

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE



โดย
นาย ไพศาล จิรสิริสุข
นาย อุทัยวุฒิ บุญมี

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 42203
วัน, เดือน, ปี 15 พ.ค. 2545

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

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นาย ไพศาล จิรศิริสุข 41013020

2. นาย อุตัยวุฒิ บุญมี 41013040


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นายไพศาล จิรสิริสุข 41013020

นายอุทัยวุฒิ บุญมี 41013040

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นการศึกษาและออกแบบในเรื่องของตู้สาขาอัตโนมัติ(PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อสามารถที่จะใช้ติดต่อกันภายในสำนักงานโดยไม่ต้องมีโอเปอเรเตอร์จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและยังสามารถบันทึกข้อมูลไว้ในแต่ละหมายเลขได้ในขณะที่ไม่มีผู้รับสายซึ่งระบบนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวหลักในการควบคุมส่วนต่างๆทั้งหมด

ABSTRACT

This thesis is about the design and development of Private Automatics Branch Exchange (PABX).It is designed for company's communication, apartment and factory. This PABX can be the details automatically receiver. This system is no longer need the operators to operate. It can safe your coat and can record date in no reply from this number.

This Private automatic branch exchange consists of micro controller all the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทํางาน	2
2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์	2
2.2 สัญญาณที่ใช้ในโทรศัพท์	8
2.3 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์	12
2.4 ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network)	13
2.5 ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบ Stored Program Control (SPC)	16
2.6 ผู้สาขาระบบ SPC แบบ MD-110	39
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	45
3.1 หลักการเบื้องต้น	45
3.2 วงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณต่างๆที่ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	46
3.3 วงจรเชื่อมต่อกุ่สายภายนอก	51
3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์	51
3.5 ภาตครอสพอยท์สวิทช์	52
3.6 วงจรเชื่อมต่อกุ่สายภายใน	54
3.7 วงจรส่วนบันทึกเสียง	54
3.8 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	55
3.9 FLOWCHART แสดงการทํางานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ	57
บทที่ 4 ผลการทดลอง	63
4.1 ผลการทดลองของวงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณต่างๆ	63
4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัส	66
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	67
5.1 บทสรุป	67
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	67
5.3 การแก้ไขปัญหา	67
5.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ก. ภาพถ่ายเครื่องต้นแบบ ของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ภาคผนวก ข. โปรแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ภาคผนวก ค. DATA SHEET ของอุปกรณ์ที่สำคัญในโครงการ

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของ Transmitter และ Receiver	2
รูปที่ 2.2 Carbon Transmitter	3
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของไฟกะแสดตรงและไฟกะแสดลับ	3
รูปที่ 2.4 แสดงการแยกส่วนประกอบของกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง	4
รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะภายใน Receiver	4
รูปที่ 2.6 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.7 แสดง Dial Pulse	6
รูปที่ 2.8 แสดง Pulse ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4	7
รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ที่ใช้ของโทรศัพท์ชนิดคดปุ่ม	8
รูปที่ 2.10 แสดงสถานะ Open Loop	9
รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์	10
รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย	11
รูปที่ 2.13 แสดง Mesh Shaped Network	13
รูปที่ 2.14 แสดง Star Shaped Network	14
รูปที่ 2.15 แสดง ข่ายสายท้องถิ่น	15
รูปที่ 2.16 แสดงข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่	15
รูปที่ 2.17 แสดง โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog	19
รูปที่ 2.18 แสดงความแตกต่างระหว่าง Analog กับ Digital Switching	19
รูปที่ 2.19 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital	20
รูปที่ 2.20 แสดง Time Switch	22
รูปที่ 2.21 แสดง Space Switch	23
รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างวงจรพุดของ Digital Switching	24
รูปที่ 2.23 แสดง Block Diagram ของชุมสายระบบ SPC (NEAX-61)	25
รูปที่ 2.24 แสดง โครงสร้างของ Line Switch	27
รูปที่ 2.25 แสดง โครงสร้างของ Multiplexer/Demultiplexer	28
รูปที่ 2.26 แสดง Digital Switching Network	28
รูปที่ 2.27 แสดง Central Processor Subsystem	30
รูปที่ 2.28 แสดง Trunking Diagram ของชุมสายระบบ SPC (NEAX-61)	32
รูปที่ 2.29 แสดงการต่อสัญญาณ Dial Tone	33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.30 แสดง Dial Pluse Receiving	34
รูปที่ 2.31 แสดง Ringing	34
รูปที่ 2.32 แสดง Talking	35
รูปที่ 2.33 แสดง Digit Sending (MF Signal)	36
รูปที่ 2.34 แสดง Ringing และ Talking	36
รูปที่ 2.35 แสดง Digit Receiving	37
รูปที่ 2.36 แสดง Ringing	38
รูปที่ 2.37 แสดง Talking	38
รูปที่ 2.38 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Line Interface Module (LIM)	39
รูปที่ 2.39 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง LIM ผ่าน Group Switch	40
รูปที่ 2.40 แสดง Block Diagram ของ LIM	41
รูปที่ 2.41 แสดง Block Diagram ของ Group Switch	43
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	45
รูปที่ 3.2 แสดงวงจร WIEN BRIDGE OSCILLATOR	47
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)	48
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring-back Tone)	49
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)	49
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณ โทรศัพท์	50
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายนอก	51
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์	52
รูปที่ 3.9 แสดงการต่อของภาคกรองสฟอยท์สวิทซ์	53
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน	54
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนบันทึกเสียง	55
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับ โทรศัพท์อัตโนมัติ	56
รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ โทรศัพท์	63
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณพร้อมให้กดหมายเลข (Dial Tone)	64
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone)	64
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)	65
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณควบคุมสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)	65
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรถอดรหัส MT 8870	66

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงแสดงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่อง โทรศัพท์ต่อจำนวนคู่สาย	13
ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จาก MT 8870	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange เขียนย่อว่า PABX) เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบหนึ่งที่นิยมใช้กันภายในสำนักงานในปัจจุบัน เช่น บริษัท ห้างร้าน โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ การเรียกติดต่อกันภายในผู้สาขาด้วยกันเองจะไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) ทำให้มีความสะดวก รวดเร็วและประหยัด หากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่นด้วยวงจร Trunk Line ก็จะทำให้เลขหมายภายใน (Extension) กับเลขหมายภายนอกสามารถติดต่อกันได้ โดยผ่านชุมสายท้องถิ่น

แต่เดิมในการติดต่อสื่อสารในระบบโทรศัพท์ระหว่างภายในกับภายนอกนั้น จะแยกระบบอุปกรณ์การติดต่อระหว่างภายในกับภายนอกออกจากกัน เช่น มีโทรศัพท์ที่ติดต่อกับชุมสายภายนอกได้ 2-4 คู่สาย และมีการใช้อินเตอร์คอม (INTERCOM) สำหรับการติดต่อกับภายใน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาโดยจัดทำเป็นระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ขึ้น ซึ่งเป็นชุมสายขนาดเล็กสามารถควบคุมได้โดยใช้พนักงานควบคุมเพียงคนเดียว (OPERATOR) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุมสายขึ้น โดยไม่ต้องมีพนักงานคัดต่อให้ ทำให้สะดวกรวดเร็วในการติดต่อและยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการเพิ่มทางอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) และทางด้านซอฟต์แวร์ (SOFTWARE) เพื่อให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติทำงานได้ตามความต้องการและสะดวกมากที่สุด

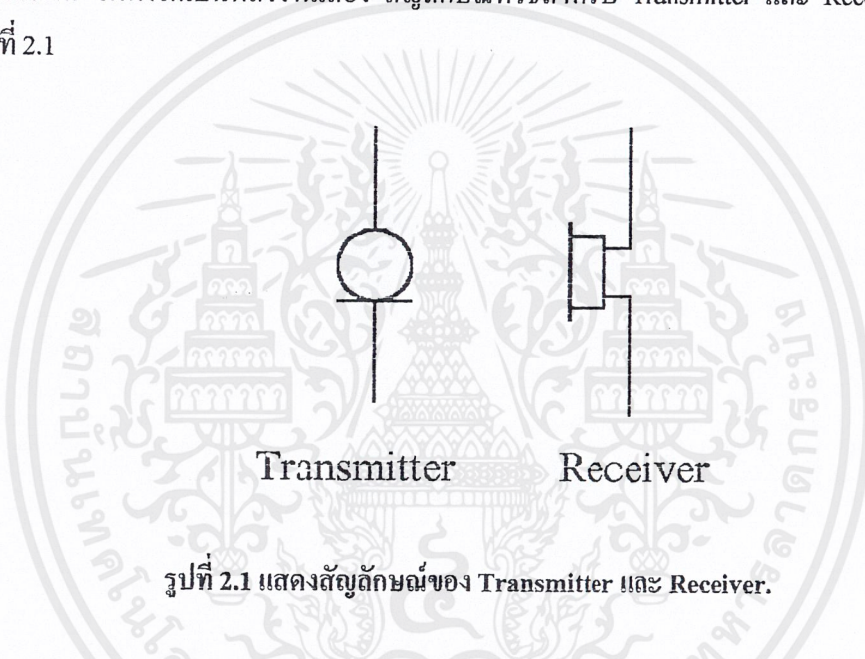
โดยในโครงการนี้ มีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 มาควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX : PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) และโครงการนี้ได้พัฒนาให้มีความสะดวกในการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อที่จะตอบสนองความต้องการในปัจจุบัน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงาน

2.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์

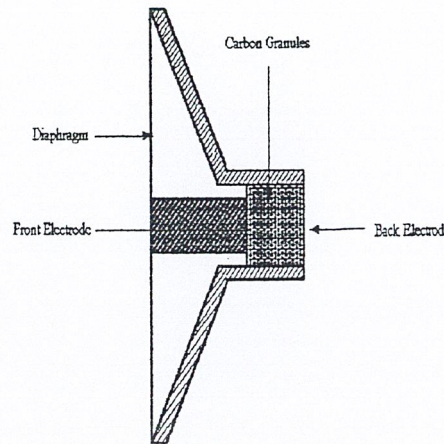
เครื่องโทรศัพท์ (Telephone set) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ เครื่องส่ง (Transmitter) เครื่องรับ (Receiver) กระดิ่ง (Ringer) Hook Switch และหน้าปัดสำหรับหมุนกดเลขหมาย (Dial) สำหรับเครื่องส่งและเครื่องรับรวมกันเรียกว่าปากพูดหูฟัง (Handset) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานเสียงที่เกิดจากการพูดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับให้กลับเป็นพลังงานเสียงอีกครั้งหนึ่ง โดยเราจะใช้ Transmitter เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานเสียงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และ Receiver เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียง สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับ Transmitter และ Receiver ดังแสดงตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ของ Transmitter และ Receiver.

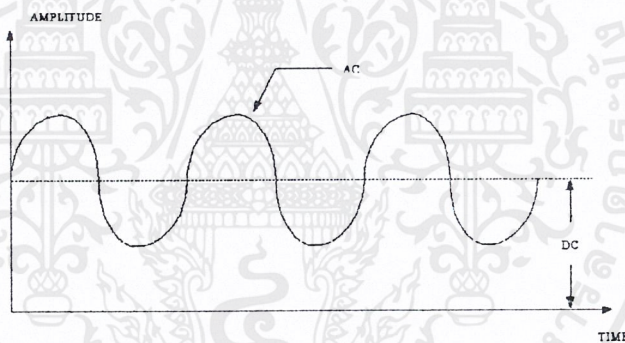
เครื่องโทรศัพท์นั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ Transmitter ที่มีประสิทธิภาพและความไวสูง เราจึงใช้ Transmitter แบบ Carbon Transmitter ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของ Carbon (เรียกว่า Carbon Granule) แผ่น Carbon Electrode 2 แผ่น และ Diaphragm ดังแสดงตามรูปที่ 2.2

หลักการทำงานของ Carbon Transmitter อธิบายได้คือ เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่น Diaphragm จะทำให้แผ่น Diaphragm สั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่น Diaphragm ถูกกดจะทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่เข้า เป็นผลทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่น Electrode ทั้งสองมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ออก ก็จะเป็นผลทำให้ Electrode แผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของ Transmitter เพิ่มขึ้น



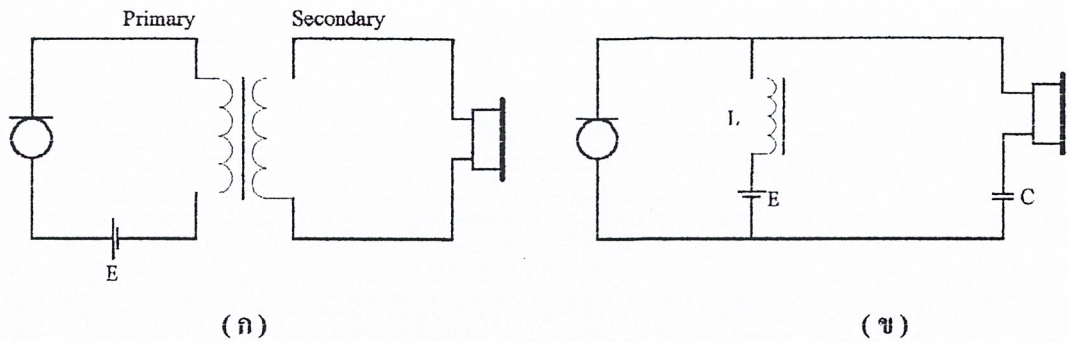
รูปที่ 2.2 Carbon Transmitter

เมื่อเอาแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่น Electrode ทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผงถ่าน และเนื่องจากความต้านทานของ Transmitter มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่าน Transmitter จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ

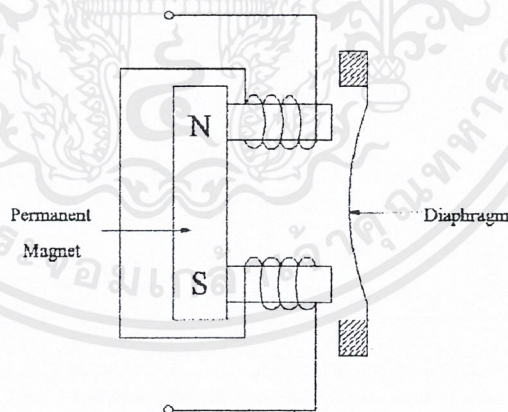
จากรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่ากระแสไฟสลับที่เกิดจากสัญญาณเสียง จะเกิดการซ้อนทับกับกระแสไฟตรง ส่วนประกอบของกระแสไฟสลับนี้จะถูกแยกออกจากกระแสไฟตรงโดยใช้ Transformer หรือ Capacitor เป็นตัวแยก และถูกส่งไปยัง Receiver



รูปที่ 2.4 แสดงการแยกส่วนประกอบของกระแสไฟสลับกับกระแสไฟตรง

รูปที่ 2.4 (ก) กระแสไฟสลับในขด Primary ของ Transformer จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดมีกระแสไหลในขด Secondary จึงทำให้มีกระแสไฟสลับไหลผ่าน Receiver ส่วนกระแสไฟตรงจะไหลอยู่เฉพาะในขด Primary เท่านั้น

รูปที่ 2.4 (ข) กระแสไฟตรงจะไหลผ่าน Inductor (L) ซึ่งมีค่าความต้านทานต่ำ และไหลผ่าน Transmitter ได้แต่จะไม่ไหลผ่าน Receiver เนื่องจากมี Capacitor (C) กั้นไว้ ส่วนกระแสไฟสลับจะไหลผ่าน Receiver โดยผ่าน Transmitter และ Capacitor ได้ แต่จะไม่ไหลผ่าน Inductor เนื่องจากมันมีความต้านทานสูง ในขณะที่สัญญาณเสียงที่ได้รับได้จากสายโทรศัพท์มีค่าน้อยมาก ดังนั้น Receiver ที่ใช้จึงควรออกแบบให้มีประสิทธิภาพที่จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงให้มากที่สุด



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะภายใน Receiver

หลักการของ Receiver ดังแสดงตามรูปที่ 2.5 อธิบายได้คือมีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่น Diaphragm เข้ามา เมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech Current) ไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิด

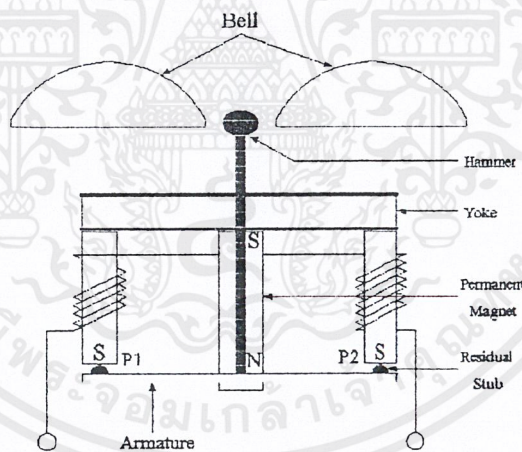
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่น Diaphragm ก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาดและความถี่ของ Speech Current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาดและความถี่เท่ากับ Speech Current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้น ย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้างเนื่องจากการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้น Output ของคลื่นเสียงจะน้อยกว่า Input ของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ Receiver

2.1.1 กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ (Ringer)

เมื่อมีการเรียก กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งจะหมายถึงชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งกระแสไฟสลับ (Ringing Current) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringing Current จะมีค่าประมาณ 75-90 โวลต์ 18-25 Hz ลักษณะของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ แสดงตามรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขดต่อกันแบบอนุกรม พันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับ Yoke และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของ Yoke ส่วน Armature จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงจุดกึ่งกลางของมันติดอยู่กับแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ปลายของ Armature ทั้งสองข้างจะมี Residual Stub ติดอยู่ ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับขั้ว P_1 และ P_2



รูปที่ 2.6 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

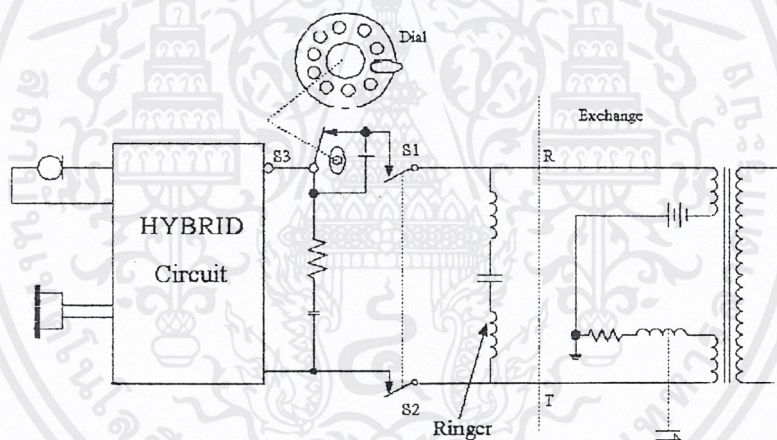
หลักการทำงานของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์อธิบายได้คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้ว S ขึ้นที่ขั้ว P_1 และ P_2 และจะทำให้เกิดขั้วที่ปลายทั้งสองของ Armature ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้ Armature ถูกดูดด้วยแรงเท่ากัน หรือมันอาจจะถูกดูดไปที่ข้างใดข้างหนึ่ง คือที่ P_1 และ P_2 ก็ได้

เมื่อมีการเรียกจะมีแรงแม่เหล็กผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P_1 และ P_2 ซึ่งจะทำให้เกิดมีอำนาจแม่เหล็กมากที่ปลายขั้ว $S (P_2)$ และที่ปลายขั้วอีกข้างหนึ่ง (P_1) หมดอำนาจแม่เหล็กลง Armature ก็จะถูกดูดมาทางขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดเป็นกระแสไฟสลับ ดังนั้น Armature จึงถูกดูดสลับข้างกันไปตามอำนาจของแม่เหล็ก ก้านตี (Hammer) ก็จะไปตีกระดิ่งทั้งสองสลับกัน ทำให้กระดิ่งดัง

2.1.2 หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบหมุน (Rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิด Pulse ขึ้นเป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และแบบกดปุ่ม (Push Button) ซึ่งใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multifrequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์

2.1.2.1 หน้าปัดแบบหมุน เมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟัง (Handset) ขึ้นจากที่รองรับ (Cradle) ทำให้ Hook Switch (S_1 และ S_2 ตามรูปที่ 2.7) ปิดวงจรของสายเส้น Tip (T) และ Ring (R) ซึ่งเป็นผลทำให้ครบวงจรของ Relay Coil ในชุมสายโทรศัพท์ อุปกรณ์สวิตซ์ในชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณ Dial Toneมายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก

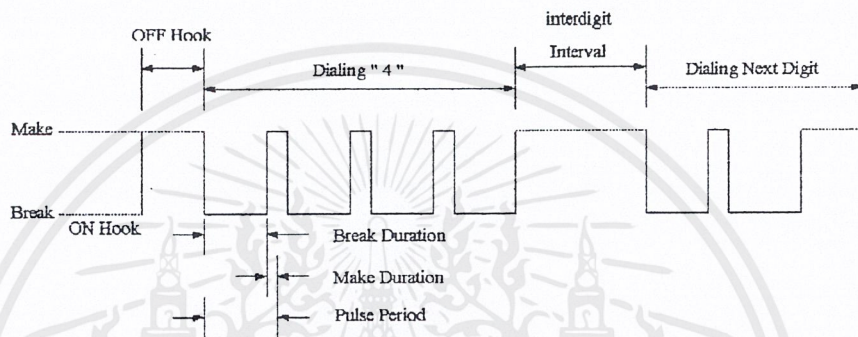


รูปที่ 2.7 แสดง Dial Pulse

เพื่อเป็นสัญญาณแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าเริ่มหมุนเลขหมายได้แล้วและชุมสายโทรศัพท์ก็จะพร้อมที่จะรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน เมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายใดเลขหมายหนึ่ง เมื่อหมุนเสร็จแล้วและปล่อยมือ หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์จะหมุนกลับที่เดิม ในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิมจะมีผลคือทำให้ลูกเบี้ยว (Cam) หมุนตาม การหมุนลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ Contact S_3 เปิดและปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับเลขหมายที่หมุน การที่ Contact S_3 ปิดวงจร จะทำให้กระแสไหลได้ซึ่งเรียกว่ากระแส Impulse และเมื่อ Contact S_3 เปิดวงจร กระแสก็จะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้มีผลทำให้เกิด Pulse ขึ้น และ

จำนวน Pulse ที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุนเช่นหมุนเลข 1 จะเกิด 1 Pulse หมุนเลข 5 จะเกิด 5 Pulses และหมุนเลข 0 จะเกิด 10 Pulses เป็นต้น

ความเร็วหน้าปัด (Dial Speed) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญที่จะต้องกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยความเร็วของกระแส Impulse อัตราส่วนการตัด – ต่อ (Break-Make Ratio) ของ Contact และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval) ตามปกติแล้วความเร็วของกระแส Impulse จะใช้อยู่ 2 ค่าคือ 10 และ 20 IPS (Impulse per Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับอัตราส่วนการตัด – ต่อจะมีค่าเท่ากับ 2 : 1 ซึ่งหมายความว่า Contact จะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา



รูปที่ 2.8 แสดง Pulse ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4

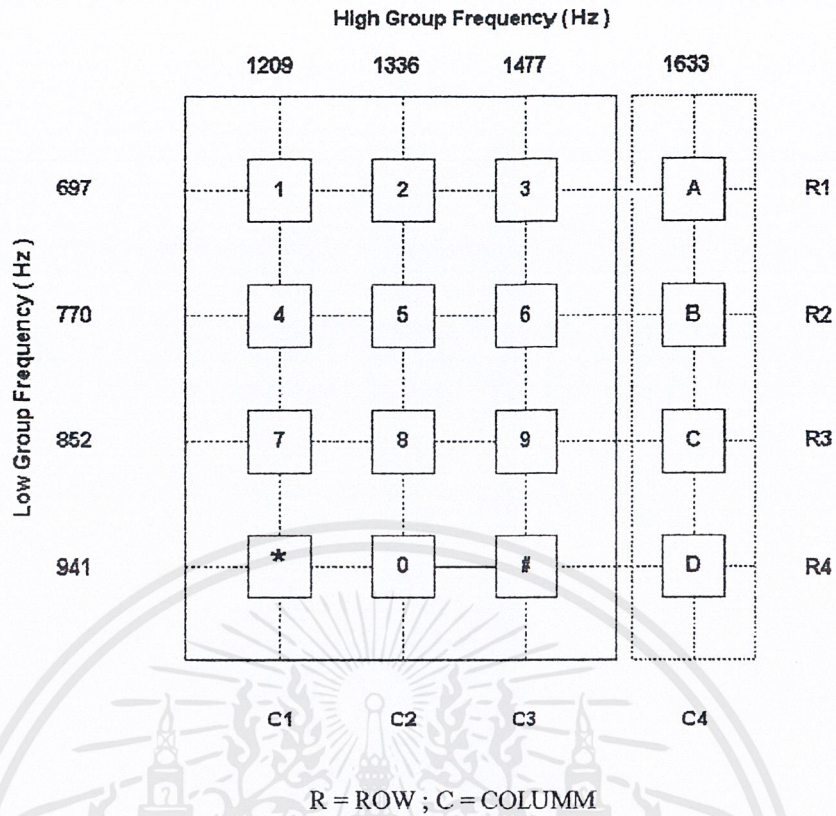
ในกรณีที่ความเร็วของ Impulse เป็น 10 IPS ก็จะทำให้ได้ค่าของ Pulse Period เป็น 100 mS นั่นคือ

$$\text{ช่วงเวลาของการตัดวงจร (Break)} = 100 \text{ mS} \times 2/3 = 66.6 \text{ mS}$$

$$\text{ช่วงเวลาของการต่อวงจร (Make)} = 100 \text{ mS} \times 1/3 = 33.3 \text{ mS}$$

ส่วนช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 mS แต่ก็อาจใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 mS ถึง 900 mS

2.1.2.2 แบบกดปุ่ม (Touch Tone) เป็นระบบการส่งสัญญาณ ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อกัน โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่พร้อมกันออกไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 kHz) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่าง ๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 2.9 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีค่าความถี่ 770 Hz และ 1336 Hz มอดูเลตกันออกไป



รูปที่ 2.9 แสดงความถี่ที่ใช้ของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

ความถี่แต่ละคู่ออกไป จะมีค่าประมาณ 40 มิลิวินาที และช่วงเวลาระหว่างเลขหมายมีค่า 60 มิลิวินาทีเป็นอย่างต่ำ โทรศัพท์แบบกดปุ่มจึงทำงานเร็วกว่าแบบหมุนอยู่ ประมาณ 10 เท่า

2.2. สัญญาณที่ใช้ในโทรศัพท์

สัญญาณ (Signalling) คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่ว ๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่คือ

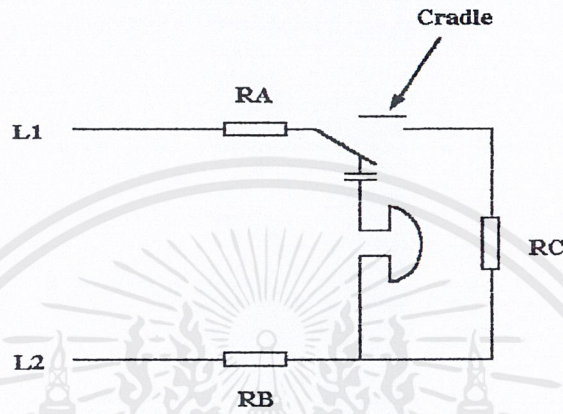
1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (transmitting address information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information Signalling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1. Subscriber Signalling (สัญญาณระหว่างผู้เข้ากับชุมสาย)

2.2.1.1 สัญญาณที่ส่งจากผู้เข้ากับชุมสาย

- 1) **Off Hook** คือสภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ที่สายจะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)
- 2) **On Hook** คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)



RA, RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์

RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์

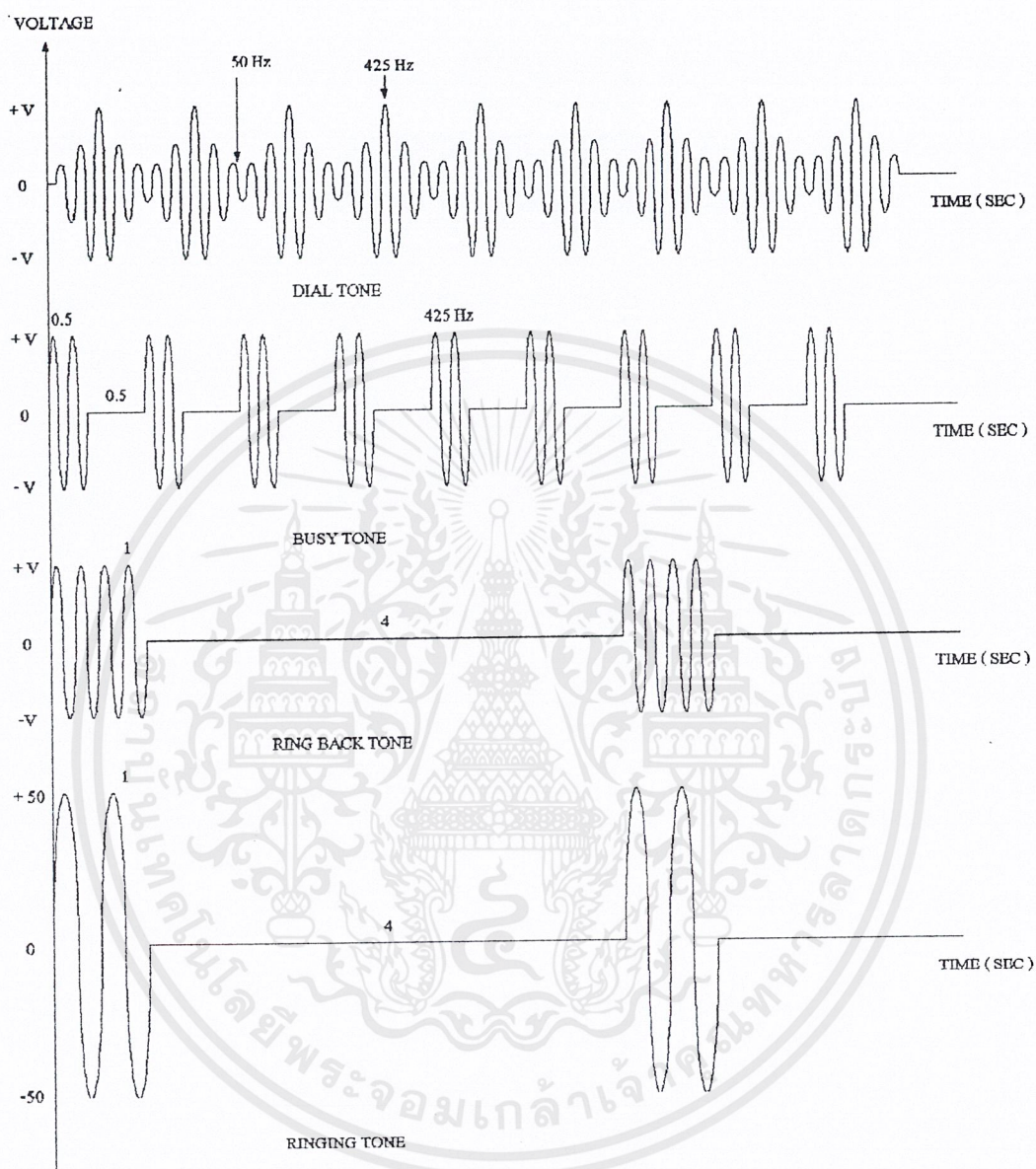
รูปที่ 2.10 แสดงสถานะ Open Loop

- 3) **Dilling** คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง, ค่า สลับกันไปตามที่หมุนเลขหมาย ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch-Tone สัญญาณออกจะเป็น ความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

2.2.1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

- 1) **Dialling Tone** คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณค้ำเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์
- 2) **Busy Tone** คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนเลขหมายไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วง ๆ ส่ง 0.3 วินาทีหยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

3) **Ringing Tone** เป็นสัญญาณที่ถูกเรียกได้ขึ้นหลังจากหมายเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่า การต่อกระทำสำเร็จ ในขณะที่ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine Wave โดยจะส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที



รูปที่ 2.11 แสดงสัญญาณพื้นฐานที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

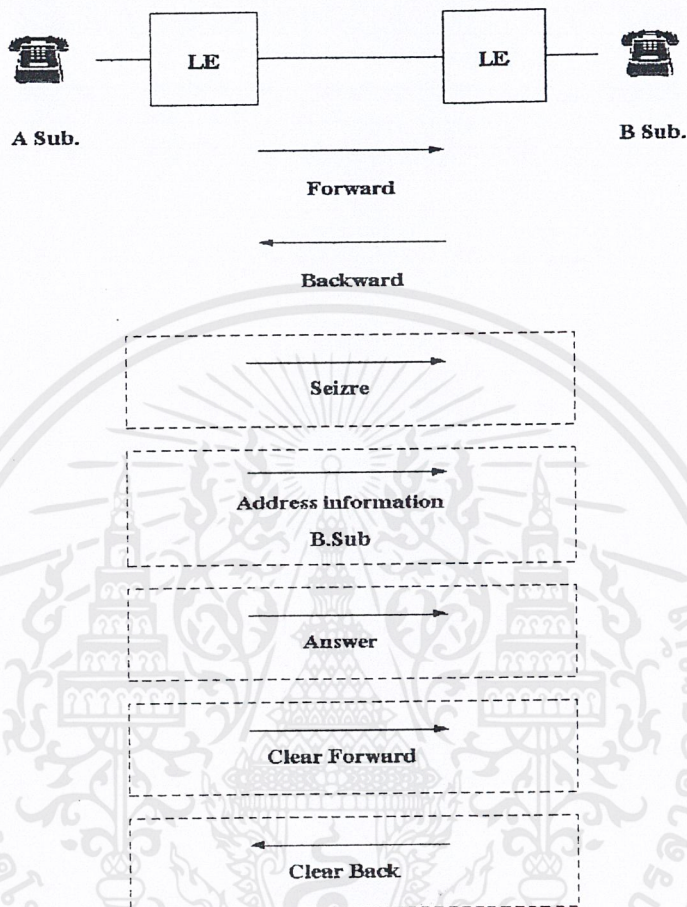
4) **Ringing Signal** เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 V_{rm} โดยส่งไปยังผู้เข้าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

5) สัญญาณโทนอื่น ๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtainable Tone) บอกให้ทราบว่า เลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

2.2.2 INTER EXCHANGE SIGNALLING (สัญญาณติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประการคือ

1) **Seizure (สัญญาณจับวงจร)** เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา



รูปที่ 2.12 แสดงสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2) **Address information** เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

3) **Answer Signal (สัญญาณตอบรับ)** สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณหลังก็คือ

1. เริ่มต้นคิดเงิน
2. ส่งสัญญาณคิดเงิน
3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4) **Clear-Forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง)** จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

5) **Clear-Black** (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายคั่นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายคั่นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

2.3. ประเภทของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง เช่น ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) และตู้สาขา (Private Automatic Branch Exchange เขียนย่อว่า PABX) ประเภทที่สองเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) และชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

2.3.1 ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ชุมสายโทรศัพท์แบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อย ๆ เลขหมาย จนถึงหมื่นเลขหมายหรือมากกว่า

2.3.2 ตู้สาขา (PABX) เป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีลักษณะคล้ายกันกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่จะใช้ติดต่อกันภายในสำนักงาน โดยไม่ต้องผ่านชุมสายท้องถิ่น ตู้สาขาจะเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่มีบริการพิเศษ (Facilities) แก่เลขหมายภายใน (Extension) ได้หลายอย่าง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับตู้สาขานั้น ๆ มีขีดความสามารถเป็นอย่างไร การบริการพิเศษดังกล่าว ได้แก่ การย่อเลขหมาย (Abbreviated Dialling) การเรียกกลับอัตโนมัติ (Automatic Callback) การประชุมกันทางโทรศัพท์ (Conference Call) การโอนการเรียก (Transfer of Call) การโอนโทรศัพท์ติดตามตัว (Follow Me) ฯลฯ นอกจากนี้ในกรณีที่ตู้สาขาได้ทำการต่อเชื่อมกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ก็จะทำให้โทรศัพท์เลขหมายภายในสามารถติดต่อไปยังเลขหมายภายนอกได้ โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นในทำนองเดียวกัน โทรศัพท์จากเลขหมายภายนอกก็สามารถเรียกเข้าไปยังเลขหมายภายในโดยผ่านตู้สาขาได้ ตู้สาขาจะมีขนาดตั้งแต่ไม่ถึงสิบเลขหมายจนถึงหมื่นเลขหมาย หรือมากกว่า

2.3.3 ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึงชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเลขหมายโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้ามาโดยตรง แต่จะบริการการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน การเรียกระหว่างโทรศัพท์ 2 เลขหมาย อาจเรียกผ่านไปยังชุมสายต่อผ่านหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ ชุมสายต่อผ่านยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านภายใน Local Network หนึ่ง ๆ เท่านั้นเช่นการเรียกภายในกรุงเทพฯ เป็นต้น และชุมสายต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับต่อผ่านไปยัง Local Network อื่น ๆ เช่น การเรียกจากชลบุรีมายังกรุงเทพฯ เป็นต้น

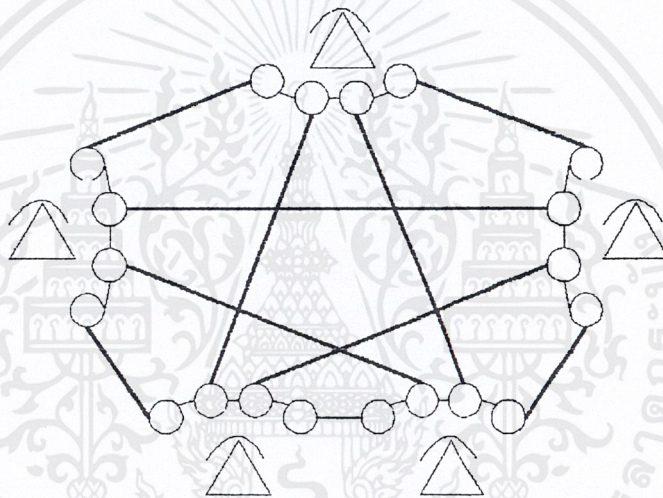
2.4. ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network)

โทรศัพท์ที่มีใช้ในระยะเวลาเริ่มแรกคือ โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery Telephone System เรียกย่อว่าโทรศัพท์ระบบ LB.) ได้ถูกออกแบบให้แต่ละเลขหมายสามารถติดต่อไปยังเลขหมายอื่น ๆ ได้ โดยใช้ข่ายสายแบบ Mesh Shaped Network ดังแสดงตามรูปที่ 2.13

Mesh Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุก ๆ Station จะต่อถึงกันทั้งหมด ตามรูปที่ 2.13 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการเรียกไปยังโทรศัพท์เลขหมายอื่น ก็สามารถทำได้โดยการเลือกสวิทช์เรียกไปยังเลขหมายนั้น ข่ายสายแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในหน่วยงานเล็ก ๆ ซึ่งมีจำนวนโทรศัพท์ที่ไม่มากนัก จำนวนคู่สายที่ใช้สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{จำนวนคู่สายทั้งหมด} = n(n-1)/2$$

เมื่อ n = จำนวนเครื่องโทรศัพท์



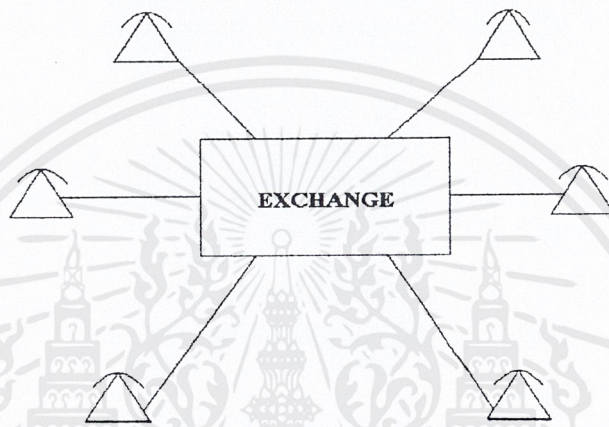
รูปที่ 2.13 แสดง Mesh Shaped Network

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

ตารางที่ 2.1 แสดงแสดงประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ต่อจำนวนคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่าถ้าจำนวนเครื่องโทรศัพท์เพิ่มขึ้น จำนวนคู่สายที่ถูกใช้ทั้งหมดใน Mesh Shaped Network ก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก แต่ประโยชน์การใช้งานของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะน้อยลง เช่นถ้ามีจำนวนเครื่องโทรศัพท์ 10 เครื่อง ต่อกันแบบ Mesh Shaped Network จำนวนคู่สายที่ใช้ทั้งหมด $= 10(10-1)/2 = 45$ คู่สาย ส่วนประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะมีเพียง 5 คู่สายเท่านั้น ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วจะได้ $= (5/45) \times 100 = 11.1$ เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จึงเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า ในการแก้ไขปัญหาจึงได้มีผู้คิดค้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยที่โทรศัพท์ของผู้เช่าแต่ละเลขหมายจะใช้คู่สาย 1 คู่และต่อเข้าไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เราเรียกข่ายสายแบบนี้ว่า Star Shaped Network

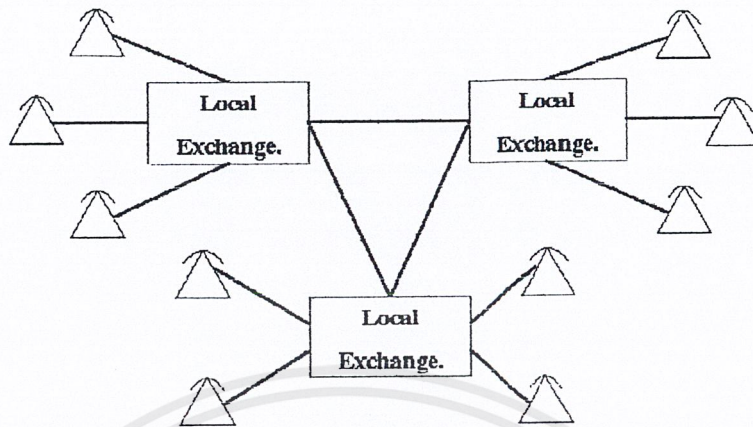


รูปที่ 2.14 แสดง Star Shaped Network

Star Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุก ๆ Station จะต่อผ่านเข้ามายังศูนย์กลาง (ชุมสายโทรศัพท์) ตามรูปที่ 2.14 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการติดต่อไปยังเลขหมายอื่น ก็สามารถติดต่อได้โดยให้พนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) เป็นผู้ต่อการเรียกให้ หรือโดยใช้วิธีหมุนหน้าปัดที่เครื่องโทรศัพท์ตามเลขหมายที่ต้องการติดต่อด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระบบของชุมสายโทรศัพท์นั้น ๆ ว่าเป็นระบบใด จำนวนคู่สายที่ใช้ใน Star Shaped Network จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนของเครื่องโทรศัพท์ สำหรับประโยชน์การใช้งานสูงสุดของคู่สายโทรศัพท์ที่ใช้ในเวลาเดียวกัน ก็ขึ้นอยู่กับว่าชุมสายโทรศัพท์ที่ใช้มีขีดความสามารถในการรับ Traffic ได้มากน้อยเพียงใด

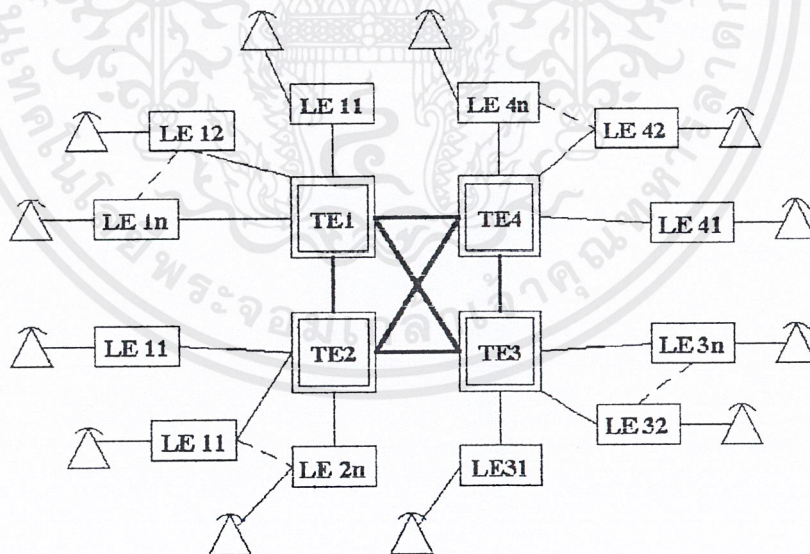
ชุมสายโทรศัพท์แห่งใดแห่งหนึ่งสามารถให้บริการแก่ผู้เช่าโทรศัพท์ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของสายเคเบิลโทรศัพท์ การกำหนดพื้นที่บริการของแต่ละชุมสาย ก็จะเป็นการดีกว่าที่จะมีชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่เพียงชุมสายเดียว ซึ่งจะทำให้ต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ที่ต่อจากชุมสายไปยังบ้านผู้เช่านั้นยาวมาก และไม่ใช่ว่าผลดีต่อผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกล ในเมืองที่มีขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มาก ก็อาจจะมีชุมสายท้องถิ่นได้หลายชุมสาย ดังนั้นการเรียกต่างชุมสายก็สามารถเรียกได้ก็ต่อเมื่อได้มีการ

เชื่อมต่อแต่ละชุมสายให้ถึงกันทั้งหมด โดยใช้ Junction Line เป็นตัวเชื่อมต่อ และเราเรียกข่ายสาย (Network) แบบนี้ว่า ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network) ดังแสดงตามรูป 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงข่ายสายท้องถิ่น

จากรูปที่ 2.15 จะเห็นว่า Local Network มีลักษณะการเชื่อมต่อที่แต่ละชุมสายต่อกันแบบ Mesh Shaped Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะต่อเข้ากับชุมสายโทรศัพท์แบบ Star Shaped Network สำหรับในเมืองใหญ่ๆ เช่น กรุงเทพฯ จะประกอบด้วยชุมสายท้องถิ่นได้เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 2.16 แสดงข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำเอาชุมสายท้องถิ่นจำนวนมากนี้มาต่อกับแบบ Mesh Shaped Network จึงไม่น่าที่จะเป็นไปได้ เพราะต้องใช้คู่สายและวงจรการเชื่อมต่อจำนวนมาก ดังนั้น Local Network ในกรุงเทพฯ (รวมทั้งจังหวัดใกล้เคียงคือ ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ) จึงต้องใช้ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นอีกหลายชุมสายเป็นตัวเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น ลักษณะของการเชื่อมต่อคือนำชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นมาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network และนำชุมสายท้องถิ่นต่อกับชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์ต่อกับชุมสายท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network เช่นเดียวกัน ดังแสดงตามรูปที่ 2.15

