เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCE EXCHANGE

FOR APARTMENT.

โดย

นายยิ่งศักดิ์ ประเสริฐศิลป์

นายสุกิจ ลุ้งใหญ่

นายสุทธิ พานิชการ

วัน เดือน ปี -1 ต.ค. 2541

เลขทะเบียน 038060

เลขเรียกหนังสือ T 39080 ย.2539

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 038060

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE FOR APARTMENT.

โดย

นายยิ่งศักดิ์ ประเสริฐศิลป์

นายสุกิจ ลุ้งใหญ่

นายสุทธิ พานิชการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.วิชัย สุรพัฒน์

ปริญญานิพนธ์สำหรับอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นายยิ่งศักดิ์ ประเสริฐศิลป์ 38012064
2. นายสุกิจ ลุ้งใหญ่ 38012077
3. นายสุทธิ พานิชการ 38012078

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCE EXCHANGE FOR APARTMENT.

นายยิ่งศักดิ์ ประเสริฐศิลป์ 38012064

นายสุกิจ ลุ้งใหญ่ 38012077

นายสุทธิ พานิชการ 38012078

โครงงานได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้

.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

FOR APARTMENT.

โดย นายยิ่งศักดิ์ ประเสริฐศิลป์

นายสุกิจ ลุ้งใหญ่

นายสุทธิ พานิชการ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิชัย สุรพัฒน์

ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่สามารถขยายระบบ จากโทรศัพท์สายนอก 1 คู่สาย ออกเป็น 6 คู่สายภายใน เพื่อใช้ในสำนักงานขนาดเล็ก หรือห้องเช่า เป็นต้น ทำให้เป็นการประหยัดค่าเช่าคู่สายโทรศัพท์ โดยที่ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อโดยตรงกับโทรศัพท์เครื่องต่าง ๆ ได้ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสาย (Operator) และยังสามารถติดต่อกันเองระหว่างเครื่องโทรศัพท์สายในด้วยกัน การควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์นี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาควบคุมการทำงาน ทำให้ควบคุมการทำงานได้ถูกต้องรวดเร็ว และสามารถพัฒนาระบบการทำงานต่างๆ ได้โดยง่าย โดยอาศัยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ABSTRACT

This project is study about the "Private Automatic Branch Exchange for Apartment." (PABX) that can extend from one line to six lines to use in small office or apartment. By using PABX, it can decrease the cost such as the installation. The user can directly contact to the other users without an operator and contact one-by-one the internal line. The PABX is controlled by microcontroller (MCS-51) . Thus, it will operate rapidly and can be easily develop. The function can be applied by developing operation-controlled programs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญรูป	II
สารบัญตาราง	III
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและการหลักการ	2
บทที่ 3 รายละเอียดในการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของวงจร	32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	52
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	56
ภาคผนวก ก. โปรแกรมการทำงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	57
ภาคผนวก ข. Data Sheet	114
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์	2
รูปที่ 2.2 ภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter)	3
รูปที่ 2.3 ภาครับ (Receiver)	3
รูปที่ 2.4 Telephone Hybrid	4
รูปที่ 2.5 Hybrid (Transmit)	5
รูปที่ 2.6 Hybrid (Receive)	5
รูปที่ 2.7 Ringing Voltage for the Telephone Set	6
รูปที่ 2.8 Dial Pulse	7
รูปที่ 2.9 พัลส์ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4	8
รูปที่ 2.10 แสดงหน้าปัดของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม และความถี่ที่ใช้	9
รูปที่ 2.11 กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์	10
รูปที่ 2.12 วงจร Ringing	13
รูปที่ 2.13 Flow Chart แสดงการทำงานของโทรศัพท์	14
รูปที่ 2.14 E&M Lead Interface Arrangements (Type 1, 2)	16
รูปที่ 2.15 E&M Lead Interface Arrangements (Type 3, 5)	17
รูปที่ 2.16 การติดต่อผ่าน Truck ของ Switching 2 ชุมสาย	18
รูปที่ 2.17 Common Channel Signaling (CCS)	18
รูปที่ 2.18 Loop or Dial Pulse Signaling	20
รูปที่ 2.19 Telephone Exchange	22
รูปที่ 2.20 Mesh Shaped Network	24
รูปที่ 2.21 Star Shaped Network	26
รูปที่ 2.22 ข่ายสายท้องถิ่น	27
รูปที่ 2.23 ข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่	28
รูปที่ 2.24 ระเบียบการเชื่อมต่อกับ Central Office	29
รูปที่ 2.25 การเชื่อมต่อระหว่าง Central Office	31
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	32
รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 34
รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ 35
รูปที่ 3.5 วงจรสัญญาณกระดิ่ง 36
รูปที่ 3.6 วงจรส่วนติดต่อภายนอก 38
รูปที่ 3.7 วงจรถอดรหัส DTMF 40
รูปที่ 3.8 วงจรขับรีเลย์ 41
รูปที่ 3.9 วงจรเมตริกซ์สวิทช์ 42
รูปที่ 3.10 วงจรส่วนติดต่อภายใน 43
รูปที่ 3.11 วงจรตอบรับอัตโนมัติ 44
รูปที่ 3.12 วงจรส่วนภาคจ่ายไฟ 46
รูปที่ 3.13 ภาพถ่ายต้นแบบเครื่องโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ 51
รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ ระดับสัญญาณ 5 Vp-p 52
รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณขณะที่ไม่มีสัญญาณ (ดับ) 53
รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ ระดับสัญญาณ 60 Vp-p 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ	21
ตารางที่ 2.2 แสดงค่า n เมื่อใช้การเชื่อมต่อแบบ Mesh Shaped Network	25
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติคือ เครื่องที่ใช้สำหรับขยายคู่สายขององค์การโทรศัพท์จากภายนอกให้สามารถนำมาใช้ภายในได้มากขึ้น และอำนวยความสะดวกในการใช้งานจึงใช้ระบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสาย คือ ผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งภายใน และภายนอกเป็นผู้แจ้งให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์หมายเลขใดเท่านั้น หลังจากนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำหน้าที่ตัดต่อสายให้เองอัตโนมัติ

1.1 คุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

1. ขยายคู่สายโทรศัพท์ของเลขหมายโทรศัพท์เดิม 1 คู่สายภายนอก ให้ผู้เช่าสามารถใช้ได้ถึง 6 คู่สายภายใน

2. สามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ซึ่งให้กำเนิดสัญญาณแบบ DTMF โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องโทรศัพท์แต่อย่างใด

3. สามารถติดต่อเข้ามาจากสายนอก โดยกดหมายเลขเดิม 7 ตัว แล้วจะมีสัญญาณให้กดเลขหมายเพิ่ม ต่อจากนั้นให้กดหมายเลขเพิ่มอีก 1 ตัว คือ 1 ถึง 6 เพื่อต่อเข้ายังเครื่องลูกหมายเลข 1 ถึง 6 ตามลำดับ

4. เครื่องลูกสามารถต่อออกสายนอกได้โดยกดหมายเลข 9 เพื่อทำการโอนสายนอกขององค์การโทรศัพท์ ต่อเข้ากับเครื่องลูกโดยตรง

5. เครื่องลูกสามารถติดต่อกันเองภายในได้ โดยกดหมายเลข 1 ถึง 6 เพื่อติดต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1 ถึง 6 ตามลำดับ

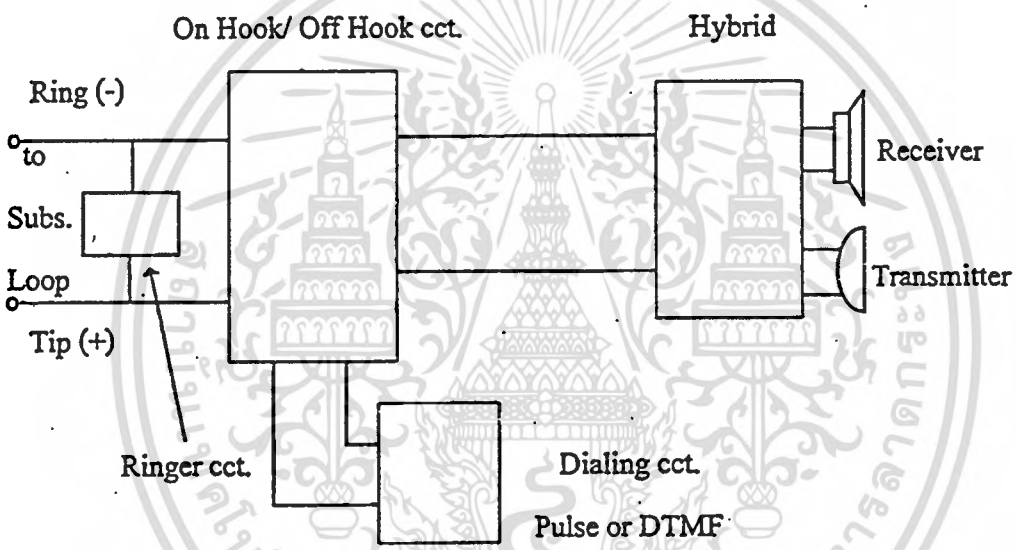
6. เครื่องภายในอื่นที่ไม่ใช่คู่สนทนา ไม่สามารถดักฟังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

1. องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์

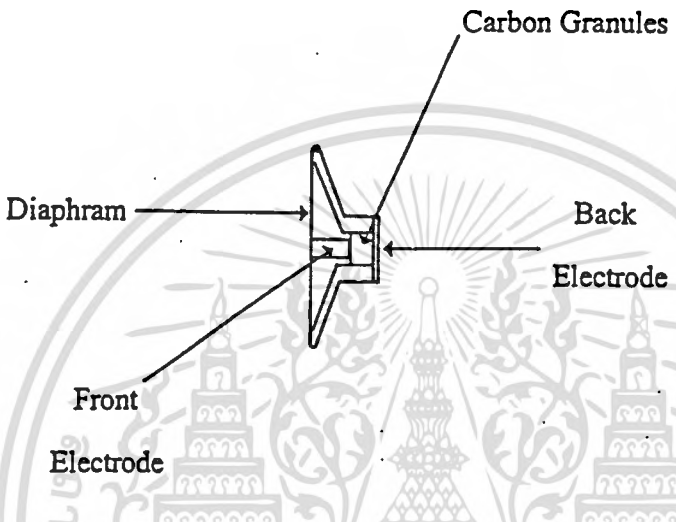
1.1 ภาคส่งโทรศัพท์ (Telephone Transmitter)

เครื่องโทรศัพท์นั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ ภาคส่งที่มีประสิทธิภาพ และความไวสูง เราจึงใช้ภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ ของคาร์บอน (เรียกว่า Carbon Granule) แผ่นคาร์บอนอิเล็คโทรด (Carbon Electrode) 2 แผ่น และไดอะแฟรม (Diaphragm) ดังแสดงตามรูปที่ 2.2

หลักการทำงานของภาคส่งคาร์บอนอธิบายได้คือ เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่นไดอะแฟรม จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

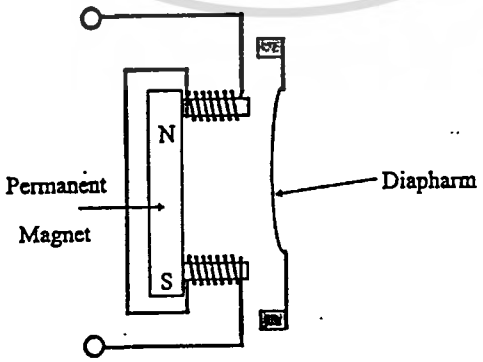
ไดอะแฟรมถูกกดจะทำให้อิเล็คโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้าเป็นผลทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนที่ออก ก็จะเป็นผลทำให้อิเล็คโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของภาคส่งเพิ่มขึ้น เมื่อเอาแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่น



รูปที่ 2.2 ภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter)

อิเล็คโทรดทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผงถ่าน และเนื่องจากความต้านทานของภาคส่งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านภาคส่งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

1.2 ภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)



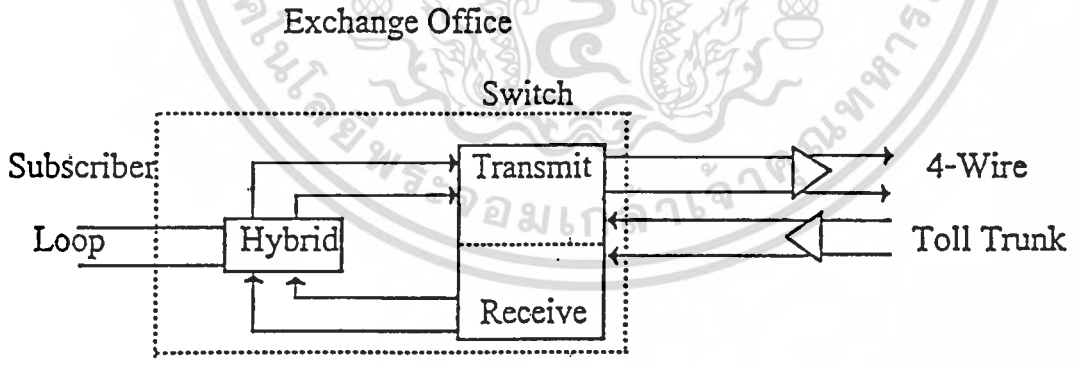
รูปที่ 2.3 ภาครับ (Receiver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของภาครับดังแสดงตามรูปที่ 2.3 อธิบายได้คือ มีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของ
แม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่นไดอะแฟรมเข้ามาเมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech Current) ไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริม หรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของไม่เหล็กถาวร แผ่นไดอะแฟรมก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาด และความถี่ของ Speech Current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาด และความถี่เท่ากับ Speech Current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้นย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้าง เนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนั้น เอาท์พุตของคลื่นเสียงจะน้อยกว่า อินพุตของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ภาครับ

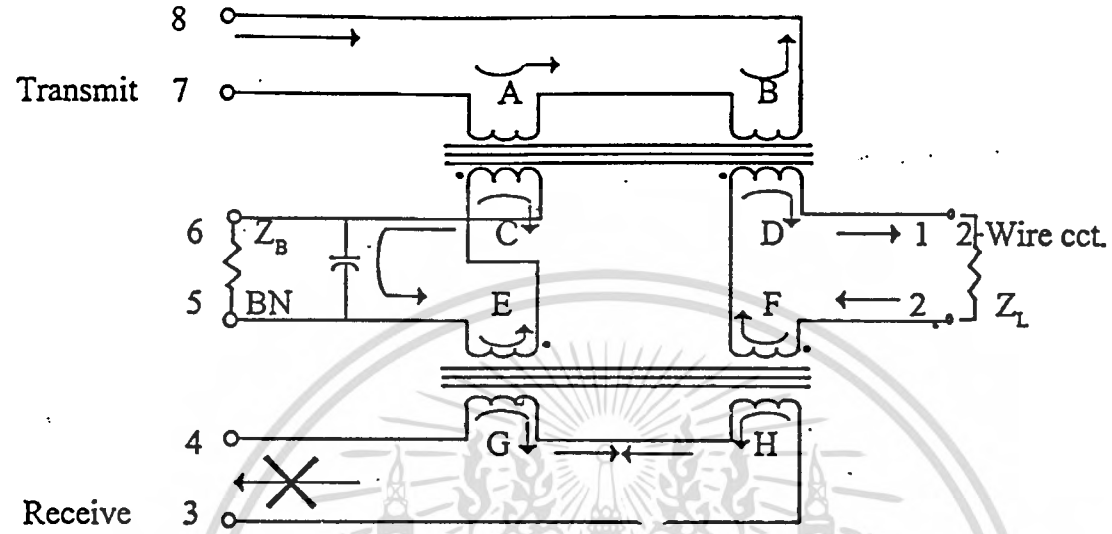
1.3 ภาคไฮบริดของโทรศัพท์ (Telephone Hybrid)

อุปกรณ์ไฮบริดใช้ในการเชื่อมต่อภาคส่ง (Transmitter) กับภาครับ (Receiver)

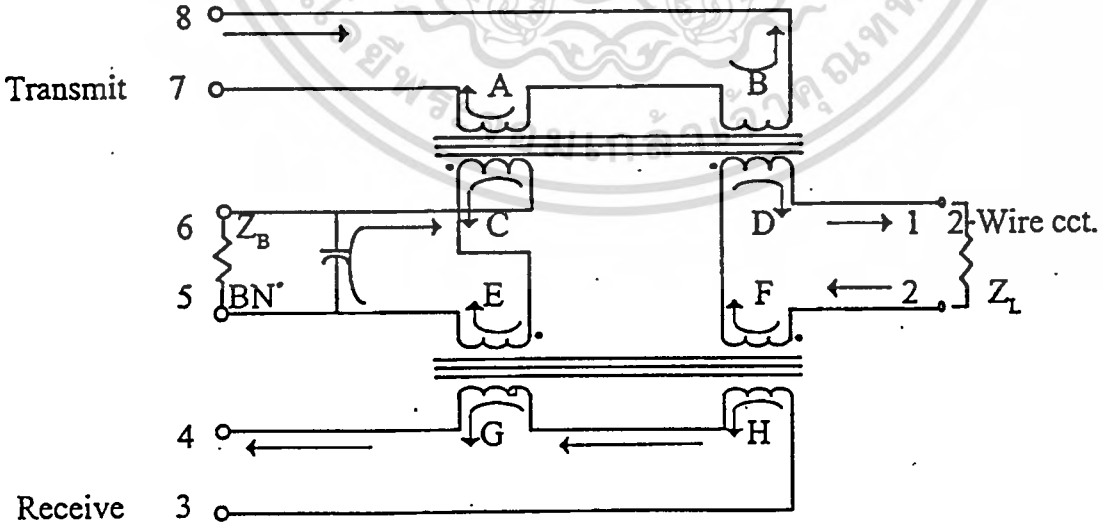


รูปที่ 2.4 Telephone Hybrid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Hybrid (Transmit)

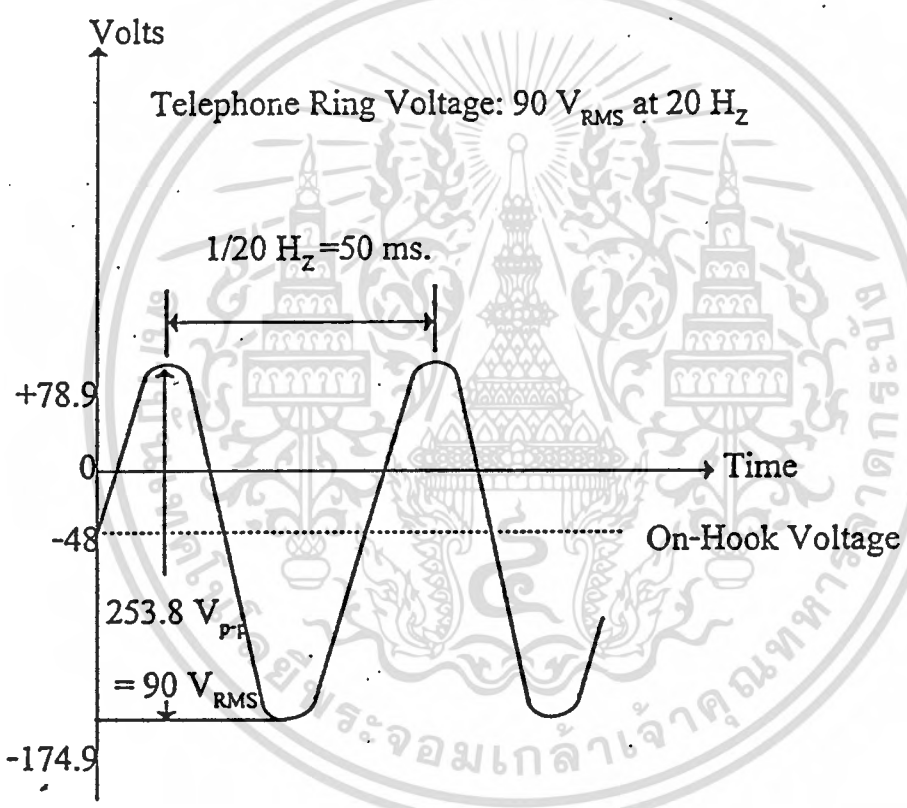


รูปที่ 2.6 Hybrid (Receive)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ไซด์โทน (Side Tone)

วงจรสมดุลอยู่ใน Hybrid จะทำหน้าที่ปรับระดับของเสียงที่สะท้อน (Feedback) กลับจากไมโครโฟนมาสู่หูฟังเสียงที่สะท้อนกลับมานี้เรียกว่า Side Tone ถ้าขนาดของ Side Tone ดังเกินไป ผู้พูดจะได้ยินเสียงที่ตนเองพูดชัดเจน ซึ่งอาจจะทำให้ไม่ได้ยินเสียงที่คู่สนทนาพูด หรือได้ยินไม่ชัดได้ ในทางกลับกันถ้าขนาดของ Side Tone เบาเกินไปผู้พูดจะต้องพูดดังขึ้นเพื่อให้ได้ยินเสียงตนเอง



รูปที่ 2.7 Ringing Voltage for the Telephone Set

1.5 วงจรแป้นหมายเลขโทรศัพท์ (Dialing Circuit)

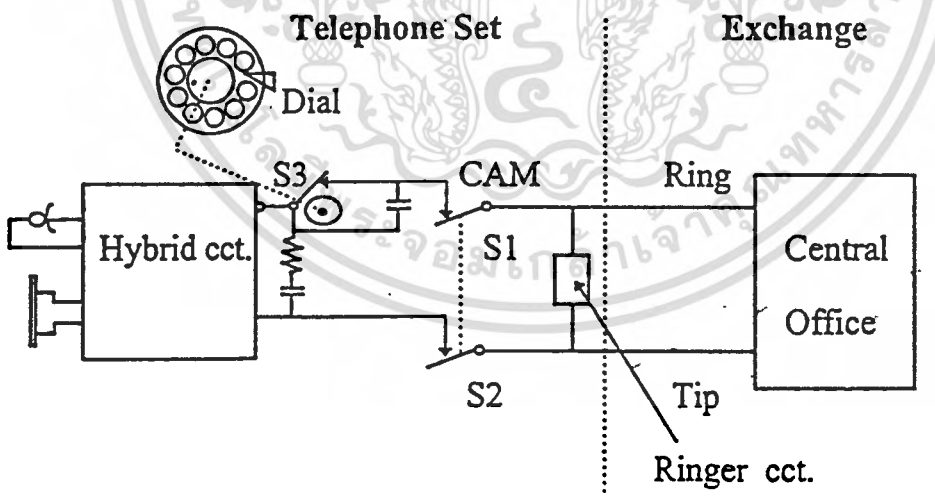
หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบคือ แบบหมุน (Rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิดพัลส์ขึ้น เป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และแบบ

กดปุ่ม (Push Button) ซึ่งใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1 หน้าปัดแบบหมุน

เมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟัง (Handset) ขึ้นจากที่รองรับ (Cradle) ทำให้ Hook Switch (S1 และ S2 ตามรูปที่ 2.8) ปิดวงจรของสายเส้น Tip (T) และ Ring (R) ซึ่งเป็นผลทำให้ครบวงจรของ Relay Coil ในชุมสายโทรศัพท์ อุปกรณ์สวิทช์ในชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณ Dial Tone มายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก เพื่อเป็นสัญญาณแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าเริ่มหมุนเลขหมายได้แล้ว และชุมสายโทรศัพท์ก็พร้อมที่จะรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน เมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายใดเลขหมายหนึ่งเมื่อหมุนเสร็จแล้ว และปล่อยมือ หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์จะหมุนกลับที่เดิม ในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิม จะมีผลคือทำให้ลูกเบี้ยว (Cam) หมุนตาม การหมุนของลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ Contact S3 เปิดและปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับเลขหมายที่หมุน การที่ Contact S3 ปิดวงจร จะทำให้กระแสไหลได้ ซึ่งเรียกว่ากระแส Impulse และเมื่อ Contact S3 เปิดวงจร กระแสก็จะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้ มีผลทำให้เกิดพัลส์ขึ้น และจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุนเช่น หมุนเลข 1 จะเกิด 1 พัลส์ หมุนเลข 5 จะเกิด 5 พัลส์ และหมุนเลข 0 จะเกิด 10 พัลส์ เป็นต้น



รูปที่ 2.8 Dial Pulse

ความเร็วหน้าปัด (Dial Speed) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญที่จะต้องกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยความเร็วของกระแส Impulse อัตราส่วนการตัด-ต่อ (Break-Make

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

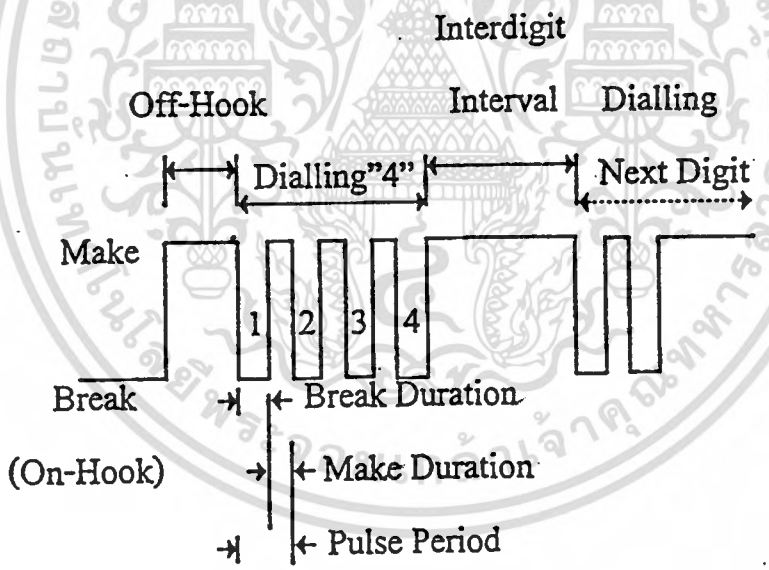
Ratio) ของ Contact และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval) ตามปกติแล้วความเร็วของกระแส Impulse จะใช้อยู่ 2 ค่า คือ 10 และ 20 IPS (Impulse per Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับส่วนการตัด-ต่อ จะมีค่าเท่ากับ 2:1 ซึ่งหมายความว่า Contact จะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา

ในกรณีที่ความเร็วของ Impulse เป็น 10 IPS ก็จะทำให้ได้ค่าของ Pulse Period เป็น 100 ms นั่นคือ

ช่วงเวลาของการตัดวงจร (Break)= 100 ms x 2/3 = 66.6 ms

ช่วงเวลาของการต่อวงจร (Make) = 100 ms x 1/3 = 33.3 ms

ส่วนช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 ms แต่ก็อาจใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 ms ถึง 900 ms



รูปที่ 2.9 พัลส์ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4

1.5.2 หน้าปัดแบบกดปุ่ม

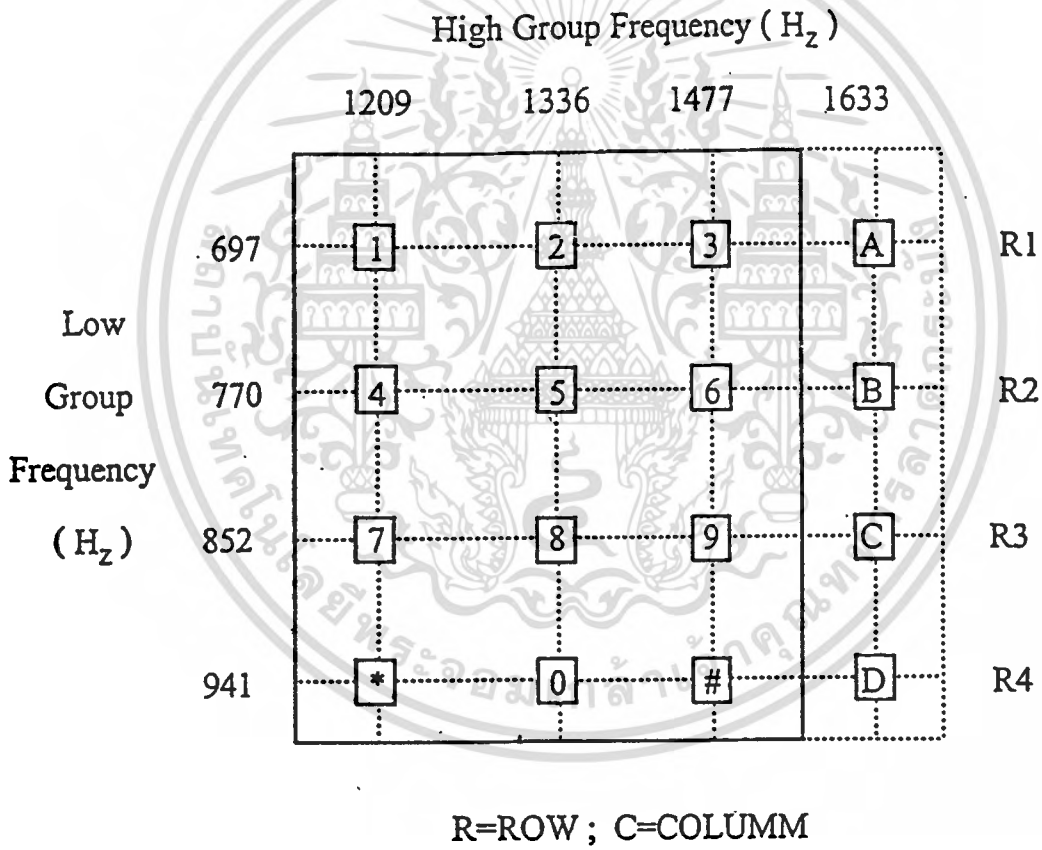
เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดเป็นแบบกดปุ่ม และใช้กรรมวิธีของ DTMF ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว และ 3 หลัก และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจจะมีถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่มหลักที่ 4 ขึ้นมาอีกดังแสดงตามรูปที่ 2.10 ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหลักจะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถวเรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency)

การกดปุ่มที่เลขหมายใดๆ จะทำให้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 เฮิรตซ์ และ 1,226 เฮิรตซ์ เป็นต้น

มาตรฐานของความถี่ที่ใช้ และตำแหน่งของเลขหมายต่างๆ จะถูกจัดให้มีลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 2.10 สำหรับความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการผลิตความถี่ และ 2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการรับเลขหมาย



รูปที่ 2.10 แสดงหน้าปัดของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม และความถี่ที่ใช้

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF Dialing) คือ

1. สามารถใช้วงจรทาง Solid-State Electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน Mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็ว และแม่นยำในการส่งเลขหมาย

