังแสดงในรูป เริ่มจากการที่อุปกรณ์เชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์ (Line Circuit หรือ LC) แต่ละอุปกรณ์ตรวจพบการยกหูของผู้ใช้บริการโทรศัพท์จากการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบรูปที่องดินเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ วงจรซึ่งต่อผ่าน LC ที่เชื่อมต่อไปยังโทรศัพท์เครื่องดังกล่าวจะถูกต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุม โดยอุปกรณ์ควบคุมจะตรวจสอบว่าเลขหมายดังกล่าวเป็นเลขหมายอะไรและมีตำแหน่งการเชื่อมต่ออยู่ตรงจุดใดในอุปกรณ์ตัดต่อ SSN รวมถึงการวิเคราะห์ว่าเลขหมายดังกล่าวใช้งานได้หรือไม่ จากนั้นจะทำการตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ต่อวงจรในชุมสายว่าง พอที่จะให้บริการได้หรือไม่ จากนั้นจึงเลือกอุปกรณ์ต่อที่ว่างอยู่มาใช้งาน

ขั้นตอนต่อไป อุปกรณ์ควบคุมจะทำการตรวจสอบว่าเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวเป็นชนิดกดปุ่มหรือแบบหมุนหน้าปัด ในกรณีที่แบบกดปุ่ม อุปกรณ์ควบคุมจะต้องเตรียมอุปกรณ์รับและแปรค่าความถี่ DTMF เพื่อตรวจรับค่าเลขหมายที่เกิดจากการกดปุ่มเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นอุปกรณ์ควบคุมจะเตรียมรีจิสเตอร์ที่ว่างไว้หนึ่งตัวเพื่อให้เก็บค่าเลขหมาย หลังจากขั้นตอนนี้จะทำการต่อวงจรของเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการเรียกผ่านอุปกรณ์ LC ผ่านไปอุปกรณ์ SSN เข้าไปยัง รีจิสเตอร์ที่ได้เลือกไว้ ซึ่งในกรณีที่โทรศัพท์เป็นแบบกดปุ่มก็จะมีการต่อผ่านอุปกรณ์แปรค่าความถี่ DTMF ก่อนจะเข้าสู่รีจิสเตอร์ เมื่อถึงตอนนี้ อุปกรณ์ควบคุมจะส่งสัญญาณแจ้งให้หมุนเลขหมาย (dial tone) ไปยังเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในขั้นตอนนี้หากมีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้น เช่น อุปกรณ์ต่อผ่านไม่ว่าง เลขหมายปลายทางไม่ว่าง หรือเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวถูกป้องกันไม่ให้โทรออก อุปกรณ์ควบคุมจะส่งสัญญาณคู่สายไม่ว่างมาแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงการเรียกติดต่อระหว่างเลขหมายภายในชุมสายเดียวกัน

หลังจากได้รับสัญญาณแจ้งให้หมุนเลขหมายปลายทาง ผู้ใช้ต้นทางจะทำการหมุนเลขหมาย (หรือกดปุ่ม) เลขหมายดังกล่าวจะถูกส่งผ่านวงจรที่ได้สร้างไว้เข้าสู่อุปกรณ์ควบคุม เมื่ออุปกรณ์ควบคุมได้รับเลขหมายดังกล่าวแล้วก็จะทำการวิเคราะห์ว่าเลขหมายดังกล่าวเป็นเลขหมายในชุมสายเดียวกันหรือไม่ ในกรณีตัวอย่างนี้สมมุติว่าเป็นเลขหมายในชุมสายเดียวกันอุปกรณ์ควบคุมจะทำการวิเคราะห์เลขหมายปลายทางว่าได้รับอนุญาตให้ถูกเรียกได้หรือไม่ ในกรณีที่ยังมิได้มีการเรียกเข้า อุปกรณ์ควบคุมจะกำหนดสถานะของเลขหมายดังกล่าวให้อยู่ในสภาพไม่ว่าง จากนั้นจะตรวจสอบตำแหน่งของเลขหมายปลายทางว่าอยู่ตำแหน่งใดในอุปกรณ์ SSN พร้อมทั้งจองตำแหน่งตัวต่อที่ว่างใน GSN ในกรณีที่เลขหมายปลายทางไม่ว่าง หรือตัวต่อไม่ว่าง อุปกรณ์ควบคุมจะส่งสัญญาณสายไม่ว่างกลับไปยังเลขหมายต้นทาง

เมื่อผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์และเตรียมการเชื่อมต่อสำหรับเลขหมายปลายทางแล้ว ขั้นตอนต่อไปอุปกรณ์ควบคุมจะทำการต่อวงจรสนทนาโดยใช้ตัวต่อในอุปกรณ์ SSN ผ่านอุปกรณ์ LC ไปยังเลขหมายต้นทาง และต่อผ่านอุปกรณ์ GSN ที่จองไว้ สำหรับด้านของเลขหมายปลายทาง อุปกรณ์ควบคุมจะเพียงแต่เตรียมเชื่อมต่อวงจรสนทนาโดยใช้ตัวต่อในอุปกรณ์ SSN ผ่านทางอุปกรณ์ LC ของเลขหมายปลายทาง สาเหตุที่ยังไม่เชื่อมต่อในช่วงนี้ เพราะจะได้เป็นการป้องกันไม่ให้สัญญาณกระดิ่งที่ชุมสายส่ง ไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางวิ่งย้อนกลับไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก และเพื่อป้องกันมิให้คิดเงินกับผู้เรียก เนื่องจากปลายทางยังไม่ยกหูขณะเดียวกันชุมสายโทรศัพท์จะเตรียมการคิดค่าบริการตามลักษณะการเรียกนั้นๆ เมื่อพร้อมแล้วจึงส่งสัญญาณกระดิ่ง (ringing signal) ไปยังเลขหมายปลายทาง พร้อมกับส่งสัญญาณกระดิ่งย้อนกลับ (ring back tone) กลับไปยังผู้เรียก ถ้าภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนดปลายทางยังมิได้มีการยกหูอุปกรณ์ควบคุมจะยกเลิกการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมด พร้อมทั้งส่งสัญญาณคู่สายไม่ว่างกลับ ไปให้เลขหมายต้นทาง

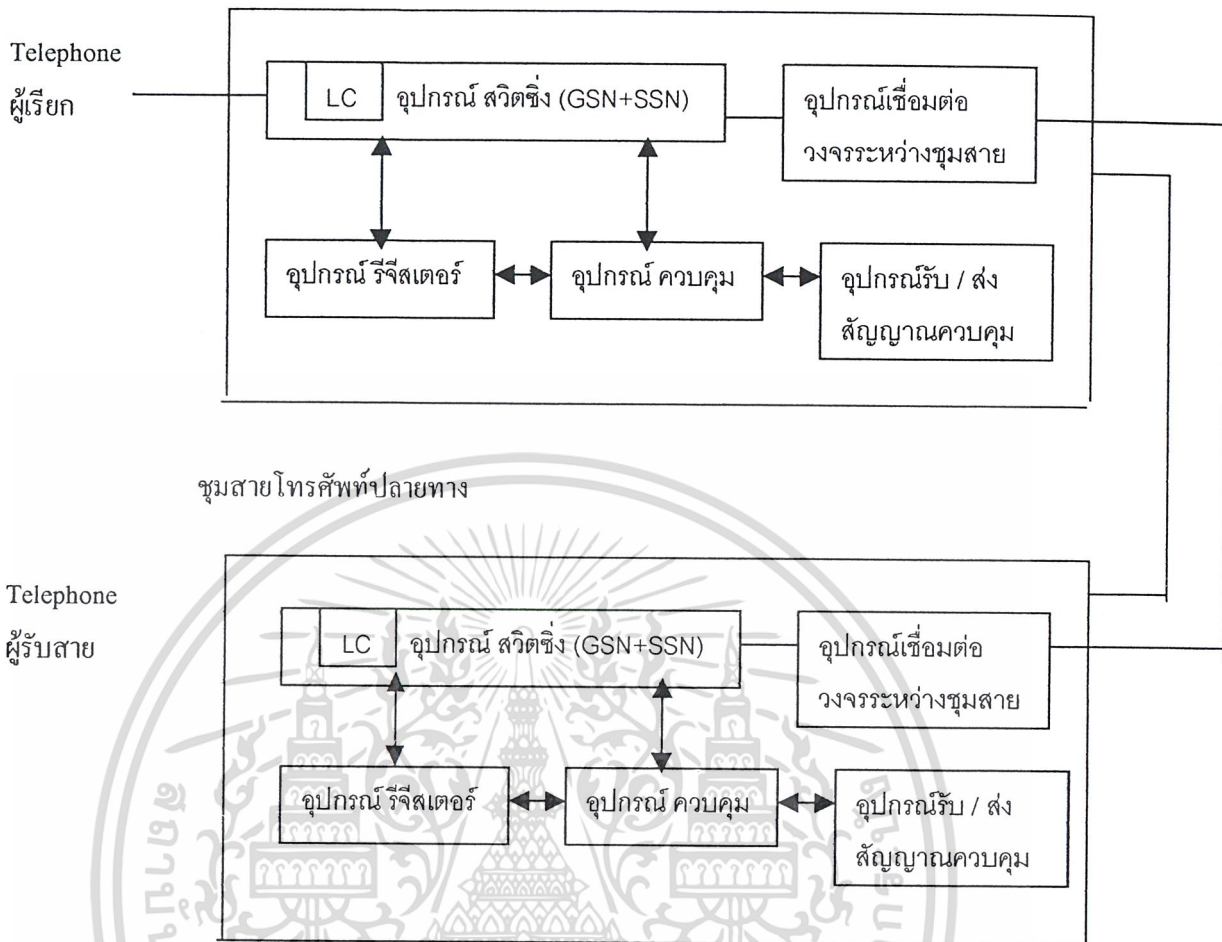
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์ปลายทางมีการยกหูตอบรับการเรียก อุปกรณ์ควบคุมจะทำการตัดสัญญาณกระดิ่งย้อนกลับและสัญญาณกระดิ่งออกพร้อมทั้งต่อวงจรการสนทนาระหว่างเลขหมายต้นทางและปลายทางให้ถึงกันและเริ่มการคิดเงิน โดยคิดที่ฝ่ายผู้เรียกตลอดระยะเวลาการสนทนา อุปกรณ์ควบคุมจะคอยตรวจสอบการวางสายเลิกสนทนาของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการวางสายอาจเกิดจากผู้เรียกเป็นฝ่ายวางสายก่อน ในกรณีนี้ อุปกรณ์ควบคุมจะปลดอุปกรณ์เชื่อมต่อทั้งในอุปกรณ์ SSN และ GSN พร้อมกับส่งสัญญาณคู่สายไม่ว่างไปยังเลขหมายปลายทางเพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้เรียกได้ทำการวางสายไปแล้ว ซึ่งหากผู้รับสายยังไม่ว่างภายในเวลา 45 วินาที อุปกรณ์ควบคุมก็จะตัดสัญญาณคู่สายไม่ว่างออก

ในกรณีที่ผู้รับสายเป็นผู้วางสายก่อน อุปกรณ์ควบคุมจะทำการรอเป็นเวลา 90 วินาที หลังจากนั้นจึงจะทำการปลดการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ออกพร้อมทั้งส่งสัญญาณไม่ว่างแจ้งให้ผู้เรียกทราบในช่วงระหว่าง 90 วินาที นี้ผู้รับสายสามารถเปลี่ยนใจยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาสนทนากับผู้เรียกได้ โดยไม่ต้องโทรหากันใหม่

สำหรับการ โทร ไปยังเลขหมายซึ่งอยู่ในชุมสายข้างเคียงดังแสดงในรูป ก็จะมีกระบวนการคล้ายคลึงกับที่ได้กล่าวมาแล้ว ยกเว้นในช่วงของการวิเคราะห์เลขหมายปลายทางซึ่งอุปกรณ์ควบคุมจะตรวจสอบว่าต้องใช้เส้นทางใดในการติดต่อเพื่อเรียกออก โดยรวมถึงการวิเคราะห์นอกจากเส้นทางหลักแล้วยังมีเส้นทางเลือกอื่นๆ อีกหรือไม่จากนั้นจะตรวจสอบว่าต้องใช้ระบบสัญญาณชนิดใดในการติดต่อกับชุมสายข้างเคียงสำหรับการคิดเงินจะต้องเป็นไปตามอัตราที่กำหนดในการ โทรข้ามชุมสายโทรศัพท์ โดยอุปกรณ์ควบคุมจะตรวจสอบจากฐานข้อมูลซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำหลักของระบบชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงการเรียกติดต่อไปยังเลขหมายที่อยู่ในชุมสายข้างเคียง

หลังจากทราบว่าต้องใช้เส้นทางใดแล้วอุปกรณ์ควบคุมจะเลือกวงจรต่อออกที่ว่างไว้หนึ่งวงจร พร้อมกับตรวจสอบว่าวงจรดังกล่าวมีตำแหน่งเชื่อมต่ออยู่ที่ใดในอุปกรณ์ GSN จากนั้นจะทำการเลือกอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ MFC โดยต้องทราบตำแหน่งเชื่อมต่อในอุปกรณ์ GSN พร้อมทั้งเลือกตัวต่อที่ว่างในอุปกรณ์ GSN หลังจากนั้นจึงดำเนินการต่อเส้นทางสำหรับส่งสัญญาณระหว่างวงจรต่อออกกับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณแล้วจึงส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายปลายทาง เมื่อผ่านขั้นตอนนี้ อุปกรณ์ควบคุมของชุมสายต้นทางจะเตรียมการส่งข้อมูลที่จำเป็นไปยังชุมสายปลายทาง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวก็ได้แก่เลขหมายปลายทาง และชนิดของเลขหมายต้นทาง

พร้อมทั้งรอรับข้อมูลจากชุมสายปลายทาง ซึ่งได้แก่สัญญาณที่ใช้ควบคุมการส่ง รวมถึงข้อมูลบอกสถานะของเลขหมายปลายทาง ในกรณีที่ได้รับทราบว่าเลขหมายปลายทางว่าง อุปกรณ์ก็จะทำการต่อวงจรสนทนาจากอุปกรณ์ LC ผ่านอุปกรณ์ SSN, GSN และวงจรต่อออกพร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์คิดเงินตามอัตราที่กำหนด ในช่วงระหว่างที่รอผู้รับปลายทางยกหูรับสาย ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางจะส่งสัญญาณเรียกผ่านชุมสายต้นทางไปยังเลขหมายผู้เรียกพร้อมกับส่งสัญญาณกระดิ่งไปยัง

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมายปลายทางของผู้เรียก อุปกรณ์ควบคุมของชุมสายต้นทางจะทำการสังเกตการยกหูของเลขหมายปลายทางอยู่ซึ่งจะได้รับสัญญาณตอบรับจากชุมสายปลายทางเมื่อมีการยกหูเมื่อถึงขั้นนี้อุปกรณ์ควบคุมจะทำการคิดเงินกับเลขหมายต้นทางตามอัตราค่าบริการที่ได้เตรียมไว้พร้อมๆ ไปด้วยไปกับการสังเกตการวางสายของผู้เรียกเมื่อมีการยกเลิกสนทนาโดยอุปกรณ์ควบคุมชุมสายโทรศัพท์ต้นทางพบว่าผู้เรียกเป็นฝ่ายวางสาย หรือได้รับสัญญาณเลิกสนทนาจากชุมสายโทรศัพท์ปลายทางก็จะทำการปลดอุปกรณ์เชื่อมต่อในอุปกรณ์ SSN และ GSN ออกสำหรับการเรียกเข้าจากชุมสายโทรศัพท์ข้างเคียง รวมถึงการเรียกไปยังชุมสายโทรศัพท์ข้างเคียงแต่ต้องผ่านชุมสายอื่นก่อน ล้วนแล้วแต่มีขั้นตอนกระบวนการทำงานคล้ายคลึงกัน

ระดับเสียง (Sound level)

หูคนปกติสามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่ในย่าน 20 Hz – 20,000 Hz การตอบสนองความถี่สูงของแต่ละคนเปลี่ยนแปลงไปตามวัย คืออายุยิ่งมากความสามารถที่จะรับรู้เสียงสูง ๆ ยิ่งลดลง เสียงใดมีความถี่สูงกว่าอีกเสียงหนึ่งอาจเรียกได้ว่ามีระดับเสียงสูงกว่า (Higher pitch) อีกเสียงเสียงของผู้ชายอยู่ในความถี่ประมาณ 250 – 1,000 Hz เสียงของผู้หญิงอยู่ในความถี่ประมาณ 500 – 1,500 Hz เท่าที่ทดลองกันมาความถี่ของเสียงที่หูคนคุ้น และตอบสนองไวที่สุด คือ ความถี่ 3,000 Hz ความเข้มของเสียง เสียงค่อยมีแอมพลิจูดค่าเสียงที่ดังขึ้นมีความเข้มมากขึ้นมีแอมพลิจูดสูงในการทดลองพบว่า ความเข้มของเสียง ณ จุดต่าง ๆ มีขนาดแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแอมพลิจูดกำลังสอง

ความไวของหูกับความเข้ม เมื่อเริ่มทดลองด้วยเสียงที่มีความถี่ขนาดหนึ่งมีความเข้มน้อย ๆ ตั้งแต่เราไม่สามารถได้ยินได้ ค่อย ๆ เพิ่มความเข้มจนเราสามารถได้ยินได้ ณ จุดของความเข้มนั้นเราเรียกว่า Threshold of Hearing ของความถี่นั้น เมื่อเพิ่มความเข้มขึ้นเรื่อย ๆ เราจะได้ยินรู้สึกว่าดังขึ้น ๆ ความเข้มที่เพิ่มที่เราได้ยินได้ปรากฏว่ามีค่ามากหลายล้านเท่าของความเข้มของเสียงที่เริ่มได้ยินนับได้ว่าหูคนเราสามารถรับความเข้มของเสียงหนึ่ง ๆ มีย่านใหญ่โตมากจะต้องมีความเข้มอยู่ค่าหนึ่งเริ่มให้ความรู้สึกเจ็บปวดแทรกเข้ามากับการได้ยิน ค่านั้นเรียกว่า Threshold Value of Pain

เนื่องจากหูคนสามารถรับความเข้มของเสียงย่านกว้างมาก จึงนิยมบอกค่าความเข้มของเสียงโดยการเปรียบเทียบกับค่าความถี่มาตรฐาน 1000 Hz ที่มีความเข้มค่า 10^{-16} watts/cm² ซึ่งเป็นค่า Threshold Value of Hearing ของเสียง 1000 Hz นี้แม้ว่าอัตราส่วนออกมาได้แล้ว บางเสียงยังมีค่ามากอีกจึงอาศัยความรู้เรื่อง Logarithm ฐาน 10 เข้าช่วยเพื่อให้เกิดเป็นหน่วยมีค่าน้อย นอกจากนี้ความเข้มที่ต่างกันเล็กน้อยไม่อาจทำให้เรารู้สึกว่าดังกว่ากันได้ ต้องเป็นร้อย ๆ เท่า จึงจะให้ความรู้สึกเช่นนั้นได้ นั่นคือเป็นไปในลักษณะของ Logarithm

แสดงการคำนวณประกอบได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เสียงหนึ่งมีความเข้ม I_1 watts / cm² และเสียงมาตรฐานมีความเข้ม I_2 หรือ 10^{-16} watts / cm²
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงแรกมีความเข้มเหนือความถี่มาตรฐาน $\log_{10} (I/I_0)$ Bel

หน่วย Bel ให้เป็นเกียรติแก่ Alexander Graham Bell ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์แต่หน่วยนี้ยังมีขนาดใหญ่อู้งานนิยมใช้หน่วยย่อยลงไปเป็น dB หรือ

$$1 \text{ Bel} = 10 \text{ dB}$$

ค่ามาตรฐานของความเข้ม 1000 Hz ที่ทำให้หูได้ยิน Zero Intensity Level เสียงอื่น ๆ ที่มีความเข้มเป็น 10 เท่าของเสียงมาตรฐานนี้ ถือว่าระดับของความเข้มเป็น 10 เท่าคือ 10 dB เหนือค่ามาตรฐาน

ในทางวิศวกรรมโทรศัพท์นิยมใช้ค่ามาตรฐานเป็น 6 มิลลิวัตต์ ป้อนเข้าสาย 500 หรือ 600 โอห์ม ดังนั้นกำลัง 60 มิลลิวัตต์ จะมีระดับความเข้มเท่ากับ

$$10 \log_{10} (60/6) \text{ dB}$$

$$10 \log_{10} 10 \text{ dB} = +10 \text{ dB}$$

กำลัง 0.6 มิลลิวัตต์ จะมีระดับความเข้ม -10 dB

ลักษณะสมบัติของเสียงทางไฟฟ้า (Sound Characteristics)

Frequency จะได้จากระยะ pitch

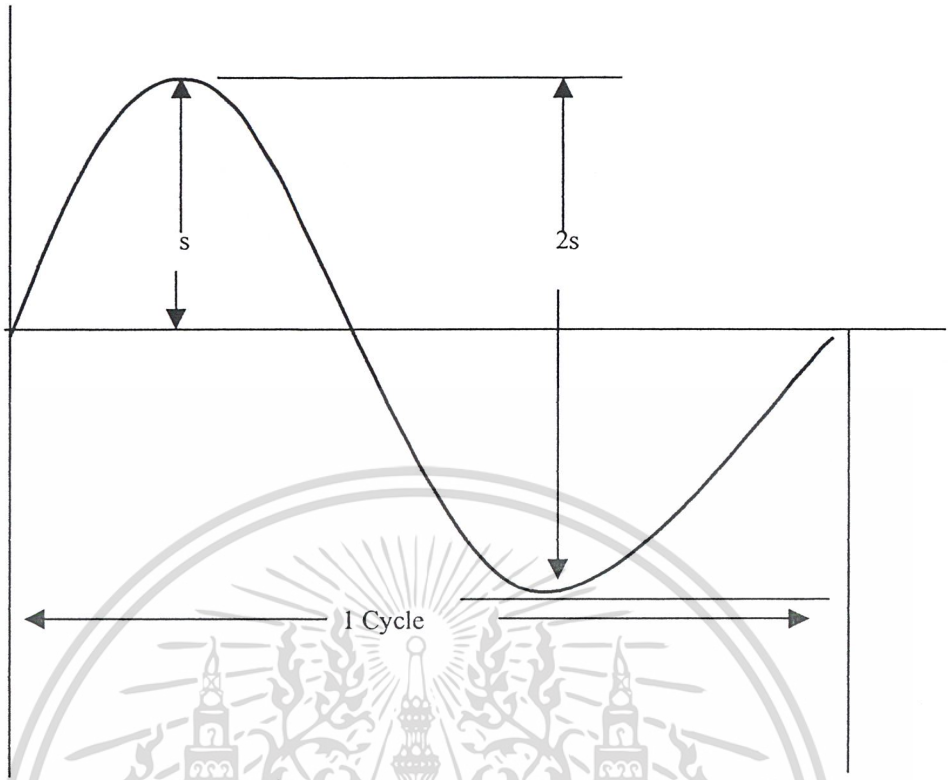
ตัวอย่างเช่น เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่จากข้างล่างขึ้นข้างบนภายในกระบอกสูบ ทำให้เกิดเป็น harmonic motion เกิดกำลังอัดในบรรยากาศต่าง ๆ กัน ระยะทางจากจุดศูนย์กลางของกระบอกสูบไปยังจุดสุดท้าย จะเรียกว่า Amplitude ความยาวทั้งหมดของกระบอก จะเรียกว่า double amplitude หรือ displacement

ลูกสูบจะเคลื่อนที่สมบูรณ์ใน 1 cycle เมื่อเริ่มจากจุดศูนย์กลางของกระบอกสูบไปยังจุดที่ไกลที่สุดและกลับมาทางเดิมและเคลื่อนจากจุดตรงกันข้ามของกระบอกสูบกลับมาอีกครั้งหนึ่งจึงจะกลับไปยังจุดศูนย์กลางของกระบอกสูบ

จำนวนครั้งต่อวินาทีของลูกสูบจากจุดข้างล่างขึ้นข้างบน เมื่อผ่านครบ 1 cycle จะเรียกว่า ความถี่ (frequency) ของคลื่นเสียงนั้นคือจำนวน cycle ต่อวินาที (CPS) ระยะเวลาที่ได้

จาก cycle ที่สมบูรณ์เรียกว่า period ตัวอย่างเช่นความถี่ 1000 Hz จะได้เป็น $\text{period} = \frac{1}{1000} = 0.001$ วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงความสัมพันธ์ในคลื่นรูป Sine

- S = Amplitude
- 2S = Double Amplitude
- f = Frequency

Decibels and Levels

ในรูปของ เดซิเบล จะหาได้จากอัตราส่วนของกำลังวัตต์ทางไฟฟ้า คูณกับ 10 เท่าของ ลอการิทึม ฐาน 10

ตัวอย่างเช่น ถ้ากำลังของ สัญญาณเข้าของวงจรขยายอิเล็กทรอนิกส์ช่วงหนึ่ง = W_1 และ กำลังขยายสัญญาณออก = W_2 ค่าแกน ของวงจรขยายเป็น เดซิเบล จะเท่ากับ

$$dB = 10 \log (W_2/W_1)$$

$$W_1 = 1 \text{ mW } , W_2 = 10 \text{ mW power gain}$$

$$DB = 10 \log (10/1)$$

$$= 10 \text{ dB}$$

$$\text{input power} = 2W \text{ out put power} = 20 \text{ watt power}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า gain ก็ยังคงเป็น 10 dB

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sound Power Level

ค่าระดับ decibel จะใช้ได้เฉพาะอัตราส่วนไม่ใช่สูตรที่แน่นอนที่จะใช้ได้จริงๆ นอกจากนี้ค่าระดับเปรียบเทียบจะคงที่แน่นอน ในเรื่องของ acoustics ค่าระดับเปรียบเทียบ W_1 จะใช้ 10^{-12} W นั่นคือ

$$\text{Sound Power level} = \text{PWL} = 10 \log (W/10^{-12})$$

ถ้าค้นกำเนิดเสียงมีกำลัง 10^{-5} W. ระดับกำลังของเสียงจะเท่ากับ

$$\text{PWL} = 10 \log (10^{-5}/10^{-12}) = 70 \text{ dB re } 10^{-12} \text{ W.}$$