จากรูปที่ 2.16 ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE_{11}) จะเรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE_{12}) ได้โดยการเรียกจะผ่านทั้งหมด 3 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 และ LE_{12} เป็นต้น สำหรับการเรียกที่ชุมสายท้องถิ่นอยู่ห่างไกลกัน การเรียกก็จะผ่านชุมสายต่อผ่านหลาย ๆ ชุมสายก็ได้ โดยในขั้นต้นจะเป็นการเลือกเส้นทาง (Route) ที่สั้นที่สุดก่อน เช่นผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE_{11}) เรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE_{12}) การเรียกจะผ่านชุมสายทั้งหมด 4 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 , TE_2 และ LE_{21} แต่ถ้าหากว่าวงจรเชื่อมต่อระหว่าง TE_1 กับ TE_2 ถูกใช้งานเต็มหมดแล้ว การเรียกครั้งนี้จะต้องเลือกเส้นทางอื่นซึ่งเรียกว่าเป็น Alternative Route กล่าวคือ การเรียกครั้งนี้จะผ่านชุมสายทั้งหมดอย่างน้อย 5 ชุมสาย คือ LE_{11} , TE_1 , TE_3 , TE_2 และ LE_{21} หรือ LE_{11} , TE_1 , TE_4 , TE_3 , TE_2 และ LE_{21} เป็นต้น

2.5. ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบ Stored Program Control (SPC)

Stored Program Control (SPC) หมายความว่าการทำงานของ Logic ถูกควบคุมโดย Program ผลการทำงานของ Logic นี้ถูกป้อนเข้าไปใน Program Stored และ Program นี้เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของชุมสายโทรศัพท์ ถ้าเราต้องการเปลี่ยนหน้าที่ต่าง ๆ ของเครื่องชุมสายโทรศัพท์เช่น ต้องการให้ Signalling ระบบใหม่ หรือเปลี่ยนหน้าที่ให้บริการของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ให้เป็นอย่างอื่น เราก็ต้องป้อน Program อันใหม่เข้าไปเก็บไว้ที่ Program Stored

โทรศัพท์ระบบ Stored Program Control (SPC) เป็นที่นิยมนำมาใช้เนื่องจากมีข้อดีในการนำเอา Computer Technology ซึ่งกำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบระบบควบคุมรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของชุมสายโทรศัพท์ นอกจากนี้ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ยังสามารถทำให้มีการบริการพิเศษ (Facility) ต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้ได้อย่างมากมาย เครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ได้ถูกนำมาเปิดใช้งานบริการให้กับผู้เช่าเป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2508 การพัฒนาระบบของชุมสายโทรศัพท์ที่ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันทั่วโลกก็ได้้นำเอาชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC มาใช้

2.5.1 ข้อดีของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC

เหตุผลของการนำเอาชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC เข้ามาใช้แทนระบบ Crossbar เพราะชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC มีข้อดีเหนือกว่าระบบ Crossbar หลายประการเช่น

ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้งชุมสายโทรศัพท์เนื่องจากส่วนประกอบของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ส่วนใหญ่เป็น IC ทำให้ชุมสายโทรศัพท์มีขนาดเล็กกลงใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

การทำงานของอุปกรณ์สวิตช์และระบบควบคุมในชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC มีความรวดเร็วกว่าชุมสายโทรศัพท์ระบบ Crossbar มาก

สามารถให้บริการพิเศษ (Facility) ต่าง ๆ กับผู้เช่าได้มากขึ้น

ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

สามารถทำงานได้โดยเป็นทั้งชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange) ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านในท้องถิ่น (Tandem Exchange) และชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)

มีระบบควบคุมที่สามารถวิเคราะห์ข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในชุมสายโทรศัพท์ได้

ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงการกำหนดเลขหมาย (Numbering Plan) และระบบการคิดเงิน (Charging System)

สามารถประหยัดเงินลงได้เป็นอย่างมากในการลงทุนทางด้านสายต่อนอก (Outside Plant) เนื่องจากเราสามารถแยกส่วนของชุมสายโทรศัพท์ แล้วนำไปติดตั้งในที่ห่างไกลกันได้ซึ่งเราเรียกว่า Remote Switching Unit (RSU) ทำให้ประหยัดค่าสาย Cable ลงไปได้มาก

การควบคุมการทำงานและการซ่อมบำรุง รวมทั้งการบำรุงรักษาสามารถทำได้จากส่วนกลางโดยผ่าน Operation and Maintenance Center ทำให้การบริหารการซ่อมบำรุงกระทำได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

ข้อดีของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของระบบนี้ก็มีคือ ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC มีส่วนประกอบเป็นอุปกรณ์ของอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Component) ทำให้ Power Consumption ส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนมาเป็น Heat Dissipation ดังนั้นระบบปรับอากาศภายในห้องเครื่องชุมสาย จึงต้องได้รับการออกแบบที่ดีพอที่จะรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้ได้ตามเกณฑ์ที่ต้องการ

2.5.2 การบริการพิเศษ (Facility)

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC สามารถให้บริการพิเศษต่าง ๆ แก่ผู้เช่ามากมาย ซึ่งชุมสายโทรศัพท์ระบบ Crossbar ไม่สามารถให้บริการได้ เช่น

บริการย่อเลขหมาย (Abbreviated Dialing) หมายถึงความสามารถที่จะทำให้เลขหมายโทรศัพท์ใด ๆ เป็นเลขหมายย่อ (Abbreviated Number) เพียง 3 หรือ 4 ตัวเท่านั้น โดยการทำให้โปรแกรมที่ชุมสายโทรศัพท์

บริการเลขหมายด่วน (Hot Line) หมายถึงผู้เช่าสามารถจะกำหนดเลขหมายด่วนหนึ่งเลขหมาย ซึ่งเป็นเลขหมายที่ผู้เช่าต้องการติดต่อโดยไม่ต้องมีการหมุนเลขหมาย เพียงแต่ยกปากพูดหูฟังสักระยะหนึ่ง เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะต่อเลขหมายดังกล่าวให้ทันที

บริการเรียกซ้ำ (Call Repetition) หมายถึงผู้เช่าสามารถเรียกซ้ำไปยังเลขหมายที่ผู้เช่าได้ติดต่อครั้งสุดท้าย โดยการกดปุ่มหน้าปัดเพียง 1 หรือ 2 เลขหมายเท่านั้น

บริการมิเตอร์ประจำเครื่อง (Subscriber Private Meter) หมายถึงผู้เช่าสามารถใช้บริการติดตั้งมิเตอร์โทรศัพท์ไว้กับโทรศัพท์ได้ โดยทุกครั้งที่มีการใช้โทรศัพท์ มิเตอร์โทรศัพท์จะบันทึกการใช้ให้ทราบทุกครั้ง

บริการโอนเลขหมาย (Call Transfer) หมายถึงเมื่อผู้เช่าได้ทำการเรียกไปยังเลขหมายใดเลขหมายหนึ่งและเลขหมายนั้นว่าง ก็สามารถโอนไปยังเลขหมายอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วได้

บริการประชุมทางโทรศัพท์ (Conference Call) หมายถึงผู้เช่าจำนวนตั้งแต่ 3 เลขหมายขึ้นไปสามารถที่จะสนทนากันทางโทรศัพท์ได้พร้อมกัน

บริการรอสายว่าง (Call Waiting) หมายถึงเมื่อผู้เช่าได้ทำการเรียกไปยังเลขหมายใดเลขหมายหนึ่งและเลขหมายนั้นไม่ว่าง ก็สามารถกดปุ่มหน้าปิดเครื่องโทรศัพท์ เพื่อให้ชุมสายโทรศัพท์ส่งสัญญาณพิเศษไปยังเลขหมายที่ไม่ว่างนั้นเป็นการเตือนเลขหมายนั้นว่าขณะนี้ผู้เช่ารายอื่นเรียกเข้ามาแล้ว

บริการแจ้งค่าพูดโทรศัพท์ทางไกลทันที (Immediate Charge Information Service) หมายถึงเครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถบอกรายละเอียดการใช้โทรศัพท์ทางไกลที่เครื่องพิมพ์ทุกครั้ง หากผู้เช่าต้องการทราบค่าบริการก็สอบถามได้ที่พนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) ได้ทันที

บริการตรวจสอบเลขหมายค้นทาง (Malicious Call Tracing) หมายถึงความสามารถที่จะบอกให้ผู้เช่าทราบว่า เลขหมายโทรศัพท์ของผู้เรียกคือหมายเลขอะไร

การบริการพิเศษที่ได้กล่าวมานี้จะต้องทำการ โปรแกรมที่ชุมสายโทรศัพท์เสียก่อน จึงจะทำให้เครื่องโทรศัพท์ที่ได้ถูกโปรแกรมแล้วสามารถใช้บริการพิเศษต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ที่ใช้เป็นผู้สาขา (PABX) ก็มีการบริการพิเศษเพิ่มมากขึ้น

2.5.3 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog และ Digital

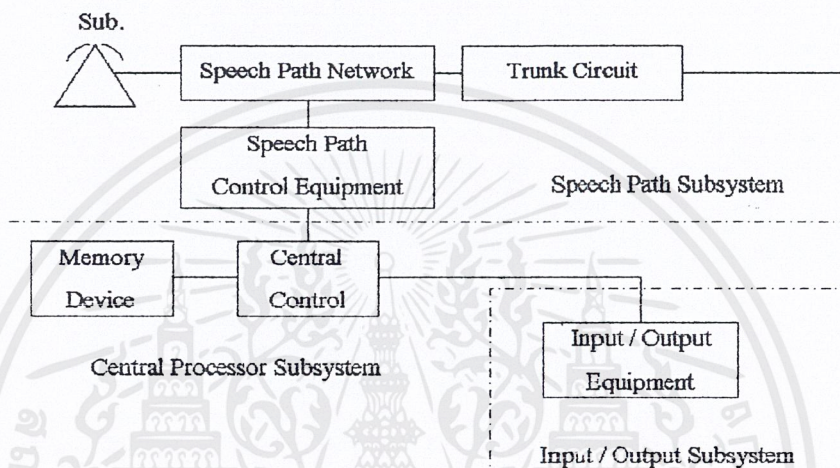
2.5.3.1 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog

โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ Speech Path Subsystem, Central Processor Subsystem และ Input/Output Subsystem ดังแสดงตามรูปที่ 2.17 หน้าี่การทำงานของแต่ละ Subsystem อธิบายได้ดังนี้

- 1) **Speech Path Subsystem** เป็นส่วนของภาค Switching Network ที่ทำหน้าที่ต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่า หรือต่อวงจรของผู้เช่าไปยังชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ โดยผ่าน Trunk Circuit หรือ Junction Circuit อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็นพวก Electromagnetic Device
- 2) **Central Processor Subsystem** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยจะมี Central Control เป็นตัวอ่านโปรแกรม (Program) และข้อมูล (Data) จากหน่วยความจำ (Memory Device) มาใช้ควบคุม Speech Path Subsystem และ Input/Output Subsystem อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็นพวก Digital Electronic Device
- 3) **Input/Output Subsystem** เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับให้ช่างติดต่อสื่อสารกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เช่นเปลี่ยนแปลงโปรแกรม หาข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในชุมสายโทรศัพท์ บันทึกข้อมูลจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้มีทั้ง Mechanical Device (เช่น

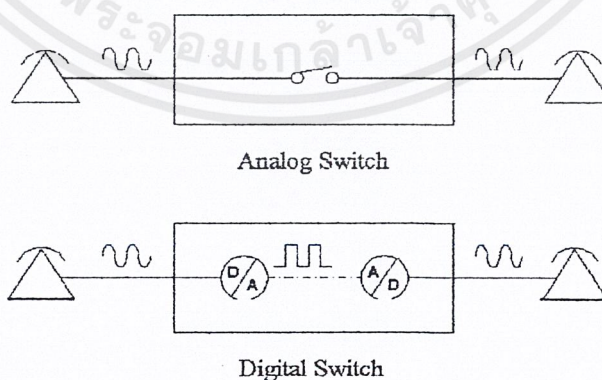
Teletypewrite, Paper Tape Puncher/Reader เป็นต้น) และ Electromagnetic Recording Equipment (เช่น Magnetic Tape Unit, Cartridge Magnetic Tape Unit เป็นต้น)

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ส่วนที่เป็น Speech Path Subsystem หรือ Switching Network ยังใช้อุปกรณ์จำพวก Electromagnetic Device จึงจัดเป็นชุมสายโทรศัพท์ระบบที่เรียกว่า Space Division Type Semi-Electronic Switching System คือยังไม่เป็นระบบ Fully Digital Electronic จึงเรียกชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้ว่าเป็น SPC Analog Switching System ชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้มีข้อดีคือ ใช้ในการเชื่อมโยง (Interface) กับชุมสายโทรศัพท์ระบบเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย



รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ได้พัฒนามาเป็นระบบ Fully Digital Electronic Switching System โดยการนำเอา Digital Electronic Component มาใช้ใน Speech Path Subsystem หรือภาค Switching Network



รูปที่ 2.18 แสดงความแตกต่างระหว่าง Analog กับ Digital Switching

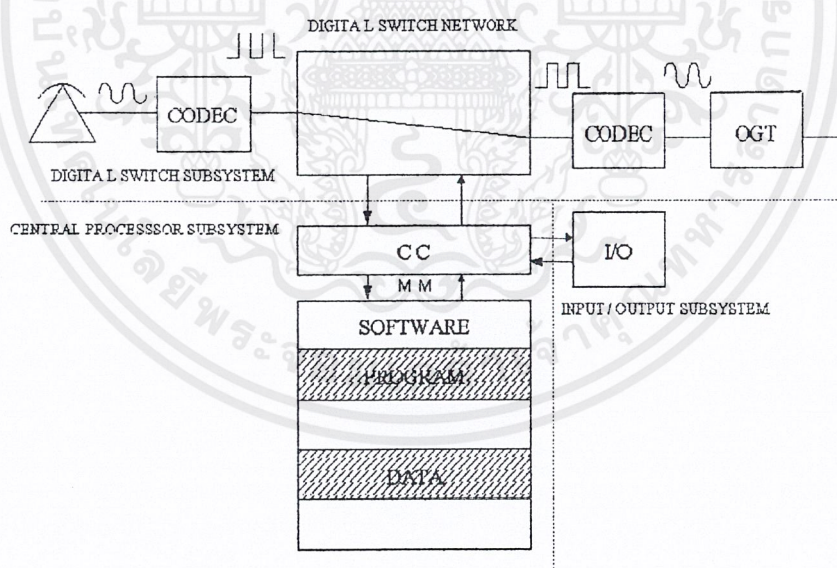
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้จึงมีชื่อเรียกว่า Time Division Type Electronit Switching System หรือเรียกว่าระบบ SPC Digital Switching System เพื่อเป็นการแนะนำให้ผู้รู้จักกับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital จึงขอให้พิจารณาความแตกต่างระหว่าง Analog Switching กับ Digital Switching ดังแสดงตามรูป 2.18

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog นั้นสัญญาณจากโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกต่อเข้าหากันโดยตรงในขณะที่สนทนากันอยู่ ส่วนแบบ Digital สัญญาณจากโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกแปลงสัญญาณ Analog มาเป็น Digital เสียก่อน แล้วจึงถูกส่งเข้าไปยัง Digital Switching และจาก Digital Switching สัญญาณ Digital จะถูกแปลงกลับไปเป็น Analog อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์อีกเลขหมายหนึ่ง

2.5.3.2 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ digital รูปที่ 2.19 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ Digital Switching Subsystem Central Processor Subsystem และ Input/Output Subsystem การทำงานของแต่ละ Subsystem อธิบายได้ดังนี้

1) Digital Switching Subsystem เป็นส่วนของ Switching ที่ถูกใช้ในการต่อวงจรของผู้เช่า สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าจะถูกเปลี่ยนจาก Analog มาเป็น Digital โดย CODEC ก่อนเข้ามาที่ Digital Switching Network หรือ Time Division Switch และก่อนที่จะต่อออกไปยังผู้เช่าอื่น ๆ หรือ Analog Trunk สัญญาณ Digital จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็น Analog อีกครั้งหนึ่งโดย CODEC



รูปที่ 2.19 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital

2) **Central Processor Subsystem** เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของ Digital Switching Subsystem และ Input/Output Subsystem ส่วนนี้ประกอบด้วย Central Control (CC) และ Main Memory (MM) โดยที่ Central Control จะอ่านโปรแกรมและข้อมูลจาก Main Memory มาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งระบบ

3) **Input/Output Subsystem** ส่วนนี้ประกอบด้วย Teletype Writer (TTY), Cartridge Magnetic Tape, Magnetic Tape และ Option อื่น ๆ

- **TTY** เป็นอุปกรณ์สำหรับช่างชุมสายโทรศัพท์พิมพ์คำสั่งป้อนเข้าเครื่องชุมสายโทรศัพท์หรือเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่รายงานการทำงานออกมาทาง TTY ซึ่งจะเห็นว่า TTY มีประโยชน์ในการติดตั้ง การซ่อมบำรุง และการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ

- **Cartridge Magnetic Tape** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ใน Main Memory มีหน้าที่เป็นตัว Back up Main Memory ในกรณีที่เกิดข้อขัดข้องขึ้นใน Main Memory

- **Magnetic Tape** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกเวลาของการเรียกโทรศัพท์ทางไกล ซึ่งเราเรียกว่า CAMA (Centralized Automatic Message Accounting) ในกรณีที่ชุมสายโทรศัพท์ทำงานเป็นชุมสายต่อผ่านทางไกล และเรียกว่า LAMA (Local Automatic Message Accounting) ในกรณีที่ชุมสายโทรศัพท์ทำงานเป็นชุมสายท้องถิ่น นอกจากนี้ Magnetic Tape ยังใช้ในการ Load Memory ได้อีกด้วย

ในกรณีที่วางจร Trunk เป็นแบบ Digital Trunk ชุมสายโทรศัพท์สามารถส่งสัญญาณ PCM (Pulse Code Modulation) ระหว่างชุมสายโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์ได้เลย

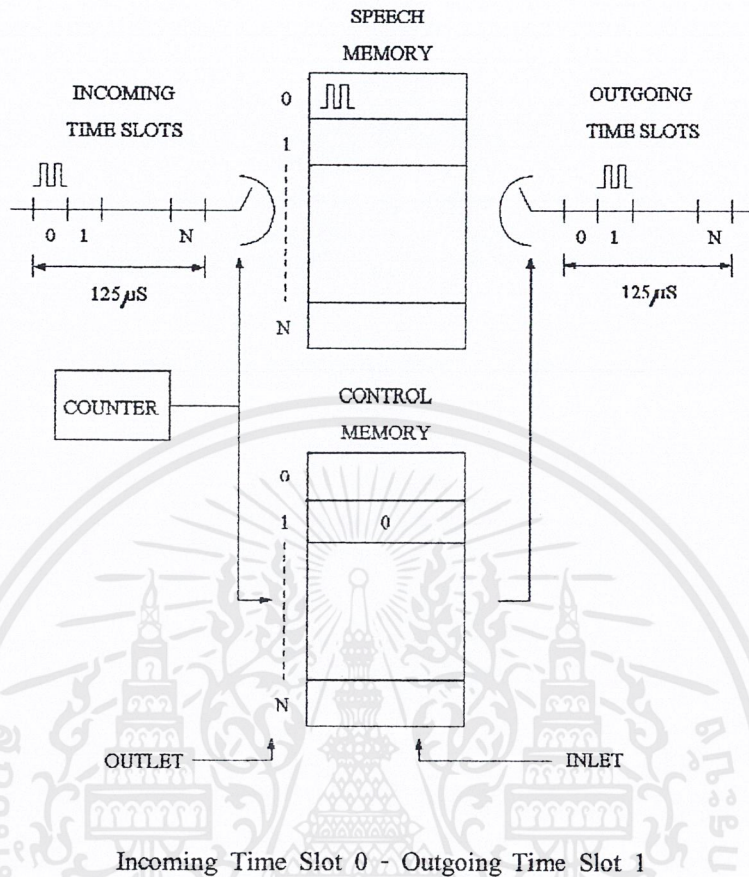
ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital สามารถนำไปใช้งานต่าง ๆ ได้คือ

- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Exchange)
- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านท้องถิ่น (Tandem Exchange)
- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกล (Transit Exchange)
- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่นกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกลรวมกัน (Combined Local and Transit Exchange)
- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านทางไกลต่างประเทศ (International Exchange)
- เป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Exchange)

2.5.4 Time Division Switch หรือ Time Switch

Time Switch ประกอบด้วย Speech Memory ซึ่งมี PCM Word อยู่ใน Time Slot จำนวนหนึ่ง Speech Memory จะถูกควบคุมโดย Control Memory การนำข้อมูลของ Incoming Time Slot เข้าไปเก็บไว้ใน Speech Memory สามารถจะกระทำได้โดยถูกควบคุมด้วยวงจรรนับ (Counter) ข้อมูลใน Incoming Time Slot 0 จะถูกเก็บไว้ใน Speech Memory ที่ Address 0 และข้อมูลใน Incoming Time Slot 1 จะถูกเก็บไว้ใน Speech Memory ที่ Address 1 และเป็นอย่างนี้เรื่อย ๆ ไป การนำข้อมูลออกหรือการอ่าน Speech Memory จะถูกควบคุมโดย Control Memory ซึ่งมีจำนวน Address มาก เท่ากับจำนวน Time

Slot ข้อมูลใน Control Memory ที่ Address ต่าง ๆ จะถูกบรรจุไว้ด้วย Address ของ Speech Memory ที่ เป็น Outgoing Time Slot

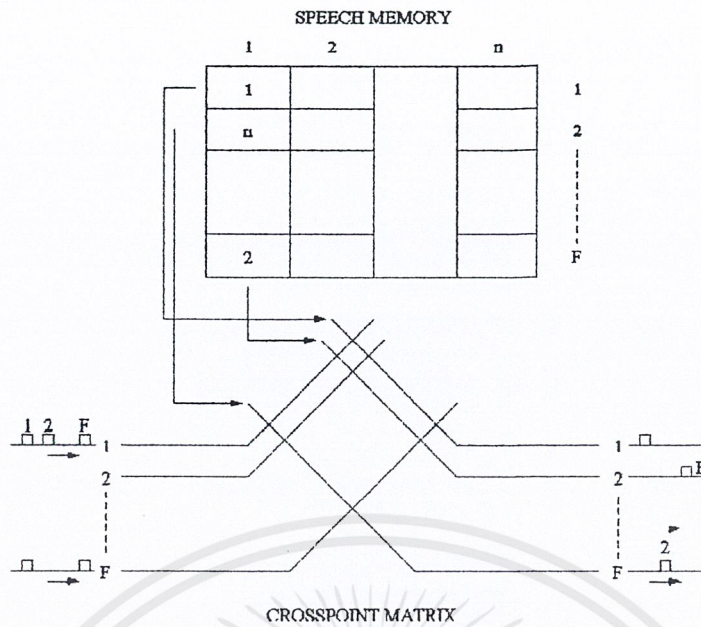


รูปที่ 2.20 แสดง Time Switch

จากรูปที่ 2.20 สมมติว่า Incoming Time Slot คือ Time Slot 0 และ Outgoing Time Slot คือ Time Slot 1 ข้อมูลที่ Time Slot 0 จะถูกนำไปเก็บไว้ใน Speech Memory ที่ Address 0 และที่ Address 1 ของ Control Memory จะมีข้อมูล 0 ซึ่งเป็นค่าของ Address 0 ของ Speech Memory บรรจุอยู่ ดังนั้น Outgoing Time Slot ที่ Time Slot 1 จึงเป็นข้อมูลของ Incoming Time Slot ที่ Time Slot 0

2.5.5 Space Division Switch หรือ Space Switch

Space Switch ประกอบด้วย Crosspoint Matrix ขนาด $n \times n$ ใน Crosspoint เป็นวงจร Digital Electronic Gate โดยที่สัญญาณจาก Time Switch (สัญญาณที่ 1 ถึง F) จำนวนหลาย Time Switch สมมติ เป็นจำนวน n Time Switch ถูกนำมาต่อเข้ากับ Crosspoint Matrix ที่ถูกควบคุมโดย Speech Memory

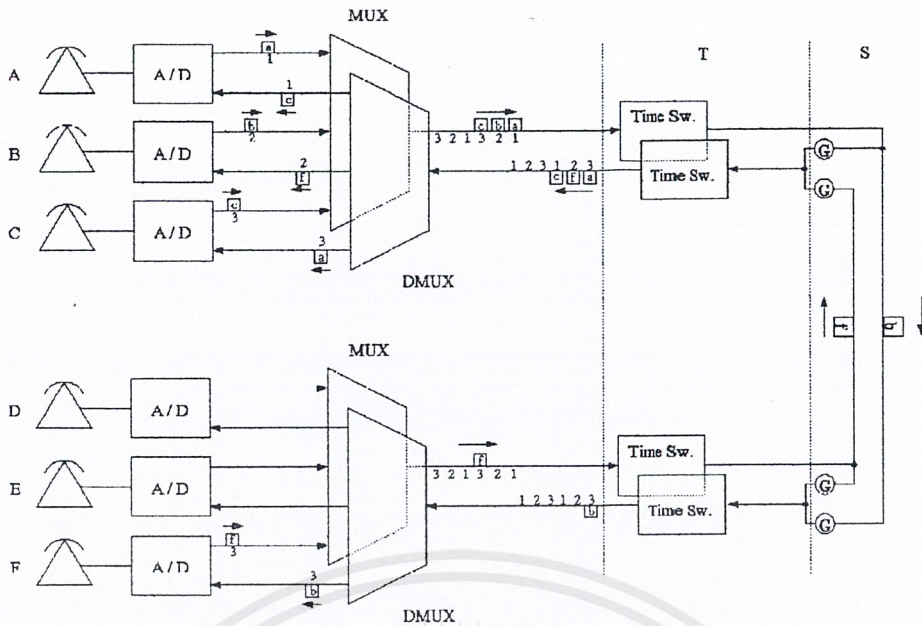


รูปที่ 2.21 แสดง Space Switch

รูปที่ 2.21 แสดงการควบคุมการต่อออกของสัญญาณที่ 1 ถึง F จาก Time Switch ตัวที่ 1 สัญญาณที่ 1 จะถูกต่อออกทาง Outlet ที่ 1 เป็นสัญญาณที่ 1 สัญญาณที่ 2 จะถูกต่อออกทาง Outlet ที่ 2 เป็นสัญญาณที่ F การทำงานของ Space Switch ซึ่งถูกควบคุมการต่อโดย Space Memory เปรียบเทียบได้คล้ายกับมี Crossbar Switch จำนวน F ตัว Inlet ได้ $n \times F$ Inlet และมี Outlet ออกจำนวน $n \times F$ Outlet

2.5.6 ตัวอย่างวงจรชุดของวงจร Digital Switching

รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างวงจรชุดของ Digital Switching สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์แต่ละเลขหมายจะผ่านวงจร A/D (Analog to Digital Converter) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital และแปลงสัญญาณ Digital กลับเป็นสัญญาณ Analog สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์หมายเลข A, B และ C จะถูกแปลงเป็นสัญญาณ Digital และถูก Multiplex รวมกันเข้าไปยัง Time Switch (T) จาก Time Switch จะถูกต่อผ่านไปยัง Space Switch (S) ซึ่งเป็นวงจร Gate ไปยัง Time Switch Group อื่น ๆ หรือ Group ตัวเอง ผ่านวงจร Demultiplex (DMUX) วงจร A/D และต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ การทำงานทั้งหมดของ Digital Switching จะถูกควบคุมโดย Software (Program และ Data ซึ่งเก็บอยู่ใน Main Memory) ตัวอย่างตามรูปที่ 2.22 นี้แสดงให้เห็นถึงกานสนทนาระหว่างโทรศัพท์เลขหมาย A กับ C และระหว่างโทรศัพท์เลขหมาย B กับ F



รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างวงจรพูดของ Digital Switching

2.5.7 โครงสร้างของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC กับ Digital

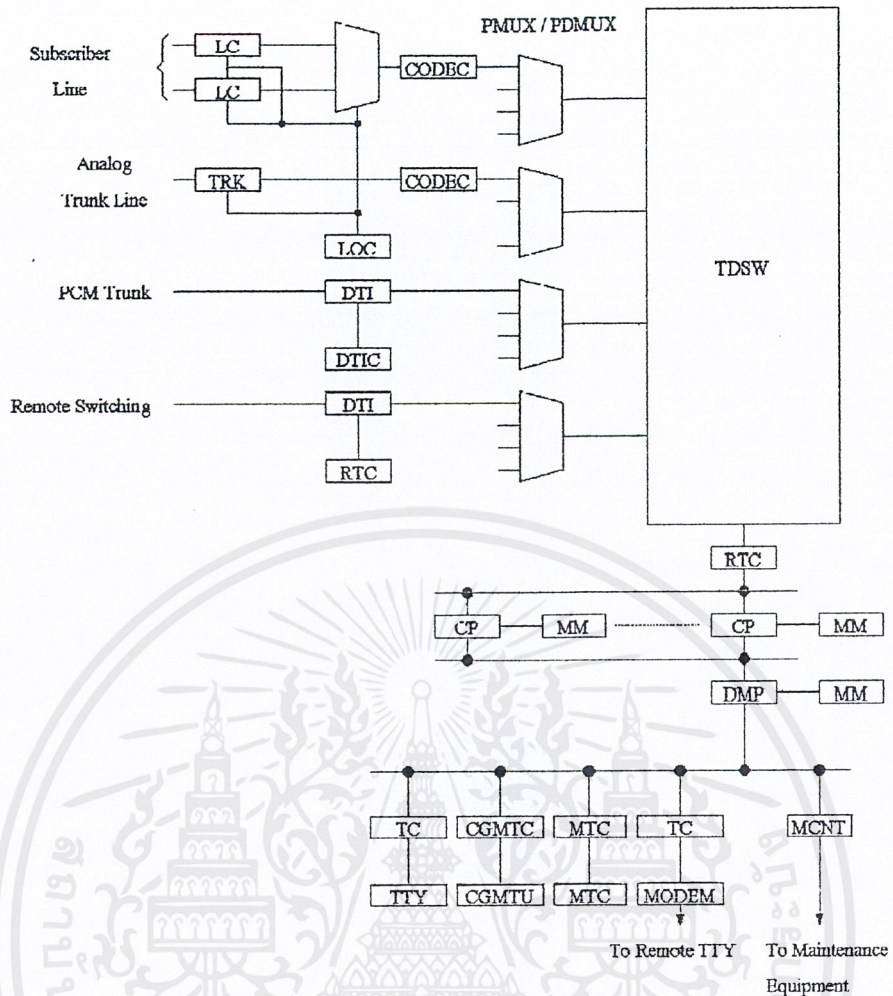
การทำงานทางด้าน Hardware ของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital จะถูกควบคุมด้วย Software Program จึงทำให้อุปกรณ์หลายอย่างมีความยุ่งยากในวงจรน้อยลงและจัดให้เป็นมาตรฐานได้ดีขึ้น อุปกรณ์ที่สำคัญภายในเครื่องชุมสายโทรศัพท์เช่น Central Processor, Main Memory, Time Switch ฯลฯ จะถูกจัดให้มีอย่างละ 2 ชุด (Duplicate) เพื่อประโยชน์ในกรณีที่ชุมสายโทรศัพท์ที่มีข้อขัดข้องเกิดขึ้นก็จะทำให้ชุมสายโทรศัพท์ยังคงทำงานได้เป็นปกติโดยอัตโนมัติและไม่ทำให้ขีดความสามารถของชุมสายโทรศัพท์ลดลง

รูปที่ 2.23 แสดงถึงโครงสร้างทาง Hardware ของชุมสายระบบ SPC แบบ Digital รุ่น NEAX-61 ของบริษัท NEC ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทางองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบัน อธิบายหน้าที่ของแต่ละภาคได้ดังนี้

2.5.7.1 Digital Switching Subsystem

Digital Switching Subsystem ประกอบด้วย Time Division Switching Network, Line Interface Module, Trunk Interface Module, Digital Transmission Interface Unit, Speech Path Controller และ Local Controller

- **Line Interface Module (LM)** ประกอบด้วย Line Circuit, Line Switch และ Encoder/Decoder Unit



รูปที่ 2.23 แสดง Block Diagram ของชุมสายระบบ SPC (NEAX-61)

คำย่อที่ใช้ในรูปที่ 2.23

CGMTC	:	Cartridge Magnetic Tape Controller
CGMTU	:	Cartridge Magnetic Tape Unit
CODEC	:	Coder/Decoder
CP	:	Call Processor
DTI	:	Digital Transmission Interface
DTIC	:	Digital Transmission Interface Controller
LC	:	Line Circuit
LOC	:	Local Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LSW	:	Line Switch
MCNT	:	Maintenance Controller
MODEM	:	Modulator/Demodulator
MM	:	Main Memory
MTU	:	Magnetic Tape Unit
MTC	:	Magnetic Tape Controller
OMP	:	Operation and Maintenance Processor
PCM	:	Pulse Code Modulation
PDMUX	:	Primary Demultiplexer
PMUX	:	Primary Multiplexer
RTC	:	Remote Transmission Interface Controller
SPC	:	Speech Path Controller
TC	:	Transmission Controller
TDSW	:	Time Division Switching Network
TTY	:	Teletype Writer Unit
TRK	:	Trunk Circuit

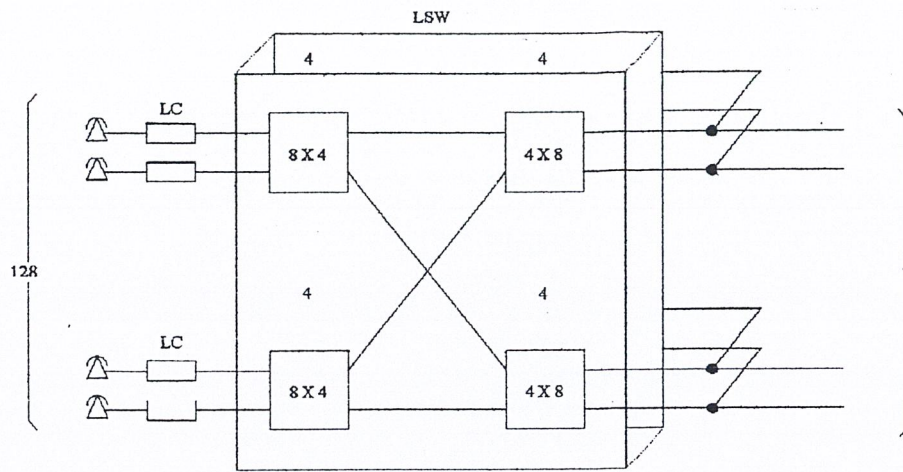
- **Line Circuit (LC)** เป็นวงจรประจำเลขหมาย ในหนึ่ง Card จะมี Line Circuit 8 วงจร ซึ่งหมายความว่าในหนึ่ง Card สามารถนำไปติดตั้งโทรศัพท์ได้ 8 เลขหมาย หน้าที่ของ Line Circuit มีดังนี้

- ป้อนไฟไปเลี้ยงปากพุดหูฟังที่เครื่องโทรศัพท์
- ป้องกัน High Voltage ที่เข้ามายังสายโทรศัพท์
- ส่ง Ringing Current ไปยังกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์
- ตรวจสอบสถานะเครื่องโทรศัพท์ว่าอยู่ในสภาวะว่างหรือไม่ว่าง
- เป็นวงจร Hybrid ที่ใช้ต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับ Switching Network เพื่อให้เป็น

4 wires

- ทดสอบสภาพทางสายของผู้เช่า

- **Line Switch (LSW)** โทรศัพท์แต่ละเลขหมายที่ได้ถูกต่อมายัง Line Circuit จะถูกต่อผ่านมายัง Line Switch ซึ่งเป็น Solid State Space Division Matrix ใน 1 Line Switch สามารถต่อกับ Line Circuit ได้ 128 วงจร และมี Outlet เป็นทางออก 24 Outlets ไปยัง Encoder/Decoder Unit แสดงตามรูปที่ 2.24

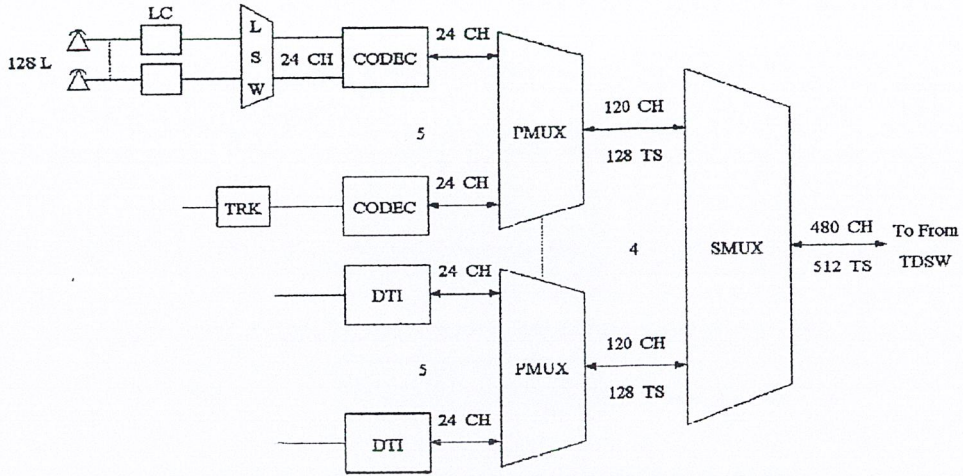


รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างของ Line Switch

คำย่อที่ใช้ในรูปที่ 2.24 และ 2.25

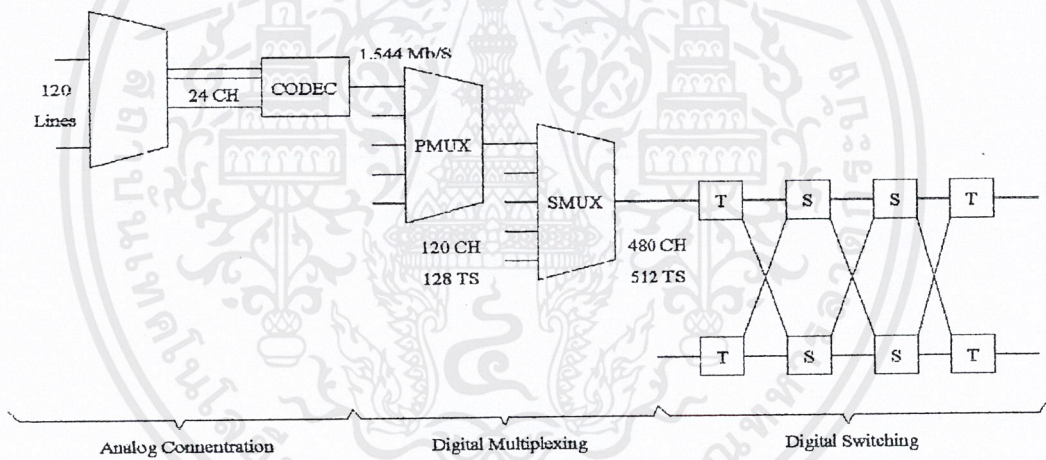
DTI	:	Digital Transmission Interface
LC	:	Line Circuit
LSW	:	Line Switch
PMUX	:	Primary Multiplexer/Demultiplexer
SMUX	:	Secondary Multiplexer/Demultiplexer
TDSW	:	Time Division Switch
TRK	:	Trunk Circuit
CH	:	Channel
TS	:	Time Slot

- **Encoder/Decoder Unit (CODEC)** มีหน้าที่แปลงสัญญาณ Analog ที่ความถี่ 300-3400 Hz ให้เป็นสัญญาณ Digital ขนาด 8 Bit ซึ่งเรียกว่า PCM Pulses และแปลงสัญญาณ Digital กลับมาเป็นสัญญาณ Analog อีกครั้ง CODEC 1 Unit มี 24 Channels และมีอัตราความเร็วของ Bit Rate เป็น 1.544 Mb/s จากรูปที่ 9 สัญญาณจาก CODEC 5 Units จะถูกต่อเข้าไปยัง PMUX เพื่อ Multiplex ให้ได้เป็น 120 Channels/128 Time Slots ซึ่งเรียกว่า 1 Subhighway



รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างของ Multiplexer/Demultiplexer

- Time Division Switching Network หรือเรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า Digital Switching Network เป็นส่วนของ Switching ที่ประกอบด้วย 4 Stage คือ Time-Space-Space-Time



รูปที่ 2.26 แสดง Digital Switching Network

สัญญาณจาก PMUX จำนวน 4 Subhighway จะถูกต่อเข้ามายัง SMUX ทำให้ได้ Output เป็น 480 Channels/512 Time Slots ต่อไปยัง Time Switch สำหรับ Time Switch มีได้สูงสุด 24 ตัว และจาก Time Switch จะถูกต่อผ่าน Space Switch อีก 2 Stage ไปยัง Time Switch ที่ Stage สุดท้ายและจำนวนกลับไปยัง SMUX, PUMX, CODEC, LSW, LC ไปยังเลขหมายของผู้ถูกเรียก Time Division Switching Network จะถูกทำไว้ 2 ชุดเพื่อทำให้ Path Connection ยังคงดำเนินการต่อวงจรได้ต่อไป เมื่อชุดใดชุดหนึ่งเกิดข้อขัดข้องขึ้น

- **Trunk Interface Module (TM)** เป็นส่วนที่ประกอบด้วยวงจร Trunk และ CODEC วงจร Trunk มีหน้าที่เชื่อมต่อการเรียกในกรณีเรียกออกไปยังชุมสายโทรศัพท์อื่น หรือการเรียกจากชุมสายโทรศัพท์อื่นเข้ามายังชุมสายนี้ การทำงานของวงจร Trunk จะถูกควบคุมโดย Local Controller (LOC)

- **Digital Transmission Interface Unit (DTI)** เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับ Remote Switching Unit (RSU) DTI จำนวน 4 ตัวจะถูกควบคุมการทำงานโดย Digital Transmission Interface Controller (DTIC) 1 ตัว DTI แต่ละตัวจะต่อโดยตรงกับ Speech Path Network หรือ Time Division Switching Network กับ Digital Trunk จำนวน 24 Trunks หรือ 1 PCM Digital Transmission Line นั้นเอง

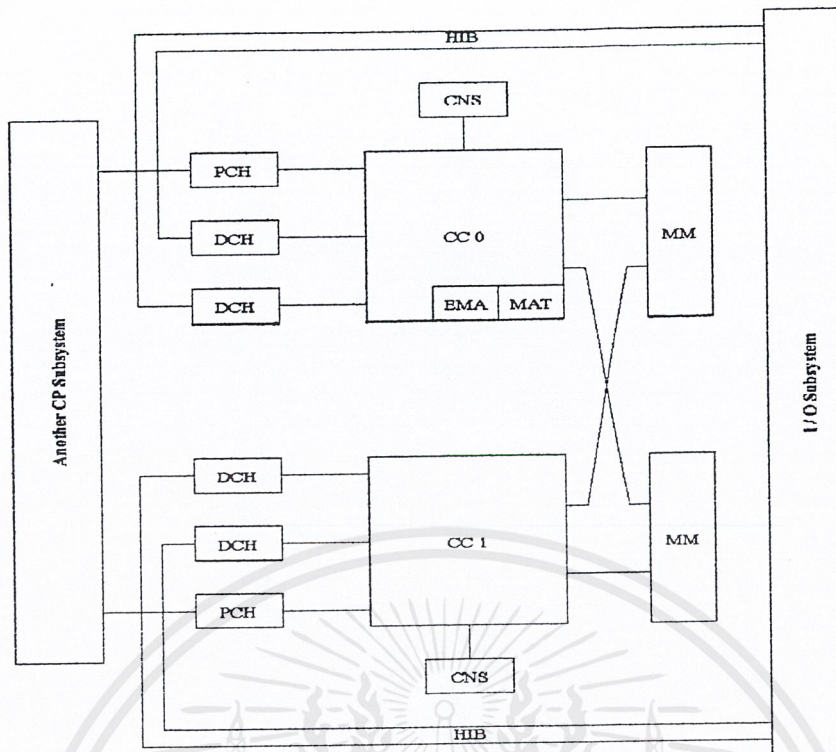
- **Local Controller (LOC)** มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของ Line Circuit (LC), Line Switch (LSW) และ Trunk Circuit Local Controller จะมีจำนวน 2 ชุด เพื่อให้ทำงานแทนกันได้โดยอัตโนมัติ เมื่อชุดใดชุดหนึ่งเกิดขัดข้องขึ้น

- **Speech Path Controller** มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของ Time Division Switching Network (TDSW) และส่งคำสั่งควบคุม (Control Orders) ไปยัง Local Controller (LOC), Digital Transmission Interface Controller (DTIC) และ Position Controller (PSC) ภายใน Speech Path Controller มีหน่วยความจำ (Memory) หลายชนิดที่ใช้ควบคุมการส่งสัญญาณเรียก (Ringing Current) การรับสัญญาณการหมุนเลขหมาย (Dial Pulse Receiving) และการส่งสัญญาณ Dial Pulse

2.5.7.2 Central Processor Subsystem

Central Processor Subsystem ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ Central Controller (CC), Main Memory (MM) และ Data Channel (DCH) ส่วนสำคัญทั้ง 3 ส่วนนี้ จะมีอย่างละ 2 ชุด เพื่อให้สามารถทำงานแทนกันได้โดยอัตโนมัติเมื่อชุดใดชุดหนึ่งเกิดขัดข้องขึ้น

- **Central Controller (CC)** เป็นศูนย์กลางควบคุมที่สามารถปฏิบัติการตามคำสั่งที่ได้รับจาก Main Memory (MM) และจะสั่งให้อุปกรณ์ Peripheral คือ Digital Switching Subsystem และ Input/Output Subsystem ทำงาน จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า Central Controller (CC) จะมีอยู่ 2 ชุด ซึ่งทั้ง 2 ชุดนี้สามารถทำงานพร้อม ๆ กัน (Synchronous Mode) หรือทำงานแยกกัน (Separate Mode) ก็ได้ แต่โดยปกติแล้ว Central Controller ทั้งสองจะทำงานพร้อมกันในลักษณะ Synchronous Mode และผลของการปฏิบัติการของทั้งสอง Central Controller จะถูกนำมาเปรียบเทียบกันโดยวงจร Matcher (MAT) เมื่อเกิดข้อขัดข้องขึ้นใน Central Controller ตัวใดตัวหนึ่ง Central Controller ตัวนั้นก็พยายามแก้ไขตัวเองให้กลับสู่สภาพปกติโดย Fault Recovery Program Routine ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของระบบเปลี่ยนให้อุปกรณ์ส่วนที่ Duplicate กันอยู่ และถ้าหากว่าไม่สามารถทำได้วงจร Emergency Action (EMA) จะเริ่มทำงานสภาพของข้อขัดข้องก็จะถูกรายงานออกมาทาง TTY (Teletype Writer) และมี Alarm แสดงให้ทราบ



รูปที่ 2.27 แสดง Central Processor Subsystem

คำย่อที่ใช้ในรูปที่ 2.27

CC	:	Central Processor
CNS	:	Console
DCH	:	Data Channel
EMA	:	Emergency Action Circuit
HIB	:	High Integrated Bus
MAT	:	Matcher Circuit
MM	:	Main Memory
PCH	:	Processor Communication Channel
SB	:	System Bus

- **Main Memory (MM)** เป็นส่วนที่ใช้เก็บ Program และ Data ที่ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์ตลอดจนเก็บสถานะชั่วคราวของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สภาพว่างหรือไม่ว่างของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเลขหมาย ของวงจร Trunk และ Network ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Data Channel (DCH)** เป็นส่วนที่ใช้สำหรับควบคุมการถ่ายข้อมูล (Data Transfer) ระหว่าง Main Memory กับ Input/Output Device รวมทั้งควบคุมการทำงานของ Input/Output Device ในการส่งและรับข้อมูล เมื่อข้อมูลได้ถูกส่งถ่ายเรียบร้อยแล้ว Data Channel จะรายงานไปยัง Central Control เพื่อบอกให้ทราบว่า การรับส่งข้อมูลได้กระทำเรียบร้อยแล้ว ด้วยการทำงานของ Data Channel (DCH) เช่นนี้ จะมีผลทำให้ Central Control (CC) เป็นอิสระจากการที่จะต้องเสียเวลาในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Input/Output ที่มีความเร็วต่ำ