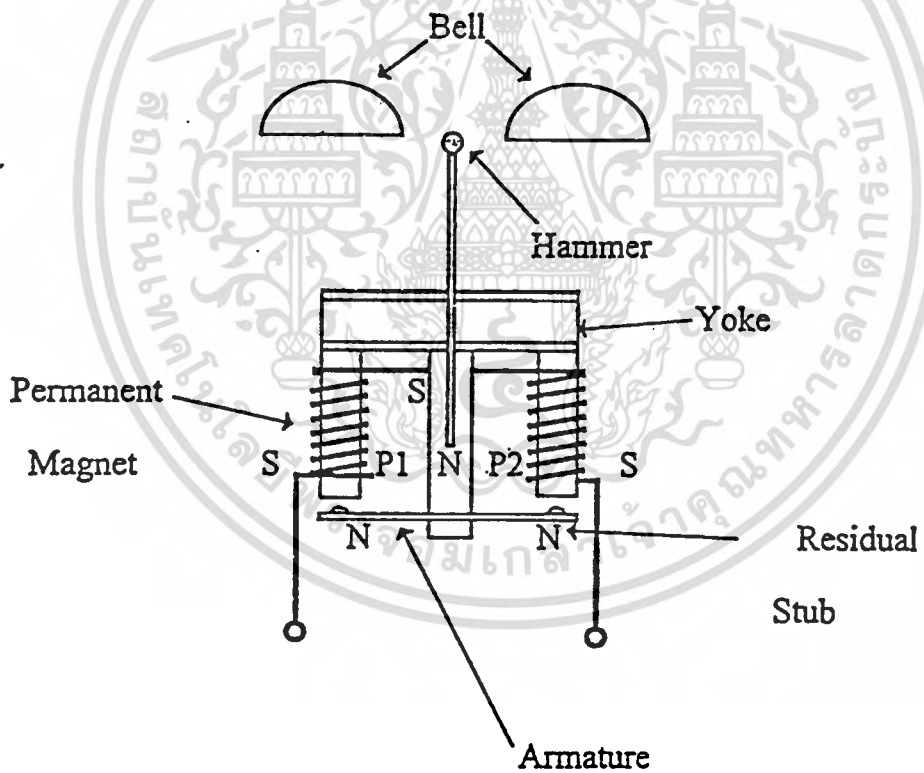
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (หลักที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

3. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

1.6 วงจรกระดิ่ง (Ringer Circuit)

เมื่อมีการเรียก กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึงชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งสัญญาณสั่นกระดิ่ง (Ringing Current) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringing Current จะมีค่าประมาณ 75-90 โวลท์ 18-20 เฮิรตซ์ ลักษณะของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

รูปที่ 2.11 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขด ต่อกันแบบอนุกรม พันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับ Yoke และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของ Yoke ส่วน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Armature จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงจุดกึ่งกลางของมันติดอยู่กับแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ปลายของ Armature ทั้งสองข้างจะมี Residual Stub ติดอยู่ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับขั้ว P1 และ P2 หลักการทำงานของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ อธิบายได้คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้ว S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 และจะทำให้เกิดขั้ว N ที่ปลายทั้งสองของ Armature ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้ Armature ถูกดูดด้วยแรงเท่ากัน หรือมันอาจจะถูกดูดไปที่ข้างใดข้างหนึ่ง คือที่ขั้ว P1 หรือ P2 ก็ได้

เมื่อมีการเรียกจะมีกระแสไฟสลับไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P1 หรือ P2 ก็ได้ เมื่อมีการเรียกจะมีกระแสไฟสลับไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 ซึ่งจะทำให้เกิดมีอำนาจแม่เหล็กมากที่ปลายขั้ว S (P2) และที่ปลายขั้วอีกข้างหนึ่ง (P1) หมดอำนาจแม่เหล็กลง Armature ก็จะถูกดูดมาขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดเป็นกระแสไฟสลับ ดังนั้น Armature จึงถูกดูดสลับข้างกัน ทำให้กระดิ่งดัง

1.7 Switch Hook

1.7.1 On-Hook

รูป 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรม แสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringer จะเชื่อมต่ออยู่กับสายโทรศัพท์ คือ TIP (+) และ Ring (-) ทำให้สามารถรับสัญญาณ Incoming Call หรือสัญญาณสั่นกระดิ่งซึ่งส่งมาจาก Central Office ส่วนวงจรที่เหลือเช่น Dialing cct., Hybrid, Tx, Rx จะแยกออกจากสายโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู (On Hook) เมื่อ Handset อยู่ในสภาวะวางหู (On-Hook) จะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์ วงจร Ring จะมี Capacitor ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไฟตรงไหลผ่านตัวมัน

1.7.2 Off-Hook

เมื่อ Handset จะถูกยกจะมีสภาวะเป็น Off-Hook หน้าสัมผัสของ Switch Hook, S1, S2, ในรูป 2.16 จะปิดลง ทำให้เกิดกระแสลูป (Loop Current) ไหลจากแบตเตอรี่ของ Central Office ผ่านเครื่องโทรศัพท์และกลับมายัง Central Office เมื่อมีกระแสไหลผ่านในระดับที่เพียงพอจะทำให้ Central Office ทราบได้ว่ามีการยกหูเกิดขึ้นที่ฝั่งผู้ใช้โทรศัพท์และหลังจากนั้น “Line Finder” จะค้นหาว่าคู่สายใดได้มีการ Off-Hook หลังจากนั้น Line Finder จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สวิทชิ่งเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าว และพร้อมที่จะรับสัญญาณจากโทรศัพท์ หลังจากนั้นตัวกำเนิดสัญญาณ Dial Tone ของ Central Office จะส่งสัญญาณ Dial Tone ไปให้แก่ผู้เรียก (Caller) หลังจากที่ผู้เรียกได้รับสัญญาณ Dial Tone ที่มาจาก Central Office ทำให้ผู้เรียกสามารถที่จะเริ่มต้นส่งเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อไปให้กับ Central Office โดยรูปแบบของการส่งสัญญาณ (Dialing) สามารถแบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ 2 แบบคือใช้วิธี Interrupt Loop Current (Pulse) หรือส่งสัญญาณ Audio Tones (DTMF) ก็ได้เมื่อผู้พูดเริ่มกดหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรกสัญญาณ Dial Tone นี้จะหายไป

หลังจากที่ผู้พูดกดหมายเลขโทรศัพท์ครบทุกตัวแล้ว ทางชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Ringback Tone ไปให้ทางฝั่งผู้รับทำให้ผู้รับทราบว่ามีการเรียกเกิดขึ้น เมื่อผู้รับยกหูฟังขึ้นจึงสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

2. หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์

ก่อนที่เราจะศึกษาการทำงานของโทรศัพท์ จะขอกล่าวถึงหน้าที่พื้นฐานของเครื่องโทรศัพท์ดังต่อไปนี้ คือ

1. เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่บอกผู้รับในกรณีที่มีการเรียกเข้ามา โดยใช้สัญญาณเสียง Ringing
2. เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า และในทางกลับกันก็จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาให้เป็นสัญญาณเสียง
3. รูปแบบการส่งเลขของผู้ใช้โทรศัพท์ เพื่อส่งให้กับ Central Office สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ Pulse กับ Tones
4. เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับสัญญาณเสียงให้มีความดังที่เหมาะสม โดยชดเชยความสูญเสียอันเกิดจากระยะทางระหว่างเครื่องโทรศัพท์และ Central Office ซึ่งมีความใกล้และไกลต่างๆ กัน
5. เครื่องโทรศัพท์จะติดต่อกับ Central Office เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการใช้บริการโดยทำการยก Handset (Off-Hook)
6. เครื่องโทรศัพท์จะทำให้มี Feedback จากไมโครโฟนไปสู่หูผู้ฟัง ผู้พูดจึงสามารถได้ยินเสียงตนเอง (Side Tone) และสามารถควบคุมระดับความดังของ Side Tone ได้
7. เมื่อเครื่องโทรศัพท์ยังไม่มีการใช้งาน (On-Hook) วงจร On-Hook/Off-Hook จะทำการแยกเครื่องโทรศัพท์ออกจาก Central Office โดยการใช้ Switch Hook
8. ในภาครับเครื่องโทรศัพท์สามารถรับสัญญาณต่างๆ เช่น Busy, Ringing, etc. จาก Central Office

2.2 หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์ และชุมสาย

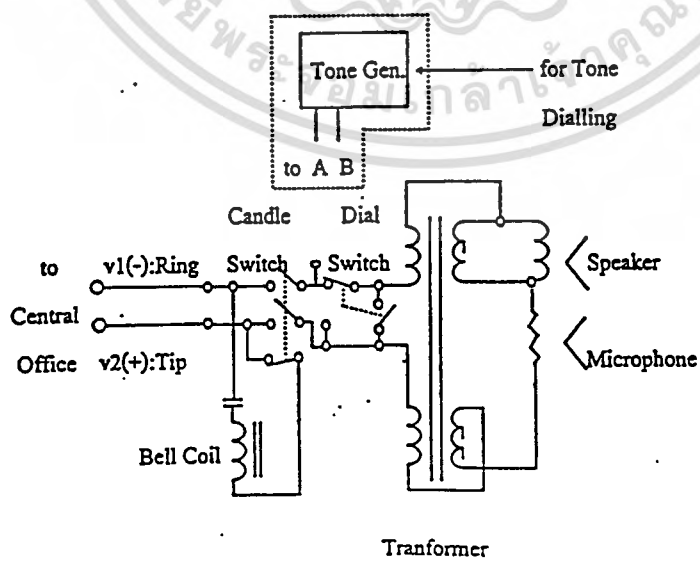
หลักการทำงานง่ายๆ ของโทรศัพท์แสดงดังรูปที่ 2.12 เวลาที่โทรศัพท์ไม่ถูกใช้เรียกว่า On-Hook ซึ่งเหมือนกับเป็นการเปิดวงจร เมื่อ Handset ถูกยกขึ้นจากคานสวิทช์ จะทำให้วงจรปิดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีกระแสไหลออกจาก Central Office ผ่านเครื่องโทรศัพท์กลับมายัง Central Office ทำให้ทาง Central Office รู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์ กระแสที่ไหลมีขนาดประมาณ 16-20 mA ต่อจากนั้น สัญญาณ Dial Tone จะถูกส่งออกไปให้เครื่องโทรศัพท์ และทาง Central Office จะตรวจสอบดูว่าเครื่องโทรศัพท์จะทำการส่งเลขหมายใดมาให้ โดยการนับจำนวนครั้งของการปิด/เปิดวงจร เพื่อที่จะตรวจสอบว่าเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวต้องการติดต่อกับเลขหมายใด ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการกดเลขหมายที่จะติดต่อ Central Office จะนับจำนวนของการปิด/เปิดวงจร ระยะห่างในการกดตัวเลขแต่ละตัวไม่ควรเกิน 1.5 วินาที ถ้าหากระยะห่างในการกดตัวเลขมีช่วงเวลามากกว่า 1.5 วินาที Central Office จะถือว่าเป็นการวางหู (On-Hook)

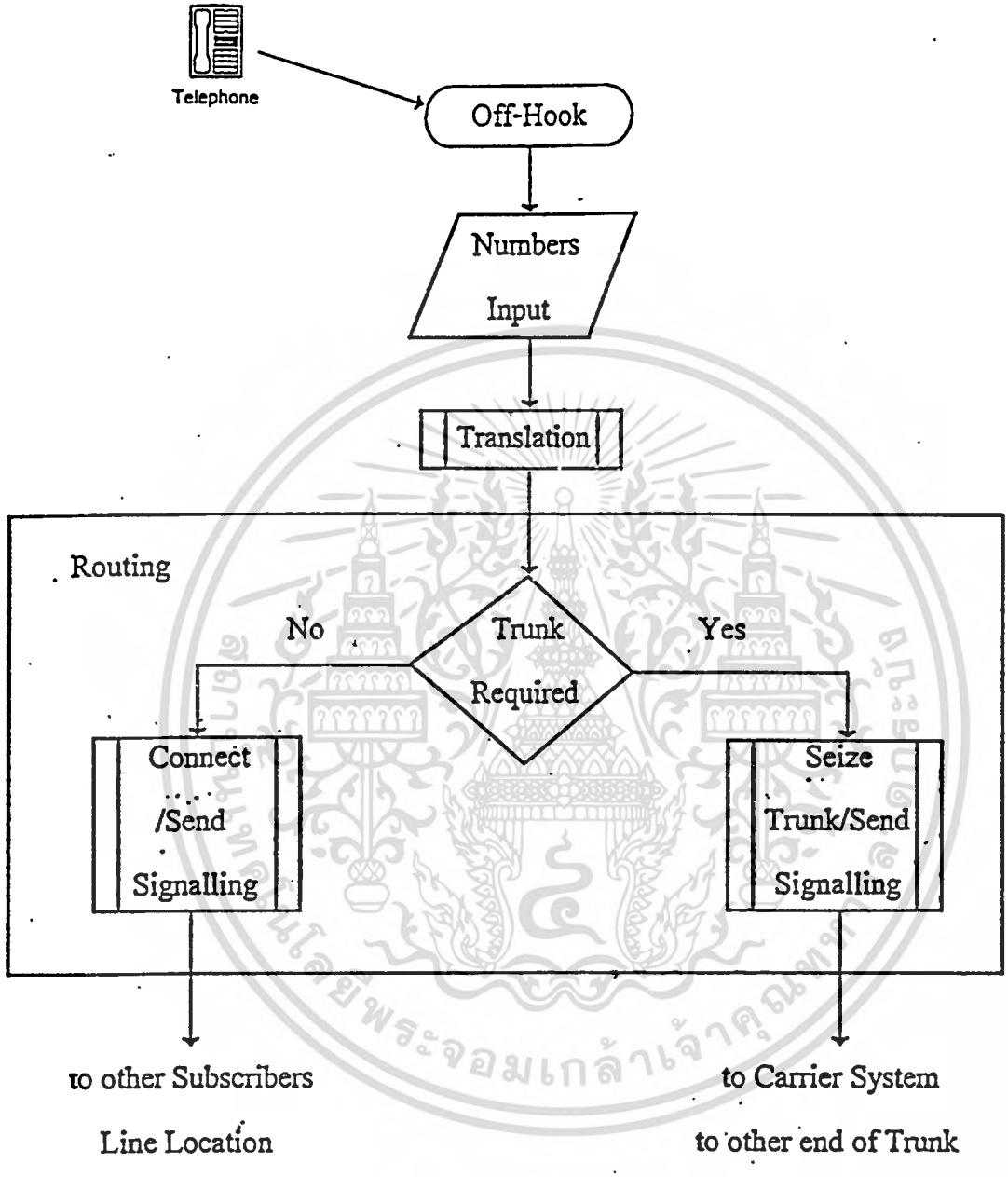
ถ้าเป็นโทรศัพท์รุ่นใหม่ๆ จะใช้วิธีการส่งสัญญาณแบบ Tone แทนการปิด/เปิดวงจรไปให้กับ Central Office ซึ่งต้องใช้วงจรเฉพาะในการตรวจจับค่าความถี่ ที่ส่งออกมาจากเครื่องโทรศัพท์

ภายในเครื่องโทรศัพท์ จะมีหม้อแปลงเป็นตัวป้องกันไม่ให้เสียงพูดของผู้พูดย้อนกลับ มายังลำโพงด้วยปริมาณที่ดังเกินไป ทั้งนี้จะเป็นการทำให้ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงตนเองในระหว่างการสนทนาเราเรียกเสียงนี้ว่า Side Tone วงจร Ringing เป็นวงจรสำหรับกำเนิดสัญญาณสั่นกระดิ่ง ในกรณีที่มีการเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์โดยแรงดัน Ringing จะถูกผ่านไปขดลวดของ Bell Ringer โดยภายในมีความเก็บประจุ (Capacitors) ที่ทำหน้าที่ป้องกันกระแสที่ผ่าน Ringer โดยจะให้ผ่านไปเฉพาะกระแส Ringing เท่านั้น ค่าแรงดัน Ringing มีค่าประมาณ 20 เฮิรตซ์ ,90 โวลท์ มีการทำงาน 2 วินาที หยุด 3 วินาที



รูปที่ 2.12 วงจร Ringing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 Flow Chart แสดงการทำงานของโทรศัพท์

2.3 สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ (Signaling)

ในขณะที่โทรศัพท์ถูกยกขึ้น Subscriber Loop ซึ่งต่อจากชุมสายมายังเครื่องโทรศัพท์ก็จะถูกปิดลง จากนั้นสัญญาณ Dial Tone ก็จะถูกส่งจากชุมสายโทรศัพท์ (Switching Exchange) มายัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องโทรศัพท์ การยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะมีสัญญาณส่งต่อไปยังสวิทช์ที่ชุมสาย สัญญาณนี้จะเป็นตัวบอกให้ Switch Controller รู้ว่าการเรียกนี้มาจากที่ใด

เมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์เพื่อต่อไปยังจุดหมายที่ต้องการ ซึ่งการหมุนหมายเลขนี้อาจจะกระทำได้โดยวิธี Dial-pulsing หรือโดยวิธี Combination of Tone

2.3.1 Dial-Pulsing

Dial-Pulsing หรือที่รู้จักในชื่อ Loop Signaling คือ วิธีการส่งตัวเลขโดยการทำให้ Loop ซึ่งต่ออยู่ระหว่างโทรศัพท์ กับสวิทช์ ถูกเปิดออกด้วยอัตรา 10 พัลส์ต่อ 1 วินาที โดยที่จำนวนพัลส์จะแทนตัวเลขที่ถูกหมุน เมื่อหมุนหมายเลข 1 ก็ทำให้ Loop เปิดออก 1 ครั้ง หมายเลข 2 ก็คือ การเปิด Loop 2 ครั้ง แต่หมายเลข 0 เป็นการเปิด Loop 10 ครั้ง ตัวสวิทช์จะเก็บหมายเลขได้จนกระทั่งหมุนจนครบทุกตัว และพร้อมที่จะทำงานในขั้นตอนถัดไป

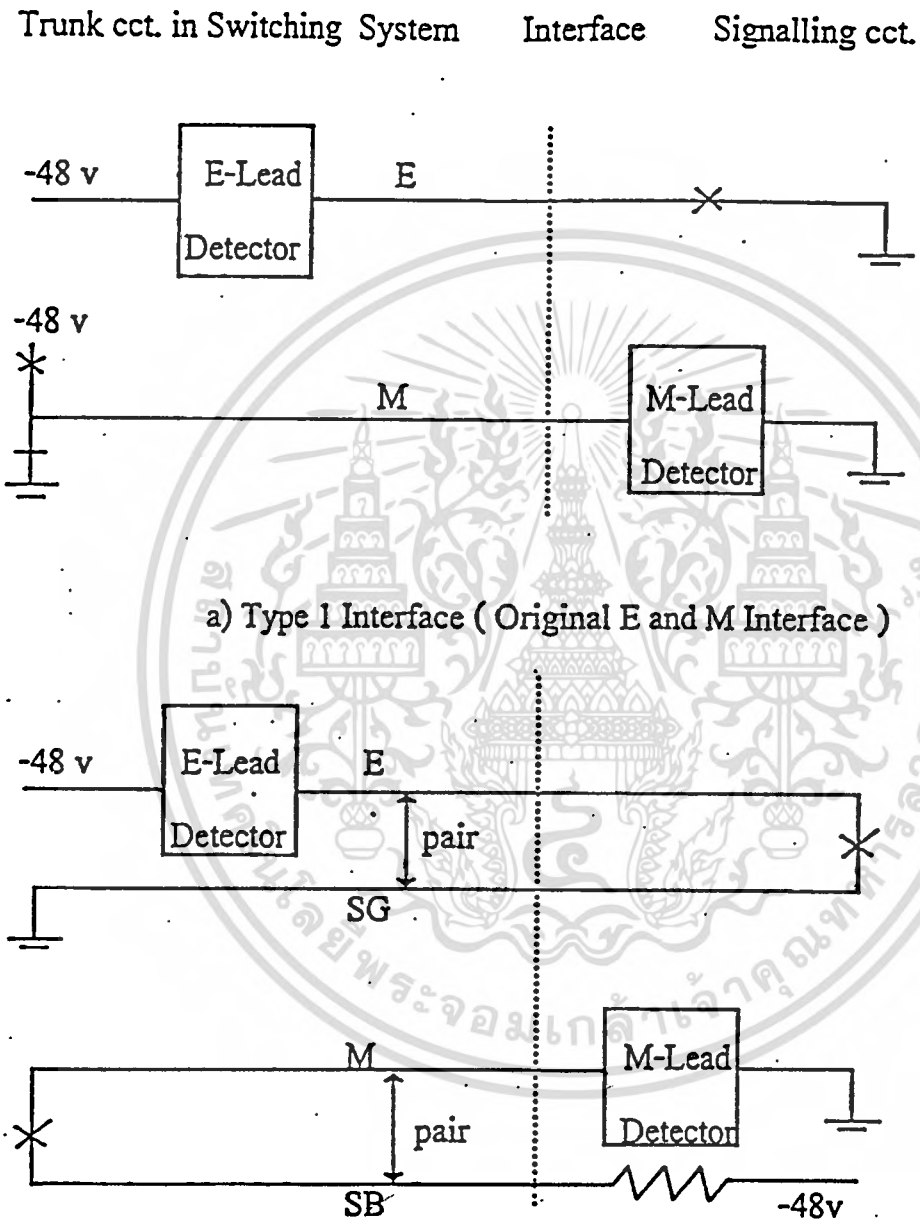
2.3.2 Multi-Frequency Code Signaling (MFC)

Multi-Frequency Code Signaling (MFC) หรือที่รู้จักกันในชื่อ DTMF คือการส่งค่าตัวเลขโดยการส่งความถี่ 2 ความถี่ มารวมกันตัว MFC Receiver ใน Line Card ที่ชุมสายโทรศัพท์จะเป็นตัวระบุความถี่ 2 ความถี่นั้นว่าเป็นหมายเลขใด ตัวสวิทช์จะเก็บค่าตัวเลขนั้น จนกระทั่งหมายเลขทั้งหมดถูกหมุนจึงจะทำงานในขั้นตอนถัดไป

2.3.3 E&M Signaling

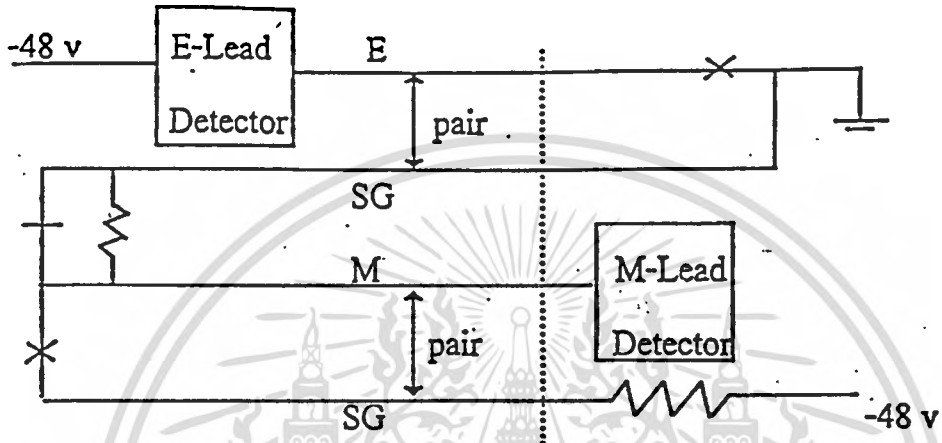
ในกรณีการเรียกถูกต่อไปยังชุมสายอื่น Signaling Information ของการเรียกนั้นก็จะถูกส่งไปยังชุมสายนั้นด้วย วิธีการเช่นนี้จะถูกแทนด้วย E และ M มาจาก Signaling โดยที่ E มาจาก EAR และรับค่า Signaling Information มาจากชุมสายก่อนหน้านี้ และ M มาจาก Mouth และส่งค่า Signaling Information ต่อไปยังชุมสายถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

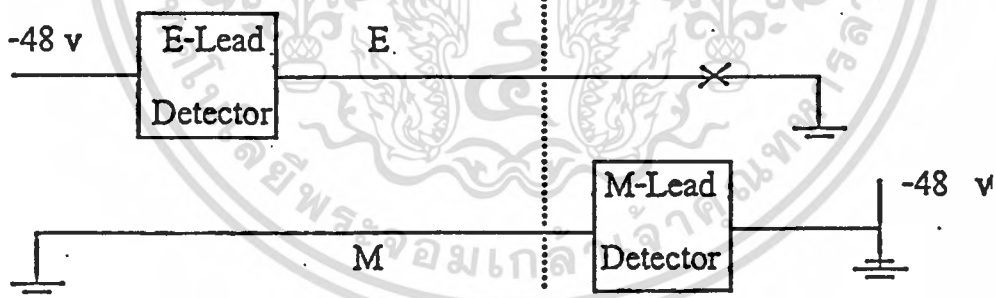


รูปที่ 2.14 E&M Lead Interface Arrangements (type 1,2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



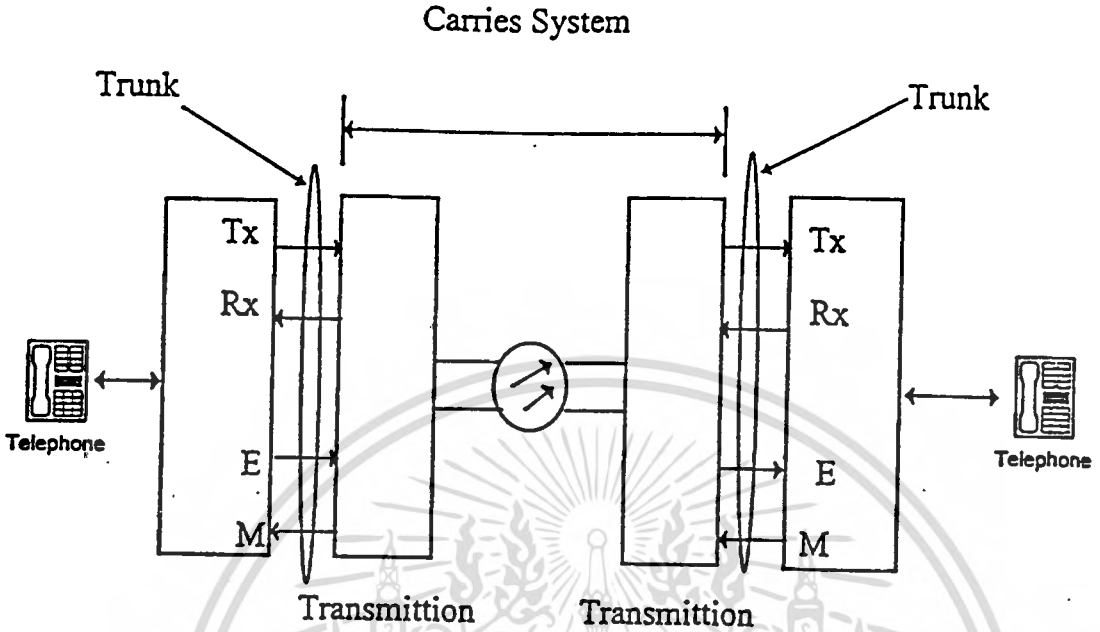
c) Type 3 Interface



d) Type 5 Interface

รูปที่ 2.15 E&M Lead Interface Arrangements (Type 3, 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

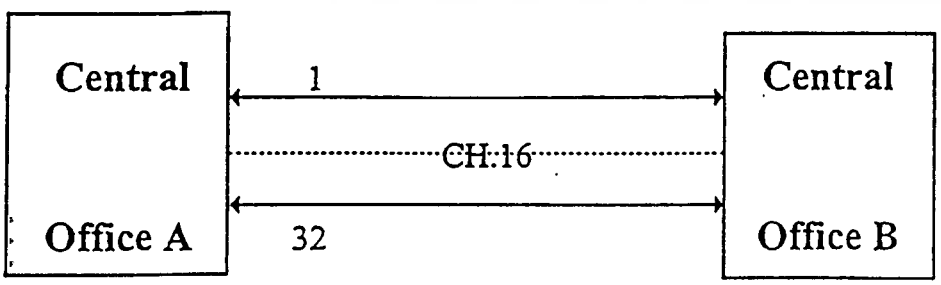


รูปที่ 2.16 การติดต่อผ่าน Truck ของ Switching 2 ชุมสาย

เมื่อมีการเรียกออกไปยังปลายทางซึ่งอยู่ต่างชุมสายกัน ชุมสายต้นทางจะทำการติดต่อกับชุมสายปลายทางโดยการใช้ Truck เพื่อสำหรับส่งเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อออกไป ให้กับชุมสายปลายทางโดยใช้วิธีการของ E(Ear), M(Mouth) Signaling

ในการติดต่อระหว่าง Switching 2 ชุมสาย สัญญาณ Dial Pulse หรือ MFC จะถูกแปลงเป็นสัญญาณ E&M ซึ่งสัญญาณนี้จะส่งพัลส์จำนวน 10 พัลส์ ต่อ วินาที สาย E จะเป็นตัวรับสัญญาณ (Ear Signaling) และ M จะเป็นตัวส่งสัญญาณ (Mouth Signaling)

2.4 ช่องสัญญาณร่วม (Common Channel Signaling : CCS)



รูปที่ 2.17 Common Channel Signaling (CCS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCS จะถูกใช้ใน Digital Link แต่ละ DTI (Digital Transmission Interface) จะมี 32 ช่อง โดยที่ 30 ช่อง จะถูกใช้สำหรับ Voice Path ส่วน ช่องที่ 16 จะถูกใช้เป็นตัวส่ง Signaling Information ของทั้ง 30 ช่องสัญญาณเสียง ส่วนช่องที่ 16 ของ DTI หนึ่งสามารถใช้ส่งสัญญาณ Signaling Information สำหรับ DTI อื่นๆ ได้ด้วย ดังนั้น DTI อื่นจึงสามารถใช้ 31 ช่อง เป็นช่องสัญญาณเสียง

2.5 สัญญาณเรียกต่างๆ ของโทรศัพท์ (Call Progress Tones)

มีสัญญาณหลายชนิดที่สามารถรับได้โดยเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งเป็นความจำเป็นที่ผู้ใช้โทรศัพท์ควรจะจดจำลักษณะเฉพาะบางอย่าง เช่น เสียงของสัญญาณแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น ในช่วงของการใช้โทรศัพท์ ซึ่งจะอยู่ในช่วงความถี่เฉพาะของแต่ละสัญญาณ

