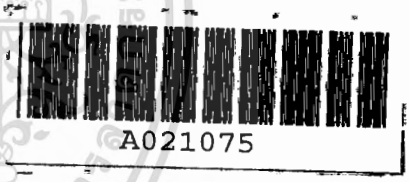
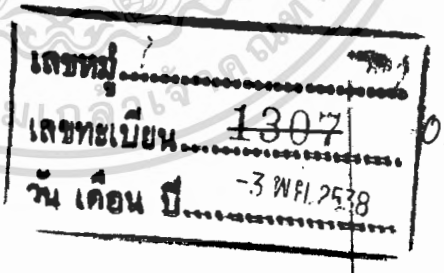
ปริญญานิพนธ์
เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

นายชาญชัย ศักดิ์ฤทธิรณ
นายประเสริฐ เคนุ้พันค้อ
นายสุรศักดิ์ บุญช่วยรอด


A021075


เลขหมู่
เลขทะเบียน 1307 A021075
วัน เดือน ปี -3 พ.ค. 2538

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

ชื่อนักศึกษา 1. นายชาญชัย ศักดิ์ฤทธิรณ **รหัสประจำตัว** 36031111

2. นายประเสริฐ เคนพันค้อ **รหัสประจำตัว** 36031123

3. นายสุรศักดิ์ บุญช่วยรอด **รหัสประจำตัว** 36031141

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
2. อาจารย์กิติพงค์ มะโน
3. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
2. อาจารย์กิติพงค์ มะโน	
3. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
4. อาจารย์สมชาย หมื่นสายญาติ	
5. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 เมษายน 2538 **เวลา** 10.30 น.ถึงเวลา 12.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล โพหมดี ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

ผู้จัดทำ

1. นายชาญชัย ศักดิ์ฤทธิรณ
2. นายประเสริฐ เคนพันค้อ
3. นายสุรศักดิ์ บุญช่วยรอด

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....

(อาจารย์กิติพงค์ มะโน)

ลงนาม.....

(อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

สงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์
2. เพื่อออกแบบเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ
4. เพื่อแสดงการตรวจสอบโทรศัพท์ได้โดยอัตโนมัติ
5. เพื่อสามารถนำเอาเครื่องตรวจสอบไปใช้ตรวจสอบโทรศัพท์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอธิบายการทำงานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติได้
2. สามารถออกแบบเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติได้
3. สามารถสร้างเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติได้
4. สามารถนำเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติไปตรวจสอบโทรศัพท์ได้
5. สามารถตรวจสอบโทรศัพท์ได้อย่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

นายชาญชัย ศักดิ์ฤทธิรณ
นายประเสริฐ เคนพันค้อ
นายสุรศักดิ์ บุญช่วยรอด

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์กิติพงค์ มะโน
อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นมาสำหรับใช้ในการตรวจสอบโทรศัพท์ 2 แบบด้วยกัน ได้แก่โทรศัพท์แบบธรรมดา (แบบหมุน, แบบกดปุ่ม) และโทรศัพท์แบบไร้สาย เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัตินี้สามารถตรวจสอบคู่สาย, ตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง, ตรวจสอบฮุกสวิตช์, ตรวจสอบสัญญาณไดอัลโทน, ตรวจสอบระบบเสียง, ตรวจสอบเลขหมาย และตรวจสอบความถี่ได้ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุม และสั่งให้ทำการตรวจสอบในส่วนต่าง ๆ ได้อย่างอัตโนมัติ หรือจะเลือกตรวจสอบในแต่ละส่วนก็ได้ ซึ่งเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ จะแสดงผลการตรวจสอบทางจอ LCD และ LED แสดงผล 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

MR.CHANCHAI SAKRITTIRON
MR.PRACERT KENPHUNKOR
MR.SURASAK BOONCHUAYROAD

ADVISOR
MR.WISUT ATIPORNTUM
MR.KITIPONG MANO
MR.PEERAWUT SUWANJAN

1994

ABSTRACT

Automatic telephone inspector is invented for useing inspect 2 type of telephone : pulse telephone, tone telephone and cordless telephone. It can be inspect line exchange, ringing signal, hook switch, dial tone signal, sound system, dial number and frequency. Micro controller will be control and command to automatic inspect in all parts or any parts mode. It operate that connect line pair of telephone and input its together, The results of inspection are displayed by LCD and seven segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เป็นเพราะความกรุณาของท่านอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน โดยเฉพาะท่านอาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม, ท่านอาจารย์กิติพงค์ มะโน, ท่านอาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์, ที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยเหลือทั้งทางด้านเทคนิคตลอดจนเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆทางผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ ยังมีเพื่อนๆ ครุ.วศ.รุ่นที่ 15 ที่คอยให้กำลังใจ และให้คำแนะนำ ตลอดจนได้ช่วยกันแก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลงได้ ผู้จัดทำขอขอบคุณในน้ำใจของเพื่อนๆทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการของโทรศัพท์	2
2.1 บทนำ	2
2.1.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์	2
2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจรโทรศัพท์	3
2.1.3 การสนทนา	4
2.1.4 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง	5
2.1.5 สัญญาณเสียงพูด	5
2.1.6 สัญญาณรบกวน	7
2.1.7 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	8
2.1.8 สัญญาณต่าง ๆในระบบชุมสายโทรศัพท์	9
2.1.9 สัญญาณสมาชิก	9
2.1.10 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์	10
2.1.11 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์	12
2.2 ระบบโทรศัพท์	15
2.2.1 ระบบการทำงานของโทรศัพท์	15
2.2.2 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข (Rotating-Type)	16
2.2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	18
2.2.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์แบบหมุนกับระบบ DTMF	19
2.2.5 วงจรของระบบที่ใช้การสื่อสารสัญญาณแบบพัลส์	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
2.3 โทรศัพท์ไร้สาย	24
2.3.1 การทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย	24
2.3.2 สัญญาณเรียกเข้า	27
2.3.3 สัญญาณโทรออก	29
2.3.4 เครื่องมือทดสอบโทรศัพท์ไร้สาย	30
2.4 การตรวจสอบโทรศัพท์ไร้สาย	31
2.4.1 การทดสอบการทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย	32
2.4.2 ทดสอบสัญญาณกระดิ่ง	32
2.4.3 ทดสอบสัญญาณไดอัล-โทน	34
2.4.4 ทดสอบไดอัลเลขหมาย	35
2.4.5 ทดสอบวงจรเสียง	35
2.5 การแก้ไขอาการเสียต่าง ๆ	36
2.5.1 สัญญาณกระดิ่งที่ส่วนมือถือไม่ดัง	37
2.5.2 ไม่มีสัญญาณไดอัล-โทน	40
2.5.3 สัญญาณเลขหมายผิดพลาด	41
2.5.4 เสียงไม่มีคุณภาพ	43
บทที่ 3 การออกแบบเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ	45
3.1 การออกแบบวงจร	45
3.1.1 การออกแบบวงจรควบคุม (Micro controller MCS-51)	46
3.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Phone In Check)	50
3.1.3 วงจรตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ (Line Exchang Check)	50
3.1.4 วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์ (Hook Switch Check)	51
3.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาไดอัลโทน (Dial Tone Generator)	52
3.1.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และระบบเสียง (Ringing And Sound System)	53
3.1.7 วงจรตรวจสอบเลขหมาย (Telephone DTMF Check)	54
3.1.8 วงจรตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบพัลส์ (Telephone Pulse Check)	55
3.1.9 วงจรตรวจสอบความถี่ (Frequency Check)	57
3.1.10 วงจรควบคุมแหล่งจ่าย (Control Supply)	58
3.1.11 วงจรควบคุมรีเลย์ (Control Relay)	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.1.12 วงจรจ่ายไฟ (Power Supply)	61
3.1.13 วงจรสวิตช์ควบคุม (Switch Control)	62
3.1.14 วงจรเสียง (Sound)	62
3.2 การออกแบบลายวงจร และการลงอุปกรณ์บนลายวงจร	63
3.3 การลงอุปกรณ์ในกล่อง	67
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	68
4.1 การทดลองกับโทรศัพท์ธรรมดา รุ่น 5140	68
4.2 การทดลองกับโทรศัพท์ชนิดไร้สายรุ่น KX - T3911BH	69
4.3 การทดลองกับชุมสายโทรศัพท์	70
4.4 ผลการทดลอง	70
บทที่ 5 บทวิจารณ์สรุป และแนวทางการพัฒนา	72
5.1 บทสรุป	72
5.2 ปัญหา และการแก้ไขจากการทดลอง	72
5.3 ข้อเสนอแนะ และแนวทางการพัฒนา	72
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	75
ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งานเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ	75
ภาคผนวก ข. โฟลว์ชาร์ตในส่วนของโปรแกรมควบคุม	83
ภาคผนวก ค. โปรแกรมควบคุม	98
ภาคผนวก ง. วงจรรวม และเอกสารประกอบอุปกรณ์	179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	3
รูปที่ 2.2 แถบความถี่(พลังงาน)ของเสียงพูด	6
รูปที่ 2.3 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง	7
รูปที่ 2.4 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	7
รูปที่ 2.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลทกับคลื่นพาห์	8
รูปที่ 2.6 สัญญาณหมุน	9
รูปที่ 2.7 สัญญาณไม่ว่าง	9
รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ	10
รูปที่ 2.9 สัญญาณกริ่งเรียก	10
รูปที่ 2.10 ความถี่และการจัดปุ่ม	12
รูปที่ 2.11 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะทำการเรียก	13
รูปที่ 2.12 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามา	14
รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	15
รูปที่ 2.15 แสดงระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข	17
รูปที่ 2.16 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ	18
รูปที่ 2.17 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด	19
รูปที่ 2.18 วงจรไฮบริด	20
รูปที่ 2.19 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด	21
รูปที่ 2.20 บล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์	21
รูปที่ 2.21 วงจรสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์	22
รูปที่ 2.22 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 2.21	23
รูปที่ 2.23 ลักษณะของโครงข่ายโทรศัพท์ไร้สาย	25
รูปที่ 2.24 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์ไร้สาย	28
รูปที่ 2.25 รูปตารางโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนสอบสัญญาณกระดิ่ง	33
รูปที่ 2.26 ตารางการตรวจเช็คการเข้ารหัสเลขหมาย	34
รูปที่ 2.27 ตารางลำดับขั้นการตรวจเช็ควงจรเสียง	36
รูปที่ 2.28 การจัดตำแหน่งเลขหมาย	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.1 การเลือกหน่วยความจำ EPROM 46
รูปที่ 3.2 การต่อหน่วยความจำภายนอกโดยการใช้ไอซี 74LS373 47
รูปที่ 3.3 การเลือกลักษณะของ EPROM เป็นดาต้าเมโมรี่ และโปรแกรมเมโมรี่ 47
รูปที่ 3.4 การเลือกตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้น 48
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด 48
รูปที่ 3.6 การจัดขาของการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับบอร์ด PC - SB31 49
รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อบอร์ดกับวงจรต่างๆ 49
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 50
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ 51
รูปที่ 3.10 วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์ 52
รูปที่ 3.11 วงจรกำเนิดสัญญาณไดอัลโทน 52
รูปที่ 3.12 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และระบบเสียง 54
รูปที่ 3.13 วงจรตรวจสอบเลขหมายโทรศัพท์ 55
รูปที่ 3.14 สัญญาณพัลส์ที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 3 55
รูปที่ 3.15 วงจรตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบพัลส์ 56
รูปที่ 3.16 วงจรตรวจสอบความถี่ 57
รูปที่ 3.17 วงจรควบคุมแหล่งจ่าย 58
รูปที่ 3.18 วงจรควบคุมรีเลย์ 59
รูปที่ 3.19 วงจรจ่ายไฟ 61
รูปที่ 3.20 วงจรควบคุมสวิตช์ 62
รูปที่ 3.21 วงจรเสียง 63
รูปที่ 3.22 การลงอุปกรณ์ในกล่อง 67
รูปที่ 3.23 การลงอุปกรณ์ในกล่องอย่างสมบูรณ์ 67
รูปที่ 4.1 การต่อโทรศัพท์รุ่น 5140 เข้ากับเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ 68
รูปที่ 4.2 การต่อเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติกับโทรศัพท์ไร้สายรุ่น KX - T3911BH 69
รูปที่ 4.3 การต่อเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติกับชุมสายโทรศัพท์ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่มอดูเลตกันเมื่อกดหมายเลข	4
ตารางที่ 2.2 ความถี่อาร์เอฟของโทรศัพท์ไร้สาย	26
ตารางที่ 2.3 ค่าความถี่ประจำหลักตัวเลขแต่ละหลัก	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้ เป็นที่ยอมรับกันว่า ระบบโทรคมนาคมนั้นมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่ง ทั้งในทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ระบบโทรคมนาคมที่ดีจะช่วยให้มีการกระจายอุตสาหกรรมไปสู่ภูมิภาคมากขึ้น ในขณะเดียวกันระบบโทรคมนาคมจะช่วยให้ภูมิภาครับข่าวสารทันต่อเหตุการณ์ อันจะช่วยให้คุณภาพชีวิตของประชาชนทั้งประเทศอยู่ในระดับที่ทัดเทียมกันด้วย ระบบโทรศัพท์ก็จัดได้ว่าเป็นระบบสื่อสารที่มีความสำคัญมากที่เดียว โทรศัพท์จึงมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มว่าจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะภายในวงการธุรกิจและสำนักงานนั้น จะต้องใช้โทรศัพท์เป็นจำนวนมากในการติดต่อสื่อสาร และตอนนี้ตามบ้านเรือนทั่วไปพูดได้ว่ามีโทรศัพท์กันแทบทุกบ้านแล้วก็ว่าได้ เมื่อจำนวนโทรศัพท์มีมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างนี้ก็จะส่งผลทำให้โทรศัพท์เกิดการเสียหายเป็นปริมาณที่มากขึ้นเช่นกัน การติดต่อสื่อสารบางส่วนจึงขาดการติดต่อ ทำให้ธุรกิจที่จำเป็นต้องใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารตลอดเวลานั้นเสียหาย ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบเศรษฐกิจและสังคม สาเหตุส่วนหนึ่งนั้นมาจากในการตรวจซ่อมโทรศัพท์นั้น มีขั้นตอนที่ยุ่งยากมาก ผู้ที่จะทำการตรวจซ่อมโทรศัพท์ได้นั้นจะต้องใช้ความรู้ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับระบบการทำงานของโทรศัพท์เป็นอย่างดี และในปัจจุบันนี้ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการตรวจซ่อมโทรศัพท์นั้นมีจำนวนน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องอาศัยเครื่องมือตรวจสอบโทรศัพท์แบบอัตโนมัติเข้าช่วยในการตรวจซ่อม ซึ่งเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์แบบอัตโนมัตินี้ จะมีฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบโทรศัพท์โดยตรง ทำให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบสูง

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัตินั้น สามารถตรวจสอบโทรศัพท์ได้หลายประเภทด้วยกัน คือแบบหมุน, แบบกดปุ่ม และแบบไร้สาย เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ มีขั้นตอนในการตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อน ผู้ที่มีความเข้าใจระบบโทรศัพท์ในขั้นพื้นฐานก็สามารถที่จะใช้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติเพื่อตรวจซ่อมโทรศัพท์ได้ ส่งผลทำให้บุคลากรที่สามารถตรวจซ่อมโทรศัพท์นั้นมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อเราสามารถตรวจซ่อมโทรศัพท์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผลกระทบที่มีต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมนั้นลดลงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน เรียกได้ว่าจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ และระบบโทรศัพท์ก็จัดว่าเป็นระบบสื่อสารที่ใกล้ตัวเรามากทีเดียว เชื่อว่าทุกคนต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว คราวนี้จะมาดูกันว่าโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ต้องมีขั้นตอนอย่างไรกันบ้าง ถึงทำให้เราสามารถพูดคุยกันได้

โทรศัพท์ที่เคยเห็นทั่วไปก็มีอยู่ 2 แบบคือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุน แต่หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบก็จะเหมือนกัน ต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่าง ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์

2.1.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่ เรียกว่า สัญญาณหมุน (Dial Tone) บอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ ซึ่งก็คือ เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกัน

เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วย ไปยังชุมสายที่ควบคุม

เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่ง สัญญาณกลับ (Ring Back) ซึ่งมีความถี่ 440 เฮิรตซ์ กับ 480 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมาโดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมา

สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และเปลี่ยนจากสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง

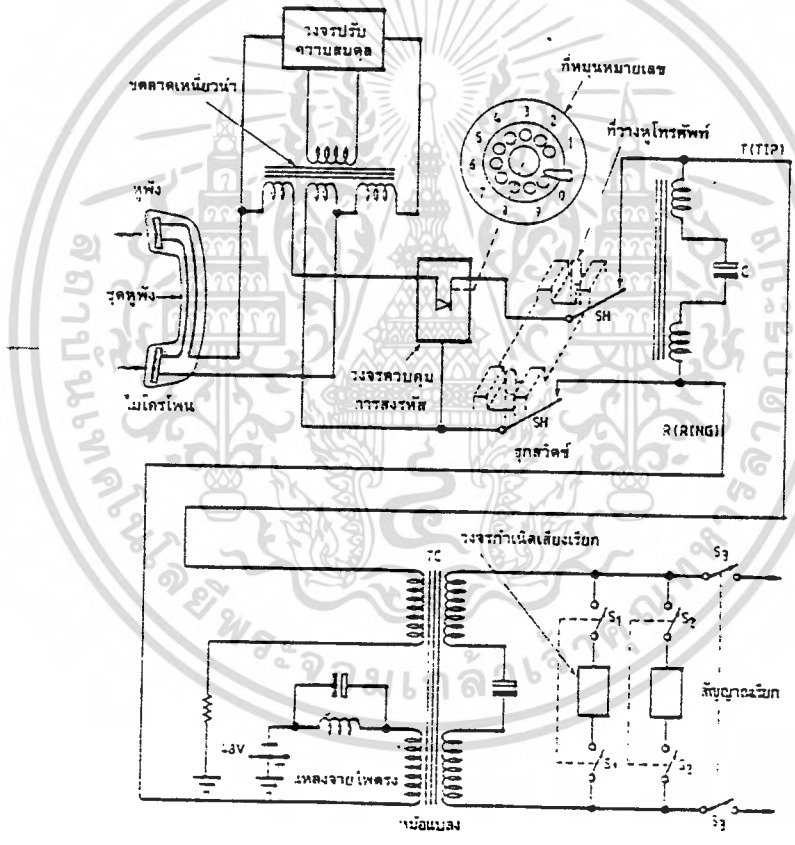
เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น

เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กลไกการเชื่อมต่อวงจรโทรศัพท์

จากที่กล่าวมาคือ หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์ คราวนี้เราจะมาดูถึงวงจรพื้นฐานข้างในรวมทั้งการเชื่อมต่อกับชุมสายเบื้องต้น จากรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 2 เส้นคือ T (Tip)และ R (Ring) เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์โดย ฮุกสวิตช์ (Hook Switch) ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูฟัง กับสายโทรศัพท์ก็จะต้องมี หม้อแปลงอัตโนมัติ (Auto Transformer) ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของหูฟังการรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุด รวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไป ในระดับที่เหมาะสม



รูปที่ 2.1 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

เมื่อมีการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายแล้ว ก็จะมีสัญญาณถูกส่งไปยังอุปกรณ์สวิตชิ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายนี้ไม่ว่างแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่นถ้ามีการส่งสัญญาณพัลส์ 1 พัลส์ ก็หมายถึงการหมุนหมายเลขศูนย์ ส่ง 2 พัลส์ ก็หมายถึงเลขหนึ่ง ดังนั้นเราถ้าหมุนเลข 9 ก็จะมีการพัลส์จำนวน 10 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ต่อวินาที

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้น ก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าของความถี่ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียง เพียงแต่ว่าในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลตแล้วส่งออกไป 2 ความถี่ ดังตาราง

ความถี่ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข		
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#
	1209	1336	1477

ความถี่ (Hz)

ตารางที่ 2.1 ความถี่ที่มอดูเลตกันเมื่อกดหมายเลข

ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้วก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมาสั่งให้อุปกรณ์สวิตชิ่งทำงาน เพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายสายที่ต้องการติดต่อด้วยไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่ง สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายสายว่างชุมสายก็จะส่ง สัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังปลายสายและ ส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ringing Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

2.1.3 การสนทนา

เมื่อปลายสายหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนวงจรควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของชุมสายสำหรับตอนนี้ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 โหมดไปพร้อมๆ กันคือ แปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Receiver Mode) และในทางกลับกัน โหมดที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในโหมดนี้นี่เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า Side Tone ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมา เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังให้อยู่ในระดับใดจึงจะพอเหมาะ ที่คู่สนทนาจะได้ยินเสียงพูดของผู้เรียกได้อย่างชัดเจน

เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่าย วางหูโทรศัพท์ลง สัญญาณจากฮุกสวิตช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการตัดต่อครั้งต่อไป

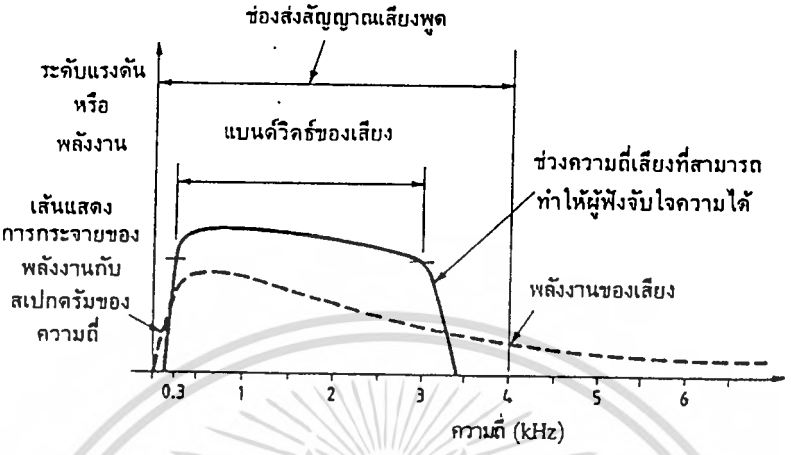
2.1.4 ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง

ตอนนี้มาดูกันว่าในสายส่งโทรศัพท์นั้นมีสัญญาณอะไรบ้างที่เข้ามาเกี่ยวข้อง จนทำให้เราสามารถพูดคุยกันในระยะทางไกลๆ ได้ สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งจะสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ได้ก็คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกันและอีกสัญญาณก็คือ สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิตชิ่ง ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกนั่นเอง รวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณบอกไม่ว่าง ตัวสัญญาณควบคุมที่ว่านี้ก็อาจจะเป็นได้ทั้งสัญญาณอนาล็อก หรือจะเป็นสัญญาณดิจิตอลก็ได้ โทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีหลักการส่งรหัสหมายเลขโทรศัพท์คนละแบบกัน ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้งอาจจะมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิตอล และสัญญาณอนาล็อกไปพร้อมๆ กันก็ได้

2.1.5 สัญญาณเสียงพูด

สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณอนาล็อก จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าเสียงพูดมี แบนด์วิดธ์ตั้งแต่ 100 เฮิรตซ์ไปจนถึง 6 กิโลเฮิรตซ์ แต่จริงๆ แล้วเสียงพูดที่ทำให้คนเรานั้นสามารถฟังแล้วจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200-4,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น วงจรกรองความถี่ จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการเข้ามาภายในระบบ โดยจะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 - 400 เฮิรตซ์ สามารถผ่านเข้าไปในระบบได้ และความถี่ย่านนี้ก็มีชื่อเรียกว่า ช่องสัญญาณเสียงพูด แต่อย่างไรก็ตาม แบนด์วิดธ์ของเสียงพูดในการส่งจริงจะอยู่ช่วง 300-3,000 เฮิรตซ์ เท่านั้น ไม่ได้มีการใช้ช่องสัญญาณในการส่งเต็มย่านความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แถบความถี่(พลังงาน)ของเสียงพูด

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าช่วงความถี่ 300 - 3,000 เฮิรตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณหมุน หรือสัญญาณควบคุมต่างๆ ก็จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยิน นั่นก็คือ ขนาดแอมปลิจูดของสัญญาณ ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพพจน์ได้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 2.4 เช่น สายโทรศัพท์คู่หนึ่งที่มีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดก็คือ

$$P_{load} = e_s^2 / 600$$

โดย P_{load} คือ กำลังที่ตกคร่อมโหลด (วัตต์)

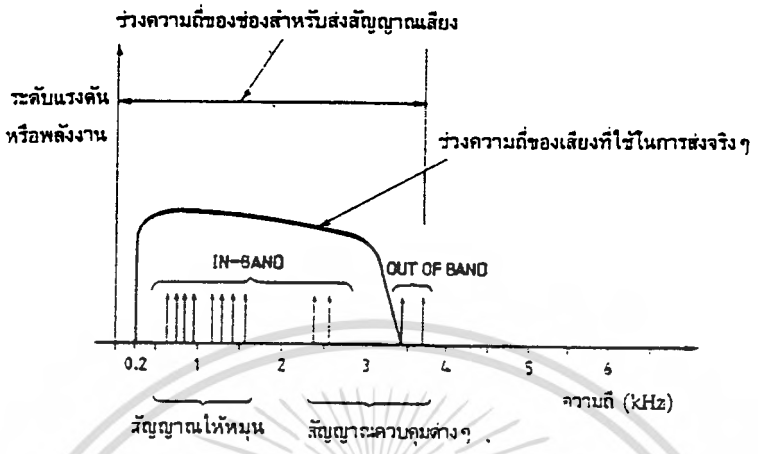
e_s คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งไป (วัตต์)

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงมักจะใช้การเปรียบเทียบกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอ โดยอยู่ในรูปของเดซิเบลซึ่งมีสมการดังนี้

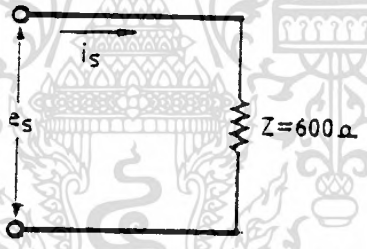
$$dB = 10\log_{10}(P_1/P_2)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ (ค่า $P_2 = 1$ มิลลิวัตต์ในสมการนั่นเอง) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dB_m แทน ซึ่งความหมายก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดใดๆ กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ในและนอกความถี่เสียง



รูปที่ 2.4 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริง ๆจะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า $dB_m = 0$ ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Zero Level Transmission Point (Zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำหนดจุดนี้ขึ้นมาก็คือ สามารถทำให้เราทราบได้ว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด Zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณถี่ dB_m เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้น ๆ

2.1.6 สัญญาณรบกวน

ในระบบใดของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ อาจจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสัญญาณเสียงพูดได้ และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนนั้นก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสิ่งแวดล้อมรอบข้างนี้เอง เช่นความร้อนจากสวิตช์, อุปกรณ์ไทริสเตอร์, สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้กันกับสายส่งสัญญาณ, หรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือเสียงสะท้อนในสายโทรศัพท์ สาเหตุของการที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนก็คือ เกิดการไม่สมดุลย์กัน (Mismatching) ระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาท์พุต โดยมากแล้วมักจะพบในการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์ที่มี.2.สาย กับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาเรื่องของเสียงสะท้อนจะมากยิ่งขึ้นถ้าหากระยะระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนไกลกันมากๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะไม่รู้สึกถึงการสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้เรารำคาญ

2.1.7 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

ถ้าหากทำให้สายส่งสัญญาณโทรศัพท์เส้นหนึ่งสามารถใช้ส่งสัญญาณจากหลายๆ เครื่องได้ภายในเส้นเดียวกันก็จะให้สะดวกและประหยัดในการเดินสาย ดังนั้นในระบบส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บริการกับชุมสายท้องถิ่นนั้น จึงได้มีการนำวิธีการมัลติเพล็กซ์สัญญาณมาใช้ ซึ่งเป็นระบบที่เรียกว่า Frequency Division Multiplexing (FDM) ซึ่งระบบนี้จะทำให้สามารถส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่างกันไปในสายส่งเดียวกันได้

รูปที่ 2.5 สัญญาณเสียงที่มอดูเลทกับคลื่นพาห์

ในรูปที่ 2.5 แสดงถึงหลักการของวิธีนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าความถี่ของสัญญาณเสียงที่เหมาะสม ที่ใช้ในการส่งไปนั้นจะอยู่ในช่วงความถี่ 0-4 กิโลเฮิรตซ์ ถ้าหากต้องการจะส่งสัญญาณเสียงจากหลายๆ แหล่งไปพร้อมกัน จะต้องทำการมอดูเลตที่มีความถี่สูงกว่าสัญญาณเสียงมากสำหรับวิธีมอดูเลตความถี่พาห์ขนาด 8140 กิโลเฮิรตซ์ เข้าไปกับสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 สัญญาณต่าง ๆในระบบชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้ (Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ในระบบโทรศัพท์และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของสัญญาณต่างๆ

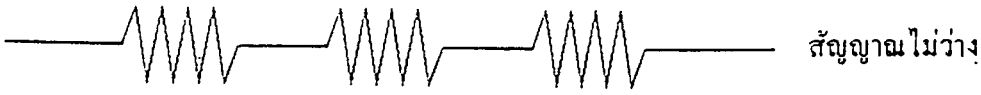
2.1.9 สัญญาณสมาชิก

สัญญาณสมาชิกคือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆ ในการติดต่อให้ผู้เรียกทราบว่า ควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณ สัญญาณสมาชิกประกอบด้วย

1. สัญญาณให้หมุน (DT: Dial Tone) สัญญาณให้หมุนได้นี้เป็นสัญญาณแบบคลื่นซายน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ส่งมาอย่างต่อเนื่อง และมีระดับขนาด 400 มิลลิโวลท์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 สัญญาณหมุน

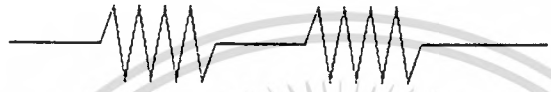
2. สัญญาณไม่ว่าง (BT: Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้สมาชิกทราบว่าผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูโทรศัพท์สักระยะหนึ่ง แล้วจึงเริ่มทำการเรียกใหม่ สัญญาณไม่ว่างเป็นสัญญาณคลื่นซายน์ มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาในคู่สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะดัง 0.5 วินาทีสลับกันไปและมี ขนาด 250-300 มิลลิโวลท์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สัญญาณไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สัญญาณเรียกกลับ (RBT: Ring Back Tone)เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อถูกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะสามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จและส่งสัญญาณกริ่งให้กับผู้รับมาตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นซายน์ที่มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาทีและเงียบ 4 วินาที มีระดับขนาด 100 โวลท์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 สัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณกริ่งเรียก (RGT: Ringing Tone)เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่า การต่อทุกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งมาให้ผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณคลื่นซายน์ มีความถี่ 20 เฮิรตซ์ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที มีระดับขนาด 100 โวลท์พีคทูพีค ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 สัญญาณกริ่งเรียก