2.5.7.3 Input/Output Subsystem

Input/Output Subsystem ประกอบด้วยอุปกรณ์ Input/Output และ Test Console อุปกรณ์ Input/Output มีหลายแบบเช่น Teletype Writer (TTY), Cartridge Magnetic Tape Unit, Magnetic Tape Unit เป็นต้น

- **Teletype Writer (TTY)** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกันระหว่างช่างกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งเรียกว่า Man Machine Communication โดยมี Transmission Controller (TC) เป็นต้น Interface ระหว่าง TTY กับ Operation and Maintenance Processor (OMP)

- **Cartridge Magnetic Tape Unit** ใช้สำหรับเป็นตัว Back-Up โปรแกรม ในกรณีที่เกิดข้อขัดข้องขึ้นใน Software

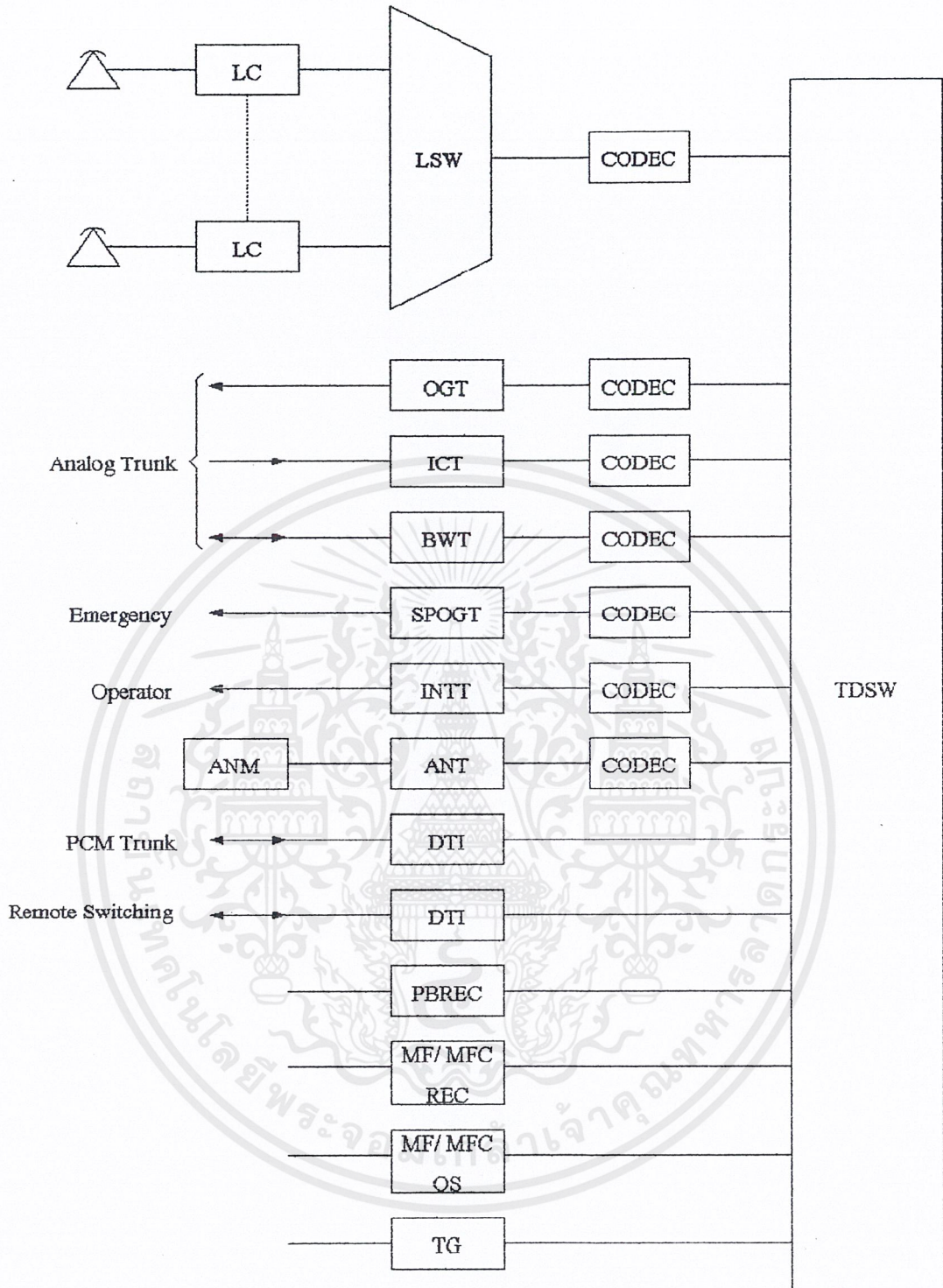
- **Magnetic Tape Unit** ใช้สำหรับบันทึกจำนวนครั้งการเรียกของผู้เช่าโทรศัพท์ เพื่อเก็บเงินค่าบริการทั้งแบบ Local Automatic Message Accounting (LAMA) และแบบ Centralized Automatic Message Accounting (CAMA) ได้ รวมทั้งสามารถใช้ในการ Load โปรแกรมเข้าไปใน Main Memory ได้

- **Test Console** ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของวงจรภาคต่าง ๆ และทดสอบทางสายของผู้เช่าโทรศัพท์

2.5.8 การทำงานของชุมสายโทรศัพท์

การทำงานของชุมสายโทรศัพท์นั้นจะประกอบด้วยการทำงานทั้งทางด้าน Hardware และ Software ควบคู่กันไป Trunking Diagram ของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC (NEAX-61) ซึ่งองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยใช้เป็น Local Exchange ดังแสดงตามรูปที่ 2.28 ซึ่งจะอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยแบ่งออกตามชนิดของการต่อการเรียกได้คือ

- การต่อสัญญาณ Dial Tone
- การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน
- การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น
- การเรียกเข้าจากชุมสายอื่น



รูปที่ 2.28 แสดง Trunking Diagram ของชุมสายระบบ SPC (NEAX-61)

คำย่อที่ใช้ในรูปที่ 2.28

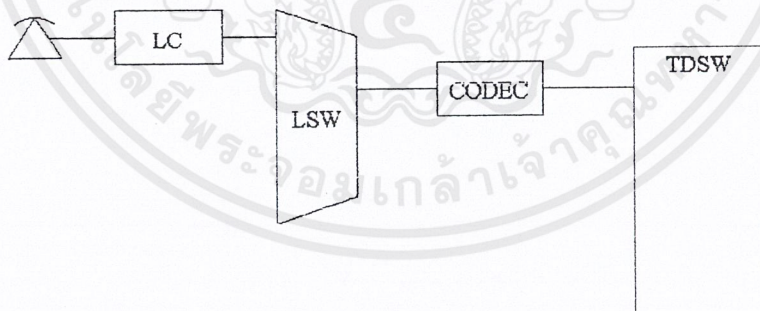
ANM : Recorded Announcement Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANT	:	Announcement Trunk
BWT	:	Bothway Trunk
CODEC	:	Coder/Decoder
DTI	:	Digital Transmission Interface
ICT	:	Incoming Trunk
INTT	:	Intercept Trunk
LC	:	Line Circuit
LSW	:	Line Switch
MF/MFC OS	:	Multi-frequency/Multi-frequency Code Outgoing Sender
MF/MFC REC	:	Multi-frequency/Multi-frequency Code Receiver
OGT	:	Outgoing Trunk
PBREC	:	Push Button Signal Receiver
PCM	:	Pulse Code Modulation
SPOGT	:	Special Outgoing Trunk
SUB	:	Subscriber
TDSW	:	Time Division Switching Network
TG	:	Tone Generator

2.5.8.1 การต่อสัญญาณ Dial Tone

การต่อสัญญาณ Dial Tone (Dial Tone Connection) หมายถึง การต่อสัญญาณ Dial Tone ให้กับเครื่องโทรศัพท์ในขณะที่ผู้เรียกกำลังยกปากพูดหูฟัง อธิบายหลักการทำงาน ได้งาน คือ



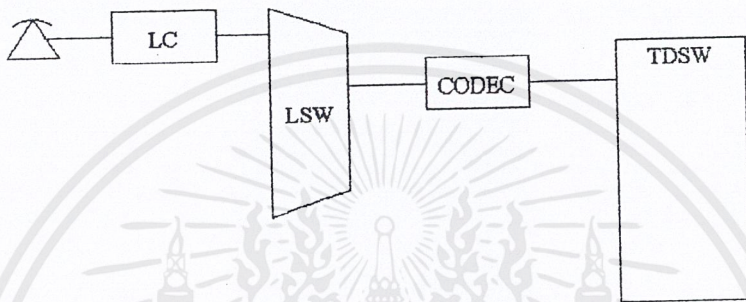
รูปที่ 2.29 แสดงการต่อสัญญาณ Dial Tone

เมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟังขึ้น Line Circuit ซึ่งเป็นวงจรประจำหมายเลขของผู้เรียกจะตรวจจับได้ว่าผู้เรียกได้ยกปากพูดหูฟังขึ้นแล้ว ข้อมูลของเลขหมายผู้เรียกที่อยู่ใน Main Memory (MM) จะถูกอ่าน

ออกมา (Read Out) โดยการใช้ Busy – Idle Status ใน Memory ก็จะทำให้การผลิตสัญญาณ Digital Dial Tone (DT) และ Time Slot ที่ว่างระหว่างวงจร DT กับทางสายของผู้เรียกเลือกขึ้นมา เมื่อเส้นทางการต่อระหว่างวงจร DT กับผู้เรียกถูกสร้างขึ้นมา ทำให้สัญญาณ Dial Tone ซึ่งถูก Decode จาก Digital เป็น Analog โดย Code / Decode (CODEC) ถูกส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกผ่านทาง Line Switch (LSW) และ Line Circuit (LC) ผู้เรียกก็จะได้ยินสัญญาณ Dial Tone

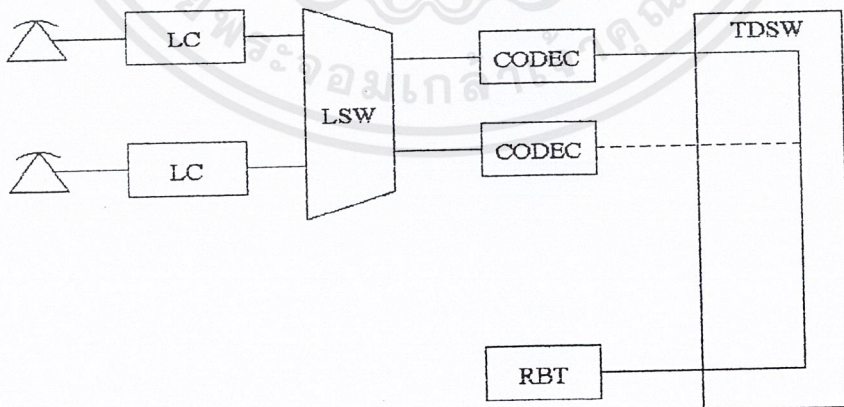
2.5.8.2 การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน

การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน (Intra – Office Call) หมายถึงการที่ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอยู่ในชุมสายเดียวกัน อธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 2.30 แสดง Dial Plus Receiving

เมื่อผู้ถูกเรียกได้ยินสัญญาณ Dial Tone แล้ว ผู้เรียกก็เริ่มหมุนเลขหมายของผู้ถูกเรียก (เป็นเลขหมายที่อยู่ในชุมสายเดียวกัน) เลขหมายของผู้ถูกเรียกจะถูกส่งเข้ามายัง Line Circuit (LC) ซึ่งทำการนับและเก็บไว้ใน Memory โดย Input Processing Program เมื่อ Line Circuit รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกตัวแรก สัญญาณ Dial Tone จะถูกตัดออกจากวงจร

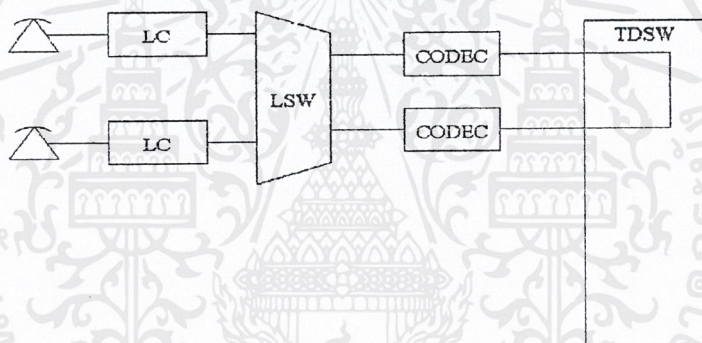


รูปที่ 2.31 แสดง Ringing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจาก Line Circuit รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกครบแล้ว Digit Analysis Program จะทำการวิเคราะห์ว่าเป็นการเรียกแบบใด ซึ่งในที่นี้จะทราบว่าเป็นการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน เนื่องจาก Office Code เหมือนกัน จากนั้น Terminating Line Analysis Program จะทำการหาตำแหน่งของเลขหมายผู้ถูกเรียกคือหา Line Equipment Number ของผู้ถูกเรียก และตรวจสอบ Class of Service ของผู้ถูกเรียกด้วย เมื่อทราบ Line Equipment Number ของผู้ถูกเรียกแล้ว เส้นทางต่อการเรียก (Speech Path) ระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกจะถูกกำหนดขึ้นและเก็บสำรอง (Reserved) ไว้ใน Call Path Memory จากนั้นวงจรผลิตสัญญาณ Digital Ringback Tone จะต่อกับผู้เรียกและส่งสัญญาณ Ringback Tone ไปยังผู้เรียก โดย CODEC จะทำการแปลงสัญญาณ Digital Ringback Tone ให้เป็นสัญญาณ Analog จึงทำให้ผู้เรียกได้ยินสัญญาณ Ringback Tone ในขณะเดียวกัน Line Circuit ประจำเลขหมายของผู้ถูกเรียกก็จะส่งสัญญาณ Ringing Current ไปยังเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก ทำให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกดังขึ้น

เมื่อผู้ถูกเรียกยกปากพูดหูฟังขึ้นเพื่อตอบรับการเรียก วงจร Ringback Tone และ Ringing Current ก็จะถูกตัดออกจากวงจร เส้นทางต่อการเรียกระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก ซึ่งถูกกำหนดไว้แล้วใน Call Path Memory ก็จะถูกสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสนทนากันได้

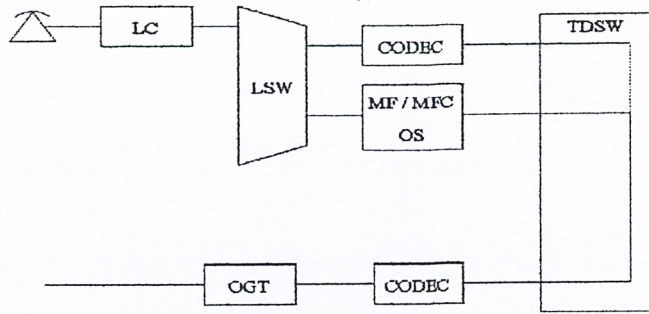


รูปที่ 2.32 แสดง Talking

เมื่อผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสนทนากันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทั้งคู่ก็วางปากพูดหูฟังลงบน Cradle ของเครื่องโทรศัพท์ Line Circuit ประจำเลขหมายของทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกก็จะทราบได้ทันทีว่าเลขหมายทั้งสองนี้เลิกใช้งานแล้ว เส้นทางต่อการ (Speech Path) และข้อมูลต่าง ๆ ใน Memory จะถูกยกเลิก (Release) ทั้งหมด

2.5.8.3 การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น

การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น (Outgoing Call) หมายถึงการเรียกที่ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอยู่คนละชุมสายกัน โดยชุมสายฝ่ายเราจะเป็นผู้เรียก ซึ่งอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้

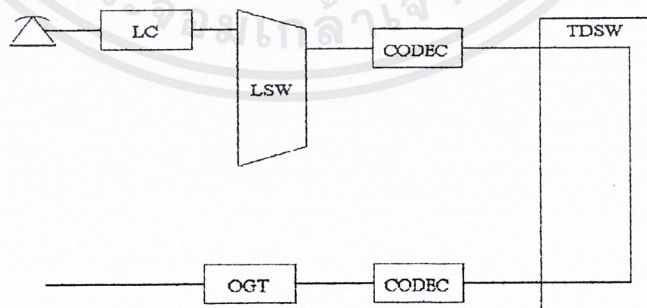


รูปที่ 2.33 แสดง Digit Sending (MF Signal)

เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณ Dial Tone แล้ว ผู้เรียกก็หมุนเลขหมายของผู้ถูกเรียก ซึ่งเป็นเลขหมายที่อยู่ต่างชุมสายกัน เลขหมายของผู้ถูกเรียกจะถูกส่งมายัง Line Circuit ซึ่งจะทำการนับและเก็บไว้ใน Memory โดย Input Processing Program เมื่อ Line Circuit รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกจนครบแล้ว Digit Analysis Program จะทำการวิเคราะห์เลขหมายของผู้ถูกเรียก ในกรณีนี้จะทราบว่าเป็นการเรียกออกต่างชุมสาย (Outgoing Call)

Outgoing Trunk (OGT) ที่ว่าง ซึ่งเป็น OGT ที่ต่อไปยังชุมสายของผู้ถูกเรียกจะถูกเลือกขึ้นมาเส้นทางการต่อระหว่างผู้เรียกกับ OGT จะถูกเก็บสำรองไว้ใน Call Path Memory จากนั้นวงจร Multi-frequency Outgoing Sender (MF/MFC OS) จะต่อเข้ากับ OGT ที่ได้ถูกเลือกไว้แล้วในตอนแรก MF Signal จาก MFOS ซึ่งเป็นข้อมูลเลขหมายของผู้ถูกเรียกจะถูกส่งไปยัง Incoming Trunk (ICT) ของชุมสายปลายทางและเก็บไว้ใน MF/MFC Receiver โดยการควบคุมของ Software Program

เมื่อเลขหมายของผู้ถูกเรียกได้ถูกส่งออกไปที่ชุมสายปลายทางเรียบร้อยแล้ว เส้นทางการต่อระหว่าง MF/MFC OS จะถูกตัดออกจากวงจร และเส้นทางการต่อระหว่างผู้เรียกกับ OGT ที่ได้เลือกไว้แล้วในตอนแรกจะถูกสร้างขึ้น เมื่อชุมสายปลายทางสร้างเส้นทางการต่อกับผู้เรียกได้แล้ว ทางชุมสายปลายทางจะส่ง Ringback Tone มายังชุมสายต้นทางผ่านทาง OGT ไปยังผู้เรียก ขณะนี้ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณ Ringback Tone และรอการตอบรับการเรียก



รูปที่ 2.34 แสดง Ringing และ Talking

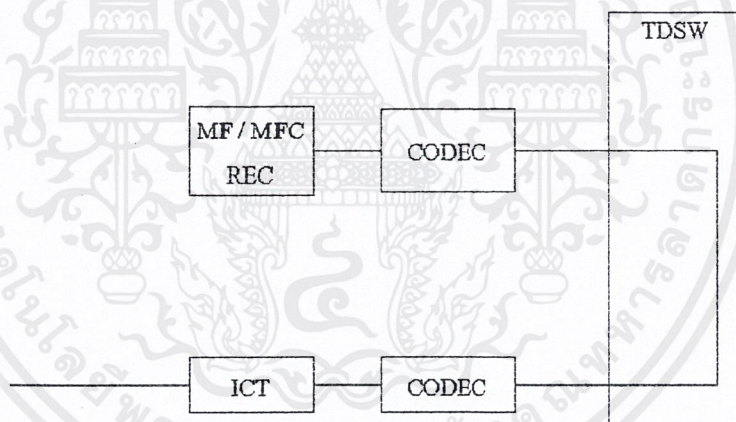
เมื่อผู้ถูกเรียกตอบรับการเรียก Answer Signal จะส่งจากชุมสายปลายทางมายัง OGT ของชุมสายต้นทาง ทำให้ผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสนทนากันได้

เมื่อผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสนทนากันเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทั้งคู่ก็วางปากพูดหูฟังลงบน Cradle ของเครื่องโทรศัพท์ Line Circuit ประจำเลขหมายของทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกก็จะทราบได้ทันทีว่าเลขหมายทั้งสองนี้เลิกใช้งานแล้ว เส้นทางการต่อ (Speech Path) และข้อมูลต่าง ๆ ใน Memory จะถูกยกเลิก (Release) ทั้งหมด

2.5.8.4 การเรียกเข้าจากชุมสายอื่น

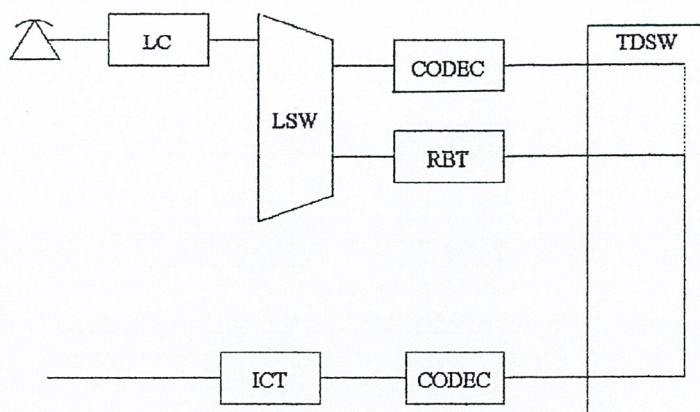
การเรียกเข้าจากชุมสายอื่น (Incoming Call) หมายถึงการเรียกที่ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอยู่คนละชุมสายกัน โดยชุมสายฝ่ายเราจะเป็นผู้ถูกเรียก ซึ่งอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้

เมื่อมีการเรียกเข้าจากชุมสายอื่น Incoming Trunk (ICT) จะรับสัญญาณ ซึ่งเป็นเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่ส่งมาจากชุมสายต้นทาง และเก็บไว้ใน MF/MFC Receiver เมื่อรับเลขหมายผู้ถูกเรียกครบแล้ว Digit Analysis Program จะทำการวิเคราะห์เลขหมายของผู้ถูกเรียก ในกรณีนี้จะทราบว่าเป็นการเรียกเข้ามายังเลขหมายภายในชุมสายนี้ จากนั้น Terminating Line Analysis Program จะทำการหาตำแหน่งของเลขหมายผู้ถูกเรียก คือ Line Equipment Number และตรวจสอบ Class of Service ของผู้ถูกเรียกด้วย



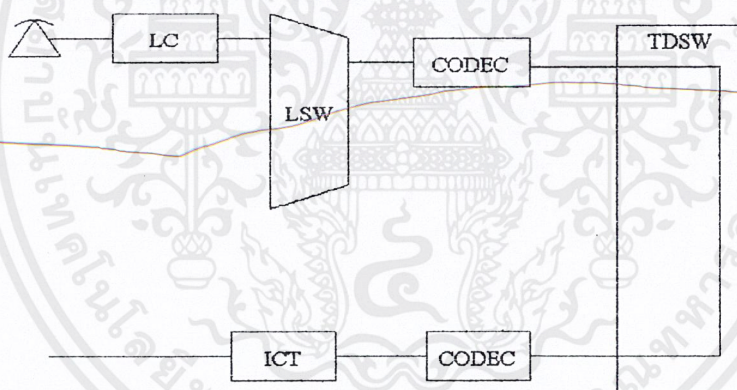
รูปที่ 2.35 แสดง Digit Receiving

เมื่อทราบตำแหน่ง Line Equipment Number ของผู้ถูกเรียกแล้ว เส้นทางการต่อการเรียกระหว่างผู้ถูกเรียกกับ Incoming Trunk (ICT) จะถูกกำหนดขึ้น และเก็บสำรองไว้ใน Call Path Memory จากนั้นวงจรผลิต Digital Ringback Tone จะต่อเข้ากับ ICT ซึ่ง CODEC จะทำการแปลง Digital Ringback Tone ให้เป็นสัญญาณ Analog แล้วส่งต่อไปยังผู้เรียกที่ชุมสายต้นทาง ทำให้ผู้เรียกได้ยินสัญญาณ Ringback Tone ในขณะเดียวกัน Line Circuit ประจำเลขหมายของผู้ถูกเรียกจะส่ง Ringing Current ไปยังผู้ถูกเรียก ทำให้กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ผู้ถูกเรียกดังขึ้น



รูปที่ 2.36 แสดง Ringing

เมื่อผู้ถูกเรียกยกปากพูดหูฟังขึ้นตอบรับการเรียก Subscriber Line Status จะทำให้ Software Program รับทราบการตอบรับการเรียกนี้ วงจร Ringback Tone และ Ringing Current ก็จะถูกตัดออกจากวงจร เส้นทางต่อการเรียกระหว่าง ICT กับผู้ถูกเรียกซึ่งถูกกำหนดไว้แล้วใน Call Path Memory ก็จะถูกสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสนทนากันได้



รูปที่ 2.37 แสดง Talking

2.6 ผู้สาขาระบบ SPC แบบ MD-110

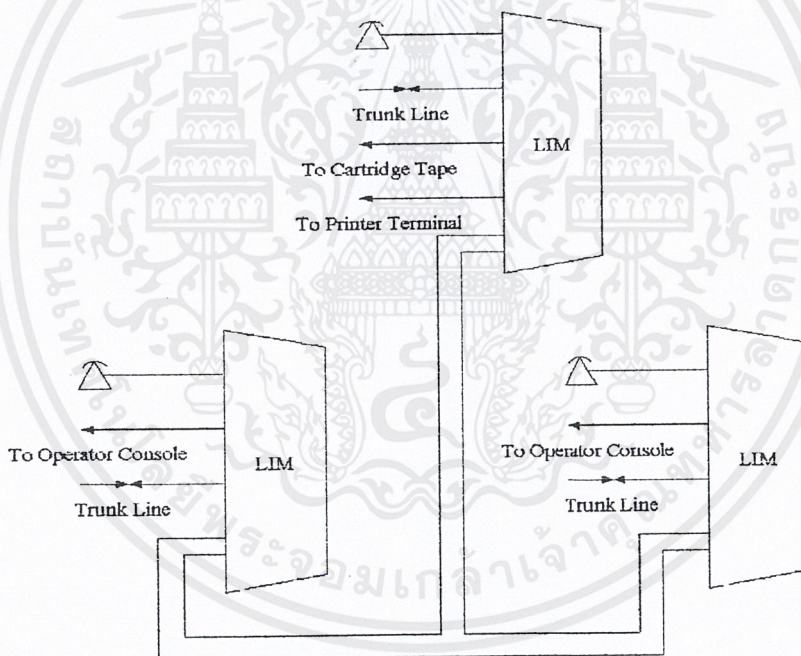
ผู้สาขาระบบ Stored Program Control แบบ MD-110 ผลิตโดยบริษัทอิริคสันฯ แห่งประเทศสวีเดน มีขนาดตั้งแต่ 100 เลขหมายถึง 12,000 เลขหมาย MD-110 ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ทั้งแบบ

Analog Line และ Digital Line อุปกรณ์สวิตช์และอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้เทคนิคทาง Digital จึงทำให้มีความคล่องตัวในการใช้งานสูง คุณลักษณะการทำงานของระบบเป็นแบบแยกส่วน (Decentralized Control) โดยแต่ละส่วนจะทำงานเป็นอิสระซึ่งเปรียบเสมือนเป็นชุมสายเล็ก ๆ ชุมสายหนึ่ง และสามารถที่จะนำแต่ละส่วนไปติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งห่างไกลกันได้ (Remote Switching) โดยจะทำการเชื่อมต่อแต่ละส่วนด้วยระบบของ Pulse Code Modulation (PCM)

2.6 ตู้สาขา ระบบ SPC แบบ MD-110

เนื่องจาก MD-110 เป็นตู้สาขา ระบบ SPC แบบ Digital จึงมีการบริการพิเศษ (Facility) ต่าง ๆ มากมายตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมาและสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งแบบสัญญาณ Decadic และสัญญาณ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) นอกจากนี้การเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่นด้วยวงจร Trunk Line สามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบ Analog และ Digital Trunk

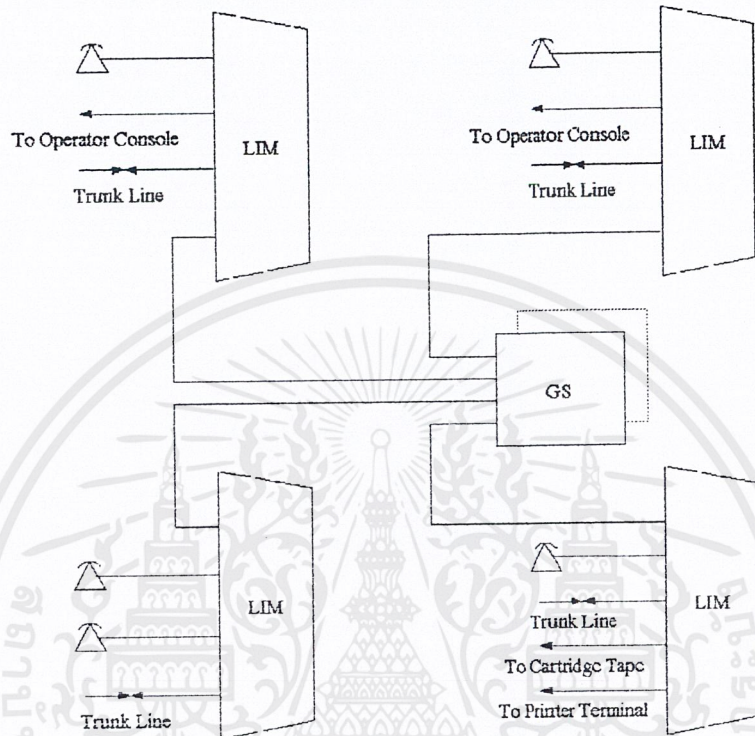
2.6.1 โครงสร้างของระบบ



รูปที่ 2.38 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Line Interface Module (LIM)

MD-110 เป็นตู้สาขาแบบหนึ่งทีประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วนคือ Line Interface Module (LIM) และ Group Switch (GS) ตามปกติในแต่ละ LIM จะเป็นตู้สาขาขนาดประมาณ 200 เลขหมายและจะทำงานเป็นชุมสายอิสระ ถ้าต้องการประกอบให้เป็นตู้สาขาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะต้องนำเอา LIM มา

เชื่อมต่อกันโดยใช้ PCM Link แบบ A Law (30/32 Channel) ถ้ามีจำนวน LIM ไม่เกิน 3 LIMs หรือไม่เกิน 600 เลขหมาย ก็สามารถนำแต่ละ LIM เชื่อมต่อกันโดยตรงผ่านทาง PCM Link ดังแสดงตามรูปที่ 2.38 แต่ถ้าหากมีจำนวน LIM มากกว่า 3 LIMs ขึ้นไปหรือมากกว่า 600 เลขหมาย การเชื่อมต่อกับ PCM จะต้องผ่านทาง Group Switch (GS) ซึ่งเป็นสวิตช์กลางที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง LIM ดังแสดงตามรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง LIM ผ่าน Group Switch

การเชื่อมต่อระหว่าง LIM ด้วยกันเอง หรือระหว่าง LIM กับ Group Switch โดยใช้ PCM Link นั้น ตามปกติจะใช้เพียง 2 PCM Link แต่ถ้ามี Traffic สูงมากก็อาจเพิ่มเป็น 3 PCM Link แต่สูงสุดไม่เกิน 4 PCM Link และเพื่อให้ระบบมีความเชื่อถือได้สูง จึงสามารถจัดให้มี Group Switch เป็นสองชุด ซึ่งมีลักษณะการทำงานเป็นแบบสามารถทำงานแทนกันได้โดยอัตโนมัติเพื่อชุดใดชุดหนึ่งเกิดข้อขัดข้องขึ้น

2.6.2 Line Interface Module (LIM)

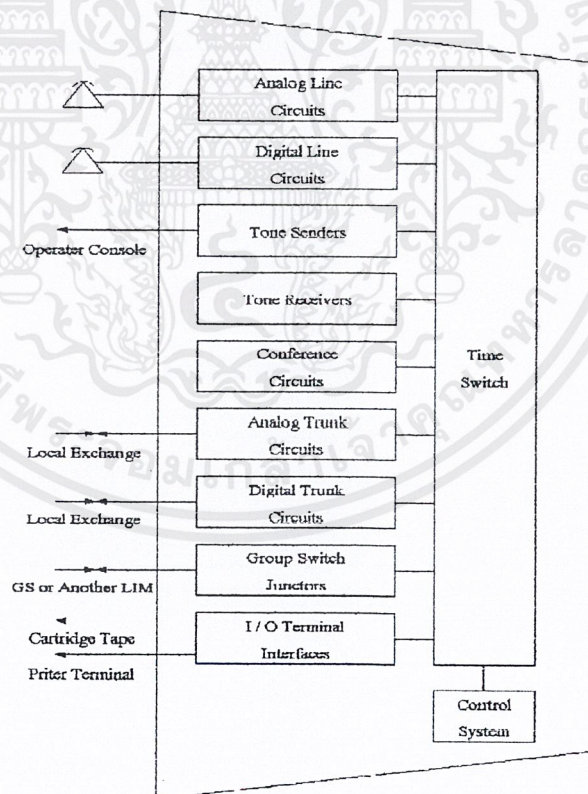
Line Interface Module (LIM) เป็นตู้สาขาขนาดเล็ก สามารถติดตั้งเลขหมายของ Extension ได้ประมาณ 200 เลขหมาย และมีการทำงานเป็นชุมสายอัตโนมัติอิสระ หรือจะเป็นส่วนหนึ่งของชุมสายในระบบที่มีขนาดใหญ่ได้ภายใน LIM จะประกอบด้วย Board ต่าง ๆ เช่น Extension Line Unit (ELU),

Trunk Line Unit (TLU), Basic Switch Unit (BSU), LIM Processor Unit (LPU), Memory Unit (MEU), Tone Sender Unit (TSU), Tone Receiver Unit (TRU), Group Switch Junctor Unit (GJU), Multi Party Conference Unit (MPU), I/O Terminal Interface Unit (IOU) เป็นต้น Block Diagram ของ LIM ดังแสดงตามรูปที่ 2.40

จาก Block Diagram ของ LIM ตามรูปที่ 2.40 อธิบายหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- **Control System** เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของระบบ ประกอบด้วย Processor Board หรือเรียกว่า LIM Processor Unit (LPU) และหน่วยความจำซึ่งเรียกว่า Memory Unit (MEU) อีกจำนวนหนึ่ง LPU ประกอบด้วย Processor System โดยใช้ Micro Processor ชนิด 8 Bits มีหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานภายใน LIM ส่วน MEU มีหน้าที่เก็บโปรแกรม (Program) และข้อมูล (Date) ต่าง ๆ อุปกรณ์ของหน่วยความจำเป็นแบบ RAM (Random Access Memory) MEU แต่ละ Board บรรจุความจำได้ 512 Kbytes

- **Time Switch** เป็น Digital Switching Network บรรจุไว้ด้วย 512 Time Slots จึงทำให้ Time Switch นี้เป็นแบบ Non Blocking ภายใน Time Switch จะประกอบด้วย Basic Board หรือเรียกว่า Basis Switch Unit (BSU) จำนวน 1 Board และ Supplementary Board หรือเรียกว่า Supplementary Switch Unit (SSU) จำนวน 2 Boards



รูปที่ 2.40 แสดง Block Diagram ของ LIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Extension Line Unit-Digital (ELU-D)** หรือเรียกว่า Digital Line Circuit มีหน้าที่เป็นตัวทำการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ชนิดพิเศษหรือ Operator Console กับ Time Switch การเปลี่ยนสัญญาณ Analog ให้เป็นสัญญาณ Digital ถูกกระทำตั้งแต่ในเครื่องโทรศัพท์ชนิดพิเศษนั้น หรือใน Operator Console สำหรับใน ELU-D 1 Board ประกอบด้วย Digital Line 8 เลขหมาย

- **Trunk Line Unit-Analog (TLU-A)** หรือเรียกว่า Digital Trunk Circuit มีหน้าที่เป็นวงจรเชื่อมต่อระหว่างตู้สาขากับชุมสายท้องถิ่น หรือ PABX อื่น ๆ ที่เป็น Analog ด้วยกัน การเปลี่ยนสัญญาณ Analog ให้เป็นสัญญาณทาง Digital จะถูกกระทำที่ใน Board ของ TLU-A โดย CODEC เช่นเดียวกับ ELU-A สำหรับใน TLU-A 1 Board ประกอบด้วย Analog Trunk จำนวน 2 หรือ 3 Trunk

- **Trunk Line Unit-Digital (TLU-D)** หรือเรียกว่า Analog Trunk Circuit มีหน้าที่เป็นวงจรเชื่อมต่อระหว่างตู้สาขากับชุมสายท้องถิ่น หรือ PABX อื่น ๆ ที่เป็น Digital ด้วยกัน สำหรับใน TLU-A 1 Board จะประกอบด้วย Digital Trunk จำนวน 30 Trunks

- **Tone Sender Unit (TSU)** มีหน้าที่เป็นตัวกำเนิดและส่งสัญญาณต่าง ๆ เช่น Dial Tone, Special Dial Tone, Call Waiting Tone, Ringback Tone, Congestion Tone, Number Unobtainable (NU) Tone, Intrusion Tone เป็นต้น ส่วน Ringing Current ที่ใช้สำหรับป้อนกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะมี Ringing Equipment Unit (REU) อีก 1 Board เป็นตัวส่ง Ringing Current แยกต่างหาก TSU จะมีอยู่ 1 Board ในแต่ละ LIM

- **Tone Receiver Unit (TRU)** มีหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณที่เกิดขึ้นจากการหมุนเลขหมายของผู้เรียก ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งแบบ Decadic และ DTMFTRU จะมีจำนวน 2 Board ในแต่ละ LIM และจะมีขีดความสามารถในการรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุนในเวลาเดียวกันได้ 12 เลขหมาย โดยแบ่งเป็น 4 เลขหมายสำหรับกรณีที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกเป็นแบบใช้สัญญาณ Decadic และ 4 เลขหมายสำหรับกรณีที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกใช้สัญญาณระบบ DTMF

- **Multiparty Conference Unit (MPU)** หรือเรียกว่า Conference Circuit มีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกจากภายนอกกับพนักงานโทรศัพท์กลาง หรือระหว่างพนักงานโทรศัพท์กลางกับเลขหมายภายในหรือเชื่อมต่อวงจรการสนทนาแบบประชุม (Conference) ตั้งแต่ 3 เลขหมายขึ้นไป แต่ไม่เกิน 8 เลขหมาย MPU จะมีอยู่ 1 Board ในแต่ละ LIM

- **Group Switch Junctor Unit (GJU)** มีหน้าที่เชื่อมต่อกับ GS (Group Switch) ซึ่งมีลักษณะการทำงานโดยใช้ PCM Link แบบ 30/32 Channels ตามปกติ GJU จะมีเพียง 2 Boards ในแต่ละ LIM จึงทำให้การเรียกเข้าหรือเรียกออกต่าง LIM สามารถเรียกได้พร้อมกัน 60 เลขหมาย ในกรณีที่ตู้สาขามี Traffic สูงมากก็สามารถเพิ่ม GJU เข้าไปได้อีกไม่เกิน 2 Boards จึงทำให้การเรียกเข้าหรือเรียกออกต่าง LIM สามารถเรียกได้พร้อมกัน 120 เลขหมาย

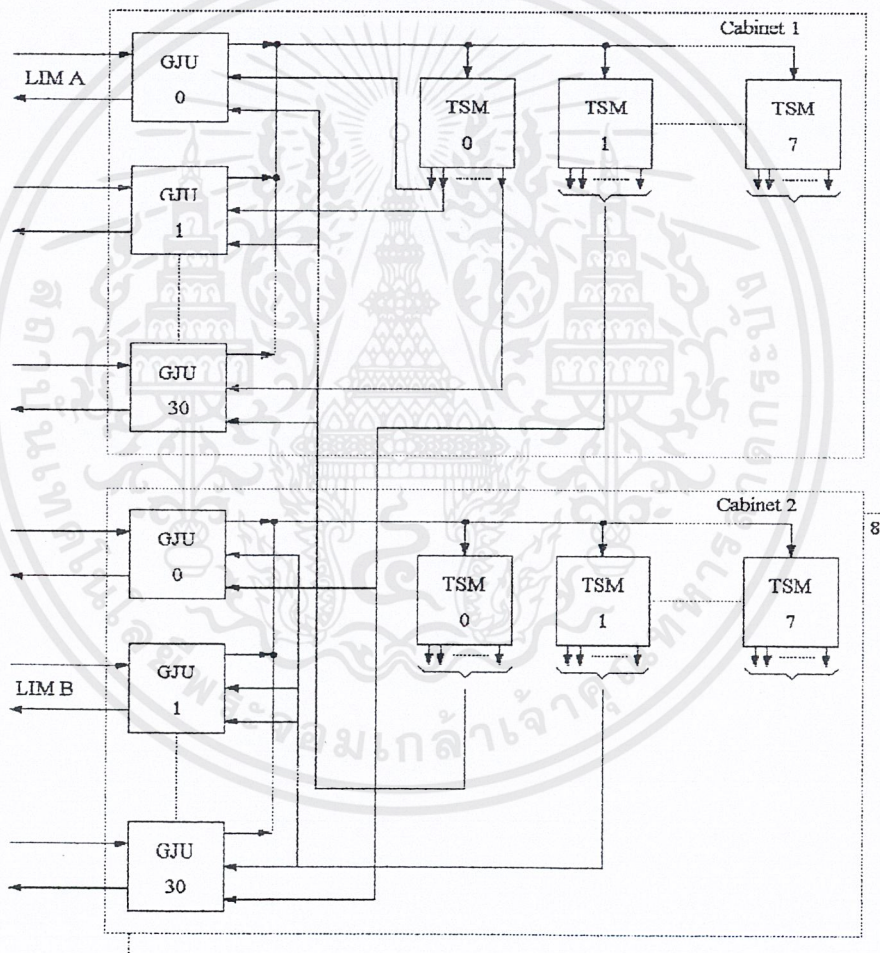
- **I/O Terminal Interface Unit (IOU)** มีหน้าที่สำหรับเป็นตัวเชื่อมต่อกับ Cartridge Tape, Printer Terminal และ I/O Equipment อื่น ๆ การต่อ Cartridge Tape ก็เพื่อประโยชน์ในการ Back up Program และ Data โดยใช้ในกรณีที่เครื่องชุมสายหรือ LIM ทำงานล้มเหลวก็จะนำ Program และ Data ใน Cartridge Tape ป้อนกลับเข้าไปเก็บไว้ใน Memory Unit (MEU) อีกครั้งหนึ่ง สำหรับต่อ Printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal ก็เพื่อประโยชน์ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อมูลรวมทั้งการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance) ตามปกติตู้สาขาแบบ MD-110 จะมี IOU เพียง Board เดียวเท่านั้น โดยจะติดตั้งอยู่ที่ LIM ใด LIM หนึ่ง และจะเรียก LIM นั้นว่า I/O LIM

2.6.3 Group Switch (GS)

Group Switch เป็นส่วนที่ประกอบด้วย Digital Switch มีหน้าที่เชื่อมต่อ PCM Voice และ Data รวมทั้งสัญญาณควบคุม (Control Signal) ระหว่าง LIM ด้วยกันเอง ในกรณีที่ตู้สาขาแบบ MD-110 มีมากกว่า 3 LIMs แต่ละ LIM จะต่อเชื่อมเข้ากับ Group Switch ด้วย PCM Link แบบ 30/32 Channels โดยที่ Time Slot ที่ 1 ถึง 15 และ Time Slot ที่ 17 ถึง 31 ใช้สำหรับ Voice และ Data สำหรับ Time Slot ที่ 0 ใช้เป็น Synchronization Signal และ Time Slot ที่ 16 ใช้เป็น Control Signal

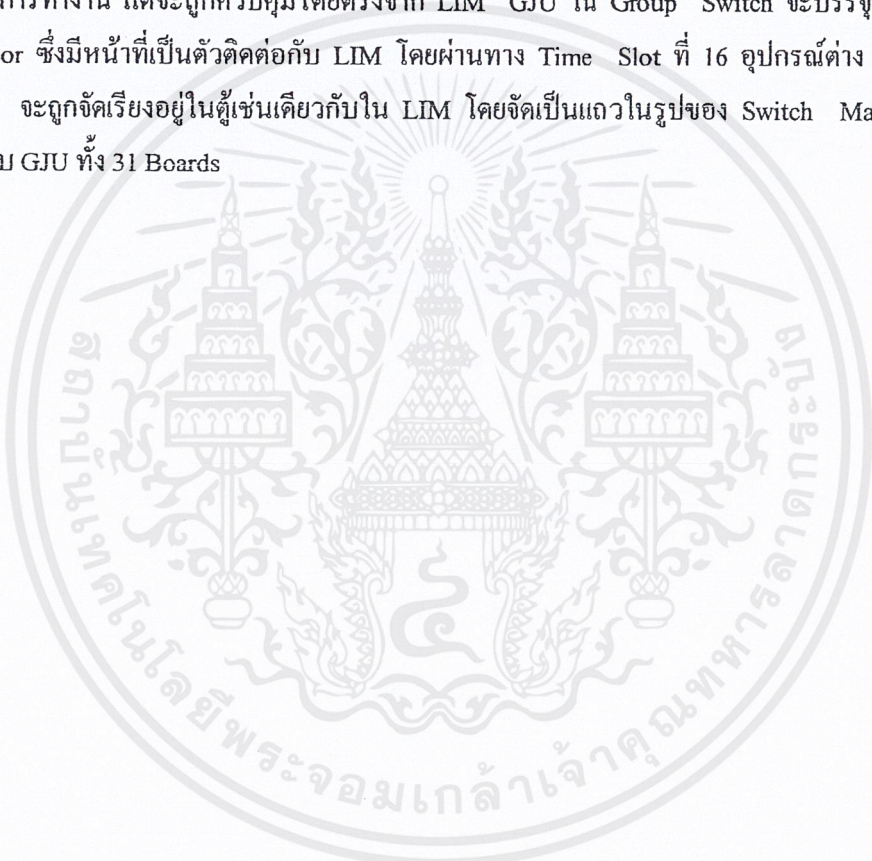


รูปที่ 2.41 แสดง Block Diagram ของ Group Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group Switch เป็นสวิตช์แบบ Non-Blocking ประกอบด้วย Time Switch Module (TSM) ที่มี 1,024 Ports การเชื่อมต่อจาก LIM โดยใช้ PCM Link จะถูกต่อจาก Group Switch Junctor Unit (GJU) ใน LIM มาเข้า Group Switch ที่ GJU เช่นเดียวกัน ซึ่ง GJU ใน Group Switch จะต่อมายัง Time Switch Module โดยที่ในแต่ละ Time Switch Module สามารถต่อเชื่อมกับ PCM Link ได้ 31 PCM Links หรือกล่าวได้ว่า Time Switch Module เพียง 1 Module สามารถต่อกับ GJU ใน Group Switch ได้ 31 Boards การขยาย Group Switch เพิ่มขึ้น ก็ต้องทำการเพิ่ม Time Switch Module เข้าไปด้วย กล่าวคือถ้ามี Group Switch 2 ตัว Group Switch แต่ละตัวจะต้องมี Time Switch Module จำนวน 2 Module ด้วย Group Switch สามารถขยายได้สูงสุด 8 ตัว จึงสามารถรับ PCM Link ได้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 248 PCM Links