ถ้าค้นกำเนิดเสียง 1.0 W ระดับกำลังของเสียงเท่ากับ

$$\text{PWL} = 10 \log (1.0/10^{-12}) = 120 \text{ dB re } 10^{-12} \text{ W.}$$

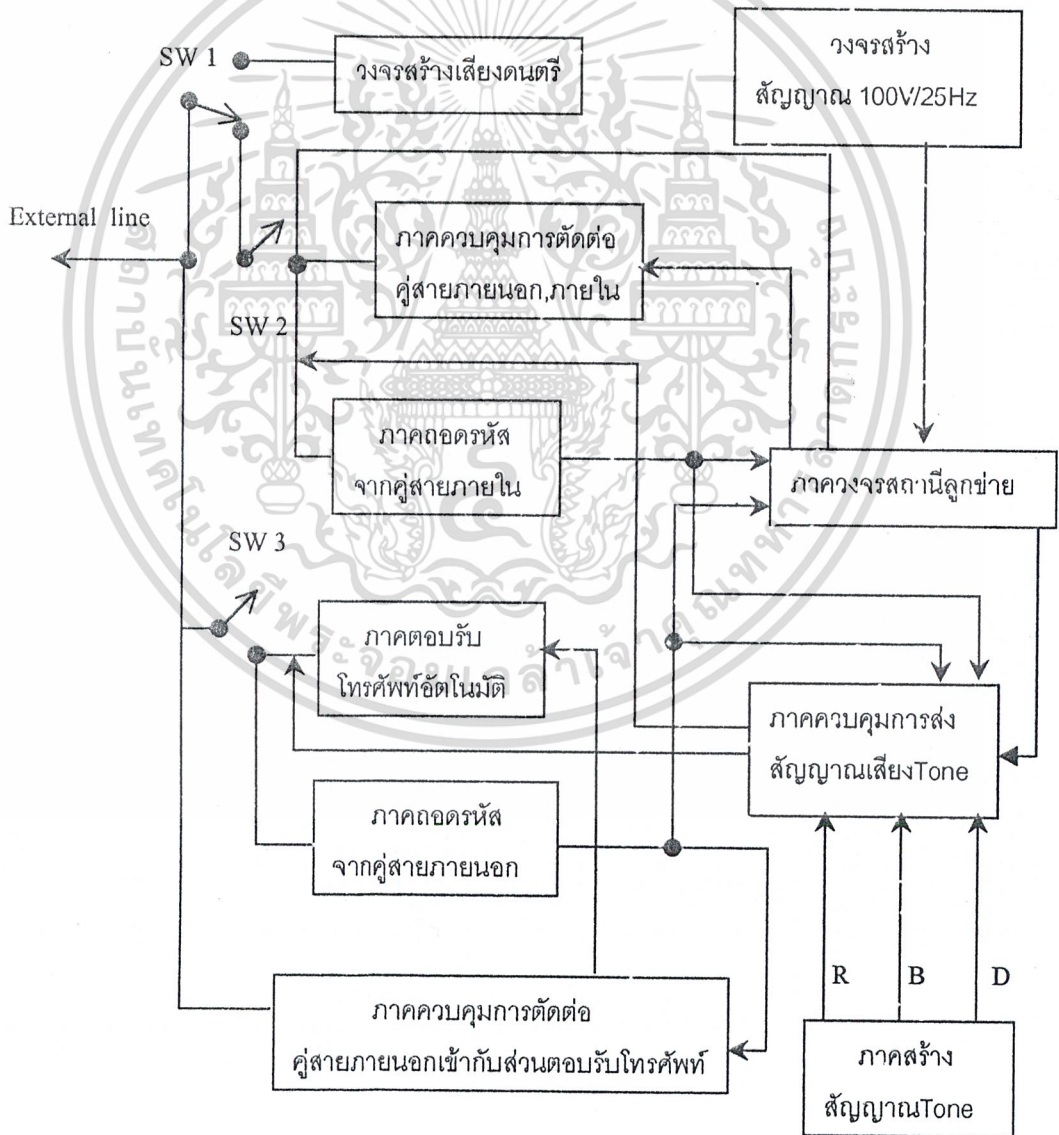


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

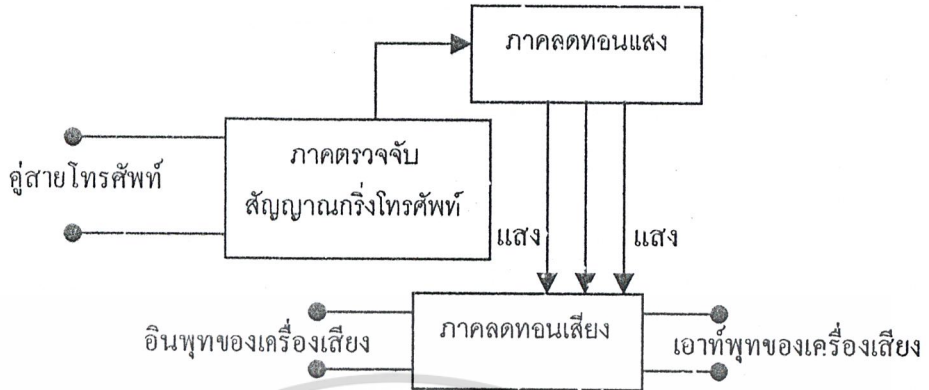
การออกแบบและการทำงานของวงจร

โดยการออกแบบและการทำงานของระบบประกอบไปด้วยส่วนใหญ่อีก 3 ส่วนคือ ระบบภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจรทั้งหมด, ระบบอินเตอร์โฟน, ระบบลดทอนสัญญาณเสียงจากเครื่องขยาย หรือเครื่องเสียง ซึ่งจะแสดงในบล็อกไดอะแกรมของระบบอินเตอร์โฟน ประกอบด้วยบล็อกทั้งหมด 9 บล็อก โดยมีส่วนต่างๆคือดังนี้ วงจรสร้างเสียงดนตรี, วงจรสร้างสัญญาณ 100V/25Hz, ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายในและภายนอก, ภาคลดทอนสัญญาณจากคู่สายภายใน, ภาควงจรสถานีลูกข่าย, ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ, ภาคลดทอนสัญญาณจากคู่สายภายนอก, ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ, ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง Tone และภาคสร้างสัญญาณ Tone โดยหน้าที่ต่างกันโดยอธิบายในหน้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของ Interphone
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งส่วนในระบบของ Sound level attenuator จะประกอบไปด้วย บล็อก 3 บล็อกคือ ส่วนตรวจจับสัญญาณกริ่ง , ส่วนลดทอนแสง และส่วนลดทอนเสียง ซึ่งแสดงในบล็อกได้ดังนี้

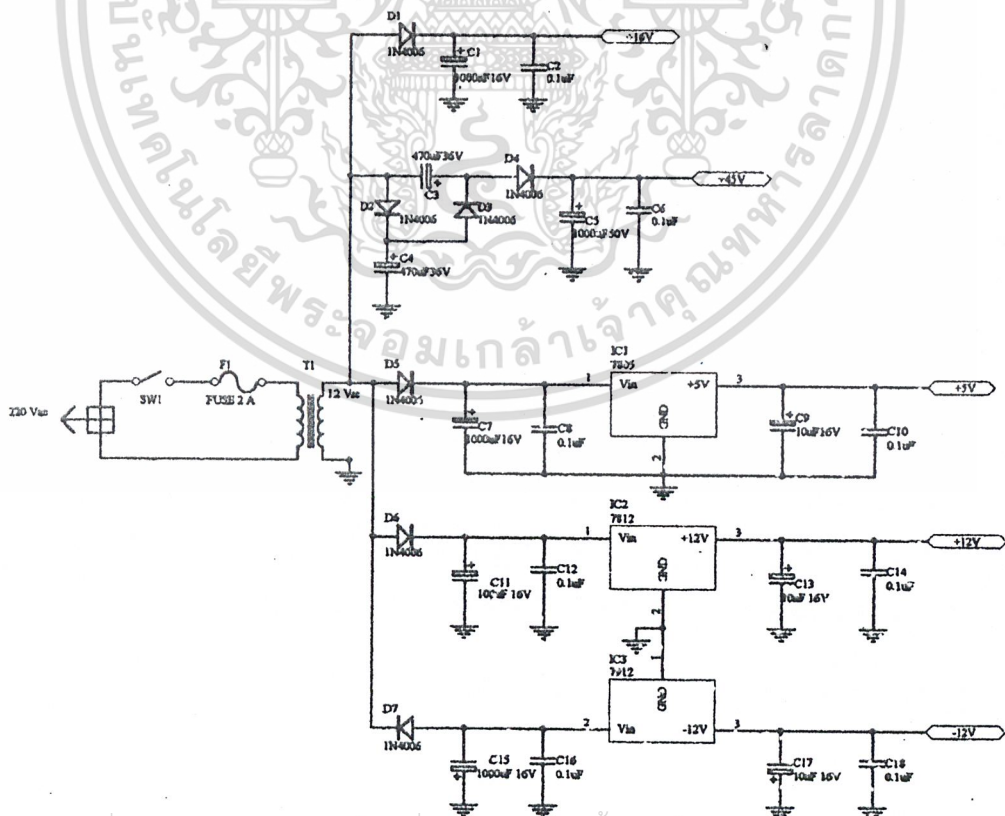


รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของ Sound level attenuator

3.1 ภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจร (Power Supply)

ภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

ภาคจ่ายไฟเลี้ยงวงจรที่ใช้หม้อแปลงขนาด 12 Vac ป้อนให้กับภาคเรกติไฟร์ ซึ่งเมื่อผ่าน D1 จะเหลือเพียงครึ่งคลื่นช่วงบวกและจะถูกการกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ C1, C2 จึงทำให้ที่ขาคาโธดของ D1 มีค่าประมาณ 16 Vdc ส่วนแรงดัน 16 V จากขาคาโธดของ D1 จะถูกนำไปป้อนให้กับบริดจ์ทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต
รูปที่ 3.3 ระบบวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแรงดันที่ขาคาโรด D5 ยังถูกป้อนไปยัง IC1 เบอร์ 7805 ซึ่งเป็นไอซีเร็กกูเลเตอร์แรงดันคงที่ 5 V ซึ่งแรงดันที่ได้ออกมาจากไอซีจะเท่ากับ 5 V และจะถูกนำไปป้อนให้กับไอซีหลายๆตัวในวงจร

ไดโอด D2, D3 ถูกต่อร่วมกับ C3, C4 ทำเป็นวงจรทวิคูณแรงดัน 3 เท่า แล้วป้อนให้กับ D4 เพื่อทำการเร็คตีไฟร์ ซึ่งจะได้แรงดันประมาณ 45 โวลท์ และป้อนให้กับทรานซิสเตอร์ภายในระบบทุกเครื่องด้วยเหตุนี้ ทรานซิสเตอร์ภายในทุกเครื่องจึงใช้แรงดันไฟจากหม้อแปลง T1 ทั้งสิ้นโดยไม่ต้องอาศัยแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอก

แรงดันไฟเมื่อผ่าน D6, C11, C12 ได้แรงดัน 16 V ป้อนให้กับ Ic2 ซึ่งเป็น Ic เร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7812 ซึ่งได้แรงดันไฟ +12V เพื่อป้อนให้กับชุดวงจรไฟเลี้ยงของ SOUND LEVEL ATTENUATOR

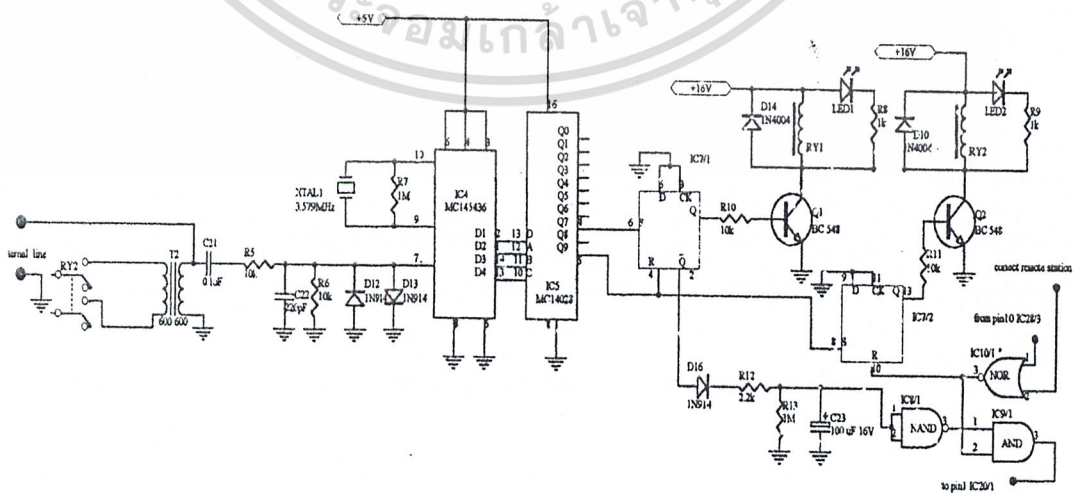
แรงดันไฟเมื่อผ่าน D7, C15, C16 จะได้แรงดันไฟลบ 16V ป้อนให้กับ Ic3 ซึ่งเป็น Ic เร็กกูเลเตอร์ เบอร์ 7912 จะได้แรงดันไฟ -12V ซึ่งป้อนเป็นไฟเลี้ยง Ic3 ของชุดวงจรของ SOUND LEVEL ATTENUATOR

3.2 ระบบอินเตอร์โฟน (Interphone) ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายในและโอนสาย

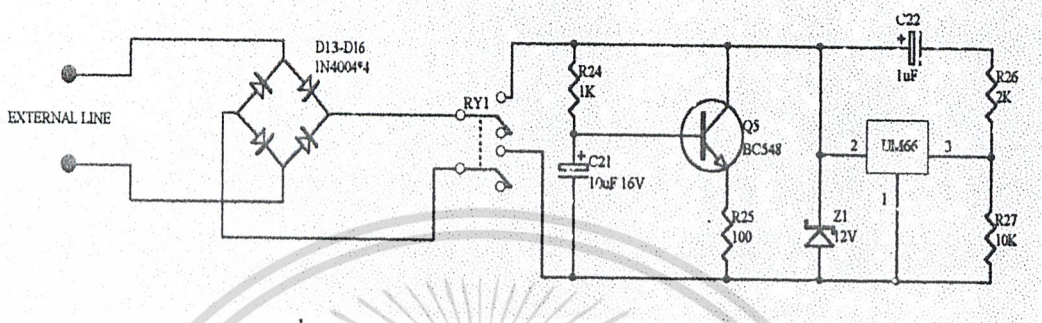
ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายในและโอนสาย

จากวงจรจะเห็นว่า Ic5 ต่ออยู่กับ Ic6 ซึ่ง Ic5 เป็น MC 14028 ซึ่งทำหน้าที่ถอดรหัส BCD ออกเป็นเลขฐาน 10 ตั้งแต่ 0-9 ซึ่งในการควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายในเราจะใช้ปุ่ม # ในการควบคุมการตัดต่อคู่สาย และใช้ปุ่ม * ในการควบคุมการโอนสาย ซึ่งสัญญาณ DTMF ของ # และ * เมื่อถูกถอดรหัสโดย Ic5 แล้วจะได้ 1011 และ 1100 ตามลำดับซึ่งเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 แล้วจะได้ 11, 12 ตามลำดับซึ่งเกินความสามารถของ Ic6 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสลักขาของ Ic6 จากการต่อปกติ โดยให้ขา 2, 1, 14, 13 ต่อกับขา 13, 12, 11, 10 ของ Ic6 ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.4 ภาควงจรควบคุมการตัดต่อคู่สาย ภายนอก-ภายใน และ โอนสาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

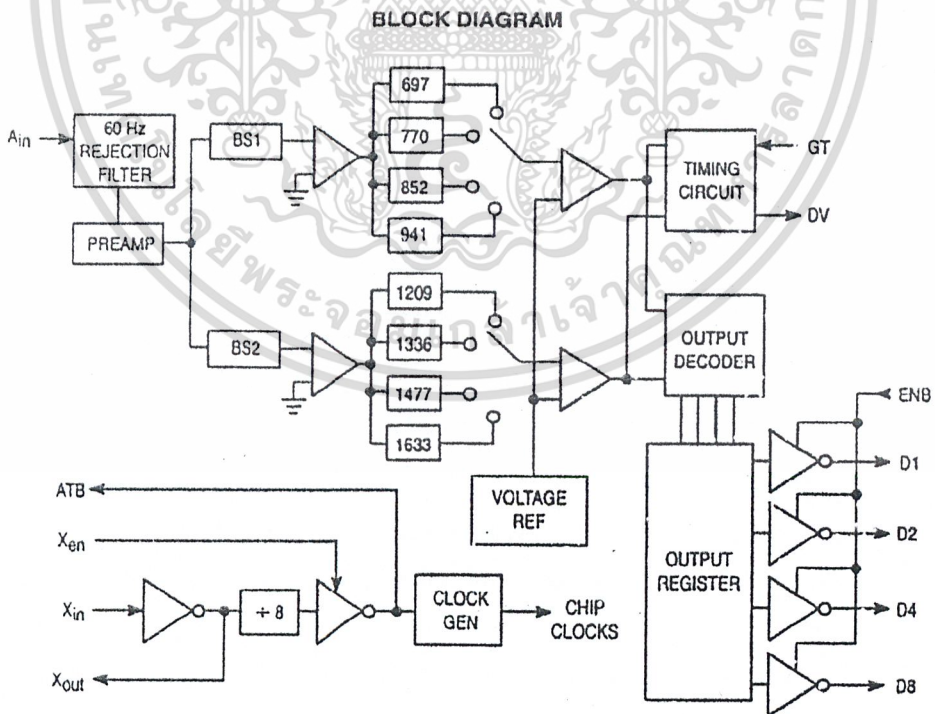
ซึ่งผลที่ได้เมื่อทำการกดปุ่ม # แล้ว Ic6 จะถอดรหัสออกเป็น Q9 ซึ่งจะมีลอจิก 1 ออกที่ขา 5 ของ Ic6 เพื่อไปเซต Ic7/2 ให้ขา 13 เป็นลอจิก 1 เป็นผลให้ Q2 (on) และ RY2 ทำการต่อคู่สายภายนอกเข้ากับคู่สายภายใน และเมื่อทำการกดปุ่ม * แล้ว Ic6 จะถอดรหัสออกเป็น Q7 ซึ่งจะมีลอจิก 1 ออกที่ขา 4 ของ Ic6 เพื่อไปเซต Ic7/1 ให้ขา 1 เป็นลอจิก 1 เป็นผลให้ Q1 (on) และ RY1 ทำการต่อคู่สายภายนอกเข้ากับวงจรเสียงดนตรีเพื่อพักสายหรือโอนสายเป็น ลำดับต่อไปโดย



รูปที่ 3.5 กลไก โอนสายให้เป็นเสียงดนตรี (พักสาย)

โครงสร้างของ Mc 145436

เป็นอุปกรณ์ซีดิกอนเกตซิมอสแอลเอสไอ ประกอบไปด้วย วงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสความถี่ของมาตรฐาน DTMF ให้สัญญาณเอาท์พุทเป็นสัญญาณดิจิทัล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.6 บล็อกโคโตะแกรมของ MC145436
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมฐานเวลาและเอาท์พุทของวงจร จะใช้เทคโนโลยีของสวิตช์คาปาซิเตอร์ จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นว่าประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ คือ

1. ภาคกรองความถี่

จะทำหน้าที่แยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่แบบสวิตช์คาปาซิเตอร์

2 ภาคถอดรหัสความถี่ DTMF

ที่กรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากค่าความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงดังตารางที่ 3.1

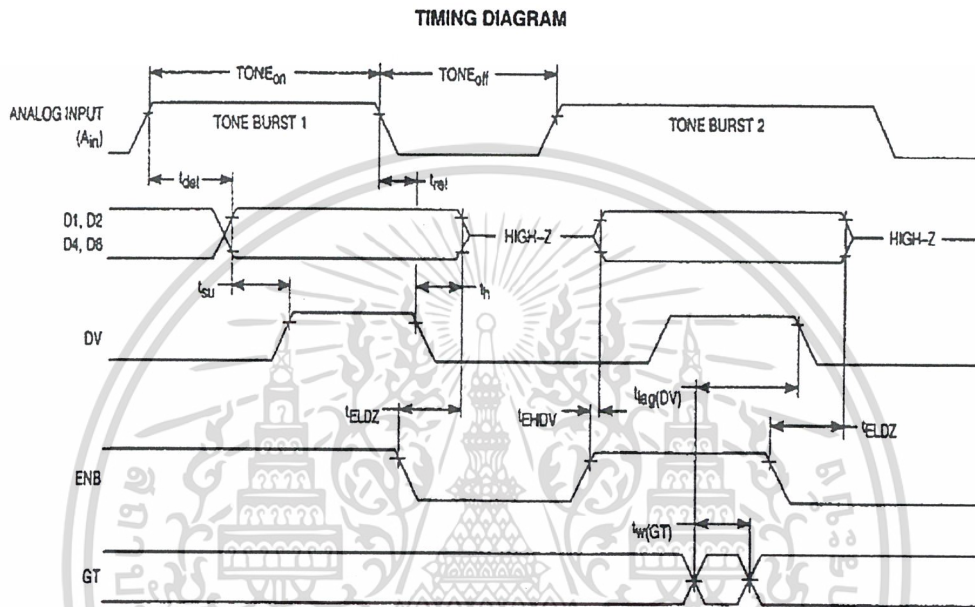
| f (low) | f (high) | No. | Q4 | Q3 | Q2 | Q1 |
|---------|----------|-----|----|----|----|----|
| 697 | 1209 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 697 | 1336 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 697 | 1477 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 770 | 1209 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 770 | 1336 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1477 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1336 | 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 852 | 1209 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 852 | 1477 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 941 | 1336 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 941 | 1209 | * | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 941 | 1477 | # | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 697 | 1633 | A | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 770 | 1633 | B | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 852 | 1633 | C | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 941 | 1633 | D | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ 3.1 แสดงการถอดรหัสที่ได้จากค่าความถี่ต่าง ๆ ของ MC 145436

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้น ไม่ถูกต้อง รายละเอียดดูได้จาก timing diagram



รูปที่ 3.7 Timing diagram ของ MC145436

4. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อ จั๋วแร่คริสตอล ขนาด 3.58 Mhz ก็สามารถใช้งานได้ทันที

การนำ MC145436 ไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น

- นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็ก (PABX)

- ใช้ในงานด้านโทรศัพท์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอื่น ๆ อีกแล้วแต่ประยุกต์ใช้งาน สำหรับรายละเอียดทางพารามิเตอร์ที่สำคัญสามารถดูได้จากภาคผนวกท้ายเล่ม

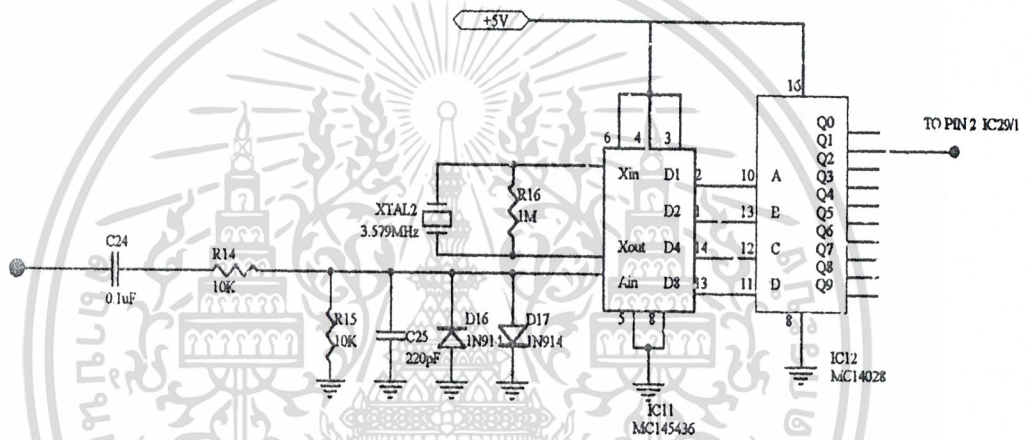
3.2.2 ภาคถอดรหัสของรีโมทเดชั่น

ภาคถอดรหัสของรีโมทเดชั่น มีอยู่ด้วยกัน 2 วงจร คือ

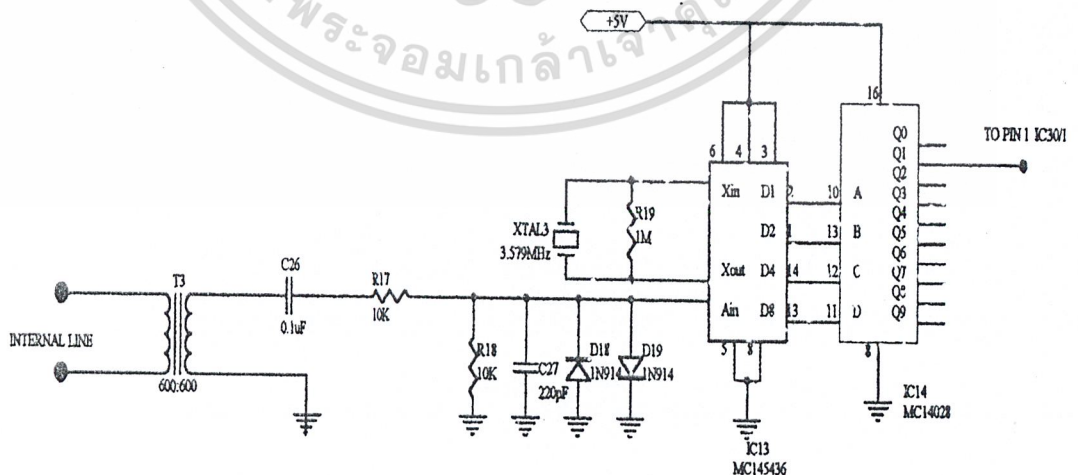
3.2.2.1 วงจรถอดรหัสของรีโมทเดชั่นจากสถานีลูกข่าย

3.2.2.2 วงจรถอดรหัสของรีโมทเดชั่นจากคู่สายภายนอก

ซึ่งทั้ง 2 วงจรมีการต่อวงจรที่เหมือนกันโดยมี Mc145436 ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกเป็น BCD 4 บิต ป้อนให้ Mc14028 เพื่อให้ได้เอาต์พุตของ Mc 14028 ตรงตามหมายเลขของปุ่มโทรศัพท์ที่ทำการกด เช่น เมื่อกดปุ่มหมายเลข 1 ก็จะได้ลอจิก 1 ที่ Q1 ของ Mc 14028 ซึ่งเอาต์พุต ที่ได้นี้จะถูกป้อนไปให้วงจรสถานีลูกข่าย เพื่อให้สถานีลูกข่ายนั้นมีเสียงกริ่งโทรศัพท์ดังขึ้น



รูปที่ 3.8 ภาคถอดรหัสของรีโมทเดชั่นจากสถานีลูกข่าย



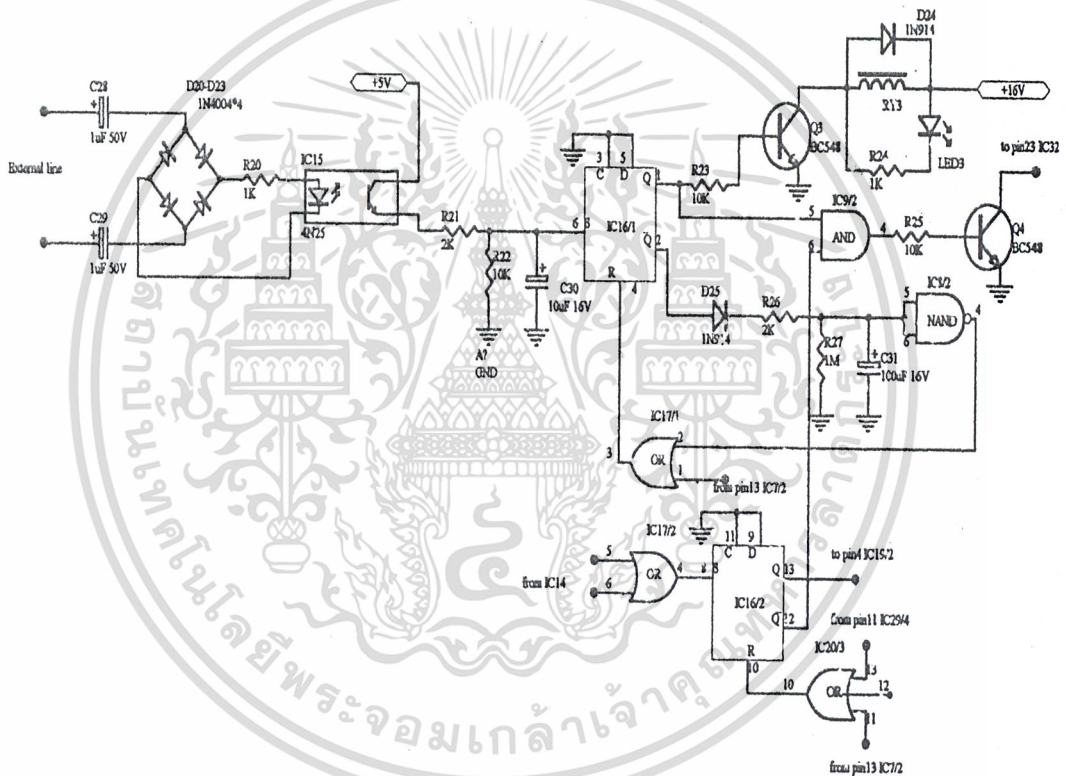
รูปที่ 3.9 ภาคถอดรหัสของรีโมทเดชั่นจากคู่สายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ภาควงควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ภาควงควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามาทาง External line จะทำให้ทรานซิสเตอร์ใน Ic15 (on) เป็นผลให้ขา 1 ของ Ic16/1 มีสถานะเป็น ลอจิก 1 และ Q3 ก็จะมีสถานะ (on) ตามทำ RY3 ทำการต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ และทำให้ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติทำงานโดยทันที และเมื่อคู่สายภายนอกทำการกดหมายเลขของสถานีลูกข่ายที่ต้องการติดต่อ เป็นผลให้ขา 12 ของ Ic16/2 มีสถานะเป็น ลอจิก 0 ผลที่ได้คือ ขา 4 ของ Ic9/2 มีสถานะ ลอจิก 0 ทำให้ Q4 (off) และจะทำให้ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติหยุดทำงานตามไปด้วย



รูปที่ 3.10 ภาควงควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

3.2.4 ภาควงกำเนิดสัญญาณเสียง

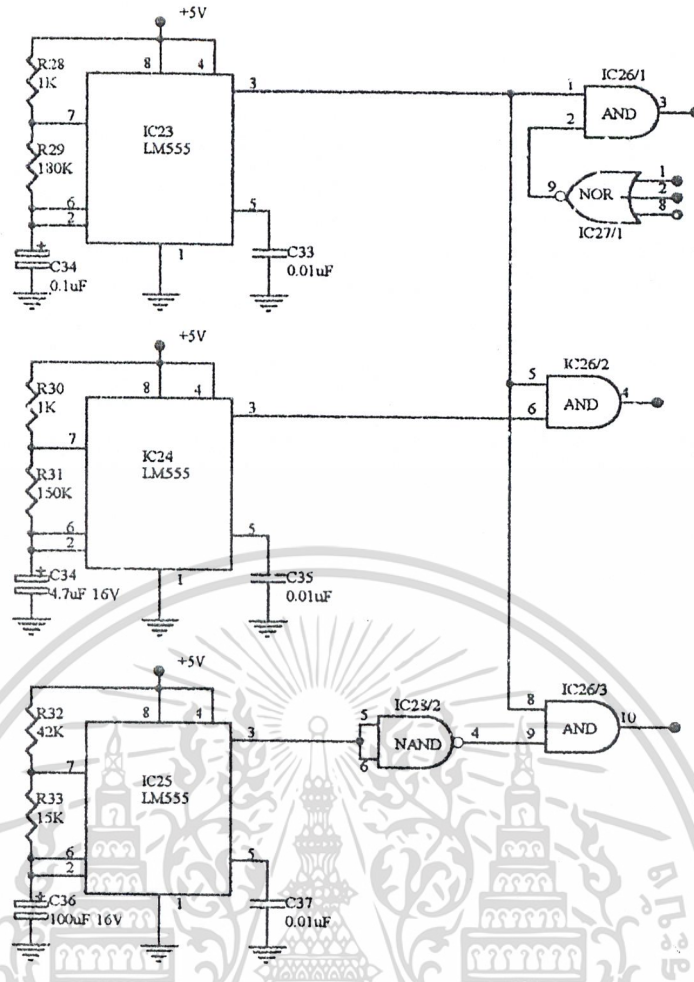
ภาควงกำเนิดสัญญาณเสียง จากวงจรในส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเสียงต่าง ๆ ดังนี้

3.2.4.1 สัญญาณให้กดเลขหมาย (DIAL TONE)

3.2.4.2 สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

3.2.4.3 สัญญาณเรียกกลับ (RINGING BACK TONE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ภาคกำเนิดสัญญาณเสียงโทนต่างๆ

โดยวงจรจะประกอบด้วย LM555 ทำงานในโหมดอะสเตเบิล (ASTABLE MODE) ทั้ง 3 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่ กำหนดความถี่และกำหนดคาบเวลาของแต่ละสัญญาณในโหมดอะสเตเบิล ขาเอาต์พุต (ขา 3) จะมีระดับสัญญาณเป็น high ในช่วง $T_{on} = 0.693 \cdot (R_A + R_B) \cdot C$ และจะมีระดับสัญญาณเป็น Low ในช่วง $T_{off} = 0.693 \cdot R_B \cdot C$

3.2.4.1 การสร้างสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE)

จาก IC 23 โดย $R_A = 1k, R_B = 180k, C = 0.1 \mu F$

ช่วงที่เอาต์พุตเป็น “high” $T_{on} = 0.693 \cdot (R_A + R_B) \cdot C$
 $= 0.693 \cdot (1000 + 180 \cdot 10^3) \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}$
 $= 1.254 \text{ ms}$

ช่วงที่เอาต์พุตเป็น “Low” $T_{off} = 0.693 \cdot R_B \cdot C$
 $= 0.693 \cdot 180 \cdot 10^3 \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}$
 $= 1.2474 \text{ ms}$

เพราะฉะนั้นความถี่ $= 1 / (T_{on} + T_{off})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2 การสร้างสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

$$\begin{aligned}
 \text{จาก Ic 24 ช่วงเวลาที่ O/P เป็น "high"} \quad T_{on} &= 0.693 * (RA+RB) * C \\
 &= 0.693 * (10^3+150*10^3) * 4.7*10^{-6} \\
 &= 0.49 \\
 T_{off} &= 0.693 * RA * C \\
 &= 0.693 * 150*10^3 * 4.7*10^{-6} \\
 &= 0.49
 \end{aligned}$$

เอาท์พุทที่ขา 3 ของ Ic 24 ป้อนเข้าขา 6 ของ Ic 26/2 และ เอาท์พุทที่ขา 3 ของ Ic 23 ป้อนเข้าขา 5 ของ Ic 26/2 ผลที่ได้ที่ขา 4 ของ Ic 26/2 คือ สัญญาณ BUSY TONE ซึ่งตั้ง 0.49 S หยุด 0.49 S และมีความถี่ 400 Hz

3.2.4.3 การสร้างสัญญาณเรียกกลับ (RINGING BACK TONE)

$$\begin{aligned}
 \text{จาก Ic 25 ช่วงที่เอาท์พุทเป็น "high"} \quad T_{on} &= 0.693 * (RA+RB) * C \\
 &= 0.693 * (408*10^3+15*10^3) * 100*10^{-6} \\
 &= 3.9 \text{ S} \\
 \text{ช่วงที่เอาท์พุทเป็น "Low"} \quad T_{off} &= 0.693 * RA * C \\
 &= 0.693 * 15*10^3 * 100*10^{-6} \\
 &= 1 \text{ S}
 \end{aligned}$$

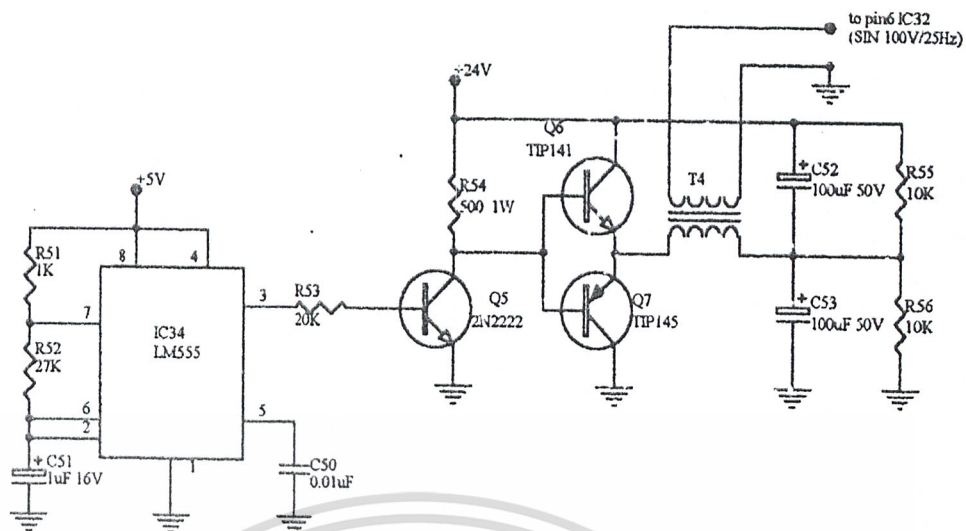
ซึ่งเอาท์พุทที่ขา 3 จะถูกป้อนเข้าขา 5, 6 ของ Ic 28/2 และ เอาท์พุท Ic 28/2 จะถูกป้อนเข้าขา 9 Ic 26/3 ซึ่งขา 8 Ic 26/3 ต่ออยู่กับขา 3 Ic 23 ซึ่งทำให้ได้สัญญาณ RINGING BACK TONE ตั้ง 1 S หยุด 4 S ความถี่ 400 Hz

3.2.5 ภาคกำเนิดสัญญาณ 100 V/25 Hz

ภาคกำเนิดสัญญาณ 100 V/25 Hz เนื่องจากเสียงกริ่งโทรศัพท์เรานิยมใช้ความถี่ที่ 25 Hz ดังนั้นในการออกแบบเราจะใช้ LM 555 สร้างสัญญาณความถี่ 25 Hz ป้อน Q5 ทำงาน (on) และ (off) ตามสัญญาณที่ป้อนซึ่งเป็นผลให้ Q6, Q7 สลับกันทำงาน เป็นผลให้ที่ขา I/P ของ T4 มีสัญญาณ Sine 24Vp-p ซึ่ง T4 เป็นหม้อแปลงแปลงขึ้น ทำให้ เอาท์พุท ของ T4 เป็น 100 V/25 Hz

$$\begin{aligned}
 \text{จาก Ic 34 ช่วงที่เอาท์พุทเป็น "high"} \quad T_{on} &= 0.693 * (1000+27*10^3) * 1*10^{-6} \\
 &= 0.0194 \text{ S} \\
 T_{off} &= 0.693 * 27*10^3 * 1*10^{-6} \\
 &= 0.019 \text{ S}
 \end{aligned}$$

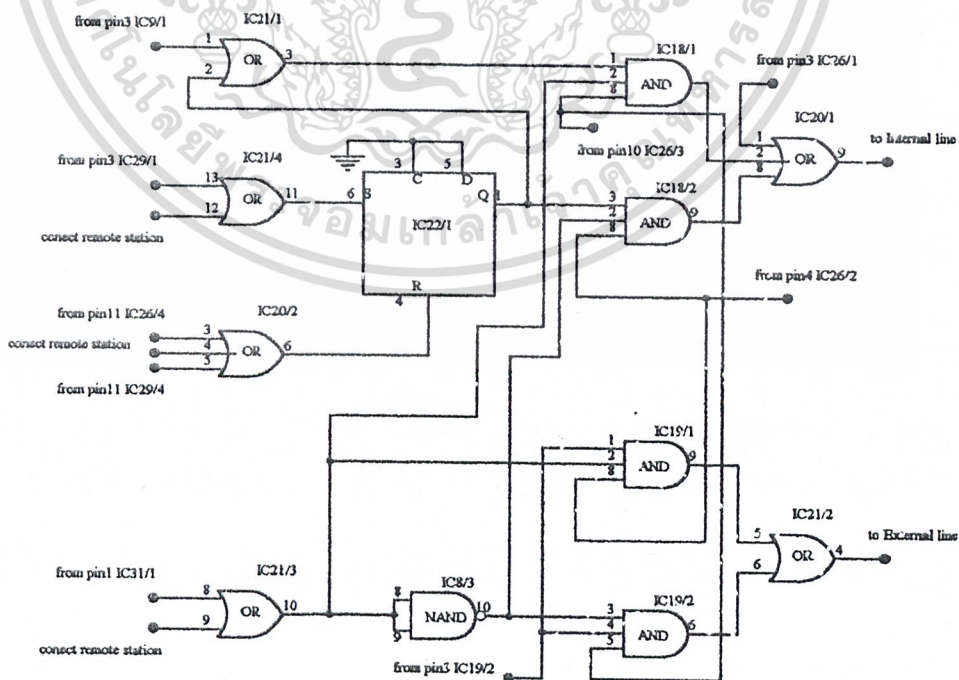
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และนั้นความถี่ที่ได้จากการศึกษา = $\frac{1}{T_{on} + T_{off}} = 26 \text{ Hz}$ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ภาคกำเนิดสัญญาณ 100 V/25 Hz

3.2.6 ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง

ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง โดยภาคนี้ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียง DIAL TONE, BUSY TONE, RINGING BACK TONE ให้กับ Internal line โดยผ่าน Ic21/2 โดยในการส่งสัญญาณเสียงใดนั้นขึ้นอยู่กับสถานะของขา 1 Ic31/1 ของสถานีลูกข่ายที่ถูกเรียกว่าเป็น “high” หรือ “Low” ถ้าเป็น Low แสดงว่าสถานีลูกข่ายที่ถูกเรียกนั้นทำการยกหูโทรศัพท์ที่อยู่ และก็จะทำการส่งสัญญาณ Busy tone ให้กับ Internal line หรือ External line ที่เรียก และถ้าเป็น high แสดงว่าสถานีลูกข่ายที่ถูกเรียกได้วางหูอยู่ก็จะทำการส่งสัญญาณ Ringing back tone ให้กับ Internal line หรือ External line ที่เรียกมา

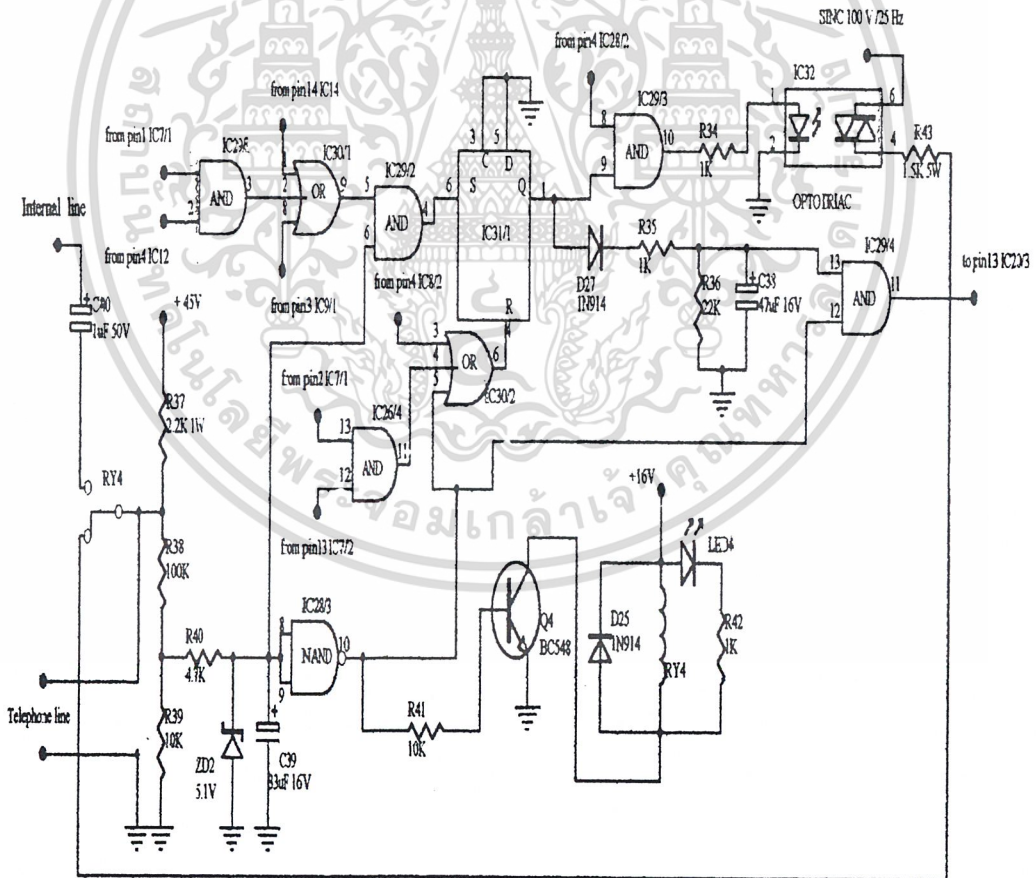


รูปที่ 3.13 ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนไปสอนภาคปฏิบัติหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 ภาควงจรสถานีลูกข่าย

ภาควงจรสถานีลูกข่าย ภาคนีจะทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงให้โทรศัพท์โดย R37, R38, R39 และยังทำหน้าที่ ตรวจสอบสถานะของสถานีลูกข่ายว่า on hook หรือ off hook โดย Ic 28/3 เพื่อส่งไป Set และ Reset Ic ต่างๆในวงจร เพื่อให้ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียงทำการส่งสัญญาณได้อย่างถูกต้อง และเมื่อสถานีลูกข่ายได้ทำการยกหูโทรศัพท์ ทำให้ O/P ที่ขา 10 Ic 28/3 เป็นลอจิก 1 ทำให้ Q4 (on) และ Ry4 ทำการต่อสถานีลูกข่ายเข้ากับ Internal line เพื่อให้สามารถทำการสื่อสารต่อไปได้ จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีผู้เรียกมายังสถานีลูกข่ายนี้ และสถานีลูกข่ายทำการวางหูโทรศัพท์ที่อยู่จะทำให้ขา 1 Ic 31/1 เป็น ลอจิก 1 ป้อนให้ขา 9 Ic 29/3 เป็นผลให้ O/P ที่ขา 10 เป็น ลอจิก 1 ประมาณ 1s และลอจิก "0" ประมาณ 4s สลับกันไป เหมือนกับ Input ที่เข้าขา 8 Ic 29/3 ซึ่ง O/P ที่ขา 10 นี้จะถูกป้อน Ic 32 ผ่านทาง R34 เพื่อให้เกิดสัญญาณ Ringing tone ป้อนให้กับ สถานีลูกข่ายนี้ และเมื่อสถานีลูกข่ายนี้ทำการรับก็จะทำให้ O/P ขา 10 Ic 28/3 ส่งไป Reset Ic 31/1 ให้ขา 1 เป็นลอจิก 0 ซึ่งเป็นผลให้เสียงกริ่งโทรศัพท์เงียบไป



รูปที่ 3.14 ภาควงจรสถานีลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

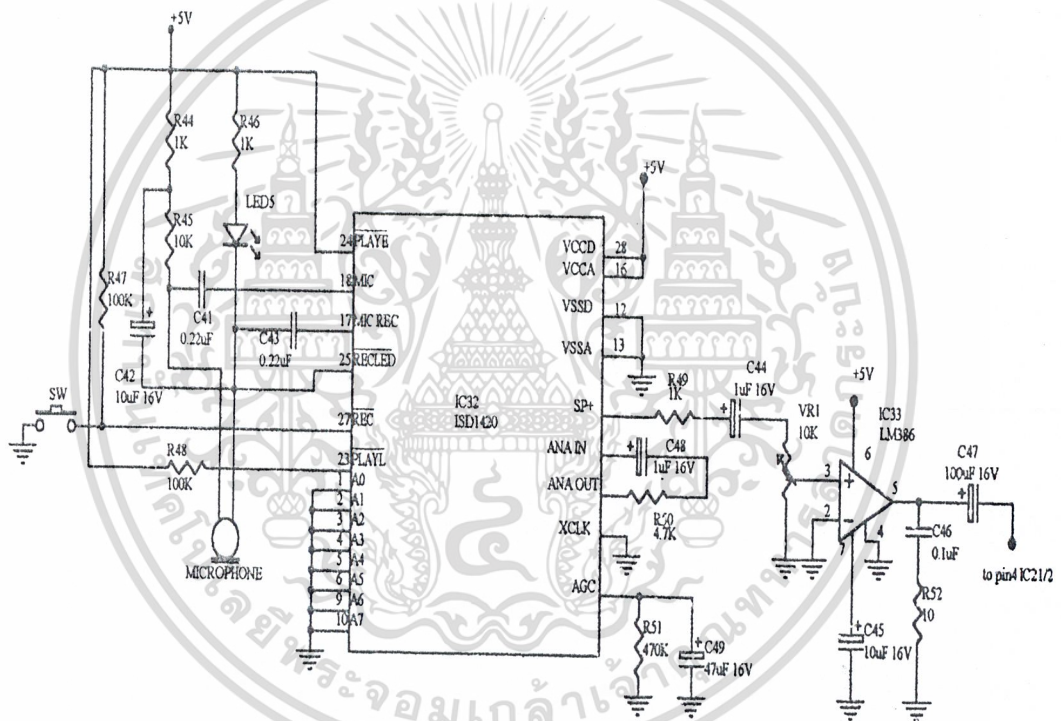
3.2.8 ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ ส่วนนี้จะใช้ Ic เบอร์ ISD 1420 ซึ่งจะมีความจุ 128,000 เซล การกำหนดแอดเดรสของการบันทึกและการเล่นกลับนั้น สามารถกำหนดได้โดยขา A0 – A5 เมื่อขา A7 ต้องเป็น ลอจิก “0” และจะใช้ขา A6 เป็นตัวกำหนดว่าจะเล่น 10 วินาทีแรกหรือ 10 วินาทีหลัง

เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “0” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีแรก

เมื่อขา A6 เป็นลอจิก “1” จะกำหนดเป็น 10 วินาทีหลัง

เมื่อขา PLAYL ได้รับลอจิก “0” จะทำให้สัญญาณเสียงที่ถูกกำหนดตำแหน่ง แอดเดรสโดยขา A0 – A5 ออกจากขา 14 ของ Ic ISD 1420 แล้วเข้าวงจรขยายเสียงที่ใช้ Ic LM 386 เพื่อป้อนให้กับคู่สายภายนอกโดยผ่าน C 47



รูปที่ 3.15 ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

3.3 ระบบ SOUND LEVEL ATTENUATOR (ตัวลดทอนระดับเสียง)

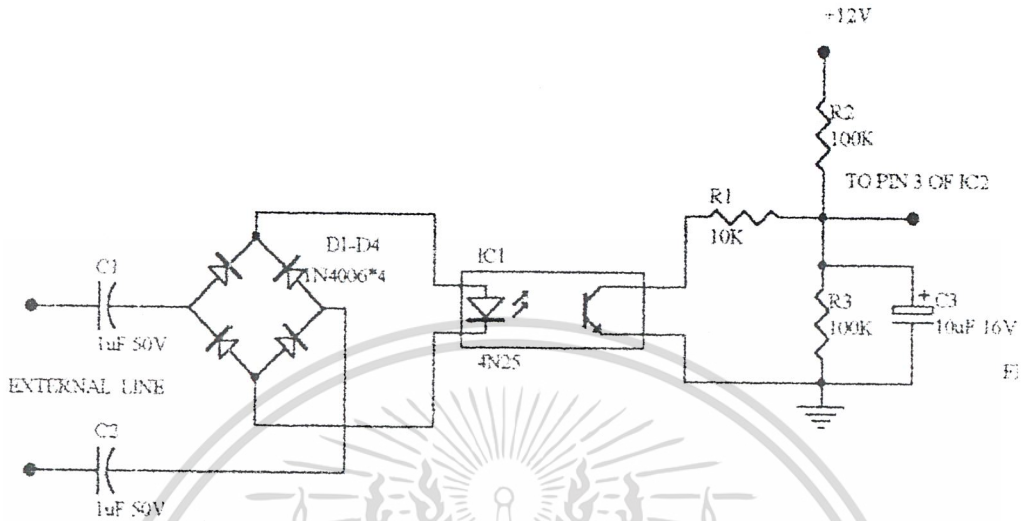
ซึ่งจะลดระดับเสียงจากเครื่องเสียงเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามา โดยได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

3.3.1 ภาคตรวจจับสัญญาณกริ่ง ของระบบ (Sound Level Attenuator)

ภาคตรวจจับสัญญาณกริ่งของระบบ (Sound Level Attenuator) โดยเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามา ส่วนตรวจจับ ซึ่งมี Ic 1 เป็น ออปโตทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเสียงกริ่ง

เมื่อมีสายเข้ามา และมีสายเข้ามาทาง (External line) จากภายนอกผ่าน C1,C2 และบริดจ์เรกติไฟร์ D1 – D4 เพื่อเรียงกระแสเพื่อให้ได้ไฟตรงและส่งไปให้ Ic 1 เบอร์ 4N25 ซึ่งภายในมีหลอด LED อยู่ใช้

ทำให้สว่าง เพื่อไปทำให้ทรานซิสเตอร์ภายในตัวไอซีทำงานมีแรงดันไฟออกทางเอาต์พุต (จุดต่อ To pin 3 Ic 2) ซึ่งผ่าน R1, R2, R3 และแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง +12V

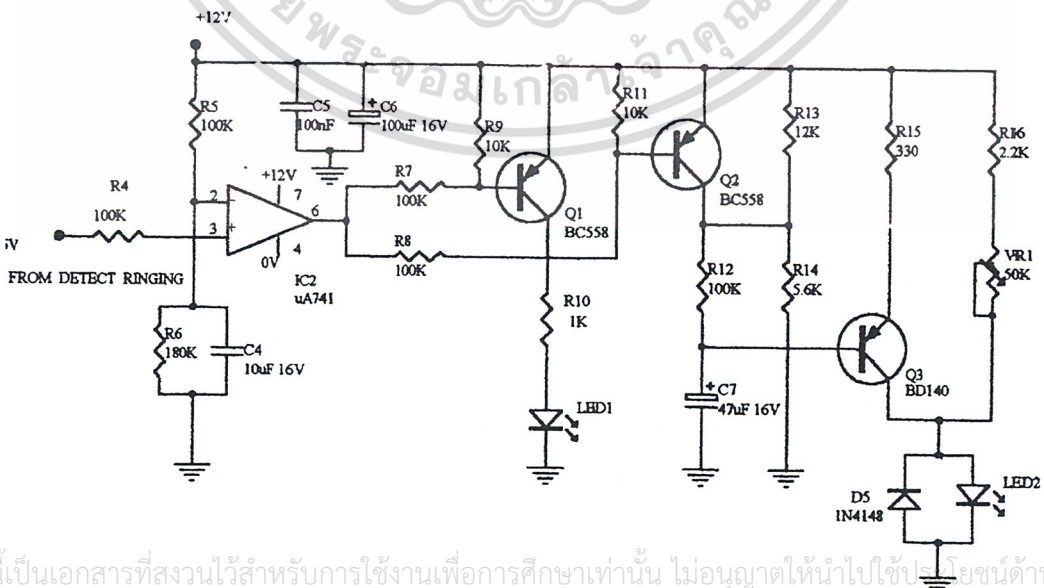


รูปที่ 3.16 ภาคตรวจจับสัญญาณกริ่งของ (Sound Level Attenuator)

โดยมี R2 ต่ออยู่ และ R3, R1 ต่อชนกัน ซึ่งจะได้แรงดันที่จุดต่อแล้วส่งเข้าไปยังภาคลดทอนแสงต่อไป

3.3.2 ภาคลดทอนแสง

ภาคลดทอนแสง เมื่อมีแรงดันเข้ามาผ่าน R4 แล้วเข้าขา 3 ของ Ic 2 ซึ่งเป็น ไอซี ออปแอมป์ เบอร์ uA 741 ซึ่งเป็นการต่อวงจรเปรียบเทียบแรงดันทางด้านอินพุตที่ ขา 2 ต่อกับ R5 และ R6 เพื่อแบ่งแรงดันไปโดยขา 2 มีแรงดันประมาณ 4 V โดยที่ ขา3 มีประมาณ 5 - 6 V ทำให้เอาต์พุตที่ ขา 6 ของ uA741 ซึ่งต่อกับ R7, R8