2.1.10 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

1. ระบบการต่อทางด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาเพื่อทำการเรียกออก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรง (DC) ของคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียกในกรณีที่ (Out Going Trunk) ไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูสักครู่แล้ว จึงเริ่มทำการเรียกออกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะทำการส่งเลขหมายของผู้รับไปยังชุมสาย อุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปลรหัส พร้อมกันนั้นชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนหลังจากได้รับสัญญาณเลขหมายตัวแรก เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้รับ ก็จะทำการระบุตำแหน่งของชุมสายปลายทาง จากเลขหมายโดย พิจารณาเลขหมาย 3 หลักแรก เมื่อทราบตำแหน่งแล้วเครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการเลือกเส้นทาง (Route) ระหว่างชุมสายผู้เรียกกับชุมสายผู้รับให้สามารถติดต่อกันได้แล้ว ก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียก ขณะเดียวกันก็จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับ ในกรณีที่ผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์อยู่ หรือชุมสายไม่สามารถหาเส้นทางติดต่อได้ ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหู แล้วค่อยทำการเรียกใหม่ เมื่อผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณตอบรับ (Answer Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณเรียกกลับ จะถูกส่งจากผู้รับไปยังชุมสาย ทำให้ชุมสายตัดสัญญาณกริ่งเรียกทางด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับทางด้านผู้เรียก หลังจากนี้ผู้เรียกและผู้รับก็จะสามารถเริ่มต้นสนทนากันได้ เมื่อมีการวางหูของผู้เรียก และผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

2. ระบบการต่อด้านผู้รับ

เมื่อเกิดการเรียกไปยังผู้รับได้สำเร็จ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะดำเนินการส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับให้ทราบ เพื่อทำการตอบรับการเรียก ถ้ายังไม่มีการตอบรับการเรียกภายในเวลา 90 วินาที สัญญาณกริ่งเรียกที่ถูกส่งมาอย่างสม่ำเสมอก็จะถูกยกเลิกโดยทางโทรศัพท์ และจะส่งสัญญาณไม่ว่างแจ้งไปยังผู้เรียกให้ทราบว่า ผู้รับไม่ตอบรับการเรียกให้ทำการเรียกใหม่ กรณีที่ผู้รับตอบรับการเรียก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรง (DC) เกิดการเปลี่ยนจาก 48 โวลท์ เป็น 10 โวลท์ เป็นการแจ้งให้ทางชุมสายโทรศัพท์ทราบสถานะการตอบรับการเรียก ทำให้เกิดการยกเลิกสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับ และยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก หลังจากนั้นวงจรสนทนาระหว่างผู้เรียกและผู้รับก็จะทำงาน และสามารถเริ่มต้นการสนทนากันได้ เมื่อเกิดสถานะการวางหูของผู้เรียกและผู้รับ ชุมสายโทรศัพท์จะทำการยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

3. ระบบการกำหนดเลขโทรศัพท์

การต่อโทรศัพท์ของสมาชิกผู้เช่าแต่ละราย โดยผ่านชุมสายโทรศัพท์จำเป็นต้องมีเลขหมายแทนชื่อผู้เช่า และเลขหมายที่ใช้นั้นจะต้องเกิดความสะดวกรวดเร็ว ในการเรียกติดต่อในประเทศ การเรียกโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นเดียวกันนั้นจะกำหนดว่า ต้องหมุนหมายเลขของชุมสายท้องถิ่นก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของผู้เช่าตามหลัง ในกรณีการต่อในเขตอื่นจะต้องมีเลขแสดงการผ่านศูนย์ทางไกลซึ่งเป็นเลข "0" ก่อน แล้วจึงหมุนหมายเลขของศูนย์โทรศัพท์ทางไกล (Toll Center) ต่อจากนั้นจึงจะเป็นเลขหมายของชุมสายท้องถิ่นและเลขหมายของผู้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีการเรียกท้องถิ่นเดียวกัน

K K K	X X X X
หมายเลขชุมสายท้องถิ่น	หมายเลขของผู้เช่า

กรณีเรียกทางไกล

0	F F	K K K	X X X X
	หมายเลขศูนย์ทางไกล	หมายเลขชุมสายท้องถิ่น	หมายเลขผู้เช่า

2.1.11 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

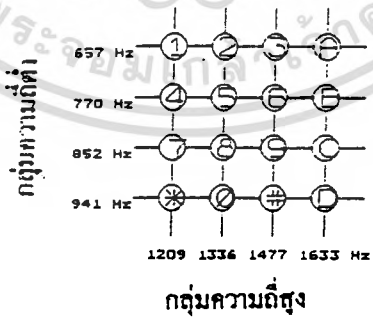
สัญญาณโทรศัพท์มีทั้งสัญญาณ (DC) และเอซี (AC) ซึ่งจะพิจารณาสัญญาณโทรศัพท์ได้เป็น 2 ลักษณะตามวิธีการใช้คือ

1. เมื่อเป็นผู้เรียก

เมื่อโทรศัพท์ยังไม่ได้ใช้หรือไม่ได้ยกหูสัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลท์ ดีซี

เมื่อยกหูฟังขึ้นสัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงเป็น 5 โวลท์ ดีซี ในขณะเดียวกันก็จะมีสัญญาณ 600 มิลลิโวลท์ผสมมาด้วย

เมื่อหมุนหรือกดหน้าปัทม์ เพื่อเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยนั้น ในแบบหมุนหน้าปัทม์ (Dial) จะส่งพัลส์ (Pulse) จำนวนลูกเท่ากับจำนวนพัลส์ที่หมุน โดยจะส่งพัลส์ในแบบ 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ 20 พัลส์ต่อวินาที สำหรับในแบบกดปุ่มหน้าปัทม์นั้น จะส่งสัญญาณคู่ความถี่ ซึ่งเป็นสัญญาณของกลุ่มความถี่ต่ำและกลุ่มความถี่สูงรวมกัน ซึ่งจะเป็นความถี่มาตรฐานที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 2.10



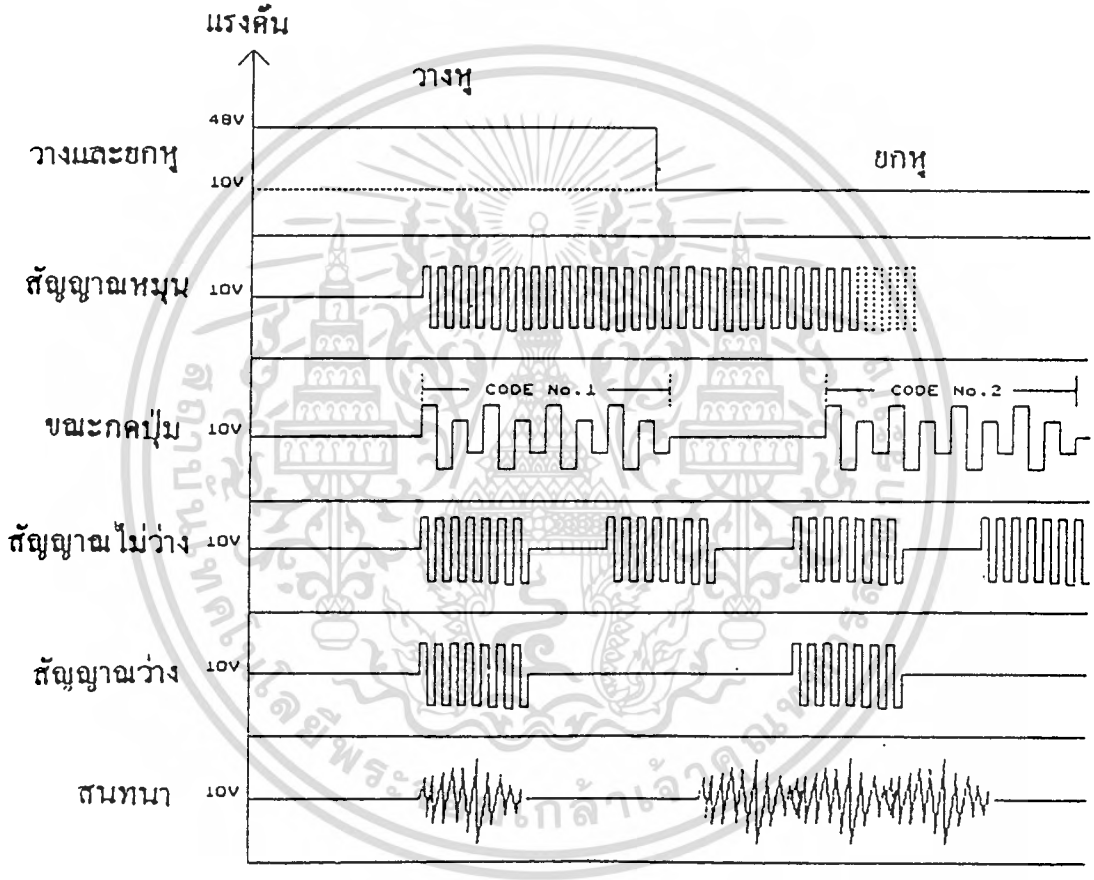
รูปที่ 2.10 ความถี่และการจัดปุ่ม

รอสัญญาณหลังการหมุนหรือกดปุ่มหน้าปัทม์ ถ้าได้รับสัญญาณเรียกกลับ แสดงว่ากำลังมีการเรียกไปยังหมายเลขที่ต้องการติดต่ออยู่ จะเป็นสัญญาณเป็นจังหวะดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลับกัน ที่มีความถี่ 440 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 200 มิลลิโวลท์ แต่ถ้าหากว่าได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) จะเป็นสัญญาณดังและหยุดสลับกันเป็นจังหวะทุกๆ 0.5 วินาที ที่มีความถี่ 500 เฮิรตซ์ และระดับสัญญาณ 400 มิลลิโวลท์

เมื่อพูดสายสัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์ยังคงมีสัญญาณดีซี 5 โวลท์ เช่นเดิม แต่จะมีสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณเอซี ระดับสัญญาณขนาดไม่เกิน 1 โวลท์คร่อมอยู่บนสัญญาณดีซี



รูปที่ 2.11 ลักษณะทางไฟฟ้าปรากฏที่คู่สายในขณะทำการเรียก

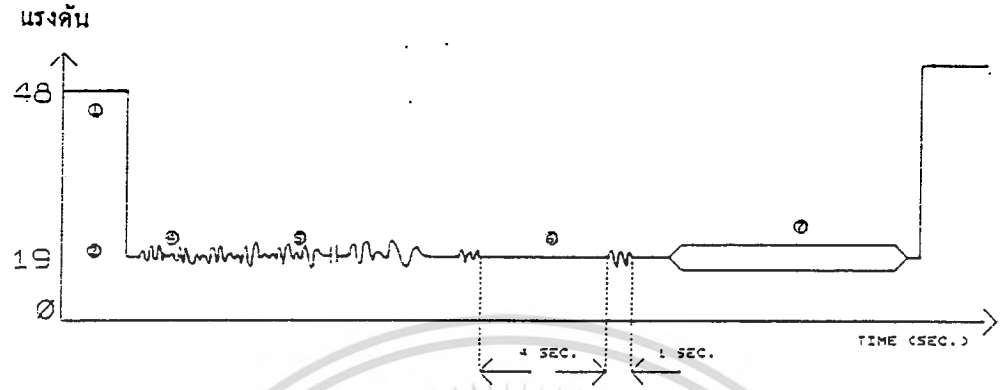
2. เมื่อเป็นผู้รับ

ขณะยังวางหูอยู่ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะเป็น 48 โวลท์ดีซี

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง จะมีสัญญาณเอซีความถี่ 16 เฮิรตซ์ (Hz) ระดับสัญญาณ 270 โวลท์ ดัง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาทีสลับกัน

เมื่อยกหูโทรศัพท์ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกลงไปเป็น 10 โวลท์ดีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผู้เรียกเรียกเข้ามา

รูปที่ 2.13 ลักษณะของสัญญาณโทรศัพท์

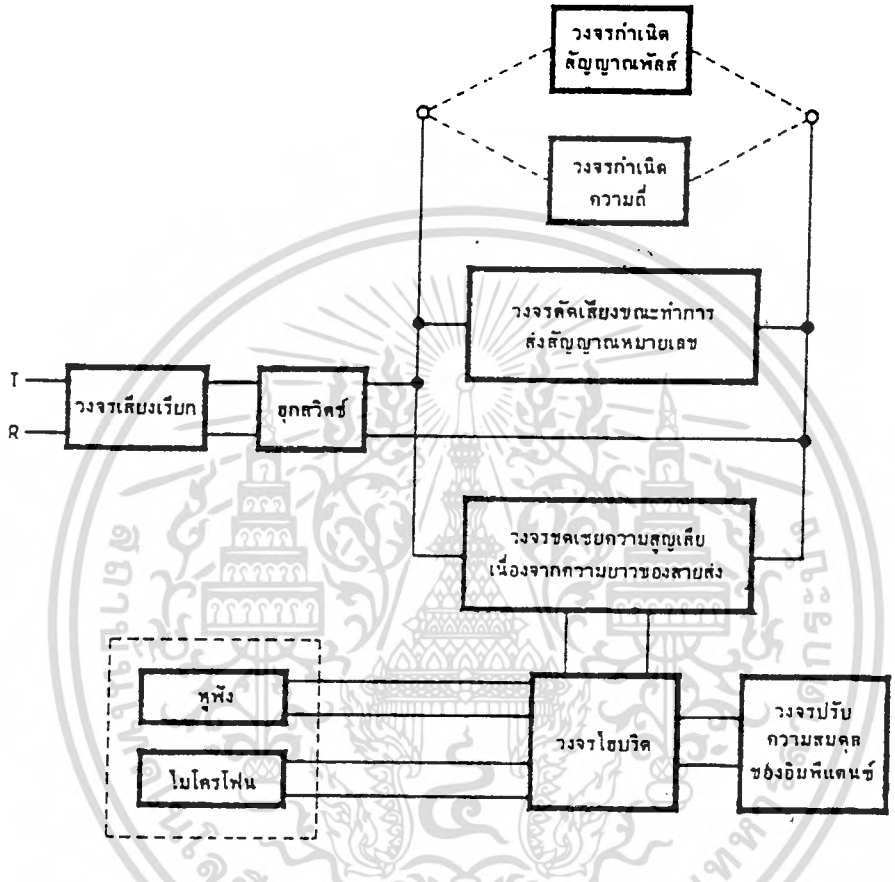
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส485 ก 2537

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจด.

2.2 ระบบโทรศัพท์

2.2.1 ระบบการทำงานของโทรศัพท์



รูปที่ 2.14 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.14 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์โดยเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (Tip) และสาย R (Ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (Ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิตช์ (Switch Hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดัน จากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุกสวิตช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1307 021075

4. ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (Interdigit Interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

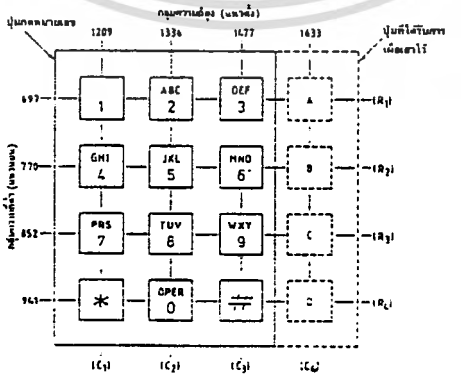
สำหรับในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดค่ามาตราฐานของสัญญาณไว้แน่นอน ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดจะต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที. หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60 % สำหรับประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่ค่า 67 % เป็นส่วนใหญ่

ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติตามสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์ จะต้องมีความต้านทานของตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยงนำแฝงอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 0.07 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี่ ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลทำให้สัญญาณพัลส์ ที่ส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด (Amplitude) และคาบเวลา (Period) ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถจะรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ

2.2.3 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ซึ่งพบมากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลส์ ระบบนี้หรือเรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าจะแสดงไว้ใน รูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

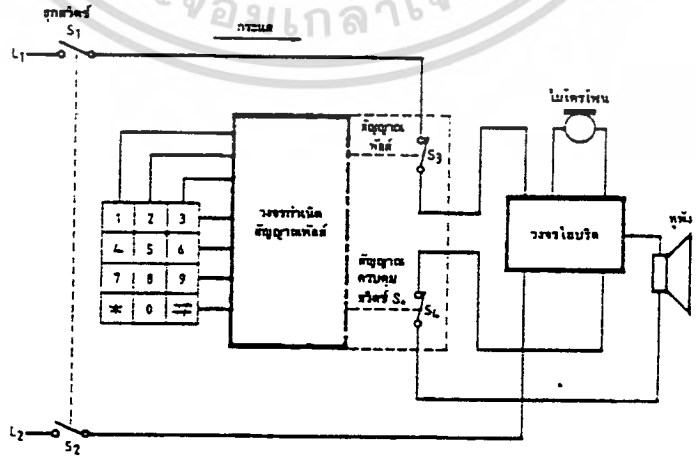
2.2.4 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบโทรศัพท์แบบหมุนกับระบบ DTMF

ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์ 1 ลูก ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 วินาที สำหรับช่วงการเปิดวงจรและ 4 วินาที สำหรับช่างการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที และยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามาก และยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมต้องทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น เช่น หมายเลข 555-5555 จะใช้เวลาในการส่งสัญญาณ = 5 (พัลส์/มิลลิวินาที) X 1000 (มิลลิวินาที/พัลส์) X 7 = 3.5 วินาที และระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ = 700 (มิลลิวินาที) X 6 = 4.2 วินาที จะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด = 3.5 + 4.2 = 7.7 วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากว่าระบบที่ใช้การส่งสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นผลให้ชุมสายสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.5 วงจรของระบบที่ใช้การสื่อสารสัญญาณแบบพัลส์

เราคงทราบกันแล้วว่าการส่งรหัสแบบพัลส์ก็คือ การขัดจังหวะการไหลของกระแสนั่นเอง ดังนั้นวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้วก็ยังคงใช้หลักการเดียวกันอยู่ เพียงแต่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นไอซีแทนอุปกรณ์ทางกล (Mechanical) โดยวงจรที่จะกล่าวถึงนี้ขอเรียกว่า วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งยังคงสามารถสร้างสัญญาณพัลส์ด้วยความเร็ว 10 พัลส์ต่อวินาที และจะต้องมีวงจรที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดเสียงเล็ดลอดเข้าไปสู่หูฟัง เนื่องจากการส่งสัญญาณพัลส์ จากวงจรที่ได้ถูกออกแบบใหม่นี้จะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน

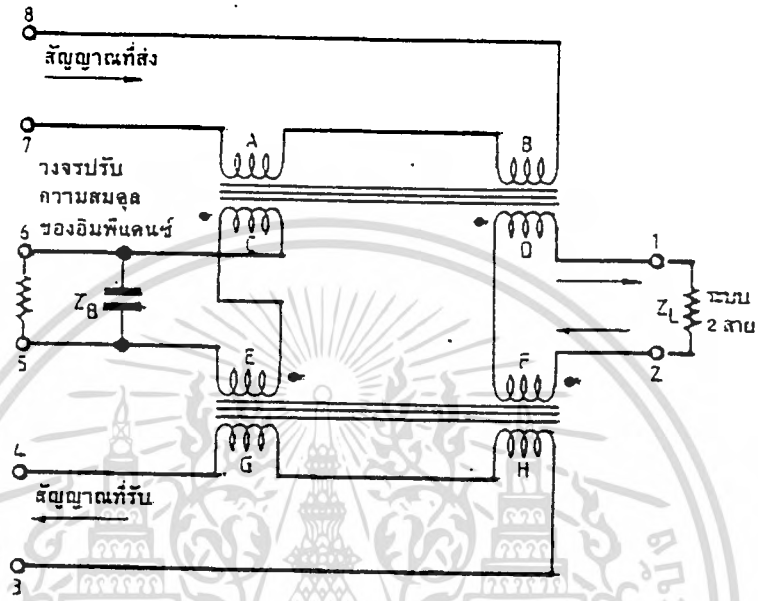
แบบแรกจะเป็นวงจรที่ออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลข ต่อขนานกับวงจรไฮบริด(Hybrid) หรือเสียงพูด ดังในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรไฮบริดหรือวงจรเสียงพูดก็คือ วงจรที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างระบบ 4 สายเข้ากับระบบ 2 สายโดยเมื่อเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแล้วทำให้โทรศัพท์สามารถสื่อสารแบบสวนทางกันได้ในเวลาเดียวกันนั้นเองแสดงไว้ในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 วงจรไฮบริด

วงจรในเครื่องรับโทรศัพท์จะใช้ระบบ 4 สายคือ ใช้ 2 สายสำหรับส่งสัญญาณเสียงพูดและอีก 2 สายสำหรับนำสัญญาณเข้าสู่หูฟัง แต่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายระดับท้องถิ่นจะเป็นการติดต่อโดยผ่านสาย T และ R เพียง 2 สายเท่านั้นจึงจำเป็นทีจะต้องมีวงจรไฮบริดที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อทั้งระบบ 2 สาย และ 4 สาย ให้สามารถติดต่อกันได้นั่นเอง

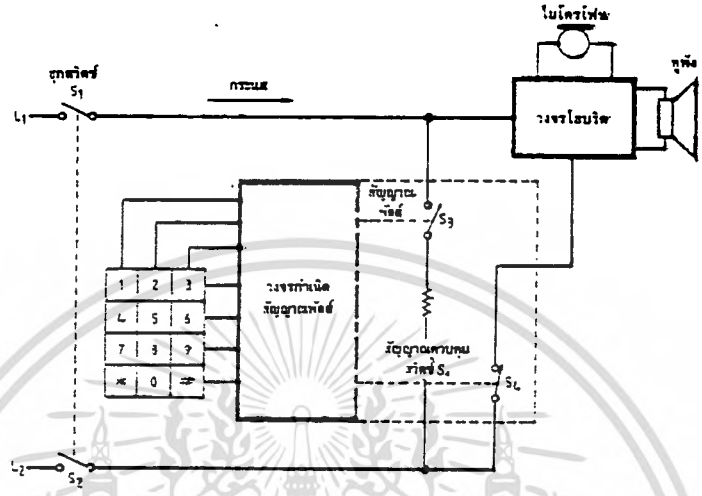
นอกเหนือจากวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์จะมีขดลวดเหนี่ยวนำต่อเป็นวงจรไฮบริดแล้ว การติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นด้วยกันก็จำเป็นต้องมีวงจรไฮบริดด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นในส่วนของวงจรไฮบริดเองก็จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ปรับความสมดุลอิมพีแดนซ์ของระบบที่จะถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกันมีประสิทธิภาพที่สุด

สำหรับวงจรอีกแบบหนึ่งจะเป็นวงจรที่ถูกออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลขโดยต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริด ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.19

ตามวงจรที่แสดงในรูปที่ 2.19 จะเห็นว่าสวิตช์ S3 จะถูกต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริดอยู่ โทรศัพท์ระบบนี้จะใช้สัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์มาควบคุมสวิตช์ S3 ให้เปิดปิดวงจรเพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณควบคุมให้สวิตช์ S4 เปิดวงจรเพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณออกทางหูฟังขณะที่

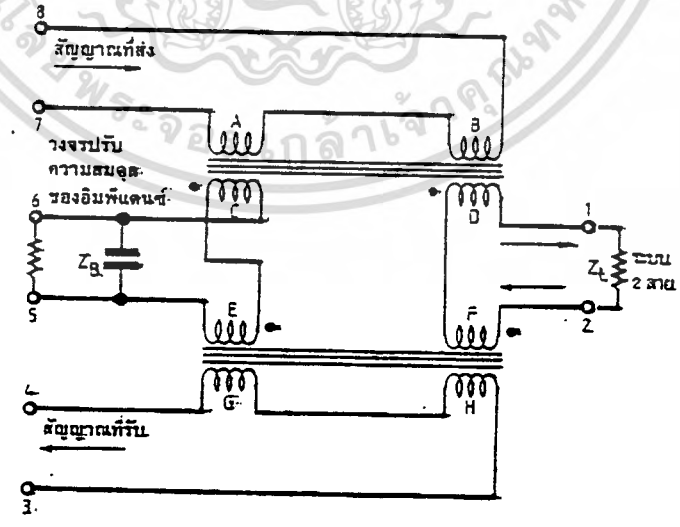
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการกดหมายเลขอยู่ จะเห็นว่าหลักการทำงานของทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันก็ตรงลักษณะการเชื่อมต่อวงจรเท่านั้นเอง



รูปที่ 2.19 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด

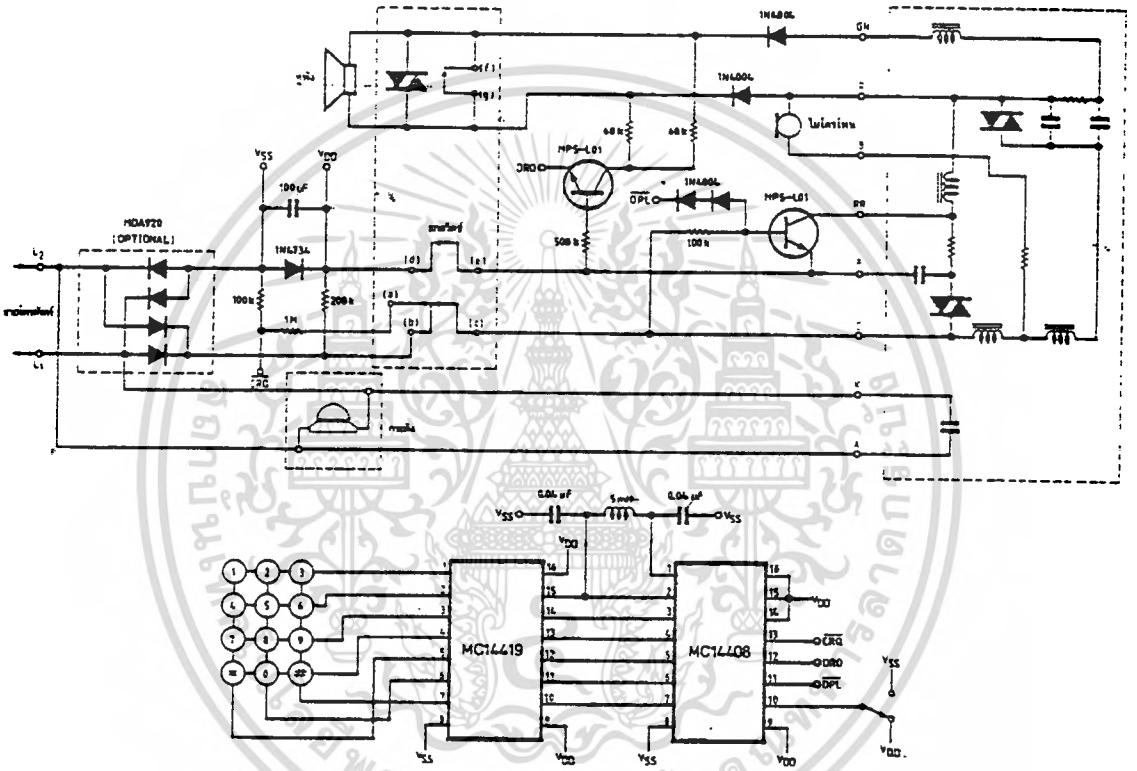
ต่อไปจะมาพิจารณาถึงไอซีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมต่างๆ กันดูบ้าง



รูปที่ 2.20 บล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.20 ได้แสดงบล็อกไดอะแกรมของไอซีตัวนี้ จะเห็นว่าเอาท์พุตของไอซีจะเป็นสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมที่จำเป็นต้องใช้ ส่วนสัญญาณอินพุตจะเป็นระหัสไบนารี่ ซึ่งใช้แทนหมายเลขโทรศัพท์, สัญญาณให้ถือหูรอ, สัญญาณหมุนซ้ำ เป็นต้น วงจรออสซิสเลเตอร์จะถูกใช้เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกา ให้กับวงจรภายในไอซีสำหรับภาคขับสัญญาณเอาท์พุต จำเป็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์ที่ทนแรงดันสูงได้ดี



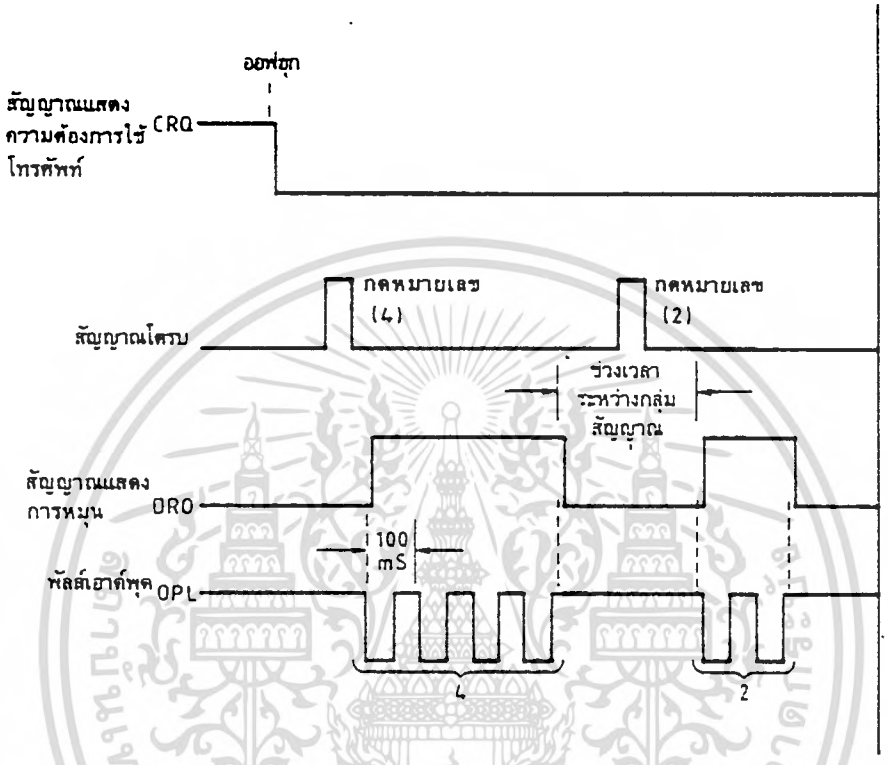
รูปที่ 2.21 วงจรสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์

สัญญาณลอจิกที่ควบคุมช่วงเวลาในการส่งสัญญาณที่มีความจำเป็นก็คือสัญญาณออนฮุก/ออฟฮุก สัญญาณบอกช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ และสัญญาณกำเนิดอัตราส่วนการปิด/เปิดวงจร สำหรับสัญญาณจากวงจรออสซิเลเตอร์นั้นจะไม่สามารถผลิตความถี่ออกมาได้

สัญญาณที่กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณ IDT จะกำหนดช่วงห่างของเวลาได้ระหว่าง 200 ถึง 1,000 มิลลิวินาที เมื่ออัตราในการส่งสัญญาณพัลส์อยู่ที่ 10 พัลส์ต่อวินาที และอยู่ระหว่าง 100 ถึง 500 มิลลิวินาที ถ้าส่งสัญญาณพัลส์ในอัตรา 20 พัลส์ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที ส่วนค่าของอัตราส่วนการปิด/เปิดวงจรจะมีค่าประมาณ 67 % (เป็นลอจิก"0" 67 % ใน 1 คาบสัญญาณ) หรืออาจจะใช้ค่า 61 % ก็ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.22 ไดอะแกรมเวลาของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์จากรูปที่ 2.21

ในปัจจุบันไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญานพัลส์ก็มีเบอร์ MC14408 ซึ่งเป็นของ Motorolla โครงสร้างภายในเป็นแบบ CMOS เนื่องมาจากกานใช้งานต้องการสัญญาณอินพุตเป็นรหัสไบนารี่ จึงจำเป็นต้องมีตัวเข้ารหัส (Encoder) เบอร์ MC14419 มาอินเตอร์เฟสเข้ากับแป้นกดหมายเลขด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.21 และสามารถอธิบายได้ด้วยไดอะแกรมของเวลา ดังในรูปที่ 2.22

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สัญญาณแสดงความต้องการใช้โทรศัพท์ (Call Request: CRQ) จะเป็นลอจิก "0" เป็นการรีเซตให้ MC144408 เริ่มต้นรับหมายเลขใหม่เข้ามา จากนั้นสัญญาณสโตรบและสัญญาณแสดงการหมุน (Dial Rotating Output : DRO) ซึ่งเป็นลอจิก "1" ก็จะถูกส่งออกไป ซึ่งสัญญาณ DRO นี้เองที่ถูกนำไปตัดเสียงที่จะเกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์ หลังจากนั้นชุมสายก็จะรับข้อมูลไป และติดต่อกับหมายเลขที่ถูกเรียกให้กับผู้ใช้ให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โทรศัพท์ไร้สาย

โทรศัพท์ไร้สาย (Cordless Telephones) เป็นโทรศัพท์อีกชนิดหนึ่งที่มีส่วนประกอบของระบบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะมีความซับซ้อนของวงจรเพิ่มขึ้น และแตกต่างไปจากโทรศัพท์ธรรมดาทั่วไป องค์ประกอบภายนอกแล้วมีส่วนประกอบคล้ายกัน คือมีชุดปากพูดหูฟังที่เรียกว่าแฮนด์เซต (Hand Set) และตัวฐานที่วางเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ แต่ในโทรศัพท์ไร้สายชุดแฮนด์เซตสามารถแยกออกจากตัวฐานได้ และอยู่ห่างเป็นระยะทางไกล ส่วนโทรศัพท์ธรรมดาไม่สามารถแยกออกได้ไกล เนื่องจากสายเชื่อมต่อระหว่างแฮนด์เซตกับตัวฐานมีความยาวจำกัด

2.3.1 การทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย

ความเหมือนกันของโทรศัพท์ไร้สายกับโทรศัพท์ธรรมดา ที่แน่นอนเลยก็คือหน้าที่การทำงานเหมือนกัน แต่ความแตกต่างกันนั้นจะเป็นความแตกต่างระหว่างการติดต่อของชุดแฮนด์เซตกับตัวฐานที่อยู่กับที่ ในระบบธรรมดาจะใช้สายนำสัญญาณ แต่ในแบบไร้สายจะอาศัยคลื่นวิทยุเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้การติดต่อระหว่างแฮนด์เซต หรือตัวมือถือกับตัวฐานสามารถติดต่อกันได้ โดยที่เพิ่มเข้านี้เป็นชุดรับและส่งสัญญาณคลื่นวิทยุระบบเอฟเอ็มสองชุด

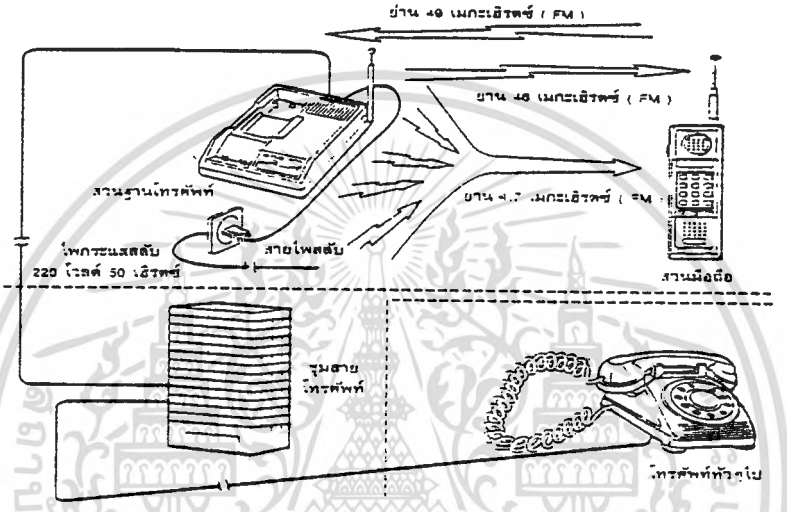
ในส่วนการทำงานของโทรศัพท์ธรรมดาคงไม่ยากมากนัก แต่ในส่วนของวงจรรับและส่งสัญญาณเอฟเอ็มนี้ มีความยุ่งยากมากพอสมควร จึงต้องทำความเข้าใจในเรื่องของคลื่นวิทยุที่ใช้ในการส่งก่อนรวมไปถึงความถี่ที่ไม่ใช้งานของโทรศัพท์ไร้สาย และการส่งสัญญาณเสียงเท่านั้นแต่จะมีสัญญาณอื่น ๆด้วย เช่น สัญญาณให้หมุนเลขหมาย (Dialing), สัญญาณกระดิ่ง (Ringing) และสัญญาณสถานะของโทรศัพท์ที่ตรวจจับจากฮุกสวิตช์ (Hook Switch) จะต้องเข้าใจหลักการทำงานของหน้าที่ดังกล่าวเสียก่อน จึงจะสามารถตรวจเช็คโทรศัพท์ไร้สายได้ด้วยหลักการที่ถูกต้อง

ส่วนประกอบหลักของโทรศัพท์ไร้สาย ประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบหลักคือ ส่วนฐานโทรศัพท์ (Base Unit) และส่วนมือถือ (Portable Unit) ระบบการสื่อสารระหว่างสองส่วนนี้เป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ระบบนี้การติดต่อจะสามารถกระทำขึ้นได้พร้อมกัน ทั้งสองส่วนจะประกอบด้วยภาครับและภาคส่งอยู่ภายใน ส่วนของฐานโทรศัพท์นั้นต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ การสั่งการเพื่อติดต่อกับคู่สายสามารถกระทำได้จากส่วนมือถือซึ่งมีปุ่มสั่งการทำงานในหน้าที่ต่างๆ ตัวฐานนั้นทำหน้าที่เพียงรับสัญญาณจากส่วนมือถือถ่ายทอดสู่คู่สายโทรศัพท์ และส่งสัญญาณมาจากคู่สายโทรศัพท์มายังส่วนมือถือ ดังรูปที่ 23 แสดงถึงระบบการทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย

ขั้นตอนของการติดต่อสื่อสารกันระหว่างส่วนฐานกับส่วนของมือถือ มีขั้นตอนการทำงานดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 24 การติดต่อระหว่างส่วนฐานไปยังส่วนมือถือนั้น จะใช้ความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นความถี่คลื่นพาห์ (Carrier) มีความถี่เท่ากับ 1.7 เมกะเฮิรตซ์ จากส่วนฐานไปยังมือถือ และส่งความถี่ 49 เมกะเฮิรตซ์ จากมือถือกลับมายังส่วนฐาน ในระยะเริ่มแรกการส่งจากฐานที่ความถี่ 1.7 เมกะเฮิรตซ์ ไปยังมือถือนั้น ใช้สายไฟสลับ (AC Power Line) ตามบ้านเป็นสายอากาศ เนื่องจากที่ความถี่ต่ำจำเป็นต้องใช้สายอากาศด้านส่งที่ยาวมาก (ตามความสัมพันธ์ของความถี่ทางด้านส่งกับความยาวสายอากาศ) ซึ่งเกิดความไม่เหมาะสม



รูปที่ 2.23 ลักษณะของโครงข่ายโทรศัพท์ไร้สาย

สำหรับในปัจจุบันนี้ ย่านความถี่คลื่นพาห์ที่ใช้ส่งจากส่วนฐานไปยังส่วนมือถือนั้น จะส่งด้วยความถี่ 46 เมกะเฮิรตซ์จากแทนที่จะใช้สายไฟสลับเป็นสายอากาศก็เปลี่ยนมาเป็นสายอากาศแบบเทเลสโคป (Telescope) เป็นสายอากาศแบบชักขึ้นชักลงได้

ในส่วนฐานนี้ยังประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟสำหรับส่วนฐานเอง และสาหรับชาร์จแรงไฟให้กับแบตเตอรี่ของส่วนมือถือด้วย แต่สำหรับส่วนมือถือเองก็ยังคงส่งสัญญาณคลื่นพาห์ความถี่ 49 เมกะเฮิรตซ์ไปยังส่วนฐานอยู่ และใช้สายอากาศแบบเทเลสโคปเช่นกัน ระบบการสั่งงานทั้งหมดจะอยู่ที่ส่วนมือถือ ตั้งแต่ตัวไมโครโฟน, ลำโพง, ปุ่มกดคีย์ตัวเลขและหน้าที่อื่นๆ, แบตเตอรี่จะต้องสามารถชาร์จใหม่ได้ด้วยเป็นต้น

ความถี่ของคลื่นพาห์ที่ถูกกำหนดให้ใช้งานในโทรศัพท์ไร้สาย ระหว่างตัวฐานกับตัวมือถือมีทั้งหมด 10 คู่ช่องความถี่ ซึ่งช่องความถี่แต่ละช่องสำหรับตัวฐานกับตัวมือถือจะต้องมีช่องความถี่อยู่ในคู่เดียวกันจึงจะสามารถติดต่อกันได้ และคู่ช่องความถี่เหล่านี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 ซึ่งในยุคแรกนั้นจะใช้ความถี่อยู่ในช่วง 1.7/49 เมกะเฮิรตซ์ เท่านั้น โดยเริ่มจาก 1.665/49.670

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมกะเฮิรตซ์จนถึง 1.770 / 49.970 เมกะเฮิรตซ์ ช่วงความถี่เหล่านี้ได้ถูกกำหนด และถูกแบ่งโดยมาตราฐานของ FCC (Federall Communications Commission) ซึ่ง FCC ก็เป็นผู้กำหนดให้ใช้ช่วงความถี่ใหม่เพิ่มขึ้นมาอีก เมื่อวันที่ 1 มกราคม ปี ค.ศ.1987 โดยได้เพิ่มย่านความถี่ โดยเริ่มจาก 46.610 / 49.670เมกะเฮิรตซ์ ถึง 46.930 / 49.990 เมกะเฮิรตซ์

จากจำนวนที่จำกัดของช่วงความถี่ทำให้จำเป็นต้องใช้ช่องความถี่เดียวกันซ้ำกันเป็นจำนวนหลายเครื่อง ซึ่งปริมาณการผลิตมีไม่จำกัด จึงจำเป็นที่จะต้องจำกัดระยะทางของการติดต่อระหว่างตัวฐานกับตัวมือถือ ให้มีระยะทางที่แน่นอนและไม่ใกล้ไม่ไกลจนเกินไป โดยอาศัยเทคนิคต่างๆ และต้องทำให้เกิดการแทรกแซงหรือรบกวน (Interference) กันระหว่างช่องสัญญาณน้อยที่สุด รวมทั้งต้องแก้ปัญหาของสัญญาณกระดิ่งที่เกิดการผิดพลาดเมื่อความถี่เกิดทับช่องสัญญาณกันหรือปัญหาที่เกี่ยวกับความมั่นคงทางด้านกฎหมายว่าด้วยการบริหารงานทางด้านความถี่วิทยุ และการป้องกันการดักฟังจากการจูนทับช่องความถี่ ปัญหาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องโทรศัพท์ไร้สายมีช่วงความถี่ที่ใกล้เคียงกัน และตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กัน หรือเกิดจากความตั้งใจของผู้ใช้เอง

ส่วนฐานโทรศัพท์ ย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์	ส่วนมือถือ ย่าน 49 เมกะเฮิรตซ์	ส่วนฐานโทรศัพท์ ย่าน46 เมกะเฮิรตซ์	ความถี่มีหน่วยเป็น
1.665	49.670	46.610	เมกะเฮิรตซ์
1.690	49.770	46.630	เมกะเฮิรตซ์
1.695	49.830	46.670	เมกะเฮิรตซ์
1.710	49.845	46.710	เมกะเฮิรตซ์
1.725	49.860	46.730	เมกะเฮิรตซ์
1.730	49.875	46.770	เมกะเฮิรตซ์
1.750	49.890	46.830	เมกะเฮิรตซ์
1.755	49.930	46.870	เมกะเฮิรตซ์
1.770	49.970	46.930	เมกะเฮิรตซ์
	49.990	46.970	เมกะเฮิรตซ์

ตารางที่ 2.2 ความถี่อาร์เอฟของโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดของสัญญาณกระดิ่งสามารถทำให้ลดลงได้ โดยใช้ความถี่เฉพาะหลายๆครั้งในการติดต่อระหว่างส่วนฐานกับส่วนมือถือ อย่างในกรณีของโทรศัพท์ไร้สายสองเครื่อง เกิดการรบกวนข้ามช่องความถี่กัน และช่วงความถี่ก็ใช้งานที่ช่วงความถี่เดียวกัน แต่ความถี่สัญญาณกระดิ่งมีความแตกต่างกัน จึงไม่เกิดสัญญาณกระดิ่งไปรบกวนเครื่องที่ใช้อยู่ข้างเคียง

การใช้สัญญาณป้อง(Guard Tone) หรือสัญญาณนำร่อง (Pilot Signal) สำหรับการติดต่อระหว่างตัวฐานกับตัวมือถือ ช่วยลดการเสียงหรือการแทรกแซงของโทรศัพท์ที่อยู่ใกล้ๆ และโทรศัพท์ที่ไม่ได้รับอนุญาตได้ ซึ่งส่วนฐานโทรศัพท์จะไม่ตอบสนองการติดต่อกับส่วนมือถือที่ไม่เกี่ยวข้องกับสัญญาณโทนที่ส่งมา หรือในส่วนมือถือจะไม่สามารถรับสัญญาณที่ไม่เกี่ยวข้องจากสัญญาณที่ส่วนฐานส่งมาได้ ซึ่งสัญญาณโทนป้องกันที่แตกต่างกันนี้ เราสามารถที่จะป้องกันความผิดพลาดของการติดต่อจากส่วนฐานกับส่วนมือถือเนื่องจากการรบกวนข้ามช่องกันได้ อาจจะโดยความตั้งใจจูนให้ความถี่ตรงกัน หรือเครื่องที่ติดตั้งไว้ใกล้กันมากเกิน

ในระยะแรกนั้น โทรศัพท์ไร้สายใช้สัญญาณป้องกัน และความถี่กระดิ่งช่วยในการป้องกันการติดต่อที่แทรกแซงกันของสายโทรศัพท์เครื่องอื่น และป้องกันสัญญาณกระดิ่งที่ผิดพลาด แต่ในปัจจุบันนี้โทรศัพท์ไร้สายใช้การเข้ารหัสแบบดิจิตอลรหัสดิจิตอลสัญญาณกระดิ่ง สัญญาณไดอัล (Dial) และการติดต่อโดยการเลื่อนความถี่ของคลื่นพาห์ ความถี่ที่เลื่อนไปนั้นเป็นการเข้ารหัส ซึ่งเทคนิคของการเข้ารหัสนั้นจะแตกต่างกันออกไป ตามแต่ผู้ผลิตจะคิดค้นออกมาใช้งาน

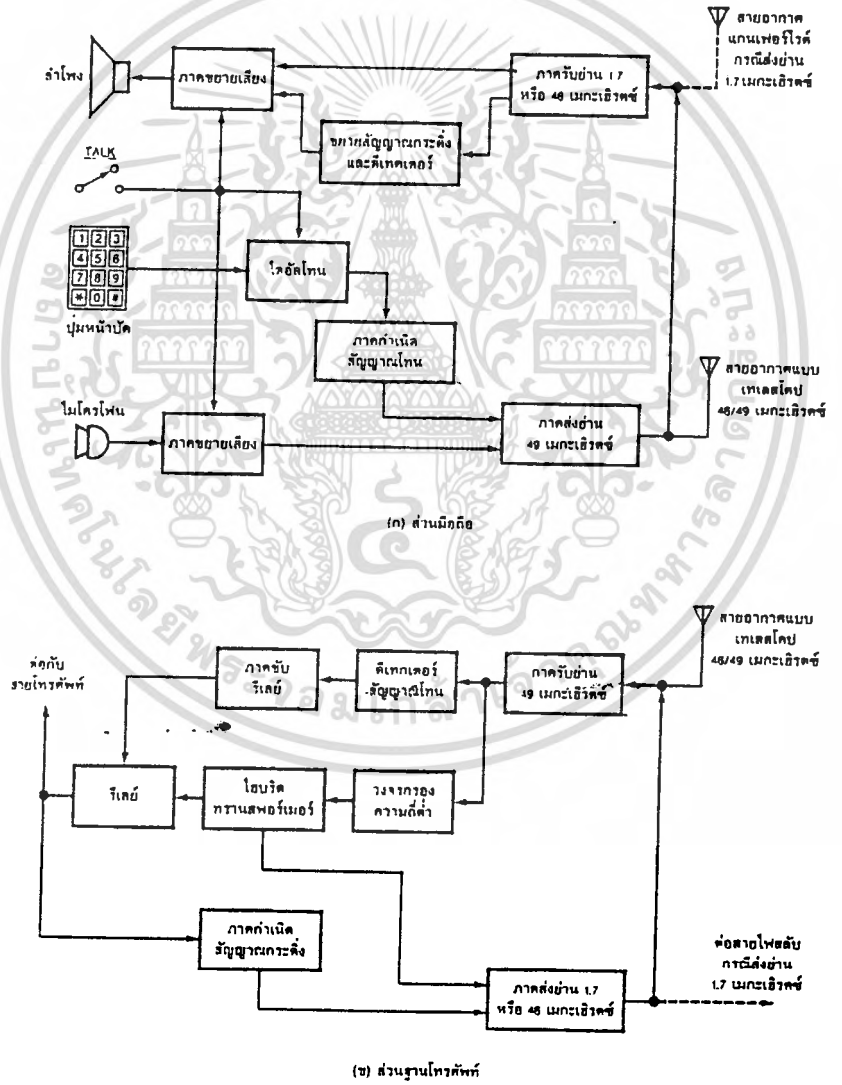
2.3.2 สัญญาณเรียกเข้า

ในระหว่างที่รอสัญญาณเรียกเข้าโทรศัพท์ไร้สายจะอยู่ในโหมดของสแตนด์บาย (Stan By) เตรียมพร้อม ซึ่งภาครับทั้งส่วนฐานและส่วนมือถือจะทำงานและรอสัญญาณเรียกเข้าตลอดเวลาแต่สำหรับในภาคส่งนั้น ทั้งส่วนฐานและส่วนมือถือจะปิดการทำงานอยู่

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งความถี่ 20 เฮิรตซ์ เข้ามาที่ส่วนฐานจากคู่สายโทรศัพท์จะเป็นการเปิดการทำงานของภาคส่งที่ส่วนฐาน และจะทำให้วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่งทำงาน โดยป้อนสัญญาณกระดิ่งไปยังภาคส่ง ที่ภาคส่งนี้เราเองจะทำการมอดูเลตสัญญาณกระดิ่งเข้ากับสัญญาณคลื่นพาห์ 1.7 หรือ 46 เมกะเฮิรตซ์ สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะถูกส่งออกอากาศไปยังส่วนมือถือต่อไป โดยทั่วไปสัญญาณกระดิ่งจะมีความถี่ในย่าน 700 เฮิรตซ์ ถึง 1,500 เฮิรตซ์ ซึ่งความถี่ของสัญญาณกระดิ่งถูกนำไปใช้ในโทรศัพท์แต่ละเครื่อง เพื่อเป็นการป้องกันการเรียกผิดพลาด หรือพูดง่าย ๆว่าทำการรับผิดพลาด สำหรับในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์ ใช้ความถี่อยู่ในย่านเดียวกัน แต่สัญญาณกระดิ่งไม่ได้กำเนิดขึ้นมาจากส่วนของฐานเครื่องเดียงกัน จึงทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณกระดิ่งด้วยกันได้ระหว่างโทรศัพท์สองเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านของส่วนมือถือ เมื่อได้รับสัญญาณที่ถูกส่งมาจากส่วนฐาน และตัวมือถือเองอยู่ในสภาวะสแตนด์บาย สัญญาณเรียกเข้านี้จะถูกดีมอดูเลตโดยภาครับ และป้อนเข้าสู่ภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่ง ที่ภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่งนี้ เป็นวงจรกรองเอาเฉพาะสัญญาณกระดิ่งความถี่เดียวกับเครื่องที่กำหนดเท่านั้น ถ้าเป็นสัญญาณกระดิ่งจากเครื่องอื่นจะไม่สามารถผ่านวงจรกรองชุดนี้ได้ สัญญาณกระดิ่งจากเครื่องส่งเดียวกันจะผ่านวงจรกรองเข้าไปสู่ภาคขยายเสียง และขับออกสู่ลำโพงหรือเปียซโซมีเสียงออกมา ทำให้ทราบว่าขณะนี้มีสายเข้ามา ซึ่งตัวมือถือตอนนี้จะได้รับแรงดันเลี้ยงภาครับและภาคขยายจากแบตเตอรี่ที่ติดอยู่กับส่วนมือถือเอง



รูปที่ 2.24 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งมาถึงที่ตัวมือถือ หากต้องการรับจะต้องเลือกสวิตช์ที่ตัวมือถือ จากตำแหน่งสแตนด์บายมายังตำแหน่งพูด (Talk) สัญญาณกระดิ่งก็จะถูกตัดออก หลังจากนั้นระบบทุกส่วนของทั้งมือถือและส่วนฐานก็จะทำงาน ตั้งแต่ภาคส่งสัญญาณอาร์เอฟ, ภาคกำเนิดสัญญาณนำร่อง, ภาคขยายเสียง สัญญาณนำร่องและสัญญาณเสียงพูด จะถูกส่งไปยังภาคส่งโดยการมอดูเลตเข้ากับความถี่คลื่นพาห์ย่าน 49 เมกะเฮิรตซ์ สัญญาณที่มอดูเลตแล้วจะถูกส่งออกทางสายอากาศไปยังส่วนฐานโทรศัพท์

เมื่อส่วนฐานโทรศัพท์ได้รับสัญญาณที่ถูกส่งจากส่วนมือถือ ก็จะทำการดีมอดูเลตสัญญาณเสียงออกจากสัญญาณเคลื่นพาห์ และส่งไปทำการดีเทกต์สัญญาณนำร่อง และผ่านชุดกรองความถี่ต่ำ เมื่อสัญญาณนำร่องที่ดีเทกต์ได้แล้วมีความถี่ทีถูกต้อง ภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่องจะเป็นตัวให้พลังงานเพื่อให้ภาคขับรีเลย์ ซึ่งเป็นฮุกสวิตช์ (Hook-Switch) ให้อยู่ในตำแหน่งยกหู

ฮุกสวิตช์รีเลย์ในตำแหน่งนี้ จะทำให้ภาคส่งสัญญาณของส่วนฐานโทรศัพท์ทำงานที่วงจรกรองความถี่ต่ำจะทำการบล็อกหรือ กั้นสัญญาณนำร่องออกไปพร้อมกับส่งผ่านสัญญาณเสียงพูด (ความถี่ช่วง 300 เฮิรตซ์ ถึง 3 กิโลเฮิรตซ์) เข้าสู่หม้อแปลงไฮบริด (Hybird Transformer) สัญญาณเสียงจากหม้อแปลงไฮบริดก็จะถูกส่งผ่านรีเลย์เพื่อส่งสัญญาณออกสู่คู่สายโทรศัพท์ (รีเลย์อยู่ในตำแหน่งยกหู) หม้อแปลงไฮบริดยังผ่านสัญญาณเสียงระดับต่ำเข้าสู่ภาคส่งสำหรับใช้เป็นสัญญาณโทนแถบข้าง ให้กับส่วนมือถือ

ในกรณีรับสัญญาณเสียงจากคู่สายโทรศัพท์ สัญญาณเสียงที่เข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์จะเข้ามาผ่านรีเลย์ของส่วนฐานโทรศัพท์ และผ่านไปยังหม้อแปลงไฮบริด ซึ่งขณะนี้รีเลย์อยู่ในตำแหน่งยกหู สัญญาณเสียงจะถูกส่งไปเข้าภาคมอดูเลตสัญญาณเสียงเข้ากับสัญญาณคลื่นพาห์ความถี่อยู่ในย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์ หรือ 46 เมกะเฮิรตซ์ สัญญาณที่ผ่านการมอดูเลตแล้วจะถูกส่งออกอากาศโดยส่วนมือถือก็จะรับสัญญาณที่ส่งเข้ามาทางสายอากาศ ผ่านภาคดีมอดูเลตสัญญาณแล้วส่งไปยังภาคขยายเสียง เพื่อขยายสัญญาณเสียงออกมาทางลำโพง ในส่วนมือถือนี้ที่ตำแหน่งพูด (Talk) จึงจะสามารถสนทนากันได้กับคู่สายที่เข้ามา

2.3.3 สัญญาณโทรออก

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการรับสัญญาณการเรียกเข้า แต่สำหรับการโทรออกแล้วเราจะต้องเริ่มต้นที่ส่วนใดก่อน ซึ่งก็จะอธิบายให้ทราบ และจะมีความแตกต่างกันบางขั้นตอนกับสัญญาณเรียกเข้าเมื่อเราต้องการโทรออก จะต้องเซตส่วนมือถือตรงตำแหน่งของสวิตช์สแตนด์บายให้มาอยู่ในตำแหน่งพูด (Talk) ทำให้ภาคส่งสัญญาณทำงาน และจะกำเนิดสัญญาณนำร่องขึ้นมา สัญญาณนำร่องที่ถูกสร้างขึ้นมานี้ โดยปกติทั่วไปแล้วจะมีความถี่โทนอยู่ในช่วง 4-7 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำร่องจะถูกมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาความถี่ 49 เมกะเฮิรตซ์ และส่งออกอากาศผ่านสายอากาศสู่เครื่องรับที่ส่วนฐานโทรศัพท์

สัญญาณที่ส่วนฐานรับเข้ามาจะถูกดีมอดูเลตเอาความถี่คลื่นพาห์ออกก่อนแล้วส่งผ่านเข้าสู่ภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่อง และวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านต่อไปถ้าสัญญาณนำร่องมีความถี่ถูกต้องก็จะเกิดการกระตุ้นภาคขับรีเลย์ฮุกสวิตช์ให้ทำงาน ซึ่งก็จะอยู่ในสภาวะยกหู และสามารถกดหมายเลขที่ต้องการโทรออกได้ที่ภาคกรองความถี่ที่ต่ำผ่านนั้น จะยอมให้ความถี่ต่ำกว่า 3 กิโลเฮิรตซ์ผ่านได้เท่านั้น ดังนั้นสัญญาณนำร่องก็จะถูกบล็อกไว้ จะมีเฉพาะสัญญาณไดอัล (Dial) และสัญญาณเสียงเท่านั้นที่ผ่านได้

เมื่อแผงคีย์ตัวเลขที่หน้าปัดของโทรศัพท์ส่วนมือถือถูกกด จะเป็นการกดไดอัลพัลส์ (Dial Pulse) ของโทรศัพท์ไร้สาย สัญญาณนำร่องก็จะอินเตอร์รัพต์ตามระยะเวลาของแต่ละหมายเลขที่กด จะทำให้รีเลย์เปลี่ยนสภาวะจากยกหูไปเป็นวางหู เป็นเวลาเท่ากับสัญญาณนำร่องอินเตอร์รัพต์ ลักษณะการวางหูและยกหูของฮุกสวิตช์รีเลย์นี้ จะเปลี่ยนเป็นไดอะลิ่งพัลส์ออกไปสู่คู่สายโทรศัพท์ สัญญาณไดอะลิ่งพัลส์นี้ก็จะถูกถอดรหัสที่ชุมสายโทรศัพท์เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณไดอัลพัลส์ให้ตรงกับไดอัลพัลส์ที่กดจากส่วนมือถือ และเรียกต่อไปยังโทรศัพท์ที่มีหมายเลขตรงกับที่กดจากส่วนมือถือ

จากที่กล่าวมาในสองหัวข้อใหญ่ๆข้างต้น เป็นขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์ไร้สายขณะที่สัญญาณเรียกเข้ามาและเมื่อทำการส่งสัญญาณโทรออก เมื่อผ่านทั้งสองขั้นตอนนี้แล้ว ขณะที่รีเลย์ฮุกสวิตช์อยู่ในตำแหน่งยกหู จะทำให้ภาคส่งทั้งส่วนมือถือและส่วนฐานทำงาน หรือเรียกว่าทุกระบบทำงาน โดยการทำงานนี้จะเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์โหมด นั่นก็หมายความว่าการรับฟังและการพูดสนทนาสามารถกระทำได้พร้อมๆ กันในเวลาเดียวกัน

เมื่อการสนทนาหรือการเรียกสิ้นสุดลง ในส่วนมือถือจะต้องเซตระบบกลับสู่สภาพปกติจากโหมดของการพูดสนทนา (Talk Mode) กลับมาสู่โหมดของการสแตนด์บาย (Stand By Mode) ซึ่งที่ส่วนฐานถูกเซตรีเลย์ฮุกสวิตช์ มาอยู่ในตำแหน่งวางหู เพื่อรอการเรียกสายเข้าหรือการโทรออกในครั้งต่อไป

2.3.4 เครื่องมือทดสอบโทรศัพท์ไร้สาย

เครื่องมือวัดและทดสอบมีความจำเป็นมากในการตรวจซ่อมแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโทรศัพท์ไร้สาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือตรวจวัดในชั้นต้นที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและง่าย ก็มีมัลติมิเตอร์, ออสซิลโลสโคป และเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง แต่สำหรับบางกรณีหรือสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับงานที่ยุ่งยากซับซ้อนขึ้นไปอีก ในการตรวจซ่อมโทรศัพท์จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือทดสอบที่มีฟังก์ชั่นต่างๆ มากมาย ที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์เข้ามาช่วยในงานตรวจซ่อม

อย่างในกรณีที่ต้องการทดสอบสายโทรศัพท์สองเส้น จำเป็นต้องมีแบบของสายโทรศัพท์จำลอง โดยปกติพื้นฐานจะประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟตรง 48 โวลท์ อนุกรมกับตัวต้านทาน 1.5 กิโลโอห์มและอาจมีขั้วต่ออินพุต, เอาท์พุต สำหรับแรงดันกระดิ่งและทดสอบสัญญาณโทนต่างๆ รวมทั้งวัดสัญญาณไดอัลและสัญญาณเสียง

ในส่วนของสัญญาณกระดิ่ง หากจำเป็นหรือต้องการ จะต้องเป็นเครื่องหรือวงจรที่กำเนิดสัญญาณกระดิ่งได้ โดยมีความถี่เท่ากับ 20 เฮิรตซ์ และต้องสามารถปรับแรงดันเอาท์พุตของสัญญาณกระดิ่งได้ มีระดับแรงดันตั้งแต่ 45-100 โวลท์อาร์เอ็มเอส สัญญาณกระดิ่งนี้จะใช้ทดสอบโทรศัพท์ในกรณีพิเศษเท่านั้น เช่นทดสอบภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์ ในทางอุดมคติแล้วชุดกำเนิดสัญญาณกระดิ่งจะต้องหยุดทำงานเองอัตโนมัติ เมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะยกหูเพราะถ้าไม่เป็นเช่นแล้ว เวลาใช้งานจริงจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก ถ้าในสภาวะยกหูแล้วอาจจะมีแรงดันไฟสูงของสัญญาณกระดิ่ง 45-100 โวลท์อาร์เอ็มเอส จะผ่านเข้ามาได้อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อวงจรภายในโทรศัพท์ได้