2.5.1 Dial Tone

ประกอบด้วยสัญญาณไซน์เวฟ 2 ความถี่รวมเข้าด้วยกัน และถูกส่งโดย Central Office โดยส่งสัญญาณนี้เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ (ผู้เรียก) ยก Handset ขึ้น และเป็นสัญญาณที่แสดงให้ผู้เรียกรู้ว่าสามารถกดหมายเลขโทรศัพท์ได้ และเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายทาง Central Office จะเซ็ทค่าเวลาให้ Dial Tone ดังอยู่ภายในเวลา 20 วินาที หลังจากที่ผู้เรียกยก Handset คือผู้เรียกต้องกดหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่จะทำการติดต่อที่ปลายทาง

2.5.2 Ring Back Tone

ประกอบด้วยสัญญาณไซน์เวฟ 2 ความถี่รวมเข้าด้วยกัน เป็นสัญญาณที่ส่งเมื่อผู้เรียกกดเลขหมายเสร็จแล้วกำลังรอผู้รับสาย สัญญาณนี้ผู้เรียกอาจไม่ได้ยินเสมอไป เพราะในบางครั้งผู้รับสายจะรับสายก่อนที่จะมีสัญญาณนี้ก็ได้

2.5.3 Busy Tone

ถูกส่งในกรณีที่เลขหมายที่ผู้เรียกต้องการเรียกถูกใช้อยู่ในเวลานั้น โดย Central Office สามารถตรวจเช็คว่ามี DC Current ไหลอยู่ในสายที่ถูกเรียกหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าสายนั้นถูกใช้อยู่ จึงส่ง Busy Tone ไปให้กับผู้เรียก ในระหว่างช่วงเวลาที่เร่งด่วนของวันอาจเป็นไปได้ว่า Central Office ไม่สามารถรับการเรียกจากผู้เรียกได้ครบทุกสาย เหตุการณ์ทำนองนี้มักเกิดขึ้นในช่วงเวลา 8.00-10.00 และ 15.00-17.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้โทรศัพท์มากเป็นพิเศษ เมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นทาง Central Office จะส่ง Congestion Tone ไปให้ผู้เรียก สัญญาณนี้จะมีลักษณะเหมือนกับ Busy Tone แต่ช่วงเวลาในการส่งจะเร็วขึ้นเป็น 2 เท่าของ Busy Tone กรณีที่ผู้เรียกได้รับ Congestion Tone นี้เราสามารถกล่าวได้ว่าการเรียกนั้นถูกบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

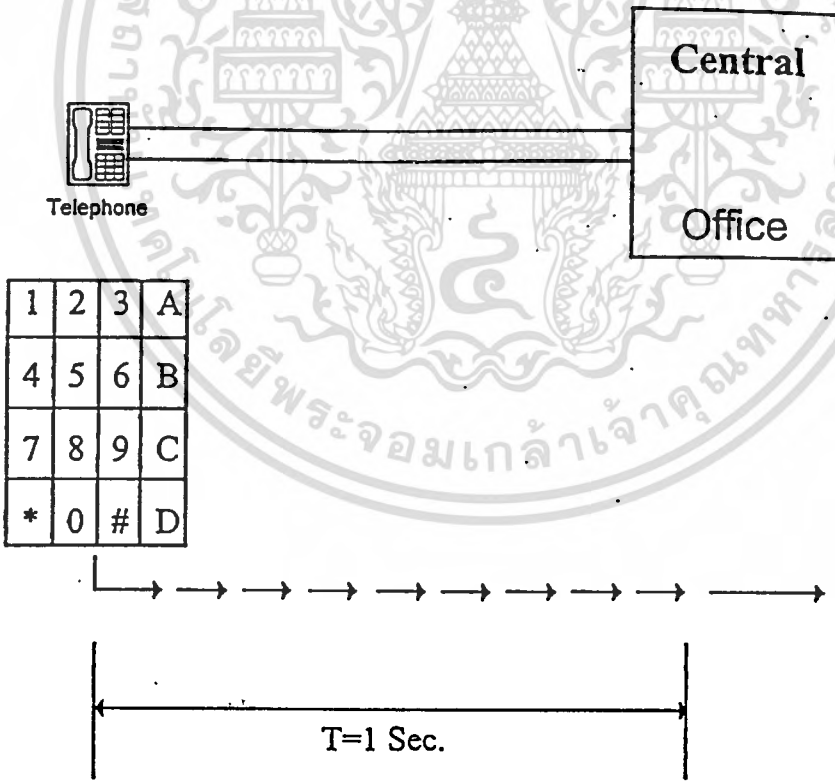
038060

2.5.4 Receiver Off-Hook

เป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นแทน Dial Tone หลังจากผู้เรียกยกหูเอาไว้เกิน 20 วินาที โดยไม่กดเลขหมายโทรศัพท์ของผู้ที่จะทำการติดต่อปลายทาง

2.5.2 Loop or Dial Pulse Signaling

เมื่อโทรศัพท์ถูกยกหูทำให้ Subscriber Loop ถูกปิดลูปลง ชุมสายจะทำการส่ง Dial Tone ออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อโดยการหมุน เมื่อมีการหมุนหมายเลข ลูปนี้ ก็จะถูกเปิดออกด้วยอัตรา 10 ครั้ง/วินาที เมื่อหมายเลข 1 ถูกหมุน ลูปนี้จะถูกเปิดออก 1 ครั้ง ใน 1 วินาที หมายเลข 0 ถูกหมุน ลูปจะเปิดออกด้วยอัตรา 10 ครั้งใน 1 วินาที



รูปที่ 2.18 Loop or Dial Pulse Signaling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tone	Frequency (Hz)	On time (Sec)	Off time (Sec)
Dial	350 + 440	Continuous	
Busy	480 + 620	0.5	0.5
Ring Back, Normal	440 + 480	2	4
Ring Back, PBX	440 + 480	1	3
Congestion (Toll)	480 + 620	0.2	0.3
Re-order (Local)	480 + 620	0.3	0.2
Receiver Off-Hook	1400 + 2060 + 2450 + 2600	0.1	0.1
No such Number	200 to 600	Continuous, Frequency Modulated at 1 Hz Rate	

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ

3. ระบบชุมสายโทรศัพท์ (Telephone Exchange)

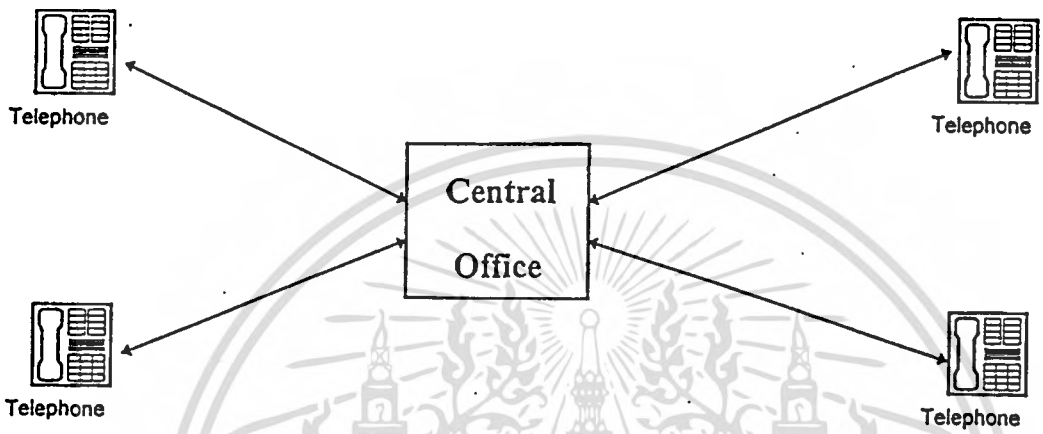
ถ้าจะต้องวางเคเบิลเชื่อมต่อโทรศัพท์ทุกเครื่องเข้าด้วยกัน เพื่อที่ว่าโทรศัพท์ทุกเครื่องจะได้ติดต่อกันได้ คงต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก แทนที่จะทำเช่นนั้น คู่สายของโทรศัพท์ทุกเครื่องจะถูกว่างไปที่ศูนย์รวมที่หนึ่ง และทุกครั้งที่เกิดมีการเรียกใช้โทรศัพท์ขึ้นจะเกิดการเชื่อมต่อชั่วคราว ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก การเชื่อมต่อโดยชั่วคราวนี้กระทำโดย ชุมสายโทรศัพท์ (Central Office Switching Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ

1. Central Office (CO)
2. Telephone Exchange
3. Wire Center
4. Switching

หน้าที่ของชุมสายคือ การต่อเชื่อมวงจรของผู้เช้าหนึ่งไปสู่ผู้เช่าหนึ่งที่ถูกเรียก ซึ่งกระทำโดยตอบรับการเรียกของผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ต้องการโทรศัพท์ (ยกหูโทรศัพท์ Off-Hook) แล้วหมุนหมายเลขปลายทาง ชุมสายจะทำหน้าที่ถอดรหัสเลขหมาย จัดหาเส้นทางไปสู่เครื่องโทรศัพท์ที่มีเลขหมายตรงกับ ที่ผู้เรียกหมุนไป และส่งสัญญาณกริ่งให้ผู้รับ (ปลายทาง) ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 Telephone Exchange

กระบวนการจะเป็นเช่นนี้ ถ้าผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน และเลขหมายของทั้งสองขึ้นกับชุมสายเดียวกัน แต่ในกรณีของโทรศัพท์ทางไกล หรือการโทรระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกซึ่งมีเลขหมายอยู่ต่างชุมสายกันในกรณีนี้ อาจจะต้องผ่านการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายหลายแห่งก่อนที่จะถึงเครื่องปลายทาง

3.1 หน้าที่ของชุมสาย (Telephone Office Function)

Central Office ที่ทำการต่อเข้ากับแต่ละเครื่องโทรศัพท์ จะมีวงจรเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เรียกว่า "Subscriber Loop Interface Circuit" (SLIC) ในแต่ละ SLIC ประกอบด้วยการทำงานพื้นฐาน 6 อย่างคือ Battery, Over voltage-Protection, Ring Trip, Supervision, Hybrid และ Test เรียกสั้นๆ ว่า "BORSHT" โดยจะแยกอธิบายได้ดังนี้ คือ

3.1.1 Battery

เป็นตัวจ่ายแรงดันให้แก่เครื่องโทรศัพท์ในภาวะ Off-Hook (ยกหู) โดยปกติมีแรงดันประมาณ -48 Volt DC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Over-voltage Protection

สายโทรศัพท์ที่ออกจาก Central Office ส่วนมากจะอยู่บริเวณนอกสถานที่ บางครั้งอาจได้รับอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าจำนวนมากอาจทำให้วงจรในส่วนของ Central Office เสียหายได้ ดังนั้น SLIC จึงต้องมีวงจรป้องกันแรงดันดังกล่าว

3.1.3 Ring Trip

Central Office จะส่ง Ringing Voltage ไปสู่เครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกใช้โทรศัพท์เลขหมายนั้นเมื่อผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น SLICจะทำงานและตัดค่าแรงดันที่ทำให้เกิดสัญญาณ Ringing ออกและสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

3.1.4 Supervision

ทำหน้าที่เหมือนส่วนตรวจสอบสายโทรศัพท์ของ SLIC ว่าเมื่อใดมีการยกหู วางหู ส่งสัญญาณต่างๆ

3.1.5 Hybrid

ในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์กับ Central Office ต้องใช้สาย 1 คู่ แต่เมื่อมีผู้ใช้โทรศัพท์หลายคนต้องติดต่อผ่าน Central Office เดียวกัน อุปกรณ์ต่างๆ ภายใน Central Office จะติดต่อกับผู้ใช้แต่ละคน และส่งสัญญาณออกไปในแต่ละทิศทาง โดยการะบวนการเช่นนี้ Central Office ต้องใช้สาย 4 เส้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าแปลง 2 W เป็น 4 W (และในทางกลับกันก็แปลง 4 W เป็น 2 W ด้วย) อุปกรณ์นั้น คือ Hybrid เราอาจเรียกได้อีกอย่างว่าเป็น "วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2W กับ 4 W"

3.1.6 Test

เมื่อ Central Office ต้องการทดสอบสัญญาณหรือทดสอบคุณภาพของสาย SLIC จะยอมให้สัญญาณทดสอบ (Test Signals) จาก Central Office ผ่านเข้าไปในเครื่องโทรศัพท์ และส่งผลการทดสอบกลับไปยัง Central Office

3.2 ประเภทของชุมสาย

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่า ต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และตู้สาขา (Private Automatic Branch Exchange : PABX)) ประเภทที่สอง เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) และชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

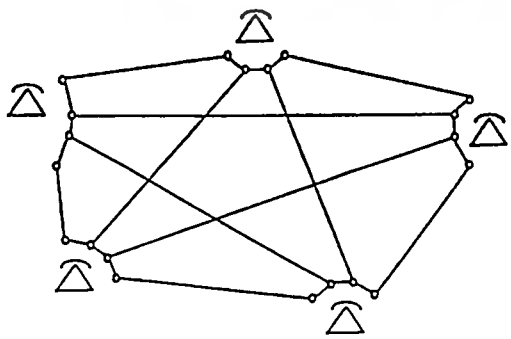
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ชุมสายแบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อยๆ เลขหมาย จนถึงหมื่นเลขหมายหรือมากกว่า

2. ตู้สาขา (PABX) เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีลักษณะคล้ายกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่จะใช้ติดต่อกันภายในสำนักงานโดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่นตู้สาขา จะเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีการบริการพิเศษ (Facilities) แก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าตู้สาขานั้นๆมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าวได้แก่ การย่อหมายเลข (Abbreviated Dialing), การเรียกกลับอัตโนมัติ (Automatic Callback), การประชุมกันทางโทรศัพท์ (Conference Call), การโอนการเรียก (Transfer of Call), การโอนโทรศัพท์ติดตามตัว (Follow Me) เป็นต้น นอกจากนี้ในกรณีที่ตู้สาขาได้ทำการต่อเชื่อมกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้โทรศัพท์เลขหมายภายในสามารถติดต่อไปยังเลขหมายภายนอกได้ โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น และในทำนองเดียวกันการเรียกระหว่างโทรศัพท์ 2 เลขหมาย อาจเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลายๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านภายใน Local Network หนึ่งๆ เท่านั้น เช่นการเรียกภายในกรุงเทพฯ เป็นต้น และชุมสายต่อผ่านทางไกล ซึ่งเป็นชุมสายที่ใช้สำหรับต่อผ่านไปยัง Local Network อื่นๆ เช่น การเรียกจากชลบุรีมายังกรุงเทพฯ เป็นต้น

3.2.1 ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network)

โทรศัพท์ที่มีใช้ในระยะเริ่มแรกคือ โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery Telephone System เรียกย่อว่าโทรศัพท์ระบบ LB) ได้ถูกออกแบบให้แต่ละเลขหมายสามารถติดต่อไปยังเลขหมายอื่นๆ ได้โดยใช้ข่ายสายแบบ Mesh Shaped Network ดังแสดงตามรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.20 Mesh Shaped Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Mesh Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุกๆ Station จะต่อถึงกันทั้งหมด ตามรูปที่ 2.21 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการเรียกไปยังโทรศัพท์เลขหมายอื่น ก็สามารถทำได้โดยการเลือกสวิทช์เรียกไปยังเลขหมายนั้น ข่ายสายแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในหน่วยงานเล็กๆ ซึ่งมีจำนวนโทรศัพท์ไม่มากนัก จำนวนคู่สายที่ใช้สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

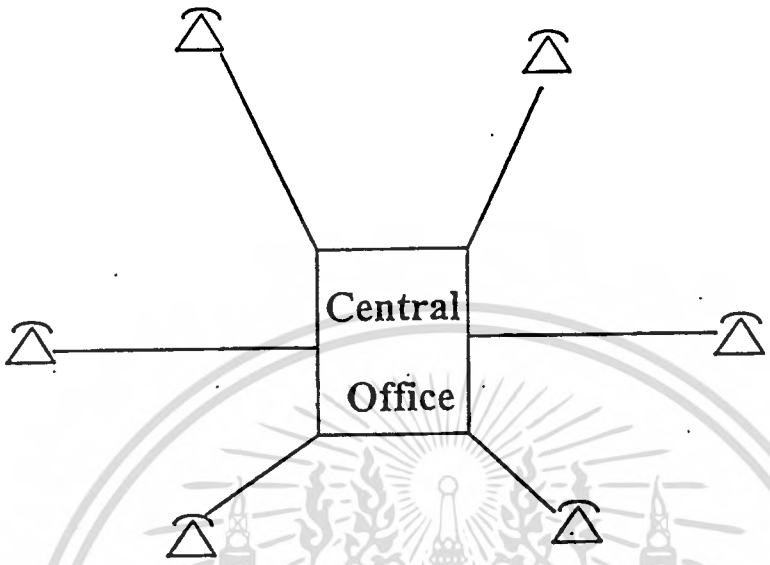
จำนวนคู่สายทั้งหมด = n (n- 1) / 2 ; n : จำนวนเครื่องโทรศัพท์

จำนวนเครื่องโทรศัพท์	จำนวนคู่สายทั้งหมด	ประโยชน์ในการใช้งานสูงสุด
n	n (n - 1) / 2	%
2	1	100
5	10	20
10	45	11.1
50	1125	2.22

ตารางที่ 2.2 แสดงค่า n เมื่อใช้การเชื่อมต่อแบบ Mesh Shaped Network

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่าถ้าจำนวนเครื่องโทรศัพท์เพิ่มขึ้น จำนวนคู่สายที่ถูกใช้ทั้งหมดใน Mesh Shaped Network ก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมากมาย แต่ประโยชน์การใช้งานของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะน้อยลง เช่น ถ้าทีจำนวนเครื่องโทรศัพท์ 10 เครื่อง ต่อแบบ Mesh Shaped Network จำนวนคู่สายที่ใช้ทั้งหมด = 10 (10 - 1) / 2 = 45 คู่สาย ส่วนประโยชน์การใช้งานสูงสุดของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะมีเพียง 5 คู่สายเท่านั้น จึงเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า การแก้ไขปัญหานี้จึงได้มีผู้คิดค้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยที่โทรศัพท์ของผู้เช่าแต่ละเลขหมาย จะใช้คู่สาย 2 คู่ และต่อเข้าไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เราเรียกข่ายสายแบบนี้ว่า Star Shaped Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



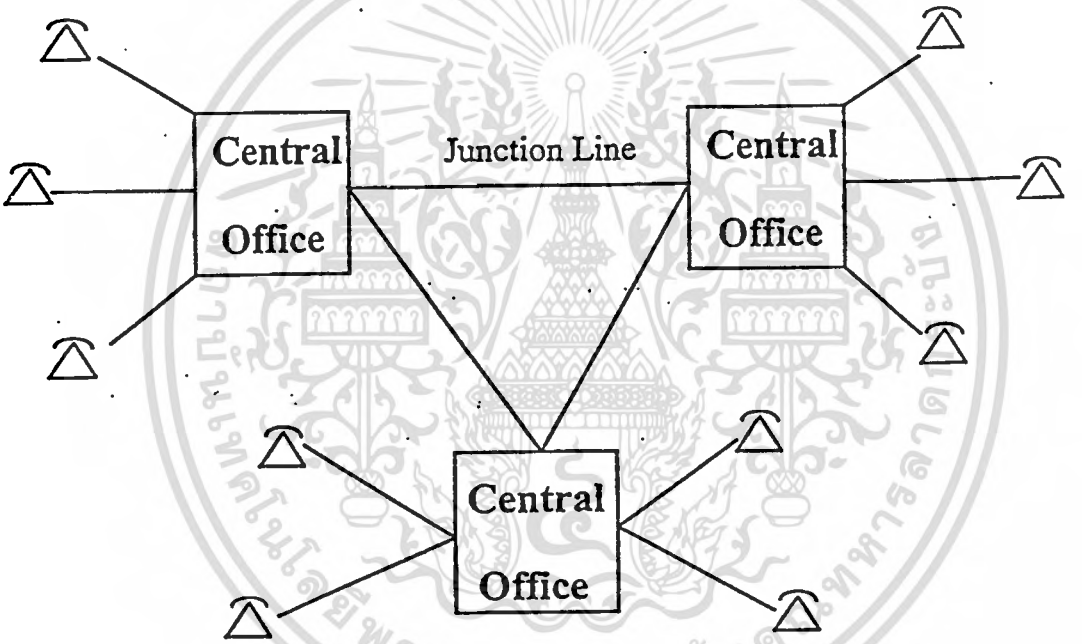
รูปที่ 2.21 Star Shaped Network

2. Star Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุกๆ Station จะต่อผ่านเข้ามายังศูนย์กลาง (ชุมสายโทรศัพท์) ตามรูปที่ 2.21 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการติดต่อไปยังเลขหมายอื่นก็สามารถติดต่อได้ โดยให้พนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) เป็นผู้ต่อการเรียกให้ หรือโดยใช้วิธีการหมุนหน้าปัดที่เครื่องโทรศัพท์ ตามเลขหมายที่ต้องการติดต่อด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระบบของชุมสายโทรศัพท์นั้นๆ ว่าเป็นระบบใด จำนวนคู่สายที่ใช้ใน Star Shaped Network จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนของเครื่องโทรศัพท์ สำหรับประโยชน์ที่ใช้นั้น มีขีดความสามารถในการรับ Traffic ได้มากน้อยเพียงใด

ชุมสายโทรศัพท์แห่งใดแห่งหนึ่ง สามารถให้บริการแก่ผู้เช่าโทรศัพท์ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของสายเคเบิลโทรศัพท์ การกำหนดพื้นที่บริการของแต่ละชุมสายก็จะเป็นการดีกว่าที่จะมีชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่เพียงชุมสายเดียว ซึ่งจะทำให้ต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ ที่ต่อจากชุมสายไปยังบ้านผู้เช่านั้นยาวมาก และไม่เป็นผลดีต่อผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกล ในเมืองที่มีขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มาก ก็อาจจะมีชุมสายท้องถิ่นได้หลายชุมสาย ดังนั้นการเรียกต่างชุมสายจะสามารถเรียกได้ก็ต่อเมื่อได้มีการเชื่อมต่อแต่ละชุมสายให้ถึงกันทั้งหมด โดยใช้ Junction Line เป็นตัวเชื่อมต่อและเราเรียกข่ายสาย (Network) แบบนี้ว่า ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network) ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

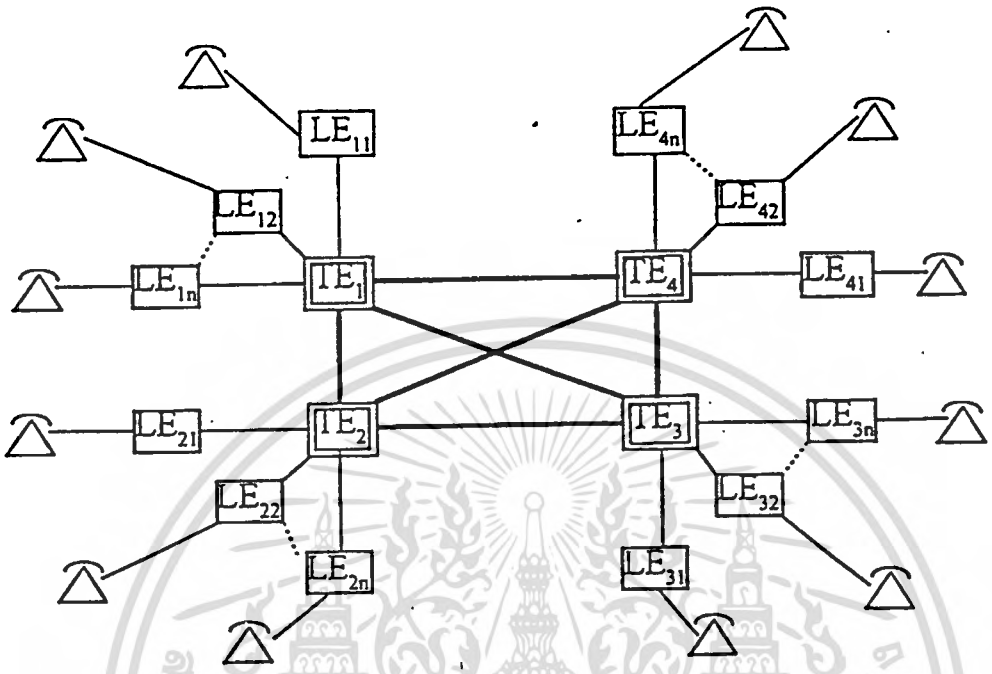
ที่ 2.22 จากรูปจะเห็นว่า Local Network มีลักษณะการเชื่อมต่อที่แต่ละชุมสายต่อกันแบบ Mesh Shaped Network สำหรับในเมืองใหญ่ๆ เช่น กรุงเทพฯ จะประกอบด้วยชุมสายท้องถิ่นได้เป็นจำนวนมาก ในการเอาชุมสายท้องถิ่นจำนวนมากนี้มาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network จึงไม่น่าที่จะเป็นไปได้เพราะ ต้องใช้คู่สาย และวงจรการเชื่อมต่อจำนวนมหาศาลดังนั้น Local Network ในกรุงเทพฯ



รูปที่ 2.22 ข่ายสายท้องถิ่น

(รวมทั้งจังหวัดใกล้เคียงคือ ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ) จึงต้องใช้ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นอีกหลานชุมสาย เป็นตัวเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น ลักษณะของการเชื่อมต่อคือ นำชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นมาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network และนำชุมสายท้องถิ่น ต่อกับชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์ต่อกับชุมสายท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network เช่นเดียวกัน ดังแสดงตามรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LE:Local Exchange ; TE:Toll Exchange

รูปที่ 2.23 ข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่

จากรูปที่ 2.23 ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE11) จะเรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE12) ได้โดยการเรียกจะผ่านทั้งหมด 3 ชุมสาย คือ LM11, TE1 และ LE12 เป็นต้น สำหรับการเรียกที่ชุมสายท้องถิ่นอยู่ห่างไกลกัน การเรียกก็อาจจะผ่านชุมสายต่อผ่านหลายๆ ชุมสายก็ได้ โดยในขั้นต้นจะเป็นการเลือกเส้นทาง (Route) ที่สั้นที่สุดก่อน เช่น ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE11) เรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE21) การเรียกจะผ่านชุมสายทั้งหมด 4 ชุมสายคือ LE11, TE1, TE2 และ LE21 แต่ถ้าหากว่าวงจรเชื่อมต่อระหว่าง TE1 กับ TE2 ถูกใช้งานเต็มหมดแล้ว การเรียกครั้งนี้จะต้องเลือกเส้นทางอื่น ซึ่งเรียกว่าเป็น Alternative Route กล่าวคือ การเรียกครั้งนี้จะผ่านชุมสายทั้งหมดอย่างน้อย 5 ชุมสาย คือ LE11, TE1, TE3, TE2 และ LE21 หรือ LE11, TE1, TE4, TE3 และ LE21 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระดับต่างๆ ของชุมสายในประเทศไทย

ระบบชุมสายขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ

3.3.1 Local Exchange Switch (LE)

เป็นชุมสายซึ่งเป็นที่รวมของคู่สายของผู้เช่าในบริเวณนั้นๆ Truck ของชุมสายนี้จะเชื่อมต่อไปที่ Primary Switch หรือ Secondary Switch

3.3.2 Primary Switch Center (PC)

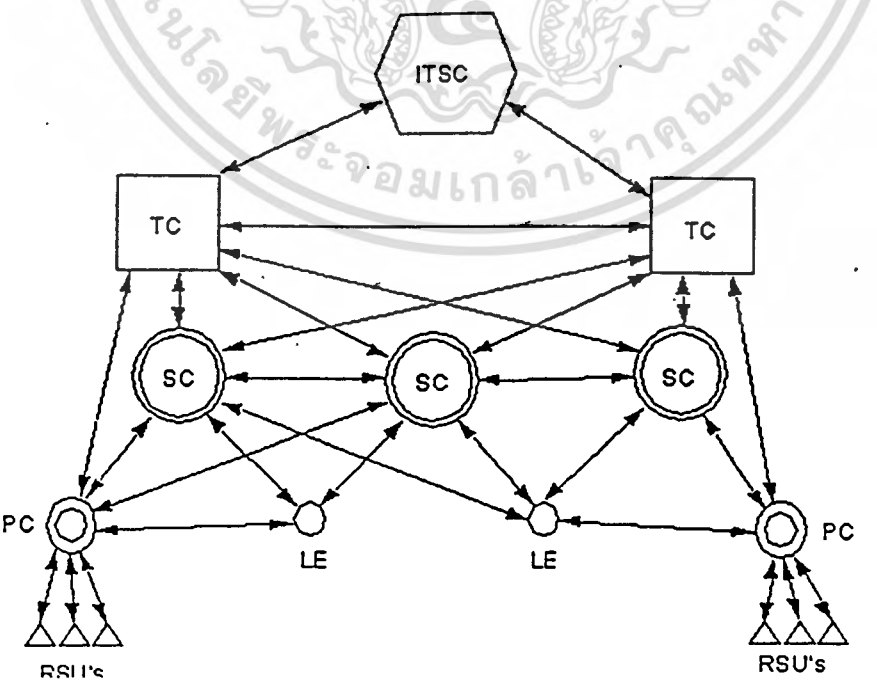
เป็นชุมสายที่มีคู่สายของผู้เช่า และคู่สายของ Remote Switch Unit Trunk ของชุมสายนี้ จะเชื่อมต่อไป Local Exchange, Primary Switch Center, Secondary Switch, Tertiary Exchange

3.3.3 Secondary Switch Center (SC)

เป็นชุมสายซึ่งมี Trunk เชื่อมต่อ Local Exchange, Secondary Exchange อื่นๆ Tertiary Exchange แต่จะไม่มีคู่สายของผู้เช่า

3.3.4 Tertiary Switch Center

เป็นชุมสายที่มี Truck เชื่อมต่อกับชุมสายอื่นๆ และต่อเชื่อมกับ International Transit Exchange (ITSC) เพื่อบริการโทรทางไกลไปต่างประเทศ ในเมืองต่างๆ ส่วนมากจะมีชุมสายมากกว่า 1 ชนิด ในกรุงเทพฯ TC และ SC รวมกันอยู่ที่ชุมสายหลักสี่ พระโขนง และลาดหญ้า ซึ่ง SC จะถูกเรียกเป็น T4, T6 และ T8 ตามลำดับ



รูปที่ 2.24 ระเบียบการเชื่อมต่อกับ Central Office

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบใหญ่ๆ ทุกระบบจะต้องมีการเชื่อมต่อกันของระบบย่อยๆ เพื่อใช้งาน หรือการบำรุงรักษาที่ระบบย่อยๆ เหล่านั้นเชื่อมต่อกัน เราเรียกว่าเป็น "จุดเชื่อมต่อ" (Interface) จุดเชื่อมต่อที่สมบูรณ์จะต้องกำหนดทั้ง องค์ประกอบทางเครื่องกล (Mechanical), องค์ประกอบทางไฟฟ้า (Electrical) และหลักการทำงาน (Operational Rules) สำหรับอินพุดและเฮาท์พุด นอกจากนี้ที่จุดเชื่อมต่อต้องสามารถปรับปรุงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ชนิดใหม่ๆ กับอุปกรณ์รุ่นเก่าๆ และอุปกรณ์ต่างชนิดกัน ให้สามารถใช้งานร่วมกันได้