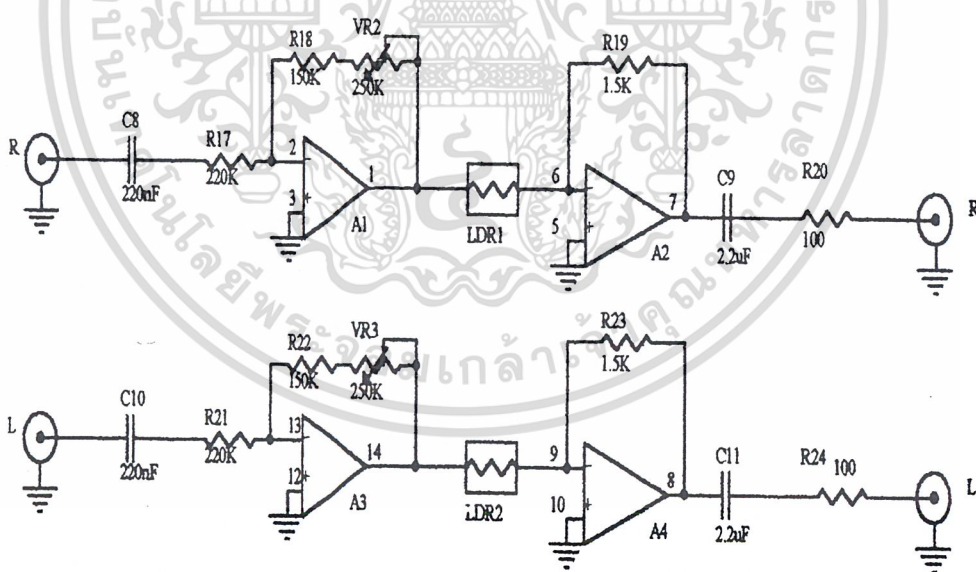


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัด **รูปที่ 3.17** ภาคลดทอนแสง เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้า (ช่องลบ) ทำให้ Q1 (on) และจะมีไฟติดสว่างที่ LED1 และ Q2 จะอยู่ในสถานะ (on) ซึ่งทำให้ C7 เก็บประจุ เมื่อมีสัญญาณ (ช่วงบวก) จะทำให้ Q1 อยู่ในสถานะ (off) ทำให้ LED1 ดับ และ Q2 อยู่ในสถานะ (off) ทำให้ C7 คายประจุ และ Q3 จะค่อยๆเข้าสู่สถานะที่ (on) โดย LED2 จะค่อยๆติดสว่าง ส่วน VR1 ใช้ปรับความสว่างของหลอด LED2 และในสถานะปกติ Q1 (off) จะทำให้ LED1 ดับ และทำให้ Q2 (off) โดยหลอด LED2 สว่างอยู่เสมอเมื่อไม่มีสัญญาณกริ่งเข้ามา

3.3.3 ภาคลดทอนเสียง

ภาคลดทอนเสียง เมื่อป้อนสัญญาณเสียงที่อินพุท และทำให้เอาต์พุทของส่วนขยาย – ลดทอน จะขยายแต่อยู่ใน gain ที่น้อย (เมื่อไม่มีสัญญาณกริ่งเข้ามา) และเมื่อมีกริ่งโทรศัพท์เข้ามาทำให้ออปแอมป์ 2 ตัวแรก A1, A3 (ของ Ic3 เบอร์ TL 074) ทำการขยายเสียงแบบกลับเฟสทำงานปกติโดยมี P1 และ P2 ได้ปรับค่าสัญญาณที่เอาต์พุท ของ A1, A3 ต่อกับ LDR ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าตามแสง ซึ่ง LDR นี้จะอยู่ใกล้กับ LED ที่ส่วนลดทอนแสง เมื่อกริ่งดังทำให้ LED ในชุดลดทอนแสงเกิดการหรี่ลงจนดับตามสัญญาณกริ่งทำให้ LDR ที่อยู่ใกล้ๆ เปลี่ยนแปลงค่าไป จึงทำให้ออปแอมป์ A2, A4 ซึ่งเป็นวงจรขยายกับเฟสโดยเมื่อ LDR ค่าเปลี่ยนแปลงทำให้ ออปแอมป์ A2, A4 มี gain ขยายลดลงไปด้วย ซึ่งทำให้เสียงจากเอาต์พุทของชุดขยายเสียง เยียบลงตามจังหวะของสัญญาณกริ่งทำให้ได้ยินเสียงโทรศัพท์ที่เข้ามาได้



รูปที่ 3.18 ภาคลดทอนเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อประกอบอุปกรณ์ทุกอย่างลงแผ่นวงจรอนเนกประสงค์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้มีการตรวจเช็คแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ วัดแรงดันได้ค่าต่าง ๆ ตามวงจร แล้วเริ่มทำการทดสอบดังนี้

1. ทดสอบการทำงานของลูกข่าย ยกหูโทรศัพท์ที่ขึ้นเครื่องใดเครื่องหนึ่ง หลอด LED ที่แสดงสถานะการใช้คู่สายจะติดสว่าง ทำให้การทดลองสลับกันทั้งสองเครื่องจะติด และมีสัญญาณ Dial Tone

2. ทดสอบการต่อคู่สายภายนอก ยกหูโทรศัพท์และกดปุ่ม # บนเครื่องโทรศัพท์ หลอด LED แสดงสถานะการตัดต่อคู่สาย ภายนอกจะติดสว่างและสัญญาณ Dial Tone จะหายเมื่อบวางหูโทรศัพท์ ทุกเครื่อง หลอด LED จะดับทันทีที่แสดงว่าได้มีการตัดคู่สายภายนอกออกไปแล้ว

3. ทดสอบการตัดต่อคู่สายใน ยกหูโทรศัพท์เครื่องใดเครื่องหนึ่งขึ้นมาแล้วกดปุ่ม * หลอด LED แสดงการพักสายติดสว่างและมีสัญญาณ Dial Tone และเมื่อกดปุ่ม # หนึ่งครั้ง หลอด LED ตัวนี้ จะหยุดการทำงานและ หลอด LED ที่แสดงสถานะการต่อคู่สายภายนอกติดสว่าง

4. ทดสอบการพักสาย ยกหูโทรศัพท์เครื่องใดเครื่องหนึ่งขึ้นมา เมื่อกดปุ่ม * อีกครั้งหนึ่งจะพักสายทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที 30 วินาที หลังจากนั้นครั้งโทรศัพท์ทุกสถานีลูกข่ายจะทำงานอัตโนมัติ เมื่อกดปุ่ม # อีกครั้งครั้ง โทรศัพท์ทุกสถานีจะหยุดทำงานและสิ้นสุดการพักสาย หลอด LED ที่แสดงสถานะการต่อคู่สายภายนอกจะติดสว่าง

5. ทดสอบการโอนย้ายสายภายใน โดยยกหูโทรศัพท์เครื่องแรกขึ้นตามด้วยกดปุ่ม * ตามด้วยหมายเลขของลูกข่ายตามที่ต้องการที่จะติดต่อในที่นี้ (โทรศัพท์เครื่องที่ 2) และเมื่อกดหมายเลขที่ต้องการ (โทรศัพท์เครื่องที่ 2) ทำให้เครื่องโทรศัพท์ของสถานีที่ 2 จะทำงาน และมีสัญญาณ Ringing back tone ป้อนให้กับ (โทรศัพท์เครื่องที่ 1) ด้วย และถ้าโทรศัพท์ลูกข่ายเครื่องใดโดยอยู่หรือวางหูไม่สนิท จะมีสัญญาณ Busy tone ป้อนให้กับโทรศัพท์เครื่องที่ 1 เหมือนกัน

6. ทดสอบการการต่อคู่สายภายนอกเพื่อใช้งาน โดยยกหูโทรศัพท์ภายในเครื่องใดเครื่อง หนึ่ง และกดปุ่ม # จะได้ยินสัญญาณ DIAL TONE จากภายนอกทันที หลังจากนั้นทดลองโทรออกสู่ภายนอก และพูดคุยกัน สังเกตว่ามีการพูดคุยกันได้อย่างชัดเจน

7. ทดสอบการตอบรับอัตโนมัติ เมื่อมีสายเข้าจะทำการตัดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ และ เมื่อคู่สายภายนอกทำการกดหมายเลขตามที่ได้ฟังจากภาคตอบรับ ซึ่งเมื่อกดหมายเลขเมื่อต้องการจะติดต่อจะทำให้ภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติหยุดทำงานทันที พร้อมกับส่งสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ไปยังลูกข่ายตัวนั้นทันทีและจะมีสัญญาณ Ringing back tone ต่อให้กับคู่สายภายนอกด้วย และ ถ้าลูกข่ายยกหูให้งานอยู่จะมีสัญญาณ Busy tone ป้อนให้กับคู่สายภายนอกด้วยเพื่อให้รู้ว่าสายไม่ว่าง

8. ทดสอบการ โอนเข้าเสียงดนตรี (พักสาย) เมื่อมีการ โทรเข้าหรือโทรออก เมื่อต้องการพักสายโดยให้กดปุ่ม * จะทำให้คู่สายภายนอกได้ยินเสียงดนตรี และสามารถทำการโอนสายได้ต่อไป

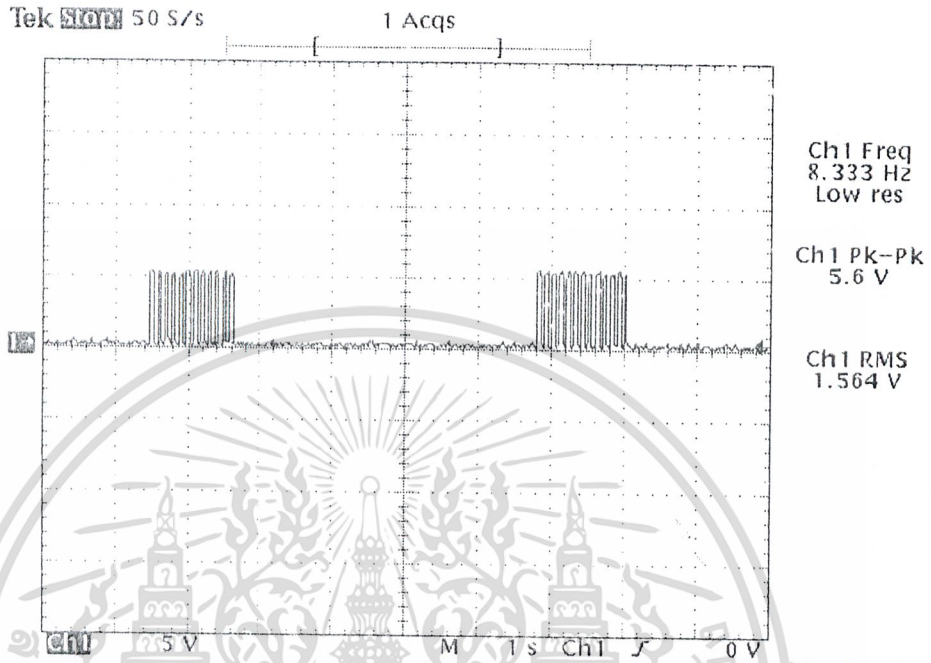
9. ทดสอบการลดทอนเสียงจากเครื่องเล่น หรือเครื่องขยายเสียง โดยเมื่อมีสายเข้าทำให้เราไม่สามารถได้ยินเสียงโทรศัพท์ โดยป้องกันการไม่ได้ยินเสียงกริ่งโทรศัพท์ ซึ่งสามารถต่อส่วนลดทอนเสียง (Sound level attenuator) และเมื่อต่อชุดลดทอนเสียงเมื่อมีสายเรียกเข้า จะทำให้หลอด LED กระพริบตามสัญญาณ Ringing tone และทำให้ส่วนลดทอนแสงซึ่งมี หลอด LED อีกตัวหนึ่ง เกิดการลดทอนโดยค่อย ๆ ต่ำลงตามสัญญาณกริ่งที่เข้ามา จึงทำให้ส่วนของภาคขยายเสียงภายในชุด Sound level attenuator ซึ่งมี LDR ซึ่งอยู่ใกล้กับ หลอด LED กับส่วนลดทอนแสง จึงทำให้ LDR เกิดค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามแสงที่หรีของ หลอด LED โดยจะทำให้เครื่องเล่นหรือเครื่องขยายเสียงเกิดการหรีแล้วดับตามเสียงกริ่งโทรศัพท์ทำให้สามารถได้ยินเสียงกริ่งโทรศัพท์ได้



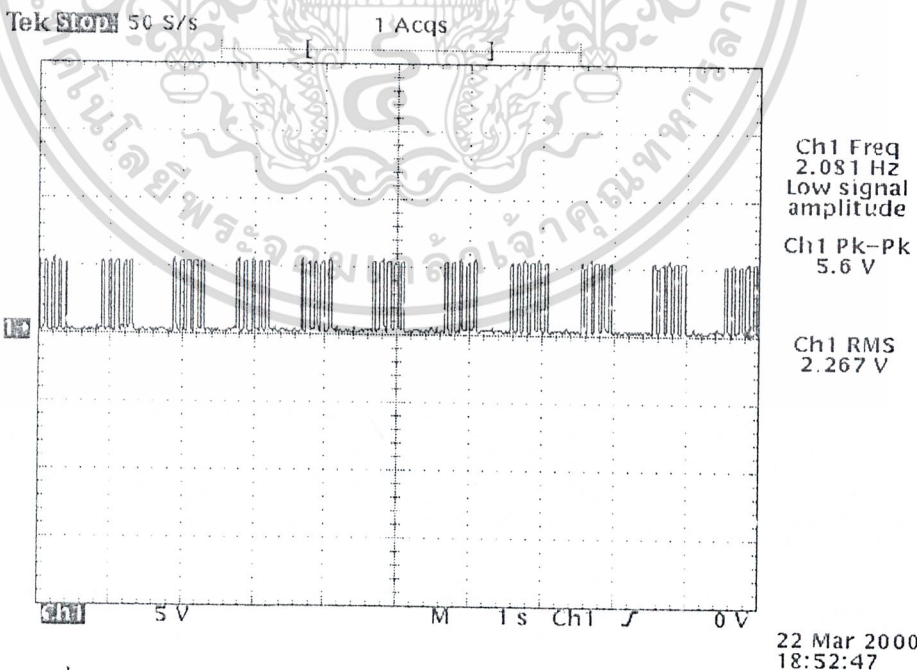
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปผลการทดลอง

- ชุดอินเตอร์โฟน

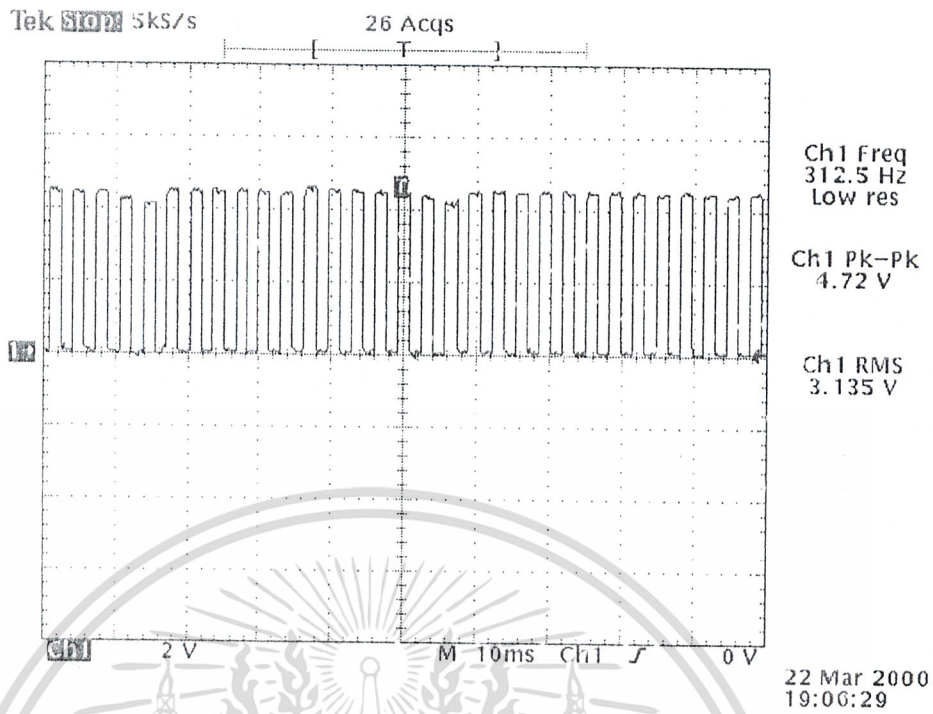


รูปที่ 4.1 สัญญาณ Ringing back tone ซึ่งได้จากวงจรส่วนของภาคสร้างสัญญาณ โทนที่สร้างขึ้นโดยใช้ Ic เบอร์ LM555

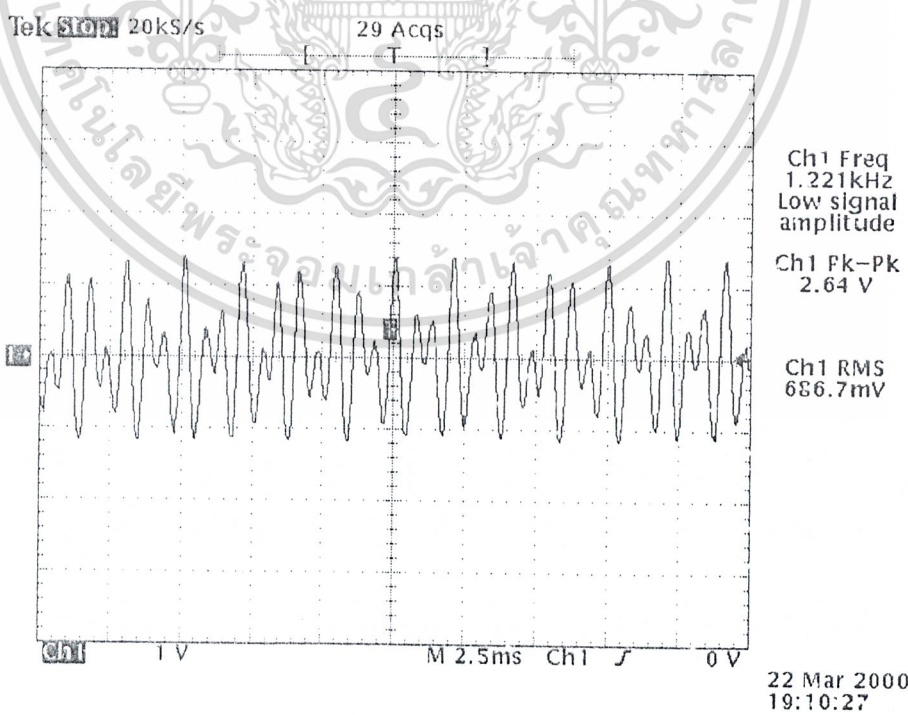


รูปที่ 4.2 สัญญาณ Busy tone ซึ่งได้จากวงจรส่วนของภาคสร้างสัญญาณ โทนที่

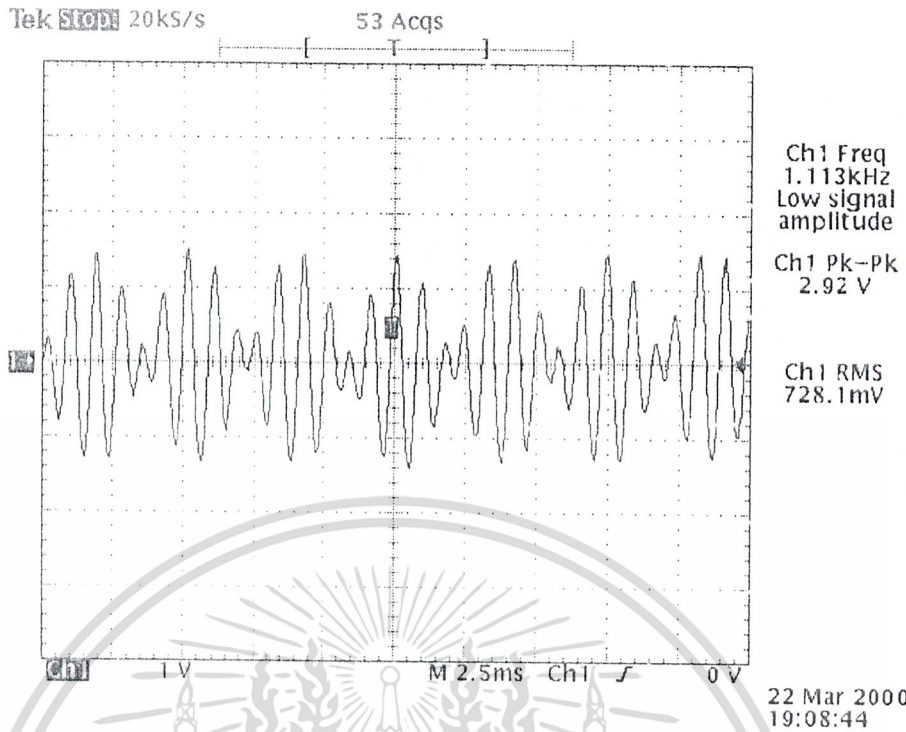
เอกสารนี้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



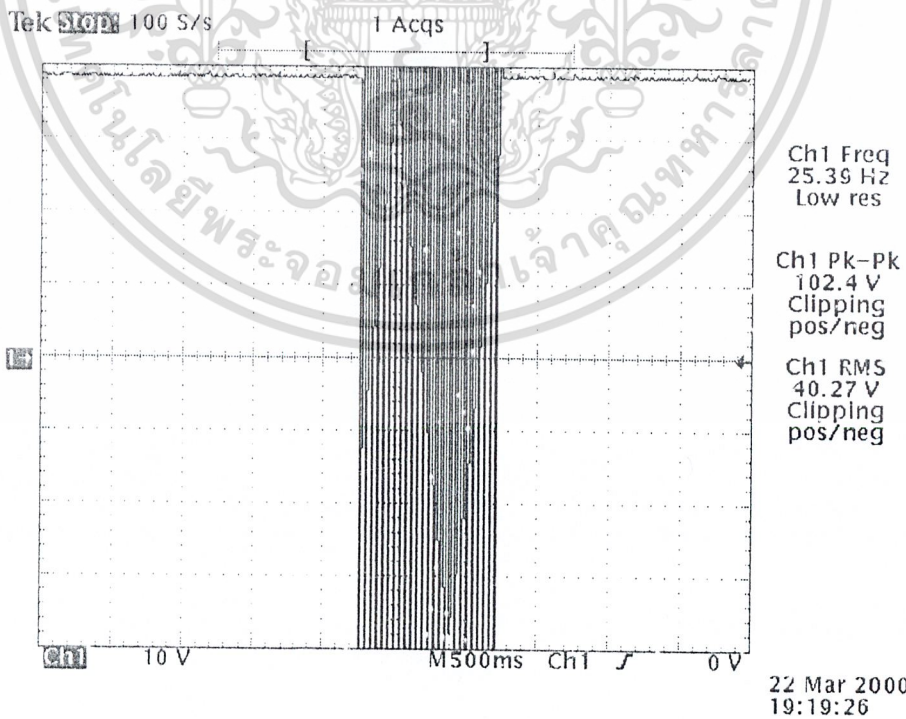
รูปที่ 4.3 สัญญาณ Dial tone ซึ่งได้จากวงจรส่วนของภาคสร้างสัญญาณโทน ที่สร้างขึ้น โดยใช้ IC เบอร์ LM555



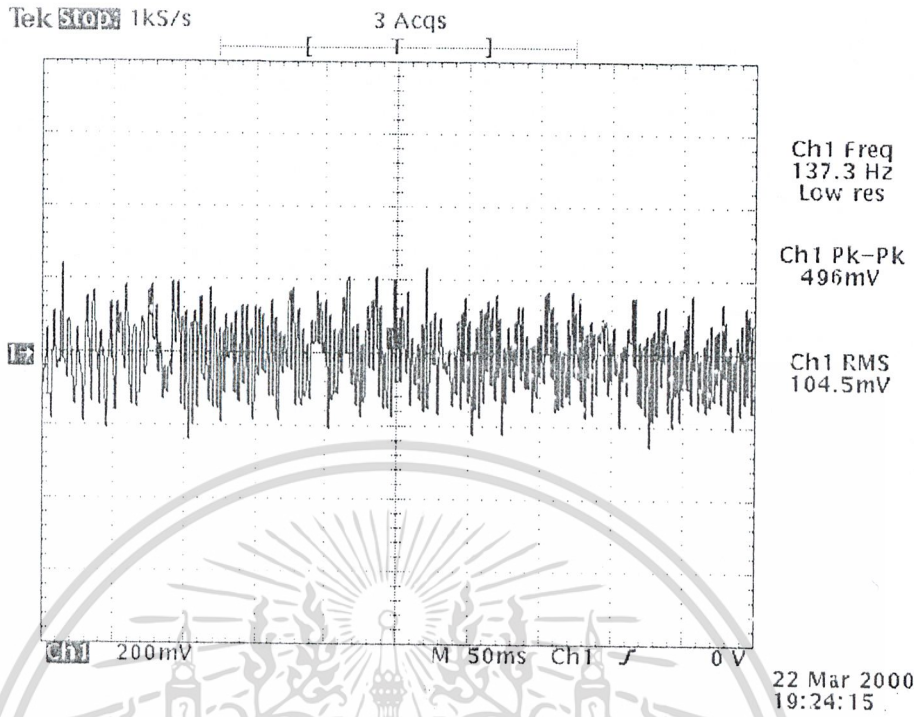
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.4 สัญญาณเมื่อกดปุ่ม # ซึ่งได้จากการกดปุ่ม # ของวงจรมีลูกข่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



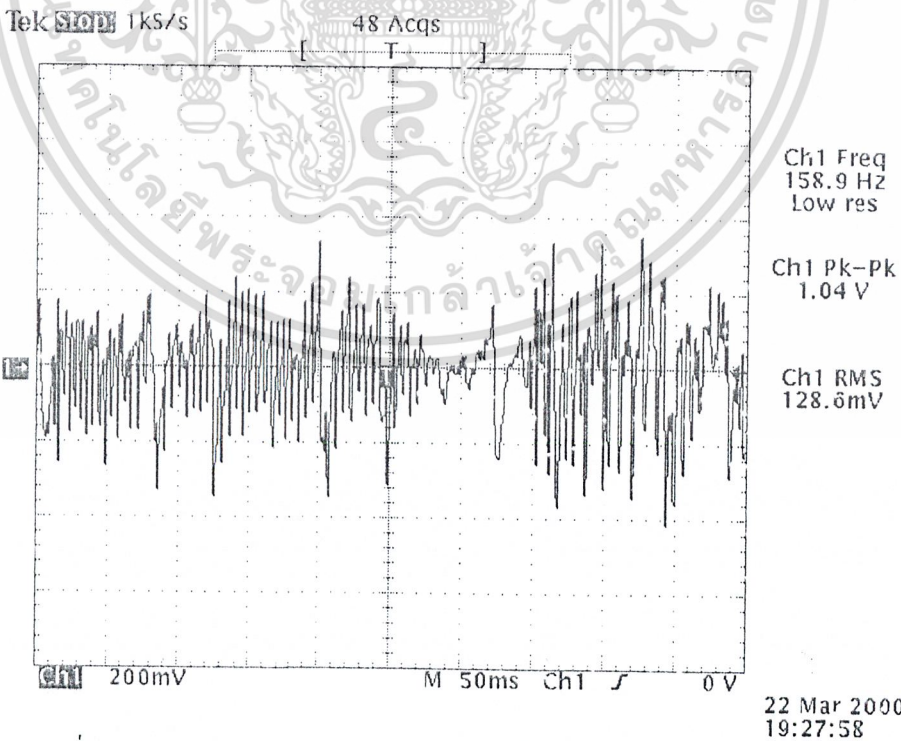
รูปที่ 4.5 สัญญาณเมื่อคลิกปุ่ม * ซึ่งได้จากการคลิกปุ่ม * ของวงจรมอดูมที่ดูข่าย