วงจรที่ช่วยในการตรวจซ่อมโทรศัพท์ที่พิเศษอีกอย่างหนึ่งคือ ชุดถอดรหัสสัญญาณไดอัล ใช้ในกรณีต้องการตรวจสอบความถูกต้องของเลขหมายโทรศัพท์แต่ละเลขหมาย ของแต่ละเครื่องหรือคู่สาย

ในการทดสอบสัญญาณความถี่อาร์เอฟ จะใช้เพื่อวัดระดับความแรงของสัญญาณอาร์เอฟของภาคส่งสัญญาณ ซึ่งก็มีวิธีการวัดที่ง่ายๆ โดยใช้มัลติมิเตอร์ควบคู่กับอาร์เอฟโพรบ (RF Probe) และอาร์เอฟโพรบนี้ก็สามารถวัดโดยสัมผัสกับเสาอากาศได้โดยตรง เพื่อวัดระดับสัญญาณอาร์เอฟแต่ในกรณีของภาคส่งในย่านความถี่ 1.7 เมกะเฮิรตซ์ แล้วไม่สามารถทำได้โดยวิธีนี้ เนื่องมาจากในย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์ นี้ใช้สายอากาศที่เป็นสายไฟเมน (ไฟบ้าน 220 โวลท์) แต่สามารถวัดได้โดยใช้โพรบชนิดอื่น

2.4 การตรวจสอบโทรศัพท์ไร้สาย

การตรวจสอบการทำงานของโทรศัพท์ไร้สายนั้น หากเป็นช่างบริการที่ทีประสบการณ์ในการตรวจซ่อมมามากแล้ว ก็คงจะใช้วิธีข้ามขั้นตอนไปยังอาการที่ปรากฏอยู่ของโทรศัพท์เลย ซึ่งก็เป็นความสามารถเฉพาะตัว แต่สำหรับช่างบริการมือใหม่หรือผู้ที่พึ่งจะเข้ามาอยู่ในวงการโทรศัพท์ไร้สาย หากต้องการความรวดเร็วในการตรวจซ่อม จำเป็นต้องอาศัยการตรวจซ่อมตามตารางหรืออาศัยขั้นตอนพื้นฐาน ซึ่งเป็นลำดับขั้นตอนเริ่มต้นจนพบอาการเสียของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การทดสอบการทำงานของโทรศัพท์ไร้สาย

เมื่อกล่าวถึงเทคนิคของช่างซ่อมโทรศัพท์ไร้สายทั้งหลายแล้ว แต่ละคนอาจจะมีเทคนิคในการตรวจซ่อมไม่เหมือนกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วพื้นฐานความจริงในการเริ่มต้นทดสอบนั้นจะเหมือนกันหมด จะแตกต่างกันก็เพียงเล็กน้อยบางขั้นตอนเท่านั้นเอง โดยมากแล้วจะมีลำดับขั้นตอนในการทดสอบโทรศัพท์ เริ่มต้นจากการทดสอบสัญญาณกระดิ่ง, สัญญาณไดอัลโทน, ทดสอบสัญญาณไดอัลทดสอบเสียง ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะนำไปสู่การตรวจซ่อมในอาการที่มีความยุ่งยากขึ้นไปอีก เช่น การชอร์ตการรบกวนและข้ามช่องสัญญาณกัน เป็นต้น

2.4.2 ทดสอบสัญญาณกระดิ่ง

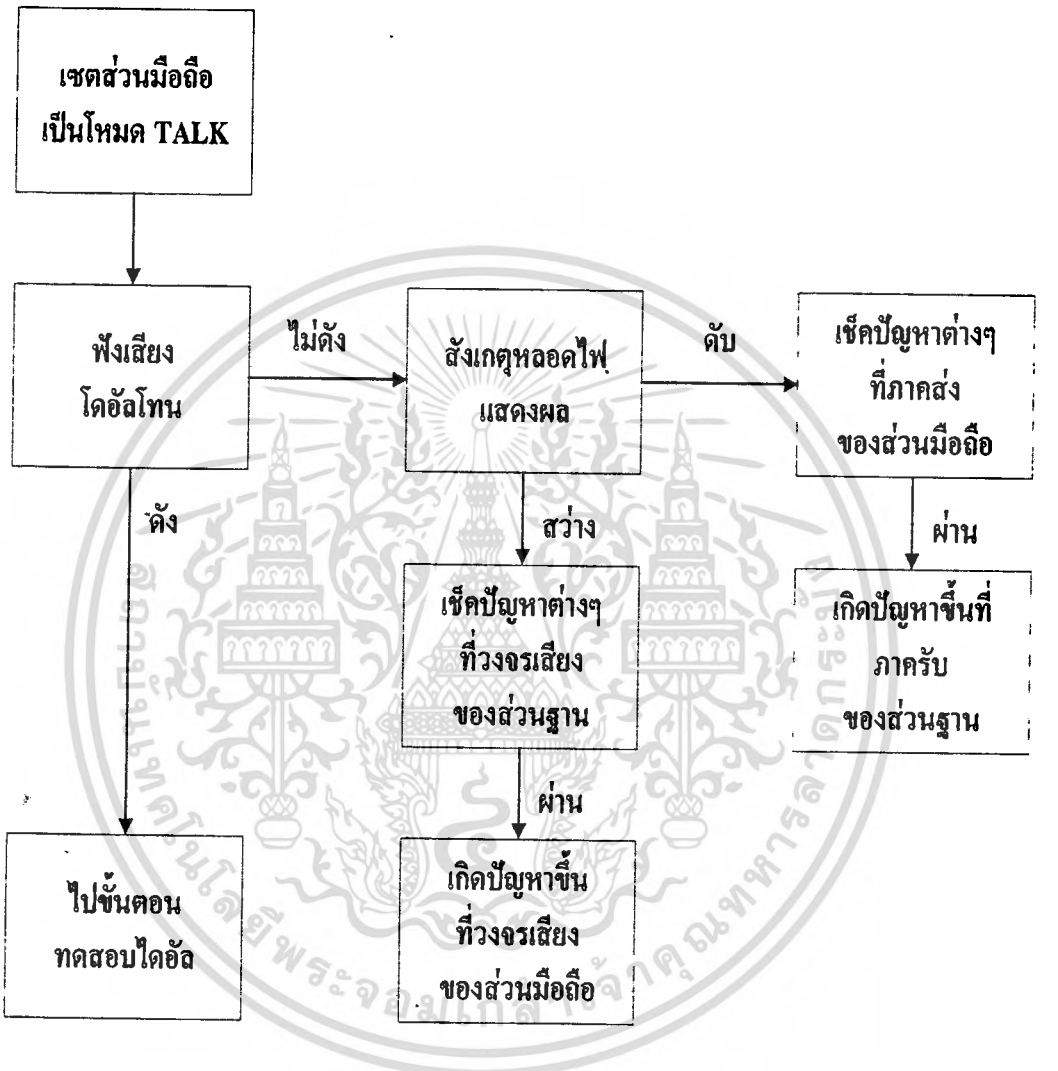
การทดสอบสัญญาณกระดิ่งนั้นจะต้องใช้แบบจำลองคู่สายโทรศัพท์แทนสายโทรศัพท์ปกติ และต่อกับเครื่องกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง เซตที่ส่วนมือถือให้อยู่ในสภาวะสแตนด์บาย (วางหูโทรศัพท์) จากนั้นปรับแรงดันสัญญาณกระดิ่งที่เครื่องกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง ให้มีระดับแรงดันประมาณ 100 โวลท์อาร์เอ็มเอส กระดิ่ง (อาจจะเป็นบัซเซอร์, เปียซโซ หรือลำโพง) ที่ส่วนมือถือก็จะมีเสียงจากสัญญาณกระดิ่งความถี่ 20 เฮิรตซ์ ที่ภาคดีเทคเตอร์ได้รับเข้ามา ทำให้ภาคส่งอาร์เอฟที่ส่วนฐานโทรศัพท์ทำงาน และมอดูเลตสัญญาณกระดิ่ง 20 เฮิรตซ์ เข้ากับคลื่นพาห์อาร์เอฟความถี่ 700-1,500 เฮิรตซ์ ทำให้ภาครับในส่วนมือถือดีเทกต์สัญญาณความถี่อาร์เอฟผ่านวงจรกรองความถี่ พร้อมกับดีเทกต์สัญญาณเอาสัญญาณกระดิ่งออกมาทำการขยายส่งออกบัซเซอร์, เปียซโซ หรือลำโพง

ถ้าหากการทดสอบได้ผลตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้ทำการลดค่าแรงดันของสัญญาณกระดิ่งลงมาอย่างช้า ๆพร้อมกับสังเกตค่าแรงดันประมาณที่สัญญาณกระดิ่งหยุดดัง เหตุที่ต้องทำเช่นนี้เพราะว่าในโทรศัพท์ไร้สายบางยี่ห้อหรือบางรุ่นจะเซตระดับของแรงดันกระดิ่งไว้ต่ำกว่า 45 โวลท์ ซึ่งนับว่าดีมาก แต่โดยมาตรฐานส่วนใหญ่แล้วจะเซตระดับแรงดันไว้ที่ 45 โวลท์พอดี ก็ยังถือว่าปกติ แต่ถ้าเมื่อใดวงจรตรวจจับแรงดันของสัญญาณกระดิ่งถูกตั้งไว้ที่ระดับสูงกว่า 45 โวลท์ ถือว่าวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งผิดปกติ ต้องทำการตรวจเช็คที่วงจรดีเทกเตอร์สัญญาณกระดิ่งที่ส่วนฐานของโทรศัพท์

ในส่วนฐานโทรศัพท์จะมีปุ่มเรียก (Cell) เพื่อใช้กดเรียกจากส่วนฐานไปยังส่วนมือถือ โดยไม่ต้องใช้สัญญาณกระดิ่งจากคู่สายโทรศัพท์ ถ้าหากว่าการใช้สัญญาณกระดิ่งป้อนเข้าทางคู่สายโทรศัพท์ ถ้าหากว่าการใช้สัญญาณกระดิ่งป้อนเข้าทางคู่สายโทรศัพท์จำลองแล้วโทรศัพท์ไม่มีเสียงกระดิ่งดังขึ้นที่ส่วนมือถือ ก็ให้ใช้วิธีกดปุ่มเรียกนี้แทน ซึ่งปุ่มเรียกนี้จะกระตุ้นให้ภาคส่งสัญญาณอาร์เอฟ และเกิดการมอดูเลตของสัญญาณกระดิ่งกับคลื่นพาห์ที่ส่วนฐานทำให้มีเสียงกระดิ่งดังขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ส่วนมือถือ ปุ่มเรียกนี้จะใช้ในกรณีที่ไม่ได้ยินสัญญาณกระดิ่งจากเครื่องกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง และไม่ใช้วงจรดีเทกเตอร์สัญญาณกระดิ่งของส่วนฐานโทรศัพท์



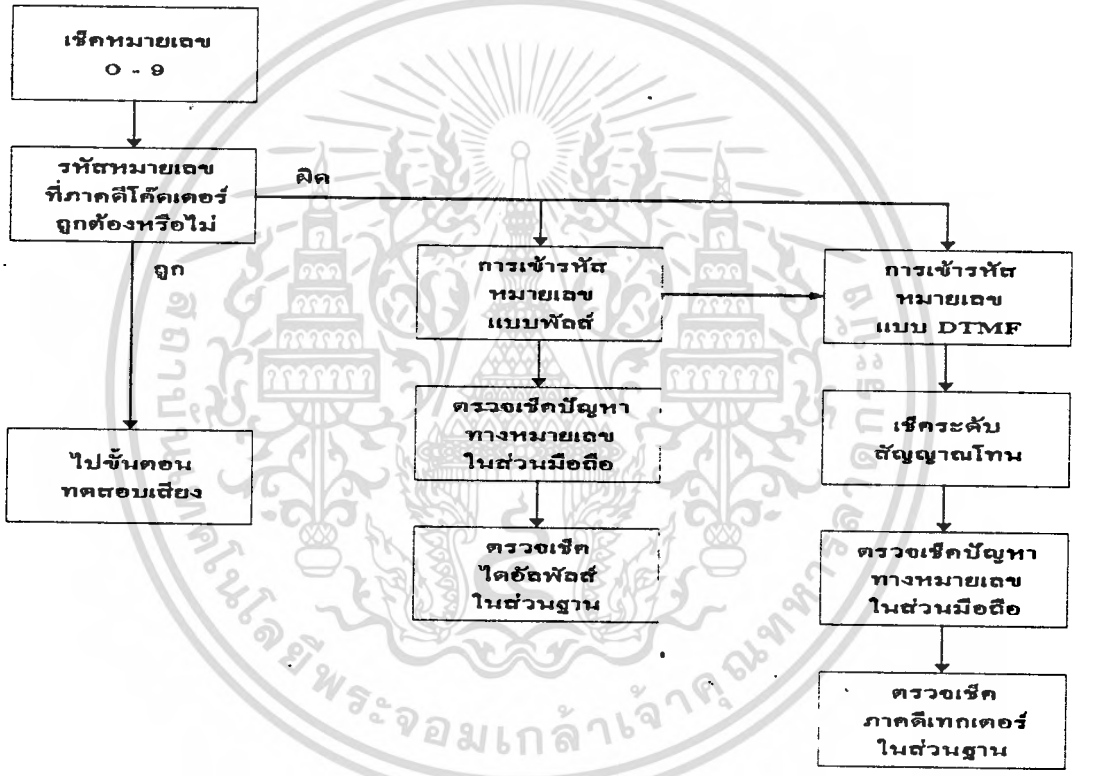
รูปที่ 2.25 รูปตารางโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนสอบสัญญาณกระดิ่ง

เมื่อกดปุ่มเรียกแล้วปรากฏว่ามีเสียงดังขึ้นที่ส่วนมือถือ ก็สามารถที่จะแยกอาการเสียที่เกิดขึ้นได้ ว่าเกิดจากส่วนฐานโทรศัพท์ที่ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งหรือภาคส่ง แต่ถ้ากดปุ่มคอลแล้วไม่มีเสียงดังที่ส่วนมือถือ ก็สามารถระบุอาการเสียได้ว่าเกิดที่ภาคส่งของส่วนฐานหรือเกิดที่ภาครับดีเทกต์สัญญาณกระดิ่งของส่วนมือถือ ซึ่งการตรวจเช็คสัญญาณกระดิ่งนี้สามารถเขียนเป็นตารางโฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) ได้ดังรูปที่ 2.25 ซึ่งรวมไปถึงการตรวจเช็คสัญญาณไดอัลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ทดสอบสัญญาณไดอัล-โทน

เมื่อทำการตรวจเช็คสัญญาณการดิ่งแล้วเซตทุกอย่างกลับคืนสภาพเดิม เอาเครื่องกำเนิดสัญญาณกระดิ่งออก เริ่มทำการป้อนสัญญาณไดอัล-โทนจากเครื่องกำเนิดเข้าสู่คู่สายโทรศัพท์จำลอง ปรับระดับแรงดันไดอัล-โทนไว้ที่ประมาณ 50 มิลลิโวลท์อาร์เอ็มเอส ความถี่อยู่ในย่าน 300 เฮิรตซ์ ถึง 3 กิโลเฮิรตซ์ เซตส่วนมือถือมาอยู่ในสภาวะยกหู (Talk) และฟังเสียงไดอัล-โทน จะสังเกตเห็นหลอดไฟแสดงสภาวะการใช้สายติดสว่างที่ส่วนฐานโทรศัพท์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วโทรศัพท์ไร้สายทุกเครื่องจะมีหลอดไฟแสดงสภาวะการยกหูติดตั้งไว้ให้



รูปที่ 2.26 ตารางการตรวจเช็คการเข้ารหัสเลขหมาย

เมื่อส่วนมือถืออยู่ในโหมดยกหู(Talk)ภาคส่งอาร์เอฟและภาคกำเนิดสัญญาณโทนจะทำงาน ภาครับของส่วนฐานทำการตรวจจับ และดีเทกต์สัญญาณอาร์เอฟพร้อมกับตอบสนองต่อสัญญาณนำร่องเมื่อเกิดการดีเทกต์สัญญาณโทนจะทำให้หม้อแปลงไฮบริดขับรีเลย์ให้เข้าสู่สภาวะยกหู เป็นการต่อระบบภายในเครื่องเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ดังนั้นหลอดไฟแสดงสภาวะการใช้สายจะติดสว่างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบสัญญาณไดอัล-โทนในส่วนมือถือ อันดับแรกก็ต้องยกหูโทรศัพท์โหมดสวิตช์สแตนด์บายอยู่ในตำแหน่งยกหู (Talk) สังเกตการติดสว่างของหลอดไฟแสดงการใช้สายดังได้กล่าวมาแล้ว เมื่อไฮบริดรีเลย์ถูกขับให้ทำงานหน้าสัมผัสจะต้องอยู่ในตำแหน่งยกหู จะทำให้ภาคส่งอาร์เอฟที่ส่วนฐานทำงาน พร้อมกับมอดูเลตสัญญาณไดอัลโทนจากคู่สายโทรศัพท์เข้ากับคลื่นพาห์อาร์เอฟ ส่งมายังภาครับของส่วนมือถือ และทำการดีเทกต์สัญญาณส่งเข้าสู่ภาคขยายเสียงออกทางหูฟังต่อไป ถ้าได้ยินเสียงก็แสดงว่าทั้งสองส่วนทำงาน

ถ้าหากว่าหลอดไฟแสดงการใช้สายไม่สว่าง ปัญหาอาจเกิดขึ้นกับส่วนอื่น ทดลองได้โดยกดปุ่มเรียกแล้วไม่ได้ยินเสียงกระดิ่ง พร้อมกับหลอดแสดงสภาวะการใช้สายไม่สว่าง และไม่ได้ยินเสียงไดอัล-โทน ปัญหาจะเกิดขึ้นกับภาคแหล่งจ่ายไฟของส่วนฐาน เพราะว่าแหล่งจ่ายไฟที่ไม่ปกติจะทำให้ภาคส่งและภาครับของส่วนฐานไม่ทำงาน หรือถ้าไม่เช่นนั้นแล้วแบตเตอรี่ในส่วนมือถืออาจจะเสีย, เสื่อม, หมดจะทำให้ภาคส่งและภาครับส่วนมือถือไม่ทำงาน

ในกรณีที่กดปุ่มเรียกแล้วสัญญาณกระดิ่งไปดังในส่วนมือถือ และหลอดไฟแสดงสภาวะการใช้สายติดสว่าง แต่เมื่อป้อนสัญญาณกระดิ่งจากเครื่องกำเนิดสัญญาณกระดิ่งเข้าไปแล้วไม่มีเสียงกระดิ่งดังอีกทั้งยังไม่ได้ยินไดอัลโทนอีก ข้อบกพร่องตรงนี้อาจเกิดจากสายโทรศัพท์ชำรุด, ขาดใน หรือว่าลัดวงจรระหว่างสองสายได้ แต่ถ้าหากกดปุ่มเรียกแล้วมีสัญญาณกระดิ่งดังที่ส่วนมือถือ และหลอดแสดงการใช้สายสว่าง หากไม่ได้ยินเสียงอะไรเลย ที่ภาครับของส่วนมือถือเกิดความผิดปกติให้ตรวจเช็คดูที่ภาครับนี้ การตรวจเช็คสามารถดูตารางโฟลว์ชาร์ตได้ในรูปที่ 2.25

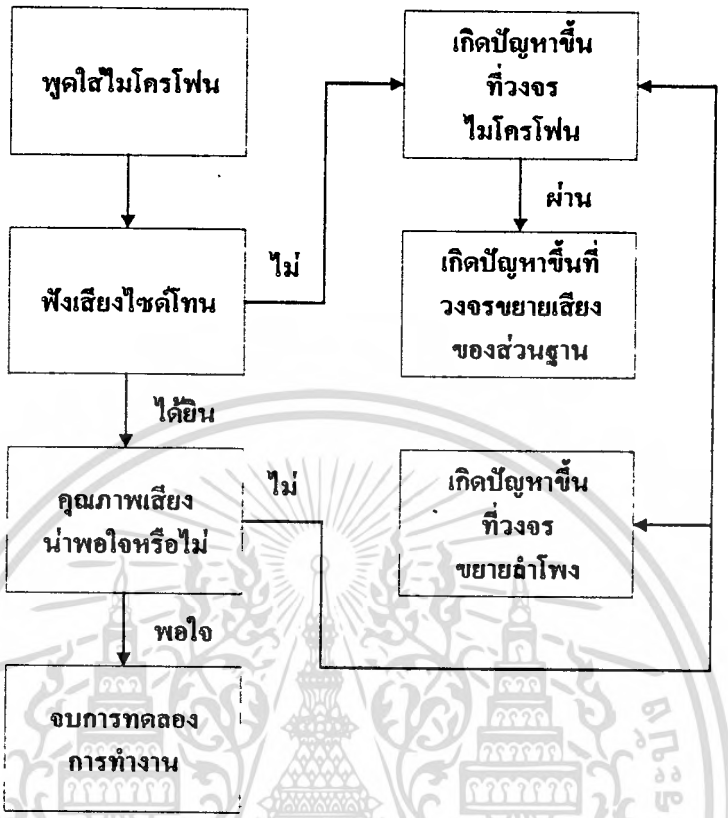
2.4.4 ทดสอบไดอัลเลขหมาย

มาถึงขั้นตอนการทดสอบสัญญาณเลขหมาย ซึ่งเป็นสัญญาณเลขหมายตั้งแต่ 0 ถึง 9 และการแสดงการถอดรหัสที่ถูกต้องในภาคไดอัลดีโค้ดเดอร์ ถ้าหากเกิดปัญหาและความผิดพลาดขึ้นจะทำให้สัญญาณเลขหมายมีปัญหาตามไปด้วย เช่น การกดเลขหมายได้ไม่ครบทุกเลขหมาย หรือลำดับขั้นของการตรวจเช็คการถอดรหัสเลขหมายนี้ ดังแสดงตารางโฟลว์ชาร์ตไว้ในรูปที่ 2.26

2.4.5 ทดสอบวงจรเสียง

การตรวจเช็คในอาการต่างๆ ที่กล่าวมา เป็นเพียงการตรวจเช็คการเชื่อมต่อถึงกันระหว่างส่วนฐานโทรศัพท์กับส่วนมือถือเท่านั้น แต่สำหรับในขั้นตอนการทดสอบวงจรเสียงนี้ จะรวมไปถึงการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ไร้สายกับคู่สายโทรศัพท์ด้วย เพราะนอกจากความผิดปกติจะเกิดขึ้นกับตัวโทรศัพท์ไร้สายเองแล้ว ยังอาจมีความผิดปกติกับคู่สายโทรศัพท์หรือสายโทรศัพท์จากชุมสายก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 ตารางลำดับขั้นการตรวจเช็ควงจรเสียง

การทดสอบคุณภาพของเสียงและระดับของสัญญาณเสียงที่สนทนากันภายในคู่สายโทรศัพท์ บางครั้งการสนทนากันอาจจะได้ยินระดับเสียงของคู่สนทนาไม่ชัดเจน บางทีก็เบามาก หรือไม่ก็ดังมากจนเสียงเพี้ยนไปเลย หากเมื่อเกิดอาการเช่นนี้ การตรวจเช็คสามารถทำได้โดยอาศัยเอซีโวลท์มิเตอร์ นำมาวัดระดับสัญญาณที่คู่สายโทรศัพท์จำลองในลักษณะคร่อมกับคู่สาย (ขนาน) ควรวัดที่คู่สายใกล้กับตัวเครื่องโทรศัพท์มากที่สุด เพื่อไม่ต้องการให้เกิดการลดทอนสัญญาณ จากนั้นทดลองพูดเข้าไปที่ส่วนมือถือในระดับเสียงปกติ จะต้องสามารถอ่านแรงดันที่เอซีโวลท์ได้ไม่ต่ำกว่า 0.1 โวลท์อาร์เอ็มเอสถ้าหากว่าต่ำกว่านี้แล้วถือว่าเกิดข้อผิดปกติขึ้นที่ส่วนมือถือ ดังตารางโฟลว์ชาร์ตแสดงลำดับขั้นการตรวจเช็คในรูปที่ 2.27

2.5 การแก้ไขอาการเสียต่าง ๆ

จากความผิดปกติส่วนใหญ่ที่ได้กล่าวมานั้น สามารถที่จะแก้ไขได้ไม่ยากเย็นนัก หากสามารถแยกอาการผิดปกติออกมาได้ว่าเกิดอยู่ในวงจรส่วนไหนซึ่งเป็นการล้อมกรอบการตรวจเช็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรให้แคบเข้ามาอีก รวมทั้งเวลาที่ใช้ไปในการตรวจเช็คนั้นน้อยมาก ในบางครั้งการตรวจซ่อมอาจทำให้เกิดปัญหาหลายอย่างตามมา เช่นเครื่องอาจจะทำงานได้ไม่ดีเท่าเดิม ซึ่งปัญหานี้พบมากในกลุ่มช่างบริการที่ขาดความละเอียด และความไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็ค สำหรับช่างบริการที่ดีควรจะมีการตรวจสอบการทำงานทั้งระบบ เพื่อเปรียบเทียบมาตรฐานให้เท่ากับของเดิม หรืออย่างน้อยที่สุดก็ให้เท่ากับของเดิม หรือน้อยที่สุดก็ให้ใกล้เคียงกับมาตรฐานเดิมมากที่สุด

การตรวจเช็คอย่างละเอียดหลังจากพบว่า อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นอยู่ในส่วนใดของวงจร หรือส่วนไหนของระบบ จากนั้นก็ต้องทำการตรวจเช็คหาอุปกรณ์หรือส่วนที่ชำรุดต่อไป ในตอนนี้ก็จะเริ่มจากการติดต่อกันระหว่างส่วนฐานโทรศัพท์กับส่วนมือถือ

2.5.1 สัญญาณกระดิ่งที่ส่วนมือถือไม่ดัง

ปัญหาที่เกิดจากสัญญาณกระดิ่งที่ส่วนมือถือไม่ดัง และพิจารณาแล้วว่าเกิดความผิดปกติขึ้นที่ภาคส่งของส่วนฐานและภาครับของส่วนมือถือ การตรวจเช็คอันดับแรกต้องทำการวัดระดับความแรงของสัญญาณอาร์เอฟของภาคส่งส่วนฐาน กรณีภาคส่งที่ใช้ความถี่ย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์ การตรวจวัดระดับสัญญาณอาร์เอฟทำได้ยากมากและอาจเกิดอันตรายทั้งต่อผู้ตรวจเช็คเอง หรือต่อเครื่องมือที่ทำการวัดด้วยเพราะภาคส่งในย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์นี้ใช้การมอดูเลตสัญญาณอาร์เอฟเข้าสู่สายอากาศซึ่งเป็นสายไฟตามบ้าน ดังนั้นการวัดสัญญาณอาร์เอฟของภาคส่งย่านนี้เราจะต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ซึ่งก็มีอยู่แล้วในเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

สำหรับในการวัดความแรงสัญญาณอาร์เอฟในภาคส่งย่านความถี่ 46 เมกะเฮิรตซ์ ลักษณะการใช้อาร์เอฟโพรบวัดสัญญาณนั้น จะใช้ปลายของโพรบสัมผัสกับสายอากาศของภาคส่งส่วนฐานโทรศัพท์โดยตรง ซึ่งวัดขณะที่กดปุ่มเรียกที่ส่วนฐาน และอ่านค่าแรงดันที่โวลท์มิเตอร์

โดยปกติแล้วทั้งภาคว่าในย่าน 1.7 เมกะเฮิรตซ์ หรือ 46 เมกะเฮิรตซ์ จะสามารถอ่านค่าแรงดันของสัญญาณอาร์เอฟที่โวลท์มิเตอร์ได้ประมาณ 4 โวลท์ ถือว่าเครื่องหรือภาคส่งไม่ผิดปกติและสามารถทำงานได้ดี แต่ถ้าหากอ่านค่าแรงดันได้ประมาณครึ่งหนึ่งหรือประมาณ 2 โวลท์ นั้นก็หมายความว่าภาคส่งถูกปิดสัญญาณไว้ หรือไม่ต่อสัญญาณออกสู่สายอากาศในกรณีที่วัดค่าแรงดันไม่ได้เลยหรือเป็นศูนย์โวลท์ ภาคส่งของส่วนตัวฐานเสียแน่นอน ซึ่งอาการเสียส่วนมากจะอยู่ในภาคเอาท์พุตสุดท้ายของภาคส่ง และการตรวจเช็คก็จะเริ่มจากภาคเอาท์พุตย้อนกลับไปอินพุต โดยวัดแรงดันสัญญาณเอซีและตัวต้านทานในภาคเอาท์พุตสุดท้าย และภาคกำเนิดสัญญาณอาร์เอฟในภาคส่ง

ในกรณีที่วัดแรงดันอาร์เอฟเอาท์พุตแล้วปรากฏว่ามีแรงดันปกติ อาจจะเกิดการผิดผลาดทางความถี่อาร์เอฟได้ รวมทั้งการมอดูเลตสัญญาณกระดิ่ง การตรวจเช็คให้เปิดภาคส่งอาร์เอฟให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานแต่ไม่มีการมอดูเลตสัญญาณกระดิ่ง ทำการวัดความถี่อาร์เอฟอย่างเดียวด้วยเครื่องมือวัดความถี่ ถ้าหากความถี่ที่วัดออกมาได้มีความผิดพลาดของความถี่อาร์เอฟเกิน 2 กิโลเฮิรตซ์ ต้องทำการปรับแต่งหรือจูนความถี่อาร์เอฟด้านส่งของส่วนฐานใหม่ให้ถูกต้อง

อาการผิดปกติของสัญญาณกระดิ่งที่ส่วนมือถือไม่ดังนั้น บางทีอาจเกิดจากการมอดูเลตสัญญาณกระดิ่งผิดปกติ ในขณะที่ภาคส่งทำงาน สัญญาณกระดิ่งที่จะมอดูเลต (ความถี่ 700-1,500 เฮิรตซ์) ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณกระดิ่งจากส่วนฐาน (จากปุ่มเรียก) หรือจากคู่สายโทรศัพท์ที่จะทำการมอดูเลตกับความถี่อาร์เอฟนั้น จำเป็นต้องมีความถี่และแอมปลิจูดที่ถูกต้อง เพราะไม่เช่นนั้นแล้วสัญญาณกระดิ่งนี้จะไม่สามารถผ่านวงจรกรองความถี่ในส่วนมือถือ

สัญญาณกระดิ่งเองที่ผลิตขึ้นจากส่วนฐานจะมีความถี่เบี่ยงเบน 3 ถึง 4 กิโลเฮิรตซ์ ความถี่เบี่ยงเบนของสัญญาณกระดิ่ง สามารถวัดได้โดยอาศัยเครื่องวัดความถี่ของสัญญาณกระดิ่ง และใช้มิเตอร์วัดความถี่เบี่ยงเบน ซึ่งมิเตอร์นี้จะมีอยู่แล้วในชุมสายโทรศัพท์จำลอง ดังได้ยกตัวอย่างแล้วในตอนต้น