Central Office

ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์แต่ละราย ซึ่งอาจจะอยู่ในชุมสายเดียวกันหรือชุมสายต่างกัน ในกรณีที่การเชื่อมต่อต่างชุมสาย แต่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน การติดต่อระหว่าง Central Office ทั้งสองจะใช้การเชื่อมต่อที่เรียกว่า "Truck Connecting" แต่ถ้าเชื่อมต่อระหว่างชุมสายทีอยู่คนละพื้นที่ (Long Distance) จะใช้การเชื่อมต่อที่เรียกว่า "Toll Connecting Truck" ดังแสดงในรูปที่ 2.25

Carrier Equipment

การเชื่อมต่อระหว่างชุมสายสองแห่งเข้าด้วยกัน สัญญาณจากชุมสายจะถูกรวมเข้าด้ยกั น หรือ Multiplex และส่งจากชุมสายหนึ่งสู่อีกทีหนึ่ง Digital Mux, Analog Mux, Microwave Radio และ ไฟเบอร์ออพติก ต่างก็เป็น Carrier System

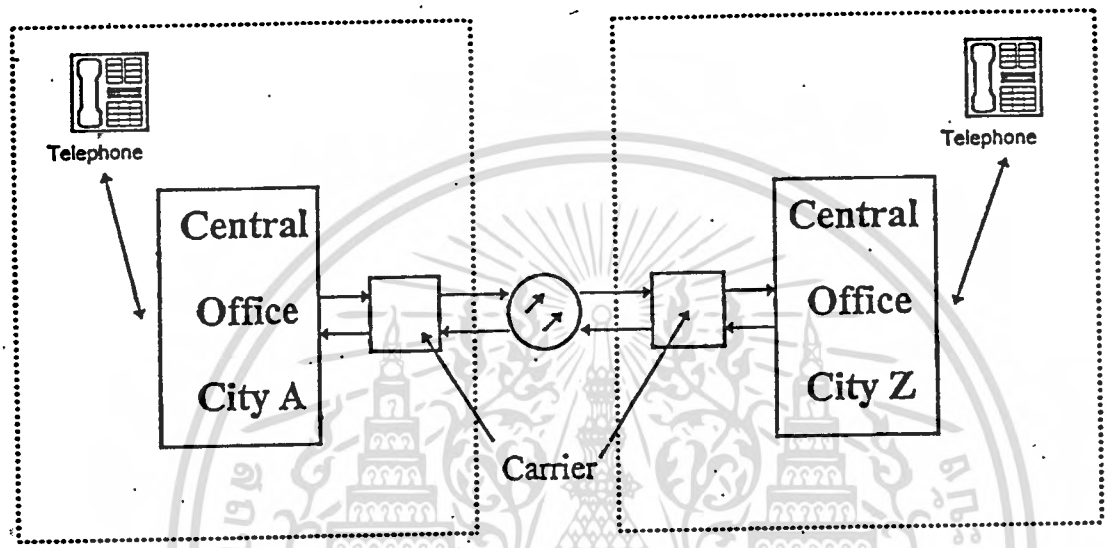
Carrier จะประกอบไปด้วย Pulse Code Modulation (PCM), Time Division Multiplex (TDM) และ Frequency Division Multiplex (FDM) TDM และ PCM เป็นสัญญาณ Digital ส่วน FDM เป็นสัญญาณ Analog

Routing

CPU ของชุมสายจะอ่านเลขหมายที่เราหมุน และแปลงเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดทิศทางของ Traffic (Route) การแปลงข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เซ็ทไว้ตั้งแต่ติดตั้งระบบ หากเลขหมายที่ได้รับไม่อยู่ใน Translation Table ของชุมสายการเรียกนั้นก็จะถูกเก็บไว้ใน Record หากเลขหมายนั้นเป็นเลขหมายของผู้ใช้ (Subscriber) ที่อยู่ต่างชุมสาย ชุมสายก็จะผ่านเข้าไปสู่ Truck โดยผ่านอุปกรณ์ Carrier เพื่อส่งต่อไปชุมสายอื่น การเรียกไปที่ผู้ใช้ต่างชุมสาย (Inter exchange call) อาจจะต้องผ่านชุมสายหลายแห่ง และอุปกรณ์ Carrier หลายชุดก่อนที่จะไปสู่เครื่องประจำเลขหมายปลายทางนั้น เพื่อให้การเชื่อมต่อวงจรและโครงข่ายดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โครงข่ายของวงจรโทรศัพท์ก้องได้รับการออกแบบให้การเรียกผ่านผู้ใช้ ที่อยู่ต่างชุมสายต้องผ่านชุมสาย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างทางน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการออกแบบโครงข่ายชุมสาย Primary, Secondary และ Tertiary จะต้องกำหนดที่ตั้งของชุมสายให้เหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดรูปแบบของโครงข่ายที่ดีที่สุด



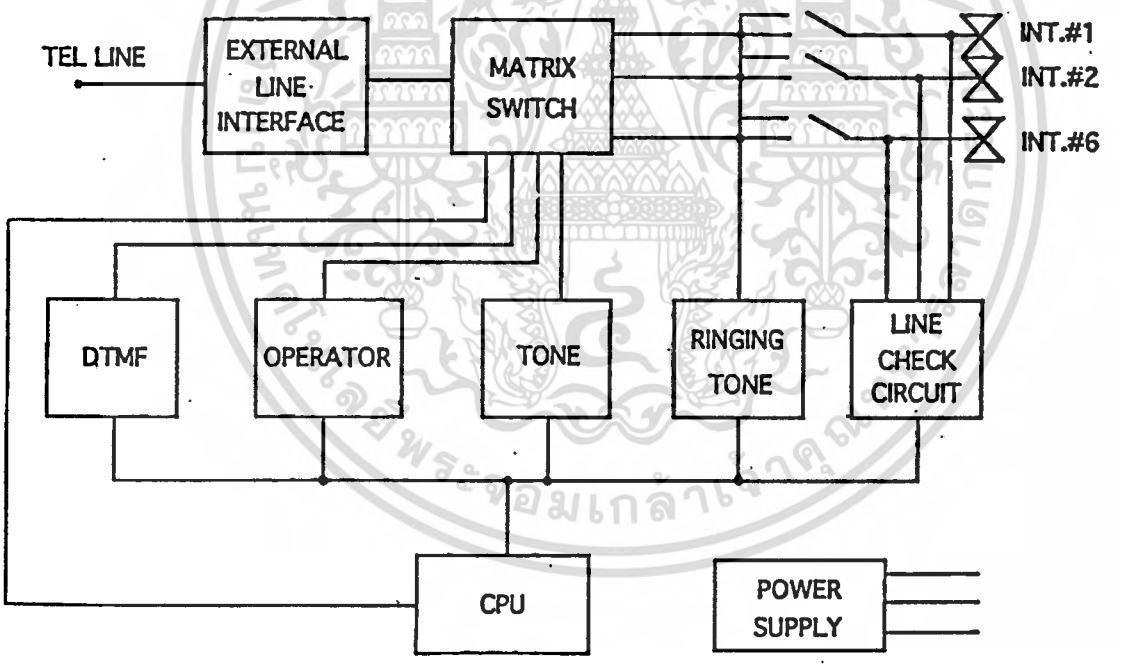
รูปที่ 2.25 การเชื่อมต่อระหว่าง Central Office

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและหลักการทำงาน

3.1 หลักการเบื้องต้น

เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำหน้าที่คล้ายชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ คือกำเนิดสัญญาณต่างๆตัดต่อการสื่อสารระหว่างโทรศัพท์ภายในชุมสายให้สามารถติดต่อกันได้โดยเครื่องชุมสายที่สร้างขึ้นนี้ ต้องสามารถใช้งานกับชุมสายหลักภายนอกได้ หรือเมื่อต่อเข้ากับระบบโทรศัพท์ภายนอก ต้องไม่เกิดการรบกวนต่อระบบหลัก



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของชุมสายโทรศัพท์สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็นส่วนๆ ดังนี้

ส่วนต่างๆ ของโทรศัพท์ที่ใช้ในชุมสายนี้ ประกอบด้วยสัญญาณ 4 สัญญาณ คือ สัญญาณให้หมุน (Dial Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring-back Tone), สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) และสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) โดยมีลักษณะของสัญญาณดังนี้

1. สัญญาณให้หมุน ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติดต่อเนื่องกันตลอด ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
2. สัญญาณไม่ว่าง ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
3. สัญญาณเรียกกลับ ความถี่ 400 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณ 5 Vp-p
4. สัญญาณกระดิ่ง ความถี่ 25 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณ 65 Vp-p

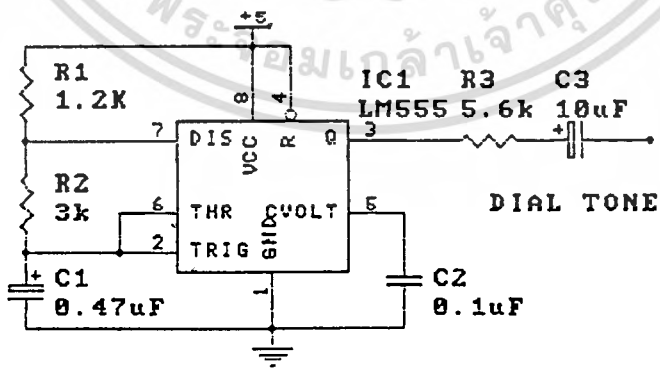
วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน

ใช้ IC เบอร์ NE 555 ต่อวงจรในลักษณะวงจรอะสเตเบิลกำเนิดความถี่ที่ต้องการประมาณ 400 เฮิรตซ์ R_1 , R_2 และ C_1 เป็นตัวกำหนดค่าความถี่ที่ต้องการ โดยหาค่าความถี่ได้จากสูตร

$$ft = 1.44.3 / (R_a+2R_b)C$$

$$ft = 1.443 / [1.2k + 2 (3k)] 0.47 uF$$

$$ft = 425 \text{ Hz}$$



รูปที่3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

เป็นลักษณะความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที โดยใช้ ICเบอร์ 556 ซึ่งมีเบอร์ NE 555 อยู่ 2 ชุด ชุดแรก IC_{ICA}ประกอบด้วยความถี่ 1 เฮิรตซ์ ไดโอด D_1 ประกอบเป็นวงจรผลิตความถี่ 1 เฮิรตซ์ ไดโอด D_1 ต่อไว้เพื่อช่วยให้ duty cycle น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซอร์ โดยคำนวนความถี่ได้จากสูตร กรณีที่มีไดโอดได้ดังนี้

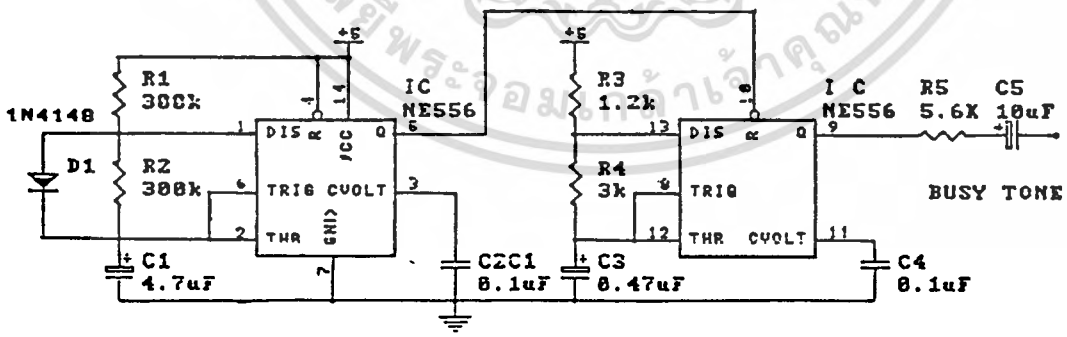
$$ft = 1.443 / (R_a+R_b)C$$

$$ft = 1.443 / (300k+300K)\ 2.2\ uF$$

$$ft = 1\ Hz$$

$$\text{Duty Cycle (\%)} = [R_2 / R_a + rB]x100\ \% = 50\ \%$$

IC_{ICB} ชุดที่สองประกอบด้วยกันเป็น ชุดอะสเตเบิลผลิตความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ สัญญาณไม่ว่างจะปรากฏออกที่เอาท์พุทของวงจร



รูปที่ 3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

ประกอบด้วย IC NE556 การทำงานของวงจรมีลักษณะเดียวกันกับ วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง IC_{IC} โดย IC_{2CA} ชุดแรกจะผลิตสัญญาณที่มีอัตราการติด (เอาท์พุตมีสภาวะ " 1") นาน 1 วินาที อัตราการดับ (สภาวะ " 0")นาน 3 วินาทีโดยใช้ไดโอด D_2 เป็นตัวช่วยปรับค่า duty cycle โดยหาค่าสภาวะ " 1 " และสภาวะ " 0" ได้ดังนี้

$$ft = 1.443 / (R_a+R_b)C$$

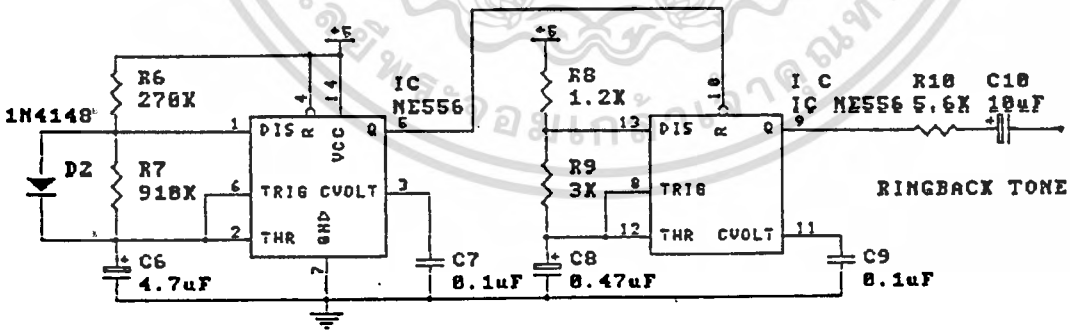
$$ft = 1.443 / (270k + 910k)4.7uF$$

$$ft = 0.26 \text{ Hz}$$

$T_1 = 0.693 : T_{ON} = 0.693 \times 270k \times 4.7 \text{ uF} = 0.9$ วินาที

$T_0 = 0.693 : T_{off} = 0.693 \times 910k \times 4.7 \text{ uF} = 3$ วินาที

IC_{2CB} ชุดที่สอง วงจรอะสเตเบิล ผลิตความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ โดยควบคุมการทำงานจาก IC_{2CA} ชุดแรกที่ขา Reset โดยในช่วง T_1 จะผลิตความถี่ 400 Hz ออกทางเอาท์พุตในช่วง T_0 จะไม่มีความถี่ออกมาทางเอาท์พุต

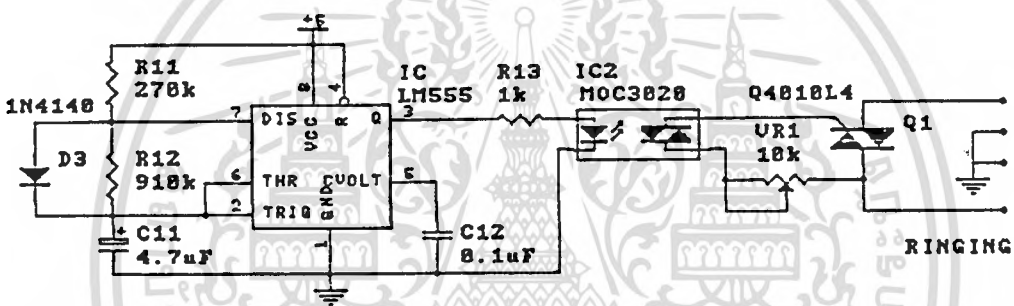


รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

โดยหลักการสัญญาณเรียกกลับ จะมีความถี่ และอัตราการติดดับ เหมือนกันกับวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งทุกประการ ซึ่งเราจะไม่กล่าวถึงในส่วนผลิตความถี่ ICLM555 แต่จะกล่าวถึงส่วนเชื่อมต่อกับสัญญาณ 71 V_{AC} IC_2 เป็น IC Opto Isolator เป็นตัวแยกกราวด์ของระบบไฟ 5V ออกจากระบบไฟ 71 V_{AC} โดย Q_1 ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ ส่งสัญญาณกระดิ่งออกไป ซึ่งความแรงของสัญญาณกระดิ่งจะถูกควบคุมโดย VR_1



รูปที่ 3.5 วงจรสัญญาณกระดิ่ง

วงจร เชื่อมต่อคู่สายภายนอก

วงจรนี้ทำหน้าที่รับสัญญาณเรียก ที่มาจากชุมสายภายนอก แล้วทำการเปลี่ยนสัญญาณเรียกที่เข้ามา เป็นสัญญาณพัลส์ จากนั้นส่งสัญญาณพัลส์ไปยังซีพียู โดยผ่านพอร์ท 8255 เพื่อแจ้งให้ซีพียูทราบว่า ขณะนี้ได้มีสายนอกต้องการจะติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน จากนั้นซีพียูจะติดต่อให้ชุดตอบรับทำงาน โดยจะบอกให้ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อคือ เลข 1-6 จากนั้นซีพียูจะตรวจเช็คว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อ ว่าว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ มาที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก ถ้าไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง ไปยังผู้เรียกต่อไป

จากรูปที่ 3.6 สัญญาณเรียก ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จะมีแรงดันประมาณ 100 โวลท์ ถ้าชุมสายส่งสัญญาณเรียกมาที่ outline1 จะผ่านวงจรบริดจ์เร็กติฟาย่เออร์ ผ่าน R_2 1 กิโลโอหม์ ผ่านออปโตไอโซเลเตอร์ (4N26) จะทำให้แอลอีดีเปล่งแสง เป็นผลให้ทรานซิลเตอร์ทำงาน เอาท์พุทของทรานซิสเตอร์จะเป็นลอจิก 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผ่านวงจรโมโนสเตเบิ้ล เพื่อหน่วงเวลาสัญญาณเรียกให้มีระยะเวลานานขึ้นเล็กน้อยชั่วขณะหนึ่ง เอาท์พุทของโมโนสเตเบิ้ลจะต่อกับซีพียู เพื่อให้ซีพียูทราบว่าขณะนี้มีสัญญาณเรียกจากองค์กาโทรศัพท์เข้ามา นอกจากนี้วงจรเชื่อมต่อคู่สายภายนอก จะทำการตัดต่อสายนอกเข้ากับวงจร เมตริกซ์สวิทช์ สัญญาณสนทนาจะผ่านไอโซเลตทรานฟอร์เมอร์ ผ่าน C_1 ซึ่งทำหน้าที่เป็น คาปาซิเตอร์คัปปลิ้ง ไปยังวงจรเมตริกซ์สวิทช์

วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์

วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์นี้ จะใช้ไอซี ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่ ที่เกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์ชนิดปุ่ม ให้เป็นสัญญาณทางด้านดิจิตอล ที่ออกในลักษณะไบนารี ไอซีตัวนี้ได้แก่ MT8870 สำหรับวงจรนั้นดูได้จากทฤษฎีการใช้งานไอซี MT8870 ใน data sheet

การทำงานของวงจรนั้น เมื่อมีการกดปุ่มโทรศัพท์จะทำให้ เอาท์พุทออกมาที่ Q1-Q4ของ MT8870 นอกจากนั้นจะมีพัลส์ออกมาที่ขา Std ของ MT8870 ทุกครั้งที่มีการกด ซึ่งจะใช้บอกให้ซีพียูทราบว่า มีการกดปุ่มโทรศัพท์เอาท์พุทต่างๆของ D0-D3 ดังแสดงในตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.7 แสดง วงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF ซึ่งจะต่อกับวงจร เมตริกซ์สวิทช์ ทางขา Y1 - Y4 ขาสโตป (STD) เป็นเอาท์พุตที่บอกให้ทราบว่า MT8870 ได้ทำการถอดรหัสเรียบร้อยแล้ว โดยจะเป็น “1” เมื่อการถอดรหัสเสร็จสมบูรณ์ ทราบค่าของเลขไบนารี่ที่ Q1 - Q4 ประโยชน์ของขานี้คือ เมื่อโทรศัพท์กดปุ่มเรียบร้อยแล้ว ส่วนควบคุมก็จะตรวจดูว่า โทรศัพท์เครื่องใดเรียกใช้งาน ก็จะทำการตรวจสอบสถานะที่ขา STD นี้ เมื่อได้สัญญาณ “1” มาที่ TOE เพื่อให้แสดงค่าเอาต์พุต ซึ่งก็คือหมายเลขปลายทางที่ต้องการติดต่อนั้นเอง จากนั้นส่วนควบคุมก็จะทำการตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง และทำการตัดต่อให้สามารถติดต่อกันได้

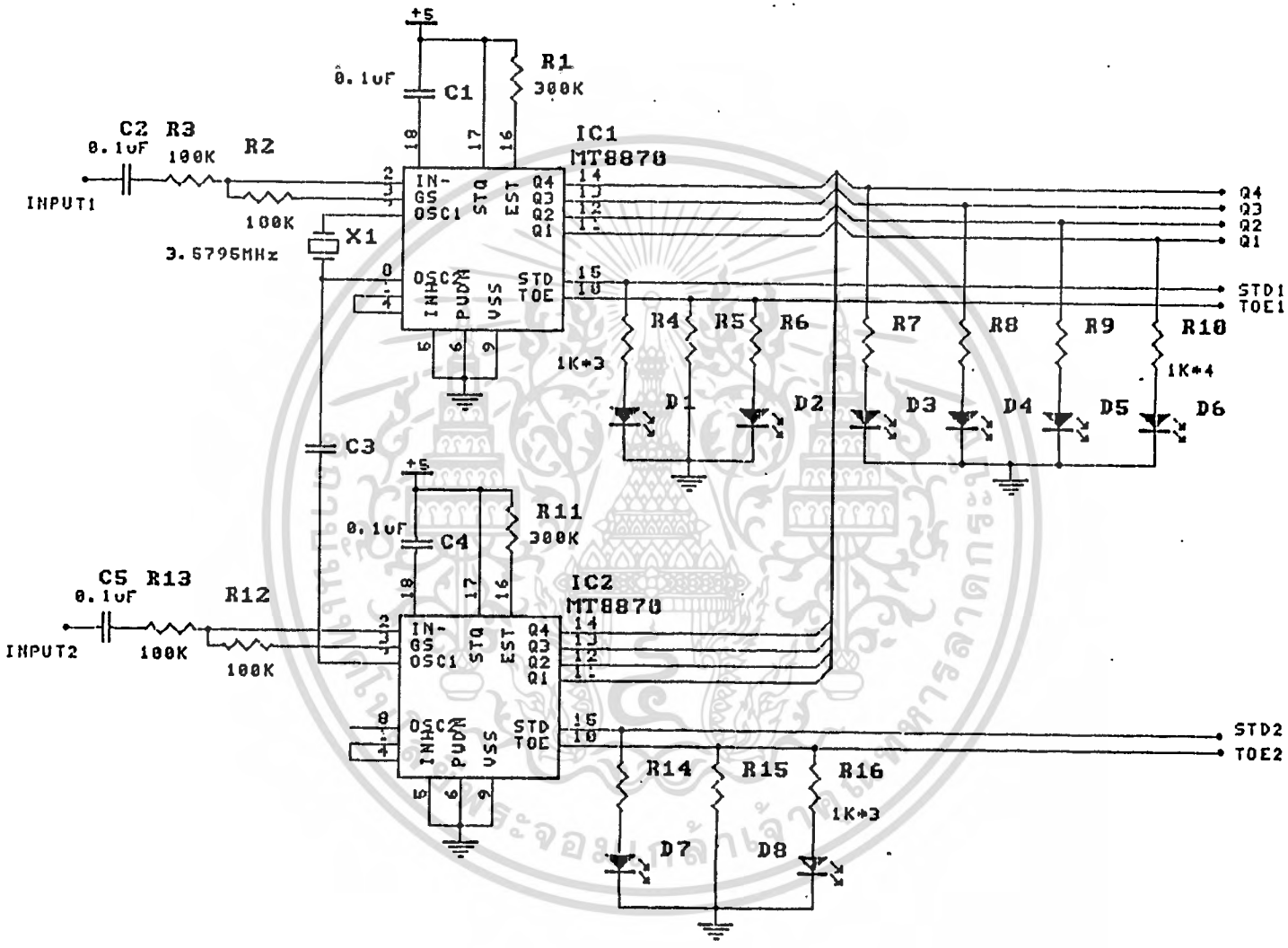
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 วงจรส่วนผู้ดำเนินการ

F_{Low}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336H	2		0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	.	H	1	0	1	1
941	1477	“	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

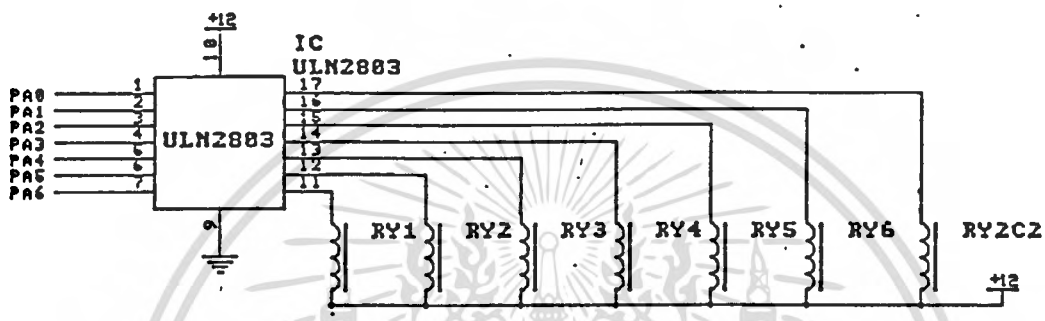
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรถอดรหัส DTMF

ส่วนขับรีเลย์ (Drive Relay)

วงจรขับรีเลย์ หัวใจสำคัญคือ IC เบอร์ ULN2803 โดยเป็น IC ขับรีเลย์โดยป้อนสัญญาณอินพุต บวก 5 โวลท์ TTL และต่อ Ry ทุกตัวที่ขาเอาต์พุตกับบวก Vcc โดยรับสัญญาณอินพุตที่มาควบคุมจากพอร์ตของ IC8255 # 2



รูปที่ 3.8 วงจรส่วนขับรีเลย์ (Drive Relay)

ส่วนเมตริกสวิทช์ (Matrix Switch)

วงจรส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง เพราะเป็นจุดศูนย์กลางการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยช่องสัญญาณต่าง ๆ , ส่วนตอบรับอัตโนมัติ, ส่วนช่องสัญญาณของคู่สายภายนอก ซึ่งรายละเอียดจากขาต่าง ๆ มีดังนี้

1. AX_0,AX_1,AX_2,AX_3,AY_0,AY_1,AY_2 เป็นขากำหนดตำแหน่งของจุดต่อสวิทช์

2. Data กับ Strobe เป็นตัวควบคุมการเซ็ทสวิทช์ และรีเซ็ทสวิทช์ตามตำแหน่งที่ กำหนด ถ้าป้อนขา Data กับ Strobe ด้วยลอจิก "0" และ Strobe เป็น "1" จะเป็นการรีเซ็ทสวิทช์ให้แยกออกจากกัน

3. CS เป็นขาเลือกตัวไอซี ในกรณีใช้ MT8816 เพียงตัวเดียว ให้ต่อกับลอจิก "1" ตลอดถ้าใช่ เมตริกซ์สวิทช์หลายตัว จะใช้ขานี้เป็นตัวเลือกโดยจะแอคทีฟสูง

4. Reset จะต่อกับวงจรอาร์ซีดิฟเฟอเรนเชียล เมื่อมีการเปิดเครื่องใหม่ ไอซีเมตริกซ์สวิทช์จะทำการรีเซ็ทสภาวะเดิมทั้งหมดเพื่อเริ่มการทำงานใหม่

5. ขา Y_0 ,Y_1,Y_2,Y_3 เป็นขาทางด้านแนวนอน โดยกำหนดเป็นช่องสัญญาณ (Speed Path) จำนวน 74 ช่อง และต่อกับภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

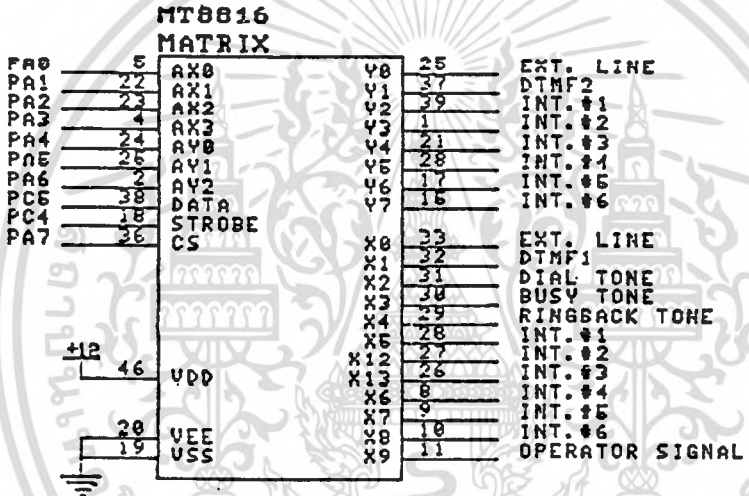
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Y_0 เป็นขาทางด้านแนวนอนโดยขา Y_0 ต่อกับสายสัญญาณคู่สายภายนอกที่ 1

7. ขา X_5,X_{12},X_{13},X_6,X_7 และ X_8 เป็นขาทางด้านแนวตั้งโดยต่อกับสายสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์ภายในตั้งแต่เครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 6 ตามลำดับ

8. ขา X_5 ต่อกับช่องสัญญาณสำรองสำหรับคู่สายภายนอก เพื่อเพิ่มความสามารถในการติดต่อภายในระบบ