รูปที่ 2.41 แสดง Block Diagram ของ Group Switch จะเห็นว่า Group Switch ไม่มีส่วนควบคุมการทำงาน แต่จะถูกควบคุมโดยตรงจาก LIM GJU ใน Group Switch จะบรรจุไว้ด้วย Micro Processor ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวติดต่อกับ LIM โดยผ่านทาง Time Slot ที่ 16 อุปกรณ์ต่าง ๆ ใน Group Switch จะถูกจัดเรียงอยู่ในตู้เช่นเดียวกับใน LIM โดยจัดเป็นแถวในรูปของ Switch Matrix และสอดคล้องกับ GJU ทั้ง 31 Boards

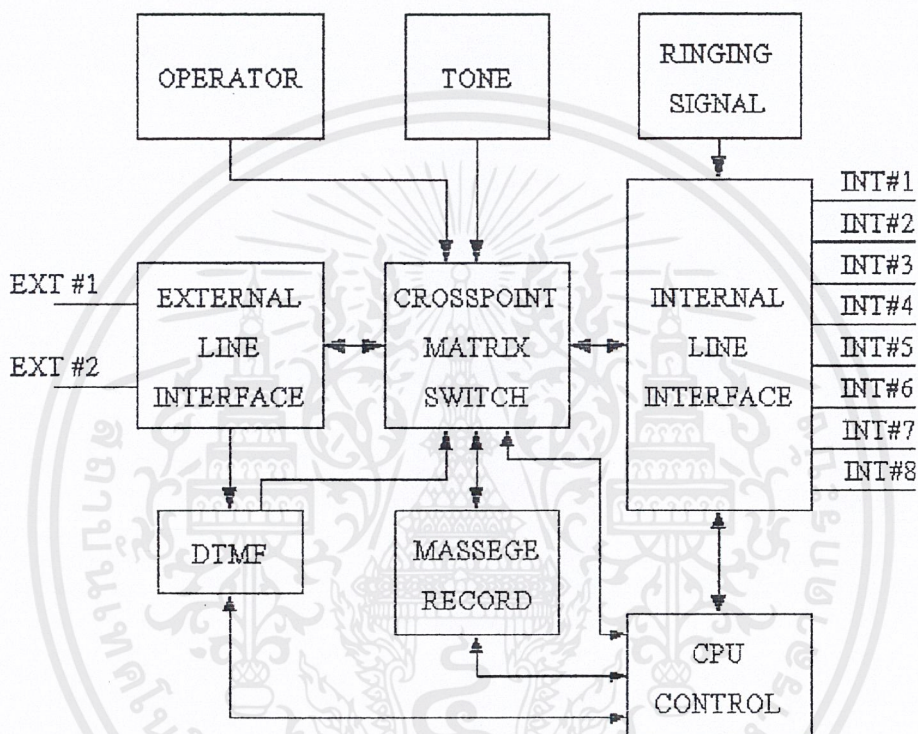


บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 หลักการเบื้องต้น

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange : PABX) นี้จะประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน ได้แก่ ส่วนของการทำงานทางด้านฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) และ ส่วนของการทำงานทางด้านซอฟต์แวร์ (SOFTWARE) ประกอบควบคู่กันไป โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.1 แสดงการทำงานภาคต่างๆของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติโดยสามารถรองรับได้ 2 คู่สายนอก 8 คู่สายใน โดยหลักการทำงานจะมีลักษณะคล้ายกับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ โดยมีลำดับการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนการทำงานคือ ส่วนการติดต่อภายใน กับส่วนการติดต่อภายนอก เมื่อมีการเรียกเข้าจากคู่สายภายนอก ส่วนอินเตอร์เฟซคู่สายภายนอก (External line Interdau) จะส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุม เพื่อให้ส่วนควบคุมส่งสัญญาณมาเพื่อทำการปรับค่าอิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม ก็คือการรับสายนั่นเอง แล้วส่งสัญญาณเสียงตอบรับเพื่อให้ทางผู้เรียกเข้ามากดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ

(DTMF) ทำการถอดรหัสสัญญาณแล้วส่งไปยังส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมรับรหัสสัญญาณเข้ามาแล้วก็ตรวจสอบว่าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามาว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะทำการส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังคู่สายภายในที่ถูกเรียก แล้วส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้ที่เรียกเข้ามา โดยผ่านส่วนครอสพอยท์สวิตช์ (Crosspoint switch) ถ้าคู่สายภายในที่ถูกเรียกมีการยกหูก็จะต่อการสนทนาโดยผ่านส่วนครอสพอยท์สวิตช์ ถ้าคู่สายภายในไม่ว่างจะทำการส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเข้ามา

ส่วนการติดต่อกายใน ส่วนการอินเตอร์เฟซคู่สายภายใน (Internal line Interface) จะทำการตรวจสอบการยกหูของคู่สายภายใน เมื่อแจ้งไปยังส่วนควบคุม ส่วนควบคุมก็จะคอยรับรหัสสัญญาณเลขหมายที่ต้องการติดต่อกจากภาคถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ตรวจสอบว่าเป็นการขอติดต่อกคู่สายภายในหรือคู่สายภายนอก แล้วจึงทำการเชื่อมการติดต่อกให้เป็นอันดับต่อไป

ส่วนการรับฝากข้อความ (Message Record) เมื่อมีการเรียกเข้ามายังคู่สายภายในจากคู่สายภายนอกแล้ว คู่สายภายในไม่มีผู้รับสายก็จะทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบรับฝากข้อความ เก็บไว้ที่ส่วนรับฝากข้อความ

3.2 วงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณต่างๆที่ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

สัญญาณต่างๆที่ใช้ในเครื่องชุมสาย โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติจะมีด้วยกัน 4 สัญญาณหลักดังนี้

1. สัญญาณพร้อมให้กดหมายเลข (Dial Tone)
2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)
3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)
4. สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal)

3.2.1 วงจรกำเนิดสัญญาณพร้อมให้กดหมายเลข (Dial Tone)

จะใช้ IC เบอร์ 741 โดยปกติวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุนจะมีความถี่ประมาณ 400 เฮิรตซ์ รูปแบบของวงจรจะมีการต่อในลักษณะ WIEN BRIDGE OSCILATOR โดยทำการสร้างสัญญาณชานน์เพื่อทำการกำเนิดความถี่ที่ต้องการประมาณ 400 เฮิรตซ์โดยคำนวณหาค่าความถี่และกำหนดค่าของอุปกรณ์ภายในวงจรได้จากสูตร

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

$$W = 1/RC$$

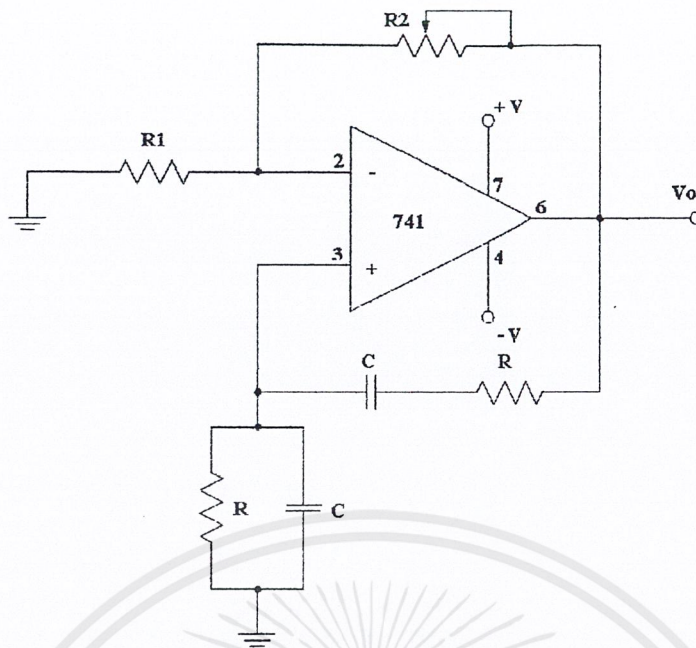
โดยความถี่ที่ใช้ มีค่าประมาณ 400 Hz

กำหนดให้ $C = 0.1 \mu F$

$$R = 1 / 2 \pi f C$$

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

$$= 3.98 K\Omega$$



รูป 3.2 วงจร WIEN BRIDGE OSCILLATOR

3.2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่วาง

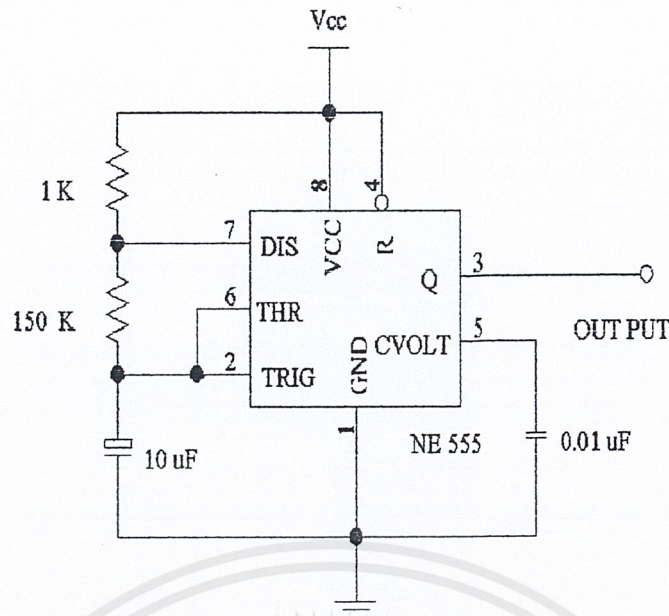
วงจรกำเนิดสัญญาณไม่วางมีความถี่ประมาณ 425 เฮิรตซ์ ตัด 0.5 วินาที คับ 0.5 วินาที โดยใช้ IC เบอร์ NE 555 โดยใช้เอาต์พุตของ ICควบคุมการทำงานจะมีช่วงความถี่ 400 Hz 0.5 วินาที สลับกันไปตลอด

โดยกำหนดให้ $R_1 = 1K$, $R_2 = 150K$, $C_1 = 4.7 \mu F$

$$\begin{aligned} T_{on} &= 0.693 (R_1 + R_2) C_1 \\ &= 0.693 (1K + 150K) 4.7\mu F \\ &= 0.4913 \text{ S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{off} &= 0.693 (R_2) C_1 \\ &= 0.693 (150K) 4.7 \mu F \\ &= 0.4885 \text{ S} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= 1 / (0.4918 + 4885) \\ &= 1.02 \text{ Hz} \end{aligned}$$



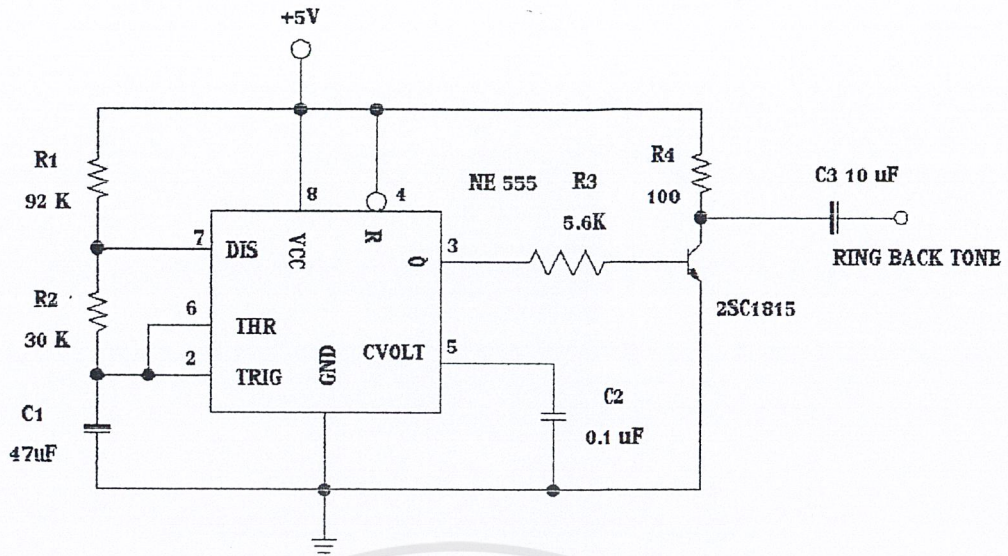
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

3.2.3 วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ

วงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับโดยปกติแล้วจะมีความถี่ 400 เฮิรตซ์ติด 1 วินาที และดับ 4 วินาที อุปกรณ์ภายในวงจรจะประกอบด้วย IC เบอร์ NE 555 วงจรผลิตสัญญาณที่มีอัตราการติด (เอาต์พุตมีสถานะ “1”) นาน 4 วินาที และอัตราการดับ (สถานะ “0”) นาน 1 วินาที จะมีวงจรกลับสัญญาณคั่นกลางอยู่ โดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC1815 เป็นตัวกลับสัญญาณเพื่อให้ได้สัญญาณเอาต์พุตที่มีอัตราการติด (เอาต์พุตมีสถานะ “1”) นาน 1 วินาที และอัตราการดับ (สถานะ “0”) นาน 4 วินาที

$$\begin{aligned} T_{on} &= 0.693 (R_1 + R_2) C_1 \\ &= 0.693 (92K + 30K) 47\mu F \\ &= 3.973662 \text{ S} \end{aligned}$$

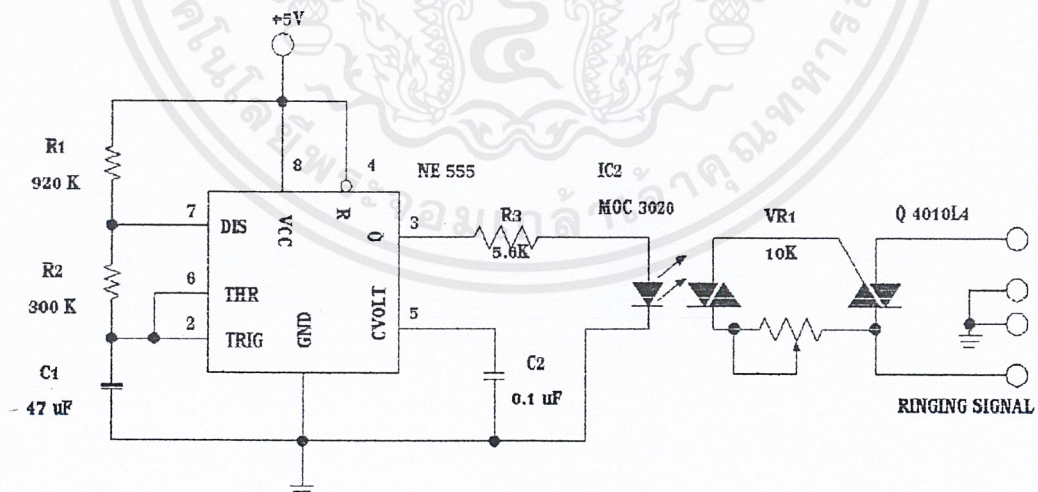
$$\begin{aligned} T_{off} &= 0.693 (R_2) C_1 \\ &= 0.693 (30 K) 47 \mu F \\ &= 0.097713 \text{ S} \end{aligned}$$



รูป 3.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring-back Tone)

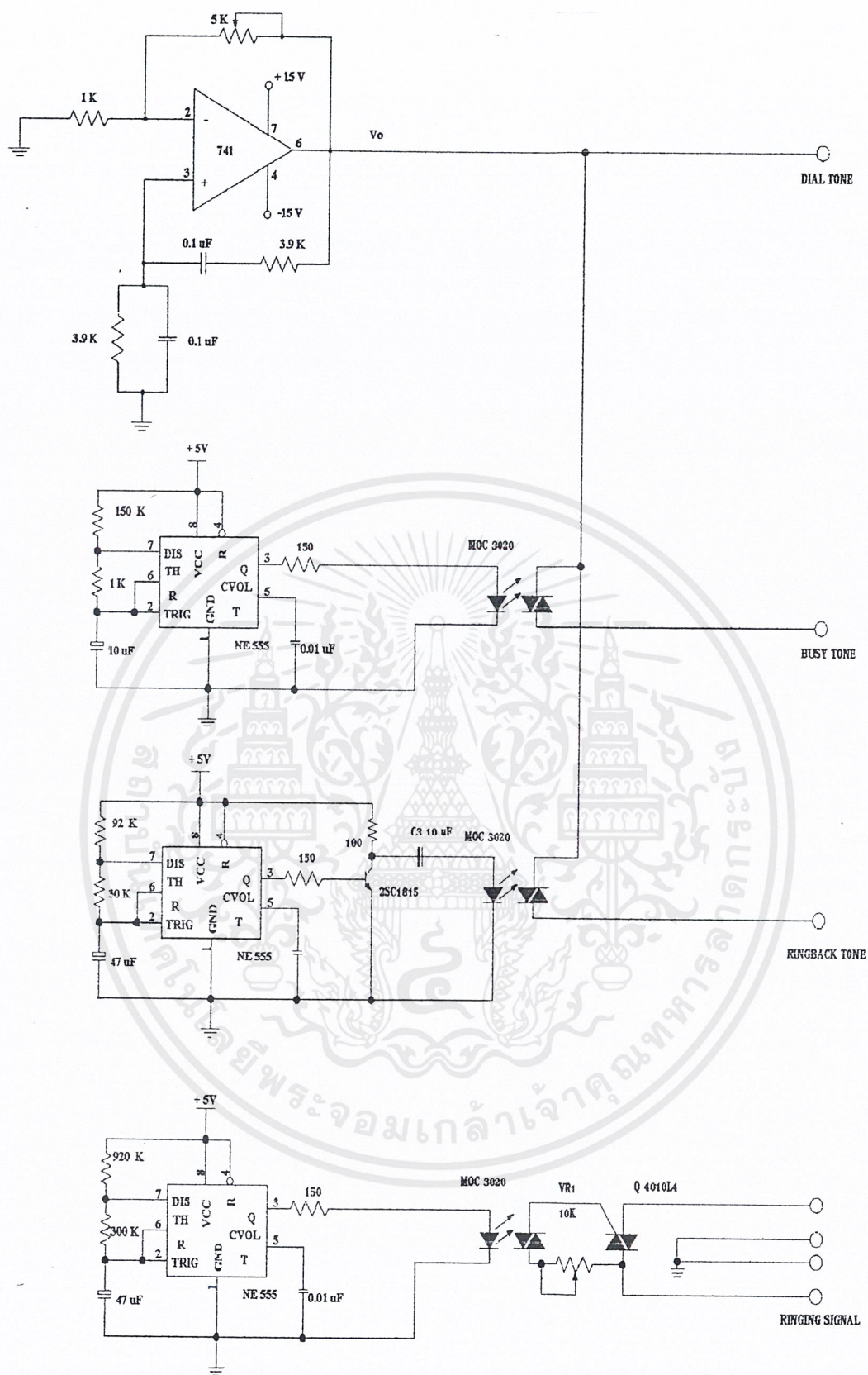
3.2.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

การทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับนี้จะมีควมถี่ และอัตราการติดคับของสัญญาณเอาต์พุต เหมือนกันกับวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งทุกประการ ดังนั้นเราจะไม่กล่าวถึงวงจรในส่วนนั้น เราจะข้ามมากล่าวถึงส่วนเชื่อมต่อกับสัญญาณ 100 V_{AC} IC₂ เป็น IC Opto Isolator เป็นตัวแยกกราวด์ของระบบไฟ 5V ออกจากระบบไฟ 100 V_{AC} โดย Q ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ส่งสัญญาณกระดิ่งออกไป ซึ่งความแรงของสัญญาณกระดิ่งจะถูกควบคุมโดย VR1



รูป 3.5 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

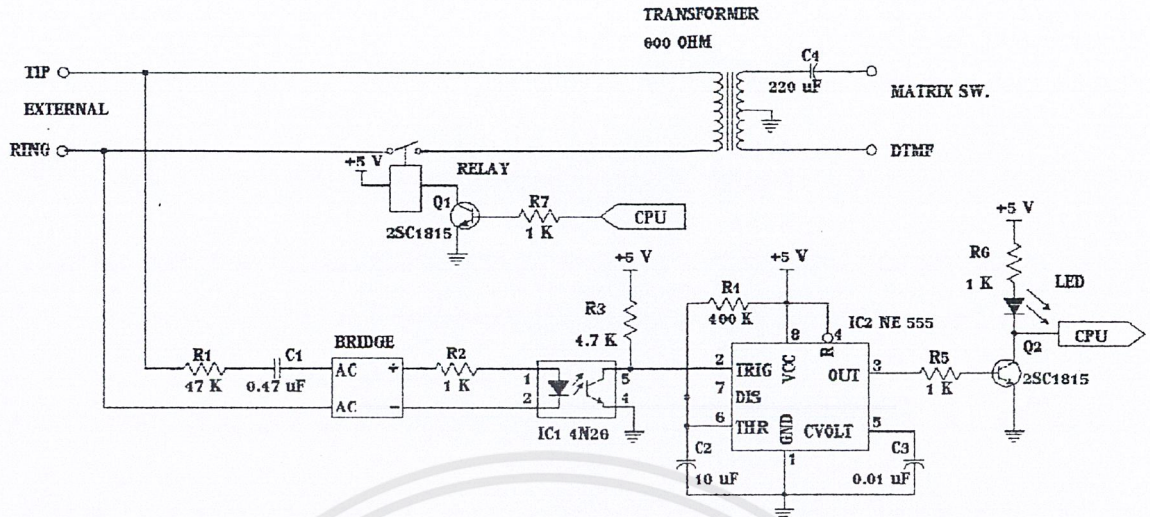
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรเชื่อมต่อคู่สายภายนอก



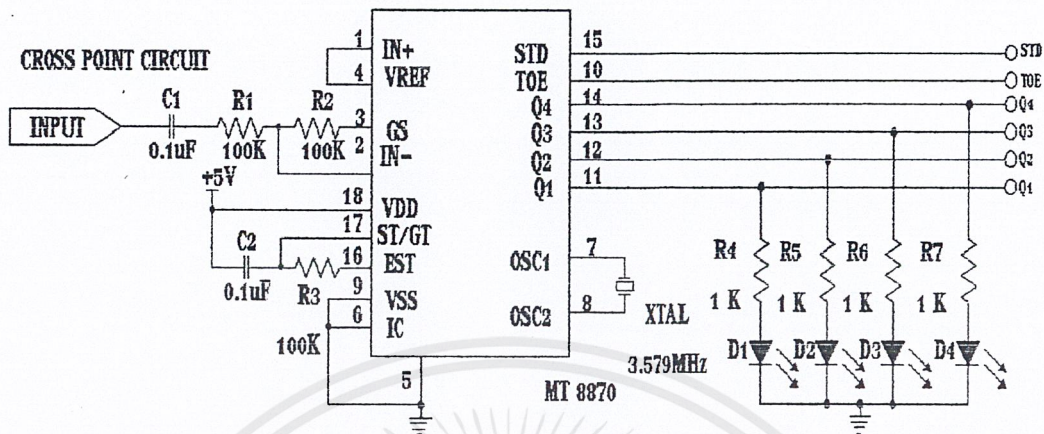
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายนอก

วงจรนี้จะทำการเชื่อมต่อโดยตรงกับคู่สายขององค์กรโทรศัพท์ เพื่อทำการรับสัญญาณเรียกเข้าหรือสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) โดยสัญญาณเรียกเข้านี้มีค่าแรงดันประมาณ 100 Vp-p เป็นเวลา 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที โดยจะผ่านวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ผ่านออปโตไอโซเลเตอร์ (4N26) จะทำให้แอลอีดี (LED) เปล่งแสง เป็นให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน จะมีเอาต์พุตเป็นลอจิก 0 และผ่านวงจรโมโนสเตเบิลเพื่อหน่วงเวลาสัญญาณเรียกให้มีระยะเวลาสั้นขึ้นเล็กน้อยขณะหนึ่ง เอาต์พุตของวงจรโมโนสเตเบิลจะเป็นลอจิก 1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน ส่งผลให้เอาต์พุตของทรานซิสเตอร์จากลอจิก 1 จะเปลี่ยนเป็นลอจิก 0 ส่งไปยัง CPU เมื่อ CPU ตรวจสอบพบว่าเป็นลอจิก 0 ก็จะส่งสัญญาณไปยังทรานซิสเตอร์ Q2 เพื่อทำให้รีเลย์ทำงานก็จะต่อคู่สายเข้ากับหม้อแปลง (Transformer) จึงทำการปรับค่าอิมพีแดนซ์เป็น 600 Ω ซึ่งเปรียบเสมือนกับการยกหู แล้วจึงส่งสัญญาณที่รับเข้าผ่านไปยังเมตริกซ์สวิตช์ และส่วนวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่โทรศัพท์ต่อไป

3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์

วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์ที่ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้มีการทำงานโดยใช้ IC MT8870 เป็นอุปกรณ์หลักในการทำงานของวงจรซึ่งเป็นไอซีที่ใช้ในการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์โดยการทำงานของวงจร ไอซี MT 8870 จะเป็นตัวถอดรหัสสัญญาณเมื่อเกิดการกดปุ่มของหน้าปัดโทรศัพท์ แล้วจะมีการถอดรหัสออกมาเป็นรหัสไบนารี ออกมาทางขา Q1-Q4 ของ MT 8870 จากนั้นจะมีพัลส์ออกมาทางขา STD ทุกครั้งเมื่อมีการกดคีย์โทรศัพท์และส่งไปให้ หน่วยประมวลผลผลเพื่อที่จะทราบว่ามีกรกดหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ โดยที่หน่วยประมวลผลผลจะอาศัยขา STD เป็นตัวเช็ค

สถานะว่ามีการกดปุ่มเสร็จและถอดรหัสแล้วและตรวจสอบว่าโทรศัพท์เครื่องใดถูกใช้งานจะตรวจสอบสถานะที่ขา STD เมื่อได้สัญญาณ “1” มาที่ TOE ซึ่งก็คือ การแสดงหมายเลขที่ทำการติดต่อปลายทางนั่นเองโดยแสดงดังรูปที่ 3.8

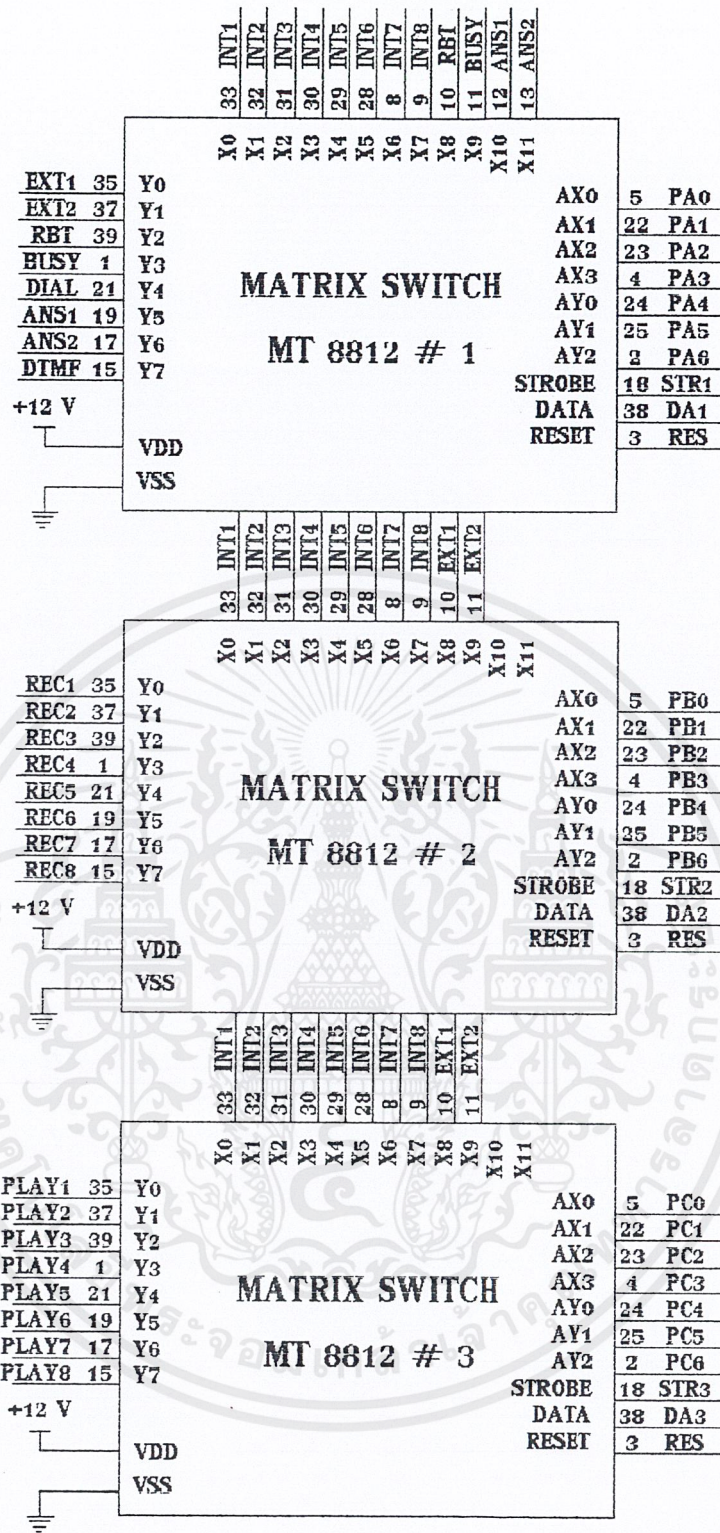


รูปที่ 3.8 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่โทรศัพท์

3.5 ภาคทรอสพอยท์สวิตช์

ภาคทรอสพอยท์สวิตช์เป็นภาคที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณจากภาคต่าง ๆ เข้าไปยังคู่สายที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วย IC MT 8812 จะทำหน้าที่เป็นอนาล็อกสวิตช์ มีลักษณะการต่อดังรูป 3.9

ในการใช้งานจริงพบว่า หากใช้ MT 8812 เพียงตัวเดียวจะมีขนาดเล็กเกินไปไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จึงต้องนำมาต่อร่วมกันถึง 3 ตัวเพื่อจะทำได้เพิ่มจำนวน Output ที่ต่อกับคู่สายภายในได้ครบ 8 คู่สาย และเพียงพอต่อจำนวนช่องสัญญาณต่าง ๆ จากรูป 3.9 เป็นการกำหนดหน้าที่การทำงานของขาต่าง ๆ ซึ่งจะมีทางด้าน I/P คือ ขาที่ X และ Y ซึ่งสามารถสลับที่กันได้ ซึ่งทุกจุดสามารถต่อถึงกันได้โดยอาศัยการควบคุมจากขา Address ของ IC ว่าจะให้จุดไหนต่อถึงกัน เมื่อทำการเลือก Address ได้แล้วก็ให้เปลี่ยนสถานะของสโตรบ (STOBE) จาก “0” เป็น “1” และตามขาตาอินจาก “0” เป็น “1” ก็จะทำให้ Address ที่เลือกไว้ต่อกัน เมื่อต้องการเลิกทำงานให้เลือก Address แล้วเปลี่ยนจาก “1” เป็น “0” และขา AXO-3 และ AXO-2 เป็นตัวกำหนดในการเลือก Address จากรูปที่ 3.9 แสดงการต่อของ MT 8812

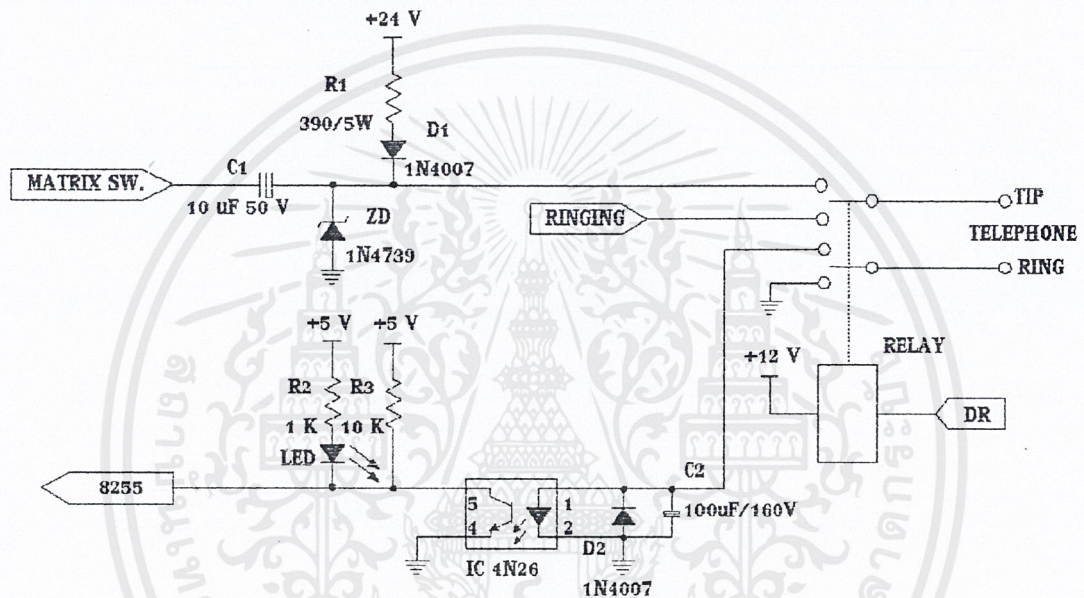


รูปที่ 3.9 แสดงการต่อของ ภาคกรองสพอยท์สวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน

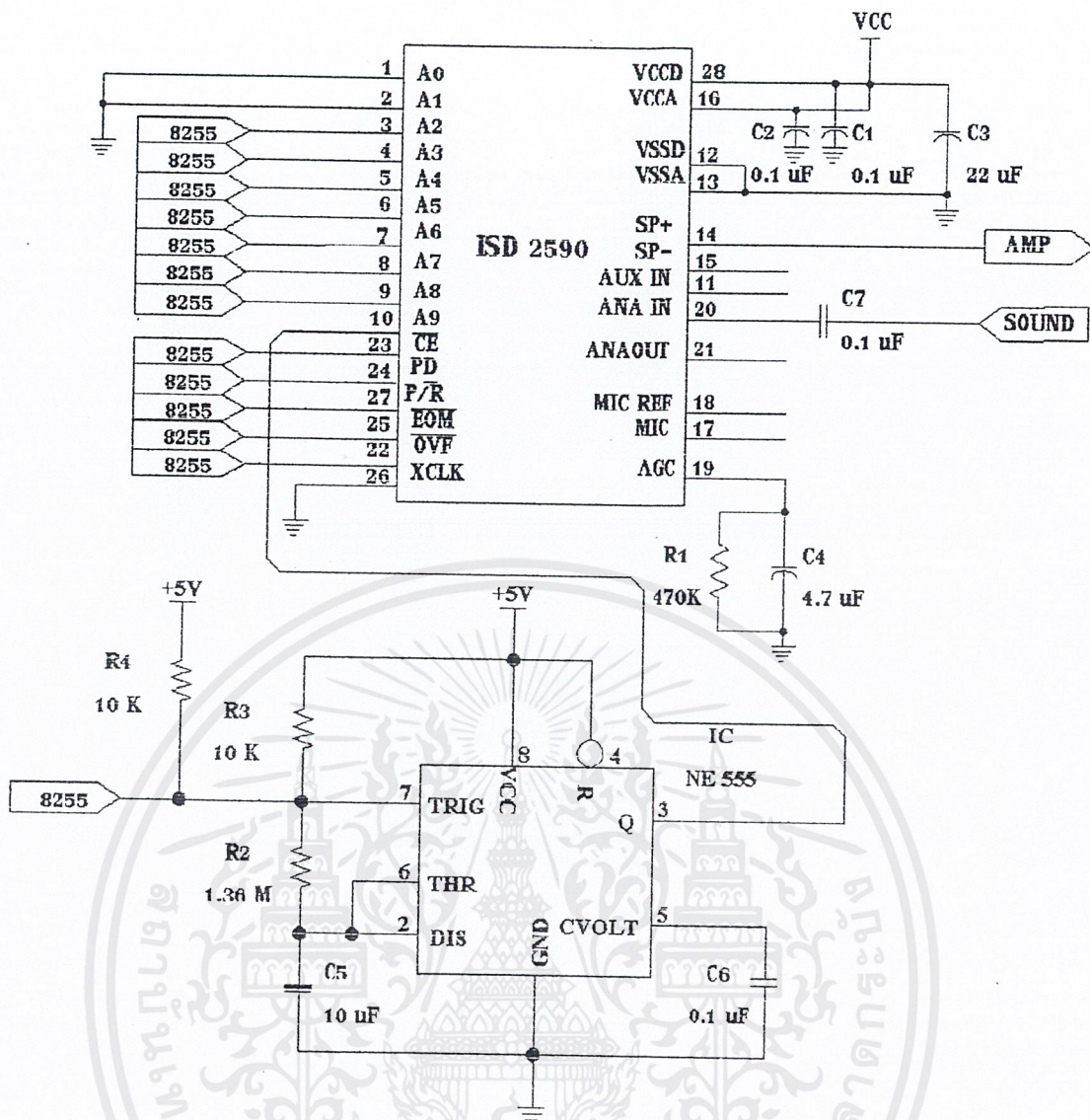
เป็นส่วนที่ทำการติดต่อระหว่างคู่สายภายในกับคู่สายภายนอกหรือคู่สายภายในกับคู่สายภายในเอง จากรูปวงจร Relay จะทำหน้าที่สวิตซ์ตัดต่อคู่สายภายในกับคู่สายภายนอก และสัญญาณกระดิ่งเข้ามาภายในคู่สาย และจากวงจร ตัวต้านทาน $390\ \Omega$ 5 W กับไดโอด 1N4007 จะทำการป้อนไปเลี้ยง 24 V ให้กับสายโทรศัพท์ภายในและไดโอด 1N4001 ทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณย้อนกลับผ่านมาที่ Relay และ C 10 μ F/50V ทำหน้าที่เก็บประจุดับปลิ่ง สัญญาณส่งต่อไปยัง MATRIX SWITCH ส่วนของชุดที่ทำการตรวจสอบการรบกวนของคู่สายโทรศัพท์ภายในจะใช้ IC 4N26 ทำหน้าที่ตรวจสอบการรบกวนคู่สายโทรศัพท์ภายในเพื่อส่งไปให้ CPU รับรู้ว่ามีการรบกวนหรือไม่ และ คาปาซิเตอร์ 100 μ F/160V กับไดโอด 1N 4007 ที่ต่อกับ IC 4N26 จะเป็นตัวเก็บประจุกับ Diode ที่ช่วยป้องกันแรงดันเกิน แสดงดังรูป 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน

3.7 วงจรส่วนบันทึกเสียง

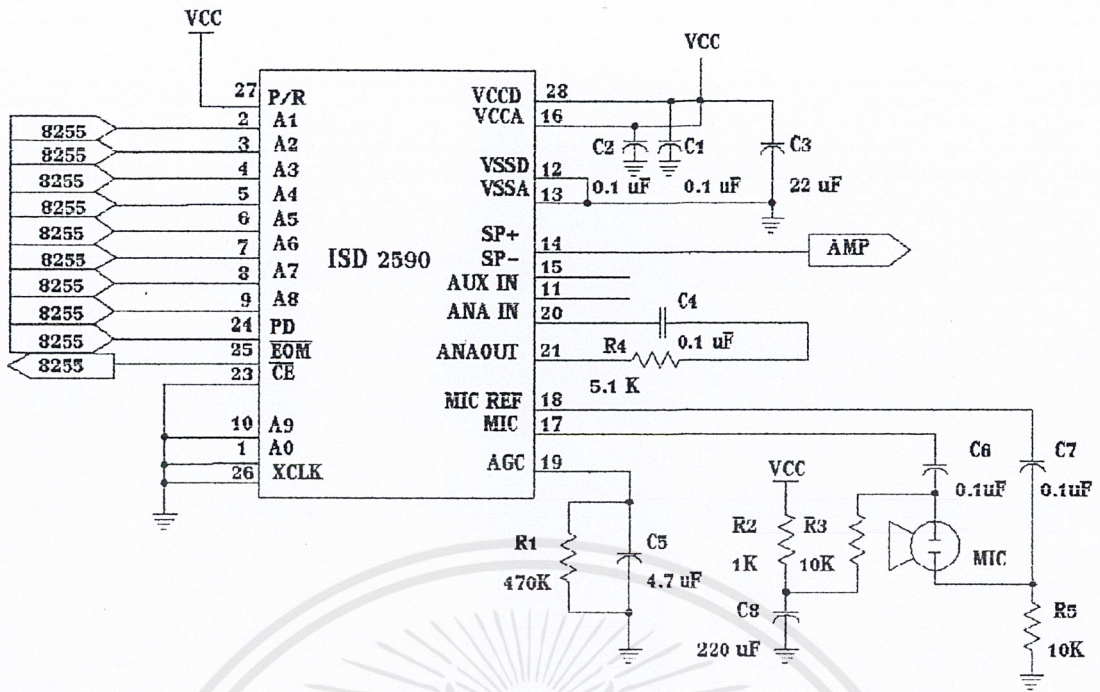
วงจรส่วนบันทึกเสียง ใช้ ISD2590 เป็นไอซีบันทึกเสียง ซึ่งคุณสมบัติของ IC ตัวนี้สามารถบันทึกเสียงที่เป็น Analog ได้นานถึง 90 วินาที เมื่อมีสายนอกโทรเข้ามาแล้วคู่สายภายในไม่มีผู้รับสายและคู่สายภายนอกต้องการฝากข้อความไว้ โดยสามารถเก็บได้ 6 ข้อความโดยแต่ละข้อความแบ่งเป็นช่วง ๆ ละ 15 วินาที ซึ่งจะอาศัยการกำหนดช่วงเวลาจาก IC 555 ทำการกำหนดช่วงเวลาในการฝากข้อความ แสดงวงจรดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรส่วนบันทึกเสียง

3.8 วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

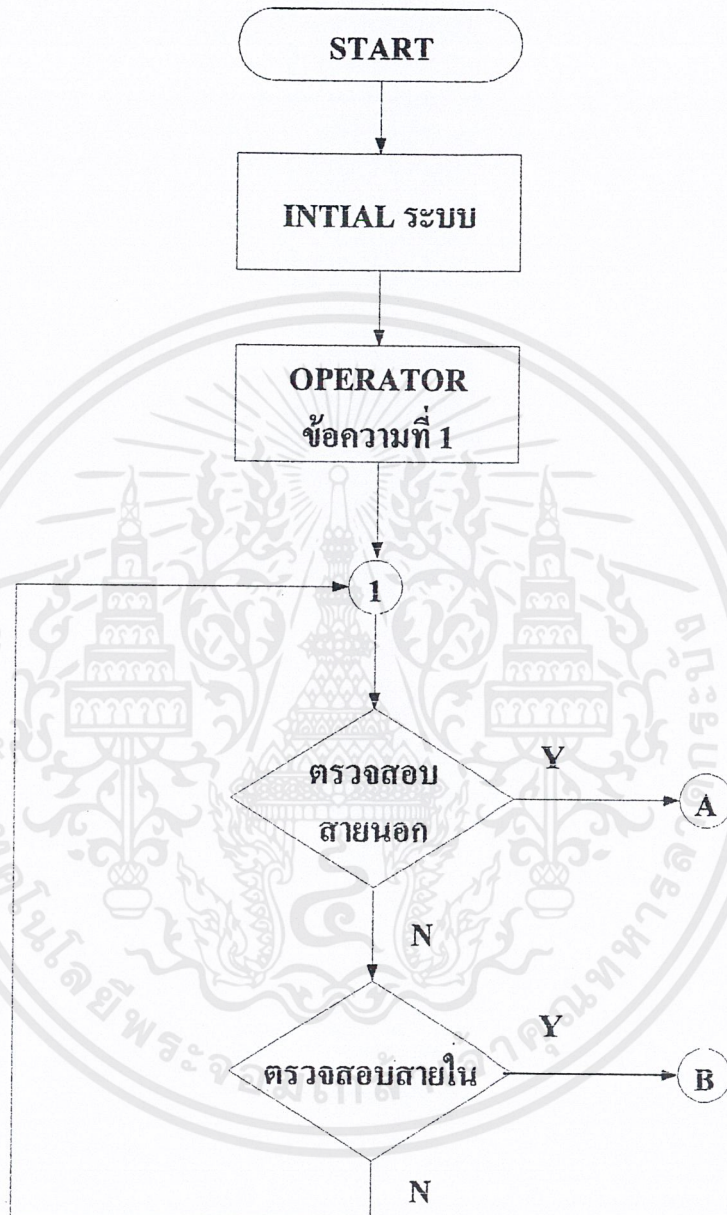
วงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติจะใช้ ไอซีเบอร์ ISD 2590 ซึ่งจะกำหนดแอดเดรสของการบันทึกและเล่นกลับนั้น สามารถกำหนดได้โดยขา A1-A8 โดยขา A0 และ A9 จากรูป ตำแหน่งแอดเดรส A1-A8 จะถูกส่งมาจากส่วนควบคุม เพื่อบอกจุดเริ่มต้นของแอดเดรส แล้วส่วนควบคุมจะส่งลอจิก 0 มายังขา CE เพื่อให้ ISD 2590 ส่งสัญญาณเสียงตอบรับออกไปยังคู่สายภายนอกต่อไปดังแสดงดังรูป 3.12 แสดงวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ



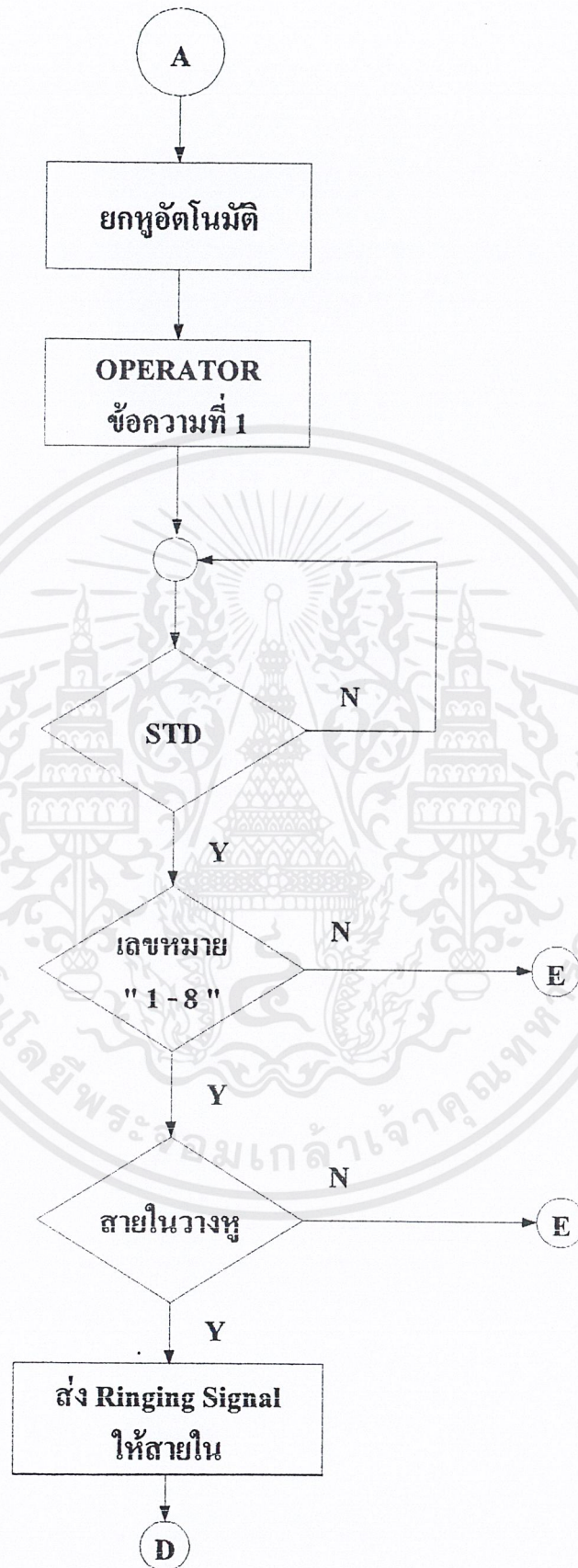
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