เมื่อภาคส่งของส่วนฐานปกติ ต้องเกิดข้อบกพร่องที่ภาครับของส่วนมือถือแน่นอน การตรวจเช็คภาครับนั้นต้องทำการส่งสัญญาณอาร์เอฟไปยังภาครับส่วนมือถือโดยมีการมอดูเลตสัญญาณกระดิ่งไปด้วย (พร้อมกับปรับสัญญาณกระดิ่งให้เบี่ยงเบน 4 กิโลเฮิรตซ์) ใช้โวลท์มิเตอร์วัดแรงดันไฟสลับ ซึ่งเป็นแรงดันสัญญาณกระดิ่งโดยต่อผ่านโพรบก่อน การวัดเราจะวัดสัญญาณเอาท์พุตของภาคดีมอดูเลตในภาครับของส่วนมือถือ หากต้องการความแน่นอนต้องใช้ออสซิลโลสโคปวัดดูสัญญาณ ซึ่งก็จะพบการผิดเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากการดีมอดูเลตผิดพลาด นั้นก็คือเกิดการผิดปกติที่ภาคดีมอดูเลเตอร์ของภาครับส่วนมือถือ

แต่ถ้าหากวัดสัญญาณที่เอาท์พุตภาคดีมอดูเลเตอร์แล้วไม่มีสัญญาณออกมาแต่อย่างใด จะต้องเกิดความผิดปกติขึ้นที่ภาคอาร์เอฟและภาคไอเอฟของภาครับส่วนมือถือ การตรวจเช็คนั้นให้ทำการวัดสัญญาณความถี่ที่ออสซิลเลเตอร์แต่ละตัวในภาครับ และวัดสัญญาณไอเอฟเอาท์พุตของภาคขยายไอเอฟด้วย เพื่อที่จะทำให้ทราบว่าวงจรส่วนมิกเซอร์ทำงานได้ปกติดีหรือไม่ ซึ่งถ้าไม่มีสัญญาณแต่อย่างใดก็แสดงว่า ภาคออสซิเลเตอร์, ภาคขยายไอเอฟ หรือภาคมิกเซอร์ ของภาครับส่วนมือถือเสียหรือผิดปกติ

เมื่อวัดสัญญาณที่เอาท์พุตภาคดีมอดูเลเตอร์ในส่วนของมือถือ ปรากฏว่ามีสัญญาณออกมาปกติดี ภาครับส่วนมือถือก็ปกติดี ดังนั้นข้อบกพร่องหรือส่วนที่เสียจะต้องอยู่ในภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง หรือภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่ง, ภาคขยายเสียง, ตัวลำโพงหรือเปียซโซ ในการตรวจเช็คก็อาศัยการป้อนสัญญาณเสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเข้ากับส่วนฐาน แล้วส่งมายังส่วนมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้โพรบวัดแรงดันที่จุดก่อนเข้าภาคดีเทกต์หรืออินพุตของภาคดีเทกต์สังเกตเข็มมิเตอร์ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรืออ่านค่าแรงดันไม่ได้ ให้ย้ายโพรบมาวัดที่เอาท์พุตของภาคดีเทกต์ พร้อมกับปรับความถี่ที่เครื่องกำเนิดสัญญาณ จนกว่าจะมีระดับแรงดันสัญญาณที่เอาท์พุตของภาคดีเทกต์ จากนั้นให้วัดความถี่ที่เครื่องกำเนิดสัญญาณ แล้วทำการปรับภาคกำเนิดสัญญาณกระดิ่งให้มีความถี่ตรงกับที่วัดได้ การปรับนั้นจะปรับที่ส่วนฐาน ถ้าปรับความถี่ทุกความถี่แล้ววัดแรงดันเอาท์พุตไม่ได้เลย ก็แสดงว่าภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่งเสีย

ถ้าหากว่ามีแรงดันสัญญาณที่เอาท์พุตของภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่ง แต่กระดิ่งไม่ดัง ให้ย้ายโพรบไปวัดที่เอาท์พุตของภาคขยายก็เสีย แต่ถ้ามีสัญญาณออกมาลำโพงหรือเปียซโซน่าจะเสียหรือบางทีสายลำโพงอาจจะขาดได้

จากที่กล่าวมา เป็นการทดสอบสัญญาณกระดิ่งจากการกดสวิตช์เรียกที่ส่วนฐานโทรศัพท์หรือการกำเนิดสัญญาณกระดิ่งจากส่วนฐานเอง แต่ถ้าเป็นสัญญาณกระดิ่งจากคู่สายโทรศัพท์แล้วจะมีการทดสอบอย่างไรจึงจะทราบสาเหตุได้

การตรวจเช็คอาการผิดปกติเนื่องจากไม่มีสัญญาณกระดิ่งที่ส่วนมือถือ จากสัญญาณกระดิ่งที่มาจากคู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ อาการผิดปกตินี้มีวิธีการตรวจหาข้อบกพร่องได้ไม่ยากนัก ซึ่งส่วนใหญ่จะตรวจเช็คที่ส่วนฐานโทรศัพท์ ในตอนแรกเลยต้องตรวจสอบดูที่ส่วนฐานโทรศัพท์ว่าอยู่ในสภาวะวางหูตามการควบคุมจากส่วนมือถือหรือยัง โดยที่เราจะอาศัยการวัดค่าความต้านทานของคู่สายโทรศัพท์ ถ้ามีความต้านทานสูง โทรศัพท์ก็อยู่ในสภาวะวางหู แต่ถ้าได้ค่าความต้านทานต่ำ แสดงว่าโทรศัพท์ถูกยกหูอยู่หรือถ้าวัดได้ค่าความต้านทานศูนย์โอห์ม แสดงว่าสายลัดวงจร

บางกรณีที่มีเครื่องโทรศัพท์ไร้สายอยู่ใกล้เคียงกันอีกเครื่องหนึ่ง เป็นไปได้ว่าอาจจะบังเอิญที่ส่วนมือถือนั้นยกหูอยู่และมีสัญญาณนำร่อง, สัญญาณความถี่คลื่นพาห์ ตรงกับส่วนฐานที่กำลังตรวจสอบอยู่ นั่นก็เป็นอีกกรณีหนึ่ง แต่สามารถสังเกตได้ว่าอาการเช่นนี้จะเกิดขึ้นบางครั้งบางคราว ไม่เป็นตลอดเวลา อีกกรณีอาจจะเนื่องจากชุดบริดจ์ไดโอดในส่วนฐานโทรศัพท์ลัดวงจรเป็นเหตุให้ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์ลดต่ำลงมามาก

การตรวจสอบจะมุ่งเน้นมาที่ส่วนฐานโทรศัพท์ เมื่อทำการวางโทรศัพท์ให้อยู่ในสภาวะวางหู จะทำการตรวจที่ภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่งที่ส่วนฐานโทรศัพท์ก่อน โดยการป้อนสัญญาณกระดิ่งต่อเนื่องเข้าไปยังจุดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ส่วนฐาน ใช้เอซีโวลท์มิเตอร์วัดแรงดันที่อินพุตของภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่ง ถ้าวัดไม่ได้แสดงว่าสายโทรศัพท์ขาด

โทรศัพท์ไร้สายส่วนมากมักจะใช้ออปโต้ไอโซเลเตอร์ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่งในภาคดีเทกต์สัญญาณกระดิ่ง การตรวจเช็คในภาคนี้กระทำโดยย้ายเอซีโวลท์มิเตอร์มาวัดแรงดันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุตของออปโต้ไอโซเลเตอร์ ซึ่งจะทำงานเป็นสวิตชิ่ง เพื่อให้ภาคส่งความถี่อาร์เอฟ และภาคกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง 700-1,500 เฮิรตซ์ทำงานได้ ถ้าหากสัญญาณกระดิ่งไม่ดังและทำงานไม่ต่อเนื่อง จะตรวจเช็คที่อุปกรณ์ตัวนี้

2.5.2 ไม่มีสัญญาณไดอัล-โทน

ถ้าหากว่าอาการไม่มีสัญญาณไดอัล-โทนมาดังที่ลำโพงของส่วนมือถือแต่หลอดไฟแสดงสภาวะการใช้สายสว่างขึ้น ปัญหาอาจเกิดจากการติดต่อกันระหว่างส่วนฐานกับส่วนมือถือ การตรวจเช็คขั้นแรกจะทำการเช็คที่ภาคส่งขณะมอดูเลตกับสัญญาณนำร่อง สัญญาณที่มอดูเลตต้องมีความถี่และแอมปลิจูดถูกต้อง เพราะภาคดีเทกต์สัญญาณโทนจะไม่ตอบสนองสัญญาณที่มีความถี่ผิดเพี้ยนและมีความแรงสัญญาณต่ำ

การตรวจเช็คที่ส่วนฐานของโทรศัพท์ ในส่วนนี้เองจะต้องมีการรับและดีมอดูเลตสัญญาณความถี่ อาร์เอฟจริง ๆโดยจะมีค่าความถี่เบี่ยงเบน 3 กิโลเฮิรตซ์ ต่อออสซิลโลสโคปวัดที่เอาท์พุตของภาคดีมอดูเลตของภาครับในส่วนฐานโทรศัพท์ เป็นภาครับย่านความถี่ 49 เมกะเฮิรตซ์ ถ้าหากว่าสัญญาณที่ได้ออกมามีความผิดเพี้ยนของสัญญาณแสดงว่าภายในภาครับมีอุปกรณ์เสียอยู่ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ตัวไหนนั้นต้องหาลึกเข้าไปอีก

ในส่วนฐานโทรศัพท์นั้นภาครับประกอบไปด้วยหลายส่วนประกอบ ตั้งแต่ภาคขยายสัญญาณอาร์เอฟ ภาคขยายไอเอฟ ซึ่งมีภาคขยายไอเอฟ 2 ภาคด้วยกัน และภาคดีเทกเตอร์ อันดับแรกวัดความถี่ออสซิลเลเตอร์ของวงจรออสซิลเลเตอร์ในภาครับว่ามีการกำเนิดความถี่ขึ้นมาหรือไม่ ถ้าไม่มีการออสซิลเลตแสดงว่าปัญหาอยู่ในส่วนนี้ และต่อไปจะทำการวัดแรงดันสัญญาณที่เอาท์พุตภาคขยายสัญญาณแต่ละส่วน โดยใช้อาร์เอฟโพรบกับมัลติมิเตอร์ช่วยในการวัด

หลังจากวัดสัญญาณแล้วไม่มีจุดผิดปกติ ให้มาตรวจภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่อง ซึ่งภาคนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการยกหูโทรศัพท์ ถ้าหากภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่องไม่มีการดีเทกต์สัญญาณออกมาต้องตรวจสอบดูว่าสัญญาณนำร่องความถี่อื่น ๆนั้นภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่องมีการดีเทกต์สัญญาณหรือไม่ เพราะภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่องโทรศัพท์บางเครื่องนั้นอาจถูกเซตไว้ที่คนละความถี่ก็ได้ ในกรณีที่ภาคดีเทกต์สัญญาณนำร่องมีการดีเทกต์ที่ความถี่อื่น จะต้องปรับภาคดีเทกต์ในส่วนฐานให้ทำการดีเทกต์สัญญาณนำร่องที่ความถี่ที่เกิดจากภาคกำเนิดสัญญาณนำร่องจากส่วนมือถือเครื่องเดียวกัน

ถ้าภาคดีเทกต์สัญญาณทำงานถูกต้อง สามารถดีเทกต์สัญญาณได้ถูกต้อง ปัญหาอาจเกิดขึ้นที่วงจรส่วนที่ขับรีเลย์หรือตัวรีเลย์ ซึ่งจะทำหน้าที่ขับรีเลย์ให้ยกหูและวางหู หมายถึงเป็นฮุกสวิตช์นั่นเอง ให้วัดแรงดันที่เอาท์พุตของภาคขับรีเลย์ ถ้ามีแรงดันออกมารีเลย์ไม่ทำงาน แสดงว่ารีเลย์เสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าเกิดจากการผิดเพี้ยนของสัญญาณไดอัลโทนแล้ว ส่วนมากจะเกิดขึ้นที่ภาคดีเทกเตอร์ของส่วนฐานโทรศัพท์การตรวจเช็คก็ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณเอาท์พุตวงจรดีมอดูเลเตอร์ ถ้าเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณแสดงว่าเกิดอาการเสียที่ภาคดีเทกเตอร์ของโทรศัพท์ส่วนฐาน

2.5.4 เสียงไม่มีคุณภาพ

อาการผิดปกติทางด้านเสียงก็มีลักษณะของอาการที่แตกต่างกันหลายลักษณะซึ่งก็แตกต่างกันออกไป ดังจะได้ยกมากล่าวเป็นอาการ ๆ ไป

ระดับเสียงต่ำ

สัญญาณเสียงที่รับจากส่วนมือถือมีระดับสัญญาณเบาเกินไป ทำให้มีปัญหาในการรับฟัง การตรวจเช็คในส่วนมือถือ อันดับแรกใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณเป็นตัวจ่ายสัญญาณเสียงเข้าสู่วงจรไมโครโฟนของส่วนมือถือ และทดลองปรับความแรงของสัญญาณพร้อมกับสังเกตดูการเปลี่ยนแปลงของเอซีโวลท์มิเตอร์ที่เอาท์พุตของวงจรขยายไมโครโฟน และเช็คสัญญาณที่จะส่งไปยังภาคขยายเสียง ในส่วนนี้จะขยายสัญญาณส่งไปยังภาคส่งเพื่อทำการมอดูเลตกับสัญญาณคลื่นพาห์ หากสัญญาณถูกต้องก็จะมีการมอดูเลตสัญญาณส่งไปยังส่วนฐาน แสดงว่าที่ภาคส่งและมอดูเลตของส่วนมือถือทำงานปกติ

หากไม่มีการดีมอดูเลตสัญญาณที่รับเข้ามาที่ส่วนฐาน ให้ตรวจเช็ควงจรกรองความถี่ต่ำและหม้อแปลงไฮบริด และระยะทางการติดต่อกันระหว่างส่วนมือถือกับส่วนฐานโทรศัพท์ จะเห็นว่าขั้นตอนการตรวจเช็คจะสั้นลง เพราะส่วนอื่นได้ตรวจเช็คมาเป็นลำดับแล้ว

ระดับไซด์โทนต่ำ

เนื่องจากสัญญาณไซด์โทนที่มาเข้ายังส่วนมือถือถูกส่งมาจากส่วนฐาน โดยอาศัยการป้อนสัญญาณกลับจากหม้อแปลงไฮบริด ดังนั้นลักษณะที่ทำให้เกิดระดับสัญญาณไซด์โทนต่ำมากหรือไม่คงที่ ต้องเนื่องมาจากหม้อแปลงไฮบริดที่ส่วนฐานแน่นอน การตรวจเช็คเพื่อความแน่ใจและหาสาเหตุที่ถูกต้อง ให้ตรวจวัดระดับการมอดูเลตของภาคส่งกับสัญญาณเสียงหรือสัญญาณโทนเสียง ถ้าการมอดูเลตมีความถี่เบี่ยงเบนน้อยกว่า 3 กิโลเฮิรตซ์ ที่ระดับการป้อนสัญญาณเสียงปกติ แสดงว่าหม้อแปลงไฮบริดมีปัญหาในการใช้งานแน่นอน

คุณภาพเสียงด้อย

การรับฟังเสียงการสนทนากันในลักษณะที่เสียงมีคุณภาพต่ำนั้น จะทำให้หมดอารมณ์ในการพูดคุยกันเสียก่อน ปัญหาจากคุณภาพของเสียงไม่ดีเท่าที่ต้องการนั้น อาจจะอยู่ในส่วนมือถือหรือส่วนฐานให้ทำการวัดสัญญาณเสียงเอาท์พุต โดยใช้ออสซิลโลสโคปวัดระดับสัญญาณที่คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์จำลอง แล้วใช้สัญญาณซายน์จากเครื่องกำเนิดสัญญาณที่มีความเพี้ยนต่ำโดยจ่ายสัญญาณเข้าไปที่ไมโครโฟน

ถ้าสัญญาณที่วัดออกมาได้มีความผิดเพี้ยนเกิดขึ้น แสดงว่าวงจรไมโครโฟนมีความผิดปกติ ถ้าหากไม่ผิดเพี้ยนให้ตรวจเช็คที่ภาคดีมอดูเลตในภาครับส่วนฐานและวงจรเสียง หากปกติก็เช็คหม้อแปลงไฮบริดต่อไป ส่วนของวงจรภาคอื่นๆ นั้นได้ทำการตรวจเช็คมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

จากรายละเอียดต่างๆ ของโทรศัพท์ และวิธีการลำดับขั้นตอนการตรวจสอบโทรศัพท์ จากบทที่ 2 ไปแล้วนั้น เราจะนำรายละเอียดต่างๆ นั้นมาออกแบบวงจร

3.1 การออกแบบวงจร

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ทุกวงจรได้ออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Protel และวงจรที่ออกแบบทั้งหมดจะถูกติดตั้งลงในกระเป๋าเอนกประสงค์ซึ่งมีขนาดที่กระทัดรัด ทำให้สะดวกมากในการเคลื่อนย้าย

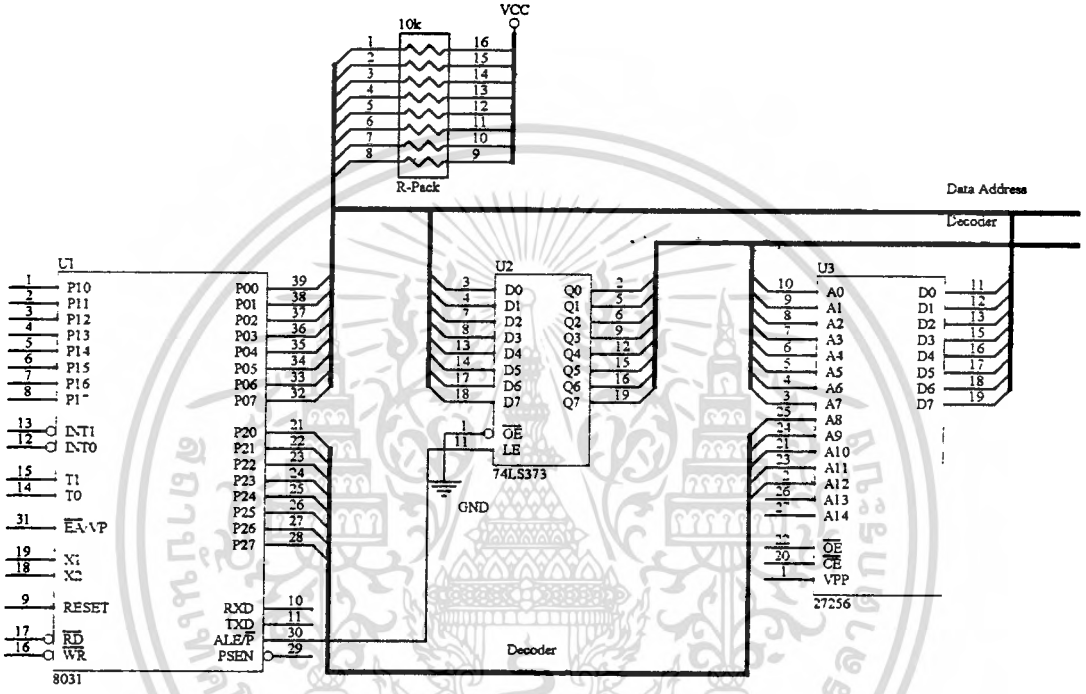
ระบบการทำงานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติจะ ประกอบด้วยวงจรที่สำคัญ 14 ส่วนด้วยกัน

1. Micro Controler MCS - 51
2. Phone In Check
3. Line Exchange Check
4. Hook Switch Check
5. Dial Tone Generator
6. Ringing And Sound System
7. Telephone DTMF Check
8. Telephone Pulse Check
9. Frquency Check
10. Control Supply
11. Control Relay
12. Power Supply
13. Switch Control
14. Sound

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทำงานของชุดควบคุม (PC - SB31)

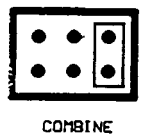
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 AH ของบอร์ด PC - SB31 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีแรมและพอร์ทภายใน สามารถใช้ได้เลย มีบางส่วนที่เราจะต้องต่อเพิ่มเติมเข้าไป ก็คือหน่วยความจำภายนอก โดยการใช้ ไอซี 74LS373 ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การต่อหน่วยความจำภายนอกโดยการใช้ไอซี 74LS373

5. การเลือกลักษณะของ EPROM

จากโครงงานนี้จะใช้ EPROM เมโมรี่ และ ดาต้าเมโมรี่ ไปพร้อมๆ กันดังนี้ จะต้องทำการเซตจัมพ์เปอร์ หมายเลข 4 (JP4) ดังแสดงในรูปที่ 3.3

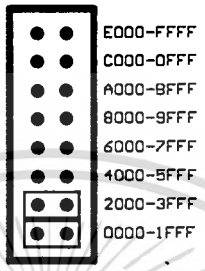


รูปที่ 3.3 การเลือกลักษณะของ EPROM เป็นดาต้าเมโมรี่ และโปรแกรมเมโมรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การเลือกตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้น

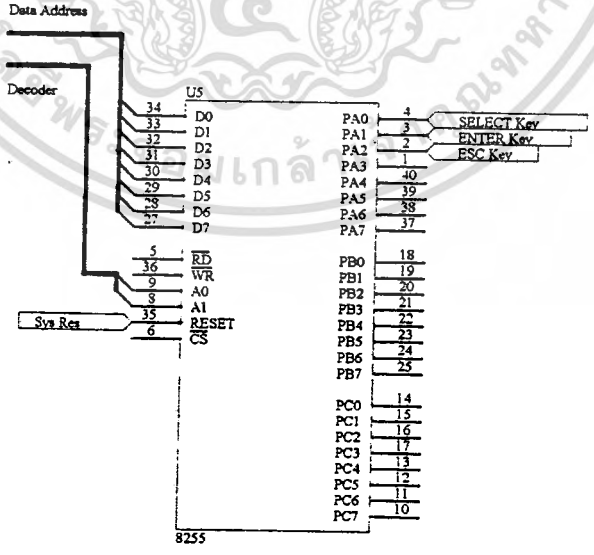
จากโปรแกรมเราจะเลือกใช้ตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H - 3FFFH ดังนั้นเราจะทำการเซตจัมพ์เปอร์ หมายเลข 7 (JP7)



รูปที่ 3.4 การเลือกตำแหน่งของแอดเดรสเริ่มต้น

7. การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด

โครงงานนี้เราใช้พอร์ท A ของชิพ 8255 3 บิทในการต่อกับคีย์บอร์ด มีอยู่ด้วยกัน 3 บิท คือปุ่ม ESC ปุ่ม SELECT ปุ่ม ENTER ดังแสดงรูปที่ 3.5

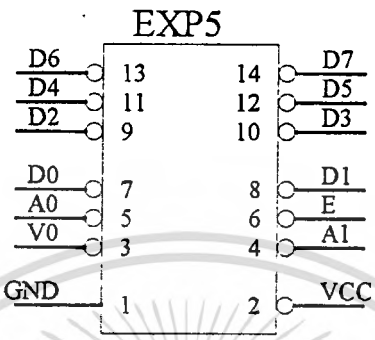


รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การเชื่อมต่อเข้ากับ LCD

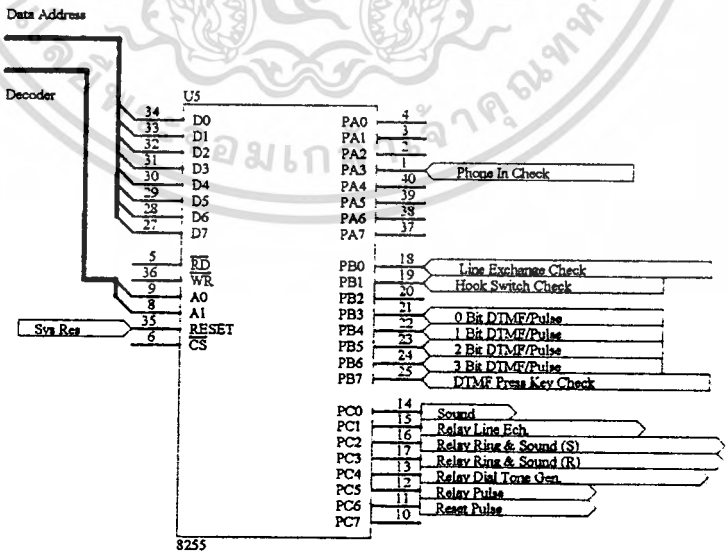
โดยการใช้คอนเน็กเตอร์ 14 ขา (EXP5) ต่อออกมาจากบอร์ด PC - SB31 ใช้เชื่อมต่อโดยตรง และมีความต้านทานปรับค่าได้ขนาด 10 กิโลโอห์ม เพื่อใช้ในการปรับความเข้มของจอ LCD ดังแสดงรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การจัดขาของการเชื่อมต่อ LCD เข้ากับบอร์ด PC - SB31

9. การเชื่อมต่อบอร์ดกับวงจรต่างๆ

การเชื่อมต่อบอร์ดกับวงจรต่างๆนั้น ประกอบไปด้วยวงจร Phone In Check, Line Exchang Check, Hook Switch Check, Dial Tone Generator, Ringing And Sound System, Frequency Check ดังแสดงในรูปที่ 3.7

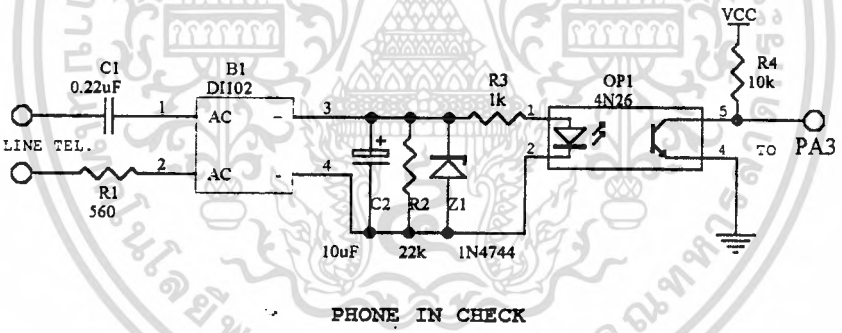


รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อบอร์ดกับวงจรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Phone In Check)

วงจรนี้มีหน้าที่คอยตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone) ซึ่งเป็นสัญญาณเรียก เนื่องมาจากมีคนโทรศัพท์มา ในขณะที่กำลังทำการตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์อยู่ วงจร Phone In Check จะทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา . วงจรจะทำการเปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ประมาณ 110 Vp-p ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 15 โวลท์ ทำให้ OP1 (Opto) ทำงาน แรงดันที่ขา 5 ของ OP1 ก็จะเปลี่ยนจาก 5 โวลท์เป็น 0 โวลท์ เป็นลอจิก 0 ป้อนไปยัง PA3 (Port Aที่ขา 3) ของ Port 8255 ไปยัง CPU ไม่ว่าขณะนั้นเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติกำลังทำงานอยู่ในขั้นตอนใดก็ตาม เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติก็จะทำการแจ้งให้ทราบว่ามีโทรศัพท์เข้ามา โดยมีสัญญาณเสียงเตือนด้วย และจะหยุดการทำงานในขั้นตอนนั้นไว้ชั่วคราว แล้วเตรียมพร้อมที่จะรับคำสั่งต่อไป ว่าจะต้องการรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาหรือไม่ ถ้าไม่รับเครื่องก็จะทำการตรวจสอบต่อไป แต่ถ้ารับเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ จะต่อคู่สายโทรศัพท์กับโทรศัพท์มาสเตอร์ ให้สามารถพูดกับคนที่โทรศัพท์เข้ามาได้



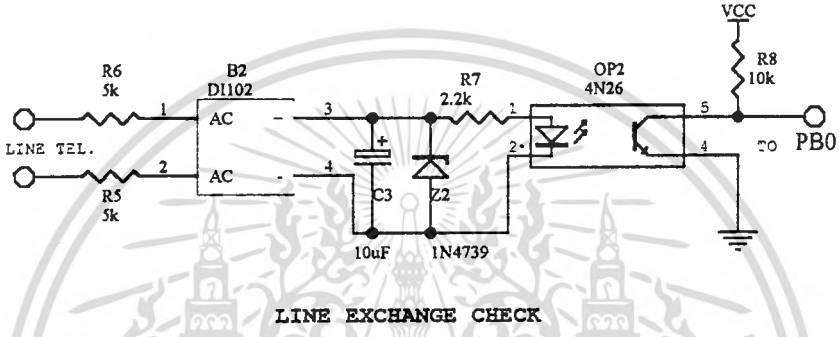
รูปที่ 3.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

3.1.3 วงจรตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ (Line Exchang Check)

วงจรนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ เพื่อแยกแยะว่า สาเหตุการเสียของเครื่องโทรศัพท์ว่า เกิดจากตัวเครื่องโทรศัพท์ หรือเกิดจากคู่สายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ โดยมีหลักการตรวจสอบดังนี้ คือตรวจสอบแรงดันไฟตรง 48 โวลท์ ของคู่สายโทรศัพท์ (Line Exchange) ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้ามีแรงดันไฟตรง 48 โวลท์ จากชุมสายโทรศัพท์ผ่านคู่สายโทรศัพท์เข้ามาก็จะทำให้วงจรนี้ทำงาน โดยที่ขา 5 ของ OP2 จะกลายเป็น 0 โวลท์ เกิดสภาวะลอจิก 0 ป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่าน Port PBO ของ Port 8255 ไปยัง CPU เครื่องก็จะแจ้งให้ทราบว่าคู่สายโทรศัพท์ใช้งานได้ โดยแสดงผลผ่านจอ LCD ว่า "PASS" แต่ถ้าหากไม่มีแรงดันไฟตรง 48 โวลท์ (หรือมีน้อยกว่า 30 โวลท์) OP2 ก็จะไม่ทำงาน ที่ขา 5 ก็ยังคงมีแรงดันไฟฟ้า 5 โวลท์ เป็นสภาวะลอจิก 1 ป้อนให้ Port PBO เครื่องตรวจสอบอัตโนมัติจะแจ้งให้ทราบว่า คู่สายโทรศัพท์ขัดข้องโดยแสดงผลผ่านจอ LCD ว่า "FAIL"



รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์

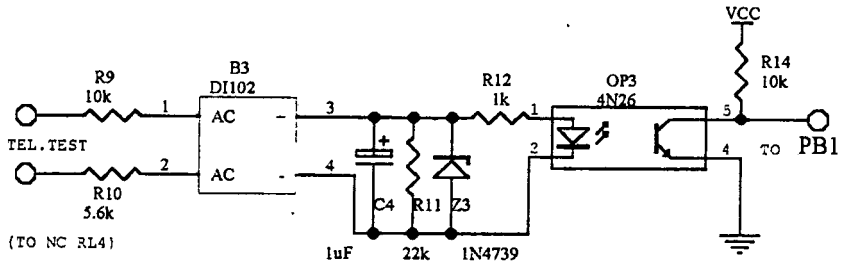
3.1.4 วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์ (Hook Switch Check)

วงจรนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบฮุกสวิตช์ ของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบ (Telephone Test) แล้วป้อนเอาท์พุทไปยัง CPU โดยผ่าน PB1 ของ Port 8255 ส่วนอินพุทของวงจรนี้จะต่อเข้ากับขาปกติปิด (NC) ของ RL4 ซึ่งเป็นรีเลย์แบบ 2 หน้าสัมผัส