9. ขา X_9 เป็นขาสัญญาณของ ระบบตอบรับอัตโนมัติ

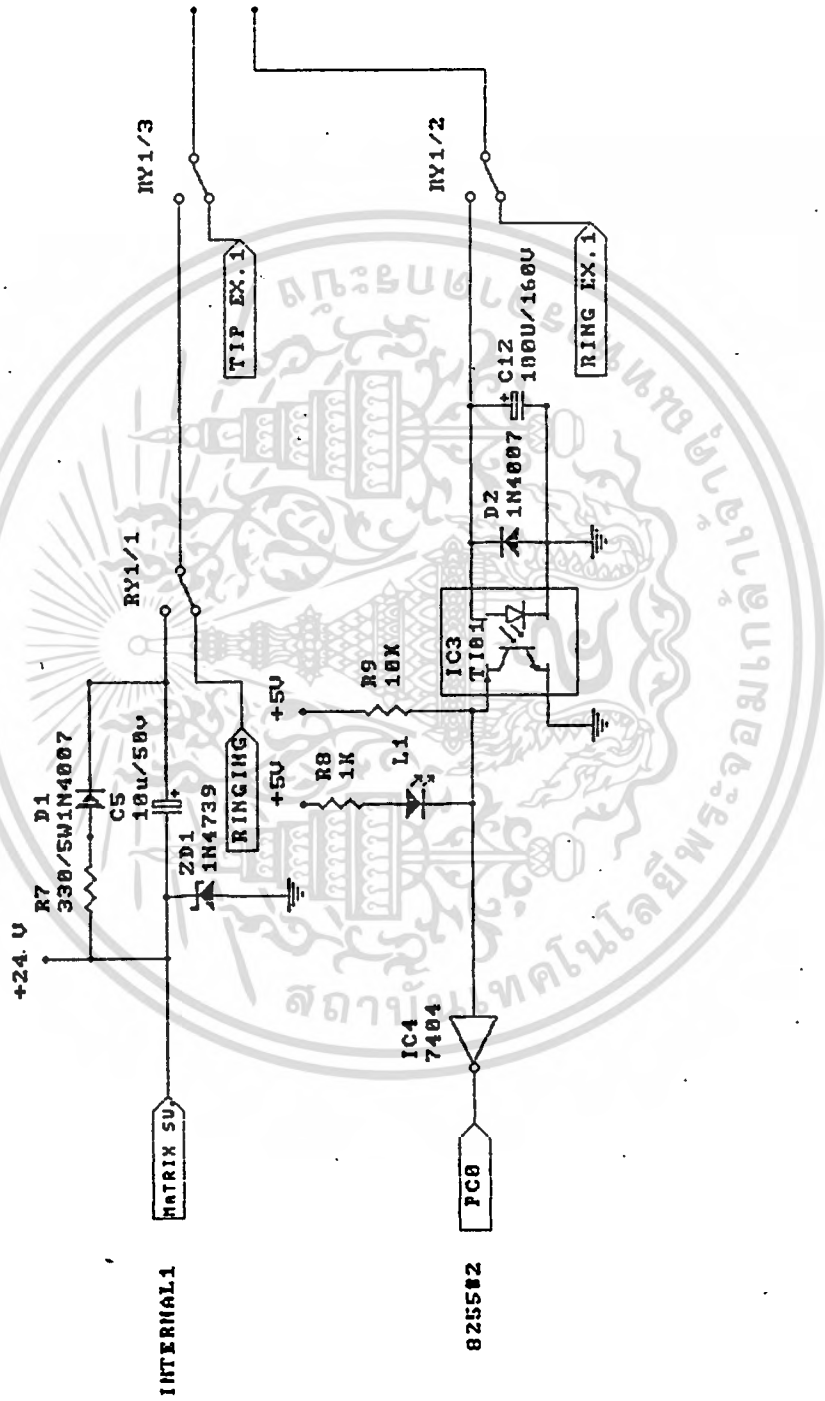


รูปที่ 3.9 วงจรเมตริกซ์สวิทซ์

ส่วนติดต่อภายใน (Internal Line Interface)

RY_{11} เป็นสวิทซ์ตัดต่อในกรณีที่ไฟดับ หน้าสัมผัสจะตัดต่อสายภายในที่ 1 ให้ติดต่อกับสายภายนอก 1 คู่สายโดยอัตโนมัติ ตัวต้านทาน R_7 กับไดโอด D_1 ทำการป้อนไปเลี้ยง 24 Vdc ให้โทรศัพท์ภายใน และป้องกันสัญญาณย้อนกลับโดยไดโอด D_1 ผ่านมาที่ $RY_{1/1}$ เป็นสวิทซ์ตัดต่อสัญญาณกระดิ่งในกรณี มีการติดต่อกันควบคุมโดยภาคขับรีเลย์ผ่าน C_5 เป็นตัวเก็บประจุคับปลิ้งสัญญาณส่งต่อไปยังเมตริกซ์สวิทซ์ ทางด้าน C_{12} กับ D_2 เป็นตัวเก็บประจุกับไดโอดที่ช่วยป้องกันแรงดันเกินให้กับ IC_3 Opto Isolator ซึ่งทำการตรวจจับสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ ส่งไปให้กับซีพียูรับรู้ สายภายในที่ 1 จะมี RY ป้องกันในเวลาไฟดับโดยการตัดต่อกับสายภายนอกโดยตรง สายในที่ 2 ถึงสายภายในที่ 6 จะไม่มี RY ชุดนี้

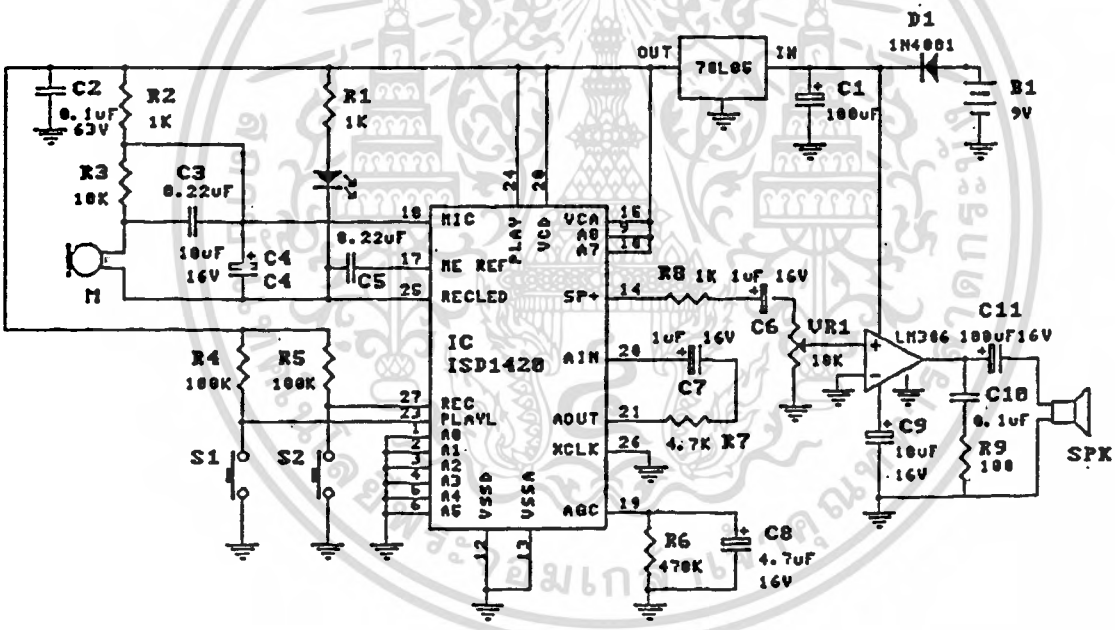
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรส่วนติดต่อภายใน

วงจรตอบรับอัตโนมัติ

ISD1420 เป็นไอซีบันทึกเสียง หรือส่วนตอบรับของโทรศัพท์ ซึ่งบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาที เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามา ในการทดลองร่วมกับคู่สายโทรศัพท์นั้นจะทำโดยต่อขา Mic (ขา 17) และลำโพง คือเอาท์พุทของวงจรเมตริกซ์ โดยมีสวิทช์เลือกว่าจะต่อไมค์หรือลำโพงการทดสอบทำการโดยโทรศัพท์เข้ามายังเครื่องที่มีวงจรบันทึกเสียงอยู่ ซึ่งการต่ออินพุทของทรานฟอร์เมอร์ของชุดตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์ กับ คู่สายโทรศัพท์ต้องต่อหลังจากยกหูสายโทรศัพท์แล้ว จากนั้นทดลองการทำงานเหมือนการทดลองเฉพาะวงจรบันทึกเสียง



รูปที่ 3.11 วงจรตอบรับอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนภาคจ่ายไฟ (Power Supply)

ชุมสายโทรศัพท์สาขาที่สร้างขึ้น ต้องการไฟเลี้ยงวงจรส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ ต้องการแรงดัน 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้าประมาณ 1,620 mV, แรงดัน 10 โวลต์ กระแสไฟฟ้าประมาณ 2 A, แรงดัน 100 โวลต์ กระแสไฟฟ้าประมาณ 200 mA และแรงดัน 25 โวลต์ กระแสไฟฟ้าประมาณ 700 mA

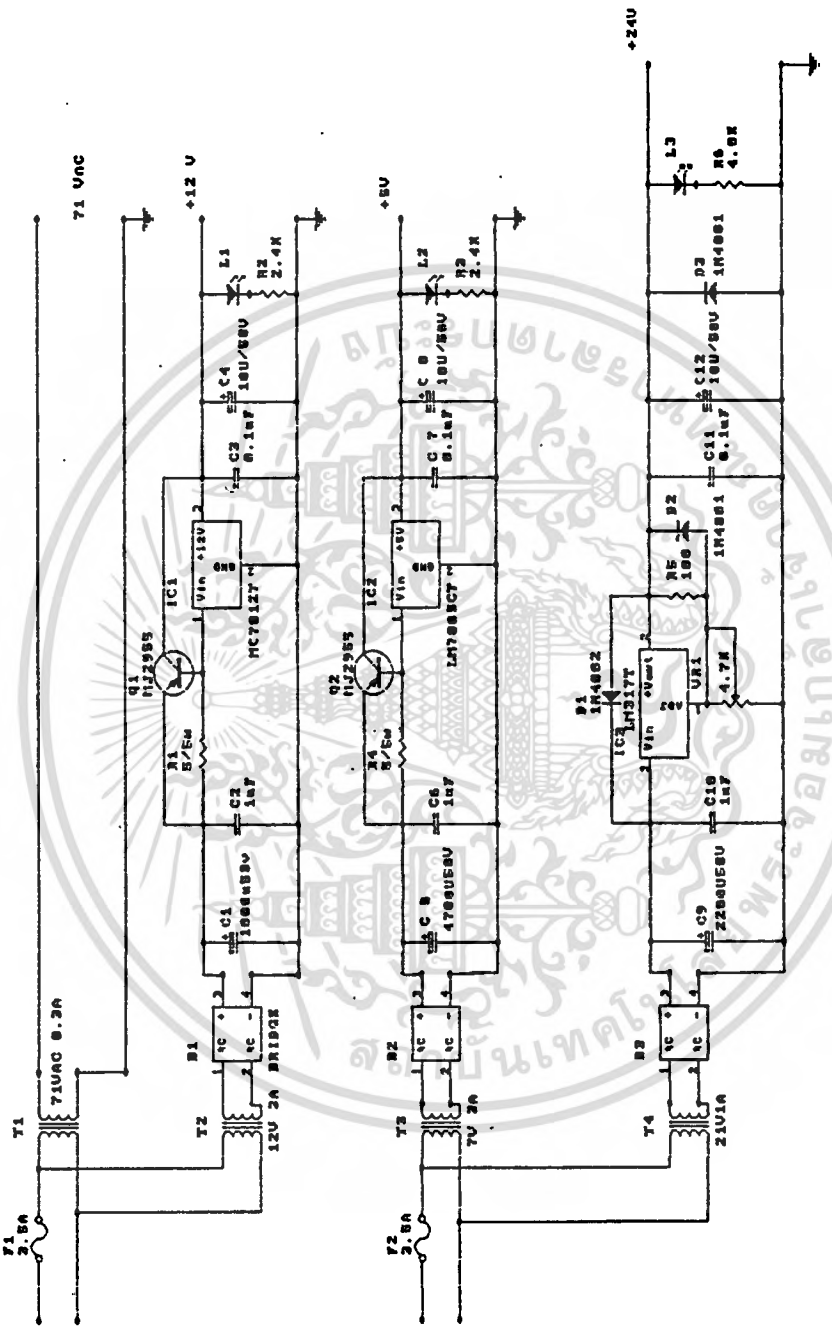
การทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟ หม้อแปลง T1 ลดแรงดันเหลือ 71 โวลต์ ผานการเรียงกระแส และกรองแรงดันโดย B1, C1, C2 จะได้แรงดันเอาท์พุด ประมาณ 100 โวลต์ จ่ายใหแก่วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

สำหรับแรงดัน 12 โวลต์ ได้จากหม้อแปลง T2 ลดระดับแรงดันเหลือ 12 โวลต์ ผ่านการเรียงกระแส และกรองแรงดันโดย B2, C3, C4 โดย IC1 เป็น IC เร็กกูเลเตอร์ รักษาแรงดันให้มีค่า 12 โวลต์คงที่ รวมกับ Q1 เป็นตัวขยายกระแสให้ได้กระแสที่เอาท์พุด 2 A, C5 กับ C6 ต่อไว้เพื่อช่วยให้ วงจรตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้ดีขึ้น

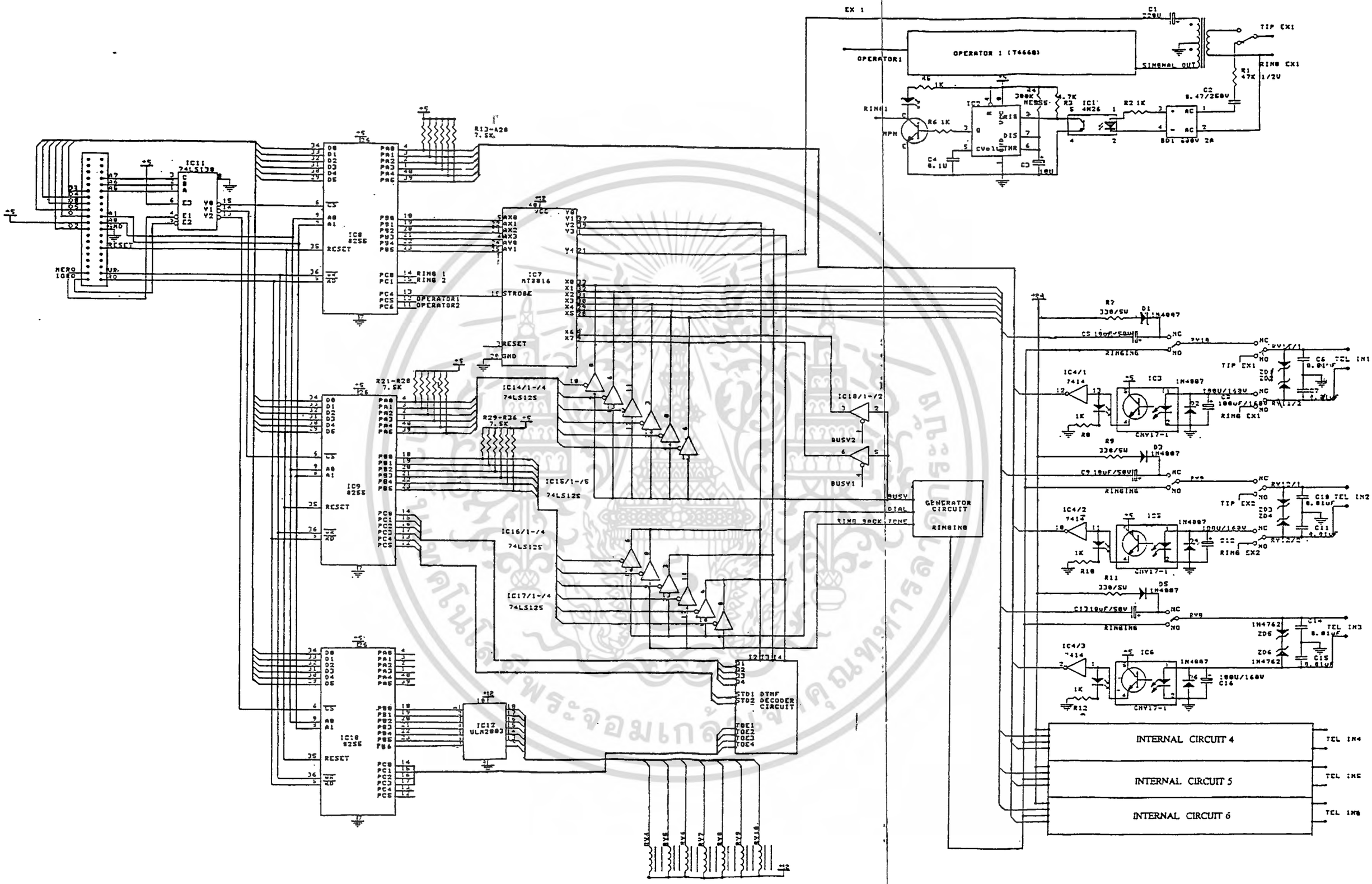
สำหรับแรงดัน 5 โวลต์ ได้จากหม้อแปลง T1 ลดระดับแรงดันเหลือ 7 โวลต์ ผ่านการเรียงกระแส และกรองแรงดันโดย B3, C7, C8 โดยมี R3 กับ Q2 ทำหน้าที่เพิ่มความสามารถในการจ่ายกระแสของวงจร IC2 ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันเอาท์พุดให้คงที่ 5 โวลต์ C9 กับ C10 ต่อไว้เพื่อช่วยให้วงจรสามารถตอบสนอง ต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้ดีขึ้น

สำหรับแรงดัน 24 โวลต์ ได้จากการลดแรงดันผ่าน T4 ผ่านการเรียงกระแส และกรองแรงดันโดย B4, C11, C12 จากนั้นผ่านการควบคุมแรงดันโดยใช้ IC3 เบอร์ LM317T ซึ่งสามารถจ่ายกระแสได้ 1.5 A ต่อร่วมกับ R5, VR, D1, D2 โดย D1 ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับ เข้าขา Adjustของ IC3 ส่วน VR1 ใช้ในการปรับแรงดันเอาท์พุดให้มีค่า 24 โวลต์ ไดโอด D3 ป้องกันแรงดันลบออกไปทางเอาท์พุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจรส่วนภาคจ่ายไฟ (Power Supply)



วงจรเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาและโอเปอร์เรเตอร์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หลักการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

3.3.1 กรณีเครื่องโทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในด้วยกัน

สมมติว่าเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 ต้องการติดต่อกับเครื่องหมายเลข 3 เครื่องหมายเลข 1 ทำการยกหูโทรศัพท์ซึ่งจะทำให้ วงจรตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์ ส่งสัญญาณพัลส์ "0" ผ่านพอร์ต 8255 ขา PA0 เพื่อที่จะแจ้งให้ซีพียูทราบว่า เครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 ทำการยกหูโทรศัพท์ เมื่อซีพียูทราบก็จะส่งสัญญาณควบคุมไปยังวงจรเมตริกซ์สวิทช์ ทำการต่อเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 กับวงจรสร้างสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) จากนั้นซีพียูจะส่งสัญญาณให้หมุน ผ่านวงจรสร้างสัญญาณให้หมุน ไปยังเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 ซึ่งเครื่องหมายเลข 1จะได้ยินเสียงสัญญาณให้หมุน ก็สามารถกดหมายเลข 3 ซึ่งสัญญาณจะถูกถอดรหัส โดยวงจรถอดรหัส (DITM Docoder) วงจรถอดรหัส จะส่งสัญญาณพัลส์ที่ขาสโตปทุกครั้งที่มีการกดคีย์ พร้อมกับส่งสัญญาณรหัสไบนารี่ 4 บิท เพื่อแจ้งให้ซีพียูทราบว่ามีการกดคีย์ ที่เครื่องหมายเลข 1 ซึ่งเครื่องหมายเลข 1 กดเลข 3 ซีพียูจะตรวจสอบว่าเครื่องหมายเลข 3 นั้นทำการยกหูโทรศัพท์อยู่หรือไม่ โดยการตรวจสอบจากวงจรส่วนติดต่อภายใน ถ้ามีการใช้อยู่ หรือมีการยกหูโทรศัพท์ ซีพียูก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังเครื่องหมายเลข 1 แต่ถ้าเครื่องหมายเลข 3 วางหูอยู่ ซีพียูจะส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์ ให้รีเลย์ทำการต่อสัญญาณไฟเอซีประมาณ 66 โวลท์ ไปที่เครื่องหมายเลข 3 ขณะนี้เครื่องหมายเลข 3 จะได้รับสัญญาณเรียก (Ringing) ในขณะที่เครื่องหมายเลข 1 ได้รับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback) เมื่อเครื่องหมายเลข 3 ยกหูรับ วงจรส่วนติดต่อภายใน ก็จะส่งสัญญาณไปที่ซีพียู ซีพียูจะทำการหยุดส่งสัญญาณเรียก และสัญญาณเรียกกลับ พร้อมกับส่งสัญญาณควบคุมไปยังเมตริกซ์ ทำการต่อเครื่องหมายเลข 1 เข้ากับเครื่องหมายเลข 3 จากนั้นทั้งสองเครื่องก็สามารถสนทนากันได้

3.3.2 กรณีเครื่องโทรศัพท์ภายในต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอก

กรณีเครื่องโทรศัพท์ ภายในต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอก จะต้องมีการกดรหัสผ่านให้ได้รับสัญญาณให้หมุน ซึ่งส่งมาจากชุมสายภายนอกก่อน แล้วตามด้วยหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ เช่น ต้องการติดต่อกับหมายเลข 1234567 จะต้องกดดังนี้คือ กดหมายเลข 9 รอจนให้ได้ยินสัญญาณให้หมุนก่อน (Dial Tone) จากนั้นก็กดหมายเลข 1234567 การทำงานสมมุติให้เครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 ต้องการติดต่อกับสายนอก เมื่อทำการยกหูขึ้น ซีพียูจะส่งสัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ซึ่งเป็นสัญญาณที่ผลิตขึ้นจากซีพียูส่งไปยังเครื่องหมายเลข 1 ดังนั้นเครื่องหมายเลข 1 ต้องทำการกดหมายเลข 9 ซึ่งเป็นรหัสผ่านก่อน ถ้าสายนอกมีการใช้งาน ซีพียูจะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังเครื่องหมายเลข 1 ถ้าสายนอกไม่มีการใช้งาน ซีพียูจะสั่งงานควบคุมให้วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตริกซ์สวิทช์ทำการต่อเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 กับคู่สายนอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์หมายเลข 1 จะได้รับสัญญาณหมุน ซึ่งมาจากชุมสายนอก จากนั้นสามารถกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อสนทนาได้ทันที

3.3.3 กรณีเครื่องโทรศัพท์สายนอกต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน

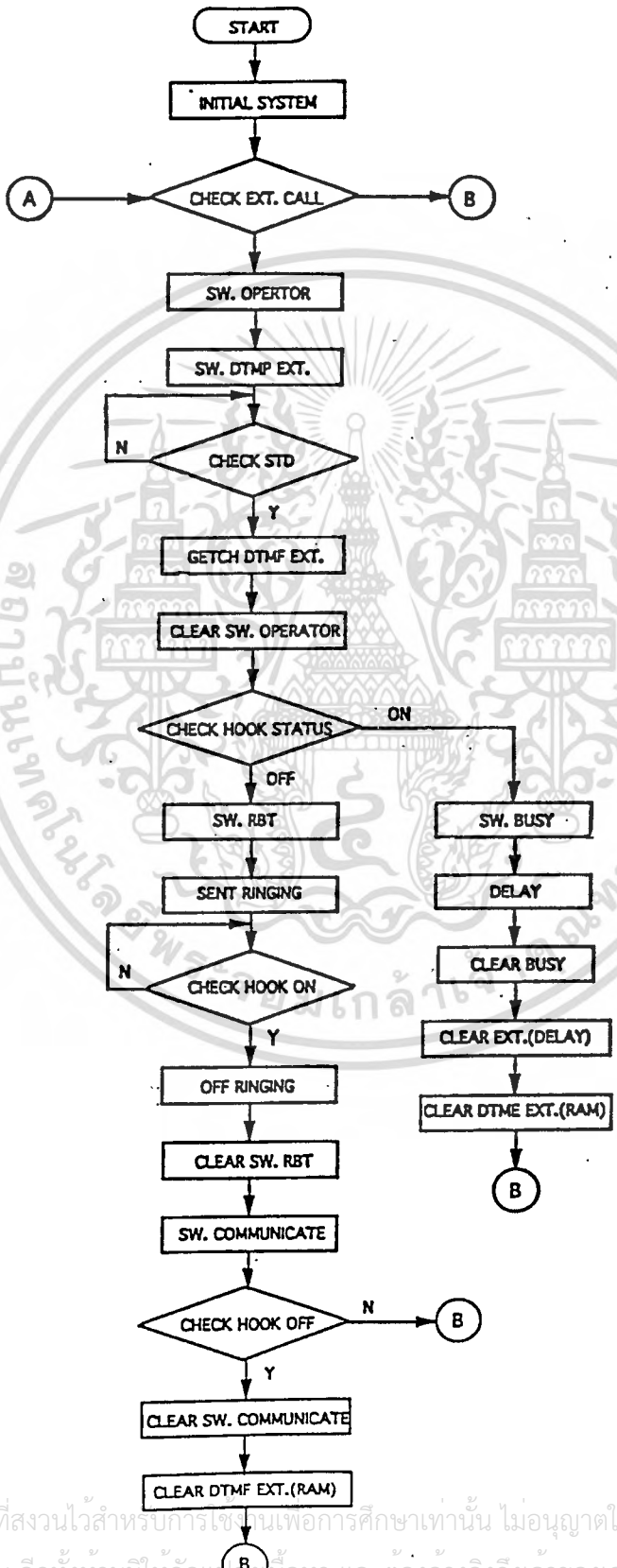
กรณีเมื่อมีเครื่องโทรศัพท์สายนอกต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในโดยมีการส่งสัญญาณเรียก เข้ามายังวงจร (เชื่อมต่อคู่สายภายนอก) สัญญาณเรียกจะถูกทำการเร็กติไฟเออร์ออกมาเป็นสัญญาณดีซีพัลส์เข้า ออปโต้ทรานซิสเตอร์ มีเอาท์พุตออกมาเป็นพัลส์ลบ ตามสัญญาณเรียกไปทริกให้วงจรโมโนสเตเบิ้ล ซึ่งปกติเอาท์พุตของโมโนสเตเบิ้ลจะเป็นลอจิก 0 เมื่อมีพัลส์มาทริกเพียงลูกเดียว เอาท์พุตของโมโนสเตเบิ้ลจะมีลอจิก 1 เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งแล้วจะกลับเป็นลอจิก 0 อีกครั้ง (พัลส์ที่ออกมาจากเอาท์พุตของโมโนสเตเบิ้ลจะมีคาบเวลาคงที่) สัญญาณนี้จะส่งผ่านพอร์ท 8255 ไปให้ซีพียูทราบว่าขณะนี้ได้มีสายนอกต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน ซีพียูจะทำการส่งสัญญาณไปให้เครื่องตอบรับโทรศัพท์ โดยที่เครื่องตอบรับนี้จะบอกให้สายนอกกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ จากนั้นซีพียูจะส่งสัญญาณเรียกไปที่โทรศัพท์เครื่องนั้น พร้อมส่งสัญญาณเรียกกลับไปที่สายนอกที่โทรเข้ามา ถ้าโทรศัพท์เครื่องที่ต้องการจะติดต่อไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างกลับไป

3.3.4 กรณีการทำงานในขณะไฟฟ้าดับ

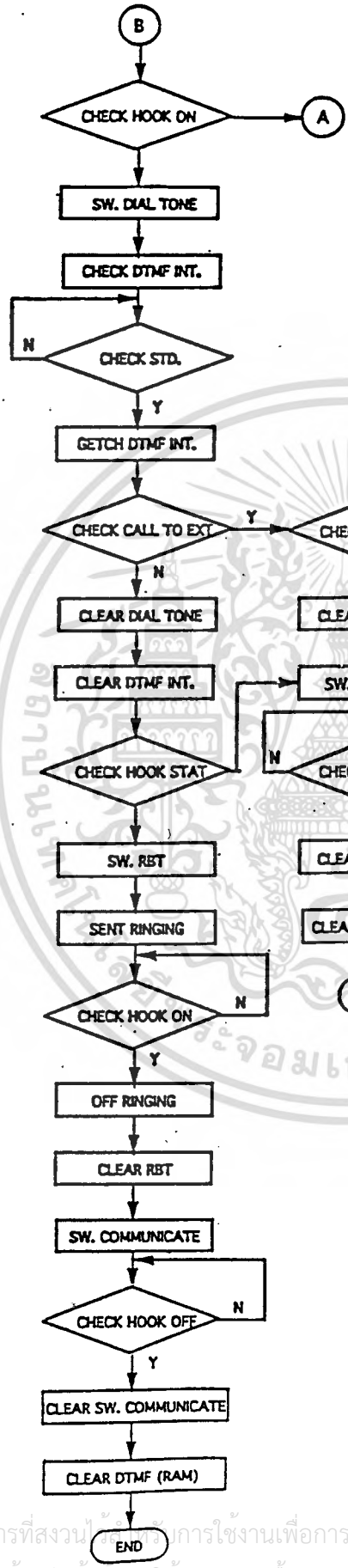
ในขณะไฟฟ้าดับคู่สายภายนอกจะทำการต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน หมายเลข 1 โดยการต่อรีเลย์ 2 หน้าสัมผัส ซึ่งหมายความว่า เวลาไฟฟ้าดับ เครื่องโทรศัพท์ภายในทุกเครื่องไม่สามารถทำงานได้ ยกเว้นเครื่องโทรศัพท์ภายในหมายเลข 1 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โฟล์ชาร์จของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (1 คู่สายภายนอก 6 คู่สายภายใน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 รูปต้นแบบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

รูปที่ 3.13 รูปถ่ายต้นแบบของเครื่องโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