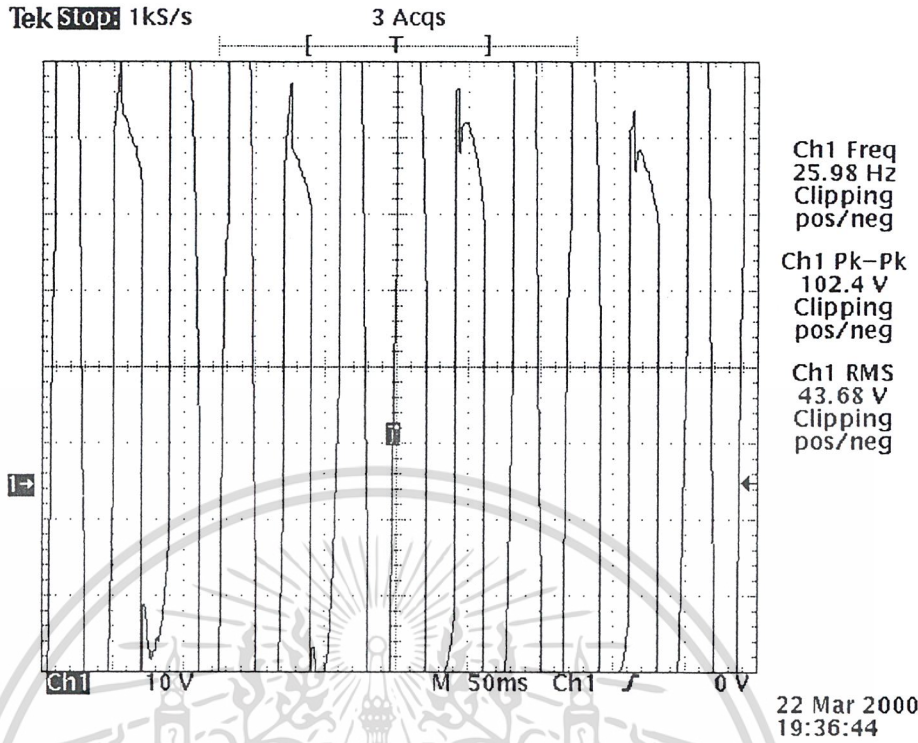
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.6 สัญญาณ Ringing tone (จากตู้สายภายนอก) ซึ่งได้จากการวัดเมื่อมีสายโทรเข้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากำรนำไปใช้



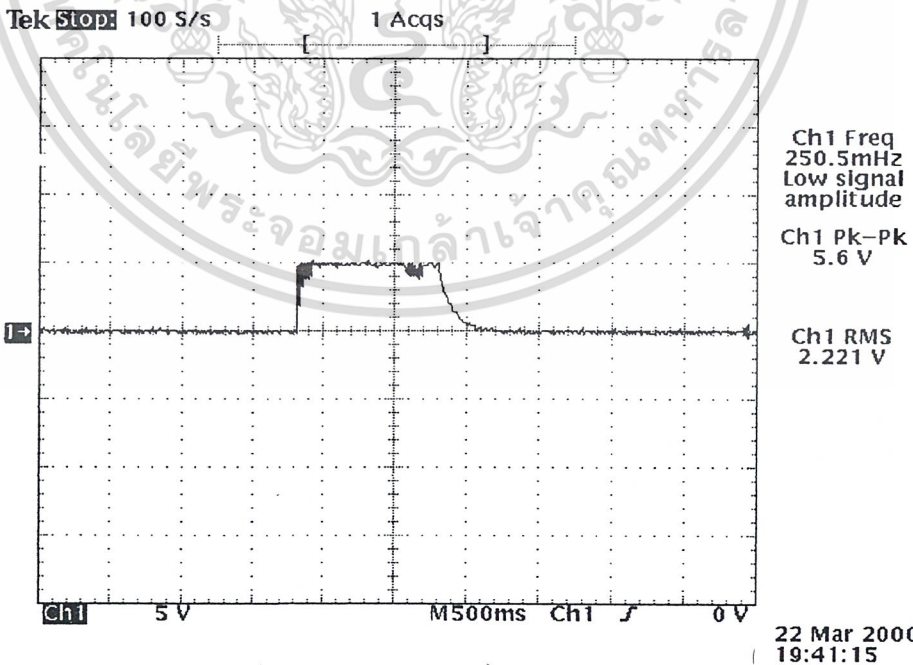
รูปที่ 4.7 สัญญาณจากการโอนเป็นเสียงดนตรี ซึ่งได้จากการวัดในส่วนของภาคโอนเป็นเสียงดนตรี



รูปที่ 4.8 สัญญาณจากภาคต่อรับอัตโนมัติ ซึ่งได้จากการวัดสัญญาณเสียงที่ได้บันทึกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นบนการค้า เก็บไว้ ด้วย Ic เบอร์ ISD 1420 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

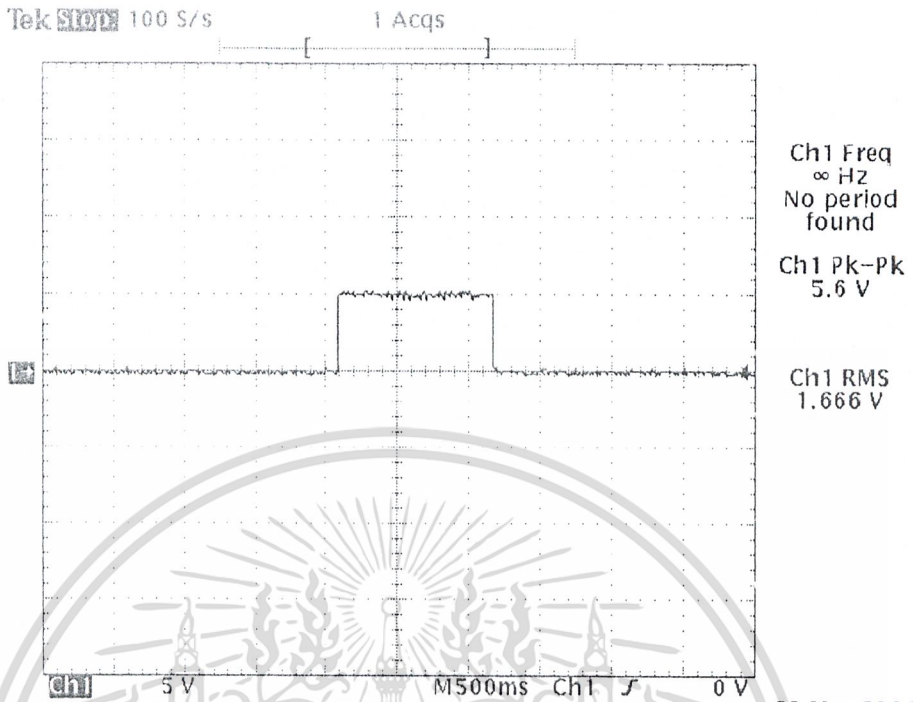


รูปที่ 4.9 สัญญาณ 100V/ 25Hz ซึ่งวัดสัญญาณจาก วงจรกำเนิดสัญญาณ 100V/ 25Hz



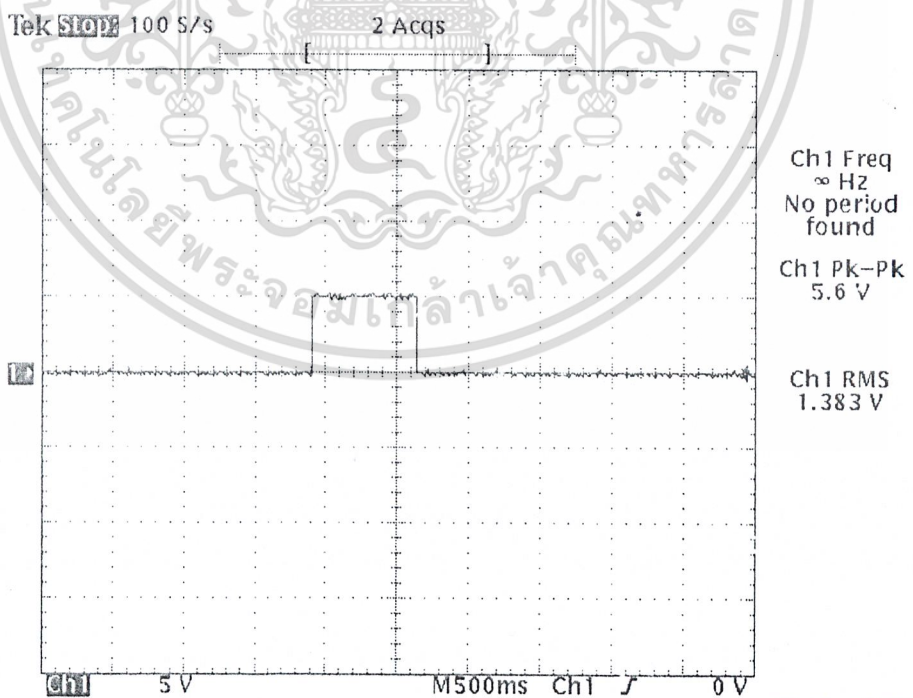
รูปที่ 4.10 สัญญาณที่ออกจากเอาต์พุต (ขา4) ของ 4N25 เมื่อมีสัญญาณกริ่งที่โทรเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



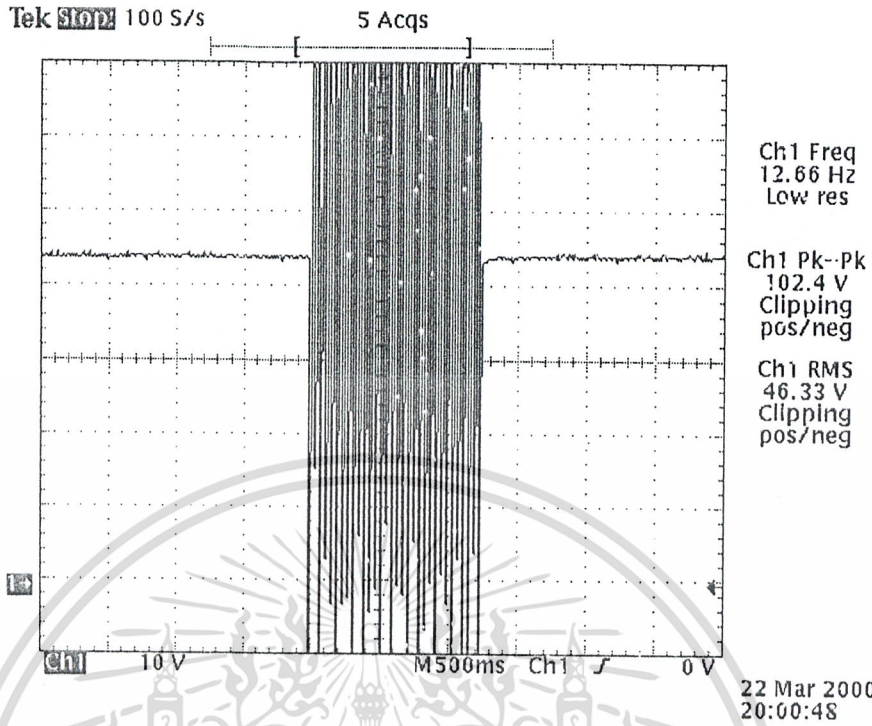
22 Mar 2000
19:52:15

รูปที่ 4.11 สัญญาณเซตการ โอนสาย ซึ่งสัญญาณที่ไป เซตให้ Ic7/1 เปลี่ยนสถานะ ในส่วนนี้ทำให้การ โอนสายภายในได้



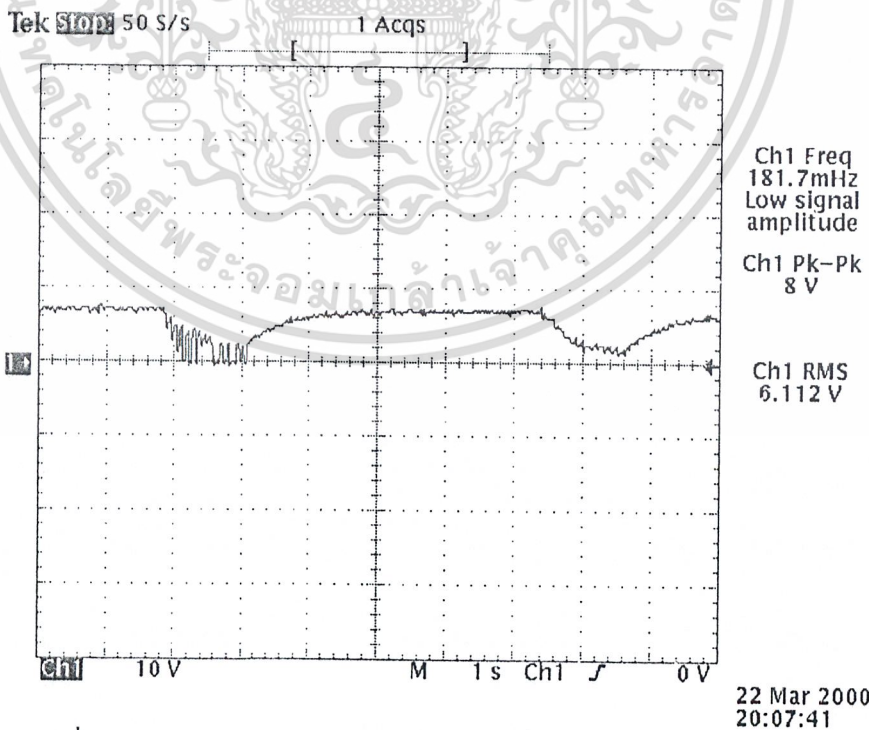
22 Mar 2000
19:50:07

รูปที่ 4.12 สัญญาณเซตการตัดต่อคู่สายภายนอก ซึ่งจะ Ic7/2 เปลี่ยนสถานะและทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไวสำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า Ic7/1 เกิดการรีเซตตัวเอง ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



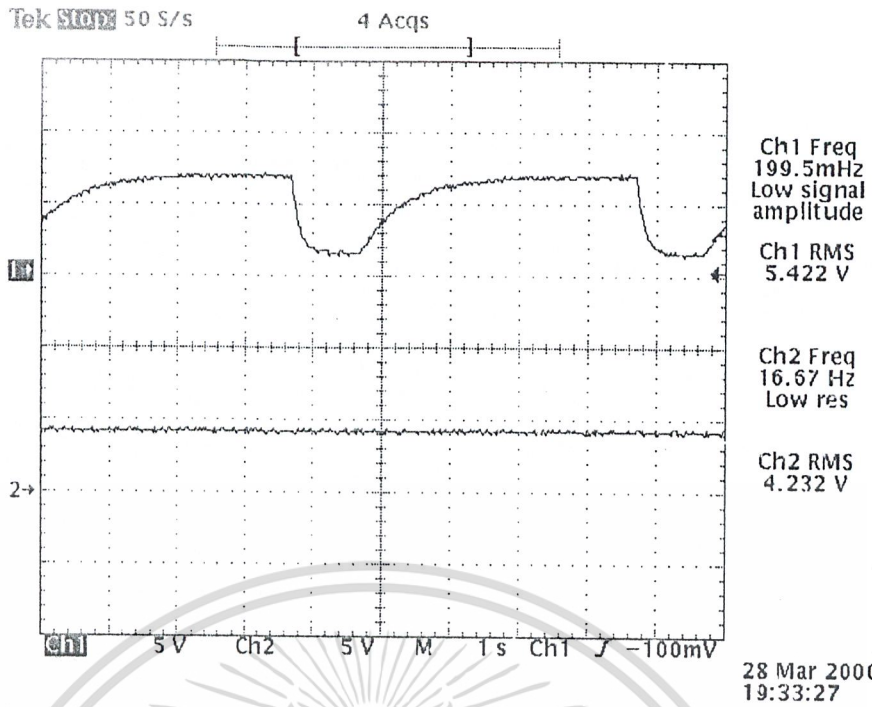
รูปที่ 4.13 สัญญาณ Ringing tone จากเอาต์พุต ของ MOC 3021 (ขา4) ซึ่งวัดได้จาก สัญญาณที่สร้างเสียงกริ่งให้กับสถานีลูกข่าย ทำให้สถานีลูกข่ายมีเสียงกริ่งเมื่อมีการเรียก(โทรเข้า)

- จุดของระบบลดทอนเสียง

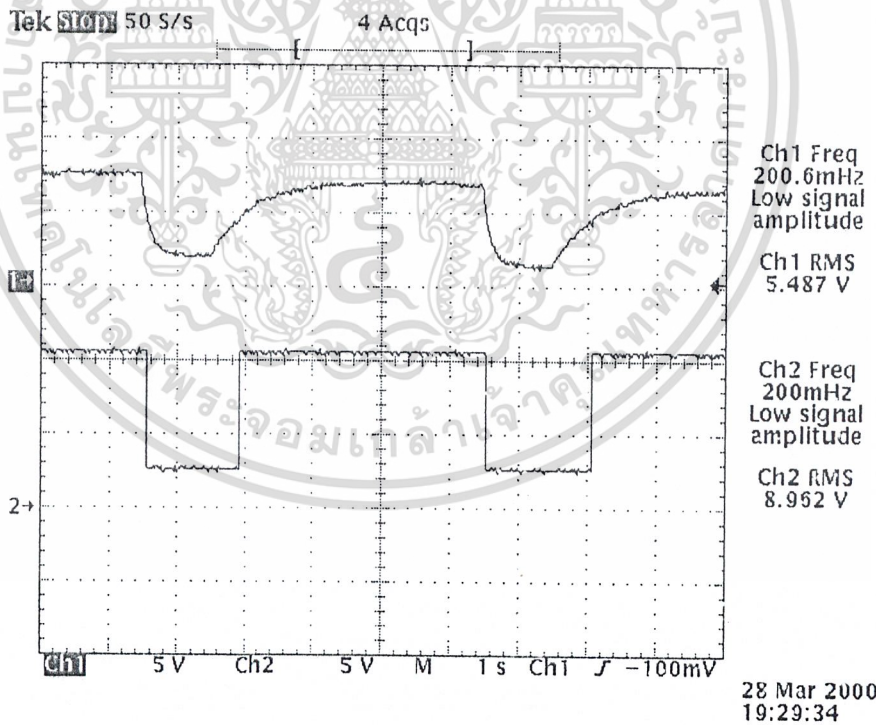


รูปที่ 4.14 สัญญาณจากภาคตรวจจับสัญญาณกริ่งของ Sound Level Attenuator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

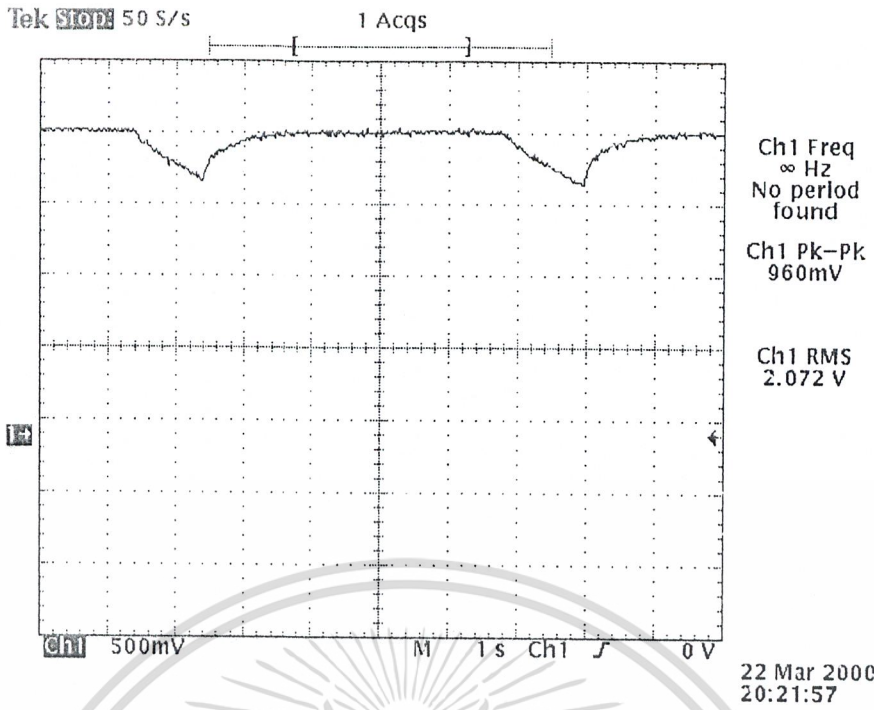


รูปที่ 4.15 สัญญาณที่เข้าไปที่ uA741 ขา 3 (ch1) และ ขา 2 (ch2) ของ Sound Level Attenuator (เมื่อมีสายเข้า)

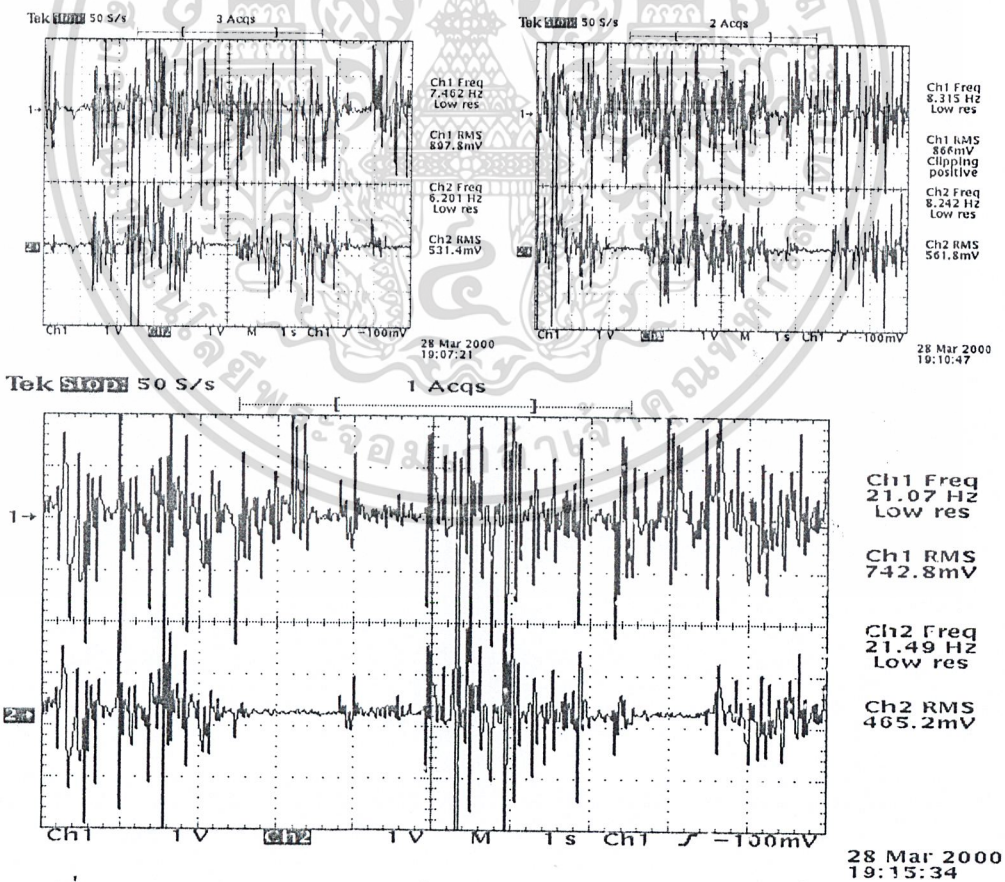


รูปที่ 4.16 สัญญาณที่เข้า (ขา 3) และสัญญาณที่ออกจาก uA741 (ขา 6) ของ Sound Level Attenuator (เมื่อมีสายเข้า) ซึ่งเราใช้วัดอินพุทที่เข้าและเอาท์พุทที่ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 สัญญาณแรงดันที่ขั้วหลอด LED2 ของวงจรส่วนลดทอนแสง (เมื่อมีสายเข้า) ซึ่งทำให้ C7 คายประจุ โดยทำให้ Q3 ค่อยๆ อยู่ในสภาวะ (on) และทำให้ LED2 ค่อยๆ ติดสว่างขึ้น



รูปที่ 4.18 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของสัญญาณถูกลดทอนเสียง (เมื่อมีสายเข้า) โดย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า อินพุต (ch1) และเอาต์พุต (ch2) มีทั้งหมด 3 รูปด้วยกัน ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

โครงการที่จัดทำขึ้นเป็นการศึกษาและออกแบบระบบอินเตอร์คอมร่วมกับระบบโทรศัพท์เพื่อขยายขีดความสามารถของคู่สายโทรศัพท์ที่มีเพียง 1 คู่สายให้สามารถกระจายการติดต่อลูกข่ายได้หลายสถานีโดยคู่สายภายนอกจะผ่านระบบการควบคุม ซึ่งมี 5 ส่วนคือ

5.1 ส่วนควบคุมกลาง (Base Station) จะทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อระหว่างคู่สายภายนอกและคู่สายภายใน ควบคุมสัญญาณเรียก และแสดงสถานะการทำงานของระบบ

5.2 ส่วนควบคุมลูกข่าย (Remote Station) ทำหน้าที่ควบคุมร่วมกับเบสสเตชัน ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ทั้งภายนอกและภายใน และควบคุมสัญญาณเรียกไปยังลูกข่าย

5.3 ส่วนสร้างสัญญาณ Tone ทำหน้าที่ควบคุมการส่งสัญญาณ Tone ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรทั้งภายนอกและภายใน และส่วนสร้างสัญญาณ 100 V/25 Hz ที่ป้อนให้กับกริ่งโทรศัพท์ของลูกข่ายโดยไม่ต้องใช้ขั้วเซอร์คูล์ไป

5.4 ส่วนตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติทำหน้าที่ควบคุมการโทรเข้า ซึ่งถ้าไม่มีใครอยู่หรือใช้เป็น operator คอยตอบรับให้กับคู่สายภายนอก

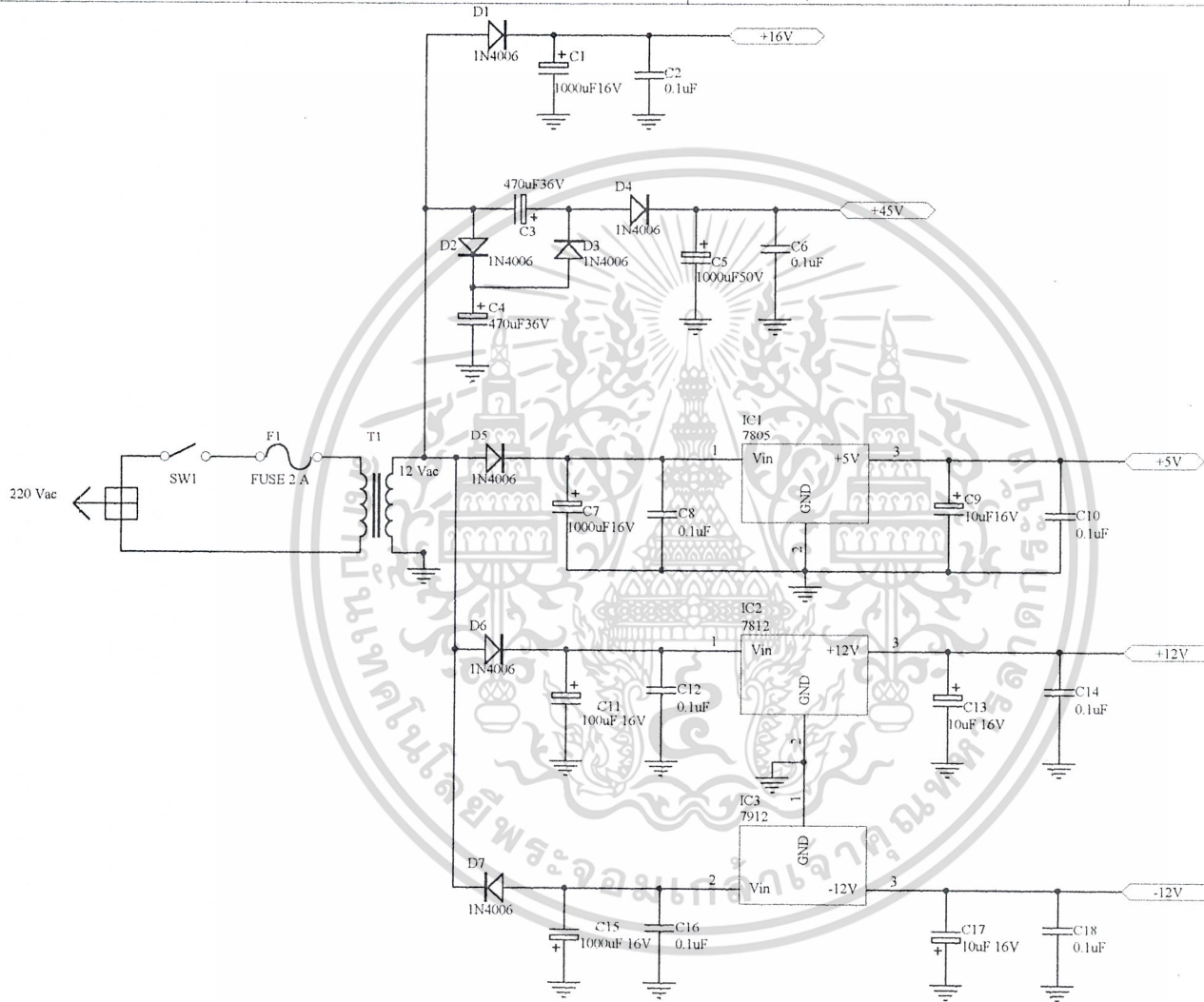
5.5 ส่วนตัวลดทอนเสียง (Sound Level attenuator) ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณกริ่งเพื่อส่งแรงดันไปเปรียบเทียบกับและทำการลดทอนแสง ซึ่งใช้แสงเพื่อทำการลดทอนเสียงโดยใช้ LDR ในการรับแสงที่ได้จากชุดลดทอนแสงทำให้ส่วนลดทอนเสียงลดระดับเสียงลงเมื่อมีสัญญาณกริ่งเข้ามา ทำให้ได้ยินเสียงกริ่งได้