เมื่อทำการตรวจสอบฮุกสวิทช์ ถ้าหาก Telephone Test อยู่ในสภาวะวางหูหรือ ON HOOK คือหูโทรศัพท์ถูกวางบนที่วางหูโทรศัพท์ เครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ จะแสดงผลบนจอ LCD ว่า"ON HOOK" และถ้าหาก Telephone test อยู่ในสภาวะยกหูหรือ OFF HOOK เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ก็จะแสดงคำว่า "OFF HOOK"

ทั้งนี้วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์จะทำงานได้ถูกต้อง เครื่องตรวจสอบอัตโนมัติต้องอยู่ในสภาวะทดสอบ (Status Test) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป อย่างไรก็ตามถ้าฮุกสวิตช์ของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบเสีย เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ก็จะแสดงผลไม่เป็นไปตามที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

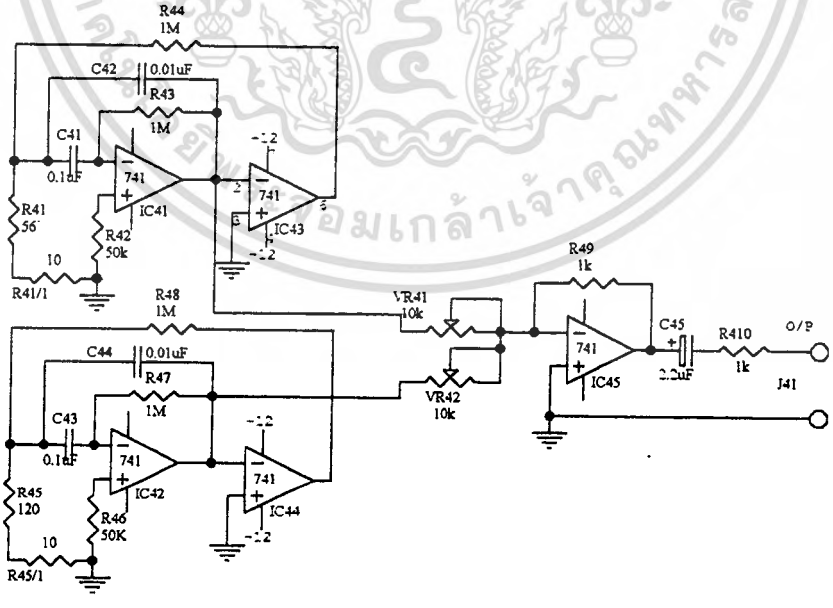


HOOK SWITCH CHECK

รูปที่.3.10 วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์

3.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาไดอัลโทน (Dial Tone Generator)

วงจรกำเนิดสัญญาณโดโอลโทนนั้นเราจะนำความถี่ 400 เฮิรตซ์ มาผสมหรือมิกเซอร์เข้ากับความถี่ 350 เฮิรตซ์ โดยใช้ไอซีเบอร์ 741 เป็นตัวผลิตความถี่ทั้งสองออกมา จากนั้นก็นำความถี่ทั้งสองมิกเซอร์กันซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ 741 ทำหน้าที่มิกเซอร์เหมือนกัน สัญญาณที่มิกเซอร์ออกมาแล้วก็จะเป็นสัญญาณไดอัลโทนนั่นเอง หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าสัญญาณแมวกรน



DIAL TONE GENERATOR

รูปที่ 3.11 วงจรกำเนิดสัญญาณไดอัลโทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และระบบเสียง (Ringing And Sound System)

วงจรนี้ถือเป็นวงจรที่สำคัญมากวงจรหนึ่ง เพราะหลายวงจรในเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติจะทำงานได้ต้องทำงานร่วมกับวงจรนี้ ซึ่งได้แก่วงจร Hook Switch Check, Telephone DTMF Check ,Telephone Pulse Check และยังเป็นวงจรสำคัญที่ทำให้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติอยู่ในสภาวะทดสอบ สภาวะทดสอบคือ สภาวะที่วงจร Ringing And Sound Sytem อยู่ในสภาวะ S ในขณะที่ทั้งเครื่อง Telephone Test และ Telephone Master ยกหู ซึ่งจะทำให้ LED สีเขียวสว่าง

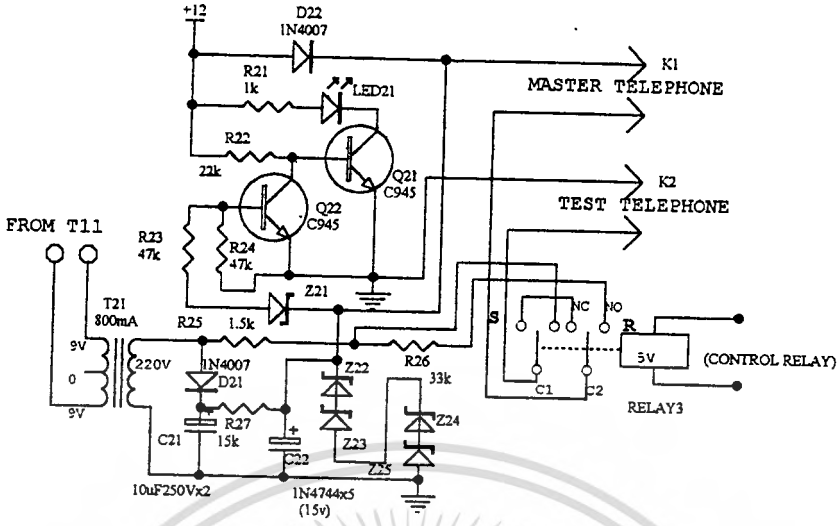
หน้าที่สำคัญของวงจรนี้มี 2 อย่างคือ 1) ตรวจสอบระบบสัญญาณกระดิ่ง (Ringing System)เมื่อวงจรอยู่ในสภาวะ Ringing (R) วงจรจะส่งสัญญาณกระดิ่งไปทดสอบเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบว่าทำงานปกติหรือไม่ 2) ตรวจสอบระบบเสียงของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบ ในขณะที่วงจรRinging And Sound System อยู่ในสภาวะ Sound (S) จะมีแรงดันไฟกระแสตรงประมาณ 12 โวลท์ จาก Power-Supplyป้อนผ่าน Telephone Master ผ่านไปยัง Telephone Test ทำให้ใช้โทรศัพท์ทั้งสองสามารถพูดคุยกันได้ สภาวะ R และ สภาวะ S จะถูกควบคุมโดยรีเลย์ 3

การทำงานของวงจรพอสรุปได้ดังนี้ T12 เป็น Step up Tranformer ผลิตไฟ AC ประมาณ 60 โวลท์เพื่อใช้เป็นสัญญาณกระดิ่งให้กับเครื่องโทรศัพท์โดยมี R25 (1.5 k 10W) จำกัดกระแสไว้ที่ 80 มิลิแอมป์ และมีแรงดันไฟกระแสสลับ 60 โวลท์ อีกส่วนหนึ่งจะถูก D21,C21,C22 และ R24 เปลี่ยนเป็นแรงดันไฟกระแสตรง ประมาณ 40 โวลท์,กระแส 5 มิลิแอมป์ ใช้เป็นแรงดันขณะโทรศัพท์ทั้งสองอยู่ในสภาวะวางหู เมื่ออยู่ในสภาวะ Sound RL3 ก็จะตัดแรงดันไฟทั้งสองส่วนที่กล่าวมาออก และจะใช้แรงดันไฟตรง 12 โวลท์ จาก Power Supply ป้อนให้เครื่องโทรศัพท์ Master กับ Telephone Test แทน

Z22 - Z24 (1N4744) ซึ่งเป็นซีเนอร์ไดโอด 15 โวลท์จะทำหน้าที่ควบคุมไม่ให้แรงดันที่ป้อนให้เครื่องโทรศัพท์เกิน 60 โวลท์

D22 ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แรงดันประมาณ 40 โวลท์ ในสภาวะ R ป้อนกลับไปยัง Power Supply ส่วน Q21,Q22 ใช้เป็นวงจรบอกสภาวะยกหูของเครื่องโทรศัพท์ทั้งสอง หรือที่เรียกว่าสภาวะ Status Test นั่นเองโดยมี LED 21 (สีเขียว) เป็นตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจร Ringing And Sound System

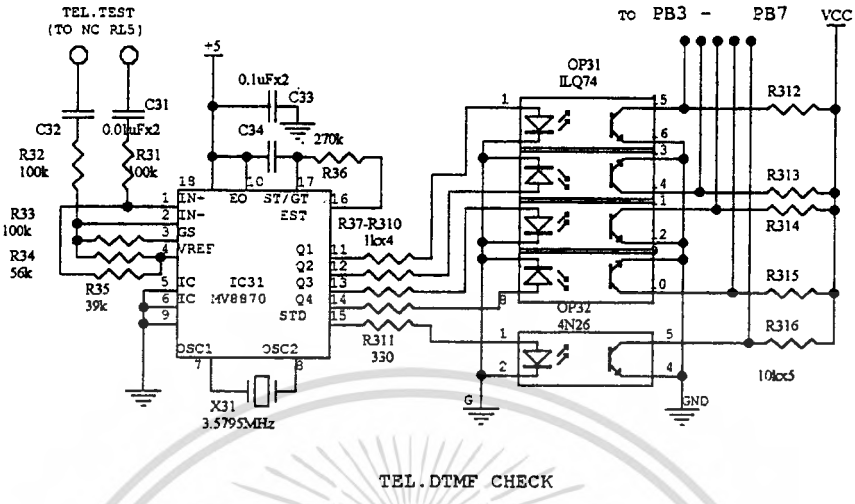
3.1.7 วงจรตรวจสอบเลขหมาย (Telephone DTMF Check)

วงจรส่วนนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากการกดคีย์ของโทรศัพท์ที่นำมาทดสอบ เพื่อตรวจสอบระบบคีย์ของโทรศัพท์ว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ โดยใช้ IC DTMF Decoder เบอร์ MT8870 เป็นอุปกรณ์หลักซึ่งจะทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาเป็นรหัส BCD (Binary Code Decimal) 4 หลักดังนั้นเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ จึงสามารถตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบ 16 คีย์ได้

ในขณะทำการตรวจสอบคีย์โทรศัพท์แบบ DTMF เมื่อกดคีย์โทรศัพท์ของ จะมีเอาท์พุทเป็น BCD 4บิทออกมาที่ขา 11 - 14 (Q1 - Q4) และที่ขา 15 (STD) จะเป็น 1 ทันทีเมื่อมีการกดคีย์ตามตารางเอาท์พุทของไอซีเบอร์ MT8870 ในบทที่ 2 สัญญาณเอาท์พุทของ MT8870 ทั้ง 5 บิทนี้จะถูกป้อนไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านทาง PORT B (PB3 - PB7) ของ PORT 8255 ถ้าแป้นคีย์ของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาทดสอบดี จอ LCD จะแสดงผลตรงตามเลขที่กด แต่ถ้าแป้นคีย์ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งหมดขัดข้อง จอ LCD ก็จะแสดงผลให้ทราบว่า "NON PREES" หรือ แสดงตัวเลขไม่ตรงตามคีย์ที่กดทำให้เราทราบจุดเสียในส่วนนี้ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบโทรศัพท์ต่อไป

วงจร Telephone DTMF Check จะทำงานได้ก็ต้องให้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติอยู่ในสภาวะทดสอบ (Status Test)

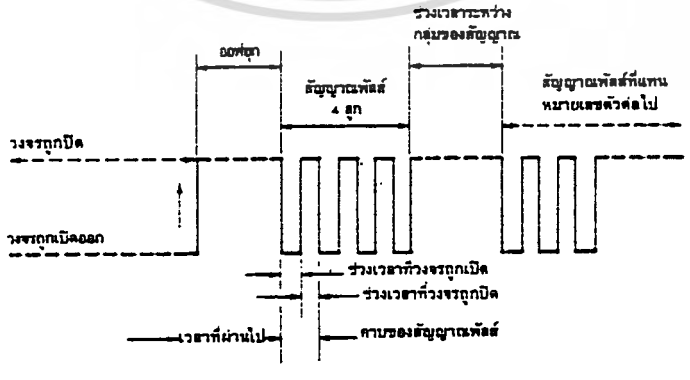
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจร Telephone DTMF Check

3.1.8 วงจรตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบพัลส์ (Telephone Pulse Check)

วงจรส่วนนี้ใช้สำหรับตรวจสอบโทรศัพท์ที่ใช้การส่งสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์แบบหมุน เมื่อหมุนแป้นหมุน หรือกดคีย์โทรศัพท์แบบพัลส์ จะเกิดการเปิดวงจรทำให้ไม่มีกระแสไหลเสมือนกับการขัดจังหวะ (Interuption) การไหลของกระแส สัญญาณหมายเลขที่ส่งออกมาจึงกลายเป็นสัญญาณพัลส์ เช่น หมุนหมายเลข 4 จะทำให้วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์ถูกเปิด 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณพัลส์ ดังรูป 3.14

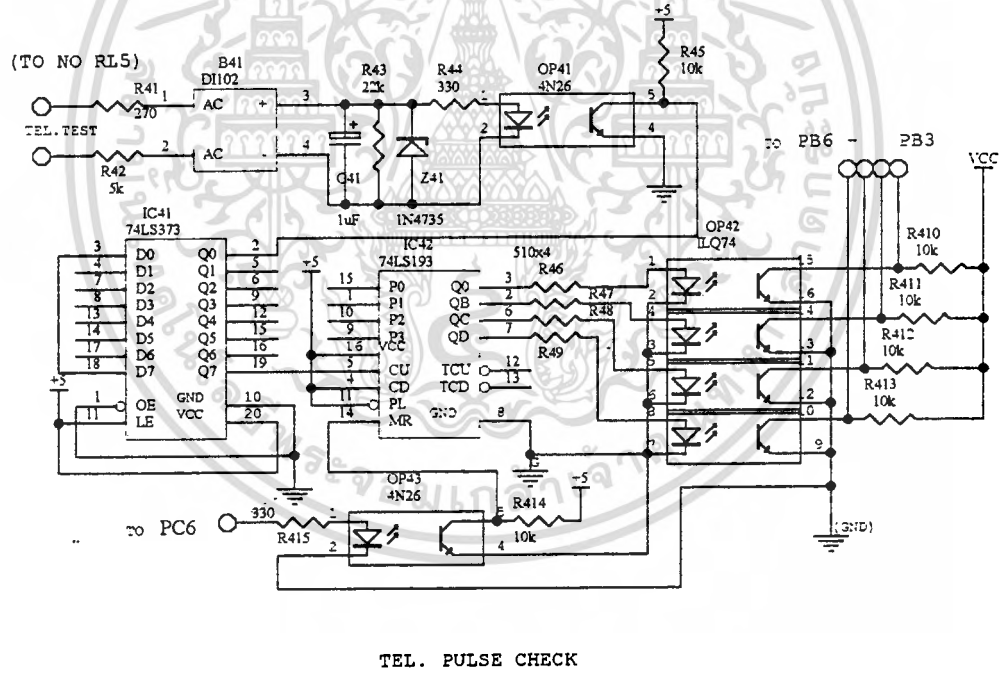


รูปที่ 3.14 สัญญาณพัลส์ที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้การส่งสัญญาณแบบพัลส์จะส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที หรือ (Pulse Per Second) ซึ่งมีคาบของสัญญาณประมาณ 100 วินาที ทำให้จำนวนพัลส์ และคาบเวลาของสัญญาณพัลส์ทั้งหมดในการหมุนเลขหมายโทรศัพท์แต่ละเลขหมายไม่เท่ากัน ขณะทำการตรวจสอบในขั้นตอนนี้วงจร Telephone Pulse Check จะทำการเปลี่ยนสัญญาณพัลส์ซึ่งมีแรงดันไฟ 48 โวลท์ ให้เป็นพัลส์ 5-6 โวลท์ IC 41 (744LS373) ซึ่งเป็น Latch Flip Flop ทำหน้าที่แลทช์สัญญาณ ได้เป็นสัญญาณพัลซ์ที่สมบูรณ์ป้อนให้ IC42 (74LS139) ทำการนับสัญญาณพัลส์ ได้เอาท์พุทเป็นสัญญาณ BCD 4 บิท ส่งผ่าน OP 42 ให้กับ Port 8255 ทาง PB3 -PB6 หลังแสดงผลการนับหนึ่งครั้งจะมีสัญญาณพัลส์มาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน OP 43 มารีเซต IC 42 ที่จอ LCD ก็จะแสดงผลคีย์โทรศัพท์ที่กด

ทำให้ตรวจสอบคีย์เลขต่างๆ ของโทรศัพท์ว่าถูกต้องหรือไม่ แต่วงจรนี้จะทำงานได้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติต้องอยู่ในสภาวะทดสอบ



TEL. PULSE CHECK

รูปที่ 3.15 วงจรตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบพัลส์

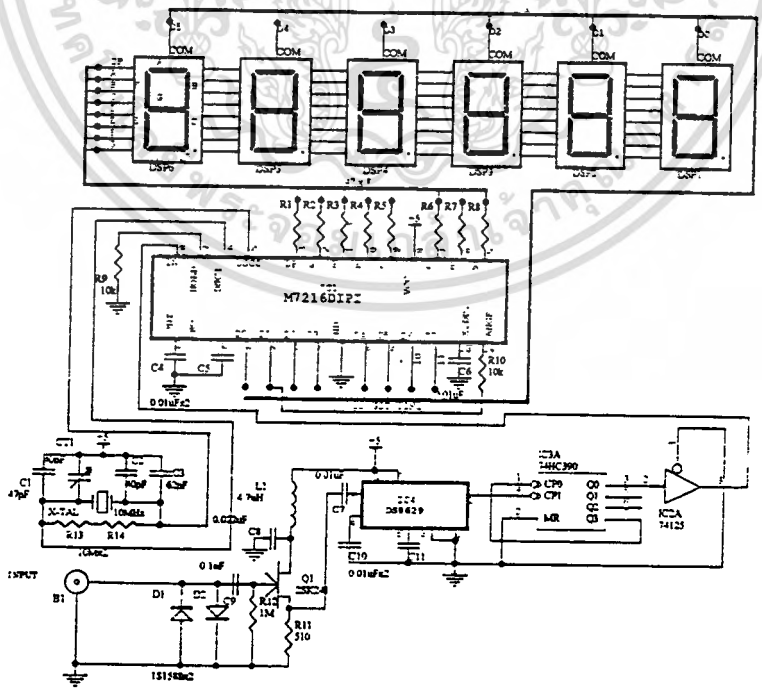
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 วงจรตรวจสอบความถี่ (Frequency Check)

จากวงจรตรวจสอบความถี่ส่วนสำคัญในการที่จะให้สามารถวัดความถี่ได้สูงถึง 100 Mhz ก็คือ IC_3 เบอร์ DS 8629 ซึ่งเป็นไอซีปรีสเกลเลอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวหารความถี่ก่อนที่จะป้อนไปยังวงจรนับ โดยไอซีเบอร์นี้สามารถวัดความถี่ได้สูงสุด 250 MHz

เมื่อป้อนสัญญาณทางอินพุตไม่ว่าจะเป็นสัญญาณรูปอะไรก็ตาม ก็จะถูกคลิบ (Clip) โดยไดโอด D1 และ D2 ทั้งช่วงบวกและลบของสัญญาณอินพุตให้เป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมหรือสแควร์เวฟป้อนให้กับขาเกต (G) ของ Q1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์และภาคขยายทางอินพุตของวงจร ได้เอาต์พุตที่ขาซอร์ส (S)

จากนั้นสัญญาณก็จะผ่าน C_{10} ไปยังวงจรหาร 1000 อันประกอบด้วย IC_3 ที่เป็นปรีสเกลเลอร์ ทำการหาร 100 ก่อนแล้วส่งไปยังวงจรหาร 10 โดย IC_4 จากนั้นก็จะผ่านเข้าไปยัง IC ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ของสัญญาณที่ส่งมา สัญญาณที่ผ่านบัฟเฟอร์แล้วก็จะถูกป้อนให้ IC เบอร์ ICM7216 DIP1 เป็นไอซีที่รวมภาคต่าง ๆของวงจรนับไว้ทั้งหมด เช่น ภาคขับ LED,ภาคกำเนิดความถี่สูง,ภาคกำเนิดความถี่ฐานเวลาเลขฐานสิบ,วงจรนับและแลตช์ข้อมูลเลขฐานสิบ 8 หลัก,ภาคถอดรหัสตัวเลขเจ็ดส่วนและภาคมัลติเพล็กซ์ 8 หลัก ซึ่งสามารถต่อไปขับ LED 7 ส่วน (7-Segment)ได้โดยตรง วงจรนี้จะใช้วัดความถี่ของโทรศัพท์ไร้สายที่นำมาตรวจสอบ



รูปที่ 3.16 วงจรตรวจสอบความถี่

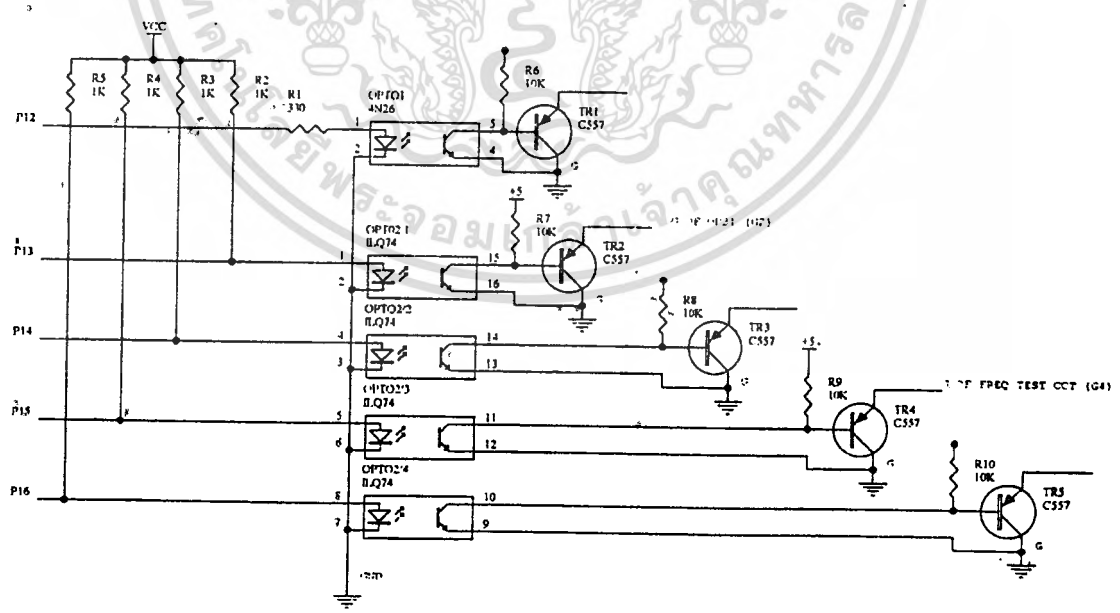
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 วงจรควบคุมแหล่งจ่าย (Control Supply)

เนื่องจากเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ประกอบด้วยวงจรต่างๆ อยู่หลายวงจรเพื่อให้ประหยัดกำลังไฟฟ้าและให้เครื่องทำงานได้อย่างเป็นขั้นตอน และยังสามารถประหยัด PORT ที่จะนำมาใช้ควบคุมการทำงานในเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้ วงจรในส่วนต่างๆ นี้

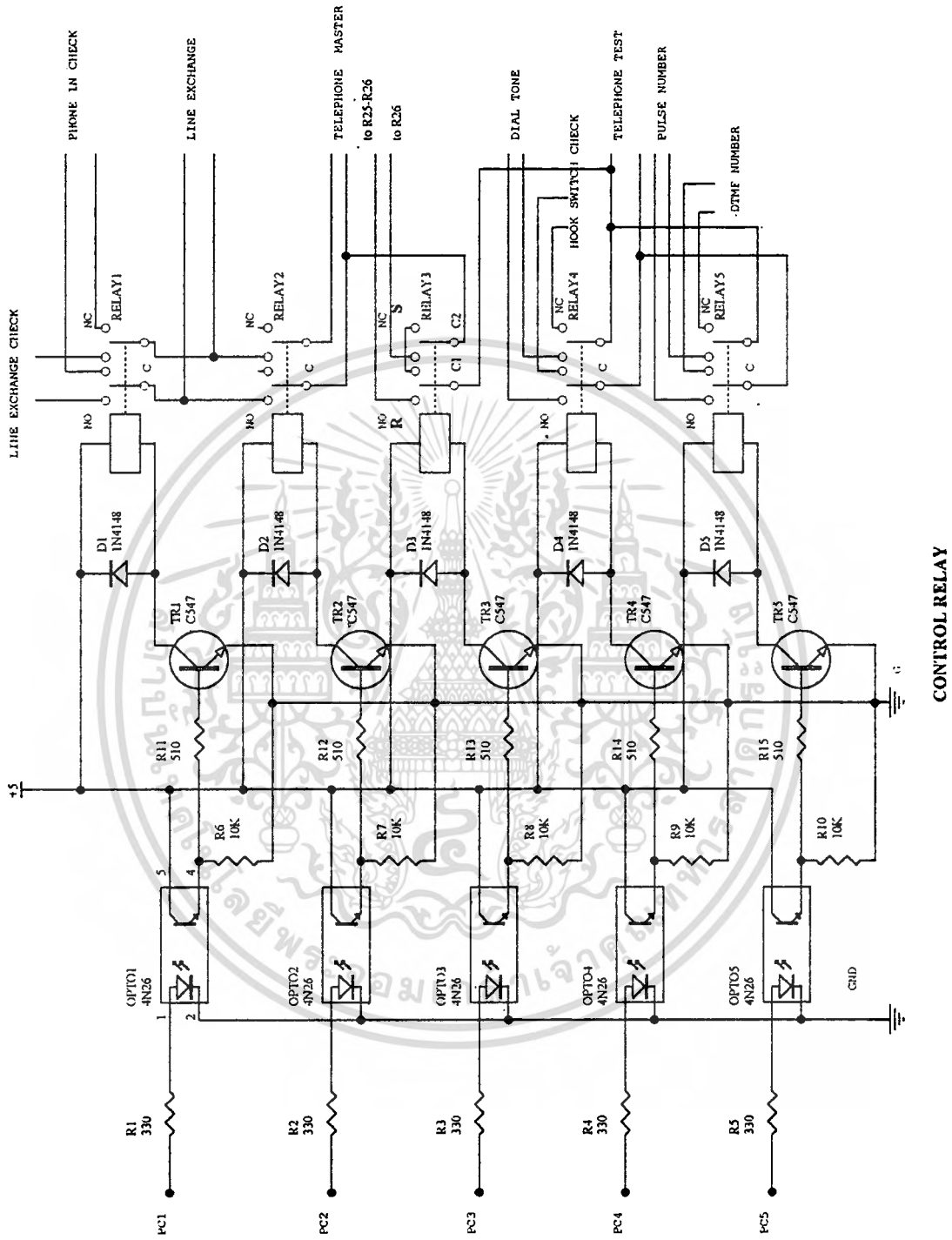
จากวงจร Control Supply จะใช้ TR2 เพื่อควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับ OP31 ซึ่งเป็น OPTO ที่ส่งผ่านเอาท์พุท ของวงจร DTMF ไปยัง PORT B (PB3 - PB7) โดยจะตัดกราวด์ของ OP31 ออกในขณะที่ทำการตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณแบบพัลส์เพื่อตัดเอาท์พุท ของวงจร Telephone DTMF Check ที่ค้างอยู่ที่ OP31 ทำให้ PB3 - PB7 รับข้อมูลจากเอาท์พุท ของวงจร Telephone Pulse Check เพียงวงจรเดียว ทำให้ไมโครคอนโทรนเล่อร์ประมวลผลได้ถูกต้อง และในขณะตรวจสอบโทรศัพท์ที่ส่งสัญญาณแบบ DTMF TR2 จะต่อกราวด์ให้ OP31 ทำให้มีเอาท์พุทจากวงจร Telephone DTMF Check ป้อนให้ PB3 - PB7 ได้ แต่เราไม่จำเป็นต้องตัด แหล่งจ่ายไฟ ของวงจร Telephone Pulse Check เพราะเอาท์พุท ของวงจรนี้จะไม่มีถ้าวงจรไม่ทำงาน

ส่วน TR4 จะทำหน้าที่ตัดกราวด์ไม่ให้วงจร Frequency Check ไม่ให้ทำงาน ขณะที่ยังไม่ตรวจสอบความถี่ ของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย ทรานซิสเตอร์ที่กล่าวมาทั้งสองตัวจะถูกควบคุมให้ตัดต่อวงจรด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผ่านทาง PORT P12 กับ P14 และ OPTO 2/2 กับ OPTO 2/4 สำหรับวงจรในส่วนที่เหลือจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์ต่อไป



รูปที่ 3.17 วงจรควบคุมแหล่งจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



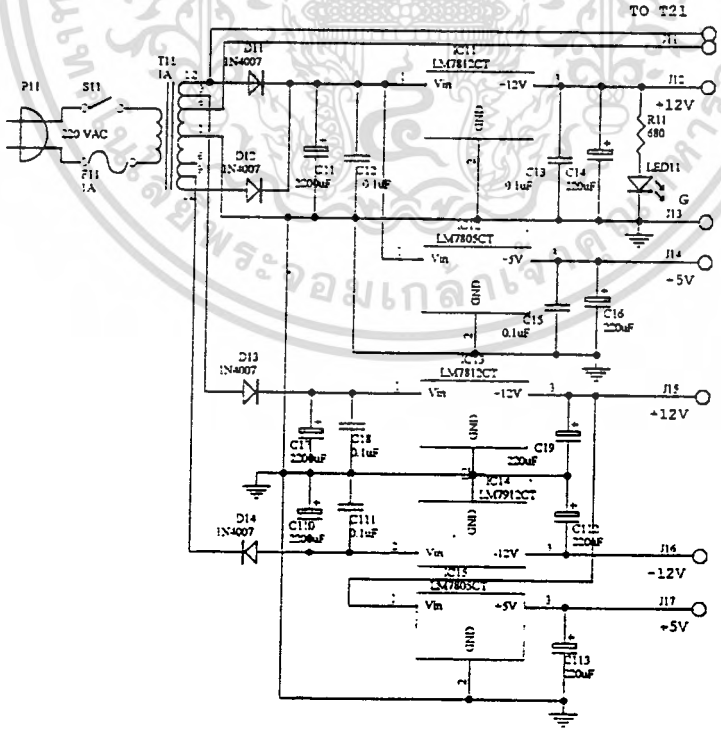
รูปที่ 3.18 วงจรควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.12 วงจรจ่ายไฟ (Power Supply)

วงจรนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงให้กับวงจรต่างๆ ภายในเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 4 ชุดดังนี้ คือ แหล่งจ่ายแรงดันไฟ 12 โวลท์ 1 ชุด, +12 โวลท์ -12 โวลท์ 1 ชุด, และแหล่งจ่ายแรงดันไฟ 5 โวลท์ 2 ชุด โดยแหล่งจ่ายทั้งหมดให้ทรานฟอเมอร์ (T11) เพียงตัวเดียว ทำให้ทุกวงจรในเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติมีกราวด์เดียวกัน จึงไม่มีปัญหาเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า เมื่อมีการเชื่อมต่อวงจรต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งนี้ยังมีวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าของของโทรศัพท์มาสเตอร์ และวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างหากอีก