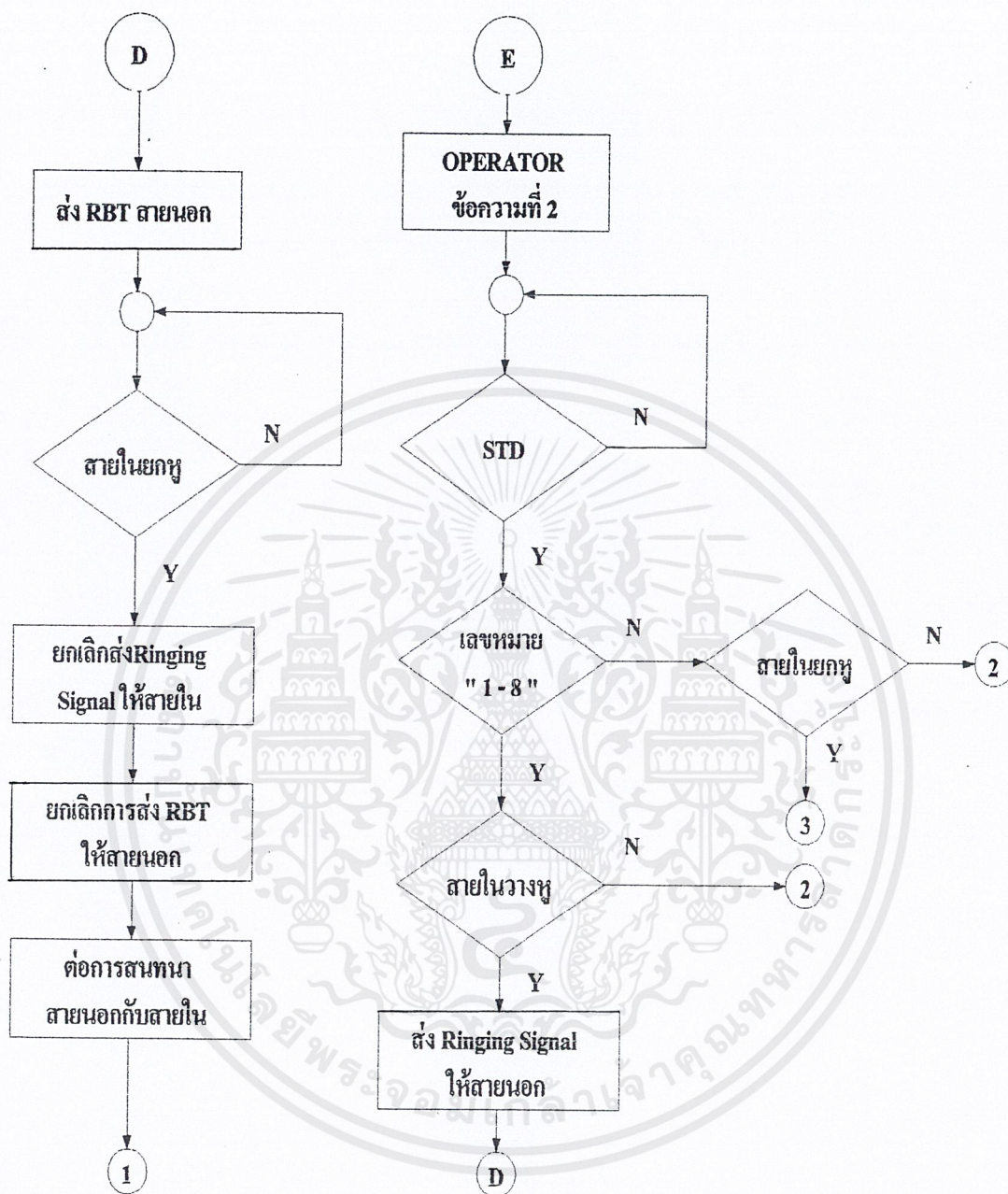
3.9 FLOWCHART แสดงการทำงานของเครื่องหลยโทรศัพ์อัตโนมัติ



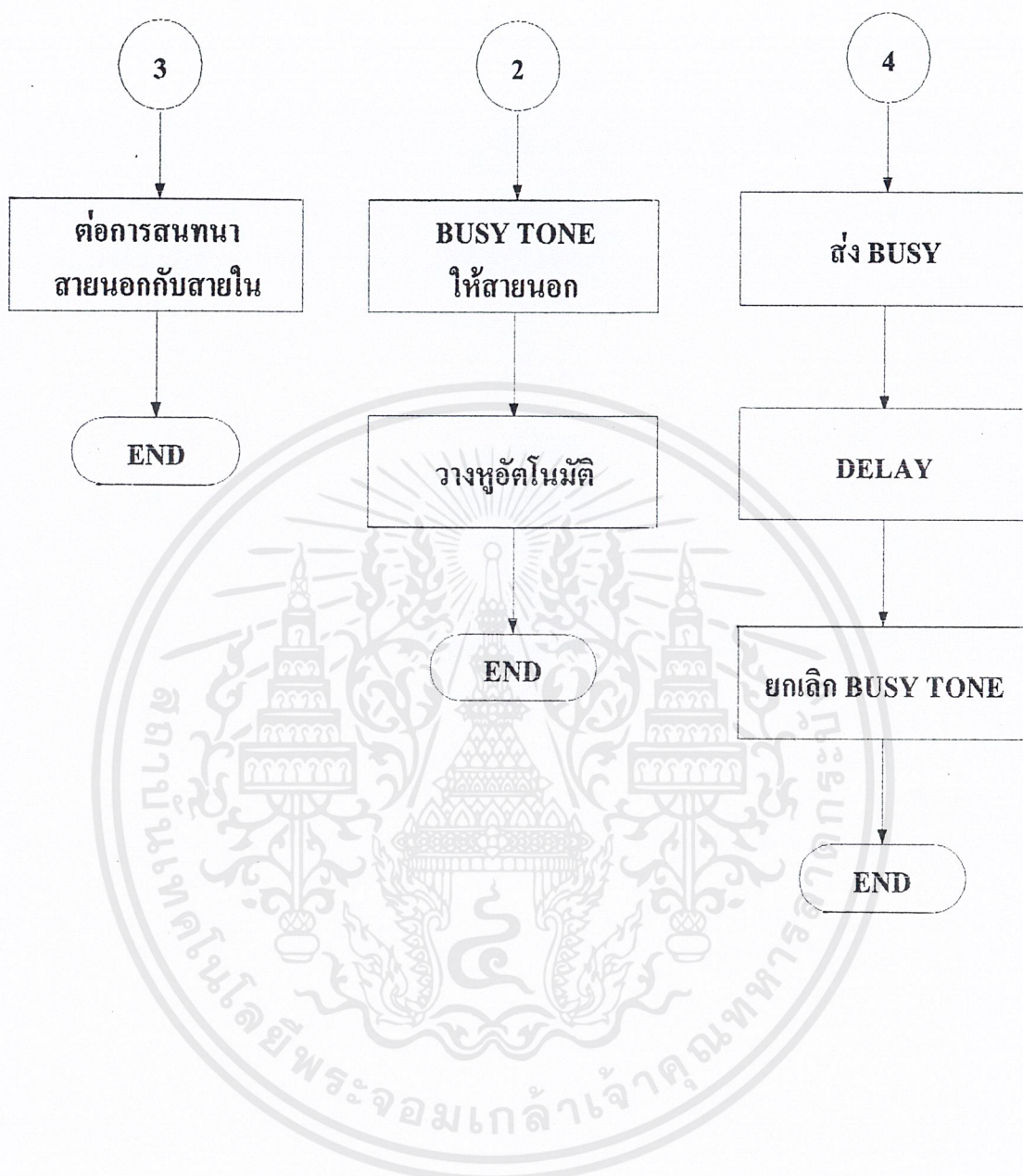
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



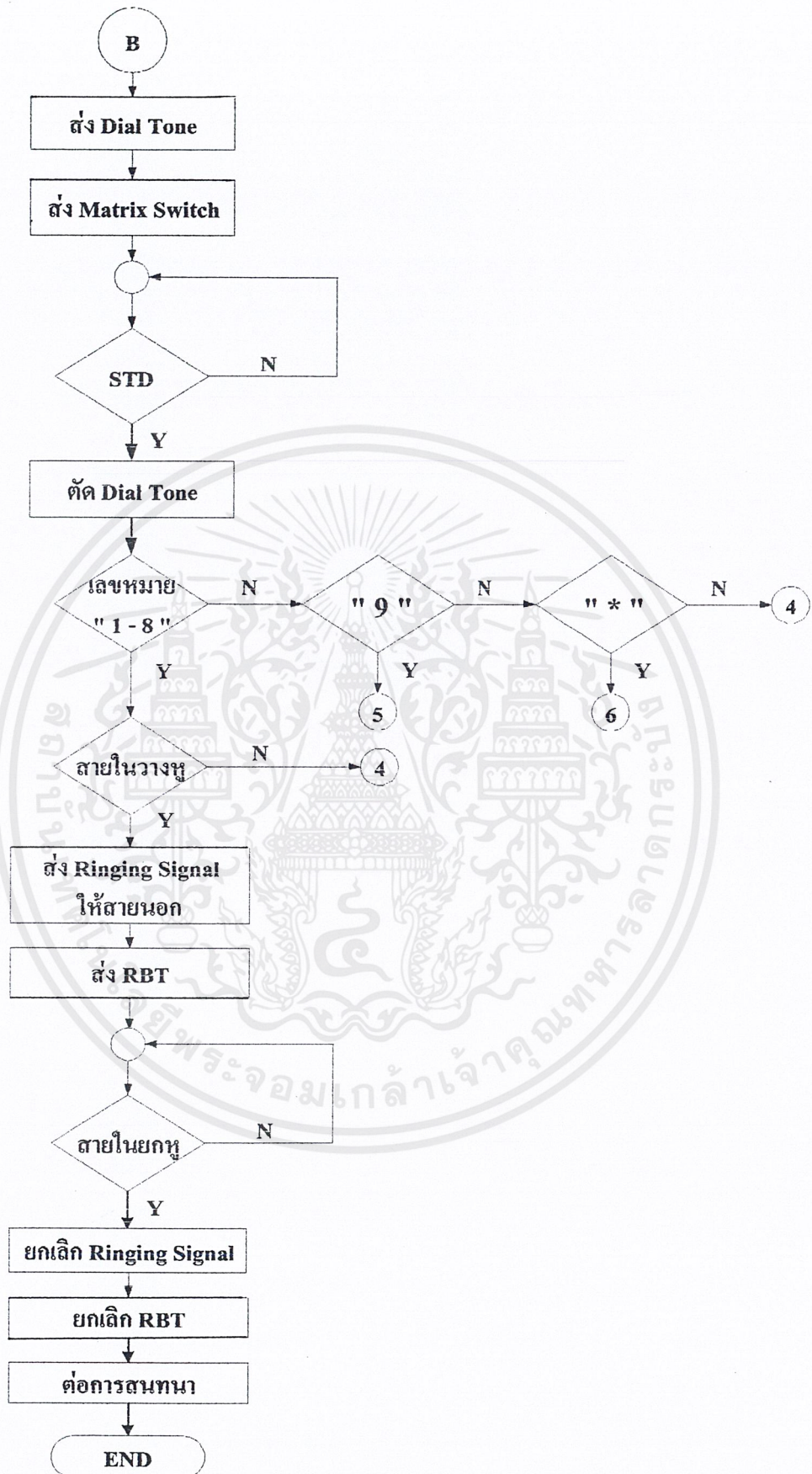
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



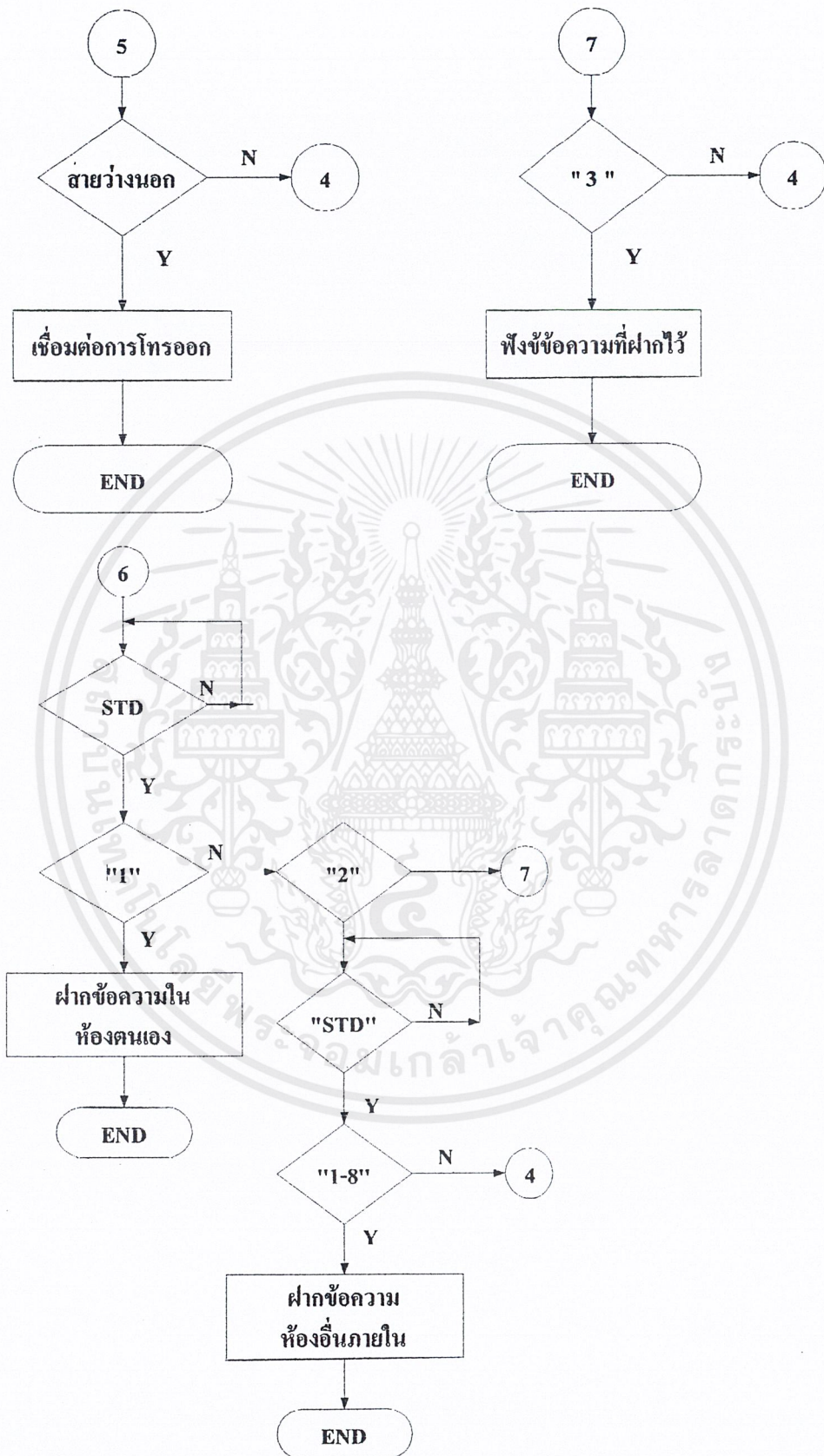
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



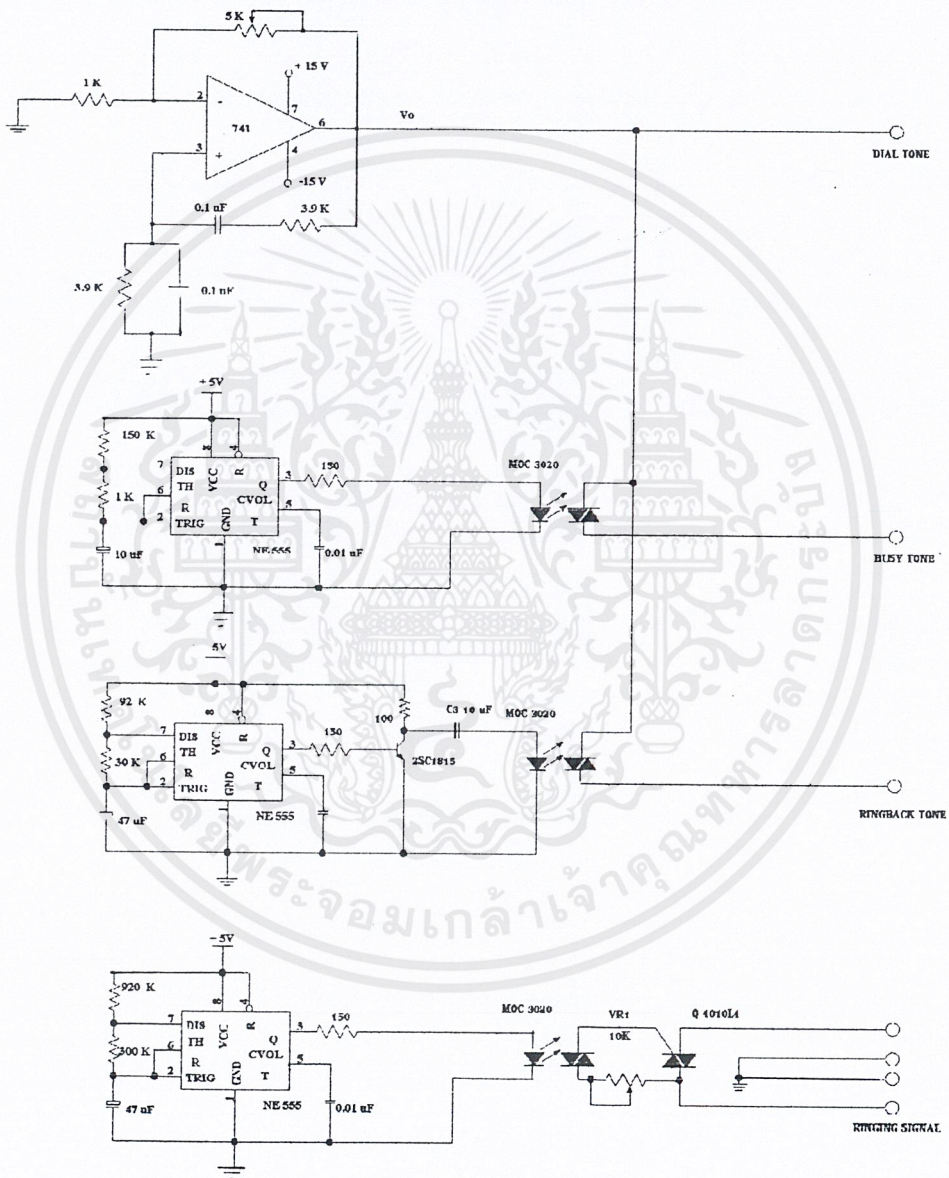
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

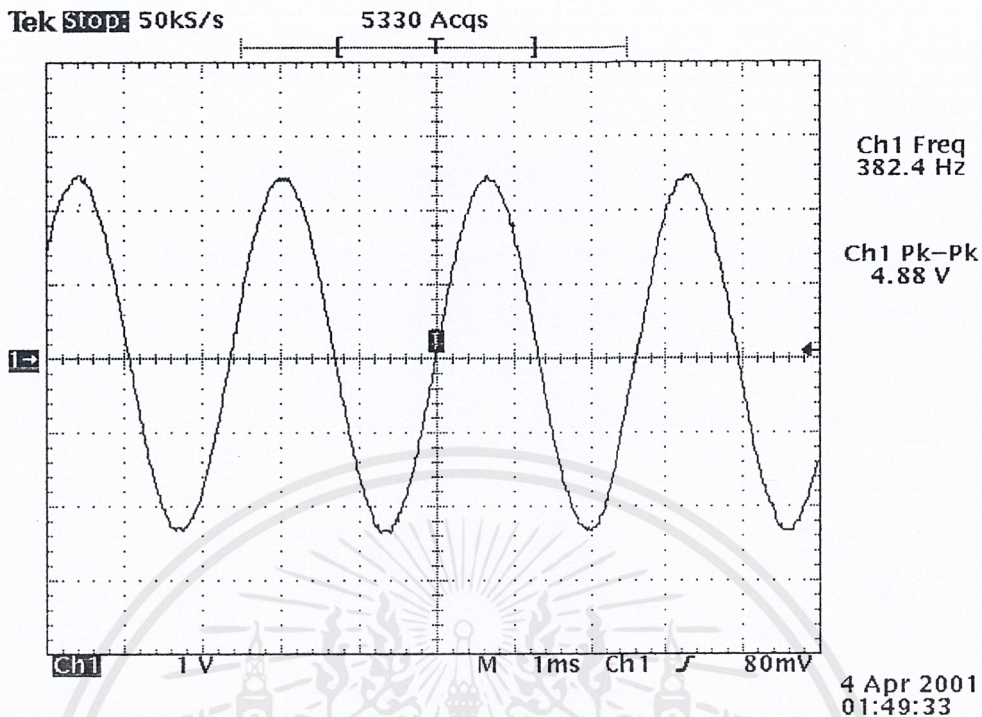
4.1 ผลการทดลองของวงจรที่ใช้กำเนิดสัญญาณ (TONE GENERATOR)

เมื่อทำการประกอบวงจรที่ออกแบบมาแล้วจะทำการวัดสัญญาณต่างๆที่ออกมาทางเอาต์พุตของวงจรถ่ายกำเนิดสัญญาณต่างๆที่ส่งออกยังคู่สายภายในทั้ง 8 คู่สายโดยสัญญาณต่างๆ ที่ทำการทดลองปรากฏผลการทดลองดังนี้

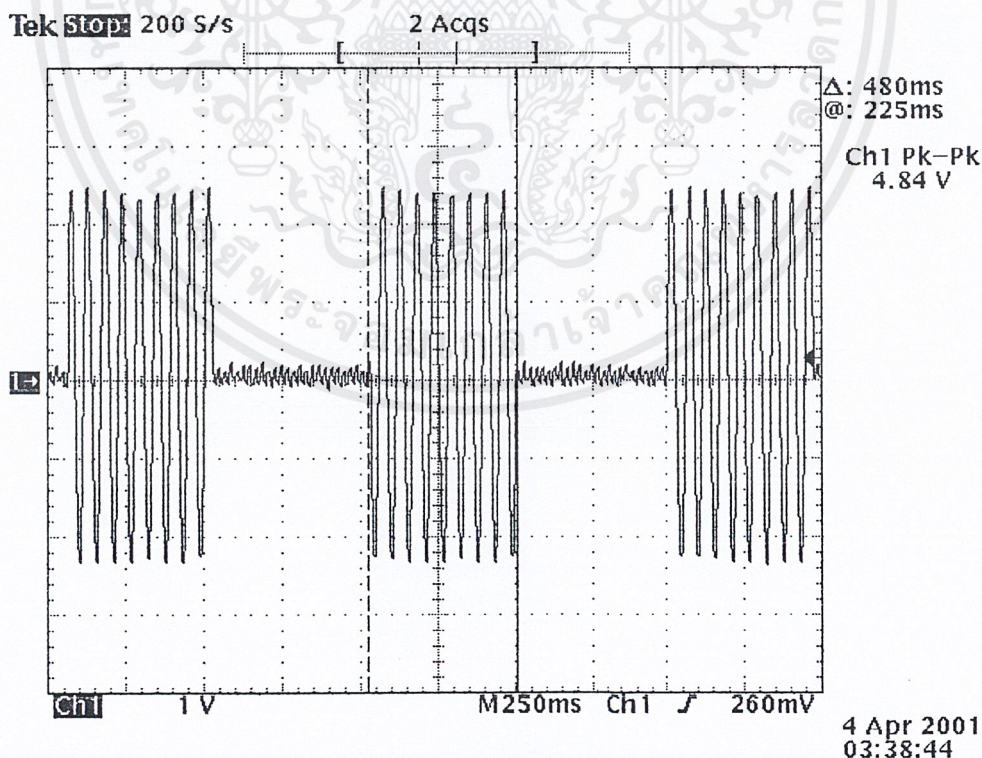


รูปที่ 4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

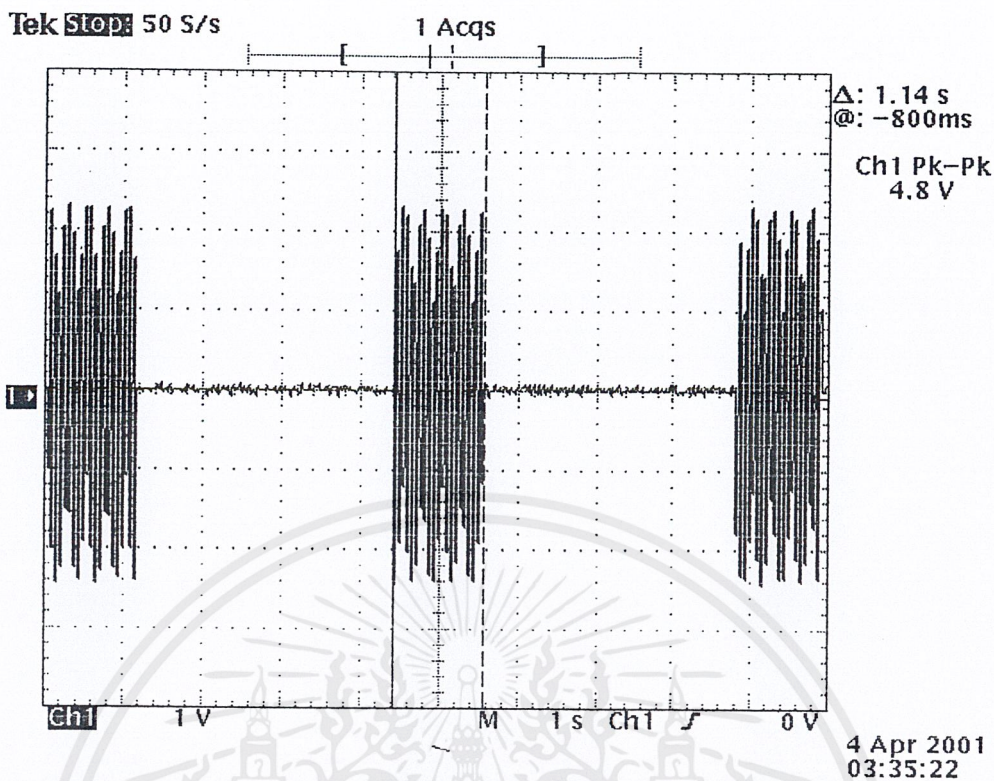


รูปที่ 4.2 สัญญาณ DIAL TONE

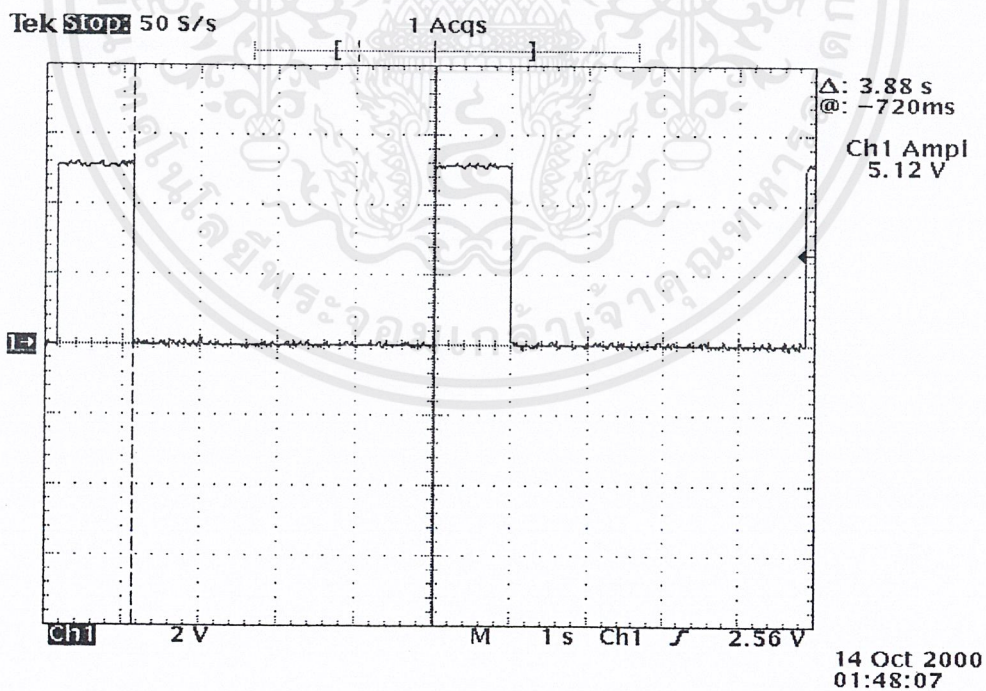


รูปที่ 4.3 สัญญาณ BUSY TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณ RINGBACK TONE

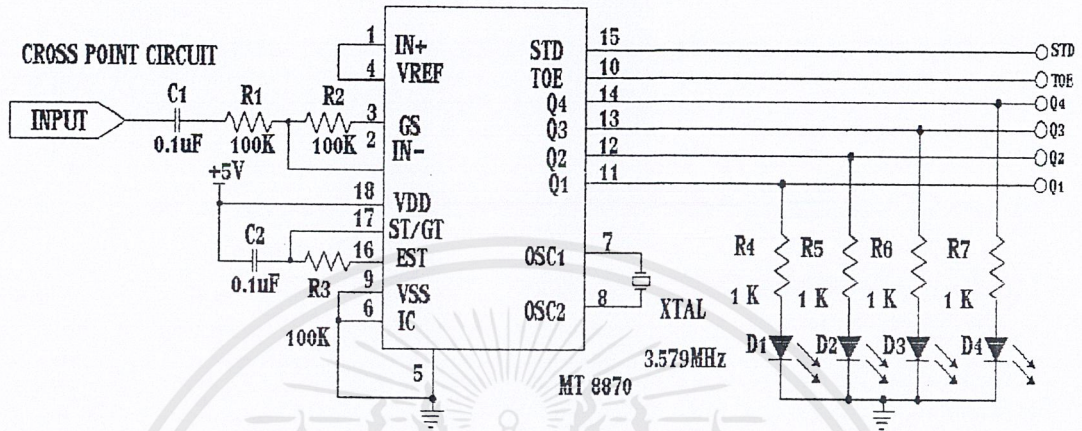


รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณควบคุมสัญญาณกระดิ่ง (RINGING SIGNAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัส

เมื่อมีการกดหมายเลขโทรศัพท์จากกลุ่มสายภายในและกลุ่มสายภายนอก จะถูกถอดรหัสโดยวงจรถอดรหัสแล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางเพื่อทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปยังส่วนต่างๆ ของวงจรเพื่อให้ส่วนต่างๆทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ โดยวงจรที่ทำการถอดรหัส และผลการทดลองจะแสดงดังรูปที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับโดยปรากฏผลดังนี้



รูปที่ 4.6 แสดงวงจรถอดรหัสจาก MT 8870

F (Low)	F (HIGH)	KEY	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	1	0	0	0	1
697	1336	2	1	0	0	1	0
697	1477	3	1	0	0	1	1
770	1209	4	1	0	1	0	0
770	1336	5	1	0	1	0	1
770	1477	6	1	0	1	1	0
852	1209	7	1	0	1	1	1
852	1336	8	1	1	0	0	0
852	1477	9	1	1	0	0	1
941	1209	0	1	1	0	1	0
941	1336	*	1	1	0	1	1
941	1477	#	1	1	1	0	0

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จาก MT 8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์

5.1 บทสรุป

ปัญญานិพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งสามารถต่อเข้ากับ คู่สายภายนอก และ 8 คู่สายภายใน ซึ่งการควบคุมเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติเครื่องนี้นั้นถูก ออกแบบให้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด ทำให้เครื่อง ชุมสายอัตโนมัติเครื่องนี้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีขนาดเล็กกว่าเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขา อัตโนมัติที่ใช้วงจรถึงเส้น เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ อีกทั้งยังผลให้มีความสะดวกในการติดตั้ง ใช้งานและการเคลื่อนย้าย ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด ในราคาที่ไม่สูงจนเกินไป ทำให้ต้นทุนที่ใช้ไม่สูงมากนัก

การทดลอง IC บันทึกเสียง เบอร์ ISD 1420 สามารถทำงานได้ดีและสะดวกในการนำไปใช้ แต่ เมื่อประกอบวงจรรวมที่ต้องใช้ IC บันทึกเสียงถึง 3 ตัว ราคารวมกันแล้วจะสูงกว่า ISD 2590 มาก จึงจำ เป็นต้องเปลี่ยนเป็นเบอร์ ISD 2590 แทน การทำงานยุ่งยากกว่า อีกทั้งคุณภาพเสียงที่ออกมานั้นก็สู้ ISD 1420 ไม่ได้ แต่มีข้อดีที่สามารถเลือกตำแหน่งที่ต้องการ บันทึก-เล่น ได้ ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าจะมีผู้สนใจโครงการนี้และนำไปพัฒนาให้สามารถใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ได้อีกต่อไป

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. หม้อแปลงแมชชีง 600 โอห์ม ถ้าไม่มีการแยกขดของแต่ละอินพุทออกจากกันจะทำให้ไม่ได้ยินสัญญาณเสียงจากแหล่งต่าง ๆ
2. Matrix Switch จะร้อนถึงขั้นเสียหายได้ ถ้าต่อกับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง 12 โวลท์
3. ในโครงการจะใช้สัญญาณ 70 VAC ที่มาจากหม้อแปลง เป็นสัญญาณกระตุ้นทำให้เกิดการไหลย้อนกลับทำให้วงจรเสียหายในบางครั้ง
4. ในวงจรส่วนติดต่อกภายในสัญญาณไฟที่จะส่งออกไปยัง CPU มีการเปลี่ยนแปลงไม่ตกลงเหลือ 0 โวลท์แต่ลดลงเพียงไม่มากทำให้ไม่สามารถตรวจสอบการยกหูได้

5.3 การแก้ไขปัญหา

1. ให้ใช้หม้อแปลงแมชชีง ที่มีเซ็นเตอร์เท็ป เพื่อแยกขดของแต่ละแหล่งเสียงออกจากกัน
2. Matrix Switch ควรจะไฟเลี้ยงแค่ 5 โวลท์ ก็เพียงพอการทำงาน
3. ต้องออกแบบวงจร และ โปรแกรมให้ควบคุมการตัดสัญญาณ 70 VAC ออกไปก่อนที่จะต่อสัญญาณอื่น ๆ ส่งออกไป
4. ในวงจรส่วนติดต่อกภายในสัญญาณไฟที่จะส่งออกไปยัง CPU จะใช้ IC เบอร์ MC 14006 มาช่วยในการตรวจสอบสภาวะการยกหูโทรศัพท์และส่งสัญญาณ ไปยัง CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ

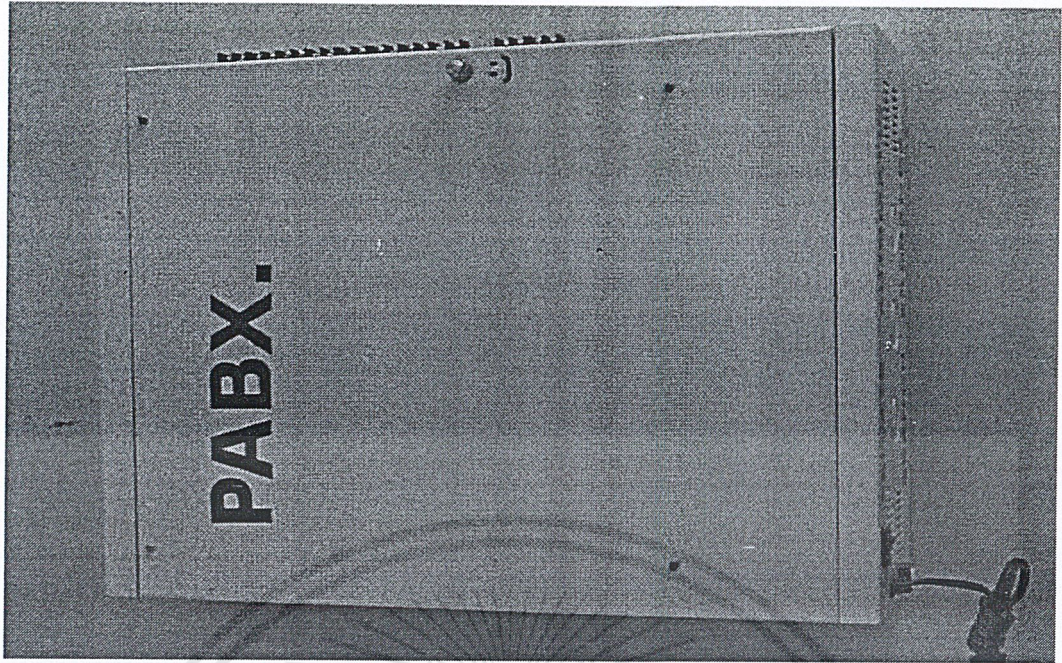
1. ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
2. เข้าใจ และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อไปได้ศึกษาและพัฒนาระบบเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ทางอื่นได้อีกด้วย



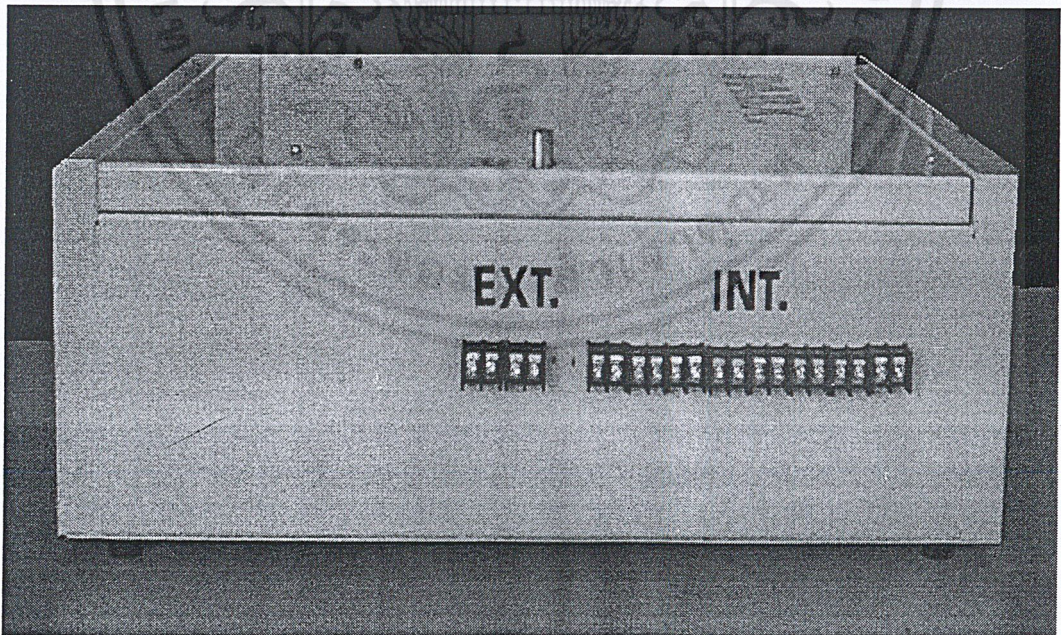
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

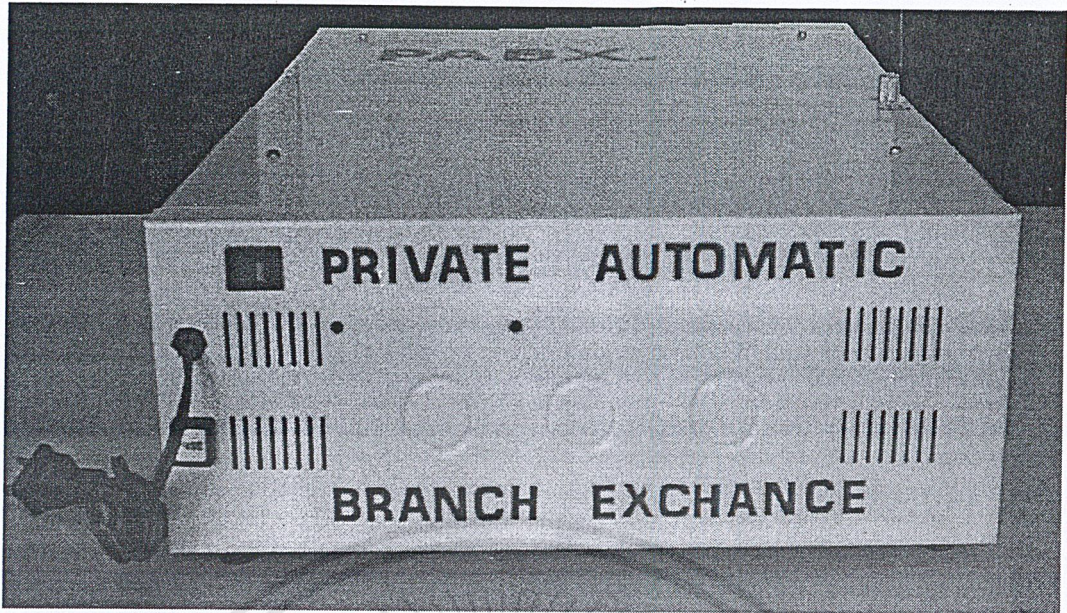


รูปด้านหน้าชิ้นงาน

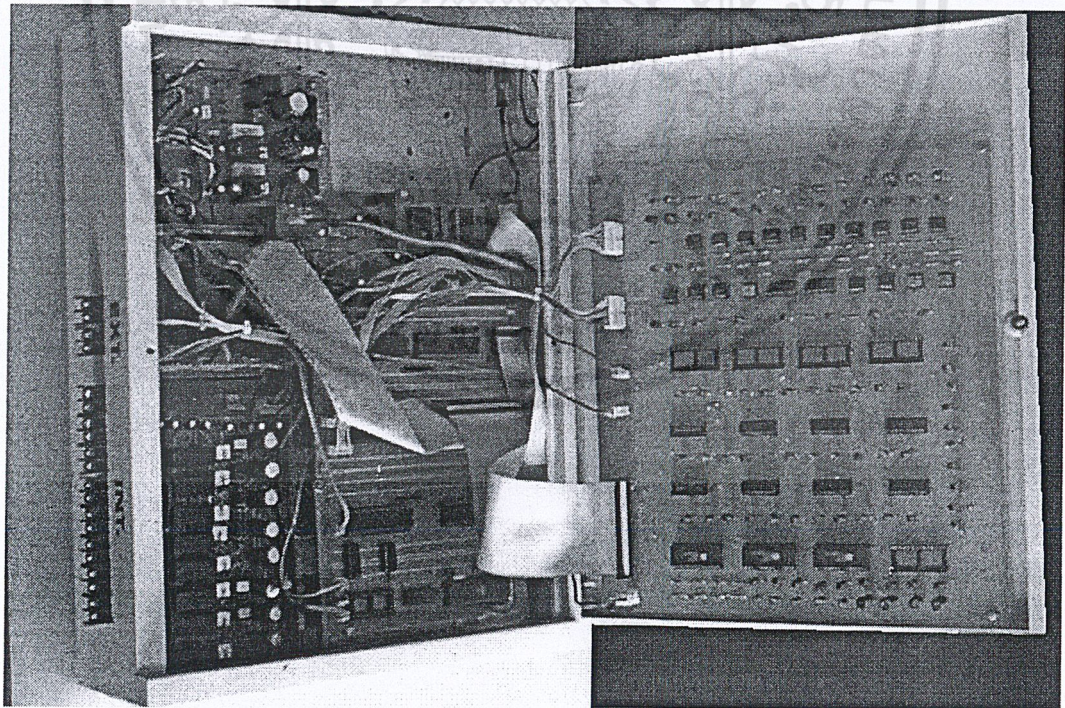


รูปด้านข้างชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปด้านหลังชิ้นงาน



รูปวงจรภายในชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;*****
;          ADDRESS PORT      (CONTROL 8255)
;*****
          PORTA_1      EQU      0FC00H
          PORTB_1      EQU      0FC01H
          PORTC_1      EQU      0FC02H
          CONTR_1     EQU      0FC03H
          PORTA_2     EQU      0FC04H
          PORTB_2     EQU      0FC05H
          PORTC_2     EQU      0FC06H
          CONTR_2     EQU      0FC07H
          PORTA_3     EQU      0FC08H
          PORTB_3     EQU      0FC09H
          PORTC_3     EQU      0FC0AH
          CONTR_3     EQU      0FC0BH
          PORTA_4     EQU      0FC0CH
          PORTB_4     EQU      0FC0DH
          PORTC_4     EQU      0FC0EH
          CONTR_4     EQU      0FC0FH
          PORTA_5     EQU      0FC10H
          PORTB_5     EQU      0FC11H
          PORTC_5     EQU      0FC12H
          CONTR_5     EQU      0FC13H
          PORTA_6     EQU      0FC14H
          PORTB_6     EQU      0FC15H
          PORTC_6     EQU      0FC16H
          CONTR_6     EQU      0FC17H
          CHK_IN      EQU      2FH
          BUFF        EQU      30H
;*****
;                                ORG      0100H
;*****
          MOV          R1, #00H
DEL2:    MOV          R0, #00H
DEL1:    DJNZ        R0, DEL1
          DJNZ        R1, DEL2
;*****
;                                CONTROL PORT
;*****
          MOV          DPTR, #CONTR_1
          MOV          A, #80H
          MOVX        @DPTR, A
          MOV          DPTR, #CONTR_2
          MOV          A, #8BH
          MOVX        @DPTR, A
          MOV          DPTR, #CONTR_3
          MOV          A, #89H
          MOVX        @DPTR, A
          MOV          DPTR, #CONTR_4
          MOV          A, #89H
          MOVX        @DPTR, A
          MOV          DPTR, #CONTR_5
          MOV          A, #80H
          MOVX        @DPTR, A
          MOV          DPTR, #PORTA_2
          MOV          A, #00H
          MOVX        @DPTR, A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV     DPTR,#PORTB_3;DRIVE 00H
MOV     A,#00H
MOVX    @DPTR,A
MOV     CHK_IN,0FFH
MOV     BUFF,#00H
;*****
;*****INTERNAL LINE INTERFACE*****
MAIN:   SJMP     INTERNAL
INTERNAL: MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
CJNE   A,#0FFH,CHK_LINE
LJMP   MAIN
CHK_LINE: MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
XRL    A,CHK_IN
A1:    CJNE   A,#01H,A2
LJMP   LINE1
A2:    CJNE   A,#02H,A3
LJMP   LINE2
A3:    CJNE   A,#03H,A4
LJMP   LINE3
A4:    CJNE   A,#04H,A5
LJMP   LINE4
A5:    CJNE   A,#10H,A6
LJMP   LINE5
A6:    CJNE   A,#20H,A7
LJMP   LINE6
A7:    CJNE   A,#30H,A8
LJMP   LINE7
A8:    CJNE   A,#40H,MA1
LJMP   LINE8
MA1:   LJMP   MAIN
*****INTERNAL LINE INTERFACE (LINE1 WANT)*****
LINE1: CLR    CHK_IN.0
LCALL  DT_IN1
LCALL  DF_IN1
CHK_STB1: MOV    R0,#0AH ;LOOP 5S TIME
STB1_1: MOV    R1,#00H
STB2_1: MOV    R2,#00H
STB3_1: MOV    DPTR,#PORTC_2
MOVX    A,@DPTR
JB     0E2H,DTMF1
DJNZ  R2,STB3_1
DJNZ  R1,STB2_1
DJNZ  R0,STB1_1
LCALL DT_IN1_OFF
LCALL DF_IN1_OFF
LCALL BUSY1
LJMP  MAIN
DTMF1: LCALL  DT_IN1_OFF
LCALL DTMF_IN
LCALL DF_IN1_OFF
ANL   BUFF,#0FH
MOV   A,BUFF
MF1_1: CJNE  A,#01H,MF1_2
LJMP  TMF1_1
MF1_2: CJNE  A,#02H,MF1_3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LJMP      TMF1_2
MF1_3:   CJNE      A,#03H,MF1_4
LJMP      TMF1_3
MF1_4:   CJNE      A,#04H,MF1_5
LJMP      TMF1_4
MF1_5:   CJNE      A,#05H,MF1_6
LJMP      TMF1_5
MF1_6:   CJNE      A,#06H,MF1_7
LJMP      TMF1_6
MF1_7:   CJNE      A,#07H,MF1_8
LJMP      TMF1_7
MF1_8:   CJNE      A,#08H,MF1_9
LJMP      TMF1_8
MF1_9:   CJNE      A,#09H,MF1_10
LJMP      TMF1_9
MF1_10:  CJNE      A,#0BH,TMF1_1
LJMP      TMF1_10
;*****
TMF1_1:  LCALL     BUSY1
MOV      DPTR,#PORTC_3
MOVX     A,@DPTR
XRL      A,CHK_IN
CJNE     A,#01H,B1
SETB     CHK_IN.0
B1:      LJMP     MAIN
;*****
TMF1_2:  LCALL     CHECK_IN
JNB      0E1H,TMF1_1
LCALL    RINGING
SETB     0E1H
MOVX     @DPTR,A
LCALL    RBT_IN1
RING1_2: MOV      R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R1_2:   MOV      R1,#00H
I1_2:   MOV      R2,#00H
N1_2:   MOV      DPTR,#PORTC_3
MOVX     A,@DPTR
JNB      0E1H,YES1_2
JB       0E0H,NO1_2
DJNZ    R2,N1_2
DJNZ    R1,I1_2
DJNZ    R0,R1_2
NO1_2:  LCALL     RINGING
CLR      0E1H
MOVX     A,@DPTR
LCALL    RBT_IN1_OFF
SETB     CHK_IN.0
LJMP     MAIN
YES1_2: CLR      CHK_IN.1
LCALL    RINGING
CLR      0E1H
MOVX     @DPTR,A
LCALL    RBT_IN1_OFF
LCALL    IN1_IN2
LJMP     MAIN
;*****
TMF1_3:  LCALL     CHECK_IN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JNB      0E2H, TMF1_1
LCALL   RINGING
SETB    0E2H
MOVX    @DPTR, A
LCALL   RBT_IN1
RING1_3: MOV    R0, #1EH      ; LOOP 15S TIME
R1_3:   MOV    R1, #00H
I1_3:   MOV    R2, #00H
N1_3:   MOV    DPTR, #PORTC_3
MOVX    A, @DPTR
JNB     0E2H, YES1_3
JB      0E0H, NO1_3
DJNZ    R2, N1_3
DJNZ    R1, I1_3
DJNZ    R0, R1_3
NO1_3:  LCALL   RINGING
CLR     0E2H
MOVX    A, @DPTR
LCALL   RBT_IN1_OFF
SETB    CHK_IN.0
LJMP    MAIN
YES1_3: CLR     CHK_IN.2
LCALL   RINGING
CLR     0E2H
MOVX    @DPTR, A
LCALL   RBT_IN1_OFF
LCALL   IN1_IN3
LJMP    MAIN
; *****
TMF1_4: LCALL   CHECK_IN
JNB     0E3H, C3
LCALL   RINGING
SETB    0E3H
MOVX    @DPTR, A
LCALL   RBT_IN1
RING1_4: MOV    R0, #1EH      ; LOOP 15S TIME
R1_4:   MOV    R1, #00H
I1_4:   MOV    R2, #00H
N1_4:   MOV    DPTR, #PORTC_3
MOVX    A, @DPTR
JNB     0E3H, YES1_4
JB      0E0H, NO1_4
DJNZ    R2, N1_4
DJNZ    R1, I1_4
DJNZ    R0, R1_4
NO1_4:  LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    A, @DPTR
LCALL   RBT_IN1_OFF
SETB    CHK_IN.0
LJMP    MAIN
C3:     LJMP    TMF1_1
YES1_4: CLR     CHK_IN.3
LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    @DPTR, A
LCALL   RBT_IN1_OFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL    IN1_IN4
                LJMP     MAIN
;*****
    TMF1_5:      LCALL    CHECK_IN
                JNB     0E4H,B2
                LCALL    RINGING
                SETB    0E4H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL    RBT_IN1
    RING1_5:     MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
    R1_5:        MOV     R1,#00H
    I1_5:        MOV     R2,#00H
    N1_5:        MOV     DPTR,#PORTC_3
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     0E4H,YES1_5
                JB      0E0H,NO1_5
                DJNZ    R2,N1_5
                DJNZ    R1,I1_5
                DJNZ    R0,R1_5
    NO1_5:       LCALL    RINGING
                CLR     0E4H
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL    RBT_IN1_OFF
                SETB    CHK_IN.0
                LJMP    MAIN
    YES1_5:      CLR     CHK_IN.4
                LCALL    RINGING
                CLR     0E4H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL    RBT_IN1_OFF
                LCALL    IN1_IN5
                LJMP    MAIN
    B2:          LJMP    TMF1_1
;*****
    TMF1_6:      LCALL    CHECK_IN
                JNB     0E5H,B2
                LCALL    RINGING
                SETB    0E5H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL    RBT_IN1
    RING1_6:     MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
    R1_6:        MOV     R1,#00H
    I1_6:        MOV     R2,#00H
    N1_6:        MOV     DPTR,#PORTC_3
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     0E5H,YES1_6
                JB      0E0H,NO1_6
                DJNZ    R2,N1_6
                DJNZ    R1,I1_6
                DJNZ    R0,R1_6
    NO1_6:       LCALL    RINGING
                CLR     0E5H
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL    RBT_IN1_OFF
                SETB    CHK_IN.0
                LJMP    MAIN
    YES1_6:      CLR     CHK_IN.5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL RINGING
CLR 0E5H
MOVX @DPTR,A
LCALL RBT_IN1_OFF
LCALL IN1_IN6
LJMP MAIN
;*****
TMF1_7: LCALL CHECK_IN
JNB 0E6H,D3
LCALL RINGING
SETB 0E6H
MOVX @DPTR,A
LCALL RBT_IN1
RING1_7: MOV R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R1_7: MOV R1,#00H
I1_7: MOV R2,#00H
N1_7: MOV DPTR,#PORTC_3
MOVX A,@DPTR
NB 0E6H,YES1_7
JB 0E0H,NO1_7
DJNZ R2,N1_7
DJNZ R1,I1_7
DJNZ R0,R1_7
NO1_7: LCALL RINGING
CLR 0E6H
MOVX A,@DPTR
LCALL RBT_IN1_OFF
SETB CHK_IN.0
LJMP MAIN
YES1_7: CLR CHK_IN.6
LCALL RINGING
CLR 0E6H
MOVX @DPTR,A
LCALL RBT_IN1_OFF
LCALL IN1_IN7
LJMP MAIN
D3: LJMP TMF1_1
;*****
TMF1_8: LCALL CHECK_IN
JNB 0E7H,B3
LCALL RINGING
SETB 0E7H
MOVX @DPTR,A
LCALL RBT_IN1
RING1_8: MOV R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R1_8: MOV R1,#00H
I1_8: MOV R2,#00H
N1_8: MOV DPTR,#PORTC_3
MOVX A,@DPTR
JNB 0E7H,YES1_8
JB 0E0H,NO1_8
DJNZ R2,N1_8
DJNZ R1,I1_8
DJNZ R0,R1_8
NO1_8: LCALL RINGING
CLR 0E7H
MOVX A,@DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL    RBT_IN1_OFF
                                SETB     CHK_IN.0
                                LJMP     MAIN
YES1_8:                        CLR      CHK_IN.7
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E7H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN1_OFF
                                LCALL    IN1_IN8
                                LJMP     MAIN
;*****
                                TMF1_9:    LJMP     TMF1_1
;*****
                                TMF1_10:   LJMP     TMF1_1
;*****
                                B3:       LJMP     TMF1_1
**;*****INTERNAL LINE INTERFACE (LINE2 WANT)*****
                                LINE2:    CLR      CHK_IN.1
                                LCALL    DT_IN2
                                LCALL    DF_IN2
                                CHK_STB2: MOV     R0,#0AH      ;LOOP 5S TIME
                                STB1_2:   MOV     R1,#00H
                                STB2_2:   MOV     R2,#00H
                                STB3_2:   MOV     DPTR,#PORTC_2
                                MOVX     A,@DPTR
                                JB       0E2H,DTMF2
                                DJNZ    R2,STB3_2
                                DJNZ    R1,STB2_2
                                DJNZ    R0,STB1_2
                                LCALL    DT_IN2_OFF
                                LCALL    DF_IN2_OFF
                                LCALL    BUSY2
                                LJMP     MAIN
                                DTMF2:   LCALL    DT_IN2_OFF
                                LCALL    DTMF_IN
                                LCALL    DF_IN2_OFF
                                ANL     BUFF,#0FH
                                MOV     A,BUFF
                                MF2_1:   CJNE    A,#01H,MF2_2
                                LJMP     TMF2_1
                                MF2_2:   CJNE    A,#02H,MF2_3
                                LJMP     TMF2_2
                                MF2_3:   CJNE    A,#03H,MF2_4
                                LJMP     TMF2_3
                                MF2_4:   CJNE    A,#04H,MF2_5
                                LJMP     TMF2_4
                                MF2_5:   JNE     A,#05H,MF2_6
                                LJMP     TMF2_5
                                MF2_6:   CJNE    A,#06H,MF2_7
                                LJMP     TMF2_6
                                MF2_7:   CJNE    A,#07H,MF2_8
                                LJMP     TMF2_7
                                MF2_8:   CJNE    A,#08H,MF2_9
                                LJMP     TMF2_8
                                MF2_9:   CJNE    A,#09H,MF2_10
                                LJMP     TMF2_9
                                MF2_10:  CJNE    A,#0BH,TFM2_2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LJMP    TMF2_10
;*****
TMF2_2:    LCALL    BUSY2
           MOV     DPTR,#PORTC_3
           MOVX   A,@DPTR
           XRL   A,CHK_IN
           CJNE  A,#02H,Z4
           SETB  CHK_IN.1
           Z4:    LJMP   MAIN
;*****
TMF2_1:    LCALL    CHECK_IN
           JNB   0E0H,TMF2_2
           LCALL  RINGING
           SETB  0E0H
           MOVX  @DPTR,A
           LCALL  RBT_IN2
RING2_1:   MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R2_1:     MOV    R1,#00H
I2_1:     MOV    R2,#00H
N2_1:     MOV    DPTR,#PORTC_3
           MOVX  A,@DPTR
           JNB  0E0H,YES2_1
           JB   0E1H,NO2_1
           DJNZ R2,N2_1
           DJNZ R1,I2_1
           DJNZ R0,R2_1
NO2_1:    LCALL  RINGING
           CLR   0E0H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL RBT_IN2_OFF
           SETB  CHK_IN.1
           LJMP  MAIN
YES2_1:   CLR   CHK_IN.0
           LCALL RINGING
           CLR   0E0H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL RBT_IN2_OFF
           LCALL IN1_IN2
           LJMP  MAIN
;*****
TMF2_3:    LCALL    CHECK_IN
           JNB   0E2H,TMF2_2
           LCALL  RINGING
           SETB  0E2H
           MOVX  @DPTR,A
           LCALL  RBT_IN2
RING2_3:   MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R2_3:     MOV    R1,#00H
I2_3:     MOV    R2,#00H
N2_3:     MOV    DPTR,#PORTC_3
           MOVX  A,@DPTR
           NB   0E2H,YES2_3
           JB   0E1H,NO2_3
           DJNZ R2,N2_3
           DJNZ R1,I2_3
           DJNZ R0,R2_3
NO2_3:    LCALL  RINGING

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR      0E2H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN2_OFF
SETB    CHK_IN.1
LJMP    MAIN
YES2_3:  CLR      CHK_IN.2
         LCALL   RINGING
         CLR      0E2H
         MOVX    @DPTR,A
         LCALL   RBT_IN2_OFF
         LCALL   IN2_IN3
         LJMP    MAIN
;*****
TMF2_4:  LCALL   CHECK_IN
         JNB     0E3H,Y4
         LCALL   RINGING
         SETB    0E3H
         MOVX    @DPTR,A
         LCALL   RBT_IN2
RING2_4: MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R2_4:    MOV     R1,#00H
I2_4:    MOV     R2,#00H
N2_4:    MOV     DPTR,#PORTC_3
         MOVX    A,@DPTR
         JNB     0E3H,YES2_4
         JB      0E1H,NO2_4
         DJNZ   R2,N2_4
         DJNZ   R1,I2_4
         DJNZ   R0,R2_4
NO2_4:   LCALL   RINGING
         CLR      0E3H
         MOVX    A,@DPTR
         LCALL   RBT_IN2_OFF
         SETB    CHK_IN.1
         LJMP    MAIN
YES2_4:  CLR      CHK_IN.3
         LCALL   RINGING
         CLR      0E3H
         MOVX    @DPTR,A
         LCALL   RBT_IN2_OFF
         LCALL   IN2_IN4
         LJMP    MAIN
Y4:      LJMP    TMF2_2
;*****
TMF2_5:  LCALL   CHECK_IN
         JNB     0E4H,C4
         LCALL   RINGING
         SETB    0E4H
         MOVX    @DPTR,A
         LCALL   RBT_IN2
RING2_5: MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R2_5:    MOV     R1,#00H
I2_5:    MOV     R2,#00H
N2_5:    MOV     DPTR,#PORTC_3
         MOVX    A,@DPTR
         JNB     0E4H,YES2_5
         JB      0E1H,NO2_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                DJNZ     R2,N2_5
                                DJNZ     R1,I2_5
                                DJNZ     R0,R2_5
NO2_5:                          LCALL   RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL   RBT_IN2_OFF
                                SETB    CHK_IN.1
                                LJMP    MAIN
YES2_5:                          CLR      CHK_IN.4
                                LCALL   RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN2_OFF
                                LCALL   IN2_IN5
                                LJMP    MAIN
C4:                               LJMP   TMF2_2
;*****
TMF2_6:                          LCALL   CHECK_IN
                                JNB     0E5H,E4
                                LCALL   RINGING
                                SETB    0E5H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN2
RING2_6:                         MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R2_6:                            MOV     R1,#00H
I2_6:                            MOV     R2,#00H
N2_6:                            MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX    A,@DPTR
                                JNB     0E5H,YES2_6
                                JB      0E1H,NO2_6
                                DJNZ    R2,N2_6
                                DJNZ    R1,I2_6
                                DJNZ    R0,R2_6
NO2_6:                          LCALL   RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL   RBT_IN2_OFF
                                SETB    CHK_IN.1
                                LJMP    MAIN
YES2_6:                          CLR      CHK_IN.5
                                CALL    RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN2_OFF
                                LCALL   IN2_IN6
                                LJMP    MAIN
E4:                               LJMP   TMF2_2
;*****
TMF2_7:                          LCALL   CHECK_IN
                                JNB     0E6H,D4
                                LCALL   RINGING
                                SETB    0E6H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN2
RING2_7:                         MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R2_7:                            MOV     R1,#00H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

I2_7:      MOV      R2,#00H
N2_7:      MOV      DPTR,#PORTC_3
           MOVX     A,@DPTR
           JNB     0E6H,YES2_7
           JB      0E1H,NO2_7
           DJNZ   R2,N2_7
           DJNZ   R1,I2_7
           DJNZ   R0,R2_7
NO2_7:     LCALL   RINGING
           CLR     0E6H
           MOVX   A,@DPTR
           LCALL  RBT_IN2_OFF
           SETB   CHK_IN.1
           LJMP  MAIN
YES2_7:    CLR     CHK_IN.6
           LCALL  RINGING
           CLR     0E6H
           MOVX   @DPTR,A
           LCALL  RBT_IN2_OFF
           LCALL  IN2_IN7
           LJMP  MAIN
D4:        LJMP   TMF2_2
;*****
TMF2_8:    LCALL  CHECK_IN
           JNB   0E7H,B4
           LCALL RINGING
           SETB 0E7H
           MOVX @DPTR,A
           LCALL RBT_IN2
RING2_8:   MOV   R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R2_8:     MOV   R1,#00H
I2_8:     MOV   R2,#00H
N2_8:     MOV   DPTR,#PORTC_3
           MOVX  A,@DPTR
           JNB  0E7H,YES2_8
           JB   0E1H,NO2_8
           DJNZ R2,N2_8
           DJNZ R1,I2_8
           DJNZ R0,R2_8
NO2_8:    LCALL  RINGING
           CLR   0E7H
           MOVX  A,@DPTR
           LCALL RBT_IN1_OFF
           SETB  CHK_IN.1
           LJMP  MAIN
YES2_8:   CLR   CHK_IN.7
           LCALL RINGING
           CLR   0E7H
           MOVX  @DPTR,A
           LCALL RBT_IN2_OFF
           LCALL IN2_IN8
           LJMP  MAIN
;*****
TMF2_9:    LJMP   TMF2_2
;*****
TMF2_10:   LJMP   TMF2_2
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

B4:          LJMP      TMF2_2
*****INTERNAL LINE INTERFACE (LINE3 WANT)*****
LINE3:      CLR        CHK_IN.2
            LCALL     DT_IN3
            LCALL     DF_IN3
CHK_STB3:   MOV        R0,#0AH          ;LOOP 5S TIME
STB1_3:     MOV        R1,#00H
STB2_3:     MOV        R2,#00H
STB3_3:     MOV        DPTR,#PORTC_2
            MOVX     A,@DPTR
            JB        0E2H,DTMF3
            DJNZ     R2,STB3_3
            DJNZ     R1,STB2_3
            DJNZ     R0,STB1_3
            LCALL     DT_IN3_OFF
            LCALL     DF_IN3_OFF
            LCALL     BUSY3
            LJMP     MAIN
DTMF3:      LCALL     DT_IN3_OFF
            LCALL     DTMF_IN
            LCALL     DF_IN3_OFF
            ANL      BUFF,#0FH
            MOV      A,BUFF
MF3_1:      CJNE     A,#01H,MF3_2
            LJMP     TMF3_1
MF3_2:      CJNE     A,#02H,MF3_3
            LJMP     TMF3_2
MF3_3:      CJNE     A,#03H,MF3_4
            LJMP     TMF3_3
MF3_4:      CJNE     A,#04H,MF3_5
            LJMP     TMF3_4
MF3_5:      CJNE     A,#05H,MF3_6
            LJMP     TMF3_5
MF3_6:      CJNE     A,#06H,MF3_7
            LJMP     TMF3_6
MF3_7:      CJNE     A,#07H,MF3_8
            LJMP     TMF3_7
MF3_8:      CJNE     A,#08H,MF3_9
            LJMP     TMF3_8
MF3_9:      CJNE     A,#09H,MF3_10
            LJMP     TMF3_9
MF3_10:     CJNE     A,#0BH,TMF3_3
            LJMP     TMF3_10
;*****
TMF3_3:      LCALL     BUSY3
            MOV      DPTR,#PORTC_3
            MOVX     A,@DPTR
            XRL      A,CHK_IN
            CJNE     A,#03H,B5
            SETB     CHK_IN.2
B5:          LJMP     MAIN
;*****
TMF3_1:      LCALL     CHECK_IN
            JNB      0E0H,TMF3_3
            LCALL     RINGING
            SETB     0E0H
            MOVX     @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL  RBT_IN3
RING3_1:                       MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
                                MOV    R1,#00H
                                MOV    R2,#00H
                                MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E0H,YES3_1
                                JB     0E2H,NO3_1
                                JNZ    R2,N3_1
                                DJNZ   R1,I3_1
                                DJNZ   R0,R3_1
                                LCALL  RINGING
NO3_1:                          CLR    0E0H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                SETB   CHK_IN.2
                                LJMP   MAIN
YES3_1:                          CLR    CHK_IN.0
                                LCALL  RINGING
                                CLR    0E0H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                LCALL  IN1_IN3
                                LJMP   MAIN
;*****
TMF3_2:                          LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E1H,TMF3_3
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E1H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3
RING3_2:                       MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
                                MOV    R1,#00H
                                MOV    R2,#00H
                                MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E1H,YES3_2
                                JB     0E2H,NO3_2
                                DJNZ   R2,N3_2
                                DJNZ   R1,I3_2
                                DJNZ   R0,R3_2
                                LCALL  RINGING
NO3_2:                          CLR    0E1H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                SETB   CHK_IN.2
                                LJMP   MAIN
YES3_2:                          CLR    CHK_IN.1
                                LCALL  RINGING
                                CLR    0E1H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                LCALL  IN2_IN3
                                LJMP   MAIN
;*****
TMF3_4:                          LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E3H,C6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL    RINGING
                                SETB     0E3H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3
RING3_4:                        MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
                                MOV      R1,#00H
                                MOV      R2,#00H
                                MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E3H,YES3_4
                                JB       0E2H,NO3_4
                                DJNZ     R2,N3_4
                                DJNZ     R1,I3_4
                                DJNZ     R0,R3_4
                                NO3_4:   LCALL    RINGING
                                CLR      0E3H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                SETB     CHK_IN.2
                                LJMP     MAIN
                                YES3_4:  CLR      CHK_IN.3
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E3H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                LCALL    IN3_IN4
                                LJMP     MAIN
                                C6:       LJMP     TMF3_3
;*****
TMF3_5:                        LCALL    CHECK_IN
                                JNB      0E4H,D6
                                LCALL    RINGING
                                SETB     0E4H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3
RING3_5:                        MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
                                MOV      R1,#00H
                                MOV      R2,#00H
                                MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E4H,YES3_5
                                JB       0E2H,NO3_5
                                DJNZ     R2,N3_5
                                DJNZ     R1,I3_5
                                DJNZ     R0,R3_5
                                NO3_5:   LCALL    RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                SETB     CHK_IN.2
                                LJMP     MAIN
                                YES3_5:  CLR      CHK_IN.4
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                LCALL    IN3_IN5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LJMP     MAIN
D6:                                LJMP     TMF3_3
;*****
TMF3_6:                            LCALL    CHECK_IN
                                JNB      0E5H,E6
                                LCALL    RINGING
                                SETB     0E5H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3
RING3_6:                            MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R3_6:                               MOV      R1,#00H
I3_6:                               MOV      R2,#00H
N3_6:                               MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E5H,YES3_6
                                JB       0E2H,NO3_6
                                DJNZ    R2,N3_6
                                DJNZ    R1,I3_6
                                DJNZ    R0,R3_6
NO3_6:                              LCALL    RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                SETB     CHK_IN.2
                                LJMP     MAIN
YES3_6:                             CLR      CHK_IN.5
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                LCALL    IN3_IN6
                                LJMP     MAIN
E6:                                LJMP     TMF3_3
;*****
TMF3_7:                            LCALL    CHECK_IN
                                JNB      0E6H,F6
                                LCALL    RINGING
                                SETB     0E6H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN3
RING3_7:                            MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R3_7:                               MOV      R1,#00H
I3_7:                               MOV      R2,#00H
N3_7:                               MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E6H,YES3_7
                                JB       0E2H,NO3_7
                                DJNZ    R2,N3_7
                                DJNZ    R1,I3_7
                                DJNZ    R0,R3_7
NO3_7:                              LCALL    RINGING
                                CLR      0E6H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN3_OFF
                                SETB     CHK_IN.2
                                LJMP     MAIN
YES3_7:                             CLR      CHK_IN.6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL  RINGING
                                CLR     0E6H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                LCALL  IN3_IN7
                                LJMP   MAIN
F6:                                LJMP  TMF3_3
;*****
TMF3_8:                            LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E7H,B6
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E7H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3
RING3_8:                            MOV    R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R3_8:                               MOV    R1,#00H
I3_8:                               MOV    R2,#00H
N3_8:                               MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E7H,YES3_8
                                JB     0E2H,NO3_8
                                DJNZ   R2,N3_8
                                DJNZ   R1,I3_8
                                DJNZ   R0,R3_8
NO3_8:                             LCALL  RINGING
                                CLR     0E7H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                SETB   CHK_IN.2
                                LJMP   MAIN
YES3_8:                            CLR     CHK_IN.7
                                LCALL  RINGING
                                CLR     0E7H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN3_OFF
                                LCALL  IN3_IN8
                                LJMP   MAIN
;*****
TMF3_9:                            LJMP   TMF3_3
;*****
TMF3_10:                           LJMP   TMF3_3
;*****
B6:                                LJMP   TMF3_3
*****INTERNAL LINE INTERFACE (LINE4 WANT)*****
LINE4:                             CLR     CHK_IN.3
                                LCALL  DT_IN4
                                LCALL  DF_IN4
CHK_STB4:                           MOV    R0,#0AH      ;LOOP 5S TIME
STB1_4:                             MOV    R1,#00H
STB2_4:                             MOV    R2,#00H
STB3_4:                             MOV    DPTR,#PORTC_2
                                MOVX   A,@DPTR
                                JB     0E2H,DTMF4
                                DJNZ   R2,STB3_4
                                DJNZ   R1,STB2_4
                                DJNZ   R0,STB1_4
                                LCALL  DT_IN4_OFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL    DF_IN4_OFF
                LCALL    BUSY4
                LJMP     MAIN
DTMF4:         LCALL    DT_IN4_OFF
                LCALL    DTMF_IN
                LCALL    DF_IN4_OFF
                ANL     BUFF,#0FH
                MOV     A,BUFF
MF4_1:         CJNE    A,#01H,MF4_2
                LJMP    TMF4_1
MF4_2:         CJNE    A,#02H,MF4_3
                LJMP    TMF4_2
MF4_3:         CJNE    A,#03H,MF4_4
                LJMP    TMF4_3
MF4_4:         CJNE    A,#04H,MF4_5
                LJMP    TMF4_4
MF4_5:         CJNE    A,#05H,MF4_6
                LJMP    TMF4_5
MF4_6:         CJNE    A,#06H,MF4_7
                LJMP    TMF4_6
MF4_7:         CJNE    A,#07H,MF4_8
                LJMP    TMF4_7
MF4_8:         CJNE    A,#08H,MF4_9
                LJMP    TMF4_8
MF4_9:         CJNE    A,#09H,MF4_10
                LJMP    TMF4_9
MF4_10:        CJNE    A,#0BH,TMF4_4
                LJMP    TMF4_10
;*****
TMF4_4:        LCALL    BUSY4
                MOV     DPTR,#PORTC_3
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,CHK_IN
                CJNE    A,#04H,M4
                SETB    CHK_IN.3
                LJMP    MAIN
M4:
;*****
TMF4_1:        LCALL    CHECK_IN
                JNB     0EOH,TMF4_4
                LCALL    RINGING
                SETB    0EOH
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL    RBT_IN4
RING4_1:       MOV     R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
                R4_1:   MOV     R1,#00H
                I4_1:   MOV     R2,#00H
                N4_1:   MOV     DPTR,#PORTC_3
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     0EOH,YES4_1
                JB      0E3H,NO4_1
                DJNZ   R2,N4_1
                DJNZ   R1,I4_1
                DJNZ   R0,R4_1
NO4_1:         LCALL    RINGING
                CLR     0EOH
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL    RBT_IN4_OFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                SETB    CHK_IN.3
                                LJMP    MAIN
YES4_1:                        CLR     CHK_IN.0
                                LCALL   RINGING
                                CLR     0E0H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN4_OFF
                                LCALL   IN1_IN4
                                LJMP    MAIN
;*****
                                LCALL   CHECK_IN
TMF4_2:                        JNB     0E1H,TMF4_4
                                LCALL   RINGING
                                SETB   0E1H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN4
RING4_2:                        MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R4_2:                          MOV     R1,#00H
I4_2:                          MOV     R2,#00H
N4_2:                          MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E1H,YES4_2
                                JB     0E3H,NO4_2
                                DJNZ   R2,N4_2
                                DJNZ   R1,I4_2
                                DJNZ   R0,R4_2
NO4_2:                          LCALL   RINGING
                                CLR     0E1H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL   RBT_IN4_OFF
                                SETB   CHK_IN.3
                                LJMP    MAIN
YES4_2:                        CLR     CHK_IN.1
                                LCALL   RINGING
                                CLR     0E1H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN4_OFF
                                LCALL   IN2_IN4
                                LJMP    MAIN
;*****
TMF4_3:                        LCALL   CHECK_IN
                                JNB    0E2H,N1
                                LCALL   RINGING
                                SETB   0E2H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN4
RING4_3:                        MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R4_3:                          MOV     R1,#00H
I4_3:                          MOV     R2,#00H
N4_3:                          MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E2H,YES4_3
                                JB     0E3H,NO4_3
                                DJNZ   R2,N4_3
                                DJNZ   R1,I4_3
                                DJNZ   R0,R4_3
NO4_3:                          LCALL   RINGING

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR      0E2H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN4_OFF
SETB    CHK_IN.3
LJMP    MAIN
YES4_3:
CLR      CHK_IN.2
LCALL   RINGING
CLR      0E2H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN4_OFF
LCALL   IN3_IN4
LJMP    MAIN
N1:      LJMP    TMF4_4
;*****
TMF4_5:  LCALL   CHECK_IN
JNB     0E4H,N2
LCALL   RINGING
SETB    0E4H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN4
RING4_5: MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R4_5:   MOV     R1,#00H
I4_5:   MOV     R2,#00H
N4_5:   MOV     DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E4H,YES4_5
JB      0E3H,NO4_5
DJNZ   R2,N4_5
DJNZ   R1,I4_5
DJNZ   R0,R4_5
NO4_5:  LCALL   RINGING
CLR      0E4H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN4_OFF
SETB    CHK_IN.3
LJMP    MAIN
YES4_5: CLR      CHK_IN.4
LCALL   RINGING
CLR      0E4H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN4_OFF
LCALL   IN4_IN5
LJMP    MAIN
N2:      LJMP    TMF4_4
;*****
TMF4_6:  LCALL   CHECK_IN
JNB     0E5H,N3
LCALL   RINGING
SETB    0E5H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN4
RING4_6: MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R4_6:   MOV     R1,#00H
I4_6:   MOV     R2,#00H
N4_6:   MOV     DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E5H,YES4_6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                JB      0E3H,NO4_6
                                DJNZ   R2,N4_6
                                DJNZ   R1,I4_6
                                DJNZ   R0,R4_6
NO4_6:                          LCALL  RINGING
                                CLR     0E5H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN4_OFF
                                SETB   CHK_IN.3
                                LJMP   MAIN
YES4_6:                          CLR     CHK_IN.5
                                LCALL  RINGING
                                CLR     0E5H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN4_OFF
                                LCALL  IN4_IN6
                                LJMP   MAIN
N3:                              LJMP  TMF4_4
;*****
TMF4_7:                          LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E6H,N4
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E6H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN4
RING4_7:                          MOV    R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R4_7:                             MOV    R1,#00H
I4_7:                             MOV    R2,#00H
N4_7:                             MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E6H,YES4_7
                                JB     0E3H,NO4_7
                                DJNZ   R2,N4_7
                                DJNZ   R1,I4_7
                                DJNZ   R0,R4_7
NO4_7:                          LCALL  RINGING
                                CLR     0E6H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN4_OFF
                                SETB   CHK_IN.3
                                LJMP   MAIN
YES4_7:                          CLR     CHK_IN.6
                                LCALL  RINGING
                                CLR     0E6H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN4_OFF
                                LCALL  IN4_IN7
                                LJMP   MAIN
N4:                              LJMP  TMF4_4
;*****
TMF4_8:                          LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E7H,N5
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E7H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN4
RING4_8:                          MOV    R0,#1EH ;LOOP 15S TIME

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

R4_8:      MOV      R1,#00H
I4_8:      MOV      R2,#00H
N4_8:      MOV      DPTR,#PORTC_3
            MOVX     A,@DPTR
            JNB     0E7H,YES4_8
            JB      0E3H,NO4_8
            DJNZ   R2,N4_8
            DJNZ   R1,I4_8
            DJNZ   R0,R4_8
NO4_8:     LCALL   RINGING
            CLR     0E7H
            MOVX   A,@DPTR
            LCALL  RBT_IN4_OFF
            SETB   CHK_IN.3
            LJMP  MAIN
YES4_8:    CLR     CHK_IN.7
            LCALL  RINGING
            CLR     0E7H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  RBT_IN4_OFF
            LCALL  IN4_IN8
            LJMP  MAIN
N5:        LJMP   TMF4_4
;*****
TMF4_9:     LJMP   TMF4_4
;*****
TMF4_10:    LJMP   TMF4_4
;*****
;*****INTERNAL LINE INTERFACE (LINE5 WANT)*****
            CLR     CHK_IN.4
            LCALL  DT_IN5
            LCALL  DF_IN5
CHK_STB5:   MOV     R0,#0AH ;LOOP 5S TIME
STB1_5:    MOV     R1,#00H
STB2_5:    MOV     R2,#00H
STB3_5:    MOV     DPTR,#PORTC_2
            MOVX   A,@DPTR
            JB      0E2H,DTMF5
            DJNZ   R2,STB3_5
            DJNZ   R1,STB2_5
            DJNZ   R0,STB1_5
            LCALL  DT_IN5_OFF
            LCALL  DF_IN5_OFF
            LCALL  BUSY5
            LJMP  MAIN
DTMF5:     LCALL  DT_IN5_OFF
            LCALL  DTMF_IN
            LCALL  DF_IN5_OFF
            ANL   BUFF,#0FH
            MOV   A,BUFF
MF5_1:     CJNE   A,#01H,MF5_2
            LJMP  TMF5_1
MF5_2:     CJNE   A,#02H,MF5_3
            LJMP  TMF5_2
MF5_3:     JNE    A,#03H,MF5_4
            LJMP  TMF5_3
MF5_4:     CJNE   A,#04H,MF5_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MF5_5:      LJMP      TMF5_4
            JNE      A,#05H,MF5_6
            LJMP      TMF5_5
MF5_6:      CJNE     A,#06H,MF5_7
            LJMP      TMF5_6
MF5_7:      CJNE     A,#07H,MF5_8
            LJMP      TMF5_7
MF5_8:      CJNE     A,#08H,MF5_9
            LJMP      TMF5_8
MF5_9:      CJNE     A,#09H,MF5_10
            LJMP      TMF5_9
MF5_10:     CJNE     A,#0BH,TFM5_5
            LJMP      TMF5_10
;*****
TMF5_5:     LCALL     BUSY5
            MOV      DPTR,#PORTC_3
            MOVX     A,@DPTR
            XRL      A,CHK_IN
            CJNE     A,#10H,M5
            SETB     CHK_IN.4
            LJMP     MAIN
M5:
;*****
TMF5_1:     LCALL     CHECK_IN
            JNB      0E0H,TFM5_5
            LCALL     RINGING
            SETB     0E0H
            MOVX     @DPTR,A
            LCALL     RBT_IN5
RING5_1:    MOV      R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R5_1:      MOV      R1,#00H
I5_1:      MOV      R2,#00H
N5_1:      MOV      DPTR,#PORTC_3
            MOVX     A,@DPTR
            JNB      0E0H,YES5_1
            JB       0E4H,NO5_1
            DJNZ     R2,N5_1
            DJNZ     R1,I5_1
            DJNZ     R0,R5_1
NO5_1:     LCALL     RINGING
            CLR      0E0H
            MOVX     A,@DPTR
            LCALL     RBT_IN5_OFF
            SETB     CHK_IN.4
            LJMP     MAIN
YES5_1:    CLR      CHK_IN.0
            LCALL     RINGING
            CLR      0E0H
            MOVX     @DPTR,A
            LCALL     RBT_IN5_OFF
            LCALL     IN1_IN5
            LJMP     MAIN
;*****
TMF5_2:     LCALL     CHECK_IN
            JNB      0E1H,TFM5_5
            LCALL     RINGING
            SETB     0E1H
            MOVX     @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL    RBT_IN5
RING5_2:                       MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
                                MOV      R1,#00H
                                MOV      R2,#00H
                                MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E1H,YES5_2
                                JB       0E4H,NO5_2
                                DJNZ    R2,N5_2
                                DJNZ    R1,I5_2
                                DJNZ    R0,R5_2
                                NO5_2:   LCALL    RINGING
                                CLR      0E1H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN5_OFF
                                SETB    CHK_IN.4
                                LJMP    MAIN
                                YES5_2:  CLR      CHK_IN.1
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E1H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN5_OFF
                                LCALL    IN2_IN5
                                LJMP    MAIN
;*****
                                TMF5_3:  LCALL    CHECK_IN
                                JNB      0E2H,N6
                                LCALL    RINGING
                                SETB    0E2H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN5
RING5_3:                       MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
                                MOV      R1,#00H
                                MOV      R2,#00H
                                MOV      DPTR,#PORTC_3
                                MOVX     A,@DPTR
                                JNB      0E2H,YES5_3
                                B       0E4H,NO5_3
                                DJNZ    R2,N5_3
                                DJNZ    R1,I5_3
                                DJNZ    R0,R5_3
                                NO5_3:   LCALL    RINGING
                                CLR      0E2H
                                MOVX     A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN5_OFF
                                SETB    CHK_IN.4
                                LJMP    MAIN
                                YES5_3:  CLR      CHK_IN.2
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E2H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN5_OFF
                                LCALL    IN3_IN5
                                LJMP    MAIN
                                N6:       LJMP    TMF5_5
;*****
                                TMF5_4:  LCALL    CHECK_IN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JNB      0E3H,N7
LCALL   RINGING
SETB    0E3H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN5
RING5_4: MOV    R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R5_4:   MOV    R1,#00H
I5_4:   MOV    R2,#00H
N5_4:   MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E3H,YES5_4
JB      0E4H,NO5_4
DJNZ    R2,N5_4
DJNZ    R1,I5_4
DJNZ    R0,R5_4
NO5_4:  LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN5_OFF
SETB    CHK_IN.4
LJMP    MAIN
YES5_4: CLR     CHK_IN.3
LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN5_OFF
LCALL   IN4_IN5
LJMP    MAIN
N7:     LJMP    TMF5_5
;*****
TMF5_6: LCALL   CHECK_IN
JNB     0E5H,N8
LCALL   RINGING
SETB    0E5H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN5
RING5_6: MOV    R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R5_6:   MOV    R1,#00H
I5_6:   MOV    R2,#00H
N5_6:   MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E5H,YES5_6
JB      0E4H,NO5_6
DJNZ    R2,N5_6
DJNZ    R1,I5_6
DJNZ    R0,R5_6
NO5_6:  LCALL   RINGING
CLR     0E5H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN5_OFF
SETB    CHK_IN.4
LJMP    MAIN
YES5_6: CLR     CHK_IN.5
LCALL   RINGING
CLR     0E5H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN5_OFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL  IN5_IN6
                                LJMP   MAIN
N8:                                LJMP  TMF5_5
;*****
    TMF5_7:                        LCALL  CHECK_IN
                                JNB    0E6H,N9
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E6H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN5
R5_7:                            MOV    R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R5_7:                            MOV    R1,#00H
I5_7:                            MOV    R2,#00H
N5_7:                            MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E6H,YES5_7
                                JB     0E4H,NO5_7
                                DJNZ  R2,N5_7
                                DJNZ  R1,I5_7
                                JNZ   R0,R5_7
NO5_7:                            LCALL  RINGING
                                CLR    0E6H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN5_OFF
                                SETB   CHK_IN.4
                                LJMP   MAIN
YES5_7:                          CLR    CHK_IN.6
                                LCALL  RINGING
                                CLR    0E6H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN5_OFF
                                LCALL  IN5_IN7
                                LJMP   MAIN
N9:                                LJMP  TMF5_5
;*****
    TMF5_8:                        LCALL  CHECK_IN
                                NB     0E7H,N10
                                LCALL  RINGING
                                SETB   0E7H
                                MOVX   @DPTR,A
                                LCALL  RBT_IN5
R5_8:                            MOV    R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R5_8:                            MOV    R1,#00H
I5_8:                            MOV    R2,#00H
N5_8:                            MOV    DPTR,#PORTC_3
                                MOVX   A,@DPTR
                                JNB    0E7H,YES5_8
                                JB     0E4H,NO5_8
                                DJNZ  R2,N5_8
                                DJNZ  R1,I5_8
                                DJNZ  R0,R5_8
NO5_8:                            LCALL  RINGING
                                CLR    0E7H
                                MOVX   A,@DPTR
                                LCALL  RBT_IN5_OFF
                                SETB   CHK_IN.4
                                LJMP   MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

YES5_8:          CLR      CHK_IN.7
                LCALL   RINGING
                CLR      0E7H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   RBT_IN5_OFF
                LCALL   IN5_IN8
                LJMP    MAIN
                LJMP    TMF5_5
;*****
                LJMP    TMF5_5
;*****
                LJMP    TMF5_5
;*****

LINE6:          CLR      CHK_IN.5
                LCALL   DT_IN6
                LCALL   DF_IN6
CHK_STB6:      MOV      R0,#0AH      ;LOOP 5S TIME
STB1_6:        MOV      R1,#00H
STB2_6:        MOV      R2,#00H
STB3_6:        MOV      DPTR,#PORTC_2
                MOVX    A,@DPTR
                JB      0E2H,DTMF6
                DJNZ   R2,STB3_6
                DJNZ   R1,STB2_6
                DJNZ   R0,STB1_6
                LCALL   DT_IN6_OFF
                LCALL   DF_IN6_OFF
                LCALL   BUSY6
                LJMP    MAIN
DTMF6:         LCALL   DT_IN6_OFF
                LCALL   DTMF_IN
                LCALL   DF_IN6_OFF
                ANL    BUFF,#0FH
                MOV    A,BUFF
MF6_1:         CJNE   A,#01H,MF6_2
                LJMP   TMF6_1
MF6_2:         CJNE   A,#02H,MF6_3
                LJMP   TMF6_2
MF6_3:         CJNE   A,#03H,MF6_4
                LJMP   TMF6_3
MF6_4:         CJNE   A,#04H,MF6_5
                LJMP   TMF6_4
MF6_5:         CJNE   A,#05H,MF6_6
                LJMP   TMF6_5
MF6_6:         CJNE   A,#06H,MF6_7
                LJMP   TMF6_6
MF6_7:         CJNE   A,#07H,MF6_8
                LJMP   TMF6_7
MF6_8:         CJNE   A,#08H,MF6_9
                LJMP   TMF6_8
MF6_9:         CJNE   A,#09H,MF6_10
                LJMP   TMF6_9
MF6_10:        CJNE   A,#0BH,TMF6_6
                LJMP   TMF6_10
;*****
                LCALL   BUSY6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV      DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
XRL     A,CHK_IN
CJNE   A,#20H,M6
SETB   CHK_IN.5
LJMP   MAIN
M6:
;*****
TMF6_1:  LCALL  CHECK_IN
        JNB   0E0H,N11
        LCALL RINGING
        SETB 0E0H
        MOVX @DPTR,A
        LCALL RBT_IN6
RING6_1: MOV   R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_1:   MOV   R1,#00H
I6_1:   MOV   R2,#00H
N6_1:   MOV   DPTR,#PORTC_3
        MOVX A,@DPTR
        JNB  0E0H,YES6_1
        JB  0E5H,NO6_1
        DJNZ R2,N6_1
        DJNZ R1,I6_1
        DJNZ R0,R6_1
NO6_1:  LCALL  RINGING
        CLR  0E0H
        MOVX A,@DPTR
        LCALL RBT_IN6_OFF
        SETB CHK_IN.5
        LJMP MAIN
YES6_1: CLR  CHK_IN.0
        LCALL RINGING
        CLR  0E0H
        MOVX @DPTR,A
        LCALL RBT_IN6_OFF
        LCALL IN1_IN6
        LJMP MAIN
N11:   LJMP  TMF6_6
;*****
TMF6_2:  LCALL  CHECK_IN
        JNB  0E1H,N12
        LCALL RINGING
        SETB 0E1H
        MOVX @DPTR,A
        LCALL RBT_IN6
RING6_2: MOV   R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_2:   MOV   R1,#00H
I6_2:   MOV   R2,#00H
N6_2:   MOV   DPTR,#PORTC_3
        MOVX A,@DPTR
        JNB  0E1H,YES6_2
        JB  0E5H,NO6_2
        DJNZ R2,N6_2
        DJNZ R1,I6_2
        DJNZ R0,R6_2
NO6_2:  LCALL  RINGING
        CLR  0E1H
        MOVX A,@DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                LCALL    RBT_IN6_OFF
                                SETB     CHK_IN.5
                                LJMP     MAIN
YES6_2:                        CLR      CHK_IN.1
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E1H
                                MOVX     @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN6_OFF
                                LCALL    IN2_IN6
                                LJMP     MAIN
                                N12:     LJMP    TMF6_6
;*****
                                LCALL    CHECK_IN
                                JNB     0E2H,N13
                                LCALL    RINGING
                                SETB    0E2H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN6
RING6_3:                        MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_3:                          MOV     R1,#00H
I6_3:                          MOV     R2,#00H
N6_3:                          MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX    A,@DPTR
                                JNB     0E2H,YES6_3
                                JB      0E5H,NO6_3
                                DJNZ   R2,N6_3
                                DJNZ   R1,I6_3
                                DJNZ   R0,R6_3
NO6_3:                          LCALL    RINGING
                                CLR     0E2H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN6_OFF
                                SETB    CHK_IN.5
                                LJMP    MAIN
YES6_3:                          CLR     CHK_IN.2
                                LCALL    RINGING
                                CLR     0E2H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN6_OFF
                                LCALL    IN3_IN6
                                LJMP    MAIN
                                N13:     LJMP    TMF6_6
;*****
                                LCALL    CHECK_IN
                                JNB     0E3H,N14
                                LCALL    RINGING
                                SETB    0E3H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN6
RING6_4:                        MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_4:                          MOV     R1,#00H
I6_4:                          MOV     R2,#00H
N6_4:                          MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX    A,@DPTR
                                JNB     0E3H,YES6_4
                                JB      0E5H,NO6_4
                                DJNZ   R2,N6_4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                DJNZ     R1,I6_4
                                DJNZ     R0,R6_4
NO6_4:                          LCALL   RINGING
                                CLR       0E3H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL   RBT_IN6_OFF
                                SETB    CHK_IN.5
                                LJMP    MAIN
YES6_4:                          CLR     CHK_IN.3
                                LCALL   RINGING
                                CLR     0E3H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN6_OFF
                                LCALL   IN4_IN6
                                LJMP    MAIN
                                N14:     LJMP    TMF6_6
;*****
TMF6_5:                          LCALL   CHECK_IN
                                JNB     0E4H,N15
                                LCALL   RINGING
                                SETB    0E4H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN6
RING6_5:                          MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_5:                             MOV     R1,#00H
I6_5:                              MOV     R2,#00H
N6_5:                              MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX    A,@DPTR
                                JNB     0E4H,YES6_5
                                JB      0E5H,NO6_5
                                DJNZ    R2,N6_5
                                DJNZ    R1,I6_5
                                DJNZ    R0,R6_5
NO6_5:                          LCALL   RINGING
                                CLR     0E4H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL   RBT_IN6_OFF
                                SETB    CHK_IN.5
                                LJMP    MAIN
YES6_5:                          CLR     CHK_IN.4
                                LCALL   RINGING
                                CLR     0E4H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN6_OFF
                                LCALL   IN5_IN6
                                LJMP    MAIN
                                N15:     LJMP    TMF6_6
;*****
TMF6_7:                          LCALL   CHECK_IN
                                JNB     0E6H,N16
                                LCALL   RINGING
                                SETB    0E6H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL   RBT_IN6
RING6_7:                          MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_7:                              MOV     R1,#00H
I6_7:                              MOV     R2,#00H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