จากงานทั้งหมดที่ได้จัดทำขึ้นมาได้ทดลองผลได้ทดสอบผลปรากฏว่าทำงานได้เป็นที่น่าพอใจ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

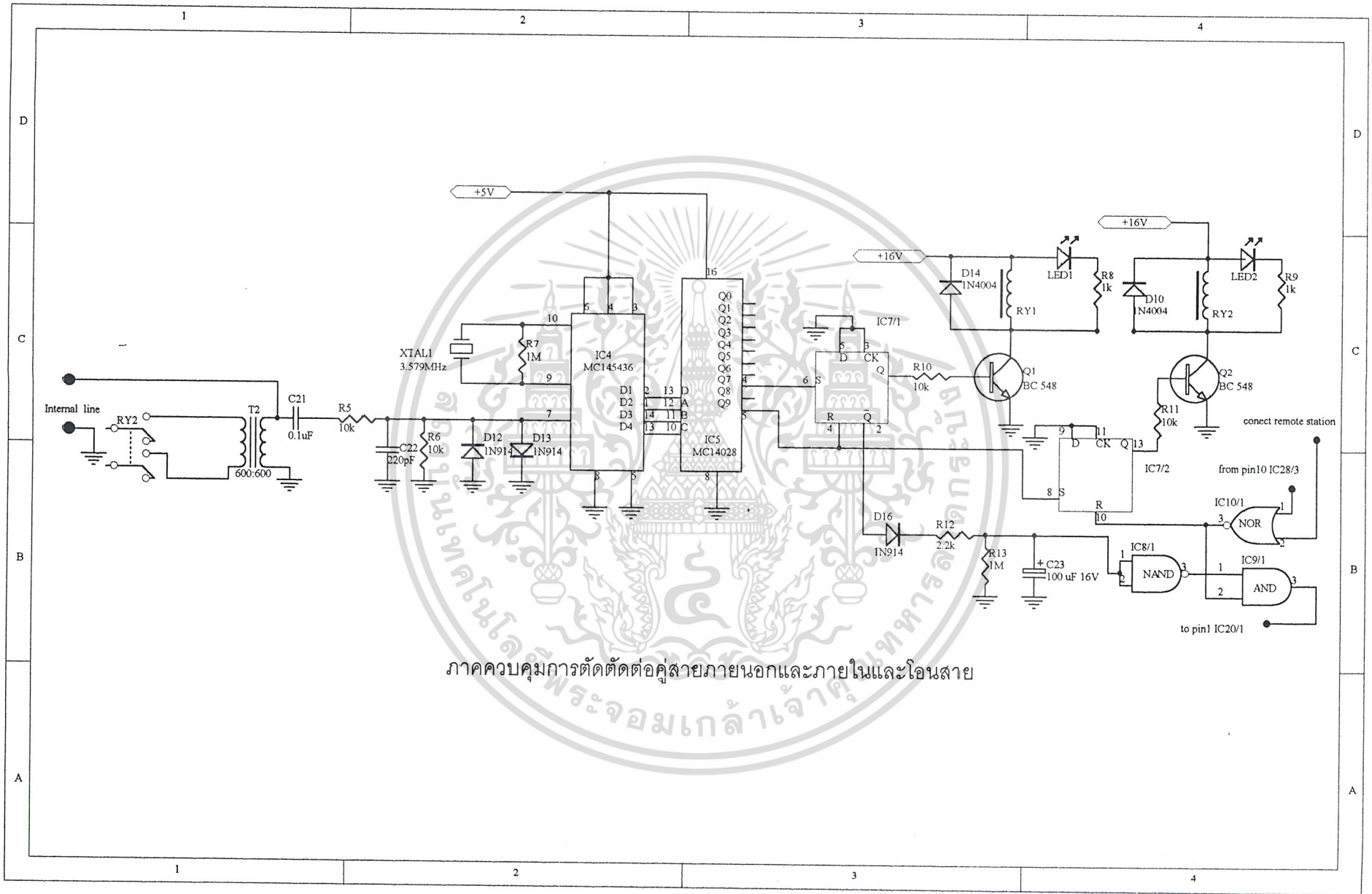
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



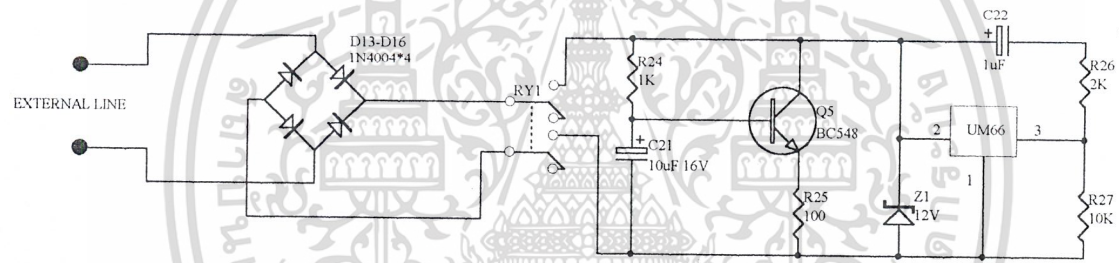
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



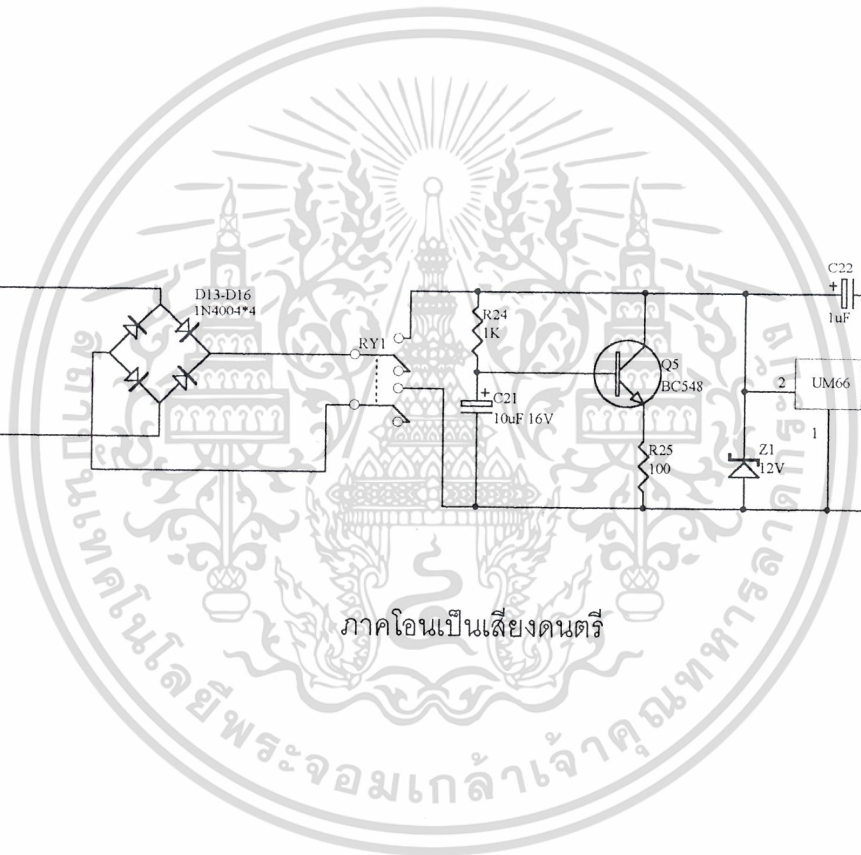
ภาคจ่ายไฟเลี้ยง

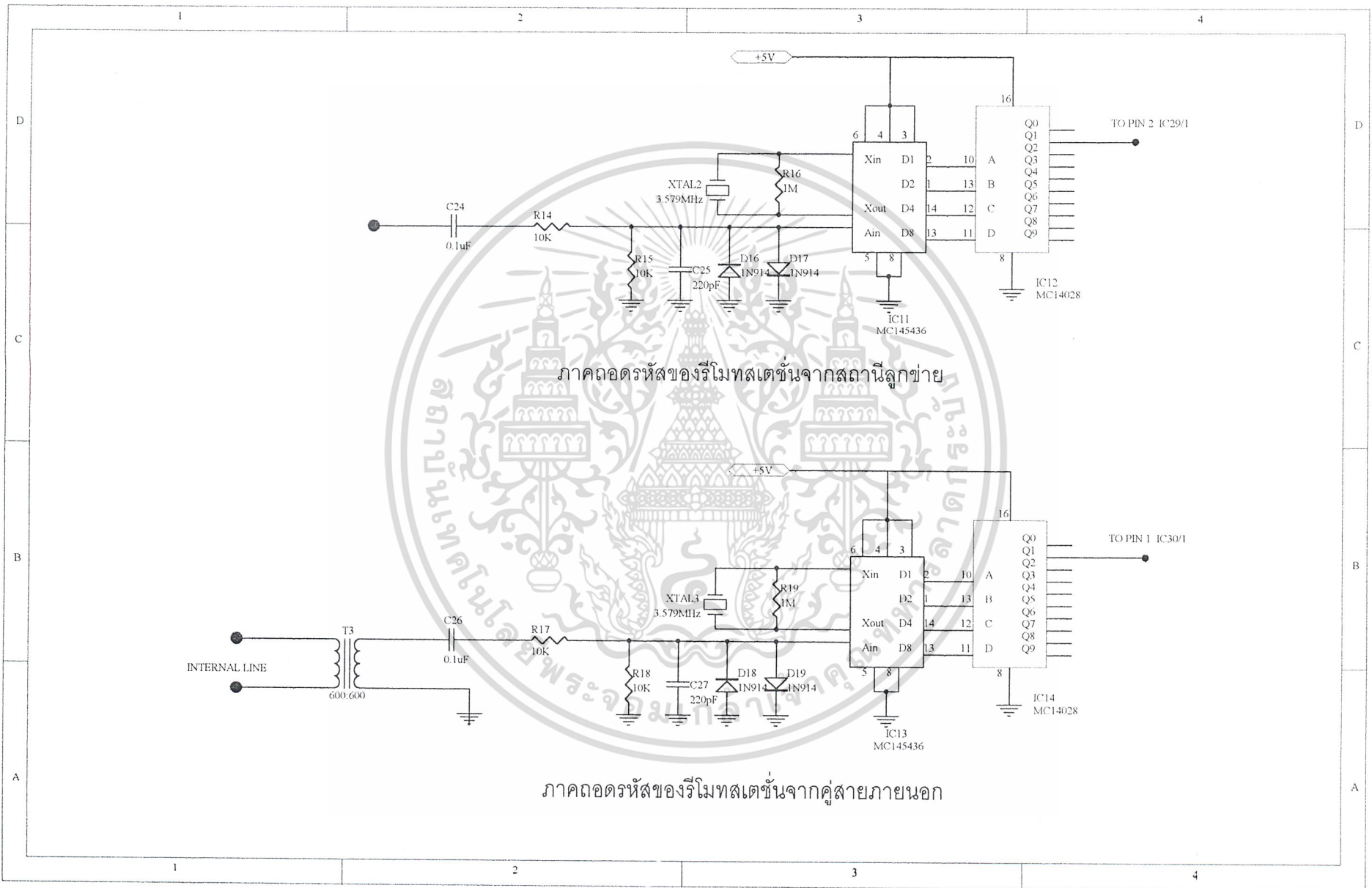


ภาคควบคุมการตัดต่อคู่สายภายนอกและภายในและโอนสาย



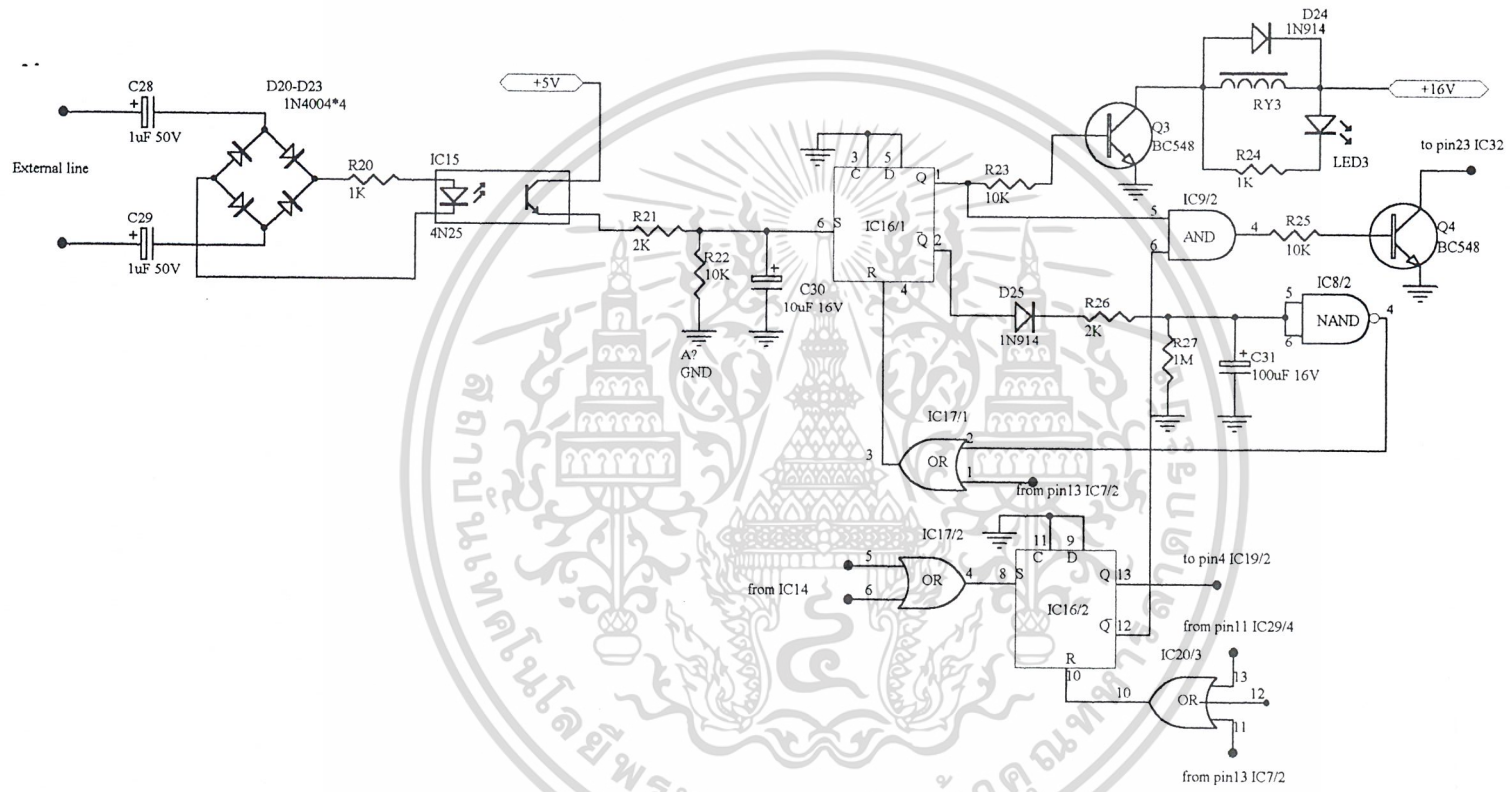
ภาคอินเป็นเสียงดนตรี



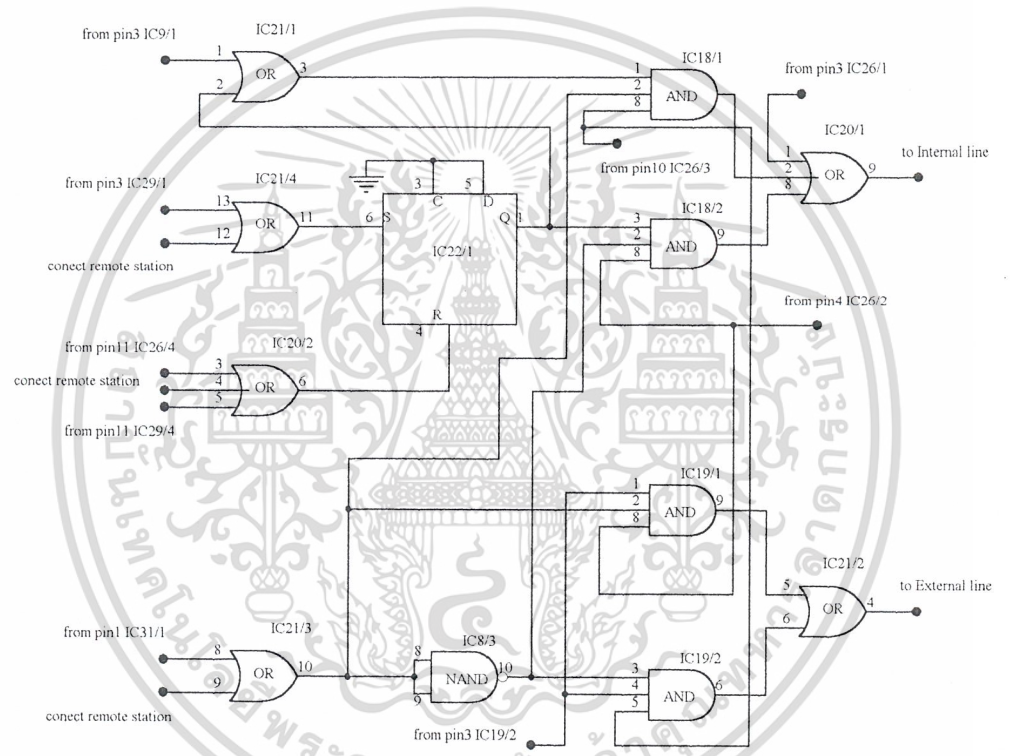


ภาคถอดรหัสของรีโมทเตชันจากสถานีลูกข่าย

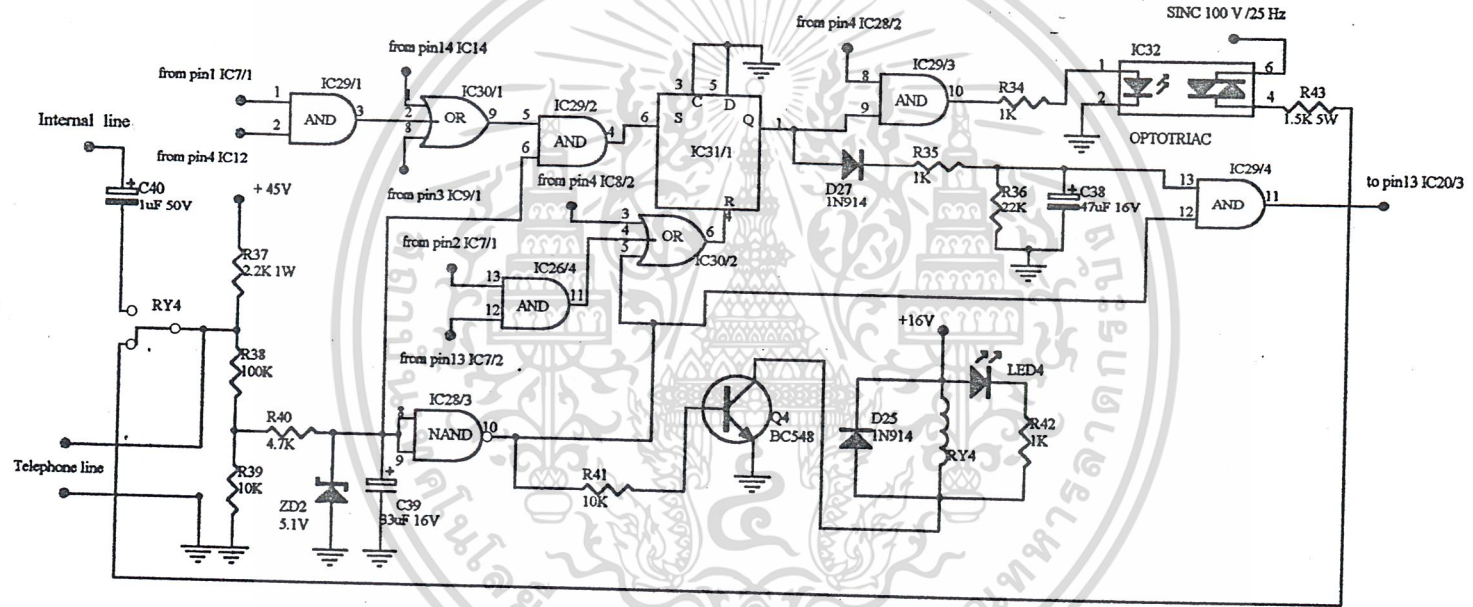
ภาคถอดรหัสของรีโมทเตชันจากคู่สายภายนอก



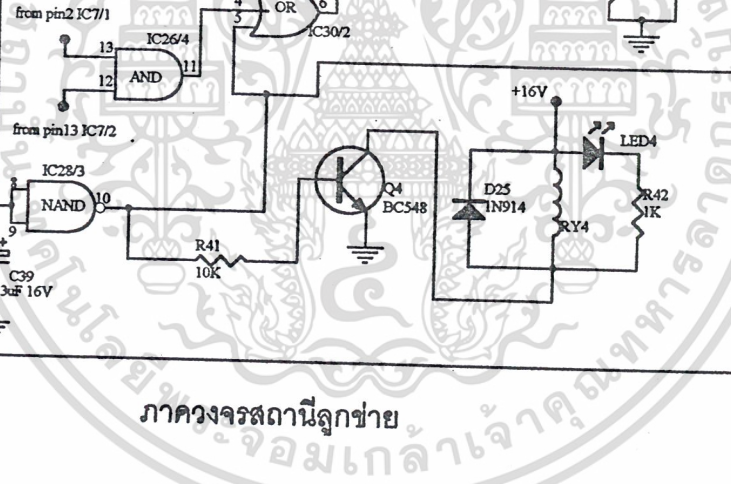
ภาคควบคุมการติดต่อคู่สายภายนอกเข้ากับภาคตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

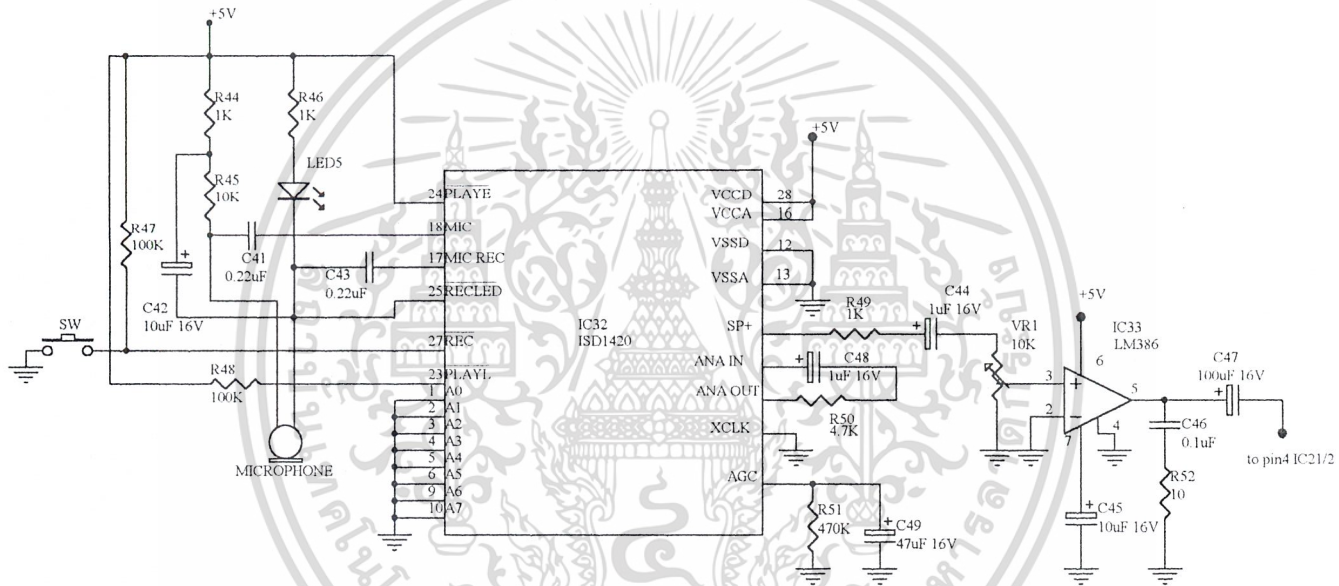


ภาคควบคุมการส่งสัญญาณเสียง



ภาควงจรสถานีลูกข่าย





ภาคต่อรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

MC145436A

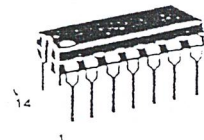
Advance Information
**Low-Power Dual Tone
Multiple Frequency Receiver**

The MC145436A is a low-power and improved input sensitivity version of the MC14LC5436.

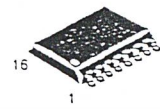
The MC145436A is a silicon gate CMOS LSI device containing the filter and decoder for detection of a pair of tones conforming to the DTMF standard with outputs in hexadecimal. Switched capacitor filter technology is used together with digital circuitry for the timing control and output circuits. The MC145436A provides excellent power line noise and dial tone rejection and is suitable for applications in central office equipment, PABX, and keyphone systems, remote control equipment and consumer telephony products.