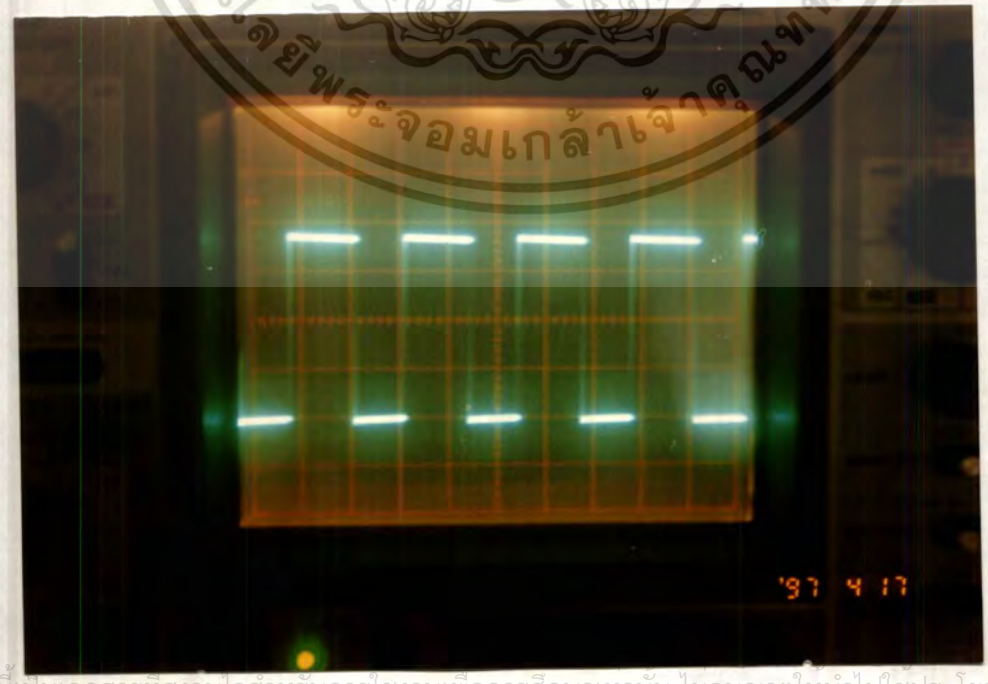
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การติดต่อภายใน

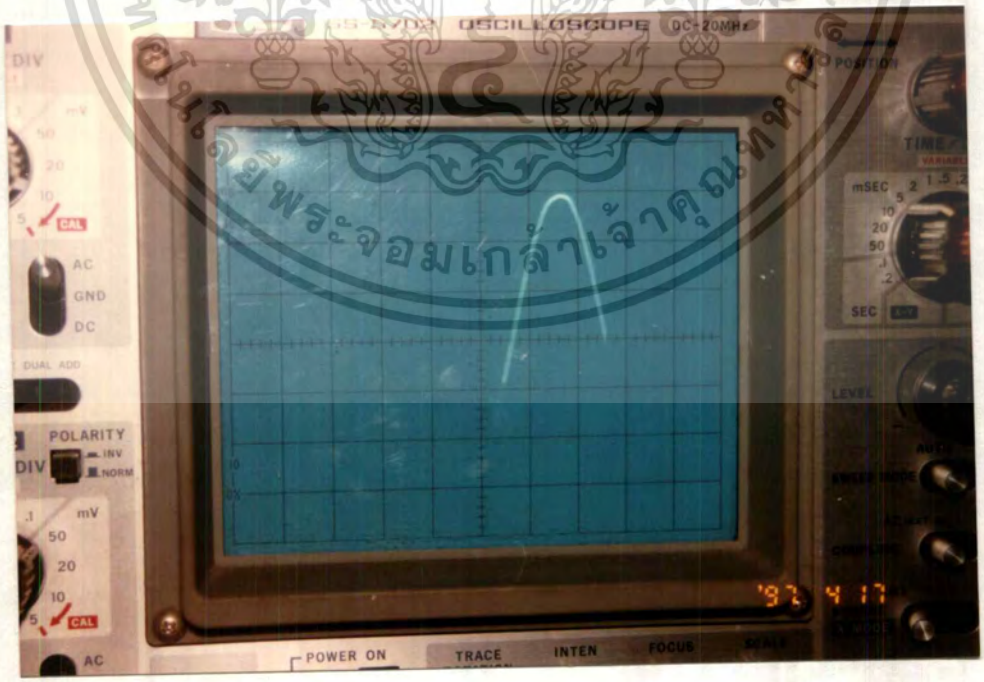
การทดลองติดต่อภายในระหว่างคู่สายภายใน 6 คู่สาย เริ่มทดลองโดยยกหูโทรศัพท์ จะได้รับสัญญาณให้กดหมายเลข ซึ่งสัญญาณนี้มีลักษณะความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ ระดับสัญญาณประมาณ 5 Vp-p ดังติดต่อกันตลอด ความชัดเจนของสัญญาณเสียงดี แต่คุณภาพของเสียงจะไม่ได้มาตราฐานเหมือนกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย การทดลองทำได้โดยการกดหมายเลขภายใน ทดลองโดยให้เครื่องโทรศัพท์เครื่องที่ 1 ทำการกดหมายเลขประจำเครื่องภายในที่ต้องการติดต่อ โดยกดหมายเลขประจำเครื่องได้ทันที เมื่อเครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อว่างอยู่ก่อนทำการเรียก เครื่องที่ 1 ที่ทำการเรียกจะได้รับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone) ซึ่งมีความ 400 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 5 Vp-p ดังแสดงดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2 ตามลำดับ และเครื่องที่ถูกเรียกจะได้รับสัญญาณเรียก (Ringing Tone) มีความถี่ 25 เฮิรตซ์ ติด 1 วินาที ดับ 3 วินาที ระดับสัญญาณประมาณ 60 Vp-p แสดงดังรูปที่ 4.3 ความดังของสัญญาณเสียงชัดเจนดี สัญญาณที่สนทนาระหว่างสายภายในด้วยกัน มีความแรงชัดเจนดี อาจมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นขณะสนทนาบ้างเล็กน้อย



รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณความถี่ 400 เฮิรตซ์ ระดับสัญญาณ 5 Vp-p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณขณะที่ไม่มีสัญญาณ (ดับ)



รูปที่ 4.3 รูปสัญญาณความถี่ 25 เฮิรตซ์ ระดับสัญญาณ 60 Vp-p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การติดต่อจากคู่สายภายในไปยังคู่สายภายนอก

การติดต่อจากคู่สายภายในไปยังคู่สายภายนอก โดยมีคู่สายภายนอก 1 คู่สาย และคู่สายภายใน 6 คู่สาย การใช้งานในการต่อคู่สายภายนอกจะต้องทำการกดรหัสผ่านก่อน คือให้กดหมายเลข "9" ถ้าสายนอกว่างอยู่หรือไม่มีคู่สายภายในเครื่องอื่นต่อกับคู่สายภายนอกอยู่ เครื่องที่ต้องการติดต่อกับภายนอกจะได้รับสัญญาณให้กดหมายเลข แต่ถ้าคู่สายภายนอกมีการใช้งานอยู่ก่อนแล้ว เครื่องที่ต้องการสายภายนอกจะได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง การทดลองปรากฏว่าสามารถติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายนอกได้ และมีระดับความดังของสัญญาณเสียงชัดเจนดี ในกรณีที่สายภายนอกถูกใช้งานอยู่แล้ว เครื่องหมายเลขอื่นที่ต้องการติดต่อกับคู่สายภายนอก ภายหลังจากกดเลข "9" แล้วจะได้รับสัญญาณสายไม่ว่างทันที

4.1.3 การทดลองติดต่อจากคู่สายภายนอก

ทำการลองเรียกจากคู่สายภายนอกมายังคู่สายภายใน ผลปรากฏว่าเสียงตอบรับมีความชัดเจนพอสมควร จากนั้นทำการกดหมายเลขภายใน "1" ขณะที่กำลังรอติดต่อกับเครื่องที่ "1" จะได้ยินเสียงสัญญาณเรียกกลับ เมื่อเครื่องที่ "1" ทำการรับสายก็สามารถสนทนากันได้ ซึ่งสัญญาณเสียงมีความชัดพอสมควร

4.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

4.2.1 หม้อแปลงแมชชิ่ง 600 โอหม์ ถ้าไม่มีเซนเตอร์แท็บแล้วต่อกับ Operator Switch กับโทรศัพท์ภายใน ซึ่งเมื่อ Operator Switch ทำงานได้ แต่สวิทช์โทรศัพท์ภายใน ที่ต่อกับโทรศัพท์ภายนอก จะไม่สามารถสนทนากันได้ เพราะจุดต่อ Operator Switch เมื่อไม่ทำงาน จะมีค่าเอาท์พุต 0 โวลท์ และทำให้สวิทช์ภายในกับภายนอกไม่สามารถสนทนากันได้ สัญญาณพูดจะถูกบายพาสส์ลงกราวด์หมด

4.2.2 ในขั้นตอนการทดลองวงจรในส่วนเชื่อมต่อภายในจะพบว่า เกิดการกระชากของกระแสไฟฟ้า ในขณะป้อนสัญญาณเรียก ทำให้โอซีออปโต้คัปเปิล เบอร์ 4N37 เสียหายบ่อยๆ

4.2.3 เมตริกช์สวิทช์เสียหายบ่อยๆ เพราะมีไฟเลี้ยง +24 โวลท์ จ่ายให้กับโทรศัพท์ภายในซึ่งจะต่ออยู่กับเมตริกช์สวิทช์ ทำให้เมตริกช์สวิทช์พังได้

4.2.4 ภาคกำเนิดสัญญาณเรียกผลิตสัญญาณกระดิ่งออกมาในระดับแรงดันต่ำ จะทำให้โทรศัพท์บางรุ่นไม่มีเสียงกระดิ่งออกมา

4.3 การแก้ไขปัญหา

4.3.1 โดยใช้หม้อแปลงแมชชิ่งที่มีเซ็นเตอร์แท็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การแก้ไขปัญหาไอซี 4N37 ซึ่งเสียบ่อยๆ กระทำได้โดยการตัดวงจรซีเนอร์ไดโอดที่ส่วนเชื่อมต่อภายใน กับตัวประจุ 0.01 ไมโครฟารัด นำออกไปทั้งหมด เพราะซีเนอร์ไดโอดเวลามีสัญญาณเรียก สัญญาณเรียกบางส่วนจะมาทำให้ IC 4N37 เสียหายได้ ส่วนตัวเก็บประจุเวลาป้อนสัญญาณเรียกจะลัดวงจรลงกราวด์ ทำให้หม้อแปลงที่ภาคจ่ายไฟเกิดการเสียหายได้

4.3.3 ใช้ซีเนอร์ไดโอด 9 โวลท์ ต่อไว้กับขาเมตริกซ์สวิทช์ทุกขาที่ต่อกับเครื่องโทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอก

4.3.4 สัญญาณกระดิ่ง เราใช้ไตรแอคเป็นสวิทช์ ความแรงและเบาของสัญญาณเรียก อยู่ที่ประมาณกระแสเกท เราสามารถปรับกระแสเกท เพื่อเพิ่มระดับความแรงของสัญญาณได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งมี 1 คู่สายภายนอก และ 6 คู่สายภายใน ซึ่งใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์ทั้งหมด ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ทำงานได้รวดเร็ว และมีขนาดเล็กกว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ใช้วงจรเชิงเส้น เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้าย ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง ทั้งยังออกแบบวงจรต่างๆ ที่ประกอบเข้ากับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อควบคุมเครื่องชุมสายโทรศัพท์ ให้ใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดในราคาถูก ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ สามารถผลิตได้เองในประเทศในราคาถูก

ทั้งนี้ปริญญานิพนธ์นี้มีความจำกัดเรื่องเวลาในการทำโครงงาน ทางคณะผู้จัดทำจึงไม่ได้ออกแบบลายปรินซ์ จึงได้ใช้ปรินซ์อเนกประสงค์แทน การทดลองเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ ในส่วนของการทดลอง สามารถทำงานได้ดี ทั้งในส่วนของการควบคุมสัญญาณเสียงต่างๆ ได้ การติดต่อระหว่างคู่สายภายนอก ภายใน และภายในด้วยกันได้ แต่ยังมีปัญหาที่เกิดขึ้นบ้าง ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมถึงงบประมาณที่ใช้ด้วย ซึ่งทางคณะผู้จัดทำหวังว่าจะมีผู้สนใจนำโครงงานชุดนี้ไปพัฒนาในส่วนของโปรแกรมได้อย่างสมบูรณ์ โดยนำแนวความคิดที่ผู้จะทำได้จะทำขึ้นไปพัฒนาและปรับปรุงให้โครงงานนี้สมบูรณ์อย่างแท้จริง

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

5.2.1 ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงาน เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

5.2.2 เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อไป ได้ศึกษาและพัฒนาระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

5.3.1 โครงงานสามารเพิ่มคู่สายภายใน และภายนอกได้โดยเพิ่มอุปกรณ์ติดต่อภายในและภายนอก และเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมขึ้น

5.3.2 โครงงานนี้สามารถเพิ่มฟังก์ชั่นต่างๆ ได้ เช่น การประชุมร่วมทางโทรศัพท์โดยการเขียนโปรแรมเพิ่มเติมเข้าไป โดยไม่ต้องเพิ่มทางด้านฮาร์ดแวร์

5.3.3 สามารถเพิ่มระบบการคิดเงินอัตโนมัติ และมอร์นิเตอร์แสดงผลต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
โปรแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

```
;*************************************************************************
;FILENAME    EXT_INT.ASM
;DESCRIPTIONEXTERNAL PHONE CALL TO INTERNAL PABX SYSTEM
;HARDWARE   JAZZ-31 V2.0
;ASSEMBLER  SXA51
;START DATE  18/2/1997
;PROGRAMER MR.SUTI PANICHAKARN (B.IND TELECOMMUNICATION KMITL.)
;*************************************************************************

        ORG 8100H     ;ORIGIN ADDRESS

;*************************************************************************
;                     ADDRESS PORTS (PPI 8255)
;*************************************************************************
PORTA_1        EQU  0FA00H;PORT A 8255#1 (ADDRESS & CS :MATRIX SW.)
PORTB_1  EQU  0FA01H      ;PORT B 8255#1 (D3-D0:DTMF1 & DTMF2)
PORTC_1  EQU  0FA02H      ;PORT C 8255#1 (CHECK EXT.,STROBE & DATA)
CPORT_1  EQU  0FA03H      ;CONTROL 8255#1 (PORT A:OUT B:IN CL:IN CH:OUT =
83H)
PORTA_2        EQU  0FE00H;PORT A 8255#2 (RELAY & OPERATOR)
PORTB_2  EQU  0FE01H      ;PORT B 8255#2 (NOT USED)
PORTC_2  EQU  0FE02H      ;PORT C 8255#2 (CHECK TEL.INTERNAL & STD DTMF)
CPORT_2  EQU  0FE03H      ;CONTROL 8255#2 (PORT A:OUT B:OUT C:IN = 89H)

;                     ADDRESS BUFFERS (EXTERNAL RAM)

H_STAT         EQU  1000H  ;HOOK STATUS
RE_STAT        EQU  1001H  ;RELAY & OPER. STATUS
HOLD_EXT EQU      1002H  ;EXTERNAL HOLD(1ST)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HOLD_ON      EQU  0003H  ;EXTERNAL HOLD (2ND)
DTMF_EXT  EQU     0004H  ;KEYS CODE DTMF.2 FROM EXTERNAL TELEPHONE
HOLD_INT  EQU     0005H  ;INTERNAL HOLD (1ST)
INT_ON   EQU 0006H  ;INTERNAL HOLD (2ND)
DTMF_INT  EQU     0007H  ;KEYS CODE DTMF.1 FROM INTERNAL TELEPHONE
IN_STAT   EQU     0008H  ;NEW HOOK STATUS INTERNAL
IN_1ST   EQU  0009H  ;NUMBER INTERNAL TELEPHONE
INT_IO   EQU  000AH ;INTERNAL-EXTERNAL HOLD
HOLD_BUSY EQU     000BH  ;BUSY HOLD INTERNAL TELEPHONE
INT_HOLD  EQU     000CH

START:       LJMP B_MAIN

INIT_SYS: MOV DPTR,#CPORT_2
      MOV A,#89H          ;SET PORT A:OUT B:OUT C:IN
      MOVX @DPTR,A              ;SEND COMMAND TO ADDRESS CONTROL
8255#2
      MOV DPTR,#CPORT_1
      MOV A,#83H          ;SET PORT A:OUT B:IN CL:IN CH:OUT
      MOVX @DPTR,A              ;SEND COMMAND TO ADDRESS CONTROL
8255#1
      MOV DPTR,#PORTA_2
      MOV A,#10000000B    ;SET OPER OFF & CLEAR ALL RELAY OFF
      MOVX @DPTR,A              ;SEND DATA TO PORT A 8255#2
      MOV DPTR,#RE_STAT
      MOVX @DPTR,A              ;STORE INITIAL RELAY & OPER. STATUS
      MOV DPTR,#PORTA_1
      MOV A,00000000B     ;CLEAR ADDRESS & CS OFF
      MOVX @DPTR,A              ;SEND DATA TO PORT A 8255#1
      MOV DPTR,#PORTC_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,#00000000B    ;CLEAR DATA & STROBE OFF
MOVX @DPTR,A        ;SEND DATA TO PORT CH 8255#1
MOV DPTR,#PORTC_2
MOVX A,@DPTR        ;IN INITIAL HOOK STATUS FROM PORT C
8255#2
MOV DPTR,#H_STAT
MOVX @DPTR,A        ;STORE HOOK STATUS
MOV A,#00H
MOV DPTR,#HOLD_EXT  ;INITIAL BUFFER HOLD_EXT
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#HOLD_ON   ;INITIAL BUFFER HOLD_ON
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#DTMF_EXT  ;INITIAL BUFFER DTMF_EXT
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#HOLD_INT  ;INITIAL BUFFER HOLD_INT
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#DTMF_INT  ;INITIAL BUFFER DTMF_INT
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#IN_STAT ;INITIAL BUFFER IN_STAT
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#IN_1ST    ;INITIAL BUFFFER IN_1ST
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#INT_ON  ;INITIAL BUFFER INT_ON
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#INT_IO    ;INITIAL BUFFER INT_IO
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#HOLD_BUSY     ;INITIAL BUFFER HOLD_BUSY
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#INT_HOLD
MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

SUB_EXT1: MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,OUT1_EXT1
        SJMP IN_EXT1
OUT1_EXT1: RET
IN_EXT1: MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,OUT2_EXT1
        SJMP EXT_1
OUT2_EXT1: RET
EXT_1: MOV DPTR,#PORTC_1
        MOVX A,@DPTR            ;IN EXT.CALL FROM PORT CL 8255#1
        ANL A,#00000001B        ;CHECK EXT.CALL
        JZ SW_OPER
        MOV DPTR,#HOLD_EXT      ;NO CALL
        MOV A,#00H              ;HOLD OFF EXTERNAL (#00H)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX @DPTR,A
        RET
SW_OPER: MOV DPTR,#HOLD_EXT     ;YES CALL
        MOV A,#0FFH             ;HOLD ON EXTERNAL (#0FFH)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ORL A,#00000001B        ;SET RELAY 2C2 ACTIVE
        MOVX @DPTR,A            ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A            ;SEND ACTIVE RELAY 2C2
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#8BH              ;SET SW.X9-Y0 (OPERS.-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H              ;SET DATA & STROBE ACTIVE
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,#01111111B        ;CLEAR OPER. ACTIVE
        MOVX @DPTR,A            ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A            ;SEND ACTIVE OPER.
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#90H              ;SET SW.X0-Y1 (EXT.-DTMF2)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H              ;SET DATA & STORE ACTIVE
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_2
WAIT_STD: MOVX A,@DPTR          ;IN STD:DTMF2 FROM PORT C 8255#2
        ANL A,#10000000B        ;CHECK STD ACTIVE
        JZ WAIT_STD
        MOV DPTR,#PORTB_1
        MOVX A,@DPTR            ;IN D3-30:DTMF2
        ANL A,#11110000B        ;CLEAR LSB
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#90H              ;SW.X0-Y1 (EXT.-DTMF2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H          ;CLEAR SW.X0-Y1 OFF (CLEAR DATA 0FF)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#8BH          ;SW.X9-Y0 (OPER.-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H          ;CLEAR DATA & SW.X9-Y0 (OPER.-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ORL A,#10000000B    ;SET OPER. OFF
        MOVX @DPTR,A            ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A            ;SEND OPER. OFF
        RET

SUB_EXT2: MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,IN_EXT2
        RET
IN_EXT2: MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,A_1
        RET
A_1:    CJNE A,#10H,A_2
        MOV R0,#00000001B   ;CALL INTEL.1
        MOV R1,#00000010B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.1 (OUT
ARGUMENTS)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
A_2:    CJNE A,#20H,A_3
        MOV R0,#00000010B   ;CALL INTEL.2
        MOV R1,#00000100B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.2
        RET
A_3:    CJNE A,#30H,A_4
        MOV R0,#00000100B   ;CALL INTEL3
        MOV R1,#00001000B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.3
        RET
A_4:    CJNE A,#40H,A_5
        MOV R0,#00001000B   ;CALL INTEL.4
        MOV R1,#00010000B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.4
        RET
A_5:    CJNE A,#50H,A_6
        MOV R0,#00010000B   ;CALL INTEL.5
        MOV R1,#00100000B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.5
        RET
A_6:    CJNE A,#60H,OUT_EXT2
        MOV R0,#00100000B   ;CALL INTEL.6
        MOV R1,#01000000B   ;STORE COMMAND RINGING INTEL.6
        RET
OUT_EXT2: MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,#11111110B        ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM (CLEAR RELAY 2C2)
        MOVX @DPTR,A            ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A            ;SEND COMMAND CLEAR EXT.(RELAY 2C2)
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOV A,#00H              ;NO KEYS CODE DTMF (#00H)
        MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_EXT3: MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,IN_EXT3
        RET
IN_EXT3: MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,IN1_EXT3
        RET
IN1_EXT3: MOV DPTR,#HOLD_ON
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,EXT3
        RET
EXT3:   MOV DPTR,#HOLD_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        CALL CH_400L
        ANL A,R0
        JZ RBT_RING             ;CHECK HOOK STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_1 ;HOOK ON
        MOV A,#83H              ;SET SW.X3-Y0 (BUSY-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H              ;SET DATA & STROBE ACTIVE
        MOVX @DPTR,A
        CALL DELAY_10S                  ;DELAY 10 SEC.
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#83H              ;SW.X3-Y0 (BUSY-EXT.)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H          ;CLEAR SW.X3-Y0 (BUSY-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,#11111110B    ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM (CLEAR RELAY 2C2)
        MOVX @DPTR,A            ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A            ;SEND COMMAND CLEAR EXT. (RELAY 2C2)
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_ON
        MOVX @DPTR,A
        RET
DELAY_10S: PUSH PSW
        PUSH 7
        PUSH 6
        MOV R7,#14H         ;20 LOOP
W0:     MOV R6,#04H
W1:     CALL DE_1
        DJNZ R6,W1
        DJNZ R7,W0
        POP 6
        POP 7
        POP PSW
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DE_1:  PUSH PSW              ;DELAY 1 SEC.
       PUSH 7
       PUSH 6
       MOV R7,#00H
       MOV R6,#00H
D1:    DJNZ R7,$
       DJNZ R6,D1
       POP 6
       POP 7
       POP PSW
       RET
RBT_RING: MOV DPTR,#PORTA_1   ;HOOK OFF
       MOV A,#84H            ;SET SW.X4-Y0 (RINGBACK-EXT.)
       MOVX @DPTR,A
       MOV DPTR,#PORTC_1
       MOV A,#30H            ;SET DATA & STROBE ACTIVE
       MOVX @DPTR,A
       MOV DPTR,#RE_STAT
       MOVX A,@DPTR                ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
       ORL A,R1              ;COMMAND START RINGING FOLLOW NUMBER IN R1
       MOVX @DPTR,A                ;STORE RELAY & OPER. STATUS
       MOV DPTR,#PORTA_2
       MOVX @DPTR,A                ;SEND START RINGING SIGNAL (SET RELAY)
REC_OFF: MOV DPTR,#PORTC_2
       MOVX A,@DPTR
       MOV DPTR,#H_STAT
       MOVX @DPTR,A
       ANL A,R0
       JZ REC_OFF
       MOV A,R1              ;HOOK ON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CPL A                   ;COMPLEMENT NUMBER IN R1
        MOV R1,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR                ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,R1                ;SET COMMAND STOP RINGING FOLLOW NUMBER IN
R1
        MOVX @DPTR,A                ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A            ;SEND STOP RINGING SIGNAL (CLEAR RELAY)
        MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,#84H              ;SW.X4-Y0 (RINGBACK-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H              ;CLEAR SW.X4-Y0 (RINGBACK-EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_EXT4: MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,IN_EXT4
        RET
IN_EXT4: MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,B_1
        RET
B_1:    CJNE A,#10H,B_2
        MOV R1,#85H             ;COMMAND SET SW.X5-Y0 (INTEL.1-EXT.)
        CALL S_COM
        RET
B_2:    CJNE A,#20H,B_3
        MOV R1,#86H             ;COMMAND SET SW.X12-Y0 (INTEL.2-EXT.)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL S_COM
        RET
B_3:    CJNE A,#30H,B_4
        MOV R1,#87H          ;COMMAND SET SW.X13-Y0 (INTEL.3-EXT.)
        CALL S_COM
        RET
B_4:    CJNE A,#40H,B_5
        MOV R1,#88H          ;COMMAND SET SW.X6-Y0 (INTEL.4-EXT.)
        CALL S_COM
        RET
B_5:    CJNE A,#50H,B_6
        MOV R1,#89H          ;COMMAND SET SW.X7-Y0 (INTEL.5-EXT.)
        CALL S_COM
        RET
B_6:    CJNE A,#60H,OUT_EXT4
        MOV R1,#8AH          ;COMMAND SET SW.X8-Y0 (INTEL.6-EXT.)
        CALL S_COM
        RET
OUT_EXT4: MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR              ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,#11111110B     ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM (CLEAR RELAY 2C2)
        MOVX @DPTR,A              ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A              ;SEND COMMAND CLEAR EXT.(RELAY 2C2)
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOV A,#00H           ;NO KEYS CODE DTMF (#00H)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_ON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        RET
S_COM:  MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,R1            ;LOAD COMMAND SET SW. FOLLOW NUMBER INTEL.
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H          ;SET DATA & STROBE ACTIVE
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_EXT5: MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,IN_EXT5
        RET
IN_EXT5: MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD KEY CODE FROM BUFFER RAM
        CJNE A,#00H,C_1
        RET
C_1:    CJNE A,#10H,C_2
C_I1:   CALL CH_400L
        ANL A,#00000001B    ;CHECK INTEL.1 (HOOK OFF)
        JZ C_1O
        RET
C_1O:   MOV R1,#85H         ;SW.X5-Y0 (INTEL.1-EXT.)
        CALL C_COM
        RET
C_2:    CJNE A,#20H,C_3
C_I2:   CALL CH_400L
        ANL A,#00000010B    ;CHECK INTEL.2 (HOOK OFF)
        JZ C_2O
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C_2O:  MOV R1,#86H          ;SW.X12-Y0 (INTEL.2-EXT.)
       CALL C_COM
       RET
C_3:   CJNE A,#30H,C_4
C_I3:  CALL CH_400L
       ANL A,#00000100B     ;CHECK INTEL.3 (HOOK OFF)
       JZ C_3O
       RET
C_3O:  MOV R1,#87H          ;SW.X13-Y0 (INTEL.3-EXT.)
       CALL C_COM
       RET
C_4:   CJNE A,#40H,C_5
C_I4:  CALL CH_400L
       ANL A,#00001000B     ;CHECK INTEL.4 (HOOK OFF)
       JZ C_4O
       RET
C_4O:  MOV R1,#88H          ;SW.X6-Y0 (INTEL.4-EXT.)
       CALL C_COM
       RET
C_5:   CJNE A,#50H,C_6
C_I5:  CALL CH_400L
       ANL A,#00010000B     ;CHECK INTEL.5 (HOOK OFF)
       JZ C_5O
       RET
C_5O:  MOV R1,#89H          ;SW.X7-Y0 (INTEL.5-EXT.)
       CALL C_COM
       RET
C_6:   CJNE A,#60H,OUT_EXT5
C_I6:  CALL CH_400L
       ANL A,#00100000B     ;CHECK INTEL.6 (HOOK OFF)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JZ C_6O
        RET
C_6O:   MOV R1,#8AH          ;SW.X8-Y0 (INTEL.6-EXT.)
        CALL C_COM
        RET
OUT_EXT5: MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11111110B     ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_ON
        MOVX @DPTR,A
        RET
C_COM:      MOV DPTR,#PORTA_1
        MOV A,R1             ;LOAD ADDRESS SW.
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H           ;CLEAR SW. (CLEAR DATA PIN)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR              ;LOAD RELAY & OPER. STATUS
        ANL A,#11111110B     ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM
        MOVX @DPTR,A              ;STORE RELAY & OPER. STATUS
        MOV DPTR,#PORTA_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A                ;SEND CLEAR EXT. (CLEAR RELAY 2C2)
        MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOV A,#00H                  ;NO KEYS CODE DTMF (#00H)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_EXT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_ON
        MOVX @DPTR,A
        RET
CH_400L: PUSH PSW
        PUSH 7
        PUSH 6
        MOV R7,#04H
IN_NHOOK: MOV R6,#00H
        MOV DPTR,#PORTC_2
IN1_NHOOK: MOVX A,@DPTR
        CJNE R6,#0FFH,N1_CHOOK
        SJMP IN2_NHOOK
N1_CHOOK: INC R6
        SJMP IN1_NHOOK
IN2_NHOOK: DJNZ R7,IN_NHOOK
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        POP 6
        POP 7
        POP PSW
        RET
CH_400L1: PUSH PSW
        PUSH 7
        PUSH 6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV R7,#1FH
IN_NHOOK1: MOV R6,#00H
        MOV DPTR,#PORTC_2
IN1_NHOOK1: MOVX A,@DPTR
        CJNE R6,#0FFH,N1_CHOOK1
        SJMP IN2_NHOOK1
N1_CHOOK1: INC R6
        SJMP IN1_NHOOK1
IN2_NHOOK1: DJNZ R7,IN_NHOOK1
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        POP 6
        POP 7
        POP PSW
        RET
SUB_INT1: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT_1
        RET
INT_1:  MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTERNAL(1ST)
        CJNE A,#00,O_INT1
        SJMP E_0                ;NOT USED INTEL.
O_INT1: RET                     ;USED INTEL.
E_0:    MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD HOOK STATUS
        MOV R2,A
        CALL CH_400L1
        MOV R3,A
        XRL A,R2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ANL A,R3                ;HOOK ON INCREMENTS
        MOV R2,A
E_1:    MOV DPTR,#DTMF_EXT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER DTMF EXTERNAL
        CJNE A,#10H,E_2
        MOV A,R2
        ANL A,#00000001B
        JZ O_E1
        MOV A,R2
        ANL A,#11111110B        ;VARIATE HOOK INCREMENTS
        MOV DPTR,#IN_STAT
        MOVX @DPTR,A            ;STORE VARIATE HOOK
O_E1:   RET
E_2:    CJNE A,#20H,E_3
        MOV A,R2
        ANL A,#00000010B
        JZ O_E2
        MOV A,R2
        ANL A,#11111101B        ;VARIATE HOOK
        MOV DPTR,#IN_STAT
        MOVX @DPTR,A            ;STORE VARIATE HOOK
O_E2:   RET
E_3:    CJNE A,#30H,E_4
        MOV A,R2
        ANL A,#00000100B
        JZ O_E3
        MOV A,R2
        ANL A,#11111011B        ;VARIATE HOOK
        MOV DPTR,#IN_STAT
        MOVX @DPTR,A            ;STORE VARIATE HOOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
O_E3:  RET
E_4:   CJNE A,#40H,E_5
       MOV A,R2
       ANL A,#00001000B
       JZ O_E4
       MOV A,R2
       ANL A,#11110111B      ;VARIATE HOOK
       MOV DPTR,#IN_STAT
       MOVX @DPTR,A                ;STORE VARIATE HOOK
O_E4:  RET
E_5:   CJNE A,#50H,E_6
       MOV A,R2
       ANL A,#00010000B
       JZ O_E5
       MOV A,R2
       ANL A,#11101111B      ;VARIATE HOOK
       MOV DPTR,#IN_STAT
       MOVX @DPTR,A                ;STORE VARIATE HOOK
O_E5:  RET
E_6:   CJNE A,#60H,OUT_INT1
       MOV A,R2
       ANL A,#00100000B
       JZ OUT_INT1
       MOV A,R2
       ANL A,#11011111B      ;VARIATE HOOK
       MOV DPTR,#IN_STAT
       MOVX @DPTR,A                ;STORE VARIATE HOOK
       RET
OUT_INT1: MOV A,R2           ;NOT VARIATE HOOK
       MOV DPTR,#IN_STAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A            ;STORE HOOK INCREMENTS
        RET
SUB_INT2: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT2
        RET
INT2:   MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER DTMF INTERNAL(USED)
        CJNE A,#00H,O_INT2
        SJMP INT_2              ;NOT USED INTEL.
O_INT2: RET                     ;USED INTEL.
INT_2:  MOV DPTR,#IN_STAT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD INTERNAL HOOK
        MOV R2,A
        ANL A,#00000001B        ;CHECK INTEL.1
        JZ F_2
        MOV DPTR,#IN_1ST        ;YES. INTEL.1
        MOV A,#00000001B
        MOVX @DPTR,A            ;STORE INTEL.1 1ST(HOOK ON)
        RET
F_2:    MOV A,R2                ;NO. INTEL.1
        ANL A,#00000010B        ;CHECK INTEL.2
        JZ F_3
        MOV DPTR,#IN_1ST        ;YES. INTEL.2
        MOV A,#00000010B
        MOVX @DPTR,A            ;STORE INTEL.2 1ST(HOOK ON)
        RET
F_3:    MOV A,R2                ;NO. INTEL.2
        ANL A,#00000100B        ;CHECK INTEL.3
        JZ F_4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV DPTR,#IN_1ST    ;YES. INTEL.3
        MOV A,#00000100B
        MOVX @DPTR,A              ;STROE INTEL.3 1ST(HOOK ON)
        RET
F_4:    MOV A,R2            ;NO. INTEL.3
        ANL A,#00001000B    ;CHECK INTEL.4
        JZ F_5
        MOV DPTR,#IN_1ST    ;YES. INTEL.4
        MOV A,#00001000B
        MOVX @DPTR,A              ;STORE INTEL.4 1ST(HOOK ON)
        RET
F_5:    MOV A,R2            ;NO. INTEL.4
        ANL A,#00010000B    ;CHECK INTEL.5
        JZ F_6
        MOV DPTR,#IN_1ST    ;YES. INTEL.5
        MOV A,#00010000B
        MOVX @DPTR,A              ;STORE INTEL.5 1ST(HOOK ON)
        RET
F_6:    MOV A,R2            ;NO. INTEL.5
        ANL A,#00100000B    ;CHECK INTEL.6
        JZ OUT_INT2
        MOV DPTR,#IN_1ST    ;YES. INTEL.6
        MOV A,#00100000B
        MOVX @DPTR,A              ;STORE INTEL.6 1ST(HOOK ON)
        RET
OUT_INT2: MOV DPTR,#IN_1ST        ;NONE INTEL. HOOK ON
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_INT3: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT3
        RET
INT3:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,O_INT3
        SJMP INT_3
O_INT3: RET
INT_3:  MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTEL. (1ST)
        CJNE A,#00H,G_1
        RET
G_1:    CJNE A,#00000001B,G_2   ;INTEL.1
        MOV A,#0A2H             ;SET SW.X2-Y2 (DIAL-INTEL.1)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0A1H             ;SET SW.X1-Y2 (DTMF.1-INTEL.1)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
G_2:    CJNE A,#00000010B,G_3   ;INTEL.2
        MOV A,#0B2H             ;SET SW.X2-Y3 (DIAL-INTEL.2)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0B1H             ;SET SW.X1-Y3 (DTMF.1-INTEL.2)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
G_3:    CJNE A,#00000100B,G_4   ;INTEL.3
        MOV A,#0C2H             ;SET SW.X2-Y4 (DIAL-INTEL.3)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0C1H             ;SET SW.X1-Y4 (DTMF.1-INTEL.3)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
G_4:    CJNE A,#00001000B,G_5        ;INTEL.4
        MOV A,#0D2H          ;SET SW.X2-Y5 (DIAL-INTEL.4)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0D1H          ;SET SW.X1-Y5 (DTMF.1-INTEL.4)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
G_5:    CJNE A,#00010000B,G_6        ;INTEL.5
        MOV A,#0E2H          ;SET SW.X2-Y6 (DIAL-INTEL.5)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0E1H          ;SET SW.X1-Y6 (DTMF.1-INTEL.5)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
G_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_INT3        ;INTEL.6
        MOV A,#0F2H          ;SET SW.X2-Y7 (DIAL-INTEL.6)
        CALL DIAL_DTMF1
        MOV A,#0F1H          ;SET SW.X1-Y7 (DTMF.1-INTEL.6)
        CALL DIAL_DTMF1
        RET
OUT_INT3: MOV DPTR,#IN_1ST
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A
        RET
DIAL_DTMF1: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_INT4: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE A,#0FFH,I_I4
        RET
I_I4:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,O_INT4
        SJMP IN4
O_INT4: RET
IN4:    MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTEL. (1ST)
        CJNE A,#00H,INT4
        RET
INT4:   MOV DPTR,#PORTC_2
INT_4:  MOVX A,@DPTR
        ANL A,#01000000B        ;CHECK STD DTMF1
        JZ INT_4
        MOV DPTR,#PORTB_1 ;YES STD DTMF1 ACTIVE
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#00001111B        ;CLEAR MSB
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX @DPTR,A            ;STORE KEYCODE DTMF1 (INTERNAL)
J_1:    MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTEL. (1ST)
        CJNE A,#00000001B,J_2   ;INTEL.1
        MOV A,#0A2H             ;SW.X2-Y2 (DIAL-INTEL.1)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0A1H             ;SW.X1-Y2 (DTMF.1-INTEL.1)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
J_2:    CJNE A,#00000010B,J_3   ;INTEL.2
        MOV A,#0B2H             ;SW.X2-Y3 (DIAL-INTEL.2)
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0B1H          ;SW.X1-Y3 (DTMF.1-INTEL.2)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
J_3:    CJNE A,#00000100B,J_4        ;INTEL.3
        MOV A,#0C2H          ;SW.X2-Y4 (DIAL-INTEL.3)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0C1H          ;SW.X1-Y4 (DTMF.1-INTEL.3)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
J_4:    CJNE A,#00001000B,J_5        ;INTEL.4
        MOV A,#0D2H          ;SW.X2-Y5 (DIAL-INTEL.4)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0D1H          ;SW.X1-Y5 (DTMF.1-INTEL.4)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
J_5:    CJNE A,#00010000B,J_6        ;INTEL.5
        MOV A,#0E2H          ;SW.X2-Y6 (DIAL-INTEL.5)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0E1H          ;SW.X1-Y6 (DTMF.1-INTEL.5)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
J_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_INT4        ;INTEL.6
        MOV A,#0F2H          ;SW.X2-Y7 (DIAL-INTEL.6)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        MOV A,#0F1H          ;SW.X1-Y7 (DTMF.1-INTEL.6)
        CALL C_DIAL_DTMF1
        RET
OUT_INT4: MOV DPTR,#IN_1ST
        MOV A,#00H
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        RET
C_DIAL_DTMF1: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H
        MOVX @DPTR,A
        RET

SUB_INT5: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT5
        RET
INT5:   MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT_5
        RET
INT_5:  MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,K_1
        RET
K_1:    MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTERNAL TELEPHONE
        CJNE A,#01H,K_2         ;INTEL.1
        CALL CH_400L
        ANL A,#00000001B    ;CHECK HOOK OFF
        JZ K_1RING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL BUSY_INT           ;HOOK ON
        RET
K_1RING: CALL RBT_INT           ;HOOK OFF
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#00000010B    ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
K_2:    CJNE A,#02H,K_3         ;INTEL.2
        CALL CH_400L
        ANL A,#00000010B    ;CHECK HOOK OFF
        JZ K_2RING
        CALL BUSY_INT           ;HOOK ON
        RET
K_2RING: CALL RBT_INT           ;HOOK OFF
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#00000100B    ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
K_3:    CJNE A,#03H,K_4         ;INTEL.3
        CALL CH_400L
        ANL A,#00000100B    ;CHECK HOOK OFF
        JZ K_3RING
        CALL BUSY_INT           ;HOOK ON
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
K_3RING: CALL RBT_INT          ;HOOK OFF
         MOV DPTR,#RE_STAT
         MOVX A,@DPTR
         ORL A,#00001000B      ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.3
         MOVX @DPTR,A
         MOV DPTR,#PORTA_2
         MOVX @DPTR,A
         RET
K_4:     CJNE A,#04H,K_5       ;INTEL.4
         CALL CH_400L
         ANL A,#00001000B      ;CHECK HOOK OFF
         JZ K_4RING
         CALL BUSY_INT         ;HOOK ON
         RET
K_4RING: CALL RBT_INT          ;HOOK OFF
         MOV DPTR,#RE_STAT
         MOVX A,@DPTR
         ORL A,#00010000B      ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.4
         MOVX @DPTR,A
         MOV DPTR,#PORTA_2
         MOVX @DPTR,A
         RET
K_5:     CJNE A,#05H,K_6       ;INTEL.5
         CALL CH_400L
         ANL A,#00010000B      ;CHECK HOOK OFF
         JZ K_5RING
         CALL BUSY_INT         ;HOOK ON
         RET
K_5RING: CALL RBT_INT          ;HOOK OFF
         MOV DPTR,#RE_STAT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#00100000B      ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.5
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
K_6:    CJNE A,#06H,K_9               ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.6
        CALL CH_400L
        ANL A,#00100000B      ;CHECK HOOK OFF
        JZ K_6RING
        CALL BUSY_INT                 ;HOOK ON
        RET
K_6RING: CALL RBT_INT                 ;HOOK OFF
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#01000000B      ;SET RINGING SIGNAL TO INTEL.6
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
K_9:    CJNE A,#09H,OUT_INT5          ;EXT.
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#00000001B      ;CHECK EXT. (USED)
        JZ IN_EXT
OUT_INT5: CALL BUSY_INT               ;USED
        RET
IN_EXT: MOV DPTR,#IN_1ST  ;NOT USED
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#INT_IO
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        MOV A,#00H
        MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ORL A,#00000001B      ;SET RELAY 2C2 (USED EXT.)
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_IO
        MOVX A,@DPTR                ;LOAD NUMBER INTEL.
X_1:    CJNE A,#00000001B,X_2
        MOV A,#0A0H           ;SW.X0-Y2 (EXT.-INTEL.1)
        CALL SCOM_IO
        RET
X_2:    CJNE A,#00000010B,X_3
        MOV A,#0B0H           ;SW.X0-Y3 (EXT.-INTEL.2)
        CALL SCOM_IO
        RET
X_3:    CJNE A,#00000100B,X_4
        MOV A,#0C0H           ;SW.X0-Y4 (EXT.-INTEL.3)
        CALL SCOM_IO
        RET
X_4:    CJNE A,#00001000B,X_5
        MOV A,#0D0H           ;SW.X0-Y5 (EXT.-INTEL.4)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL SCOM_IO
        RET
X_5:    CJNE A,#00010000B,X_6
        MOV A,#0E0H          ;SW.X0-Y6 (EXT.-INTEL.5)
        CALL SCOM_IO
        RET
X_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_IO
        MOV A,#0F0H          ;SW.X0-Y7 (EXT.-INTEL.6)
        CALL SCOM_IO
        RET
OUT_IO: MOV A,#00H
        MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_IO
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11111110B     ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
SCOM_IO: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        RET
BUSY_INT: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR            ;LOAD NUMBER INTEL.
        CJNE A,#00000001B,L_2
        MOV A,#0A3H             ;SW.X3-Y2 (BUSY-INTEL.1)
        CALL S_BUSY
        RET
L_2:    CJNE A,#00000010B,L_3
        MOV A,#0B3H             ;SW.X3-Y3 (BUSY-INTEL.2)
        CALL S_BUSY
        RET
L_3:    CJNE A,#00000100B,L_4
        MOV A,#0C3H             ;SW.X3-Y4 (BUSY-INTEL.3)
        CALL S_BUSY
        RET
L_4:    CJNE A,#00001000B,L_5
        MOV A,#0D3H             ;SW.X3-Y5 (BUSY-INTEL.4)
        CALL S_BUSY
        RET
L_5:    CJNE A,#00010000B,L_6
        MOV A,#0E3H             ;SW.X3-Y6 (BUSY-INTEL.5)
        CALL S_BUSY
        RET
L_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_L
        MOV A,#0F3H             ;SW.X3-Y7 (BUSY-INTEL.6)
        CALL S_BUSY
```