N6_7:      MOV      DPTR,#PORTC_3
           MOVX     A,@DPTR
           JNB     0E6H,YES6_7
           JB      0E5H,NO6_7
           DJNZ    R2,N6_7
           DJNZ    R1,I6_7
           DJNZ    R0,R6_7

NO6_7:     LCALL   RINGING
           CLR     0E6H
           MOVX     A,@DPTR
           LCALL   RBT_IN6_OFF
           SETB    CHK_IN.5
           LJMP    MAIN

YES6_7:    CLR     CHK_IN.6
           LCALL   RINGING
           CLR     0E6H
           MOVX     @DPTR,A
           LCALL   RBT_IN6_OFF
           LCALL   IN6_IN7
           LJMP    MAIN
           LJMP    TMF6_6

N16:      LJMP    TMF6_6
;*****
TMF6_8:    LCALL   CHECK_IN
           JNB     0E7H,N17
           LCALL   RINGING
           SETB    0E7H
           MOVX     @DPTR,A
           LCALL   RBT_IN6
RING6_8:   MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R6_8:     MOV     R1,#00H
I6_8:    MOV     R2,#00H
N6_8:    MOV     DPTR,#PORTC_3
           MOVX     A,@DPTR
           JNB     0E7H,YES6_8
           JB      0E5H,NO6_8
           DJNZ    R2,N6_8
           DJNZ    R1,I6_8
           DJNZ    R0,R6_8

NO6_8:    LCALL   RINGING
           CLR     0E7H
           MOVX     A,@DPTR
           LCALL   RBT_IN6_OFF
           SETB    CHK_IN.5
           LJMP    MAIN

YES6_8:   CLR     CHK_IN.7
           LCALL   RINGING
           CLR     0E7H
           MOVX     @DPTR,A
           LCALL   RBT_IN6_OFF
           LCALL   IN6_IN8
           LJMP    MAIN

N17:      LJMP    TMF6_6
;*****
TMF6_9:    LJMP    TMF6_6
;*****
TMF6_10:   LJMP    TMF6_6
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LINE7:          CLR      CHK_IN.6
                LCALL   DT_IN7
                LCALL   DF_IN7
CHK_STB7:       MOV      R0,#0AH      ;LOOP 5S TIME
                MOV      R1,#00H
                MOV      R2,#00H
                MOV      DPTR,#PORTC_2
                MOVX    A,@DPTR
                JB      0E2H,DTMF7
                DJNZ    R2,STB3_7
                DJNZ    R1,STB2_7
                DJNZ    R0,STB1_7
                LCALL   DT_IN7_OFF
                LCALL   DF_IN7_OFF
                LCALL   BUSY7
                LJMP    MAIN
DTMF7:         LCALL   DT_IN7_OFF
                LCALL   DTMF_IN
                LCALL   DF_IN7_OFF
                ANL     BUFF,#0FH
                MOV     A,BUFF
MF7_1:         CJNE    A,#01H,MF7_2
                LJMP    TMF7_1
MF7_2:         CJNE    A,#02H,MF7_3
                LJMP    TMF7_2
MF7_3:         CJNE    A,#03H,MF7_4
                LJMP    TMF7_3
MF7_4:         CJNE    A,#04H,MF7_5
                LJMP    TMF7_4
MF7_5:         CJNE    A,#05H,MF7_6
                LJMP    TMF7_5
MF7_6:         CJNE    A,#06H,MF7_7
                LJMP    TMF7_6
MF7_7:         CJNE    A,#07H,MF7_8
                LJMP    TMF7_7
MF7_8:         CJNE    A,#08H,MF7_9
                LJMP    TMF7_8
MF7_9:         CJNE    A,#09H,MF7_10
                LJMP    TMF7_9
MF7_10:        JNE     A,#0BH,TMF7_7
                LJMP    TMF7_10
;*****
TMF7_7:        LCALL   BUSY7
                MOV     DPTR,#PORTC_3
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,CHK_IN
                CJNE    A,#30H,M7
                SETB   CHK_IN.6
M7:           LJMP    MAIN
;*****
TMF7_1:        LCALL   CHECK_IN
                JNB     0E0H,TMF7_7
                LCALL   RINGING
                SETB   0E0H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   RBT_IN7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RING7_1:      MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R7_1:        MOV      R1,#00H
I7_1:        MOV      R2,#00H
N7_1:        MOV      DPTR,#PORTC_3
              MOVX    A,@DPTR
              JNB     0E0H,YES7_1
              JB      0E5H,NO7_1
              DJNZ   R2,N7_1
              DJNZ   R1,I7_1
              DJNZ   R0,R7_1
NO7_1:       LCALL   RINGING
              CLR     0E0H
              MOVX   A,@DPTR
              LCALL  RBT_IN7_OFF
              SETB   CHK_IN.6
              LJMP  MAIN
YES7_1:      CLR     CHK_IN.0
              LCALL  RINGING
              CLR     0E0H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  RBT_IN7_OFF
              LCALL  IN1_IN7
              LJMP  MAIN
;*****
TMF7_2:      LCALL   CHECK_IN
              JNB     0E1H,TMF7_7
              LCALL  RINGING
              SETB   0E1H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  RBT_IN7
RING7_2:     MOV      R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R7_2:        MOV      R1,#00H
I7_2:        MOV      R2,#00H
N7_2:        MOV      DPTR,#PORTC_3
              MOVX   A,@DPTR
              JNB     0E1H,YES7_2
              JB      0E6H,NO7_2
              DJNZ   R2,N7_2
              DJNZ   R1,I7_2
              DJNZ   R0,R7_2
NO7_2:       LCALL   RINGING
              CLR     0E1H
              MOVX   A,@DPTR
              LCALL  RBT_IN7_OFF
              SETB   CHK_IN.6
              LJMP  MAIN
YES7_2:      CLR     CHK_IN.1
              LCALL  RINGING
              CLR     0E1H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  RBT_IN7_OFF
              LCALL  IN2_IN7
              LJMP  MAIN
;*****
TMF7_3:      LCALL   CHECK_IN
              JNB     0E2H,N18
              LCALL  RINGING

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SETB    0E2H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN7
RING7_3: MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R7_3:   MOV    R1,#00H
I7_3:   MOV    R2,#00H
N7_3:   MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E2H,YES7_3
JB      0E6H,NO7_3
DJNZ   R2,N7_3
DJNZ   R1,I7_3
DJNZ   R0,R7_3
NO7_3:  LCALL   RINGING
CLR     0E2H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN7_OFF
SETB    CHK_IN.6
LJMP    MAIN
YES7_3: CLR     CHK_IN.2
LCALL   RINGING
CLR     0E2H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN7_OFF
LCALL   IN3_IN7
LJMP    MAIN
N18:    LJMP    TMF7_7
;*****
TMF7_4: LCALL   CHECK_IN
JNB     0E3H,N19
LCALL   RINGING
SETB    0E3H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN7
RING7_4: MOV    R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R7_4:   MOV    R1,#00H
I7_4:   MOV    R2,#00H
N7_4:   MOV    DPTR,#PORTC_3
MOVX    A,@DPTR
JNB     0E3H,YES7_4
JB      0E6H,NO7_4
DJNZ   R2,N7_4
DJNZ   R1,I7_4
DJNZ   R0,R7_4
NO7_4:  LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    A,@DPTR
LCALL   RBT_IN7_OFF
SETB    CHK_IN.6
LJMP    MAIN
YES7_4: CLR     CHK_IN.3
LCALL   RINGING
CLR     0E3H
MOVX    @DPTR,A
LCALL   RBT_IN7_OFF
LCALL   IN4_IN7
LJMP    MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

N19:                LJMP    TMF7_7
;*****
TMF7_5:             LCALL    CHECK_IN
                   JNB     0E4H,N20
                   LCALL    RINGING
                   SETB    0E4H
                   MOVX    @DPTR,A
                   LCALL    RBT_IN7
RING7_5:           MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R7_5:              MOV     R1,#00H
I7_5:              MOV     R2,#00H
N7_5:              MOV     DPTR,#PORTC_3
                   MOVX    A,@DPTR
                   JNB     0E4H,YES7_5
                   JB      0E6H,NO7_5
                   DJNZ   R2,N7_5
                   DJNZ   R1,I7_5
                   DJNZ   R0,R7_5
NO7_5:             LCALL    RINGING
                   CLR     0E4H
                   MOVX    A,@DPTR
                   LCALL    RBT_IN7_OFF
                   SETB    CHK_IN.6
                   LJMP    MAIN
YES7_5:            CLR     CHK_IN.4
                   LCALL    RINGING
                   CLR     0E4H
                   MOVX    @DPTR,A
                   LCALL    RBT_IN7_OFF
                   LCALL    IN5_IN7
                   LJMP    MAIN
N20:              LJMP    TMF7_7
;*****
TMF7_6:           LCALL    CHECK_IN
                   JNB     0E5H,N21
                   LCALL    RINGING
                   SETB    0E5H
                   MOVX    @DPTR,A
                   LCALL    RBT_IN7
RING7_6:           MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R7_6:              MOV     R1,#00H
I7_6:              MOV     R2,#00H
N7_6:              MOV     DPTR,#PORTC_3
                   MOVX    A,@DPTR
                   JNB     0E5H,YES7_6
                   JB      0E6H,NO7_6
                   DJNZ   R2,N7_6
                   DJNZ   R1,I7_6
                   DJNZ   R0,R7_6
NO7_6:            LCALL    RINGING
                   CLR     0E5H
                   MOVX    A,@DPTR
                   LCALL    RBT_IN7_OFF
                   SETB    CHK_IN.6
                   LJMP    MAIN
YES7_6:           CLR     CHK_IN.5
                   LCALL    RINGING

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR      0E5H
MOVX     @DPTR,A
LCALL   RBT_IN7_OFF
LCALL   IN6_IN7
LJMP    MAIN
N21:    LJMP   TMF7_7
;*****
TMF7_8:  LCALL  CHECK_IN
        JNB   0E7H,N22
        LCALL RINGING
        SETB 0E7H
        MOVX @DPTR,A
        LCALL RBT_IN7
RING7_8: MOV   R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R7_8:   MOV   R1,#00H
I7_8:   MOV   R2,#00H
N7_8:   MOV   DPTR,#PORTC_3
        MOVX A,@DPTR
        JNB  0E7H,YES7_8
        JB  0E6H,NO7_8
        DJNZ R2,N7_8
        DJNZ R1,I7_8
        DJNZ R0,R7_8
NO7_8:  LCALL  RINGING
        CLR  0E7H
        MOVX A,@DPTR
        LCALL RBT_IN7_OFF
        SETB CHK_IN.6
        LJMP MAIN
YES7_8: CLR  CHK_IN.7
        LCALL RINGING
        CLR  0E7H
        MOVX @DPTR,A
        LCALL RBT_IN7_OFF
        LCALL IN7_IN8
        LJMP MAIN
N22:    LJMP   TMF7_7
;*****
TMF7_9:  LJMP   TMF7_7
;*****
TMF7_10: LJMP   TMF7_7
;*****
LINE8:  CLR    CHK_IN.7
        LCALL DT_IN8
        LCALL DF_IN8
CHK_STB8: MOV   R0,#0AH      ;LOOP 5S TIME
STB1_8:  MOV   R1,#00H
STB2_8:  MOV   R2,#00H
STB3_8:  MOV   DPTR,#PORTC_2
        MOVX A,@DPTR
        JB  0E2H,DTMF8
        DJNZ R2,STB3_8
        DJNZ R1,STB2_8
        DJNZ R0,STB1_8
        LCALL DT_IN8_OFF
        LCALL DF_IN8_OFF
        LCALL BUSY8

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LJMP      MAIN
DTMF8:   LCALL      DT_IN8_OFF
          LCALL      DTMF_IN
          LCALL      DF_IN8_OFF
          ANL        BUFF,#0FH
          MOV        A,BUFF
MF8_1:   CJNE      A,#01H,MF8_2
          LJMP      TMF8_1
MF8_2:   CJNE      A,#02H,MF8_3
          LJMP      TMF8_2
MF8_3:   CJNE      A,#03H,MF8_4
          LJMP      TMF8_3
MF8_4:   CJNE      A,#04H,MF8_5
          LJMP      TMF8_4
MF8_5:   CJNE      A,#05H,MF8_6
          LJMP      TMF8_5
MF8_6:   CJNE      A,#06H,MF8_7
          LJMP      TMF8_6
MF8_7:   CJNE      A,#07H,MF8_8
          LJMP      TMF8_7
MF8_8:   CJNE      A,#08H,MF8_9
          LJMP      TMF8_8
MF8_9:   CJNE      A,#09H,MF8_10
          LJMP      TMF8_9
MF8_10:  CJNE      A,#0BH,TFM8_8
          LJMP      TFM8_10
;*****
TMF8_8:   LCALL      BUSY8
          MOV        DPTR,#PORTC_3
          MOVX       A,@DPTR
          XRL        A,CHK_IN
          CJNE      A,#40H,M8
          SETB      CHK_IN.7
M8:      LJMP      MAIN
;*****
TMF8_1:   LCALL      CHECK_IN
          JNB       0E0H,TFM8_8
          LCALL      RINGING
          SETB      0E0H
          MOVX       @DPTR,A
          LCALL      RBT_IN8
RING8_1:  MOV        R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R8_1:    MOV        R1,#00H
I8_1:    MOV        R2,#00H
N8_1:    MOV        DPTR,#PORTC_3
          MOVX       A,@DPTR
          JNB       0E0H,YES8_1
          JB        0E7H,NO8_1
          DJNZ      R2,N8_1
          DJNZ      R1,I8_1
          DJNZ      R0,R8_1
NO8_1:   LCALL      RINGING
          CLR        0E0H
          MOVX       A,@DPTR
          LCALL      RBT_IN8_OFF
          SETB      CHK_IN.7
          LJMP      MAIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

YES8_1:          CLR      CHK_IN.0
                 LCALL   RINGING
                 CLR      0E0H
                 MOVX    @DPTR,A
                 LCALL   RBT_IN8_OFF
                 LCALL   IN1_IN8
                 LJMP    MAIN
;*****
TMF8_2:          LCALL   CHECK_IN
                 JNB     0E1H, TMF8_8
                 LCALL   RINGING
                 SETB    0E1H
                 MOVX    @DPTR,A
                 LCALL   RBT_IN8
RING8_2:         MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R8_2:            MOV     R1,#00H
I8_2:            MOV     R2,#00H
N8_2:            MOV     DPTR,#PORTC_3
                 MOVX    A,@DPTR
                 JNB     0E1H, YES8_2
                 JB      0E7H, NO8_2
                 DJNZ   R2, N8_2
                 DJNZ   R1, I8_2
                 DJNZ   R0, R8_2
NO8_2:           LCALL   RINGING
                 CLR     0E1H
                 MOVX    A,@DPTR
                 LCALL   RBT_IN8_OFF
                 SETB    CHK_IN.7
                 LJMP    MAIN
YES8_2:          CLR     CHK_IN.1
                 LCALL   RINGING
                 CLR     0E1H
                 MOVX    @DPTR,A
                 LCALL   RBT_IN8_OFF
                 LCALL   IN2_IN8
                 LJMP    MAIN
;*****
TMF8_3:          LCALL   CHECK_IN
                 JNB     0E2H, N23
                 LCALL   RINGING
                 SETB    0E2H
                 MOVX    @DPTR,A
                 LCALL   RBT_IN8
RING8_3:         MOV     R0,#1EH      ;LOOP 15S TIME
R8_3:            MOV     R1,#00H
I8_3:            MOV     R2,#00H
N8_3:            MOV     DPTR,#PORTC_3
                 MOVX    A,@DPTR
                 JNB     0E2H, YES8_3
                 JB      0E7H, NO8_3
                 DJNZ   R2, N8_3
                 DJNZ   R1, I8_3
                 DJNZ   R0, R8_3
NO8_3:           LCALL   RINGING
                 CLR     0E2H
                 MOVX    A,@DPTR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL RBT_IN8_OFF
SETB  CHK_IN.7
LJMP  MAIN
YES8_3: CLR  CHK_IN.2
LCALL RINGING
CLR  0E2H
MOVX  @DPTR,A
LCALL RBT_IN8_OFF
LCALL IN3_IN8
LJMP  MAIN
N23:   LJMP TMF8_8
;*****
TMF8_4: LCALL CHECK_IN
JNB  0E3H,N24
LCALL RINGING
SETB 0E3H
MOVX  @DPTR,A
LCALL RBT_IN8
RING8_4: MOV  R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R8_4:  MOV  R1,#00H
I8_4:  MOV  R2,#00H
N8_4:  MOV  DPTR,#PORTC_3
MOVX  A,@DPTR
JNB  0E3H,YES8_4
JB   0E7H,NO8_4
DJNZ R2,N8_4
DJNZ R1,I8_4
DJNZ R0,R8_4
NO8_4: LCALL RINGING
CLR  0E3H
MOVX  A,@DPTR
LCALL RBT_IN8_OFF
SETB  CHK_IN.7
LJMP  MAIN
YES8_4: CLR  CHK_IN.3
CALL  RINGING
CLR  0E3H
MOVX  @DPTR,A
LCALL RBT_IN8_OFF
LCALL IN4_IN8
LJMP  MAIN
N24:   LJMP TMF8_8
;*****
TMF8_5: LCALL CHECK_IN
JNB  0E4H,N25
LCALL RINGING
SETB 0E4H
MOVX  @DPTR,A
LCALL RBT_IN8
RING8_5: MOV  R0,#1EH ;LOOP 15S TIME
R8_5:  MOV  R1,#00H
I8_5:  MOV  R2,#00H
N8_5:  MOV  DPTR,#PORTC_3
MOVX  A,@DPTR
JNB  0E4H,YES8_5
JB   0E7H,NO8_5
DJNZ R2,N8_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                DJNZ     R1,I8_5
                                DJNZ     R0,R8_5
NO8_5:                          LCALL    RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN8_OFF
                                SETB    CHK_IN.7
                                LJMP    MAIN
YES8_5:                          CLR      CHK_IN.4
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E4H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN8_OFF
                                LCALL    IN5_IN8
                                LJMP    MAIN
                                N25:     LJMP    TMF8_8
*****
                                TMF8_6:  LCALL    CHECK_IN
                                JNB     0E5H,N26
                                LCALL    RINGING
                                SETB    0E5H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN8
RING8_6:                          MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R8_6:                             MOV     R1,#00H
I8_6:                              MOV     R2,#00H
N8_6:                              MOV     DPTR,#PORTC_3
                                MOVX    A,@DPTR
                                JNB     0E5H,YES8_6
                                JB      0E7H,NO8_6
                                DJNZ    R2,N8_6
                                DJNZ    R1,I8_6
                                DJNZ    R0,R8_6
NO8_6:                          LCALL    RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX    A,@DPTR
                                LCALL    RBT_IN8_OFF
                                SETB    CHK_IN.7
                                LJMP    MAIN
YES8_6:                          CLR      CHK_IN.5
                                LCALL    RINGING
                                CLR      0E5H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN8_OFF
                                LCALL    IN5_IN8
                                LJMP    MAIN
                                N26:     LJMP    TMF8_8
;*****
                                TMF8_7:  LCALL    CHECK_IN
                                JNB     0E6H,N27
                                LCALL    RINGING
                                SETB    0E6H
                                MOVX    @DPTR,A
                                LCALL    RBT_IN8
RING8_7:                          MOV     R0,#1EH    ;LOOP 15S TIME
R8_7:                             MOV     R1,#00H
I8_7:                              MOV     R2,#00H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

N8_7:      MOV      DPTR,#PORTC_3
           MOVX    A,@DPTR
           JNB    0E6H,YES8_7
           JB     0E7H,NO8_7
           DJNZ   R2,N8_7
           DJNZ   R1,I8_7
           DJNZ   R0,R8_7

NO8_7:     LCALL   RINGING
           CLR    0E6H
           MOVX   A,@DPTR
           LCALL  RBT_IN8_OFF
           SETB   CHK_IN.7
           LJMP   MAIN

YES8_7:    CLR    CHK_IN.6
           LCALL  RINGING
           CLR    0E6H
           MOVX   @DPTR,A
           LCALL  RBT_IN8_OFF
           LCALL  IN7_IN8
           LJMP   MAIN

N27:      LJMP   TMF8_8
;*****
TMF8_9:    LJMP   TMF8_8
TMF8_10:   LJMP   TMF8_8
;*****

RINGING:   MOV      DPTR,#PORTB_3
           MOVX    A,@DPTR
           RET

CHECK_IN:  MOV      DPTR,#PORTC_3 ;
CHECK INTERNAL LINE
           MOVX    A,@DPTR
           RET

DTMF_IN:   LCALL   TOE3_ON
           MOV     DPTR,#PORTB_2
           MOVX   A,@DPTR
           MOV     BUFF,A
           LCALL  TOE3_OFF
           RET

BUSY1:     LCALL   BT_IN1
           LCALL   DELAY5
           LCALL   BT_IN1_OFF
           RET

BUSY2:     LCALL   BT_IN2
           LCALL   DELAY5
           LCALL   BT_IN2_OFF
           RET

BUSY3:     LCALL   BT_IN3
           LCALL   DELAY5
           LCALL   BT_IN3_OFF
           RET

BUSY4:     LCALL   BT_IN4
           LCALL   DELAY5
           LCALL   BT_IN4_OFF
           RET

BUSY5:     LCALL   BT_IN5
           LCALL   DELAY5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL BT_IN5_OFF
RET
BUSY6: LCALL BT_IN6
LCALL DELAY5
LCALL BT_IN6_OFF
RET
BUSY7: LCALL BT_IN7
LCALL DELAY5
LCALL BT_IN7_OFF
RET
BUSY8: LCALL BT_IN8
LCALL DELAY5
LCALL BT_IN8_OFF
RET
TOE3_ON: MOV DPTR,#PORTA_2
MOVX A,@DPTR
SETB 0E2H
MOVX @DPTR,A
RET
TOE3_OFF: MOV DPTR,#PORTA_3
MOVX A,@DPTR
CLR 0E2H
MOVX @DPTR,A
RET
DELAY5: MOV R0,#30H
DE: MOV R1,#00H
DE0: MOV R2,#00H
DJNZ R2,$
DJNZ R1,DE0
DJNZ R0,DE
RET
;*****
; CROSSPOINT SWITCH MATRIX
;*****
;SWITCH CROSSPOINT ON L
;EXTERNAT1 TO INTERNAL LINE 1-8
;*****
EX1_IN1: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
EX1_IN2: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
EX1_IN3: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#02H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
EX1_IN4: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#03H
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX1_IN5:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#04H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX1_IN6:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#05H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX1_IN7:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#08H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX1_IN8:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#09H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
;EXTERNAL2 TO INTERNAL LINE 1-8
EX2_IN1:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#10H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN2:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#11H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN3:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#12H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN4:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#13H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN5:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#14H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN6:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#15H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN7:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#18H
                MOVX   @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_ON1
                RET
EX2_IN8:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#19H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
;RING BACK TONE TO INTERNAL LINE 1-8

RBT_IN1:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#20H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN2:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#21H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN3:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#22H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN4:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#23H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN5:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#24H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN6:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#25H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN7:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#28H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
RBT_IN8:        MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#29H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
;BUSY TONE TO INTERNAL LINE 1-8

BT_IN1:         MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#30H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON1
                RET
BT_IN2:         MOV    DPTR,#PORTA_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#31H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN3:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#32H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN4:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#33H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN5:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#34H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN6:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#35H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN7:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#38H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

BT_IN8:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#39H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

;DIAL TONE TO INTERNAL LINE 1-8

DT_IN1:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#40H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

DT_IN2:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#41H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

DT_IN3:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#42H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

DT_IN4:      MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV     A,#43H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET

DT_IN5:      MOV    DPTR,#PORTA_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#44H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
DT_IN6: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#45H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
DT_IN7: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#48H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
DT_IN8: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#49H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
;ANSWER#1 TO INTERNAL LINE 1-8
ANS1_IN1: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#50H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN2: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#51H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN3: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#52H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN4: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#53H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN5: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#54H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN6: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#55H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN7: MOV    DPTR,#PORTA_1
MOV    A,#58H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
ANS1_IN8: MOV    DPTR,#PORTA_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#59H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON1
RET
;ANSWER#2 TO INTERNAL LINE 1-8

ANS2_IN1:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#60H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN2:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#61H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN3:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#62H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN4:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#63H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN5:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#64H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN6:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#65H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN7:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#68H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

ANS2_IN8:  MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#69H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

;*****
DF_IN1:   MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#70H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

DF_IN2:   MOV    DPTR,#PORTA_1
            MOV    A,#71H
            MOVX   @DPTR,A
            LCALL  MATRIX_ON1
            RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DF_IN3:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#72H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

DF_IN4:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#73H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

DF_IN5:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#74H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

DF_IN6:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#75H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

DF_IN7:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#78H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

DF_IN8:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#79H
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

;RING BACK TONE TO EXTERNAL#1
RBT_EX1:  MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#0AH
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

;RING BACK TONE TO EXTERNAL#2
RBT_EX2:  MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#1AH
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

;BUSY TONE TO EXTERNAL#1
BT_EX1:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#0BH
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

;BUSY TONE TO EXTERNAL#2
BT_EX2:   MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#1BH
          MOVX   @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON1
          RET

;ANSWER#1 TO EXTERNAL#1
AN1_EX1:  MOV    DPTR,#PORTA_1
          MOV    A,#0CH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
;ANSWER#1 TO EXTERNAL#2
AN1_EX2: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#1CH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
;ANSWER#2 TO EXTERNAL#1
AN2_EX1: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#0DH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
;ANSWER#2 TO EXTERNAL#2
AN2_EX2: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#1DH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON1
RET
;*****
;MATRIX ON CROSSPOINT SWITCH MT8812#1
MATRIX_ON1: MOV DPTR,#PORTA_3
MOVX A,@DPTR
SETB 0E0H
SETB 0E3H
MOVX @DPTR,A
MOVX A,@DPTR
CLR 0E0H
SETB 0E3H
MOVX @DPTR,A
RET
;*****
;SWITCH CROSSPOINT OFF
;EXTERNAT1 TO INTERNAL LINE 1-8
;*****
EX1_IN1_OFF: MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF1
RET
EX1_IN2_OFF:MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF1
RET
EX1_IN3_OFF:MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#02H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF1
RET
EX1_IN4_OFF:MOV DPTR,#PORTA_1
MOV A,#03H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF1
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EX1_IN5_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#04H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX1_IN6_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#05H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX1_IN7_OFF:      MOV     DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#08H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX1_IN8_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#09H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
                  ;EXTERNAL2 TO INTERNAL LINE 1-8
EX2_IN1_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#10H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN2_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#11H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN3_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#12H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN4_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#13H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN5_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#14H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN6_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#15H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
EX2_IN7_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV     A,#18H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EX2_IN8_OFF:MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#19H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

                ;RING BACK TONE TO INTERNAL LINE 1-8

RBT_IN1_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#20H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN2_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#21H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN3_OFF:    MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#22H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN4_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#23H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN5_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#24H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN6_OFF:    MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#25H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN7_OFF:    MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#28H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

RBT_IN8_OFF:    MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#29H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

                ;BUSY TONE TO INTERNAL LINE 1-8
BT_IN1_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#30H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1
                RET

BT_IN2_OFF:    MOV   DPTR,#PORTA_1
                MOV   A,#31H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
BT_IN3_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#32H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
BT_IN4_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#33H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
BT_IN5_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#34H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
BT_IN6_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#35H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
BT_IN7_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#38H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
BT_IN8_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#39H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
;DIAL TONE TO INTERNAL LINE 1-8
DT_IN1_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#40H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN2_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#41H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN3_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#42H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN4_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#43H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN5_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
              MOV    A,#44H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_OFF1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
DT_IN6_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#45H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN7_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#48H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DT_IN8_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#49H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
;*****
DF_IN1_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#70H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN2_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#71H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN3_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#72H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN4_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#73H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN5_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#74H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN6_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#75H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN7_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#78H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET
DF_IN8_OFF:  MOV  DPTR,#PORTA_1
              MOV  A,#79H
              MOVX @DPTR,A
              LCALL MATRIX_OFF1
              RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;ANSWER#1 TO INTERNAL LINE 1-8

```
ANS1_IN1_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#50H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN2_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#51H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN3_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#52H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN4_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#53H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN5_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#54H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN6_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#55H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN7_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#58H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS1_IN8_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#59H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
```