The MC145436A offers the following performance features:

- Single + 5 V Power Supply
- Detects All 16 Standard Digits
- Uses Inexpensive 3.58 MHz Crystal
- Provides Guard Time Controls to Improve Speech Immunity
- Output in 4-Bit Hexadecimal Code
- Built-In 60 Hz and Dial Tone Rejection
- Pin Compatible with SSI-204, MC145436, and MC14LC5436
- Functional and Application Compatible with MC145436 and MC14LC5436



P SUFFIX
PLASTIC DIP
CASE 646



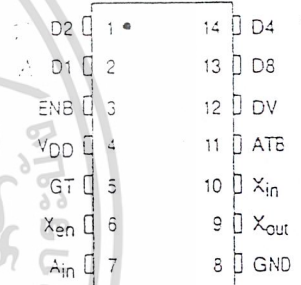
DW SUFFIX
SOG PACKAGE
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

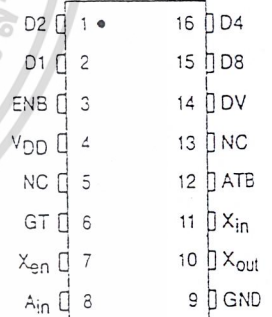
MC145436AP Plastic DIP
MC145436ADW SOG Package

PIN ASSIGNMENTS

PDIP



SOG



NC = NO CONNECTION

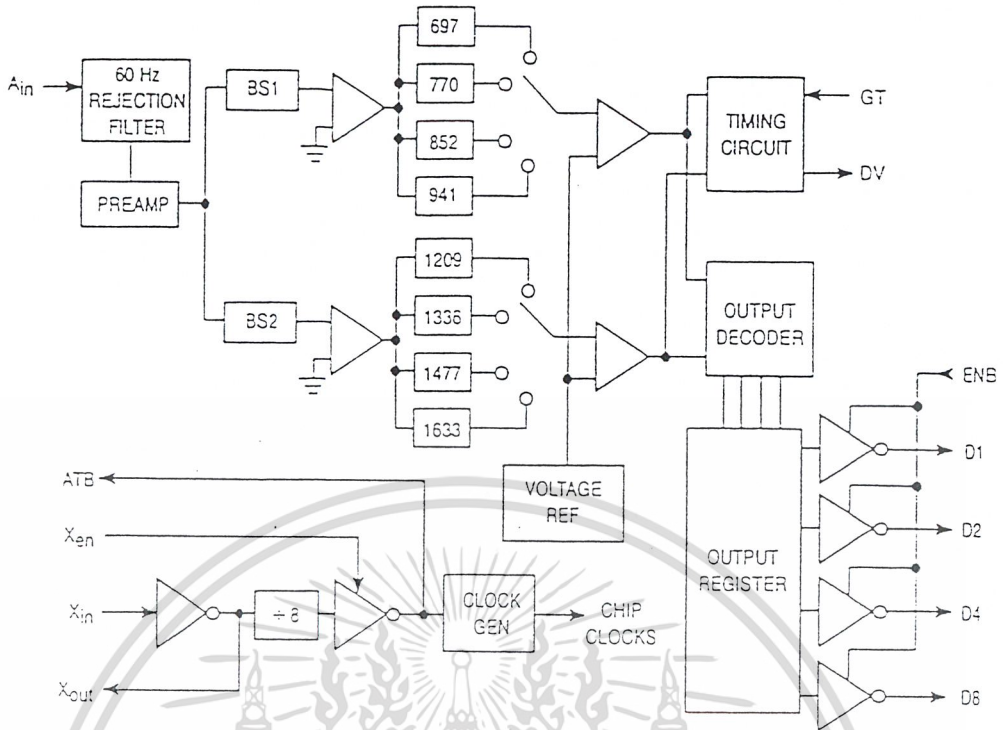
This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

REV 1
1/96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก MOTOROLA

© Motorola, Inc. 1996 ห้ามทำซ้ำ ห้ามนำไปเผยแพร่ ห้ามนำไปใช้

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to GND Unless Otherwise Noted)

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|--|-----------|---------------------------------|-------------|
| DC Supply Voltage | V_{DD} | - 0.5 to + 6.0 | V |
| Input Voltage, Any Pin Except A_{in} | V_{in} | - 0.5 to $V_{DD} + 0.5$ | V |
| Input Voltage, A_{in} | V_{in} | $V_{DD} - 10$ to $V_{DD} + 0.5$ | V |
| DC Current Drain per Pin | i | ± 10 | mA |
| Power Dissipation | P_D | 100 | mW |
| Operating Temperature Range | T_A | - 40 to + 85 | $^{\circ}C$ |
| Storage Temperature Range | T_{stg} | - 65 to + 150 | $^{\circ}C$ |

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid applications of any voltage higher than the maximum rated voltages to this high impedance circuit.

For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$. Reliability of operation is enhanced if unused inputs are tied to and appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(All Polarities Referenced to $V_{SS} = 0$ V, $V_{DD} = 5.0$ V $\pm 10\%$, $T_A = - 40$ to + 85 $^{\circ}C$, Unless Otherwise Noted)

| Parameter | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|--|-----------|-----|-----|----------------|------------|
| DC Supply Voltage | V_{DD} | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| Supply Current ($f_{CLK} = 3.58$ MHz) | I_{DD} | — | 5 | 8 | mA |
| Input Current | I_{in} | — | — | 450 ± 1 | μA |
| Input Voltage Low | V_{IL} | — | — | 1.5 | V |
| Input Voltage High | V_{IH} | 3.5 | — | — | V |
| I_{out} Data and DV Pins: $V_{out} = 4.5$ V (Source) | I_{OH} | 800 | — | — | μA |
| I_{out} Data and DV Pins: $V_{out} = 0.4$ V (Sink) | I_{OL} | 1.0 | — | — | mA |
| Input Impedance | R_{in} | 90 | 100 | — | k Ω |
| Fanout | F_{out} | — | — | 10 | |
| Input Capacitance | C_{in} | — | 6 | — | pF |

ANALOG CHARACTERISTICS ($V_{DD} = 5.0$ V $\pm 10\%$, $T_A = - 40$ to + 85 $^{\circ}C$, Unless Otherwise Noted)

| Parameter | Min | Typ | Max | Unit |
|---|----------------------------|-----------|-----------|------------------|
| Signal Level for Detection (A_{in}) | - 35 | — | - 2 | dBm |
| Twist = High Tone/Low Tone | - 10 | — | 10 | dB |
| Frequency Detect Bandwidth | $\pm (1.5 + 2 \text{ Hz})$ | ± 2.5 | ± 3.5 | % I_O |
| 60 Hz Tolerance | — | — | 0.8 | V _{rms} |
| Dial Tone Tolerance (Note 1) (Dial Tone 330 + 440) | — | — | 0 | dB |
| Noise Tolerance (Notes 1 and 2) | — | — | - 12 | dB |
| Power Supply Noise (Wide Band) | — | — | 10 | mV p-p |
| Talk Off (Mitel Tape #CM7290) | — | 2 | — | Hits |

NOTES:

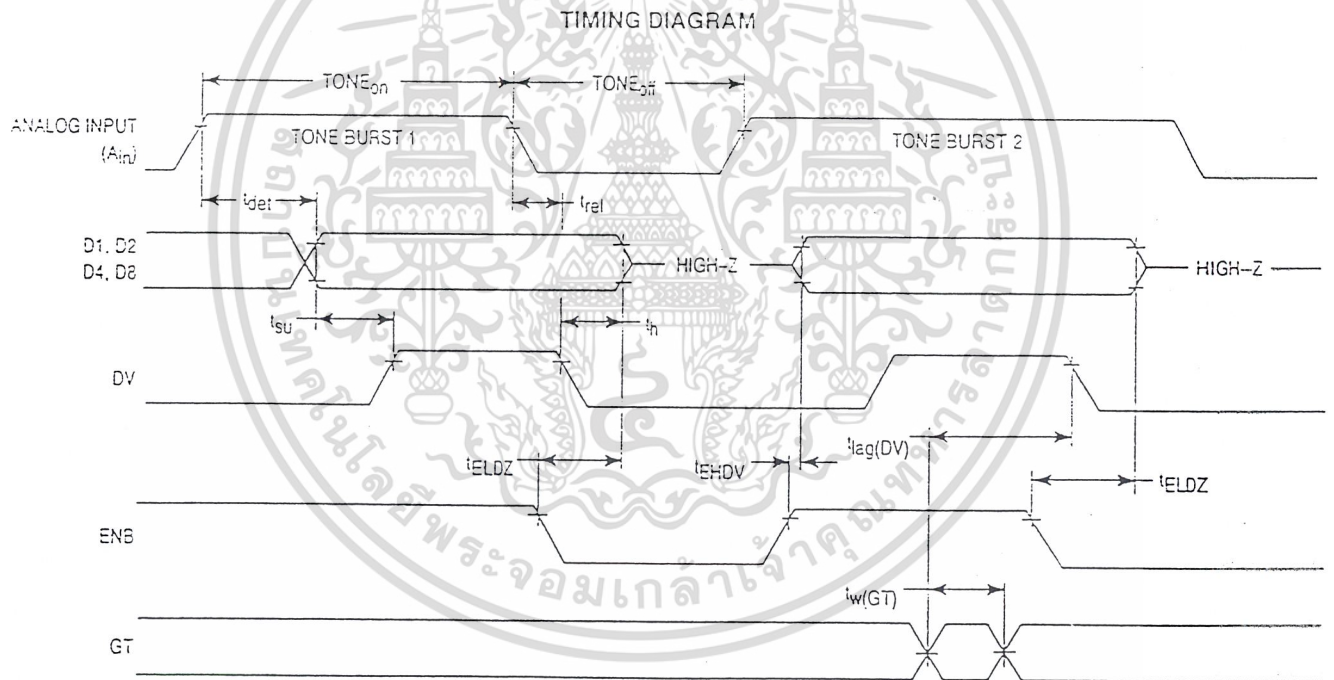
1. Referenced to lower amplitude tone.
2. Bandwidth limited (0 to 3.4 kHz) Gaussian Noise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS ($V_{DD} = 5.0 \text{ V} \pm 10\%$, $T_A = -40 \text{ to } +85^\circ\text{C}$)

| Characteristic | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---------------------------|----------------------|------------------|-----|-----|---------------|
| Tone On Time | For Detection | 40 | — | — | ms |
| | For Rejection | — | — | 20 | ms |
| Pause Time | For Detection | 40 | — | — | ms |
| | For Rejection | — | — | 20 | ms |
| Detect Time | GT = 0 | 22 | — | 40 | ms |
| | GT = 1 | 32 | — | 50 | ms |
| Release Time | GT = 0 | 28 | — | 40 | ms |
| | GT = 1 | 18 | — | 30 | ms |
| Data Setup Time | t_{su} | 7 | — | — | μs |
| Data Hold Time | t_h | 4.2 | 4.6 | 5 | ms |
| Pulse Width | GT | $t_w(\text{GT})$ | 18 | — | μs |
| DV Reset-Lag Time | $t_{lag}(\text{DV})$ | — | — | 5 | ms |
| ENB High to Output DV* | t_{EHDV} | — | 120 | 500 | ns |
| ENB Low to Output High-Z* | t_{ELDZ} | — | 110 | 300 | ns |

* Data out: $C_L = 35 \text{ pF}$ || $R_L = 500 \Omega$.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTIONS

VDD

Positive Power Supply (PDIP, SOG — Pin 4)

The digital supply pin, which is connected to the positive side of the power supply.

VSS

Ground (PDIP — Pin 8, SOG — Pin 9)

Ground return pin is typically connected to the system ground.

D1, D2, D4, D8

Data Output (PDIP — Pins 2, 1, 14, 13; SOG — Pins 2, 1, 16, 15)

These digital outputs provide the hexadecimal codes corresponding to the detected digit. The digital outputs become valid after a tone pair has been detected and are cleared when a valid pause is timed. See Table 1 for hexadecimal codes. These output pins are high impedance when the enable pin is at logic 0.

ENB

Enable (PDIP, SOG — Pin 3)

Outputs D1, D2, D4, D8 are enabled when ENB is at a logic 1, and high impedance (disabled) when ENB is at a logic 0.

GT

Guard Time (PDIP — Pin 5, SOG — Pin 6)

The guard time control input provides two sets of detected time and release time, both within the allowed ranges of tone on and tone off (see Figure 1). A longer tone detect time rejects signals too short to be considered valid. With GT = 1, talk off performance is improved, since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal conditions long enough to be accepted. In addition, a shorter release time reduces the probability that a pause simulated by an interrupt in speech will be detected as a valid pause. On the other hand, a shorter tone detect time with a long

Table 1. Hexadecimal Codes

| Digit | Output Code | | | |
|-------|-------------|----|----|----|
| | D8 | D4 | D2 | D1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| . | 1 | 0 | 1 | 1 |
| # | 1 | 1 | 0 | 0 |
| A | 1 | 1 | 0 | 1 |
| B | 1 | 1 | 1 | 0 |
| C | 1 | 1 | 1 | 1 |

release time would be appropriate for an extremely noisy environment where fast acquisition time and immunity to dropouts would be required. In general, the tone signal time generated by a telephone is 100 ms, nominal, followed by a pause of about 100 ms. A high-to-low or low-to-high transition on the GT pin resets the internal logic and the MC145436A is immediately ready to accept a new tone input. If left open, this pin is internally pulled to ground.

Xen

Oscillator Enable (PDIP — Pin 6, SOG — Pin 7)

A logic 1 on X_{EN} enables the on-chip crystal oscillator. When using alternate time base from the ATB pin, X_{EN} should be tied to V_{SS}.

Ain

Analog Input (PDIP — Pin 7, SOG — Pin 8)

This pin accepts the analog input and is internally biased so that the input signal may be ac coupled. The input may be dc coupled so long as it does not exceed the positive supply (see Figure 2).

Xin/Xout

Oscillator In and Oscillator Out (PDIP — Pins 10, 9; SOG — Pins 11, 10)

These pins connect to an internal crystal oscillator. In operation, a parallel resonant crystal is connected from X_{IN} to X_{OUT}, as well as a 1 MΩ resistor in parallel with the crystal. When using the alternate clock source from ATB, X_{IN} should be tied to V_{DD}.

ATB

Alternate Time Base (PDIP — Pin 11, SOG — Pin 12)

This pin serves as a frequency reference when more than one MC145436A is used, so that only one crystal is required for multiple MC145436As. When doing so, all ATB pins should be tied together as shown in Figure 3. When only one MC145436A is used, this pin should be left unconnected. The output frequency of ATB is 447.4 kHz.

DV

Data Valid (PDIP — Pin 12, SOG — Pin 14)

DV signals a detection by going high after a valid tone pair is sensed and decoded at output pins D1, D2, D4, D8. DV remains high until a loss of the current DTMF signal occurs or until a transition in GT occurs.

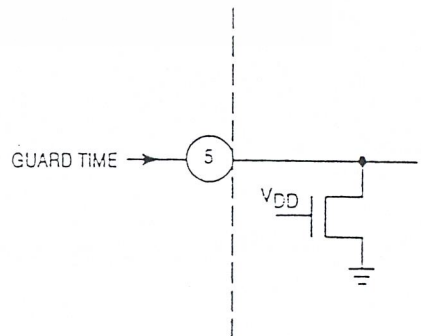


Figure 1. Guard Time

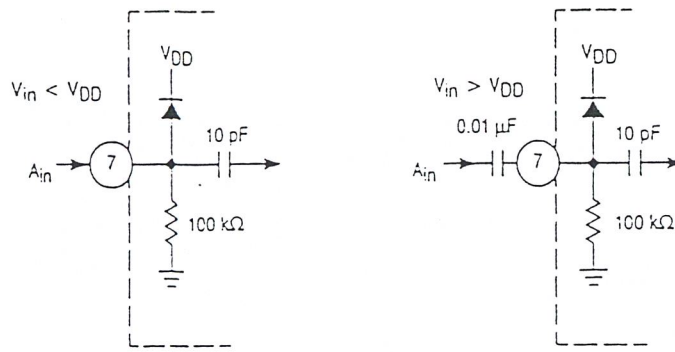


Figure 2. Analog Input (Operational Information Based on PDIP Package)

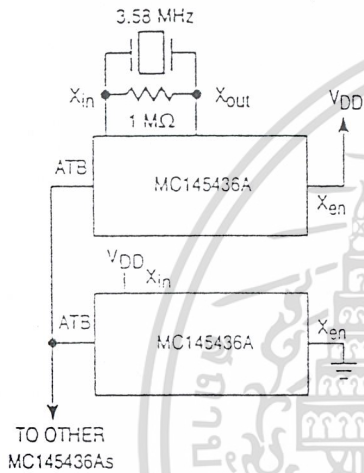


Figure 3. Multiple MC145436As

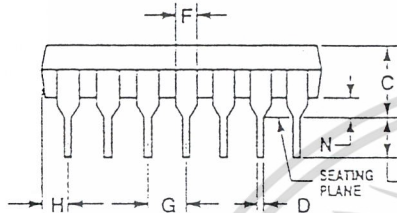
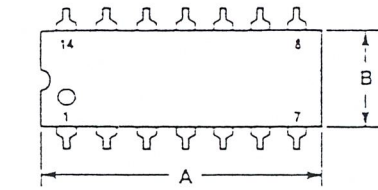
| | COL 1 | COL 2 | COL 3 | COL 4 | |
|-----|---------------|-------|-------|-------|-------|
| 697 | 1 | 2 | 3 | A | ROW 1 |
| 770 | 4 | 5 | 6 | B | ROW 2 |
| 852 | 7 | 8 | 9 | C | ROW 3 |
| 941 | * | 0 | = | D | ROW 4 |
| | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 | |
| | STD DTMF (Hz) | | | | |

Figure 4. 4 × 4 Keyboard Matrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

P SUFFIX PLASTIC DIP CASE 646-06

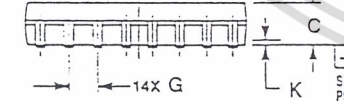
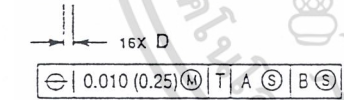
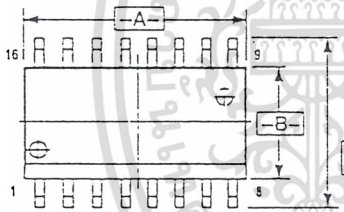


NOTES:

- LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
- DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
- DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
- ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.715 | 0.770 | 18.16 | 19.55 |
| B | 0.240 | 0.250 | 6.10 | 6.60 |
| C | 0.145 | 0.155 | 3.69 | 4.69 |
| D | 0.015 | 0.021 | 0.38 | 0.53 |
| F | 0.040 | 0.070 | 1.02 | 1.78 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| H | 0.052 | 0.095 | 1.32 | 2.41 |
| J | 0.008 | 0.015 | 0.20 | 0.38 |
| K | 0.115 | 0.135 | 2.92 | 3.43 |
| L | 0.300 BSC | | 7.62 BSC | |
| M | 9° | 10° | 9° | 10° |
| N | 0.015 | 0.039 | 0.39 | 1.01 |

DW SUFFIX SOG PACKAGE CASE 751G-02



NOTES:

- DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
- CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
- DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
- MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
- DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

| DIM | MILLIMETERS | | INCHES | |
|-----|-------------|-------|-----------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 10.15 | 10.45 | 0.400 | 0.411 |
| B | 7.40 | 7.50 | 0.292 | 0.299 |
| C | 2.35 | 2.65 | 0.093 | 0.104 |
| D | 0.35 | 0.49 | 0.014 | 0.019 |
| F | 0.50 | 0.90 | 0.020 | 0.035 |
| G | 1.27 BSC | | 0.050 BSC | |
| J | 0.25 | 0.32 | 0.010 | 0.012 |
| K | 0.10 | 0.25 | 0.004 | 0.009 |
| M | 0° | 7° | 0° | 7° |
| P | 10.05 | 10.55 | 0.395 | 0.415 |
| R | 0.25 | 0.75 | 0.010 | 0.029 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14028B

**BCD-To-Decimal Decoder
Binary-To-Octal Decoder**

The MC14028B decoder is constructed so that an 8421 BCD code on the four inputs provides a decimal (one-of-ten) decoded output, while a 3-bit binary input provides a decoded octal (one-of-eight) code output with D forced to a logic "0". Expanded decoding such as binary-to-hexadecimal (one-of-16), etc., can be achieved by using other MC14028B devices. The part is useful for code conversion, address decoding, memory selection control, demultiplexing, or readout decoding.

- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Positive Logic Design
- Low Outputs on All Illegal Input Combinations
- Similar to CD4028B.

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to VSS)

| Symbol | Parameter | Value | Unit |
|------------------------------------|--|--------------------------------|------|
| V _{DD} | DC Supply Voltage | - 0.5 to + 18.0 | V |
| V _{in} , V _{out} | Input or Output Voltage (DC or Transient) | - 0.5 to V _{DD} + 0.5 | V |
| I _{in} , I _{out} | Input or Output Current (DC or Transient), per Pin | ± 10 | mA |
| P _D | Power Dissipation, per Package† | 500 | mW |
| T _{stg} | Storage Temperature | - 65 to + 150 | °C |
| T _L | Lead Temperature (8-Second Soldering) | 260 | °C |

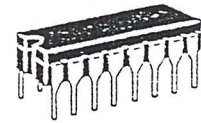
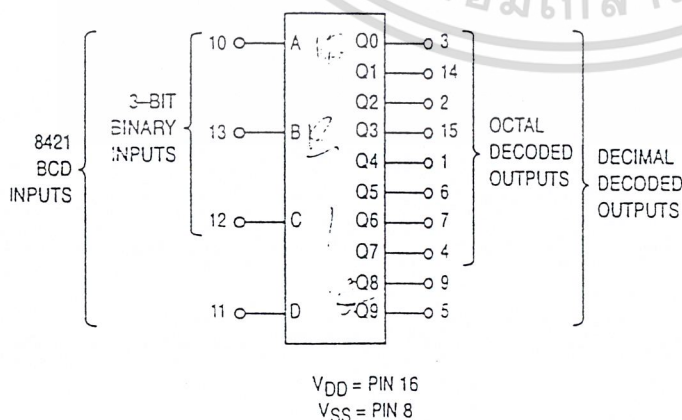
* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

† Temperature Derating:

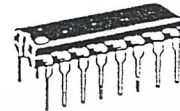
Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

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

BLOCK DIAGRAM



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 520



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648



D SUFFIX
SOIC
CASE 751B

ORDERING INFORMATION

| | |
|------------|---------|
| MC14XXXBCP | Plastic |
| MC14XXXSCL | Ceramic |
| MC14XXXSD | SOIC |

T_A = - 55° to 125°C for all packages.

TRUTH TABLE

| D | C | B | A | Q9 | Q8 | Q7 | Q6 | Q5 | Q4 | Q3 | Q2 | Q1 | Q0 | |
|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

REV 3

1/94

โปรดดูเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

| Characteristic | Symbol | V _{DD} Vdc | -55°C | | 25°C | | | 125°C | | Unit | |
|---|------------------------------|------------------------|---|------|-------|----------|------|-------|------|------------------|------------------|
| | | | Min | Max | Min | Typ # | Max | Min | Max | | |
| Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0 | *0* Level V _{OL} | 5.0 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | Vdc | |
| | | 10 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | | |
| | | 15 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | | |
| | *1* Level V _{OH} | 5.0 | 4.95 | — | 4.95 | 5.0 | — | 4.95 | — | Vdc | |
| | | 10 | 9.95 | — | 9.95 | 10 | — | 9.95 | — | | |
| | | 15 | 14.95 | — | 14.95 | 15 | — | 14.95 | — | | |
| Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc) | *0* Level V _{IL} | 5.0 | — | 1.5 | — | 2.25 | 1.5 | — | 1.5 | Vdc | |
| | | 10 | — | 3.0 | — | 4.50 | 3.0 | — | 3.0 | | |
| | | 15 | — | 4.0 | — | 6.75 | 4.0 | — | 4.0 | | |
| | *1* Level V _{IH} | 5.0 | 3.5 | — | 3.5 | 2.75 | — | 3.5 | — | Vdc | |
| | | 10 | 7.0 | — | 7.0 | 5.50 | — | 7.0 | — | | |
| | | 15 | 11 | — | 11 | 8.25 | — | 11 | — | | |
| Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc) | Source I _{OH} | 5.0 | -3.0 | — | -2.4 | -4.2 | — | -1.7 | — | mA _{dc} | |
| | | 5.0 | -0.64 | — | -0.51 | -0.88 | — | -0.36 | — | | |
| | | 10 | -1.6 | — | -1.3 | -2.25 | — | -0.9 | — | | |
| | Sink I _{OL} | 5.0 | 0.64 | — | 0.51 | 0.88 | — | 0.36 | — | mA _{dc} | |
| | | 10 | 1.6 | — | 1.3 | 2.25 | — | 0.9 | — | | |
| | | 15 | 4.2 | — | 3.4 | 8.8 | — | 2.4 | — | | |
| Input Current | I _{in} | 15 | — | ±0.1 | — | ±0.00001 | ±0.1 | — | ±1.0 | μA _{dc} | |
| Input Capacitance (V _{in} = 0) | C _{in} | — | — | — | — | 5.0 | 7.5 | — | — | pF | |
| Quiescent Current (Per Package) | I _{DD} | 5.0 | — | 5.0 | — | 0.005 | 5.0 | — | 150 | μA _{dc} | |
| | | 10 | — | 10 | — | 0.010 | 10 | — | 300 | | |
| | | 15 | — | 20 | — | 0.015 | 20 | — | 600 | | |
| Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching) | I _T | 5.0 | I _T = (0.3 μA/kHz) f + I _{DD} | | | | | | — | — | μA _{dc} |
| | | 10 | I _T = (0.6 μA/kHz) f + I _{DD} | | | | | | | | |
| | | 15 | I _T = (0.9 μA/kHz) f + I _{DD} | | | | | | | | |

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

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

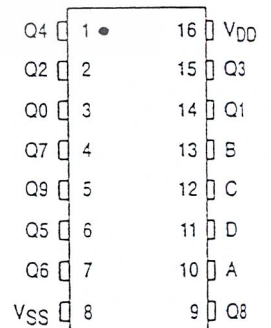
†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V f k$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.001.

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

PIN ASSIGNMENT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

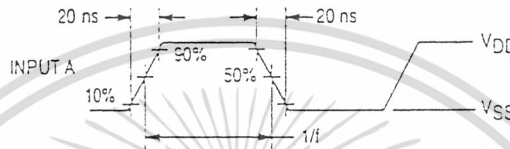
SWITCHING CHARACTERISTICS* ($C_L = 50 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

| Characteristic | Symbol | V_{DD} | Min | Typ # | Max | Unit |
|--|-----------------------|----------|-----|-------|-----|------|
| Output Rise and Fall Time | t_{rLH} , t_{rHL} | 5.0 | — | 100 | 200 | ns |
| t_{rLH} , $t_{rHL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ | | 10 | — | 50 | 100 | |
| t_{rLH} , $t_{rHL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ | | 15 | — | 40 | 80 | |
| Propagation Delay Time | t_{pLH} , t_{pHL} | 5.0 | — | 300 | 600 | ns |
| t_{pLH} , $t_{pHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 215 \text{ ns}$ | | 10 | — | 130 | 260 | |
| t_{pLH} , $t_{pHL} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ | | 15 | — | 90 | 180 | |
| t_{pLH} , $t_{pHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 65 \text{ ns}$ | | | | | | |

* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C .

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

Inputs B, C, and D
switching in respect
to a BCD code.



All outputs connected
to respective C_L loads.
f in respect to a system
clock.

Inputs A, B, and D low.