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT_L:          RET
S_BUSY: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H
        MOVX @DPTR,A
        RET
RBT_INT: MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR                ;LOAD NUMBER INTEL.
        CJNE A,#00000001B,M_2
        MOV A,#0A4H         ;SW.X4-Y2 (RBT-INTEL.1)
        CALL S_RBT
        RET
M_2:    CJNE A,#00000010B,M_3
        MOV A,#0B4H         ;SW.X4-Y3 (RBT-INTEL.2)
        CALL S_RBT
        RET
M_3:    CJNE A,#00000100B,M_4
        MOV A,#0C4H         ;SW.X4-Y4 (RBT-INTEL.3)
        CALL S_RBT
        RET
M_4:    CJNE A,#00001000B,M_5
        MOV A,#0D4H         ;SW.X4-Y5 (RBT-INTEL.4)
        CALL S_RBT
        RET
M_5:    CJNE A,#00010000B,M_6
        MOV A,#0E4H         ;SW.X4-Y6 (RBT-INTEL.5)
        CALL S_RBT
        RET
M_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_M
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV A,#0F4H          ;SW.X4-Y7 (RBT-INTEL.6)
        CALL S_RBT
OUT_M:  RET
S_RBT:  MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H
        MOVX @DPTR,A
        RET

SUB_INT6: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT6
        RET
INT6:   MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#0FFH,INT_6
        RET
INT_6:  MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,N_1
        RET
N_1:    CJNE A,#01H,N_2
O_N1:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        ANL A,#00000001B
        JZ O_N1
        MOV DPTR,#RE_STAT
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11111101B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
        RET
N_2:    CJNE A,#02H,N_3
O_N2:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        ANL A,#00000010B
        JZ O_N2
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11111011B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
        RET
N_3:    CJNE A,#03H,N_4
O_N3:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        ANL A,#00000100B
        JZ O_N3
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11110111B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
        RET
N_4:    CJNE A,#04H,N_5
O_N4:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ANL A,#00001000B
        JZ O_N4
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11101111B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
        RET
N_5:    CJNE A,#05H,N_6
O_N5:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        ANL A,#00010000B
        JZ O_N5
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11011111B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
        RET
N_6:    CJNE A,#06H,O_NN
O_N6:   MOV DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        MOV DPTR,#H_STAT
        MOVX @DPTR,A
        ANL A,#00100000B
        JZ O_N6
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#10111111B
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOV A,#0FFH
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        CALL C_RBT
        CALL SCOM_INT
O_NN:   RET
C_RBT:          MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE A,#00000001B,P_2
        MOV A,#0A4H
        CALL CRBT
        RET
P_2:    CJNE A,#00000010B,P_3
        MOV A,#0B4H
        CALL CRBT
        RET
P_3:    CJNE A,#00000100B,P_4
        MOV A,#0C4H
        CALL CRBT
        RET
P_4:    CJNE A,#00001000B,P_5
        MOV A,#0D4H
        CALL CRBT
        RET
P_5:    CJNE A,#00010000B,P_6
        MOV A,#0E4H
        CALL CRBT
        RET
P_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_P
        MOV A,#0F4H
        CALL CRBT
OUT_P:RET
CRBT:  MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H
        MOVX @DPTR,A
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SCOM_INT: MOV DPTR,#IN_1ST
          MOVX A,@DPTR
Q_1:      CJNE A,#00000001B,Q_2
          MOV DPTR,#DTMF_INT
          MOVX A,@DPTR
R_2:      CJNE A,#02H,R_2
          MOV A,#0A6H
          CALL SCOM
          RET
R_3:      CJNE A,#03H,R_4
          MOV A,#0A7H
          CALL SCOM
          RET
R_4:      CJNE A,#04H,R_5
          MOV A,#0A8H
          CALL SCOM
          RET
R_5:      CJNE A,#05H,R_6
          MOV A,#0A9H
          CALL SCOM
          RET
R_6:      CJNE A,#06H,OUT_R
          MOV A,#0AAH
          CALL SCOM
OUT_R:          RET
Q_2:      CJNE A,#00000010B,Q_3
          MOV DPTR,#DTMF_INT
          MOVX A,@DPTR
S_1:      CJNE A,#01H,S_3
          MOV A,#0B5H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL SCOM
        RET
S_3:    CJNE A,#03H,S_4
        MOV A,#0B7H
        CALL SCOM
        RET
S_4:    CJNE A,#04H,S_5
        MOV A,#0B8H
        CALL SCOM
        RET
S_5:    CJNE A,#05H,S_6
        MOV A,#0B9H
        CALL SCOM
        RET
S_6:    CJNE A,#06H,OUT_S
        MOV A,#0BAH
        CALL SCOM
OUT_S:RET
Q_3:    CJNE A,#00000100B,Q_4
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
T_1:    CJNE A,#01H,T_2
        MOV A,#0C5H
        CALL SCOM
        RET
T_2:    CJNE A,#02H,T_4
        MOV A,#0C6H
        CALL SCOM
        RET
T_4:    CJNE A,#04H,T_5
```

เอกสารนี้เป็นสิ่งที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV A,#0C8H
        CALL SCOM
        RET
T_5:    CJNE A,#05H,T_6
        MOV A,#0C9H
        CALL SCOM
        RET
T_6:    CJNE A,#06H,OUT_T
        MOV A,#0CAH
        CALL SCOM
OUT_T:  RET
Q_4:    CJNE A,#00001000B,Q_5
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
U_1:    CJNE A,#01H,U_2
        MOV A,#0D5H
        CALL SCOM
        RET
U_2:    CJNE A,#02H,U_3
        MOV A,#0D6H
        CALL SCOM
        RET
U_3:    CJNE A,#03H,U_5
        MOV A,#0D7H
        CALL SCOM
        RET
U_5:    CJNE A,#05H,U_6
        MOV A,#0D9H
        CALL SCOM
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
U_6:    CJNE A,#06H,OUT_U
        MOV A,#0DAH
        CALL SCOM
OUT_U:  RET
Q_5:    CJNE A,#00010000B,Q_6
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
V_1:    CJNE A,#01H,V_2
        MOV A,#0E5H
        CALL SCOM
        RET
V_2:    CJNE A,#02H,V_3
        MOV A,#0E6H
        CALL SCOM
        RET
V_3:    CJNE A,#03H,V_4
        MOV A,#0E7H
        CALL SCOM
        RET
V_4:    CJNE A,#04H,V_6
        MOV A,#0E8H
        CALL SCOM
        RET
V_6:    CJNE A,#06H,OUT_V
        MOV A,#0EAH
        CALL SCOM
OUT_V:  RET
Q_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_Q
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
W_1:    CJNE A,#01H,W_2
        MOV A,#0F5H
        CALL SCOM
        RET
W_2:    CJNE A,#02H,W_3
        MOV A,#0F6H
        CALL SCOM
        RET
W_3:    CJNE A,#03H,W_4
        MOV A,#0F7H
        CALL SCOM
        RET
W_4:    CJNE A,#04H,W_5
        MOV A,#0F8H
        CALL SCOM
        RET
W_5:    CJNE A,#05H,OUT_W
        MOV A,#0F9H
        CALL SCOM
OUT_W:      RET
OUT_Q:      RET
SCOM: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#30H
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_INT7: MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,INT7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
INT7:   MOV DPTR,#INT_ON
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,INT_7
        RET
INT_7:  MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,INT_71
        RET
INT_71:         CALL CH_400L1
        MOV R2,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00000001B,O_71
        ANL A,R2
        JZ Q_11
O_71:   SJMP INT_72
Q_11:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
R_22:   CJNE A,#02H,R_33
        MOV A,#0A6H
        CALL CCOM
        RET
R_33:   CJNE A,#03H,R_44
        MOV A,#0A7H
        CALL CCOM
        RET
R_44:   CJNE A,#04H,R_55
        MOV A,#0A8H
        CALL CCOM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
R_55:   CJNE A,#05H,R_66
        MOV A,#0A9H
        CALL CCOM
        RET
R_66:   CJNE A,#06H,OUT_RR
        MOV A,#0AAH
        CALL CCOM
OUT_RR:         RET
INT_72: CJNE A,#00000010B,O_72
        ANL A,R2
        JZ Q_22
O_72:   SJMP INT_73
Q_22:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
S_11:   CJNE A,#01H,S_33
        MOV A,#0B5H
        CALL CCOM
        RET
S_33:   CJNE A,#03H,S_44
        MOV A,#0B7H
        CALL CCOM
        RET
S_44:   CJNE A,#04H,S_55
        MOV A,#0B8H
        CALL CCOM
        RET
S_55:   CJNE A,#05H,S_66
        MOV A,#0B9H
        CALL CCOM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET
S_66:   CJNE A,#06H,OUT_SS
        MOV A,#0BAH
        CALL CCOM
OUT_SS:         RET
INT_73: CJNE A,#00000100B,O_73
        ANL A,R2
        JZ Q_33
O_73:   SJMP INT_74
Q_33:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
T_11:   CJNE A,#01H,T_22
        MOV A,#0C5H
        CALL CCOM
        RET
T_22:   CJNE A,#02H,T_44
        MOV A,#0C6H
        CALL CCOM
        RET
T_44:   CJNE A,#04H,T_55
        MOV A,#0C8H
        CALL CCOM
        RET
T_55:   CJNE A,#05H,T_66
        MOV A,#0C9H
        CALL CCOM
        RET
T_66:   CJNE A,#06H,OUT_TT
        MOV A,#0CAH
        CALL CCOM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT_TT:      RET
INT_74: CJNE A,#00001000B,O_74
        ANL A,R2
        JZ Q_44
O_74:   SJMP INT_75
Q_44:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
U_11:   CJNE A,#01H,U_22
        MOV A,#0D5H
        CALL CCOM
        RET
U_22:   CJNE A,#02H,U_33
        MOV A,#0D6H
        CALL CCOM
        RET
U_33:   CJNE A,#03H,U_55
        MOV A,#0D7H
        CALL CCOM
        RET
U_55:   CJNE A,#05H,U_66
        MOV A,#0D9H
        CALL CCOM
        RET
U_66:   CJNE A,#06H,OUT_UU
        MOV A,#0DAH
        CALL CCOM
OUT_UU:      RET
INT_75: CJNE A,#00010000B,O_75
        ANL A,R2
        JZ Q_55
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
O_75:   SJMP INT_76
Q_55:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
V_11:   CJNE A,#01H,V_22
        MOV A,#0E5H
        CALL CCOM
        RET
V_22:   CJNE A,#02H,V_33
        MOV A,#0E6H
        CALL CCOM
        RET
V_33:   CJNE A,#03H,V_44
        MOV A,#0E7H
        CALL CCOM
        RET
V_44:   CJNE A,#04H,V_66
        MOV A,#0E8H
        CALL CCOM
        RET
V_66:   CJNE A,#06H,OUT_VV
        MOV A,#0EAH
        CALL CCOM
OUT_VV:     RET
INT_76: CJNE A,#00100000B,O_76
        ANL A,R2
        JZ Q_66
O_76:   RET
Q_66:   MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX A,@DPTR
W_11:   CJNE A,#01H,W_22
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV A,#0F5H
        CALL CCOM
        RET
W_22:   CJNE A,#02H,W_33
        MOV A,#0F6H
        CALL CCOM
        RET
W_33:   CJNE A,#03H,W_44
        MOV A,#0F7H
        CALL CCOM
        RET
W_44:   CJNE A,#04H,W_55
        MOV A,#0F8H
        CALL CCOM
        RET
W_55:   CJNE A,#05H,OUT_WW
        MOV A,#0F9H
        CALL CCOM
OUT_WW:     RET
CCOM:       MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H
        MOVX @DPTR,A
        MOV A,#00H
        MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_STAT
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_HOLD
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_INT8: MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00H,INT_8
        RET
INT_8:  CALL CH_400L1
        MOV R3,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX A,@DPTR
        CJNE A,#00000001B,L_22
        ANL A,R3
        JNZ O_L11
        MOV A,#0A3H
        CALL CBUSY
O_L11: RET
L_22:   CJNE A,#00000010B,L_33
        ANL A,R3
        JNZ O_L22
        MOV A,#0B3H
        CALL CBUSY
O_L22: RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
L_33:   CJNE A,#00000100B,L_44
        ANL A,R3
        JNZ O_L33
        MOV A,#0C3H
        CALL CBUSY
O_L33: RET
L_44:   CJNE A,#00001000B,L_55
        ANL A,R3
        JNZ O_L44
        MOV A,#0D3H
        CALL CBUSY
O_L44: RET
L_55:   CJNE A,#00010000B,L_66
        ANL A,R3
        JNZ O_L55
        MOV A,#0E3H
        CALL CBUSY
O_L55: RET
L_66:   CJNE A,#00100000B,OUT_LL
        ANL A,R3
        JNZ OUT_LL
        MOV A,#0F3H
        CALL CBUSY
OUT_LL:     RET
CBUSY:      MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H
        MOVX @DPTR,A
        MOV A,#00H
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV DPTR,#HOLD_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#DTMF_INT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_STAT
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#IN_1ST
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#HOLD_BUSY
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_ON
        MOVX @DPTR,A
        RET
SUB_INT9: MOV DPTR,#INT_IO
        MOVX A,@DPTR
        MOV R5,A
        CJNE A,#00H,INT_9
        RET
INT_9:  CJNE A,#00000001B,Y_2
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_O1
        MOV A,#0A0H
        CALL CCOM_IO
Y_O1:   RET
Y_2:    CJNE A,#00000010B,Y_3
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_Ó2
        MOV A,#0B0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL CCOM_IO
Y_O2:   RET
Y_3:    CJNE A,#00000100B,Y_4
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_O3
        MOV A,#0C0H
        CALL CCOM_IO
Y_O3:   RET
Y_4:    CJNE A,#00001000B,Y_5
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_O4
        MOV A,#0D0H
        CALL CCOM_IO
Y_O4:   RET
Y_5:    CJNE A,#00010000B,Y_6
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_O5
        MOV A,#0E0H
        CALL CCOM_IO
Y_O5:   RET
Y_6:    CJNE A,#00100000B,OUT_INT9
        CALL CH_400L
        ANL A,R5
        JNZ Y_O6
        MOV A,#0F0H
        CALL CCOM_IO
Y_O6:   RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT_INT9: RET
CCOM_IO: MOV DPTR,#PORTA_1
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTC_1
        MOV A,#10H
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#RE_STAT
        MOVX A,@DPTR
        ANL A,#11111110B      ;CLEAR EXT. OUT OF SYSTEM
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#PORTA_2
        MOVX @DPTR,A
        MOV DPTR,#INT_IO
        MOV A,#00H
        MOVX @DPTR,A
        RET
B_MAIN:       CALL INIT_SYS
R_TURN: CALL SUB_EXT1
        CALL SUB_EXT2
        CALL SUB_EXT3
        CALL SUB_EXT4
        CALL SUB_EXT5
        CALL SUB_INT1
        CALL SUB_INT2
        CALL SUB_INT3
        CALL SUB_INT4
        CALL SUB_INT5
        CALL SUB_INT6
        CALL SUB_INT7
        CALL SUB_INT8
```

CALL SUB_INT9
STMP R_TURN
END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL SUB_INT9
        SJMP R_TURN
        END
;*******************************************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. Data Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

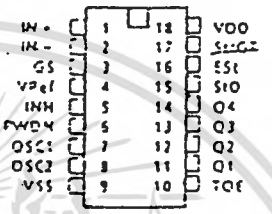
ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1
Integrated DTMF Receiver

9161-002 024-NA ISSUE 1 November 1993

Features
- Complete DTMF Receiver
- Low Power Consumption
- Internal Gain Setting Amplifier
- Adjustable Guard Time
- Central Office Quality
- Power-down Mode
- Inhibit Mode

Applications
- Receiver System for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870C-1)
- Paging Systems
- Repeater Systems/Mobile Radio
- Credit Card Systems
- Remote Control
- Personal Computers
- Telephone Answering Machine

Pin Connections



Ordering Information

MT8870CE/MT8870CE-1 Plastic DIP
MT8870CC/MT8870CC-1 Ceramic DIP
MT8870CS/MT8870CS-1 SOIC
0 to +70 °C
−40 °C to +85 °C

Description

The MT8870C/MT8870C-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO²-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

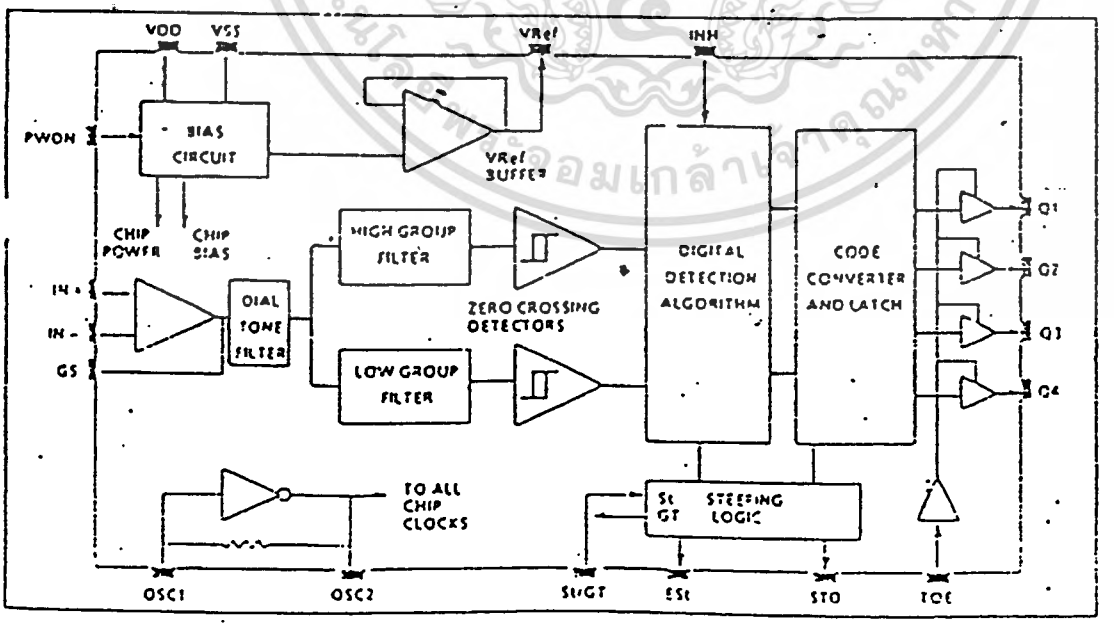


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		6	V
2	Voltage on any pin	V_I	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	−65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		1000	mW

*Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
Derate above 75°C at 16 mW/°C. All leads soldered to board.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated

	Parameter	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T_O	−40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f_c		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δf_c		±0.1		%	

† Typical figures are at 25°C and are for design aid only, not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40°C\le T_O\le+85°C$, unless otherwise stated

		Characteristics	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}			100	μA	PWDN = V_{DD}
2	SUPPLY	Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3	SUPPLY	Power consumption	P_D		15	50	mW	f_c = 3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD} = 5.0V
5	INPUTS	Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD} = 5.0V
6	INPUTS	Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		μA	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}
7	INPUTS	Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10) = 0, V_{DD} = 5.0V
8	INPUTS	Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	μA	INH = 5.0V, PWDN = 5.0V, V_{DD} = 5.0V
9	INPUTS	Input impedance (IN+, IN−)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10	INPUTS	Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2		2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			$V_{SS}+0.03$	V	No load
12	OUTPUTS	High level output voltage	V_{OH}	$V_{DD}-0.03$			V	No load
13	OUTPUTS	Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT} = 0.4 V
14	OUTPUTS	Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT} = 4.6 V
15	OUTPUTS	V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.4		2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16	OUTPUTS	V_{Ref} output resistance	R_{OR}		10		kΩ	

† Typical figures are at 25°C and are for design aid only, not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN−	Inverting Op Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V_{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig.2).
5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V_{SS}	Negative Power Supply (Input).
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	ESt	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	V_{DD}	Positive power supply (Input).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	IN+	Non-Inverting Op Amp (Input).
2	IN−	Inverting Op Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V_{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig.2).
5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V_{SS}	Negative Power Supply (Input).
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	ESt	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	V_{DD}	Positive power supply (Input).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40°C \le T_O \le +85°C$, unless otherwise stated.