;ANSWER#2 TO INTERNAL LINE 1-8

```
ANS2_IN1_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#60H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS2_IN2_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#61H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF1
                  RET
ANS2_IN3_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                  MOV    A,#62H
                  MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_OFF1
                RET
ANS2_IN4_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#63H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
ANS2_IN5_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#64H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
ANS2_IN6_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#65H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
ANS2_IN7_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#68H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
ANS2_IN8_OFF:  MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#69H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
                ;RING BACK TONE TO EXTERNAL#1
RBT_EX1_OFF:   MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#0AH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
                ;RING BACK TONE TO EXTERNAL#2
RBT_EX2_OFF:   MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#1AH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
                ;BUSY TONE TO EXTERNAL#1
BT_EX1_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#0BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
                ;BUSY TONE TO EXTERNAL#2
BT_EX2_OFF:    MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#1BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET
                ;ANSWER#1 TO EXTERNAL#1
AN1_EX1_OFF:   MOV    DPTR,#PORTA_1
                MOV    A,#0CH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;ANSWER#1 TO EXTERNAL#2
AN1_EX2_OFF:    MOV     DPTR,#PORTA_1
                MOV     A,#1CH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET

;ANSWER#2 TO EXTERNAL#1
AN2_EX1_OFF:    MOV     DPTR,#PORTA_1
                MOV     A,#0DH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET

;ANSWER#2 TO EXTERNAL#2
AN2_EX2_OFF:    MOV     DPTR,#PORTA_1
                MOV     A,#1DH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_OFF1
                RET

;MATRIX OFF CROSSPOINT SWITCH MT8812#1
MATRIX_OFF1:    MOV     DPTR,#PORTA_3
                MOVX   A,@DPTR
                SETB   0E0H
                CLR    0E3H
                MOVX   @DPTR,A
                MOVX   A,@DPTR
                CLR    0E0H
                SETB   0E3H
                MOVX   @DPTR,A
                RET

;SWITCH CROSSPOINT ON
;INTERNAL LINE TO RECORD 1-8
;*****
IN1_REC1:      MOV     DPTR,#PORTB_1
                MOV     A,#00H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET

IN1_REC2:      MOV     DPTR,#PORTB_1
                MOV     A,#10H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET

IN1_REC3:      MOV     DPTR,#PORTB_1
                MOV     A,#20H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET

IN1_REC4:      MOV     DPTR,#PORTB_1
                MOV     A,#30H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET

IN1_REC5:      MOV     DPTR,#PORTB_1
                MOV     A,#40H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
IN1_REC6:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#50H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN1_REC7:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#60H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN1_REC8:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#70H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
              ;INTERNAL LINE 2 TO RECORD 2
IN2_REC1:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#01H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC2:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#11H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC3:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#21H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC4:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#31H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC5:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#41H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC6:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#51H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC7:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#61H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET
IN2_REC8:    MOV    DPTR,#PORTB_1
              MOV    A,#71H
              MOVX   @DPTR,A
              LCALL  MATRIX_ON2
              RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;INTERNAL LINE 3 TO RECORD 3
IN3_REC1:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#02H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC2:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#12H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC3:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#22H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC4:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#32H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC5:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#42H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC6:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#52H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC7:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#62H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN3_REC8:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#72H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
;INTERNAL LINE 4 TO RECORD 4
IN4_REC1:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#03H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC2:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#13H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC3:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#23H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IN4_REC4:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#33H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC5:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#43H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC6:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#53H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC7:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#63H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN4_REC8:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#73H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
                ;INTERNAL LINE 5 TO RECORD 5
IN5_REC1:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#04H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC2:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#14H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC3:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#24H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC4:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#34H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC5:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#44H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC6:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#54H
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
IN5_REC7:      MOV    DPTR,#PORTB_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#64H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN5_REC8:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#74H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
;INTERNAL LINE 6 TO RECORD 6
IN6_REC1:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#05H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC2:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#15H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC3:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#25H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC4:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#35H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC5:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#45H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC6:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#55H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC7:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#65H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN6_REC8:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#75H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
;INTERNAL LINE 7 TO RECORD 7
IN7_REC1:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#08H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC2:  MOV    DPTR,#PORTB_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#18H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC3: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#28H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC4: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#38H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC5: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#48H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC6: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#58H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC7: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#68H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN7_REC8: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#78H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
;INTERNAL LINE 8 TO RECORD 8
IN8_REC1: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#09H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN8_REC2: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#19H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN8_REC3: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#29H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN8_REC4: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#39H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON2
RET
IN8_REC5: MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#49H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
IN8_REC6: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#59H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
IN8_REC7: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#69H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
IN8_REC8: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#79H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
;EXTERNAL1 TO RECORD 1-8
EX1_REC1: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#0AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC2: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#1AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC3: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#2AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC4: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#3AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC5: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#4AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC6: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#5AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC7: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#6AH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON2
RET
EX1_REC8: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#7AH
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_ON2
                RET
;EXTERNAL 2 TO RECORD 1-8
EX2_REC1:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#0BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC2:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#1BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC3:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#2BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC4:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#3BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC5:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#4BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC6:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#5BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC7:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#6BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
EX2_REC8:      MOV    DPTR,#PORTB_1
                MOV    A,#7BH
                MOVX   @DPTR,A
                LCALL  MATRIX_ON2
                RET
;MATRIX ON CROSSPOINT SWITCH MT8812#2
MATRIX_ON2:    MOV    DPTR,#PORTA_3
                MOVX   A,@DPTR
                SETB   0E1H
                SETB   0E4H
                MOVX   @DPTR,A
                MOVX   A,@DPTR
                CLR    0E1H
                SETB   0E4H
                MOVX   @DPTR,A
                RET
;SWITCH CROSSPOINT OFF
;INTERNAL LINE TO RECORD 1-8
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IN1_REC1_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#00H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC2_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#10H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC3_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#20H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC4_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#30H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC5_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#40H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC6_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#50H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC7_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#60H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN1_REC8_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#70H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
                  ;INTERNAL LINE 2 TO RECORD 2
IN2_REC1_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#01H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN2_REC2_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#11H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN2_REC3_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                  MOV    A,#21H
                  MOVX   @DPTR,A
                  LCALL  MATRIX_OFF2
                  RET
IN2_REC4_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#31H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN2_REC5_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#41H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN2_REC6_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#51H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN2_REC7_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#61H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN2_REC8_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#71H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
;INTERNAL LINE 3 TO RECORD 3
IN3_REC1_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#02H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC2_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#12H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC3_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#22H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC4_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#32H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC5_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#42H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC6_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#52H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC7_OFF:  MOV    DPTR,#PORTB_1
MOV    A,#62H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN3_REC8_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#72H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
;INTERNAL LINE 4 TO RECORD 4
IN4_REC1_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#03H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC2_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#13H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC3_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#23H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC4_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#33H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC5_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#43H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC6_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#53H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC7_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#63H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN4_REC8_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#73H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
;INTERNAL LINE 5 TO RECORD 5
IN5_REC1_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC2_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#14H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC3_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#24H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC4_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#34H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC5_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#44H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC6_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#54H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC7_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#64H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN5_REC8_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#74H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
;INTERNAL LINE 6 TO RECORD 6
IN6_REC1_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#05H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN6_REC2_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#15H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN6_REC3_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#25H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN6_REC4_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#35H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF2
RET
IN6_REC5_OFF: MOV DPTR,#PORTB_1
MOV A,#45H
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN6_REC6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#55H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN6_REC7_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#65H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN6_REC8_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#75H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
                ; INTERNAL LINE 7 TO RECORD 7
IN7_REC1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#08H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#18H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#28H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC4_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#38H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC5_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#48H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#58H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC7_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#68H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN7_REC8_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#78H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                RET
;INTERNAL LINE 8 TO RECORD 8
IN8_REC1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#09H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#19H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#29H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC4_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#39H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC5_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#49H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#59H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC7_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#69H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
IN8_REC8_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#79H
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
;EXTERNAL1 TO RECORD 1-8
EX1_REC1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#0AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#1AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#2AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
EX1_REC4_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#3AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC5_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#4AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#5AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC7_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#6AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX1_REC8_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#7AH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
                ; EXTERNAL 2 TO RECORD 1-8
EX2_REC1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#0BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX2_REC2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#1BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX2_REC3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#2BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX2_REC4_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#3BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX2_REC5_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#4BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET
EX2_REC6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTB_1
                MOV   A,#5BH
                MOVX  @DPTR,A
                LCALL MATRIX_OFF2
                RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

EX2_REC7_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                 MOV    A,#6BH
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_OFF2
                 RET

EX2_REC8_OFF:    MOV    DPTR,#PORTB_1
                 MOV    A,#7BH
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_OFF2
                 RET

;MATRIX ON CROSSPOINT SWITCH MT8812#2
MATRIX_OFF2:     MOV    DPTR,#PORTA_3
                 MOVX   A,@DPTR
                 SETB   0E1H
                 CLR    0E4H
                 MOVX   @DPTR,A
                 MOVX   A,@DPTR
                 CLR    0E1H
                 SETB   0E4H
                 MOVX   @DPTR,A
                 RET

;SWITCH CROSSPOINT ON
;INTERNAL LINE 1 TO PLAYBACK 1
;*****
IN1_PLAY1:      MOV    DPTR,#PORTC_1
                 MOV    A,#00H
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_ON3
                 RET

;INTERNAL LINE 2 TO PLAYBACHD 2
IN2_PLAY2:      MOV    DPTR,#PORTC_1
                 MOV    A,#11H
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_ON3
                 RET

;INTERNAL LINE 3 TO PLAYBACK 3
IN3_PLAY3:      MOV    DPTR,#PORTC_1
                 MOV    A,#22H
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_ON3
                 RET

;INTERNAL LINE 4 TO PLAYBACK 4
IN4_PLAY4:      MOV    DPTR,#PORTC_1
                 MOV    A,#33H
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_ON3
                 RET

;INTERNAL LINE 5 TO PLAYBACK 5
IN5_PLAY5:      MOV    DPTR,#PORTC_1
                 MOV    A,#44H
                 MOVX   @DPTR,A
                 LCALL  MATRIX_ON3
                 RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;INTERNAL LINE 6 TO PLAYBACK 6
IN6_PLAY6: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#55H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET

;INTERNAL LINE 7 TO PLAYBACK 7
IN7_PLAY7: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#68H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET

;INTERNAL LINE 8 TO PLAY 8
IN8_PLAY8: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#79H
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET

;EXTERNAL1 TO PLAYBACK 1-8
EX1_PLAY1: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#0AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY2: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#1AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY3: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#2AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY4: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#3AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY5: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#4AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY6: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#5AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3
            RET
EX1_PLAY7: MOV DPTR,#PORTC_1
            MOV A,#6AH
            MOVX @DPTR,A
            LCALL MATRIX_ON3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
EX1_PLAY8:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#7AH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

;EXTERNAL 2 TO PLAYBACK 1-8
EX2_PLAY1:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#0BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY2:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#1BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY3:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#2BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY4:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#3BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY5:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#4BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY6:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#5BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY7:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#6BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

EX2_PLAY8:  MOV   DPTR,#PORTC_1
             MOV   A,#7BH
             MOVX  @DPTR,A
             LCALL MATRIX_ON3
             RET

;MATRIX ON CROSSPOINT SWITCH MT8812#3
MATRIX_ON3: MOV   DPTR,#PORTA_3
             MOVX  A,@DPTR
             SETB  0E2H
             SETB  0E6H
             MOVX  @DPTR,A
             MOVX  A,@DPTR
             CLR   0E2H
             SETB  0E6H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
RET
; SWITCH CROSSPOINT OFF
; INTERNAL LINE 1 TO PLAYBACK 1
; *****
IN1_PLAY1_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 2 TO PLAYBACK 2
IN2_PLAY2_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#11H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 3 TO PLAYBACK 3
IN3_PLAY3_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#22H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 4 TO PLAYBACK 4
IN4_PLAY4_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#33H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 5 TO PLAYBACK 5
IN5_PLAY5_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#44H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 6 TO PLAYBACK 6
IN6_PLAY6_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#55H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 7 TO PLAYBACK 7
IN7_PLAY7_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#68H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET

; INTERNAL LINE 8 TO PLAYBACK 8
IN8_PLAY8_OFF:  MOV  DPTR,#PORTC_1
MOV  A,#79H
MOVX @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL MATRIX_OFF3
                RET

;EXTERNAL1 TO PLAYBACK 1-8
EX1_PLAY1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#0AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#1AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#2AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY4_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#3AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY5_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#4AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY6_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#5AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY7_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#6AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX1_PLAY8_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#7AH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

;EXTERNAL 2 TO PLAYBACK 1-8
EX2_PLAY1_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#0BH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX2_PLAY2_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#1BH
                 MOVX  @DPTR,A
                 LCALL MATRIX_OFF3
                 RET

EX2_PLAY3_OFF:  MOV   DPTR,#PORTC_1
                 MOV   A,#2BH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
EX2_PLAY4_OFF: MOV DPTR,#PORTC_1
MOV A,#3BH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
EX2_PLAY5_OFF: MOV DPTR,#PORTC_1
MOV A,#4BH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
EX2_PLAY6_OFF: MOV DPTR,#PORTC_1
MOV A,#5BH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
EX2_PLAY7_OFF: MOV DPTR,#PORTC_1
MOV A,#6BH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
EX2_PLAY8_OFF: MOV DPTR,#PORTC_1
MOV A,#7BH
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_OFF3
RET
;MATRIX ON CROSSPOINT SWITCH MT8812#3
MATRIX_OFF3: MOV DPTR,#PORTA_3
MOVX A,@DPTR
SETB 0E2H
CLR 0E6H
MOVX @DPTR,A
MOVX A,@DPTR
CLR 0E2H
SETB 0E6H
MOVX @DPTR,A
RET
;*****8812#3*****
IN1_IN2: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN3: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#02H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN4: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#03H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN5: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#04H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
IN3_IN6:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#25H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN3_IN7:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#28H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN3_IN8:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#29H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN4_IN5:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#34H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN4_IN6:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#35H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN4_IN7:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#38H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN4_IN8:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#39H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN5_IN6:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#45H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN5_IN7:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#48H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN5_IN8:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#49H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN6_IN7:  MOV   DPTR,#PORTA_6
          MOV   A,#58H
          MOVX  @DPTR,A
          LCALL MATRIX_ON4
          RET
IN6_IN8:  MOV   DPTR,#PORTA_6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#59H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON4
RET
IN7_IN8: MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#69H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_ON4
RET

MATRIX_ON4:MOV    DPTR,#PORTB_6
MOVX   A,@DPTR
SETB   0E0H
SETB   0E1H
MOVX   @DPTR,A
MOVX   A,@DPTR
CLR    0E0H
SETB   0E1H
MOVX   @DPTR,A
RET

IN1_IN2_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#01H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN3_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#02H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN4_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#03H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN5_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#04H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN6_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#05H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN7_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#08H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN1_IN8_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#09H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN3_OFF:MOV    DPTR,#PORTA_6

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    A,#12H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN4_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#13H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN5_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#14H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN6_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#15H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN7_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#18H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN2_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#19H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN3_IN4_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#23H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN3_IN5_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#24H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN3_IN6_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#25H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN3_IN7_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#28H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN3_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#29H
MOVX   @DPTR,A
LCALL  MATRIX_OFF4
RET
IN4_IN5_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
MOV    A,#34H
MOVX   @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN6: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#05H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN7: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#08H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN1_IN8: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#09H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN3: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#12H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN4: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#13H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN5: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#14H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN6: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#15H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN7: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#18H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN2_IN8: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#19H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN3_IN4: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#23H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4
RET
IN3_IN5: MOV DPTR,#PORTA_6
MOV A,#24H
MOVX @DPTR,A
LCALL MATRIX_ON4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        LCALL MATRIX_OFF4
        RET
IN4_IN6_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#35H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN4_IN7_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#38H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN4_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#39H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN5_IN6_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#45H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN5_IN7_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#48H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN5_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#49H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN6_IN7_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#58H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN6_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#59H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET
IN7_IN8_OFF:MOV  DPTR,#PORTA_6
            MOV   A,#69H
            MOVX  @DPTR,A
            LCALL MATRIX_OFF4
            RET

MATRIX_OFF4:MOV  DPTR,#PORTB_6
            MOVX  A,@DPTR
            SETB  0E0H
            CLR   0E1H
            MOVX  @DPTR,A
            MOVX  A,@DPTR
            CLR   0E0H
            SETB  0E1H
            MOVX  @DPTR,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RET
END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

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

ISSUE 5

March 1997

Ordering Information

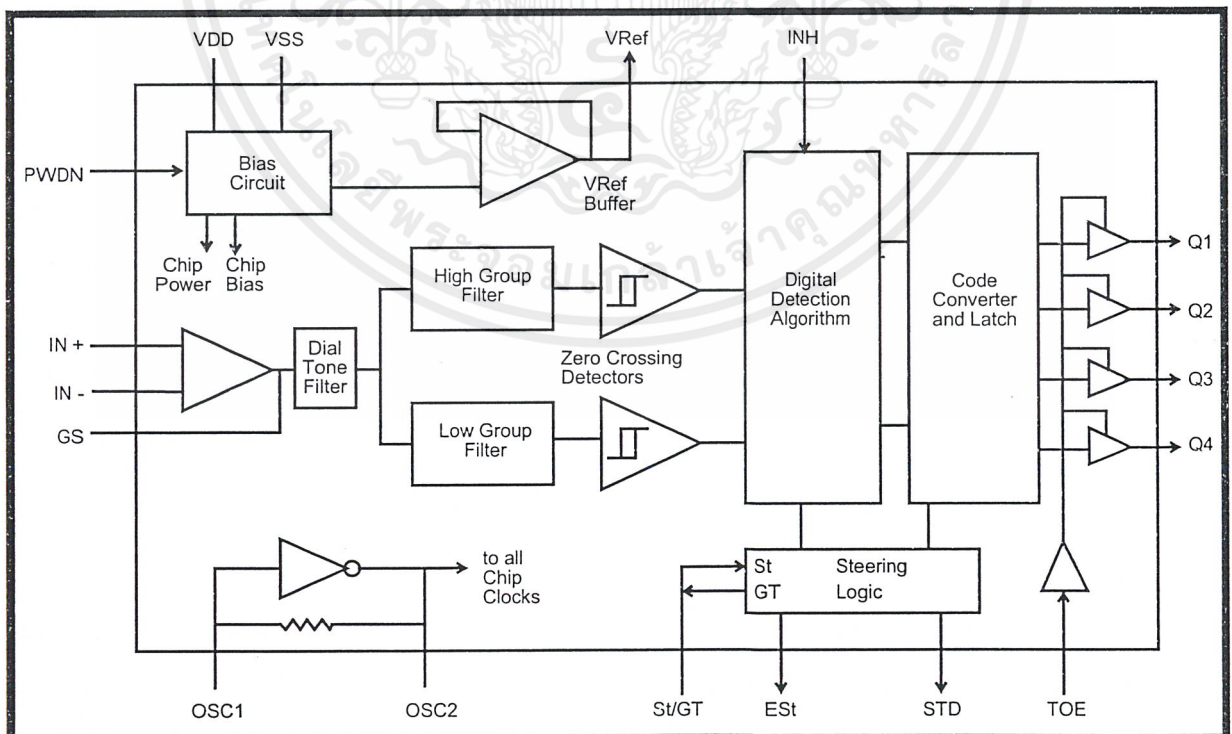
MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

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

Applications

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


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

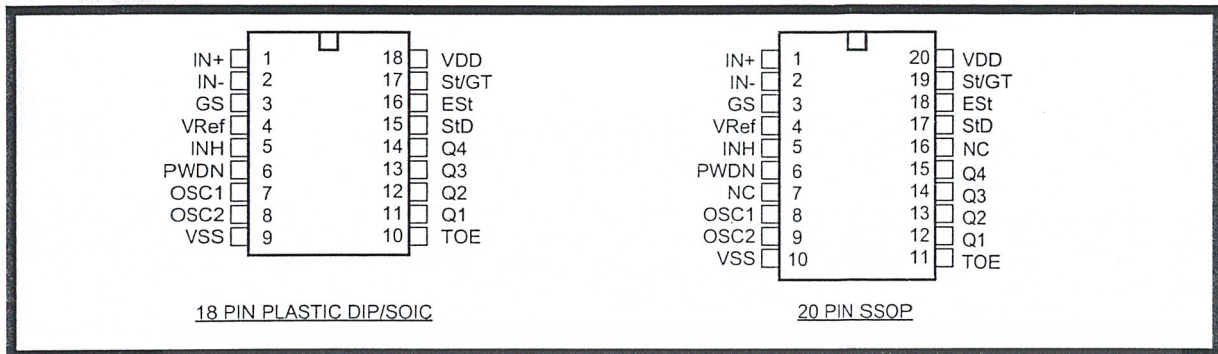


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

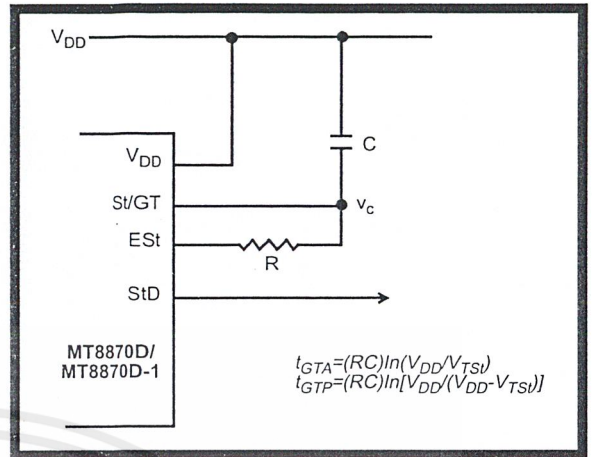


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

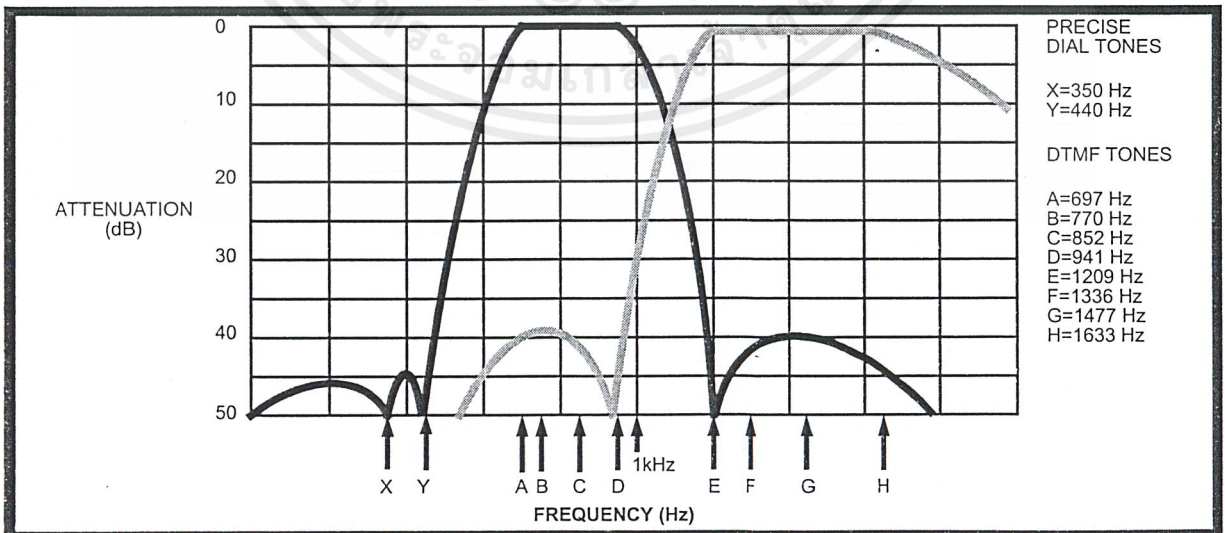


Figure 3 - Filter Response

condition is maintained (EST remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TSI}) 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 the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μ F is

Digit	TOE	INH	EST	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

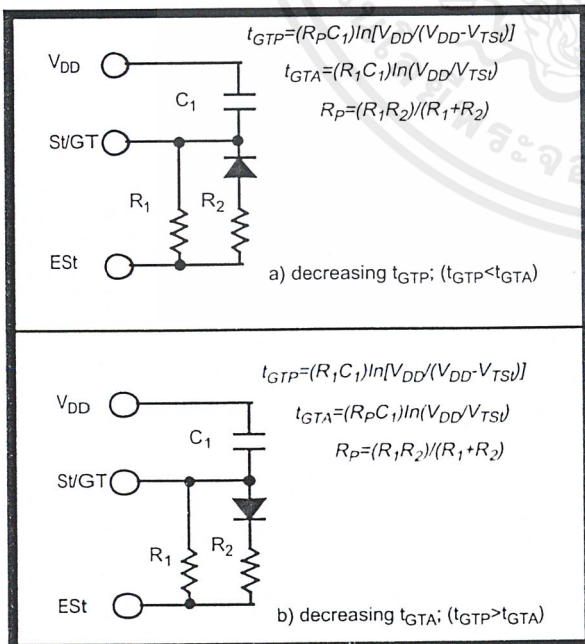


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $1/2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5 .

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 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-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 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

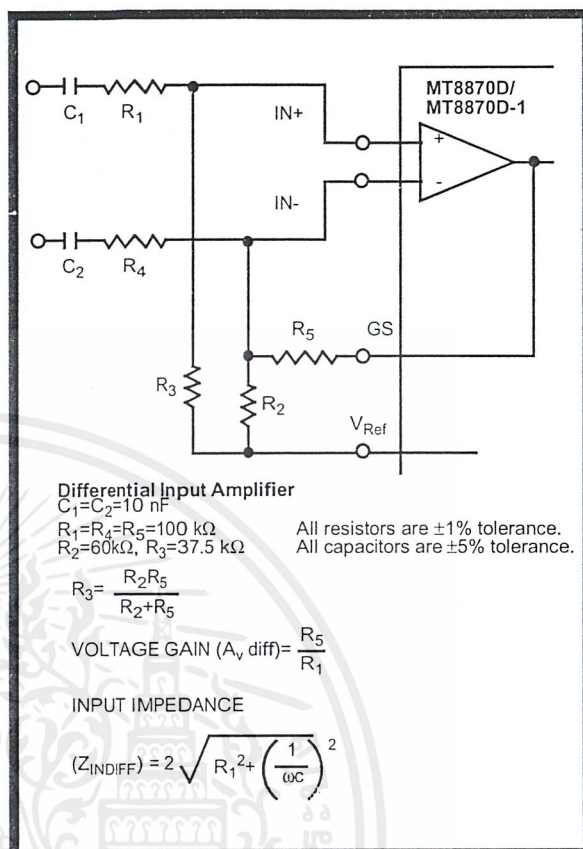


Figure 6 - Differential Input Configuration

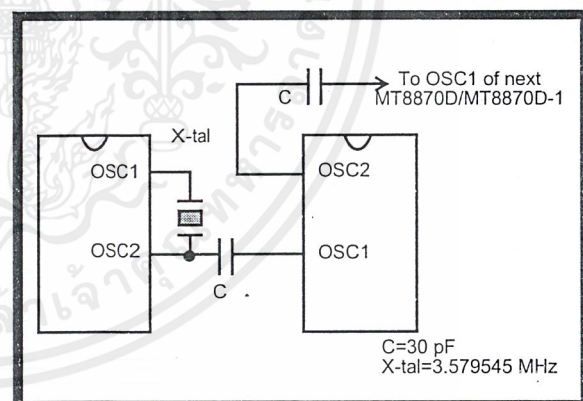


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	$\pm 0.2\%$

Table 2. Recommended Resonator Specifications
 Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\pi fR1C1$.

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R₁ and R₂ to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R₃ and C₂ are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

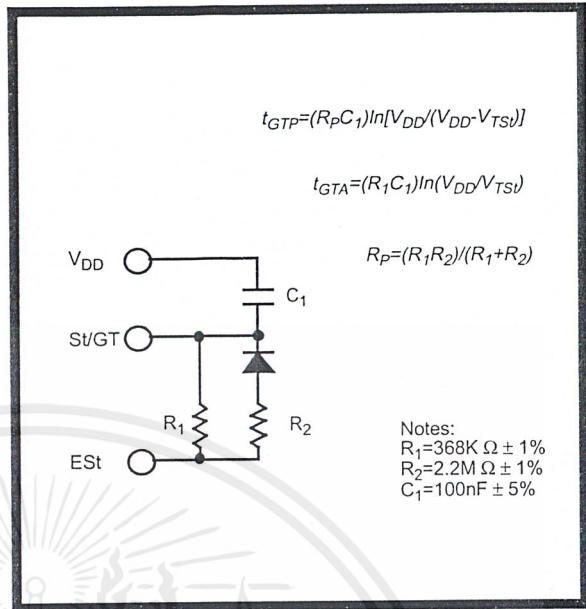


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

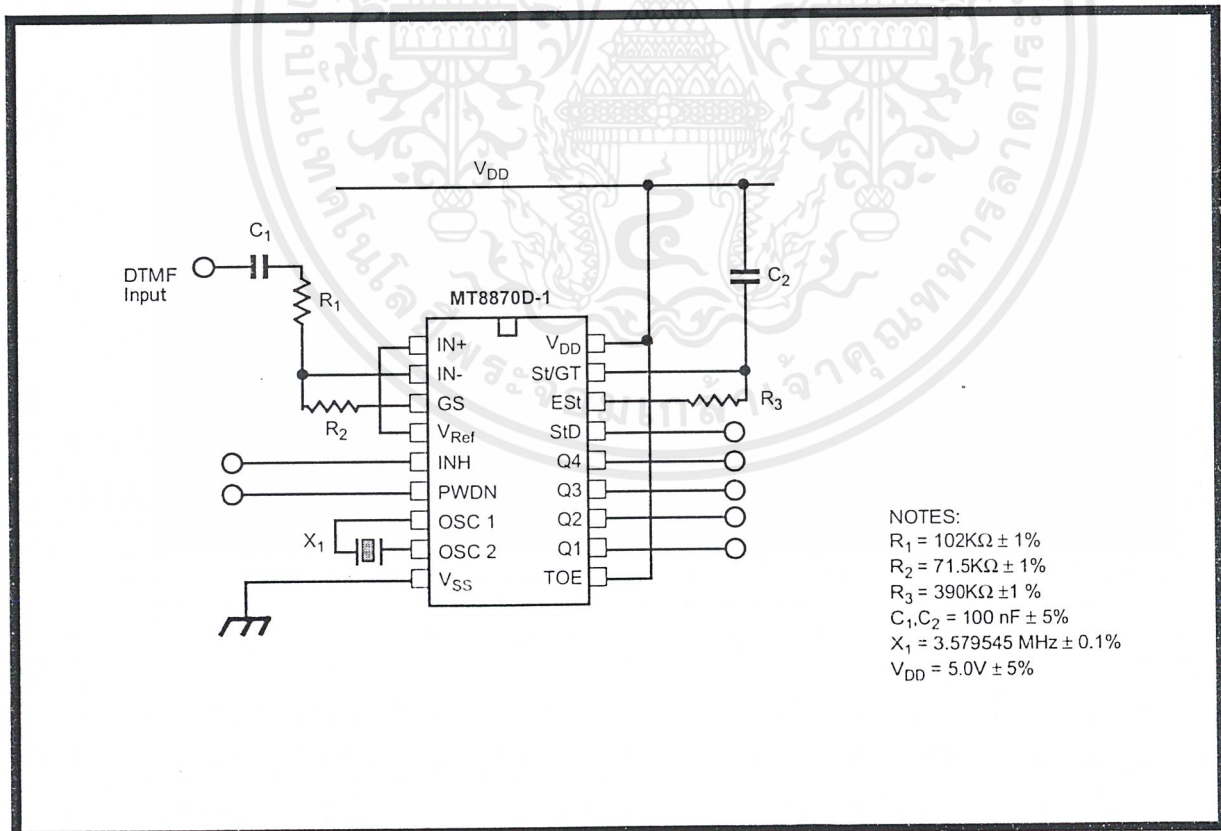


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

Absolute Maximum Ratings[†]

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}		7	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		500	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±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1 S U P P L Y	Standby supply current	I _{DDQ}		10	25	μA	PWDN=V _{DD}
	Operating supply current	I _{DD}		3.0	9.0	mA	
	Power consumption	P _O		15		mW	f _c =3.579545 MHz
4 I N P U T S	High level input	V _{IH}	3.5			V	V _{DD} =5.0V
	Low level input voltage	V _{IL}			1.5	V	V _{DD} =5.0V
	Input leakage current	I _{IH} /I _{IL}		0.1		μA	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}
	Pull up (source) current	I _{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V _{DD} =5.0V
	Pull down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V _{DD} =5.0V
	Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
	Steering threshold voltage	V _{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11 O U T P U T S	Low level output voltage	V _{OL}			V _{SS} +0.03	V	No load
	High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} -0.03			V	No load
	Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} =0.4 V
	Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} =4.6 V
	V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
	V _{Ref} output resistance	R _{OR}		1		kΩ	

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

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Operating Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, unless otherwise stated.
Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			M Ω	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$0.75 V \leq V_{IN} \leq 4.25 V$ biased at $V_{Ref}=2.5 V$
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 $\geq 100 k\Omega$ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	k Ω	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2 Hz$				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				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 $\pm 1.5\% \pm 2 Hz$.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
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. Guaranteed by design and characterization.

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV _{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV _{RMS}	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	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 $\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
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. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_o \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Conditions
1	T I M I N G	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4		Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	Note 2
7	O U T P U T S	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	μs	TOE= V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PSID}		12	16	μs	TOE= V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		μs	TOE= V_{DD}
10		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
12	P D W N	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13		Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	C L O C K	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15		Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
16		Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17		Clock input duty cycle	DC _{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

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

***NOTES:**

- Used for guard-time calculation purposes only.
- These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.
- With valid tone present at input, t_{PU} equals time from PDWN going low until EST going high.

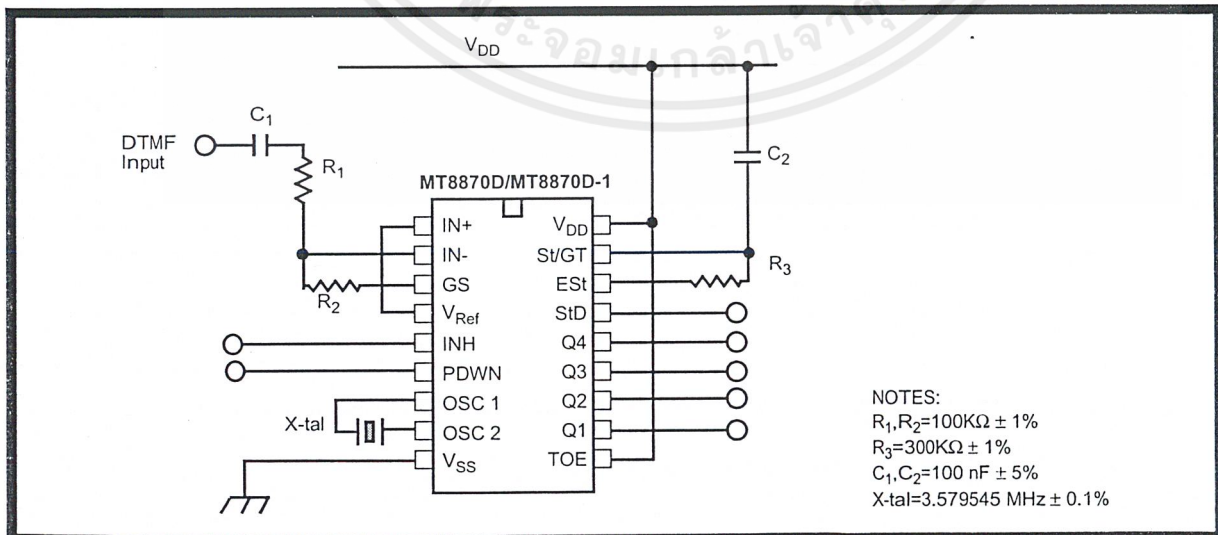


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

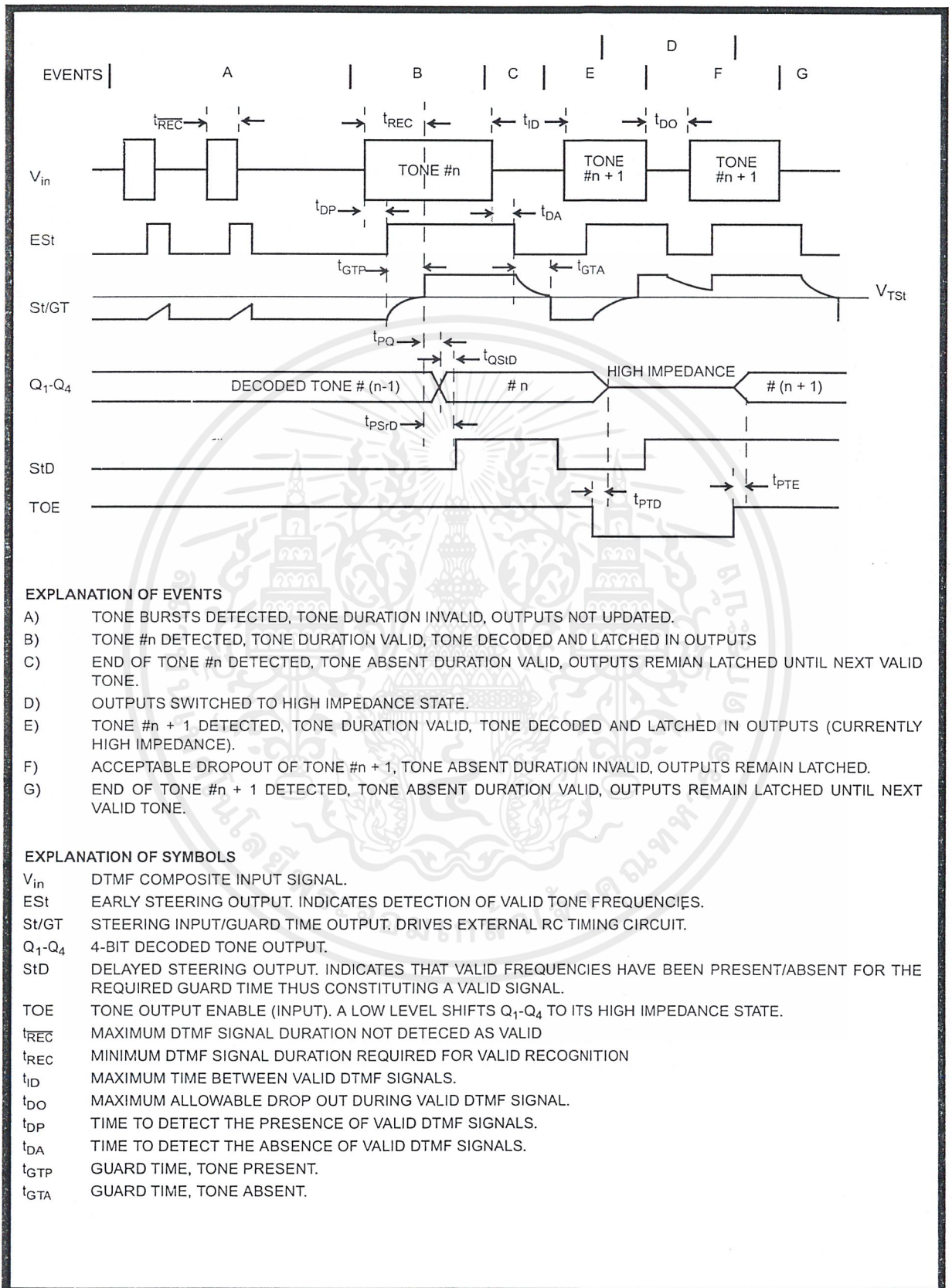


Figure 11 - Timing Diagram

Features

- Internal control latches and address decoder
- Short set-up and hold times
- Wide operating voltage: 4.5V to 14.5V
- 14Vpp analog signal capability
- R_{ON} 65 Ω max. @ V_{DD} =14V, 25°C
- $\Delta R_{ON} \leq 10\Omega$ @ V_{DD} =14V, 25°C
- Full CMOS switch for low distortion
- Minimum feedthrough and crosstalk
- Low power consumption ISO-CMOS technology

ISSUE 6

March 1997

Ordering Information

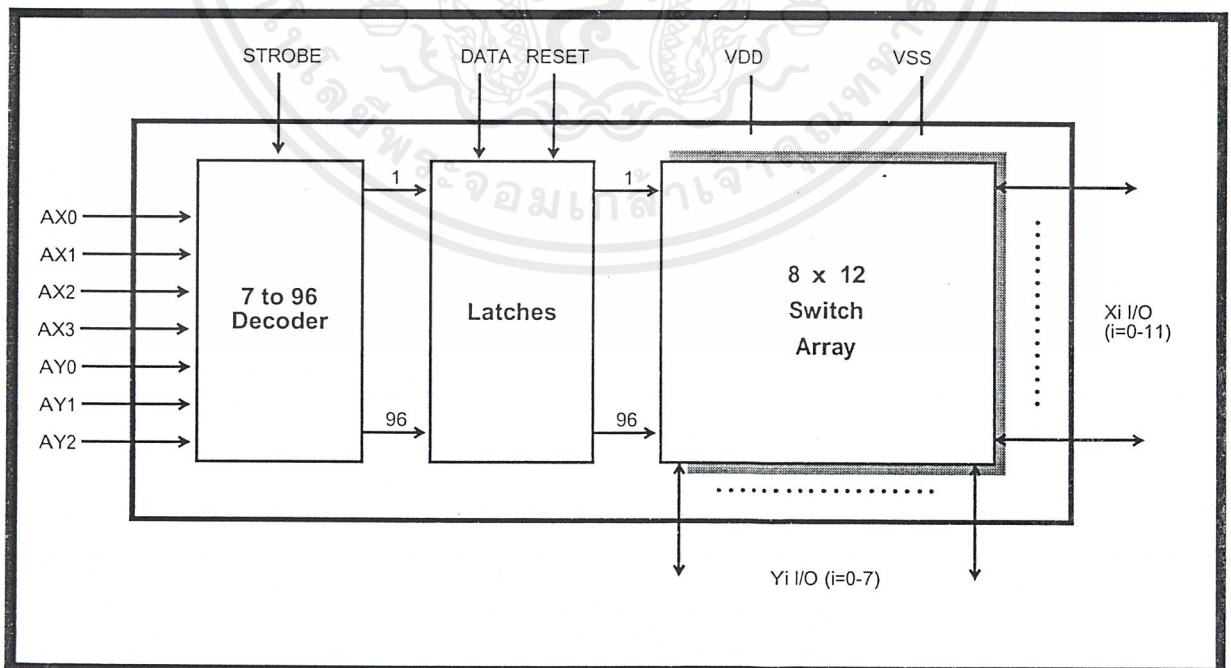
MT8812AE	40 Pin Plastic DIP
MT8812AP	44 Pin PLCC

0° to 70°C
Description

The Mitel MT8812 is fabricated in MITEL's ISO-CMOS technology providing low power dissipation and high reliability. The device contains a 8 x 12 array of crosspoint switches along with a 7 to 96 line decoder and latch circuits. Any one of the 96 switches can be addressed by selecting the appropriate seven input bits. The selected switch can be turned on or off by applying a logical one or zero to the DATA input.

Applications

- PBX systems
- Mobile radio
- Test equipment /instrumentation
- Analog/digital multiplexers
- Audio/Video switching


Figure 1 - Functional Block Diagram

Functional Description

The MT8812 is an analog switch matrix with an array size of 8 x 12. The switch array is arranged such that there are 8 columns by 12 rows. The columns are referred to as the Y input/output lines and the rows are the X input/output lines. The crosspoint analog switch array will interconnect any X line with any Y line when turned on and provide a high degree of isolation when turned off. The control memory consists of a 96 bit write only RAM in which the bits are selected by the address input lines (AY0-AY2, AX0-AX3). Data is presented to the memory on the DATA input line. Data is asynchronously written into memory whenever the STROBE input is high and is latched on the falling edge of STROBE. A logical "1" written into a memory cell turns the corresponding crosspoint switch on and a logical "0" turns the crosspoint off. Only the crosspoint switches corresponding to the addressed memory location are altered when data is written into memory. The remaining switches retain their previous states. Any combination of X and Y lines can be interconnected by establishing appropriate patterns in the control memory. A logical "1" on the RESET input line will asynchronously return all memory locations to logical "0" turning off all crosspoint switches.

Address Decode

The seven address lines along with the STROBE input are logically ANDed to form an enable signal for the resettable transparent latches. The DATA input is buffered and is used as the input to all latches. To write to a location, RESET must be low while the address and data lines are set up. Then the STROBE input is set high and then low causing the data to be latched. The data can be changed while STROBE is high, however, the corresponding switch will turn on and off in accordance with the data. Data must be stable on the falling edge of STROBE in order for correct data to be written to the latch.

Absolute Maximum Ratings* - Voltages are with respect to V_{SS} unless otherwise stated.

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	-0.3 -0.3	16.0 $V_{DD}+0.3$	V V
2	Analog Input Voltage	V_{INA}	-0.3	$V_{DD}+0.3$	V
3	Digital Input Voltage	V_{IN}	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
4	Current on any I/O Pin	I		±15	mA
5	Storage Temperature	T_S	-65	+150	°C
6	Package Power Dissipation PLASTIC DIP	P_D		0.6	W

* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
1	Operating Temperature	T_O	0	25	70	°C	
2	Supply Voltage	V_{DD}	4.5		14.5	V	
3	Analog Input Voltage	V_{INA}	V_{SS}		V_{DD}	V	
4	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}		V_{DD}	V	

DC Electrical Characteristics† - Voltages are with respect to $V_{SS}=0V$, $V_{DD}=14V$ unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Test Conditions
1	Quiescent Supply Current	I_{DD}		1	100	μA	All digital inputs at $V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}
				7	15	mA	All digital inputs at $V_{IN}=2.4V$
2	Off-state Leakage Current (See G.9 in Appendix)	I_{OFF}		±1	±500	nA	$ V_{Xi} - V_{Yj} = V_{DD} - V_{SS}$ See Appendix, Fig. A.1
3	Input Logic "0" level	V_{IL}			0.8	V	
4	Input Logic "1" level	V_{IH}	2.4			V	
5	Input Leakage (digital pins)	I_{LEAK}		0.1	10	μA	All digital inputs at $V_{IN} = V_{SS}$ or V_{DD}

† DC Electrical Characteristics are over recommended temperature range.

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

DC Electrical Characteristics- Switch Resistance - V_{DC} is the external DC offset applied at the analog I/O pins.

	Characteristics	Sym	25°C		60°C		70°C		Units	Test Conditions
			Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max		
1	On-state Resistance $V_{DD}=14V$ $V_{DD}=12V$ $V_{DD}=10V$ $V_{DD}=5V$ (See G.1, G.2, G.3 in Appendix)	R_{ON}	45	65				75	Ω	$V_{SS}=0V, V_{DC}=V_{DD}/2,$ $ V_{Xi}-V_{Yj} = 0.4V$ See Appendix, Fig. A.2
			60	85				95	Ω	
			65	95				110	Ω	
			145	220				260	Ω	
2	Difference in on-state resistance between two switches (See G.4 in Appendix)	ΔR_{ON}	5	10		10		10	Ω	$V_{DD}=14V, V_{SS}=0,$ $V_{DC}=V_{DD}/2,$ $ V_{Xi}-V_{Yj} = 0.4V$ See Appendix, Fig. A.2

AC Electrical Characteristics† - Crosspoint Performance -V_{DC} is the external DC offset applied at the analog I/O pins. Voltages are with respect to V_{DD}=7V, V_{DC}=0V, V_{SS}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Switch I/O Capacitance	C _S		20		pF	f=1 MHz
2	Feedthrough Capacitance	C _F		0.2		pF	f=1 MHz
3	Frequency Response Channel "ON" 20LOG(V _{OUT} /V _{Xi})=-3dB	F _{3dB}		45		MHz	Switch is "ON"; V _{INA} = 2Vpp sinewave; R _L = 1kΩ See Appendix, Fig. A.3
4	Total Harmonic Distortion (See G.5, G.6 in Appendix)	THD		0.01		%	Switch is "ON"; V _{INA} = 2Vpp sinewave f= 1kHz; R _L =1kΩ
5	Feedthrough Channel "OFF" Feed.=20LOG (V _{OUT} /V _{Xi}) (See G.8 in Appendix)	FDT		-95		dB	All Switches "OFF"; V _{INA} = 2Vpp sinewave f= 1kHz; R _L = 1kΩ. See Appendix, Fig. A.4
6	Crosstalk between any two channels for switches Xi-Yi and Xj-Yj. ... Xtalk=20LOG (V _{Yj} /V _{Xi}). (See G.7 in Appendix).	X _{talk}		-45		dB	V _{INA} =2Vpp sinewave f= 10MHz; R _L = 75Ω.
				-90		dB	V _{INA} =2Vpp sinewave f= 10kHz; R _L = 600Ω.
				-85		dB	V _{INA} =2Vpp sinewave f= 10kHz; R _L = 1kΩ.
				-80		dB	V _{INA} =2Vpp sinewave f= 1kHz; R _L = 10kΩ. Refer to Appendix, Fig. A.5 for test circuit.
7	Propagation delay through switch	t _{PS}			30	ns	R _L =1kΩ; C _L =50pF

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.

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

Crosstalk measurements are for Plastic DIPS only, crosstalk values for PLCC packages are approximately 5dB better.

AC Electrical Characteristics† - Control and I/O Timings - V_{DC} is the external DC offset applied at the analog I/O pins. Voltages are with respect to V_{DD}=7V, V_{DC}=0V, V_{SS}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Control Input crosstalk to switch (for CS, DATA, STROBE, Address)	CX _{talk}		30		mVpp	V _{IN} =3V+V _{DC} squarewave; R _{IN} =1kΩ, R _L =10kΩ. See Appendix, Fig. A.6
2	Digital Input Capacitance	C _{DI}		10		pF	f=1MHz
3	Switching Frequency	F _O			20	MHz	
4	Setup Time DATA to STROBE	t _{DS}	10			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ①)
5	Hold Time DATA to STROBE	t _{DH}	10			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ①)
6	Setup Time Address to STROBE	t _{AS}	10			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ②)
7	Hold Time Address to STROBE	t _{AH}	10			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ②)
8	STROBE Pulse Width	t _{SPW}	20			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ②)
9	RESET Pulse Width	t _{RPW}	40			ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ①)
10	STROBE to Switch Status Delay	t _S		40	100	ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ①)
11	DATA to Switch Status Delay	t _D		50	100	ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ②)
12	RESET to Switch Status Delay	t _R		35	100	ns	R _L = 1kΩ, C _L =50pF ②)

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.

Digital Input rise time (tr) and fall time (tf) = 5ns.

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

①Refer to Appendix, Fig. A.7 for test circuit.

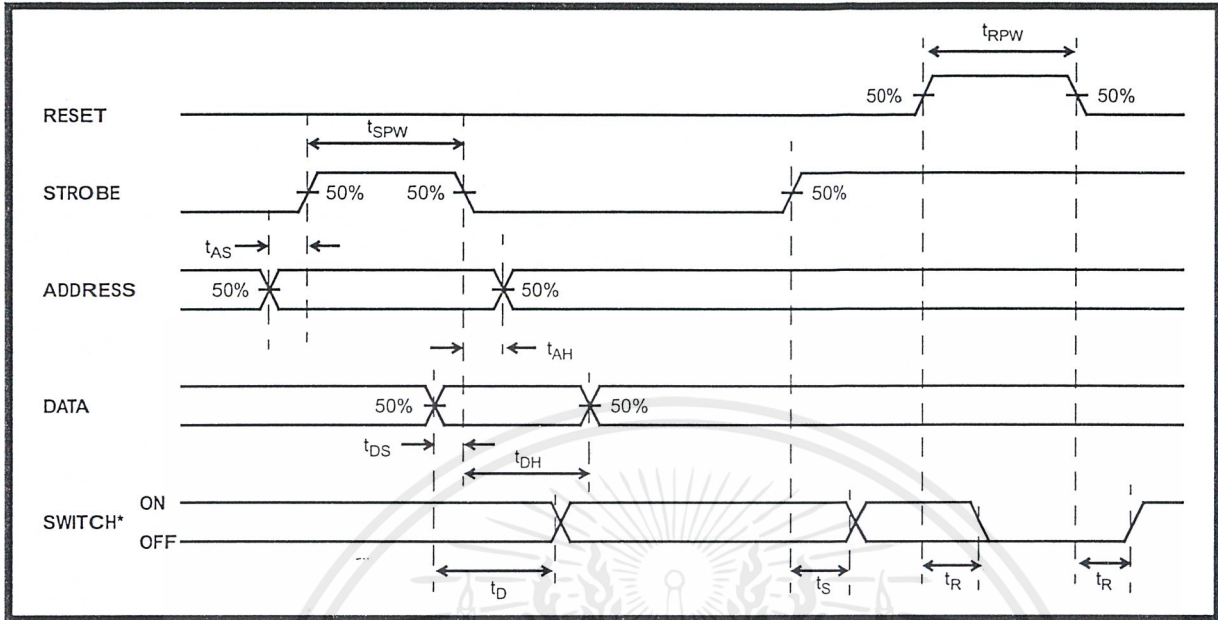


Figure 3 - Control Memory Timing Diagram

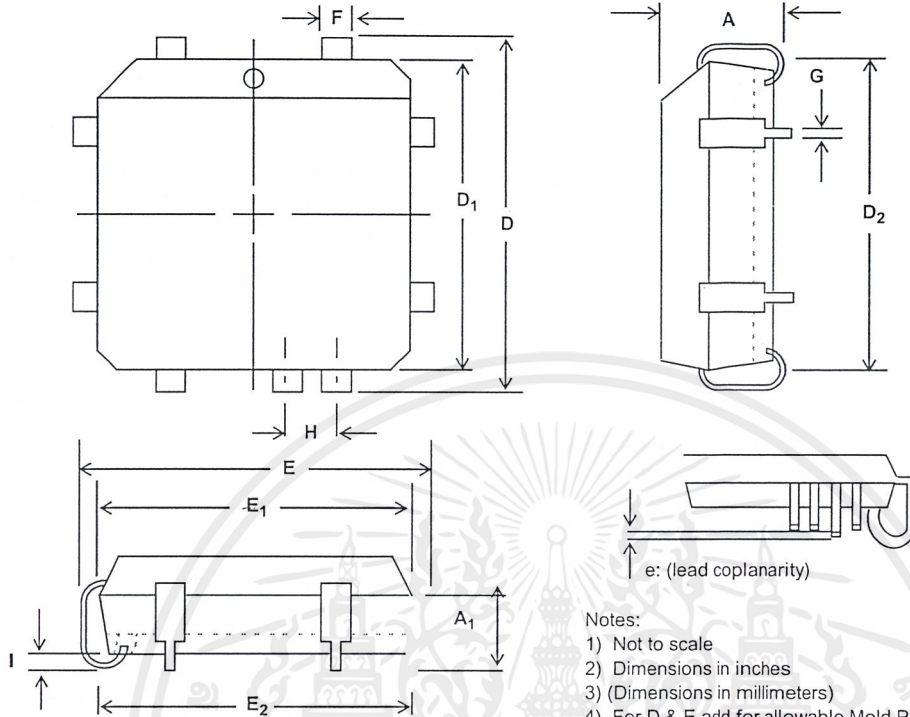
* See Appendix, Fig. A.7 for switching waveform

AX0	AX1	AX2	AX3	AY0	AY1	AY2	Connection
0	0	0	0	0	0	0	X0-Y0
1	0	0	0	0	0	0	X1-Y0
0	1	0	0	0	0	0	X2-Y0
1	1	0	0	0	0	0	X3-Y0
0	0	1	0	0	0	0	X4-Y0
1	0	1	0	0	0	0	X5-Y0
0	1	1	0	0	0	0	No Connection ①
1	1	1	0	0	0	0	No Connection ①
0	0	0	1	0	0	0	X6-Y0
1	0	0	1	0	0	0	X7-Y0
0	1	0	1	0	0	0	X8-Y0
1	1	0	1	0	0	0	X9-Y0
0	0	1	1	0	0	0	X10-Y0
1	0	1	1	0	0	0	X11-Y0
0	1	1	1	0	0	0	No Connection ①
1	1	1	1	0	0	0	No Connection ①
0	0	0	0	1	0	0	X0-Y1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	1	0	0	X11-Y1
0	0	0	0	0	1	0	X0-Y2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	0	1	0	X11-Y2
0	0	0	0	1	1	0	X0-Y3
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	1	1	0	X11-Y3
0	0	0	0	0	0	1	X0-Y4
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	0	0	1	X11-Y4
0	0	0	0	1	0	1	X0-Y5
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	1	0	1	X11-Y5
0	0	0	0	0	1	1	X0-Y6
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	0	1	1	X11-Y6
0	0	0	0	1	1	1	X0-Y7
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0	1	1	1	1	1	X11-Y7

Table 1. Address Decode Truth Table

① This address has no effect on device status.

Package Outlines



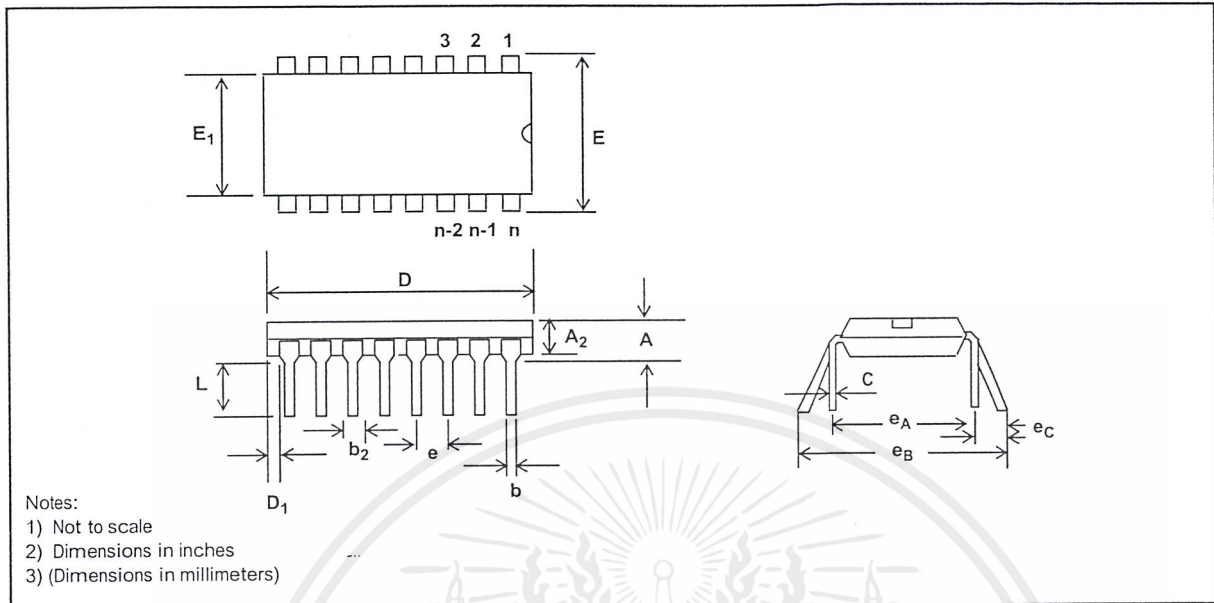
Dim	20-Pin		28-Pin		44-Pin		68-Pin		84-Pin	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A	0.165 (4.20)	0.180 (4.57)	0.165 (4.20)	0.180 (4.57)	0.165 (4.20)	0.180 (4.57)	0.165 (4.20)	0.200 (5.08)	0.165 (4.20)	0.200 (5.08)
A ₁	0.090 (2.29)	0.120 (3.04)	0.090 (2.29)	0.120 (3.04)	0.090 (2.29)	0.120 (3.04)	0.090 (2.29)	0.130 (3.30)	0.090 (2.29)	0.130 (3.30)
D/E	0.385 (9.78)	0.395 (10.03)	0.485 (12.32)	0.495 (12.57)	0.685 (17.40)	0.695 (17.65)	0.985 (25.02)	0.995 (25.27)	1.185 (30.10)	1.195 (30.35)
D ₁ /E ₁	0.350 (8.890)	0.356 (9.042)	0.450 (11.430)	0.456 (11.582)	0.650 (16.510)	0.656 (16.662)	0.950 (24.130)	0.958 (24.333)	1.150 (29.210)	1.158 (29.413)
D ₂ /E ₂	0.290 (7.37)	0.330 (8.38)	0.390 (9.91)	0.430 (10.92)	0.590 (14.99)	0.630 (16.00)	0.890 (22.61)	0.930 (23.62)	1.090 (27.69)	1.130 (28.70)
e	0	0.004	0	0.004	0	0.004	0	0.004	0	0.004
F	0.026 (0.661)	0.032 (0.812)	0.026 (0.661)	0.032 (0.812)	0.026 (0.661)	0.032 (0.812)	0.026 (0.661)	0.032 (0.812)	0.026 (0.661)	0.032 (0.812)
G	0.013 (0.331)	0.021 (0.533)	0.013 (0.331)	0.021 (0.533)	0.013 (0.331)	0.021 (0.533)	0.013 (0.331)	0.021 (0.533)	0.013 (0.331)	0.021 (0.533)
H	0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)	
I	0.020 (0.51)		0.020 (0.51)		0.020 (0.51)		0.020 (0.51)		0.020 (0.51)	

Plastic J-Lead Chip Carrier - P-Suffix

General-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Outlines

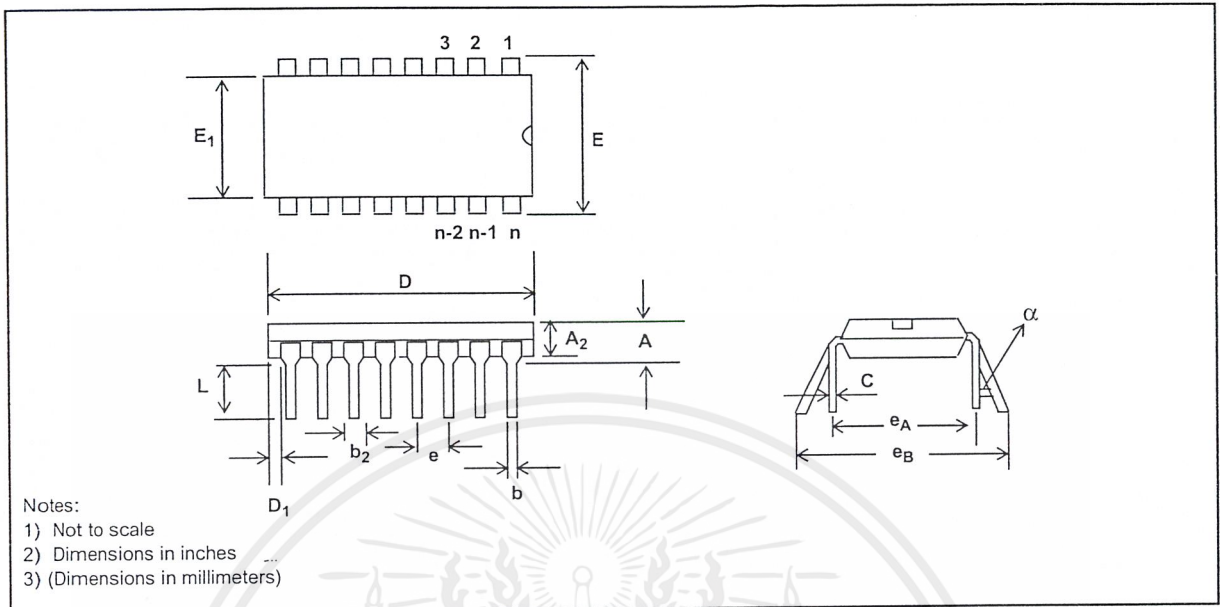


Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

DIM	8-Pin		16-Pin		18-Pin		20-Pin	
	Plastic		Plastic		Plastic		Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)
A ₂	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b ₂	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)
D	0.355 (9.02)	0.400 (10.16)	0.780 (19.81)	0.800 (20.32)	0.880 (22.35)	0.920 (23.37)	0.980 (24.89)	1.060 (26.9)
D ₁	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)
E ₁	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e _A	0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)	
L	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)
e _B		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)
e _C	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)

NOTE: Controlling dimensions in parenthesis () are in millimeters.

Package Outlines



Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

DIM	22-Pin		24-Pin		28-Pin		40-Pin	
	Plastic		Plastic		Plastic		Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)
A ₂	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b ₂	0.045 (1.15)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)
D	1.050 (26.67)	1.120 (28.44)	1.150 (29.3)	1.290 (32.7)	1.380 (35.1)	1.565 (39.7)	1.980 (50.3)	2.095 (53.2)
D ₁	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.390 (9.91)	0.430 (10.92)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)
E			0.290 (7.37)	0.330 (8.38)				
E ₁	0.330 (8.39)	0.380 (9.65)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)
E ₁			0.246 (6.25)	0.254 (6.45)				
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e _A	0.400 BSC (10.16)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)	
e _A			0.300 BSC (7.62)					
e _B				0.430 (10.92)				
L	0.115 (2.93)	0.160 (4.06)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)
α		15°		15°		15°		15°

Shaded areas for 300 Mil Body Width 24 PDIP only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<http://www.mitelsemi.com>

World Headquarters - Canada

Tel: +1 (613) 592 2122

Fax: +1 (613) 592 6909

North America

Tel: +1 (770) 486 0194

Fax: +1 (770) 631 8213

Asia/Pacific

Tel: +65 333 6193

Fax: +65 333 6192

**Europe, Middle East,
and Africa (EMEA)**

Tel: +44 (0) 1793 518528

Fax: +44 (0) 1793 518581

Information relating to products and services furnished herein by Mitel Corporation or its subsidiaries (collectively Mitel) is believed to be reliable. However, Mitel assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Mitel or licensed from third parties by Mitel, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Mitel, or non-Mitel furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Mitel.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Mitel in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Mitel without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Mitel's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Mitel Semiconductor's i²C components conveys a licence under the Philips i²C Patent rights to use these components in an i²C System, provided that the system conforms to the i²C Standard Specification as defined by Philips

Mitel, M Mitel and other "Mitel" licensed marks are owned by Mitel Networks Corporation used under license
Mitel Semiconductor is an ISO 9001 Registered Company
Copyright 2001 MITEL Corporation
All Rights Reserved

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้