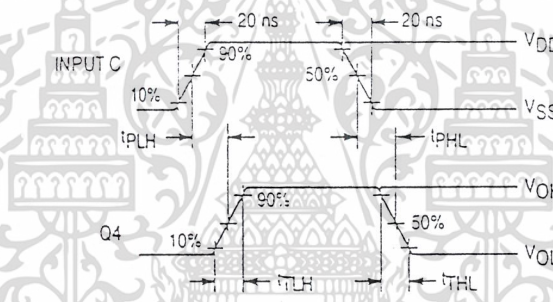
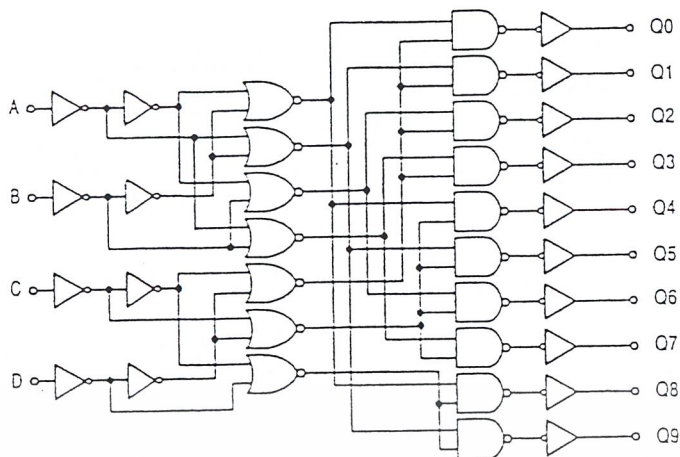


Figure 1. Dynamic Signal Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



APPLICATIONS INFORMATION

Expanded decoding can be performed by using the MC14028B and other CMOS Integrated Circuits. The circuit in Figure 2 converts any 4-bit code to a decimal or hexadecimal code. The accompanying table shows the input binary combinations, the associated "output numbers" that go "high" when selected, and the "redefined output numbers" needed for the proper code. For example: For the combination DCBA = 0111 the output number 7 is redefined for the 4-bit binary, 4-bit gray, excess-3, or excess-3 gray codes as 7, 5, 4, or 2, respectively. Figure 3 shows a 6-bit binary 1-of-64 decoder using nine MC14028B circuits and two MC14069JB inverters.

The MC14028B can be used in decimal digit displays, such as, neon readouts or incandescent projection indicators as shown in Figure 4.

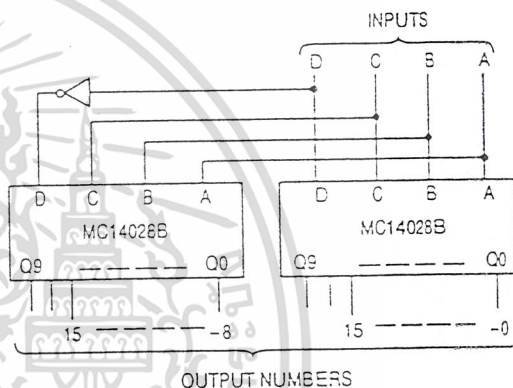


Figure 2. Code Conversion Circuit and Truth Table

| Inputs | | | | Output Numbers | | | | | | | | | | | | | | | | Code and Redefined Output Numbers | | | | | |
|--------|---|---|---|----------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------------------------------|------------|----------|---------------|-------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hexadecimal | | Decimal | | | |
| D | C | B | A | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 4-Bit Binary | 4-Bit Gray | Excess-3 | Excess-3 Gray | Alken | 4221 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 3 | 3 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 1 | 4 | 4 | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 | 2 | | | 3 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 3 | 1 | | 4 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5 | 4 | 2 | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 15 | 5 | | | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 14 | 6 | | | 6 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 12 | 7 | 9 | | 6 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 13 | 8 | | 5 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 8 | 9 | 5 | 6 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 9 | | 6 | 7 | 7 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 11 | | 8 | 8 | 8 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 10 | | 7 | 9 | 9 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ในกรณีที่ผู้ใช้มีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายบริการลูกค้าของเอ็กซาร์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

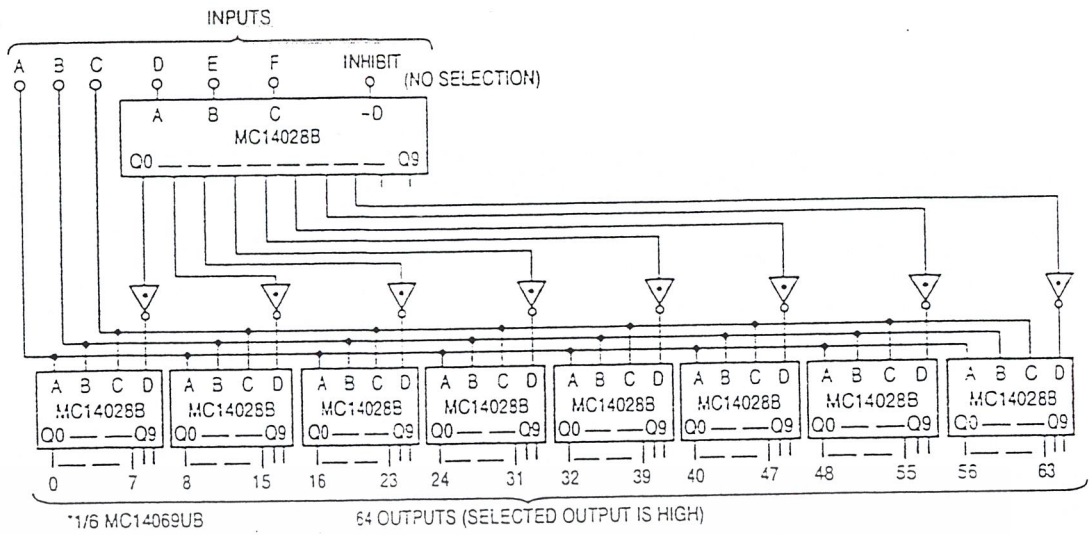


Figure 3. Six-Bit Binary 1-of-64 Decoder

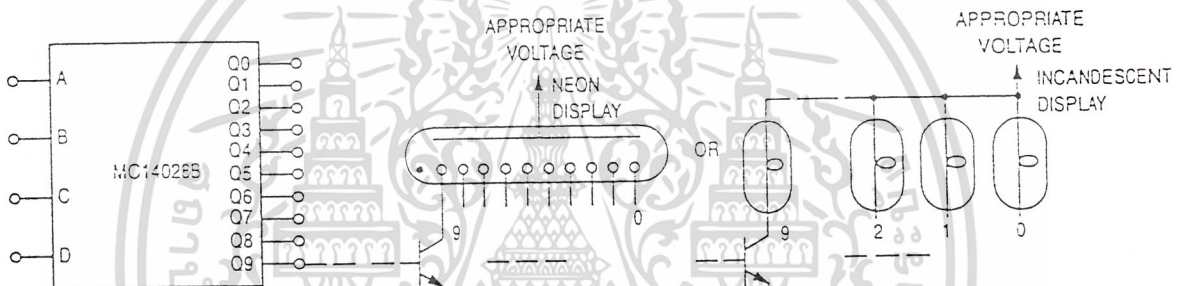
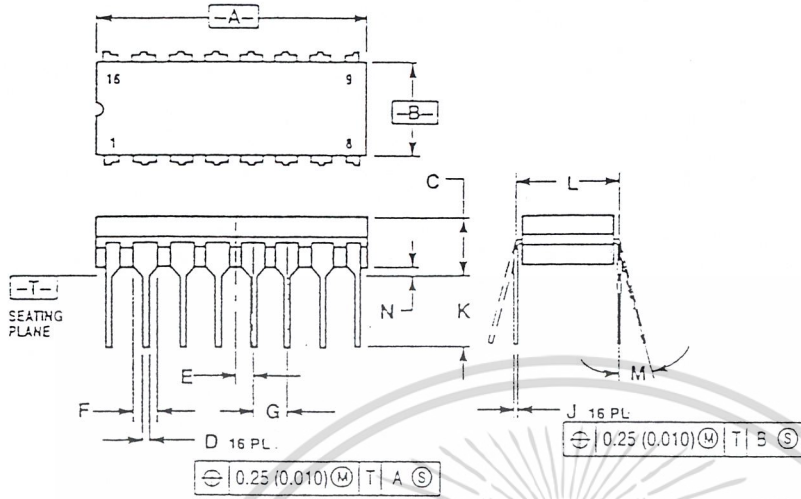


Figure 4. Decimal Digit Display Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

OUTLINE DIMENSIONS

L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 620-10 ISSUE V

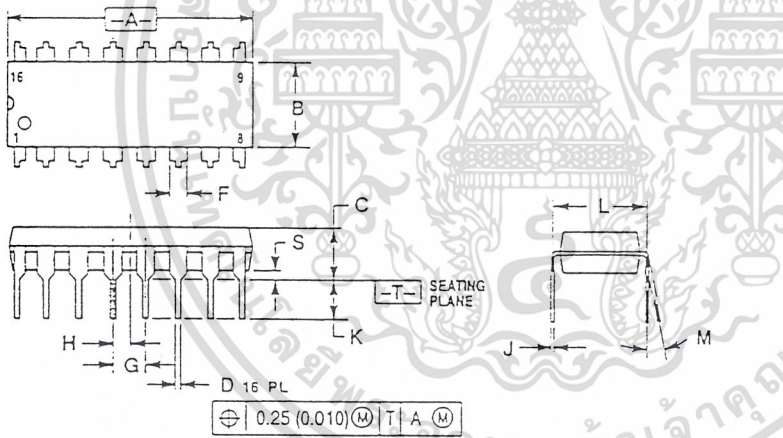


NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.75 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.750 | 0.785 | 19.05 | 19.93 |
| B | 0.240 | 0.295 | 6.10 | 7.49 |
| C | — | 0.200 | — | 5.08 |
| D | 0.015 | 0.020 | 0.39 | 0.50 |
| E | 0.050 BSC | | 1.27 BSC | |
| F | 0.055 | 0.055 | 1.40 | 1.55 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| H | 0.008 | 0.015 | 0.21 | 0.38 |
| K | 0.125 | 0.170 | 3.18 | 4.31 |
| L | 0.300 BSC | | 7.62 BSC | |
| M | 0° | 15° | 0° | 15° |
| N | 0.020 | 0.040 | 0.51 | 1.01 |

P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 648-08 ISSUE R



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

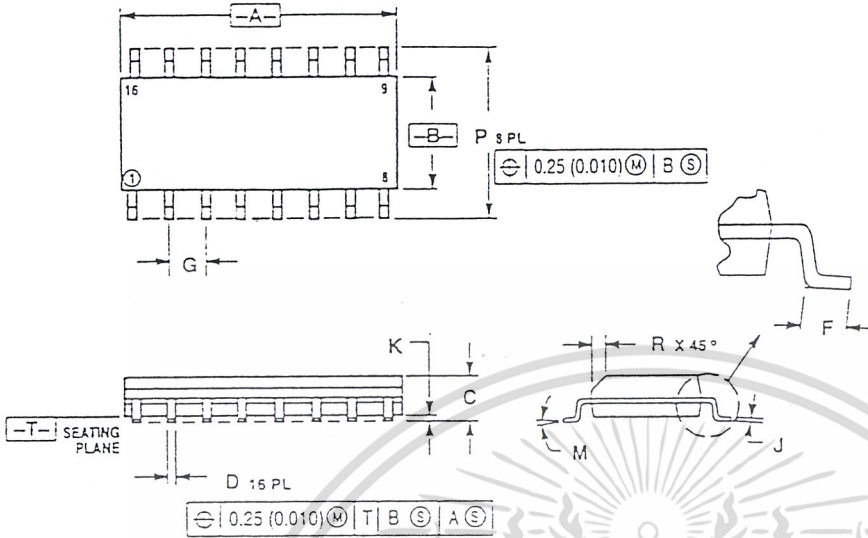
| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.740 | 0.770 | 18.80 | 19.55 |
| B | 0.250 | 0.270 | 6.35 | 6.85 |
| C | 0.145 | 0.175 | 3.69 | 4.44 |
| D | 0.015 | 0.021 | 0.39 | 0.53 |
| F | 0.040 | 0.70 | 1.02 | 1.77 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| H | 0.050 BSC | | 1.27 BSC | |
| J | 0.008 | 0.015 | 0.21 | 0.38 |
| K | 0.110 | 0.130 | 2.80 | 3.30 |
| L | 0.295 | 0.305 | 7.50 | 7.74 |
| M | 0° | 10° | 0° | 10° |
| S | 0.020 | 0.040 | 0.51 | 1.01 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าให้ข้อมูลโดยไม่มีเงื่อนไขและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUTLINE DIMENSIONS

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



NOTES:

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

| DIM | MILLIMETERS | | INCHES | |
|-----|-------------|-------|-----------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 9.80 | 10.00 | 0.386 | 0.393 |
| B | 3.80 | 4.00 | 0.150 | 0.157 |
| C | 1.25 | 1.75 | 0.054 | 0.068 |
| D | 0.35 | 0.49 | 0.014 | 0.019 |
| F | 0.40 | 1.25 | 0.016 | 0.049 |
| G | 1.27 BSC | | 0.050 BSC | |
| J | 0.19 | 0.25 | 0.008 | 0.009 |
| K | 0.10 | 0.25 | 0.004 | 0.009 |
| M | 0° | 7° | 0° | 7° |
| P | 5.30 | 5.20 | 0.209 | 0.244 |
| R | 0.25 | 0.50 | 0.010 | 0.019 |

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

How to reach us:

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



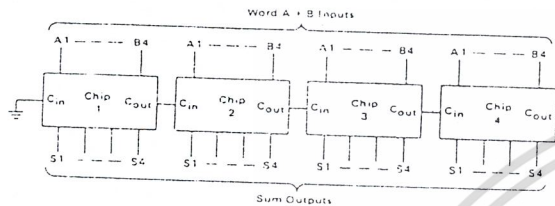
MOTOROLA

สินค้าลิขสิทธิ์ของ Motorola Inc. มีทั้งหมด 10 ชิ้น และต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อ MC14028B/D



TYPICAL APPLICATION

FIGURE 6 - USING THE MC14008B IN A 16-BIT ADDER CONFIGURATION



Calculation of 16-bit adder speed:

$$t_{p \text{ total}} = t_p (\text{Sum to Carry}) + t_p (\text{Carry to Sum}) + 2 t_p (\text{Carry to Carry})$$

The guaranteed 16-bit adder speed at 10 V, 25°C, $C_L = 50$ pF is:

$$t_{p \text{ total}} = 290 + 310 + 300 = 900 \text{ ns}$$



DUAL TYPE D FLIP-FLOP

The MC14013B dual type D flip-flop is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. Each flip-flop has independent Data (D), Direct Set (S), Direct Reset (R), and Clock (C) inputs and complementary outputs (Q and \bar{Q}). These devices may be used as shift register elements or as type T flip-flops for counter and toggle applications.

- Static Operation
- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Logic Edge Clocked Flip-Flop Designs
- Logic state is retained indefinitely with clock level either high or low; information is transferred to the output only on the positive-going edge of the clock pulse
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Pin-for-Pin Replacement for CD4013B

MAXIMUM RATINGS* (All ratings referenced to VSS)

| Symbol | Parameter | Value | Unit |
|-----------|--|------------------------|------|
| V_{DD} | V _{CC} Supply Voltage | +0.5 to +18.0 | V |
| V_{OL} | Load on Output Voltage (DC or Transient) | +0.5 to $V_{DD} - 0.5$ | V |
| I_{OL} | Load on Output Current (DC or Transient) per Pin | ±10 | mA |
| P_D | Power Dissipation per Package | 500 | mW |
| T_{STG} | Storage Temperature | -65 to +150 | °C |
| T_{LJ} | Lead Temperature (Soldering Solder) | 260 | °C |

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic, P and D Packages - 7.0 mW/°C From 55°C to 125°C
 Ceramic, L Packages - 12 mW/°C From 100°C to 125°C

TRUTH TABLE

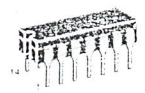
| CLOCK | INPUTS | | | | OUTPUTS | | |
|-------|--------|-------|-----|---|-----------|--|-----------|
| | DATA | RESET | SET | Q | \bar{Q} | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | No Change |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | |
| 0 | X | 0 | 0 | Q | \bar{Q} | | |
| 0 | X | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| 0 | X | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 0 | X | 1 | 1 | 1 | 1 | | |

X = Don't Care
 † = Level Change

MC14011B, MC14012B
 See Page 6-5

MC14011UB, MC14012UB
 See Page 6-14

MC14013B



L SUFFIX CERAMIC CASE 632



P SUFFIX PLASTIC CASE 646



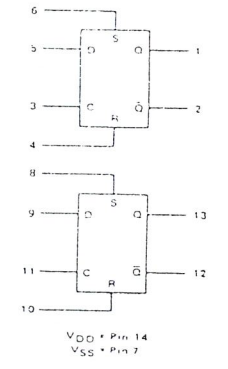
D SUFFIX SOIC CASE 751A

ORDERING INFORMATION

- MC14013B L Plastic
- MC14013B P Ceramic
- MC14013B D SOIC

T_A = 55 to 125°C for all packages.

BLOCK DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

| Characteristic | Symbol | V _{DD} Vdc | -55°C | | 25°C | | 125°C | | Unit | |
|---|------------------------------|------------------------|-------|------|-------|--|-------|-------|-------|------|
| | | | Min | Max | Min | Typ # | Max | Min | | Max |
| Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0 | "0" Level VOL | 5.0 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | Vdc |
| | | 10 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | |
| | | 15 | — | 0.05 | — | 0 | 0.05 | — | 0.05 | |
| V _{in} = 0 or V _{DD} | "1" Level VOH | 5.0 | 4.95 | — | 4.95 | 5.0 | — | 4.95 | — | Vdc |
| | | 10 | 9.95 | — | 9.95 | 10 | — | 9.95 | — | |
| | | 15 | 14.95 | — | 14.95 | 15 | — | 14.95 | — | |
| Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc) | "0" Level V _{IL} | 5.0 | — | 1.5 | — | 2.25 | 1.5 | — | 1.5 | Vdc |
| | | 10 | — | 3.0 | — | 4.50 | 3.0 | — | 3.0 | |
| | | 15 | — | 4.0 | — | 6.75 | 4.0 | — | 4.0 | |
| (V _O = 0.5 or 4.5 Vdc) (V _O = 1.0 or 9.0 Vdc) (V _O = 1.5 or 13.5 Vdc) | "1" Level V _{IH} | 5.0 | 3.5 | — | 3.5 | 2.75 | — | 3.5 | — | Vdc |
| | | 10 | 7.0 | — | 7.0 | 5.50 | — | 7.0 | — | |
| | | 15 | 11 | — | 11 | 8.25 | — | 11 | — | |
| Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.5 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc) | Source | 5.0 | -3.0 | — | -2.4 | -4.2 | — | -1.7 | — | mAdc |
| | | 10 | -0.64 | — | -0.51 | -0.88 | — | -0.36 | — | |
| | | 15 | -1.6 | — | -1.3 | -2.25 | — | -0.9 | — | |
| | Sink | 5.0 | 0.64 | — | 0.51 | 0.88 | — | 0.36 | — | mAdc |
| | | 10 | 1.6 | — | 1.3 | 2.25 | — | 0.9 | — | |
| | | 15 | 4.2 | — | 3.4 | 8.5 | — | 2.4 | — | |
| Input Current | I _{in} | 15 | — | -0.1 | — | -0.00001 | -0.1 | — | > 1.0 | μA |
| Input Capacitance (V _{in} = 0) | C _{in} | — | — | — | — | 5.0 | 7.5 | — | — | pF |
| Quiescent Current (Per Package) | I _{DD} | 5.0 | — | 1.0 | — | 0.002 | 1.0 | — | 30 | μA |
| | | 10 | — | 2.0 | — | 0.004 | 2.0 | — | 60 | |
| | | 15 | — | 4.0 | — | 0.006 | 4.0 | — | 120 | |
| Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching) | I _T | 5.0 | — | — | — | I _T = (0.75 μA/kHz) I + I _{DD} | — | — | — | μA |
| | | 10 | — | — | — | I _T = (1.5 μA/kHz) I + I _{DD} | — | — | — | |
| | | 15 | — | — | — | I _T = (2.3 μA/kHz) I + I _{DD} | — | — | — | |

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

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

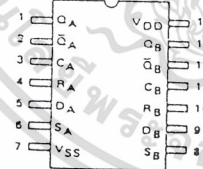
†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V_{ik}$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, I_{in} in kHz is input frequency, and k = 0.002.

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

PIN ASSIGNMENT



SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

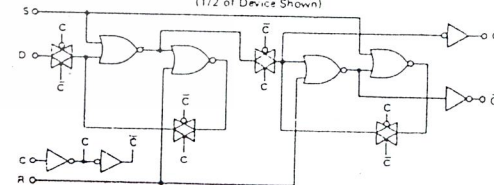
| Characteristic | Symbol | V _{DD} | Min | Typ # | Max | Unit | | |
|---|-------------------------------------|-----------------|-----|-------|-----|------|---|----|
| Output Rise and Fall Time t _{TLH} , t _{FHL} = (1.5 ns/pF) C _L - 25 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.75 ns/pF) C _L - 12.5 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.55 ns/pF) C _L - 9.5 ns | t _{TLH} , t _{FHL} | 5.0 | — | 100 | 200 | ns | | |
| | | 10 | — | 50 | 100 | | | |
| | | 15 | — | 40 | 80 | | | |
| Propagation Delay Time Clock: 0, 0 t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 90 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 42 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 25 ns Set to 0, 0 t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 90 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 42 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 25 ns Reset to 0, 0 t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 265 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 67 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 50 ns | t _{PLH} , t _{PHL} | 5.0 | — | 175 | 350 | ns | | |
| | | 10 | — | 75 | 150 | | | |
| | | 15 | — | 50 | 100 | | | |
| | | 5.0 | — | 175 | 350 | | | |
| | | 10 | — | 75 | 150 | | | |
| | | 15 | — | 50 | 100 | | | |
| | | 5.0 | — | 225 | 450 | | | |
| | | 10 | — | 100 | 200 | | | |
| | | 15 | — | 75 | 150 | | | |
| | Setup Times** | t _{su} | 5.0 | 40 | 20 | | — | ns |
| | | | 10 | 20 | 10 | | — | |
| | | | 15 | 15 | 7.5 | | — | |
| Hold Times** | t _h | 5.0 | 40 | 20 | — | ns | | |
| | | 10 | 20 | 10 | — | | | |
| | | 15 | 15 | 7.5 | — | | | |
| Clock Pulse Width | t _{WL} , t _{WH} | 5.0 | 250 | 125 | — | ns | | |
| | | 10 | 100 | 50 | — | | | |
| | | 15 | 70 | 35 | — | | | |
| Clock Pulse Frequency | f _{cl} | 5.0 | — | 4.0 | 2.0 | MHz | | |
| | | 10 | — | 10 | 5.0 | | | |
| | | 15 | — | 14 | 7.0 | | | |
| Clock Pulse Rise and Fall Time | t _{TLH} , t _{FHL} | 5.0 | — | — | 15 | μs | | |
| | | 10 | — | — | 5.0 | | | |
| | | 15 | — | — | 4.0 | | | |
| Set and Reset Pulse Width | t _{WL} , t _{WH} | 5.0 | 250 | 125 | — | ns | | |
| | | 10 | 100 | 50 | — | | | |
| | | 15 | 70 | 35 | — | | | |
| Remove 1 - ns | t _{rem} | — | — | — | — | ns | | |
| Set: | | 5 | 80 | 0 | — | | | |
| | | 10 | 45 | 5 | — | | | |
| | | 15 | 35 | 5 | — | | | |
| Reset: | | 5 | 50 | -35 | — | | | |
| | | 10 | 30 | -10 | — | | | |
| | | 15 | 25 | -5 | — | | | |

*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

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

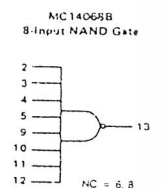
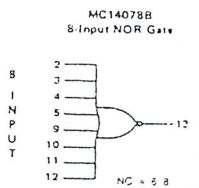
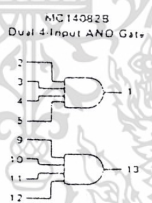
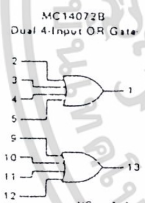
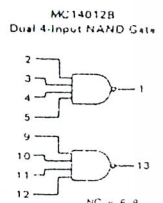
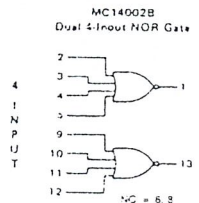
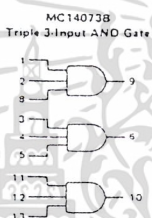
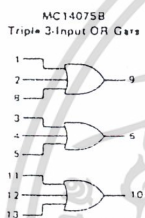
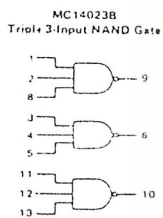
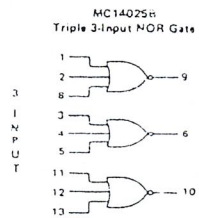
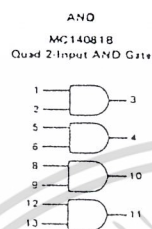
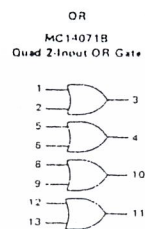
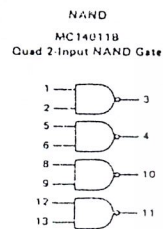
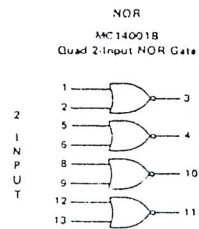
**Data must be valid for 250 ns with a 5 V supply, 100 ns with 10 V, and 70 ns with 15 V.

LOGIC DIAGRAM
(1/2 of Device Shown)

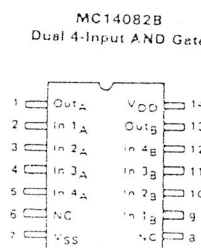
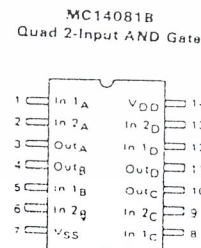
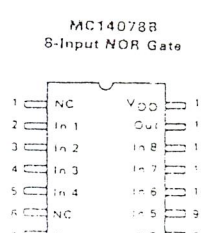
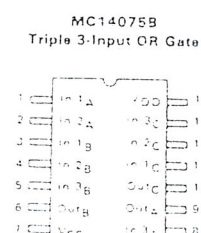
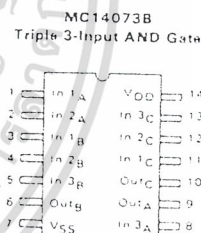
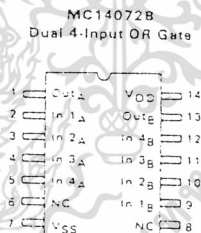
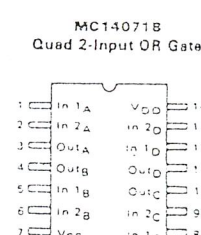
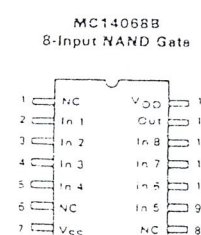
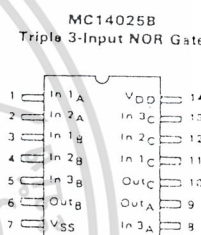
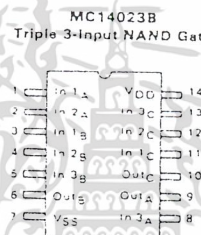
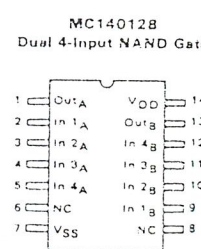
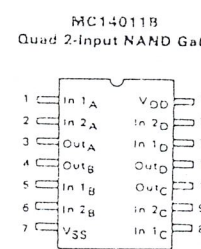
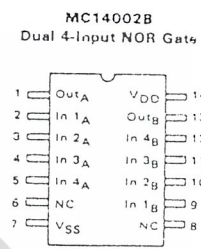
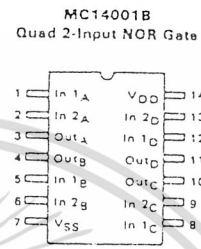


LOGIC DIAGRAMS

PIN ASSIGNMENTS



V_{DD} = Pin 14
V_{SS} = Pin 7
for All Devices



NC = No Connection

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์สุรพล บุญจันทร์ ที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือในการทดสอบการทำงานของโครงการ ซึ่งโครงการที่ได้สร้างขึ้นให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ

กลุ่มผู้จัดทำโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้