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$-3.0V \le V_{IN} \le 3.0V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS}
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Maximum resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{DD}	No Load

MT8870C AC Electrical Characteristics* - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40°C \le T_O \le +85°C$, using Test Circuit shown in Figure 2

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29			dBm	1,2,3,5,6,9
			-27.5			mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
					+1	dBm	1,2,3,5,6,9
					0.869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
3	Positive twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4	Frequency deviation accept		± 1.5% ± 2 Hz				2, 3, 5, 9
5	Frequency deviation reject		± 3.5%			-	2, 3, 5, 9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2, 3, 4, 5, 9, 10
7	Noise tolerance			-12		dB	2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11

*Typical figures are at 25 °C and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

* NOTES

1 dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load

2 Digit sequence consists of all DTMF tones.

3 Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms

4 Signal condition consists of nominal DTMF frequencies

5 Both tones in composite signal have an equal amplitude

6 Tone pair is deviated by ± 1.5 % ± 2 Hz.

7 Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.

8 The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %

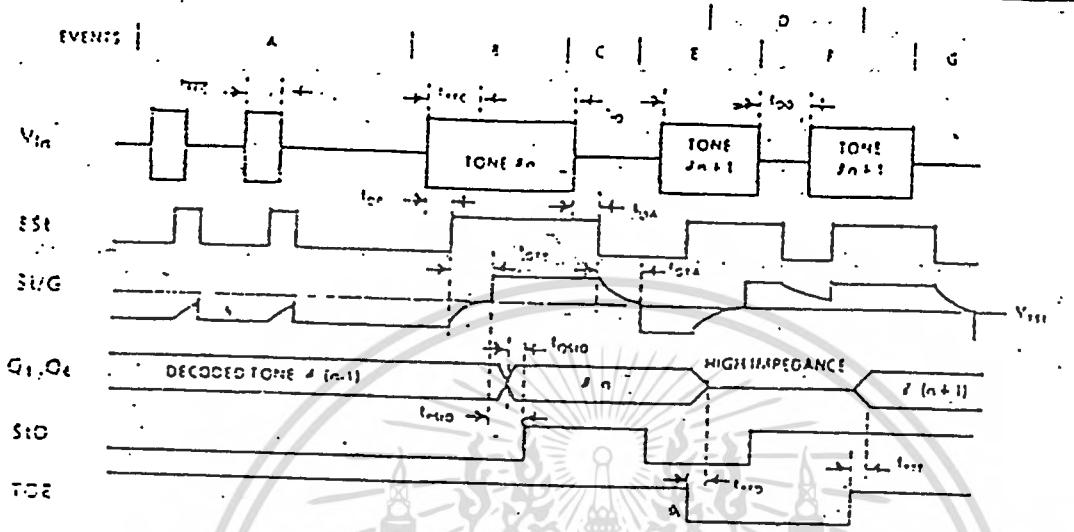
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.

10 Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal

11 Referenced to the minimum valid accept level

12 For guard time calculation purposes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED. TONE DURATION INVALID. OUTPUTS NOT UPDATED.

B) TONE f_n DETECTED. TONE DURATION VALID. TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS.

C) END OF TONE f_n DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID. OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE f_{n+1} DETECTED. TONE DURATION VALID. TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE)

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE f_{n+1}. TONE ABSENT DURATION INVALID. OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE f_{n+1} DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID. OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL

ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.

St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT: DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT

StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.

TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT) A LOW LEVEL SHIFTS Q_1, Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

t_{REC} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID

t_{DP} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.

t_{REC} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS

t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL

t_{GP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS

t_{GA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT

Figure 3- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8870C/MT8870C-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 4). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes V_C (see Figure 5) to rise as the capacitor discharges. Provided signal condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}), V_C reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives V_C to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate

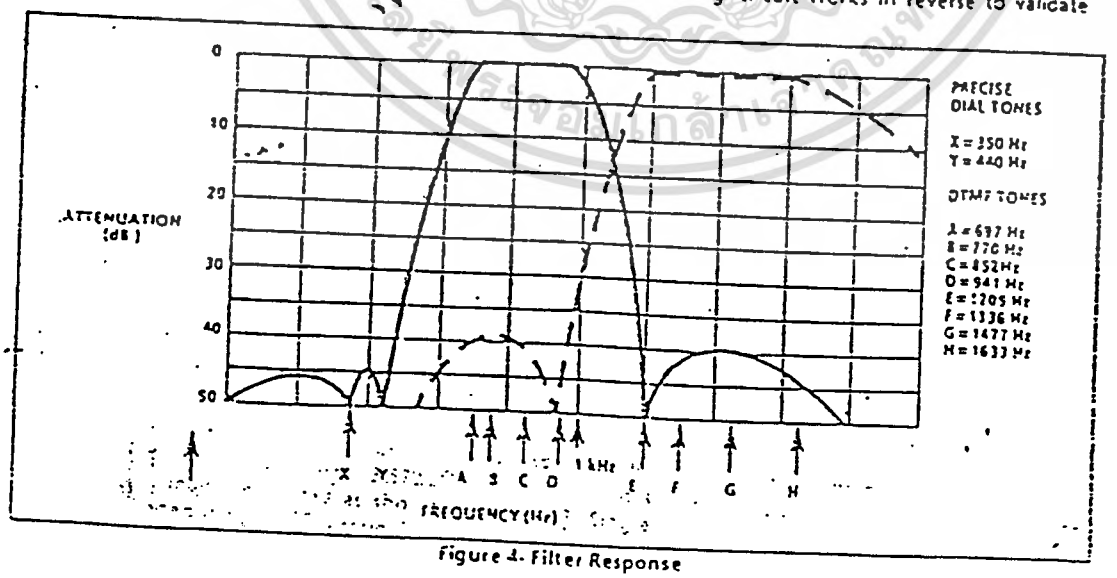


Figure 4- Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

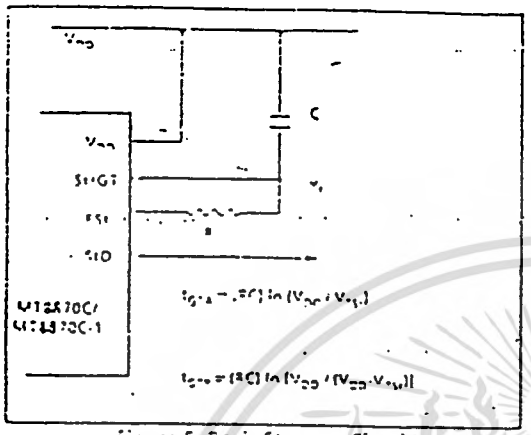


Figure 5- Basic Steering Circuit

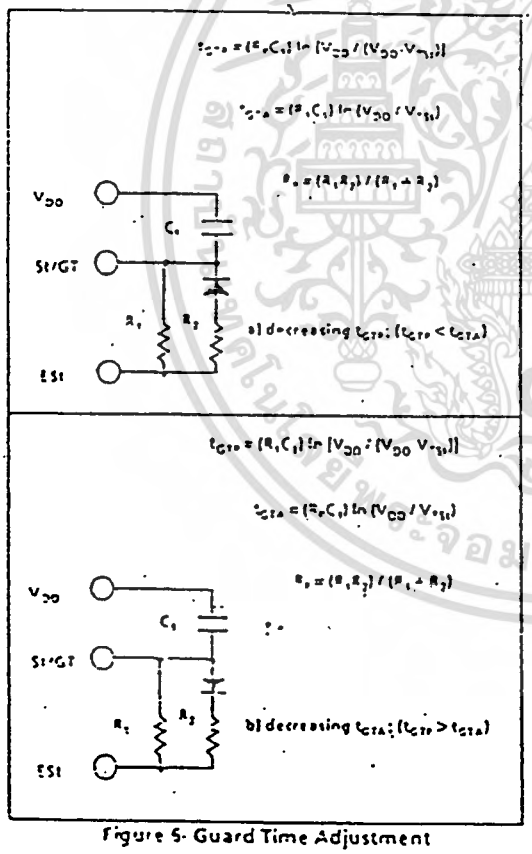


Figure 6- Guard Time Adjustment

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 2 (Single Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870C/MT8870C-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 8 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, ie; precision balancing capacitors are not required.

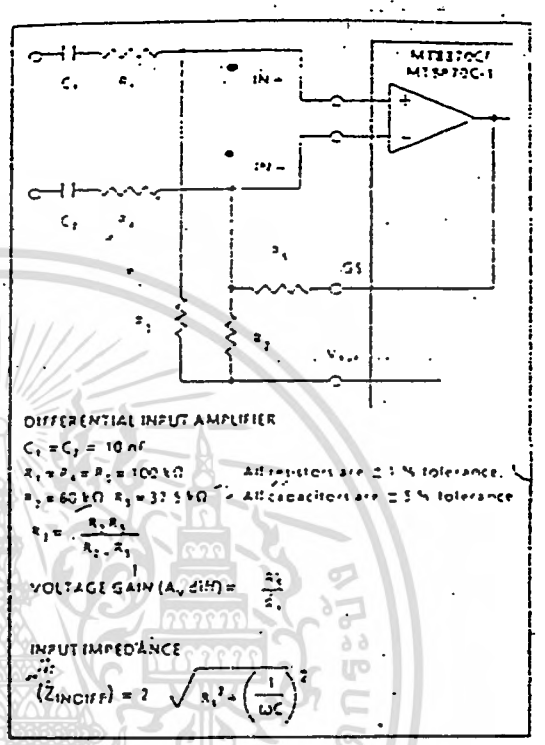


Figure 7- Differential Input Configuration

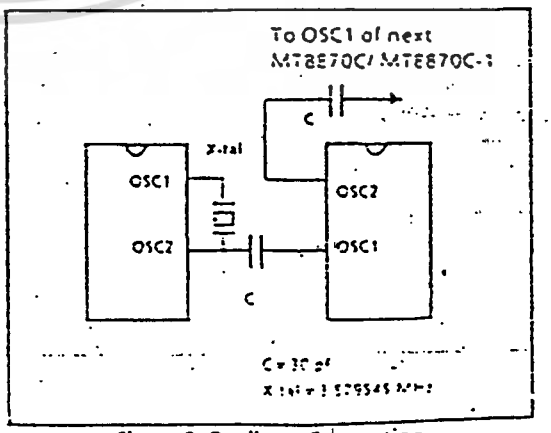


Figure 8- Oscillator Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC FOR 1151

The circuit shown in Fig. 10 illustrates the use of MT8870C-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signal less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing suitable values of R_1 and R_2 to provide 2 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin. GS of MT8870C-1. As shown in the diagram, the component values of R_1 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 5%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 9.

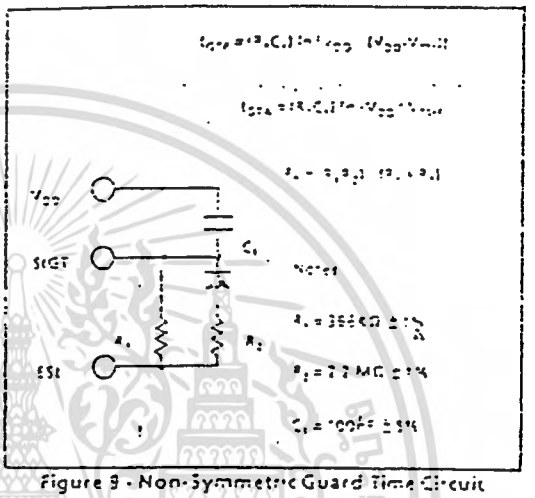


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

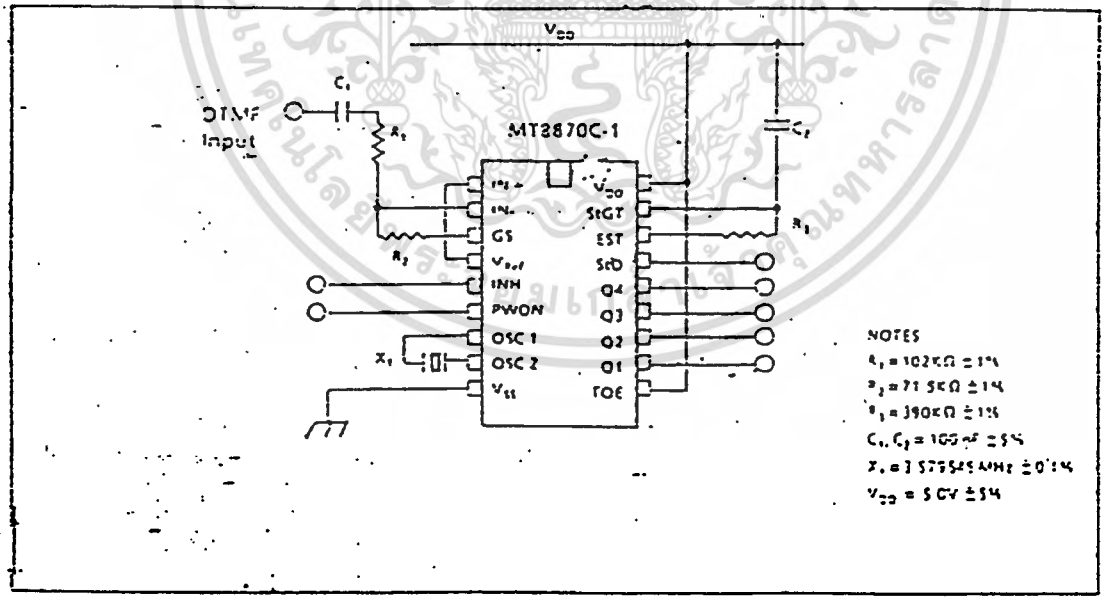


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

ULN2801
ULN2802
ULN2803
ULN2804

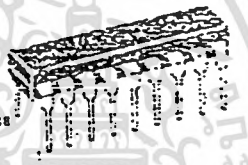
OCTAL HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUITS

The eight NPN Darlington-connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2801 is a general purpose device for use with CMOS, PMOS or TTL logic. The ULN2802 contains a zener diode and resistor in series with the input to limit input currents and assure compatibility with 14 to 25 volt PMOS logic. The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.



A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707-02

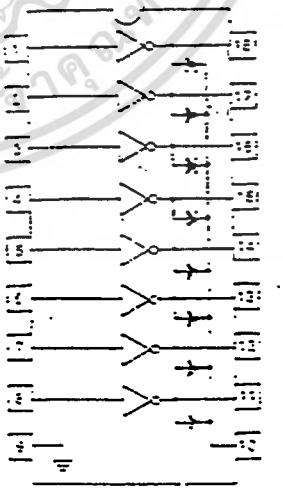
MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C and rating apply to any one device in the package unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50*	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current — Continuous	I_C	500	mA
Base Current — Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Junction Temperature	T_J	125	°C

$P_{D(A)}$ = 875 mW
Do not exceed maximum current per driver

*Higher voltage selection available. See your local representative

PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

DEVICE	CHARACTERISTICS — INPUT COMPATIBILITY	$V_{CE(MAX)}$	$I_{C(MAX)}$	T_A
ULN2801A	General Purpose CMOS, PMOS	50 V	500 mA	0 to +70°C
ULN2802A	14–25 Volt PMOS	50 V	500 mA	0 to +70°C
ULN2803A	TTL, 5.0 V CMOS	50 V	500 mA	0 to +70°C
ULN2804A	6–15 V CMOS, PMOS	50 V	500 mA	0 to +70°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST FIGURES

(SEE FIGURE NUMBERS IN ELECTRICAL CHARACTERISTICS TABLES)

FIGURE 1

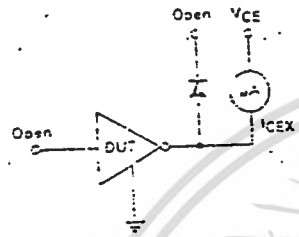


FIGURE 2

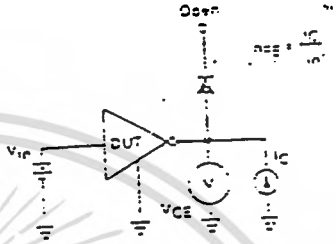


FIGURE 3

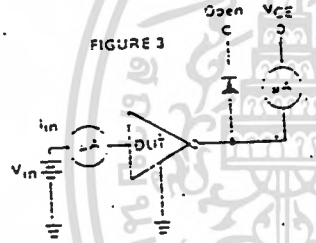


FIGURE 4

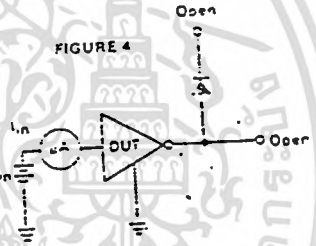


FIGURE 5

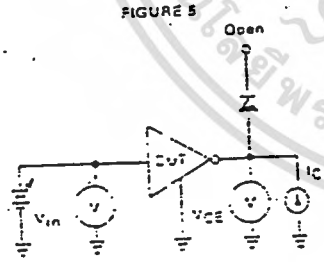


FIGURE 6

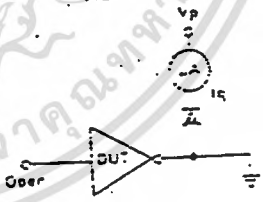
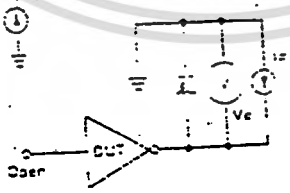


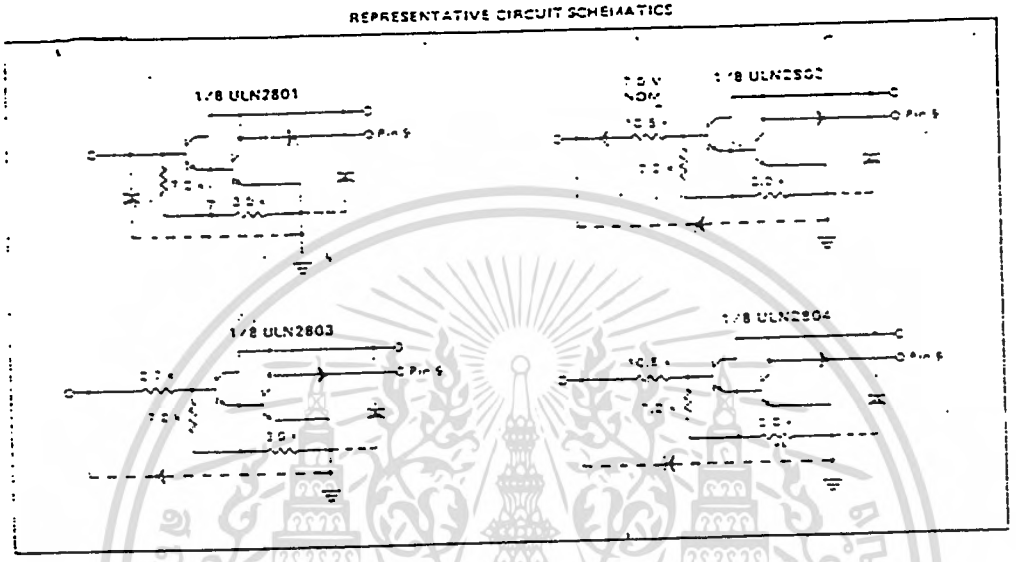
FIGURE 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2801, ULN2802, ULN2803, ULN2804

REPRESENTATIVE CIRCUIT SCHEMATICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES — T_A = 25°C
(unless otherwise noted)

OUTPUT CHARACTERISTICS

FIGURE 8 — OUTPUT CURRENT versus SATURATION VOLTAGE

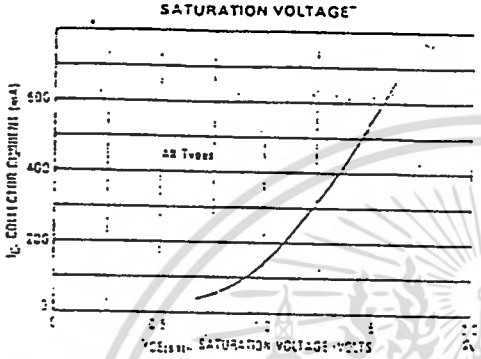
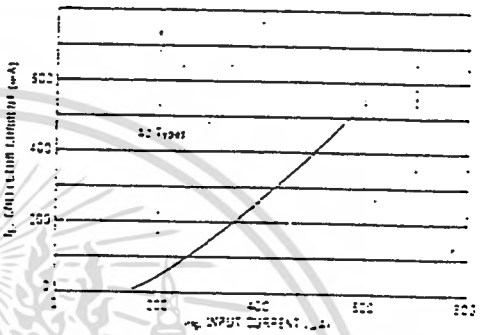


FIGURE 9 — OUTPUT CURRENT versus INPUT CURRENT



INPUT CHARACTERISTICS

FIGURE 10 — ULN2802 INPUT CURRENT versus INPUT VOLTAGE

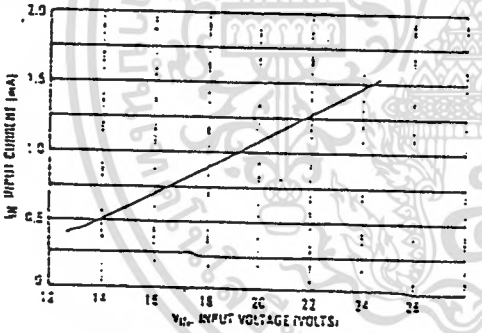


FIGURE 11 — ULN2803 INPUT CURRENT versus INPUT VOLTAGE

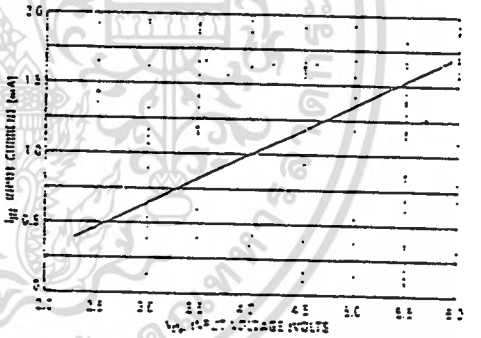
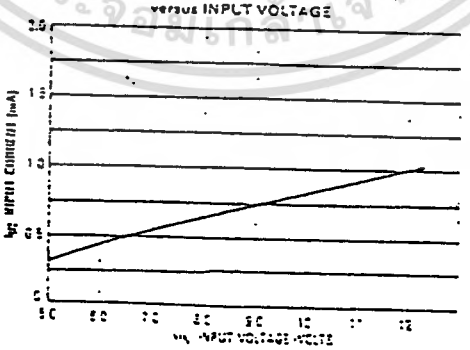


FIGURE 12 — ULN2804 INPUT CURRENT versus INPUT VOLTAGE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 10 — T_A = 70°C w/ STAVER V-7 HEAT SINK (27.5 °C/W)

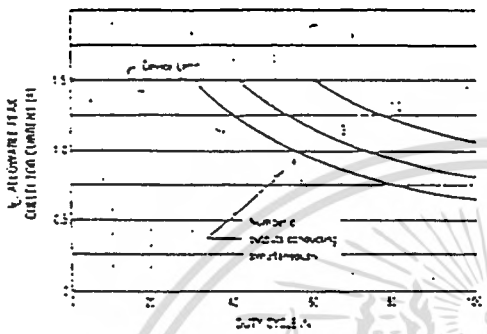


FIGURE 11 — T_A = 50°C w/o HEAT SINK

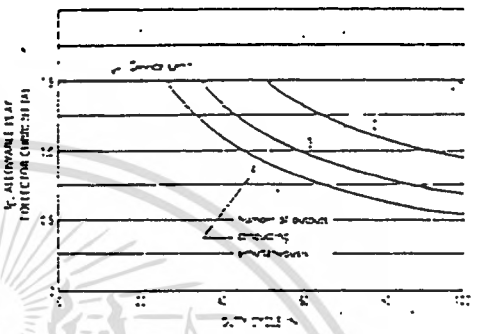


FIGURE 12 — T_A = 50°C w/ STAVER V-8 HEAT SINK (37.5 °C/W)

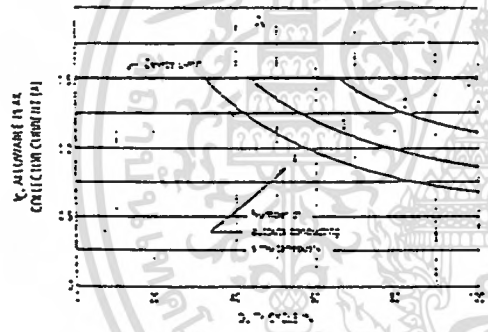
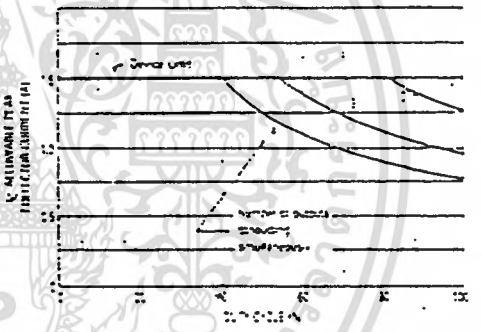


FIGURE 13 — T_A = 50°C w/ STAVER V-7 HEAT SINK (27.5 °C/W)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Fig.	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Leakage Current			I_{CEX}				μA
(V_O = 50 V, T_A = +70°C)	All Types			—	—	100	
(V_O = 50 V, T_A = +25°C)	All Types			—	—	50	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_i = 6.0 V)	ULN2802			—	—	500	
(V_O = 50 V, T_A = +70°C, V_i = 1.0 V)	ULN2804			—	—	500	
Collector-Emitter Saturation Voltage		2	$V_{CE(sat)}$				V
(I_C = 350 mA, I_B = 500 μA)	All Types			—	1.1	1.6	
(I_C = 200 mA, I_B = 350 μA)	All Types			—	0.95	1.3	
(I_C = 100 mA, I_B = 250 μA)	All Types			—	0.85	1.1	
Input Current — On Condition		3	$I_{I(on)}$				mA
(V_I = 17 V)	ULN2802			—	0.82	1.25	
(V_I = 3.85 V)	ULN2803			—	0.93	1.35	
(V_I = 5.0 V)	ULN2804			—	0.35	0.5	
(V_I = 12 V)	ULN2804			—	1.0	1.45	
Input Voltage — On Condition		3	$V_{I(on)}$				V
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2802			—	—	13	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2803			—	—	2.4	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA)	ULN2803			—	—	2.7	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA)	ULN2803			—	—	3.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA)	ULN2804			—	—	5.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA)	ULN2804			—	—	6.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA)	ULN2804			—	—	7.0	
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)	ULN2804			—	—	8.0	
Input Current — Off Condition	All Types	3	$I_{I(off)}$	50	100	—	μA
(I_C = 500 μA, T_A = +70°C)							
DC Current Gain	ULN2801	2	h_{FE}	1000	—	—	—
(V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA)							
Input Capacitance			C_I	—	15	25	pF
Turn-On Delay Time			t_{on}	—	0.25	1.0	μs
(50% E_I to 50% E_O)							
Turn-Off Delay Time			t_{off}	—	0.25	1.0	μs
(50% E_I to 50% E_O)							
Clamp Diode Leakage Current	T_A = +25°C	6	I_R	—	—	50	μA
(V_R = 50 V)	T_A = +70°C					100	
Clamp Diode Forward Voltage		7	V_F	—	1.5	2.0	V
(I_F = 350 mA)							

*Higher voltage selections available; contact your local representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.วิชัย สุรพัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำต่างๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่ให้การช่วยเหลือ ให้การแนะนำมาโดยตลอด

ทางผู้จัดทำ จึงขอขอบพระคุณเพื่อนๆ ทั้งหลายมา ณ. ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ผศ.สุชิน จำจด, "วิศวกรรมโทรศัพท์" ,คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. น.ต.ธวัชชัย เลื่อนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท์" , ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2531
3. ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ, "หลักการระบบสื่อสาร", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2533
4. Hand Book "TTL Data Book", Texas Instruments Inc., U.S.A. , 1981
5. Hand Book "CMOS Data Book", National Semiconductor Inc., U.S.A. , 1980
6. "Telecommunication Device Data" , Motorola Inc., 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้