จากรูปวงจร Power Supply ด้านบน แรงดันไฟ 12โวลท์ จาก J12 จะใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจร Ringing And Sound System ส่วนไฟบวกลบ 12 โวลท์จะใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจรผลิตสัญญาณไดอัลโทน และจะเห็นว่ามีวงจร จ่ายแรงดันไฟบวก 5 โวลท์ 2ชุด ทั้งนี้เพราะ เมื่อเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์ทำงานรีเลย์กับภาคแสดงผล 7 ซีดใช้กำลังไฟฟ้ามากทำให้ไอซีเรกกูเลทร้อนมาก โดย แรงดัน 5โวลท์ จาก j17 จะเป็นไฟเลี้ยงให้กับรีเลย์ทั้ง 5 ตัว ส่วนแรงดันไฟบวก 5 โวลท์ จาก j14 ใช้เป็น แหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรส่วนอื่นๆที่จุด +5 ทั้งหมด



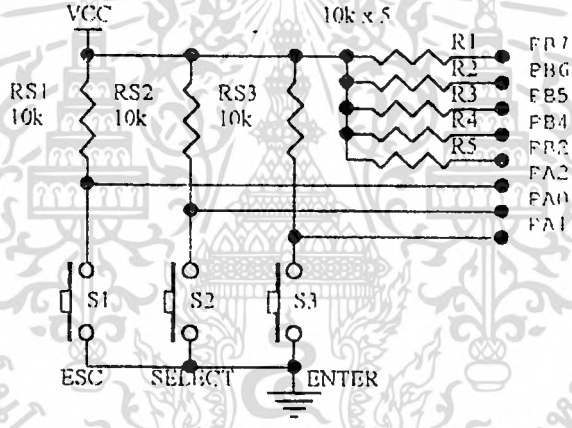
รูปที่ 3.19 วงจรจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.13 วงจรสวิตช์ควบคุม (Switch Control)

วงจรในส่วนนี้ เป็นวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ในขั้นต่างๆทั้งหมด โดยผ่านสวิตช์ 3 ตัว และมีตัวต้านทานพูลอัพ (10K) เพื่อรักษาสภาวะลอจิก "1" ของ PORT A (PA0-PA2) ในขณะที่ไม่มีการกดสวิตช์ และเมื่อกดสวิตช์จะทำให้ PORT A ขาที่ต่อกับสวิท์ช์ตัวนั้นเป็น 0 โวลท์เสมือนกับเป็นโลจิก "0" ป้อนไปยัง CPU ควบคุมให้เครื่องทำงานตามโปรแกรมควบคุม

ส่วน PORT (PB2-PB7) ซึ่งเป็น PORT ที่ไม่ได้ใช้งาน (มีประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป) จะรักษาสภาวะลอจิก "1" ด้วย R1-R5 ทำให้เครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



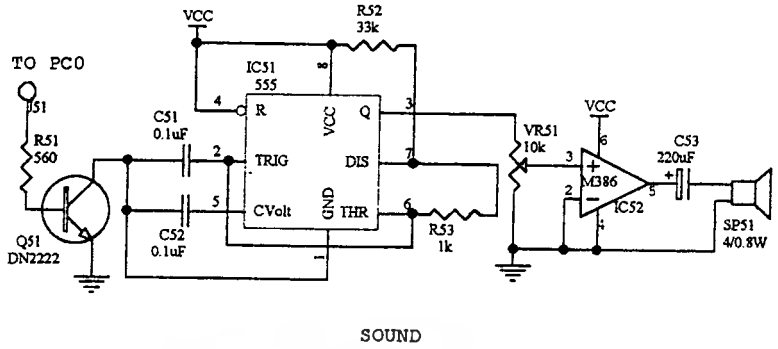
รูปที่ 3.20 วงจรควบคุมสวิตช์

3.1.14 วงจรเสียง (Sound)

เพื่อให้การใช้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นไปอย่างถูกต้อง และสะดวกรวดเร็วมากขึ้น นอกจากจะใช้ LCD แสดงผลการทำงานของเครื่องแล้วยังมีการแสดงผลด้วยเสียงเมื่อมีการกดสวิตช์คอนโทรลแต่ละครั้ง และจะมีเสียงเตือนในการทำงานบางขั้นตอน เช่นเมื่อมีคนโทรศัพท์เข้ามา

วงจรที่ทำหน้าที่ดังกล่าวคือ วงจร (Sound) จะใช้ไอซีเบอร์ 555 ผลิตสัญญาณเสียงความถี่หนึ่ง และทำการขยาย 20 เท่าโดยใช้ออฟแอมป์เบอร์ M386 และมีการควบคุมการผลิตสัญญาณเสียงด้วยไมโครคอนโทรนเลอร์ผ่านทาง PORT PCO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 วงจรเสียง

3.2 การออกแบบลายวงจร และการลงอุปกรณ์บนลายวงจร

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ได้ทำการออกแบบลายวงจรโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Protel) ซึ่งการออกแบบจะรวมวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกันในลายวงจรแผ่นเดียว โดยแยกให้เห็นวงจรในแต่ละส่วนเป็นบล็อก ๆทำให้เราสามารถตรวจสอบลายวงจรได้ง่าย

รายการอุปกรณ์

ไอซี	จำนวน
#555	1 ตัว
#MV8870	1 ตัว
#M7216DI	1 ตัว
#74373	1 ตัว
#74C193N	1 ตัว
#74LS125	1 ตัว
#74LS390	1 ตัว
#DS8629	1 ตัว
#741	5 ตัว
#M386	1 ตัว
#LM7805	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#LM7812	1 ตัว
#LM7912	2 ตัว
ทรานซิสเตอร์	**จำนวน**
#C557	5 ตัว
#C547	5 ตัว
#C945	2 ตัว
#DN2222	1 ตัว
ไดโอด	**จำนวน**
#1N4007	6 ตัว
#1N4148	7 ตัว
ซีนเนอร์ไดโอด	**จำนวน**
#1N47444 (15 V)	6 ตัว
#1N4735 (5.6 V)	1 ตัว
#1N4737 (7.4 V)	1 ตัว
#1N 4739 (9.1 V)	1 ตัว
ออปโต	**จำนวน**
#4N26	12 ตัว
#ILQ74	3 ตัว
คาปาซิสเตอร์ (electrolite)	**จำนวน**
1 μF (16 V)	2 ตัว
2.2 μF (16 V)	1 ตัว
10 μF (250 V)	3 ตัว
22 μF (16 V)	1 ตัว
220 μF (16 V)	6 ตัว
2200 μF (16 V)	3 ตัว
คาปาซิสเตอร์ (เซรามิกส์)	**จำนวน**
0.022 μF	1 ตัว
0.01 μF	10 ตัว
0.1 μF	12 ตัว
0.22 μF	1 ตัว

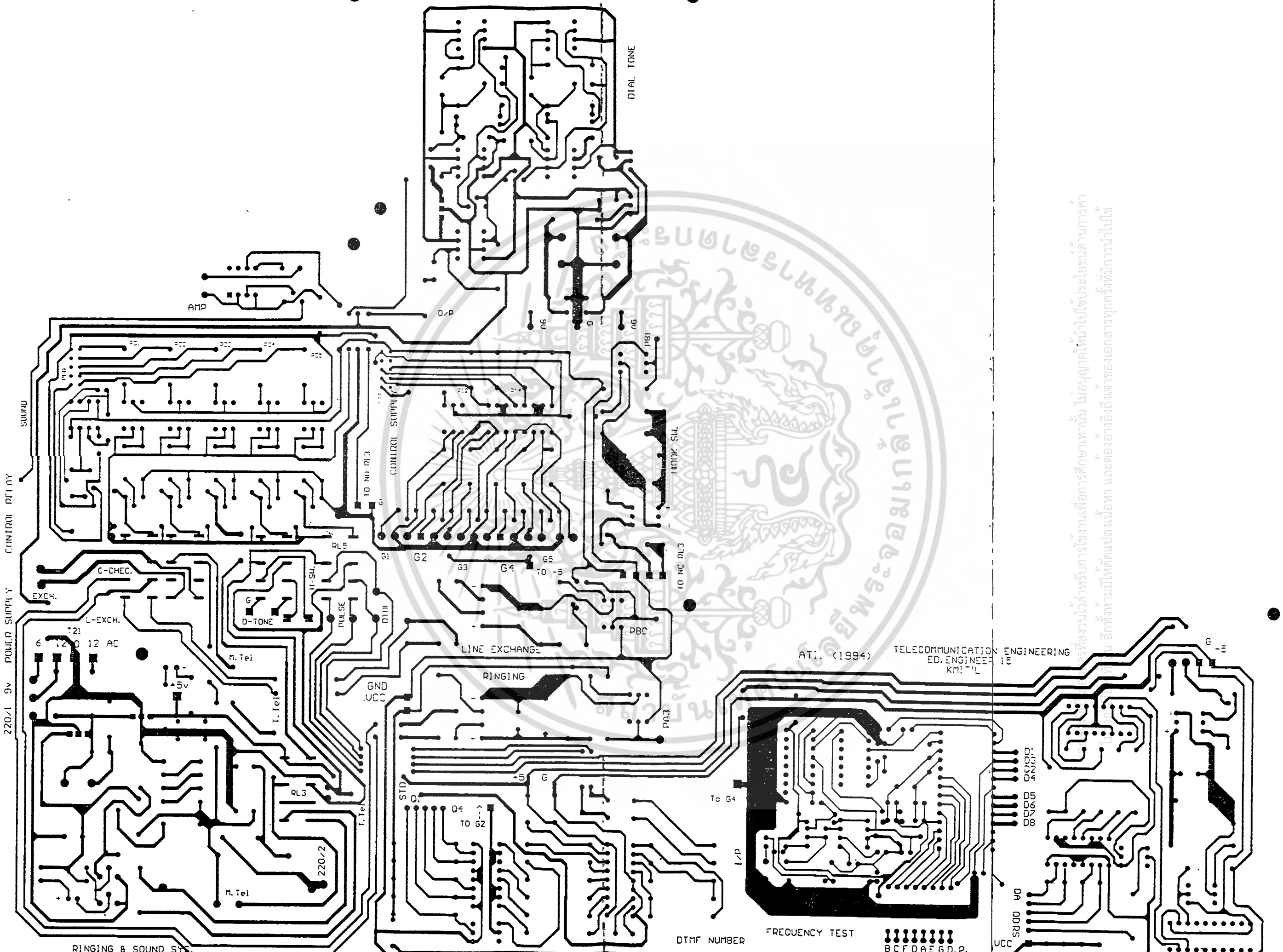
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40 µF	1 ตัว
47 µF	1 ตัว
62 µF	1 ตัว
100 µF	1 ตัว
รีซิสเตอร์	**จำนวน**
10 Ω	2 ตัว
47 Ω	8 ตัว
56 Ω	1 ตัว
120 Ω	1 ตัว
270 Ω	1 ตัว
330 Ω	13 ตัว
510 Ω	10 ตัว
560 Ω	2 ตัว
680 Ω	1 ตัว
1 KΩ	14 ตัว
1.5 KΩ	1 ตัว
2.2 KΩ	2 ตัว
15 KΩ	1 ตัว
5 KΩ	4 ตัว
10 KΩ	35 ตัว
22 KΩ	4 ตัว
33 KΩ	2 ตัว
39 KΩ	1 ตัว
47 KΩ	2 ตัว
50 KΩ	2 ตัว
56 KΩ	1 ตัว
100 KΩ	3 ตัว
270 KΩ	1 ตัว
1 MΩ	6 ตัว
10 MΩ	2 ตัว

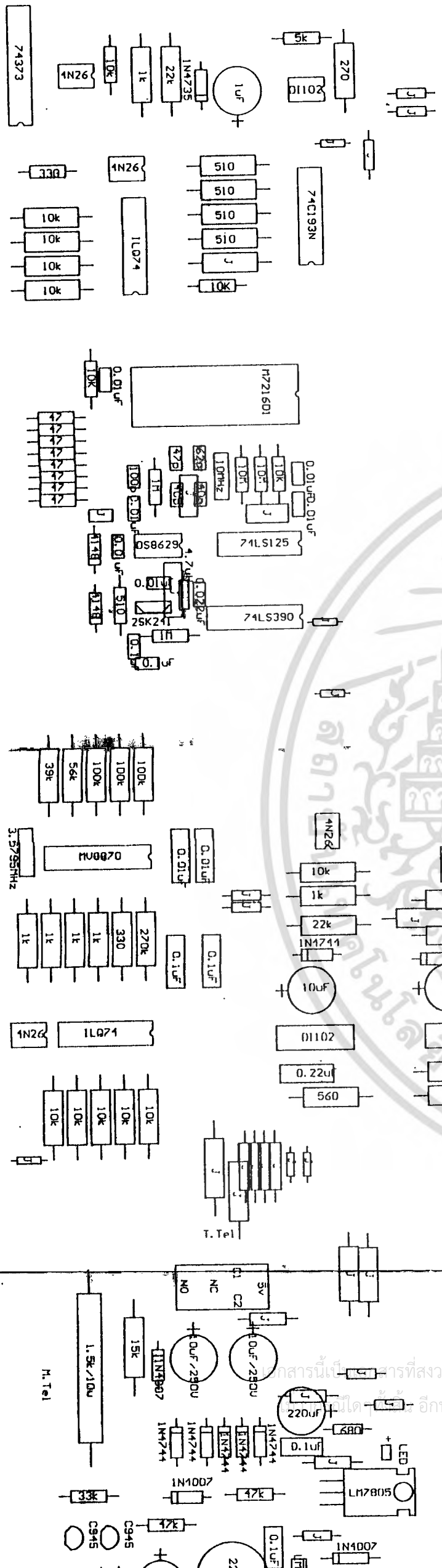
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อื่น ๆ	จำนวน
VR 10K	3 ตัว
ไดโอดบริดจ์ #DI 102	4 ตัว
เจเฟส #2SK241	1 ตัว
แร่คริสตรอล ความถี่ 10 MHz	1 ตัว
ความถี 3.579 MHz	1 ตัว
สวิตช์ AC	1 ตัว
ฟิวส์	1 ตัว
ปลั๊กโทรศัพท์	2 ตัว
ปลั๊กสายอากาศ	1 ตัว
ไดโอดเปล่งแสง (LED)	2 ตัว
ลำโพง 4/ 0.8W	1 ตัว
สวิตช์กด	3 ตัว
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	1 ตัว
อีพรอม	1 ตัว
จอ LCD ขนาด 4*16	1 ตัว
หม้อแปลง 9-0-9 V / 800 mA	1 ตัว
12, 6, 9, / 1 A	1 ตัว
รีเลย์ 5 V 2 Contac	5 ตัว
ปลั๊กพร้อมสาย AC	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



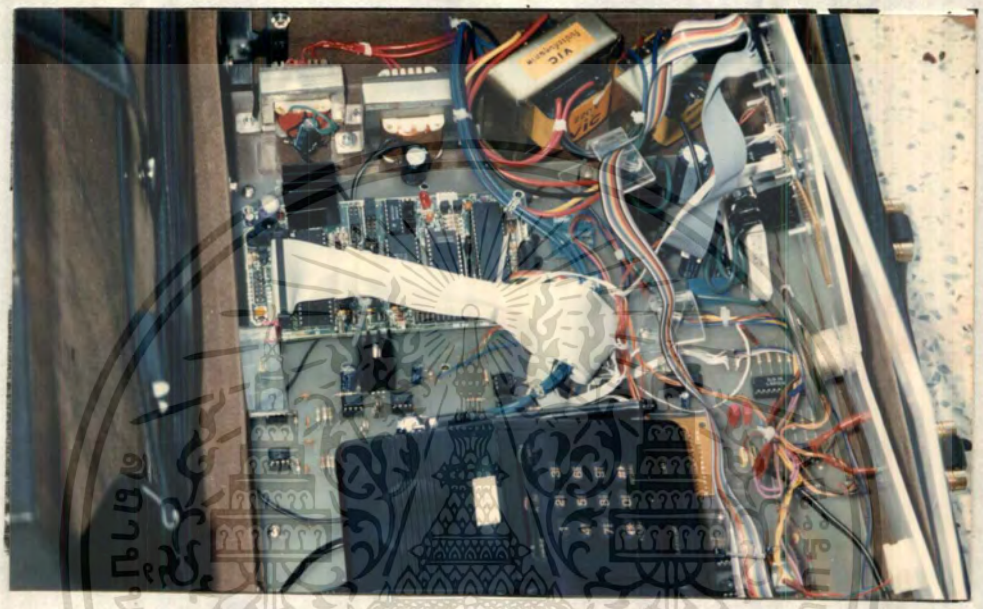
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.การลงอุปกรณ์ในกล่อง

การลงอุปกรณ์ในกล่องนั้นเราจะใช้กระเป๋าเจมส์บอนด์มาทำเป็นกล่อง เพราะจะทำให้เราสามารถเคลื่อนย้ายเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติได้อย่างสะดวก ซึ่งลักษณะการลงอุปกรณ์ในส่วนต่างๆนั้นจะแยกออกเป็นส่วนๆ ดังแสดงในรูป 3.22



รูปที่ 3.22 การลงอุปกรณ์ในกล่อง

รูปที่ 3.23 การลงอุปกรณ์ในกล่องอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองการทำงานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ จะใช้ทดลองกับเครื่องโทรศัพท์ 2 ชนิดด้วยกันคือ โทรศัพท์ธรรมดารุ่น 5140 ผลิตโดยบริษัท Srithai Goldstar จำกัด และโทรศัพท์ไร้สายรุ่น KX - T3911BH ผลิตโดย บริษัท Matsushita Electric Industrial จำกัด

4.1 การทดลองกับโทรศัพท์ธรรมดา รุ่น 5140 ผลิตโดยบริษัท Srithai Goldstar จำกัด

1. เปิดสวิตช์ Power เพื่อป้อนไฟเข้าเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

2.ทำการต่อโทรศัพท์ที่เรานำมาตรวจสอบเข้าที่ตำแหน่งของโทรศัพท์ตรวจสอบของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 การต่อโทรศัพท์รุ่น 5140 เข้ากับเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

3. เลือกโปรแกรมของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ให้ตรงกับชนิดของโทรศัพท์ จากนั้นก็กดปุ่มสั่งงานให้เครื่องทำการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

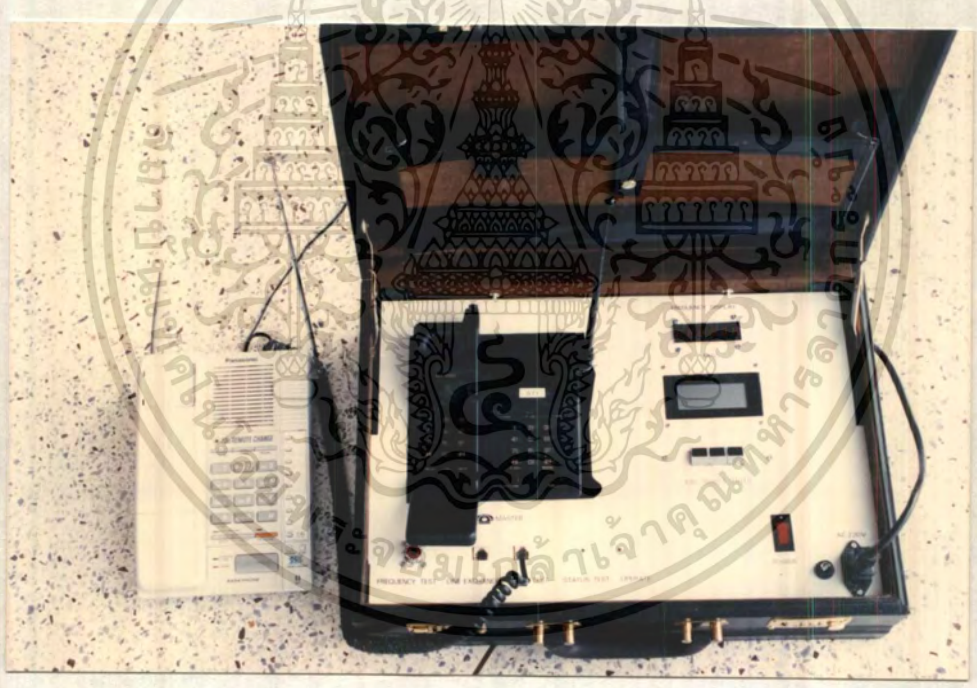
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของการปฏิบัติการในขณะตรวจสอบ บนจอ LCD และปฏิบัติตามคำสั่งหรือคำแนะนำจากคู่มือการตรวจสอบของเครื่องให้ถูกต้อง

5. ในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน โดยการตรวจเช็คตามลำดับขั้นตอนนั้น ให้เราทำการตรวจเช็คด้วยว่าวงจรส่วนไหนของโทรศัพท์ที่นำมาทดสอบนั้นผิดปกติ แล้วทำการบันทึกไว้

4.2 การทดลองกับโทรศัพท์ชนิดไร้สายรุ่น KX - T3911BH

1. เปิดสวิตช์ Power ป้อนไฟเข้าเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

2.ทำการต่อโทรศัพท์ที่จะนำมาตรวจสอบเข้าที่ตำแหน่งของโทรศัพท์ตรวจสอบของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การต่อเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติกับโทรศัพท์ไร้สายรุ่น KX - T3911BH

3. เลือกโปรแกรมของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ให้ตรงกับชนิดของโทรศัพท์ จากนั้นกดปุ่มสั่งงานให้เครื่องทำการทดลอง

4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของการปฏิบัติการในขณะตรวจสอบ บนจอ LCD และปฏิบัติตามคำสั่ง และคำแนะนำจากคู่มือการตรวจสอบของเครื่องให้ถูกต้อง

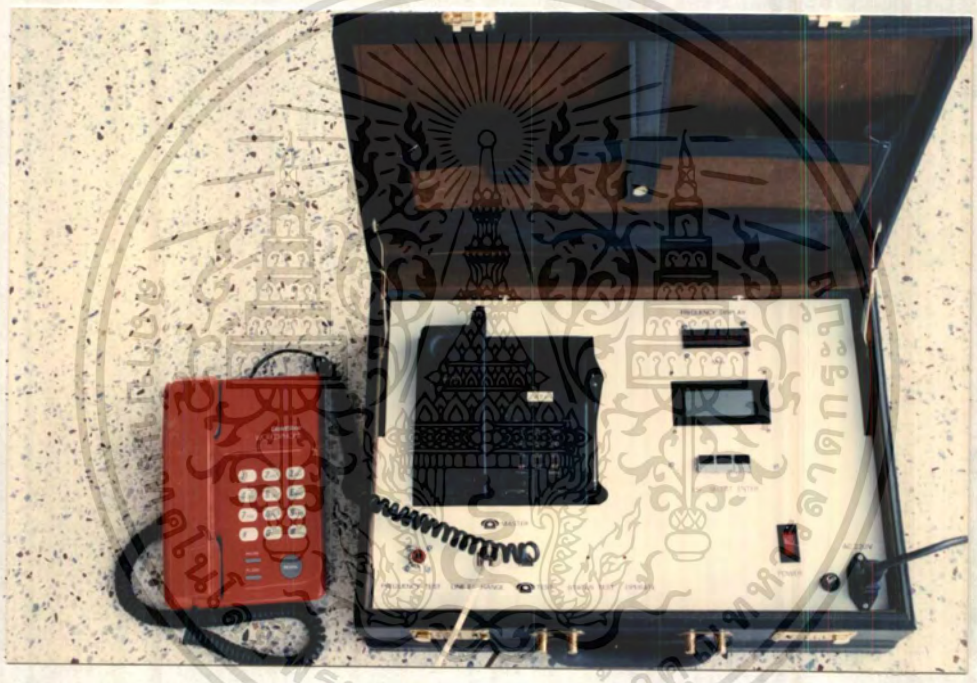
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน โดยการตรวจเช็คตามลำดับขั้นตอนนั้น ให้เราทำการตรวจเช็คด้วยว่าวงจรส่วนไหนของโทรศัพท์ที่นำมาทดสอบนั้นผิดปกติ แล้วทำการบันทึกไว้

4.3 การทดลองกับชุมสายโทรศัพท์

1. เปิดสวิตช์ Power ป้อนไฟเข้าเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

2. ทำการต่อสายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายโทรศัพท์เข้าที่ตำแหน่ง Line Exchange ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การต่อเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติกับชุมสายโทรศัพท์

3. ทำการเลือกโปรแกรม ของเครื่องให้ทำการตรวจสอบ Line Exchange และกดปุ่มสั่งงานให้เครื่องทำการตรวจสอบ

4. ดูผลการตรวจสอบที่จอ LCD แล้วบันทึกไว้

4.4 ผลการทดลอง

1. ผลการทดลองจากการทดลองตรวจสอบกับเครื่องโทรศัพท์ชนิดธรรมดารุ่น 5140 ของบริษัท Srithai GoldStar จำกัด ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจทุกฟังก์ชั่นการตรวจสอบจะมีผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้างเล็กน้อยก็คือในส่วนของขั้นตอนการปฏิบัติในการตรวจสอบ คือจังหวะในการกดเลขหมายเพื่อที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณ Dial Number ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการดูจังหวะการแสดงผลจากจอ LCD และฟังจากจังหวะของเสียงสัญญาณโทรศัพท์

2. ผลของการทดลองจากการทดลองตรวจสอบกับเครื่องโทรศัพท์ชนิดไร้สายรุ่น KX - T3911BH ของบริษัท Matsushita Electric Indrstrial จำกัด ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจทุกฟังก์ชันการตรวจสอบ ในส่วนของฟังก์ชั่นการตรวจสอบความถี่ อาจจะมีการรบกวนกันบ้างเล็กน้อยระหว่างโทรศัพท์ของเครื่องตรวจสอบกับเครื่องที่นำมาตรวจสอบ

3. ผลการทดลองจากการทดลองตรวจสอบกับชุมสายโทรศัพท์ ผลการทดลองฟังก์ชั่นการตรวจสอบที่ออกมาจากชุมสายโทรศัพท์เป็นที่น่าพอใจ สามารถที่จะตรวจสอบได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์สรุปและแนวทางการพัฒนา

5.1 บทสรุป

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัตินี้ ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031 ของบริษัท อินเทล มาทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน และฟังก์ชั่นการตรวจสอบทั้งหมดของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการสั่งงาน และช่วยลดอุปกรณ์ในทางด้านฮาร์ดแวร์ เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัตินี้เมื่อนำมาทดลองใช้งานจริงแล้วปรากฏว่าสามารถตรวจสอบโทรศัพท์แบบหมุน, แบบกดปุ่ม และแบบไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหาและการแก้ไขจากการทดลอง

1 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบสัญญาณจากการกดคีย์ของโทรศัพท์แบบพัลส์ ในการกดคีย์ตรวจสอบหรือหมุนคีย์ตรวจสอบนั้น จะต้องให้จังหวะของการกดคีย์ที่แน่นอน เพราะโปรแกรมจะทำการประมวลผลตามค่าเวลาสูงสุดของสัญญาณพัลส์ ซึ่งเป็นหลักในการตรวจสอบ

การแก้ไข การกดคีย์ของโทรศัพท์ที่ต้องการตรวจสอบจะต้องกดคีย์ค้างไว้จนเสียงสัญญาณพัลส์ของแต่ละคีย์หมดไป จากนั้นจึงปล่อย และในการกดปุ่มครั้งต่อไปจะต้องดูผลที่จอ LCD ก่อนว่าปรากฏคำว่า "Non Press" หรือยัง หรืออาจจะทำการกดคีย์ค้างไว้ประมาณ 1-2 วินาที ขึ้นไป

2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากผลของการตรวจสอบระบบเสียงของโทรศัพท์ชนิดไร้สาย เนื่องจากโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบนั้นจะใช้ความถี่ส่งสัญญาณระหว่างตัวฐานโทรศัพท์กับมือถือ เหมือนกันกับโทรศัพท์ไร้สายที่เป็นเครื่องตรวจสอบ จึงทำให้เกิดการรบกวนกันขึ้น

การแแก้ไข โดยการเซตให้โทรศัพท์ไร้สายที่อยู่กับเครื่องตรวจสอบ ให้อยู่ในสภาวะการรอรับสัญญาณจากฐาน ซึ่งในสภาวะนี้โทรศัพท์ไร้สายจะแสดงสถานะเหมือนกับโทรศัพท์ธรรมดาโดยทั่วไปจึงทำให้ความถี่ไม่รบกวนกัน

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

1. สามารถที่จะเพิ่มฟังก์ชั่นการตรวจสอบโทรศัพท์ให้มากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบให้มีความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.พัฒนาให้สามารถตรวจสอบโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์โดยตรงซึ่งจะเป็นโทรศัพท์ที่ใช้กับคู่ PABX แบบ 4 WIRE รวมไปถึงพัฒนาให้สามารถตรวจสอบโทรศัพท์มือถือ

3. สามารถพัฒนาให้แสดงข้อมูลการตรวจสอบโทรศัพท์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

4. สามารถใช้จอ LCD ที่เป็นแบบชนิดกราฟฟิคเพื่อแสดงการทำงานเป็นตัวอักษรไทยได้ เพราะจะทำให้เราสะดวกในการใช้งาน และเข้าใจผลของการตรวจสอบได้ดียิ่งขึ้น

5. พัฒนาให้สามารถตรวจเช็คการสูญเสียของสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ดร. โกศล เพ็ชร์สุวรรณ์, "เทคโนโลยีโทรคมนาคม",บริษัท สำนักพิมพ์ดวงกมล, 2535
2. พิพัฒน์ เลาหสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์",พระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2535
3. "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 120, 2535, หน้า 90-94
4. "ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 121, 2535, หน้า 108-116
5. "โทรศัพท์ไร้สาย",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 132, 2536, หน้า 88-93
6. "โทรศัพท์ไร้สาย",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 133, 2536, หน้า 86-93
7. "ไอซีหน้าสน MT8870",เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์,ฉบับที่ 81, 2530, หน้า 226-237
8. Hand Book, "MCS - 51 Microcontrollers", Ettco.,Ltd.
9. John D. Lenk, "Complete Guide To Telephone Equipment And Repair", Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

คู่มือการใช้งานเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

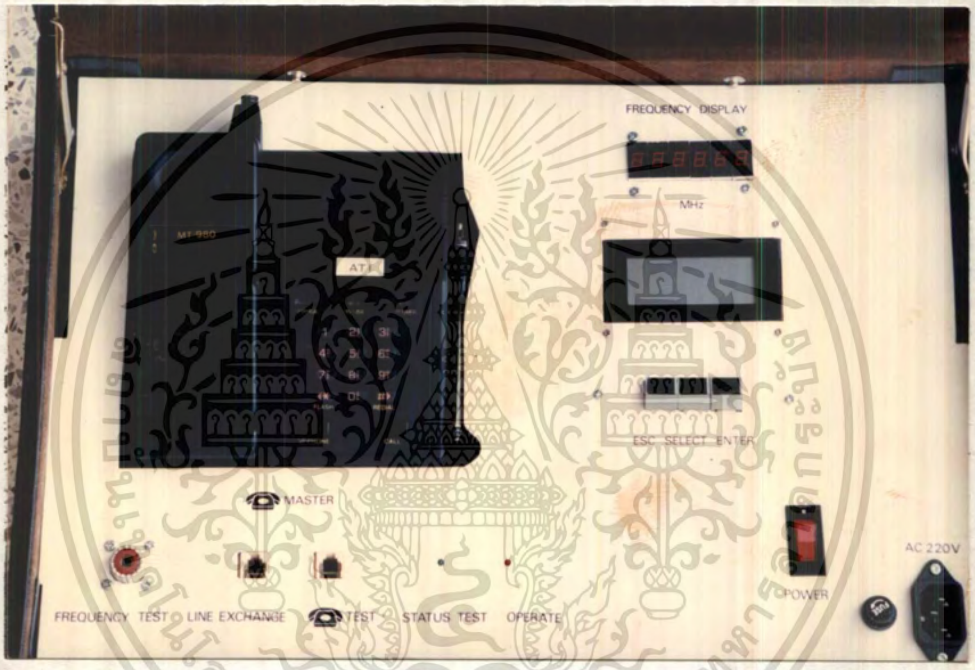
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR

ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่อง



รูปที่ 1 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

ปุ่มฟังก์ชันคีย์ประกอบด้วย

1. ปุ่ม ESC
2. ปุ่ม SELECT
3. ปุ่ม ENTER

การทำงานของปุ่มมีดังนี้คือ

1. ปุ่ม ESC มีหน้าที่ออกจากเมนูปัจจุบันในขณะนั้นทันที
2. ปุ่ม SELECT มีหน้าที่เลือกหัวข้อการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปุ่ม ENTER เป็นปุ่มคำสั่งที่จะให้ปฏิบัติงาน หรือเลือกใช้งานในรูปแบบใด และสั่งให้วงจรทำงาน
4. ปุ่ม ESC+SELECT เป็นปุ่มใช้สำหรับเมื่อต้องการใช้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นเครื่องโทรศัพท์เพื่อใช้ในการโทรออก
5. ปุ่ม ESC+ENTER เป็นปุ่มที่ให้ทำการเช็คสัญญาณโทรศัพท์ที่โทรเรียกเข้ามาที่เครื่องโทรศัพท์ที่กำลังทำการตรวจสอบ เพราะถูกยกเลิกไปเมื่อผู้ตรวจสอบไม่ต้องการรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาผ่านเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบในครั้งแรก
6. ปุ่ม SELECT+ENTER เป็นปุ่มที่ใช้สำหรับแสดงสภาวะการทำงานของเครื่อง เพื่อเป็นการตรวจสอบสภาวะการทำงานของเครื่องในขณะนั้น

สถานะการทำงานของเครื่อง

1. เมื่อเปิดเครื่องเข้ามาใช้ในครั้งแรก เครื่องจะอยู่ในสภาวะที่สามารถที่จะทำการตรวจสอบในรูปแบบของโทรศัพท์ธรรมดาชนิด DTMF การตรวจสอบเป็นแบบอัตโนมัติ
2. การตรวจสอบของเครื่องจากการกำหนดของผู้ใช้เอง

การตรวจสอบแบบเลือกตรวจสอบ

มีขั้นตอนในการตรวจสอบให้เลือกดังนี้คือ

1. LINE EXCHANGE คือการตรวจสอบว่าสายโทรศัพท์จากชุมสายโทรศัพท์ที่มายังเครื่องรับที่กำลังตรวจสอบมีปัญหาหรือไม่
2. RING SOUND คือการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งของเครื่องที่นำมาตรวจสอบ
3. HOOK SWITCH คือการตรวจสอบฮุคสวิตช์ของเครื่องที่นำมาตรวจสอบ
4. SOUND SYSTEM คือการตรวจสอบระบบเสียงของเครื่องที่นำมาตรวจสอบ
5. DIAL TONE คือการตรวจสอบสัญญาณไดอัลโทนของเครื่องที่นำมาตรวจสอบ
6. DIAL NUMBER คือการตรวจสอบสัญญาณปุ่มคีย์โทรศัพท์
7. FREQUENCY TEST คือการตรวจสอบความถี่ของเครื่องโทรศัพท์ไร้สายในระบบที่ใช้ความถี่แบบ 1.7 MHz-49 MHz และแบบ 46 MHz-49 MHz

การตรวจสอบแบบอัตโนมัติ

การตรวจสอบแบบอัตโนมัติคือการตรวจสอบที่เครื่องตรวจสอบจะทำการจัดลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบให้โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำการเลือก ซึ่งขั้นตอนจะเรียงตามลำดับดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์ธรรมดา

1. LINE EXCHANGE
2. RING SOUND
3. HOOK SWITCH
4. DIAL TONE
5. SOUND SYSTEM
6. DIAL NUMBER

โทรศัพท์ไร้สาย

1. LINE EXCHANGE
2. RING SOUND
3. HOOK SWITCH
4. DIAL TONE
5. SOUND SYSTEM
6. DIAL NUMBER
7. FREQUENCY TEST

การต่อใช้งานของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ

1. ทำการต่อสายสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบเข้าที่แจ็คของเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติที่แสดงบอกเอาไว้
2. ทำการต่อเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ที่มาจากชุมสายโทรศัพท์ ของเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการตรวจสอบ
3. การต่อใช้งานในลำดับที่ 1 หรือ 2 นั้นสามารถที่จะต่อใช้งานได้ภายหลังหรือก่อนการเปิดใช้งานเครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติ ก็สามารถที่กระทำได้
4. เมื่อเปิดสวิตช์การทำงาน สังเกตุหลอดไฟ (LED) สีแดงจะติด

วิธีการตรวจสอบของแต่ละแบบ

ก่อนที่จะทำการตรวจสอบนั้นจะต้องทำการเลือกก่อนว่าโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบนั้นเป็นแบบใด ถ้าไม่ทำการเลือกเครื่องจะถือว่าการทำงานของเครื่องตรวจสอบเป็นการตรวจสอบโทรศัพท์แบบธรรมดาชนิด DTMF ขั้นตอนการตรวจสอบเป็นแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการเลือกชนิดของโทรศัพท์

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ TELEPHONE MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT เลือกชนิดของโทรศัพท์ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ
   3.1 แบบ NORMAL คือโทรศัพท์ธรรมดา
   3.2 แบบ CORDLESS คือโทรศัพท์ไร้สาย
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT เพื่อเลือกชนิดของโทรศัพท์ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ
   5.1 แบบ DTMF
   5.2 แบบ PULSE
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม SELECT ไปที่ EXIT แล้วกดปุ่ม ENTER หรือทำการกดปุ่ม ESC เมื่อต้องการที่จะออกจากเมนูการเลือก

ในการเลือกการทำงานแต่ละครั้งนั้นสามารถที่จะตรวจสอบค่าที่เราทำการเลือกไปแล้วนั้นโดยการกดปุ่ม ESC+ENTER ได้

ขั้นตอนในการตรวจสอบอัตโนมัติ

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ AUTOMATIC
4. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
5. กดปุ่ม ESC
6. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
7. กดปุ่ม ENTER

ขั้นตอนการตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์ของเครื่องที่นำมาตรวจสอบ(LINE EXCHANGE)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER 2 ครั้งสังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
5. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
6. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
7. กดปุ่ม ENTER
8. ผลการตรวจสอบจะแสดงที่หน้าจอ LCD ดังนี้คือ
   7.1 ถ้าคู่สายโทรศัพท์ขาดหรือช็อตหน้าจอจะแสดงคำว่า "FAIL"
   7.2 ถ้าคู่สายโทรศัพท์ดีหน้าจอจะแสดงคำว่า "PASS"
9. กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก

ขั้นตอนการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง(RING SOUND)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ RING SOUND
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
9. กดปุ่ม ENTER
10. ที่หน้าจอ LCD จะแสดงคำว่า "TEST"ซึ่งขณะนี้เครื่องกำลังทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งอยู่โดยที่ผู้ตรวจสอบต้องทำการฟังเสียงสัญญาณกระดิ่งของเครื่องที่นำมาตรวจสอบว่าดีหรือไม่
11. กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก

ขั้นตอนการตรวจสอบฮุคสวิตช์ (HOOK SWITCH)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ HOOK SWITCH
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
9. กดปุ่ม ENTER
10. ที่หน้าจอ LCD จะแสดงคำว่า "ON HOOK"เมื่อ ฮุคสวิตช์ อยู่ในสภาวะการวางหู และจะแสดงคำว่า "OFF HOOK"เมื่อ ฮุคสวิตช์ของเครื่องที่นำมาตรวจสอบอยู่ในสภาวะการยกหู ทั้งนี้เครื่องตรวจสอบโทรศัพท์อัตโนมัติต้องอยู่ในตำแหน่งวางหูด้วยในการตรวจสอบขั้นตอนนี้
11. กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก

ขั้นตอนการตรวจสอบระบบเสียง (SOUND SYSTEM)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SOUND SYSTEM
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
9. กดปุ่ม ENTER
10. ที่หน้าจอ LCD จะแสดงคำแนะนำให้ทำการยกหูโทรศัพท์ของเครื่องที่นำมาตรวจสอบและเครื่องโทรศัพท์ของเครื่องตรวจสอบ แล้วทำการตรวจสอบพูดคุยโต้ตอบกันจนกว่าจะสรุปได้ว่าระบบเสียงเป็นอย่างไร
11. กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการตรวจสอบสัญญาณไดอัลโทน (DIAL TONE)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ DIAL TONE
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏทางด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATE
9. กดปุ่ม ENTER
10. ที่หน้าจอ LCD จะแสดงคำว่า "TEST"ซึ่งขณะนี้เครื่องกำลังทำการตรวจสอบสัญญาณไดอัลโทนอยู่โดยที่ผู้ตรวจสอบจะต้องทำการยกหูฟังของเครื่องโทรศัพท์ที่นำมาตรวจสอบว่าเสียงสัญญาณไดอัลโทนของเครื่องที่นำมาตรวจสอบว่าดีหรือไม่
11. กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก

ขั้นตอนการตรวจสอบสัญญาณปุ่มคีย์โทรศัพท์(DIAL NUMBER)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ DIAL NUMBER
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏทางด้านขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATION
9. กดปุ่ม ENTER
10. ที่หน้าจอ LCD จะแสดงค่าของคีย์โทรศัพท์ที่ทำการกดปุ่มตรวจสอบถ้าปุ่มคีย์โทรศัพท์ปุ่มไหนเสีย LCD ก็จะไม่แสดงค่าหรือเป็นค่าอื่นนอกเหนือจากค่าของคีย์ ในขั้นตอนนี้จะต้องทำการยกหูโทรศัพท์ที่ตรวจสอบก่อน แล้วจึงทำการกดคีย์ ในกรณีของ DIAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NUMBER PULSE การกดคีย์ในครั้งต่อไปจะต้องรอในจอ LCD ปรากฏคำว่า NON PRESS เสียก่อนจึงจะถูกต้อง

11.กดปุ่ม ENTER หรือ กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการออกจากการตรวจสอบเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก

ขั้นตอนการตรวจสอบความถี่ของโทรศัพท์ไร้สาย (FREQUENCY TEST)

1. กดปุ่ม SELECT ไปที่ INSPECTOR MODE
2. กดปุ่ม ENTER
3. กดปุ่ม SELECT ไปที่ SINGLE STEP
4. กดปุ่ม ENTER
5. กดปุ่ม SELECT ไปที่ FREQUENCY TEST .
6. กดปุ่ม ENTER สังเกตจะมีดอกจันทร์ปรากฏด้านทางขวาสุดของแบบที่เราทำการเลือกเอาไว้แสดงว่าเครื่องรับรู้การเลือกของเราแล้ว
7. กดปุ่ม ESC 2 ครั้งเพื่อเข้าเมนูหลัก
8. กดปุ่ม SELECT ไปที่ OPERATION
9. กดปุ่ม ENTER
10. ทำการวัดความถี่ของส่วนประกอบ 2 ส่วนด้วยกันดังนี้คือ

    10.1 นำเสาอากาศของส่วนมือถือ (PORTABLE) ไปเสียบเข้าอุปกรณ์วัดความถี่ที่เตรียมเอาไว้ให้ และสังเกตค่าความถี่ที่ได้ที่จอ SEVEN SEGMENT

    10.2 นำเสาอากาศของส่วนฐาน(BASE)ไปเสียบเข้าอุปกรณ์วัดความถี่ที่เตรียมเอาไว้ให้ และสังเกตค่าความถี่ที่ได้ที่จอ SEVEN SEGMENT
11. กดปุ่ม ESC เมื่อต้องการดูค่าความถี่ที่จะทำการเปรียบเทียบกับค่าความถี่ที่วัดได้ว่ามีค่าตรงหรือใกล้เคียงกับค่าความถี่มาตรฐานหรือไม่
12. กดปุ่ม ENTER เมื่อต้องการออกจากตารางค่าความถี่เปรียบเทียบ
13. กดปุ่ม ENTER อีกครั้งหนึ่งเมื่อทำการตรวจสอบความถี่เรียบร้อยแล้ว เพื่อที่จะเข้าสู่เมนูหลัก

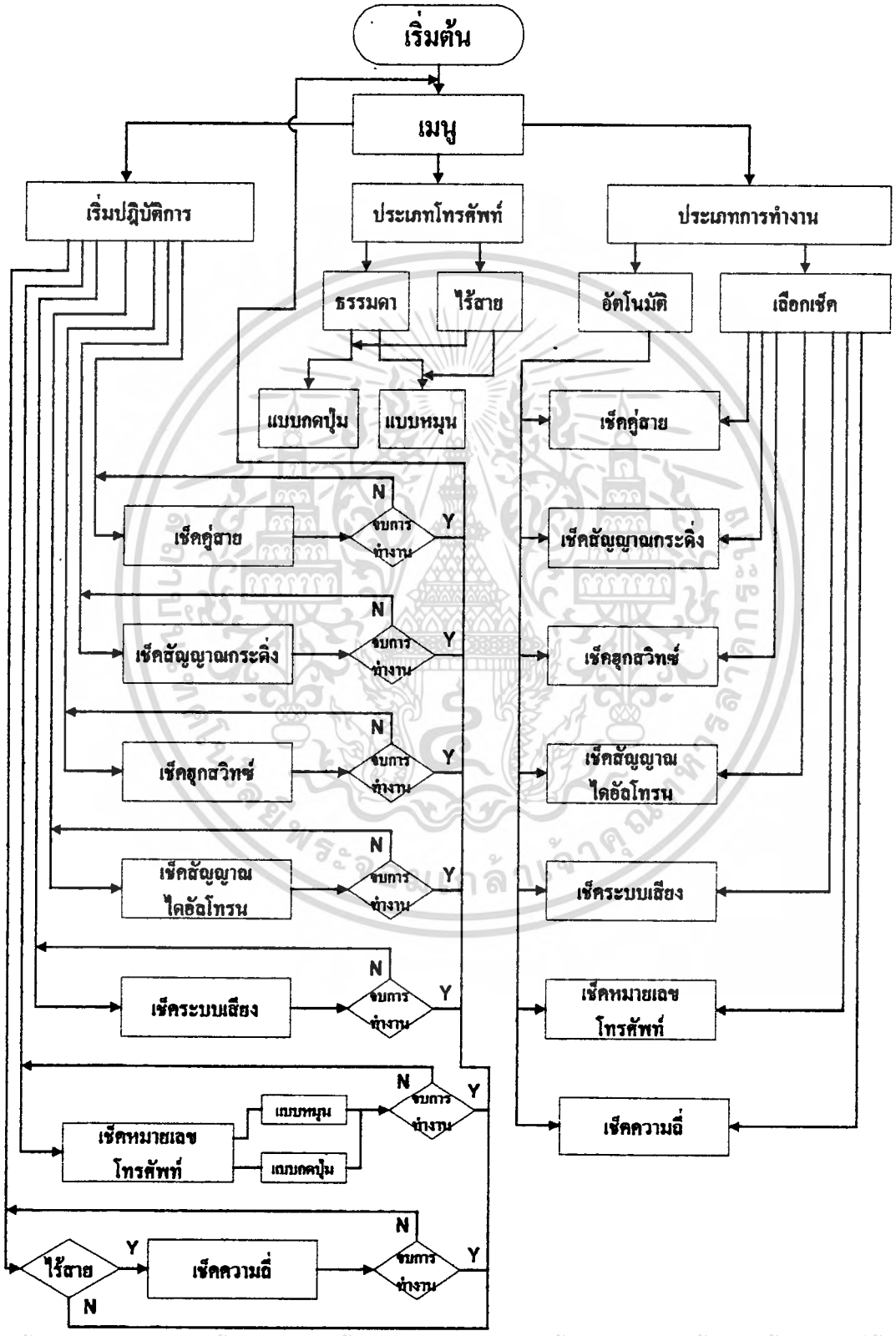
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โฟลว์ชาร์ตในส่วนของโปรแกรมควบคุม

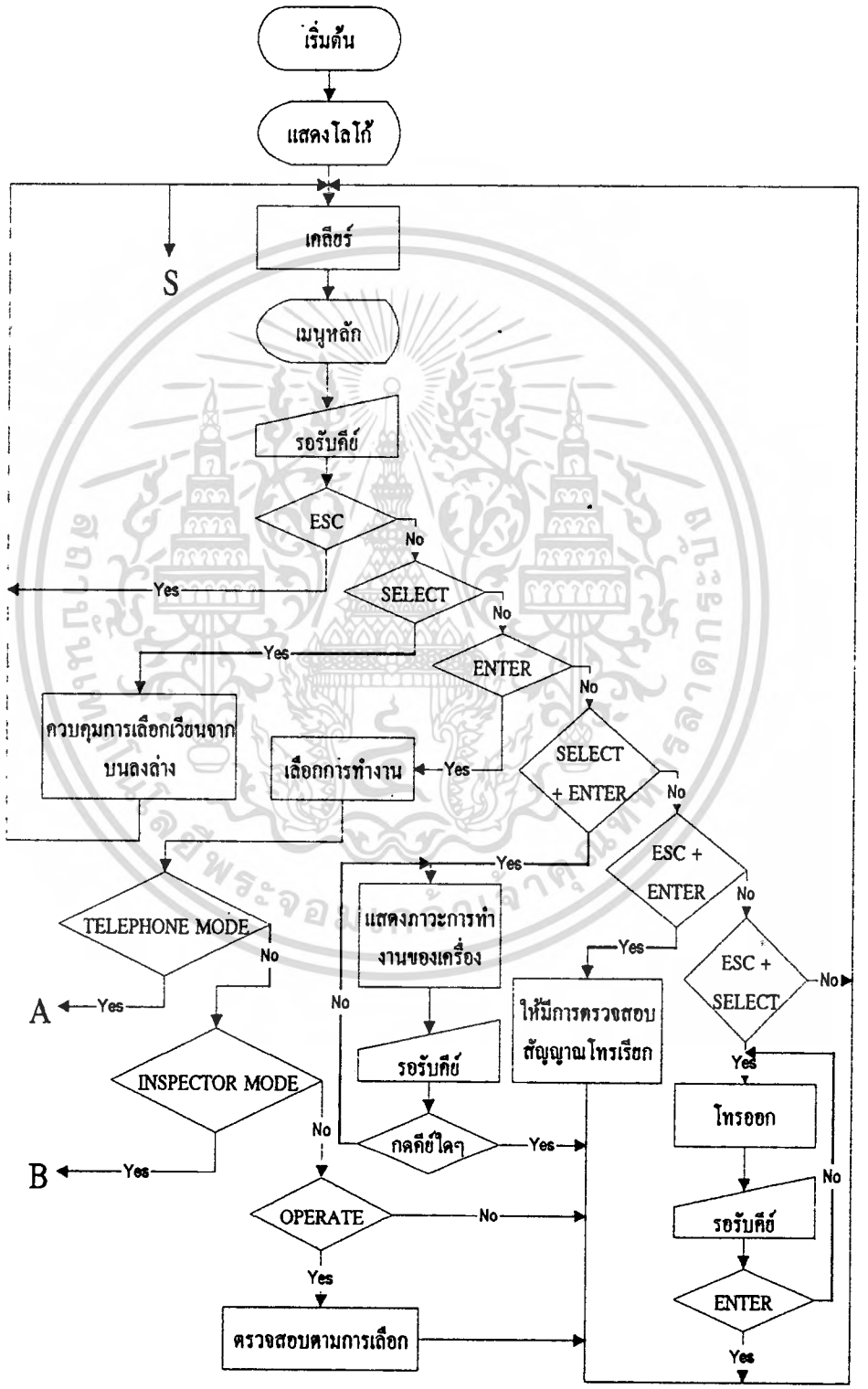
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างในส่วนของโปรแกรมควบคุม



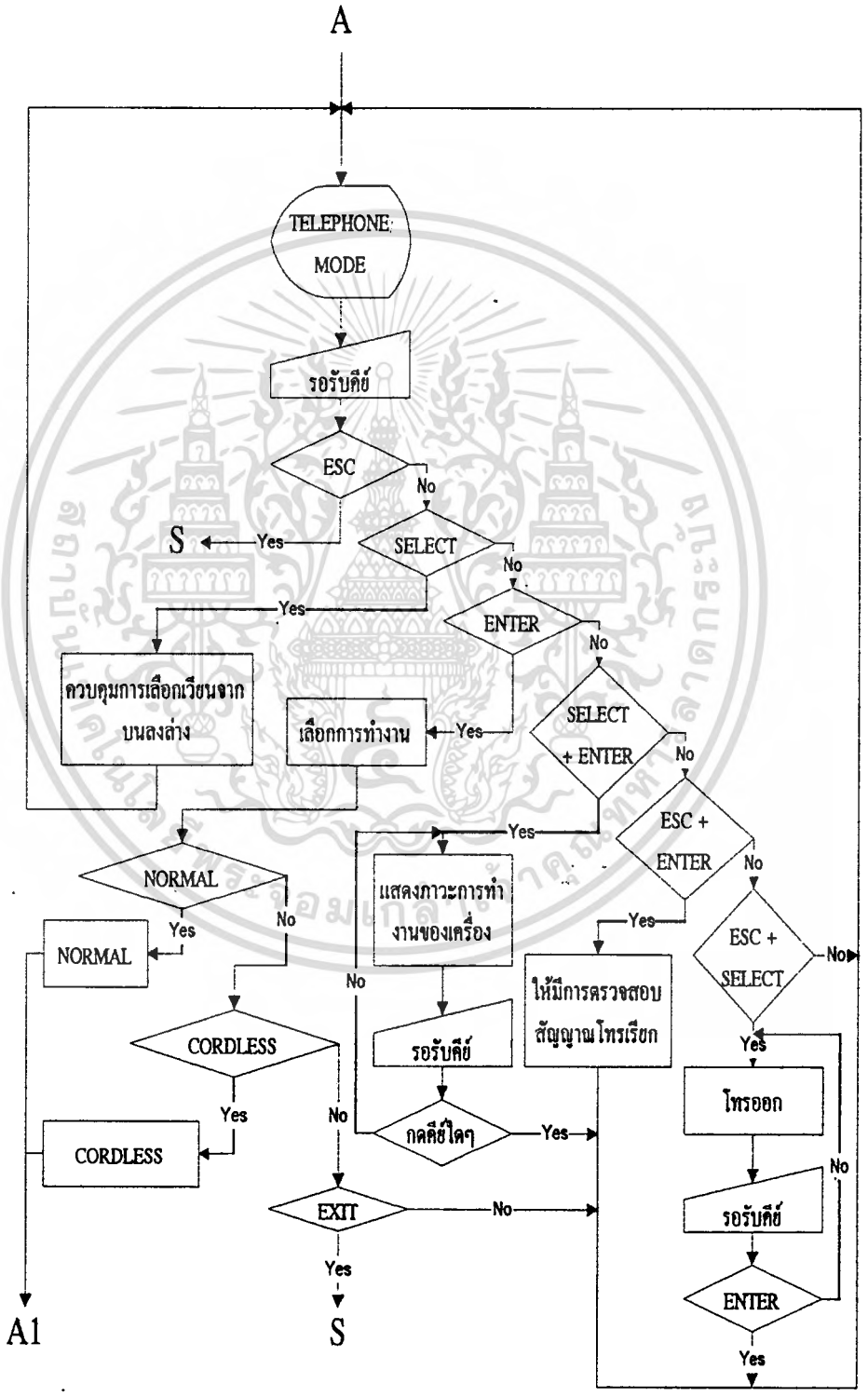
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม MENU



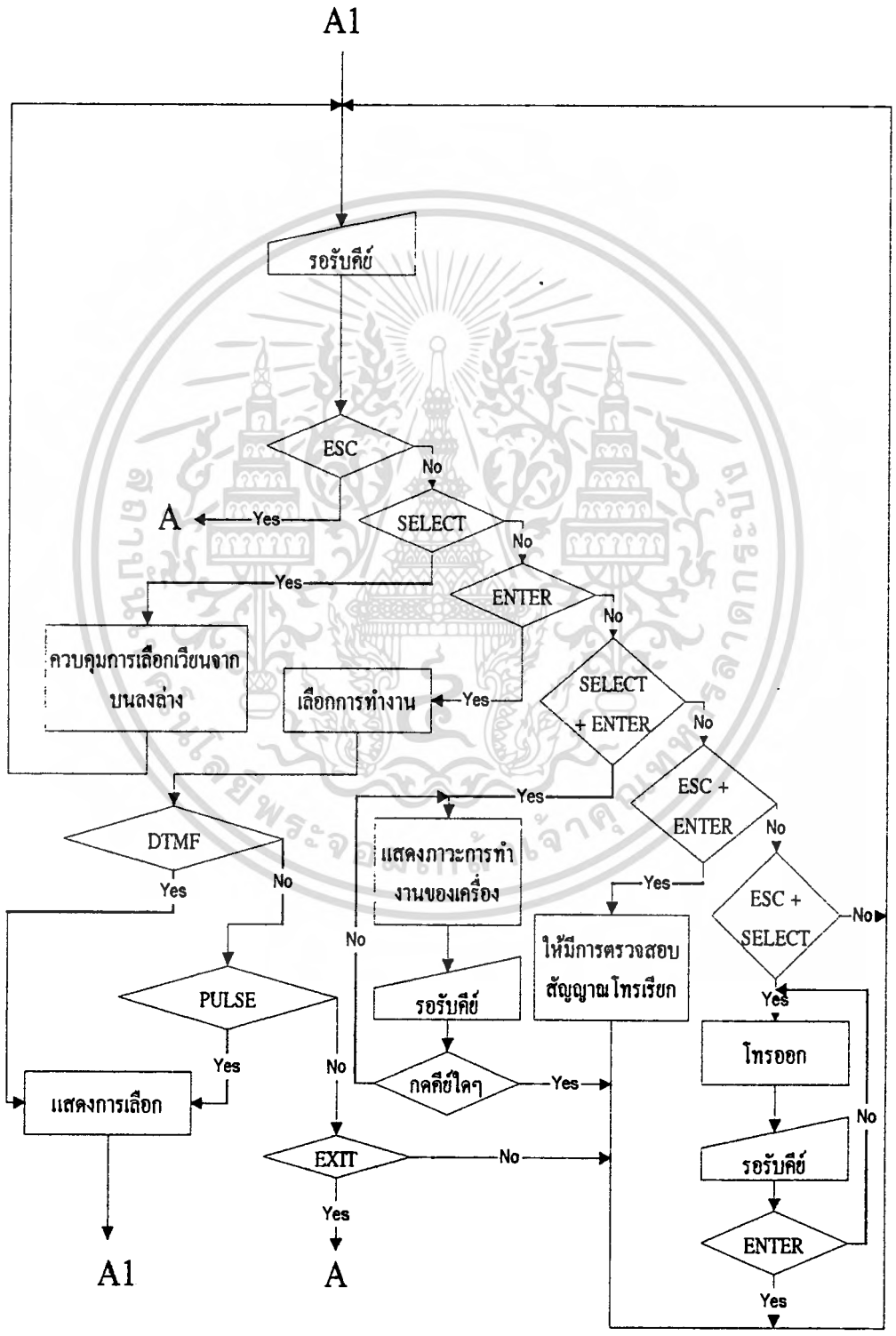
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม TELEPHONE MODE



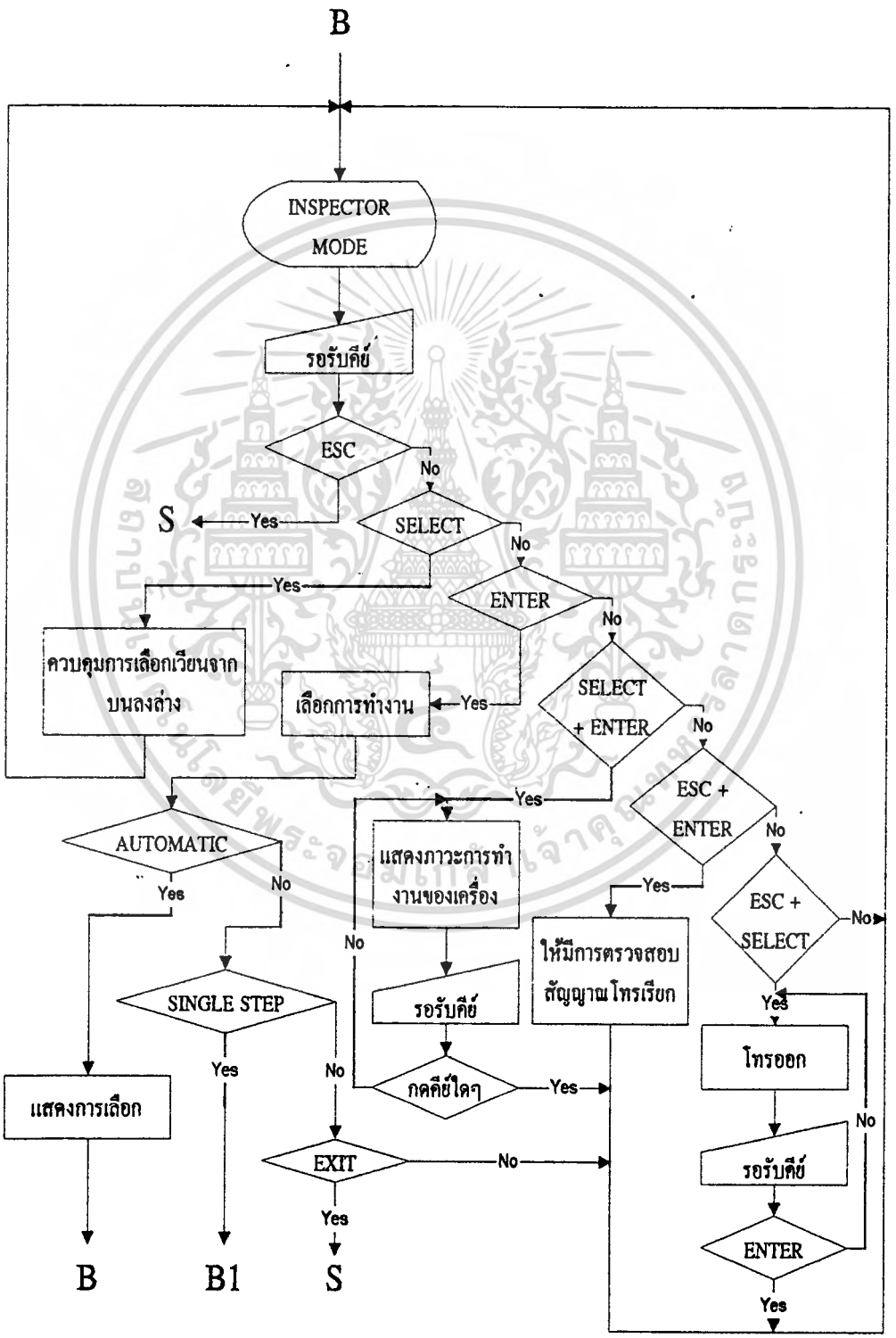
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการเลือกของ NORMAL และ CORDLESS



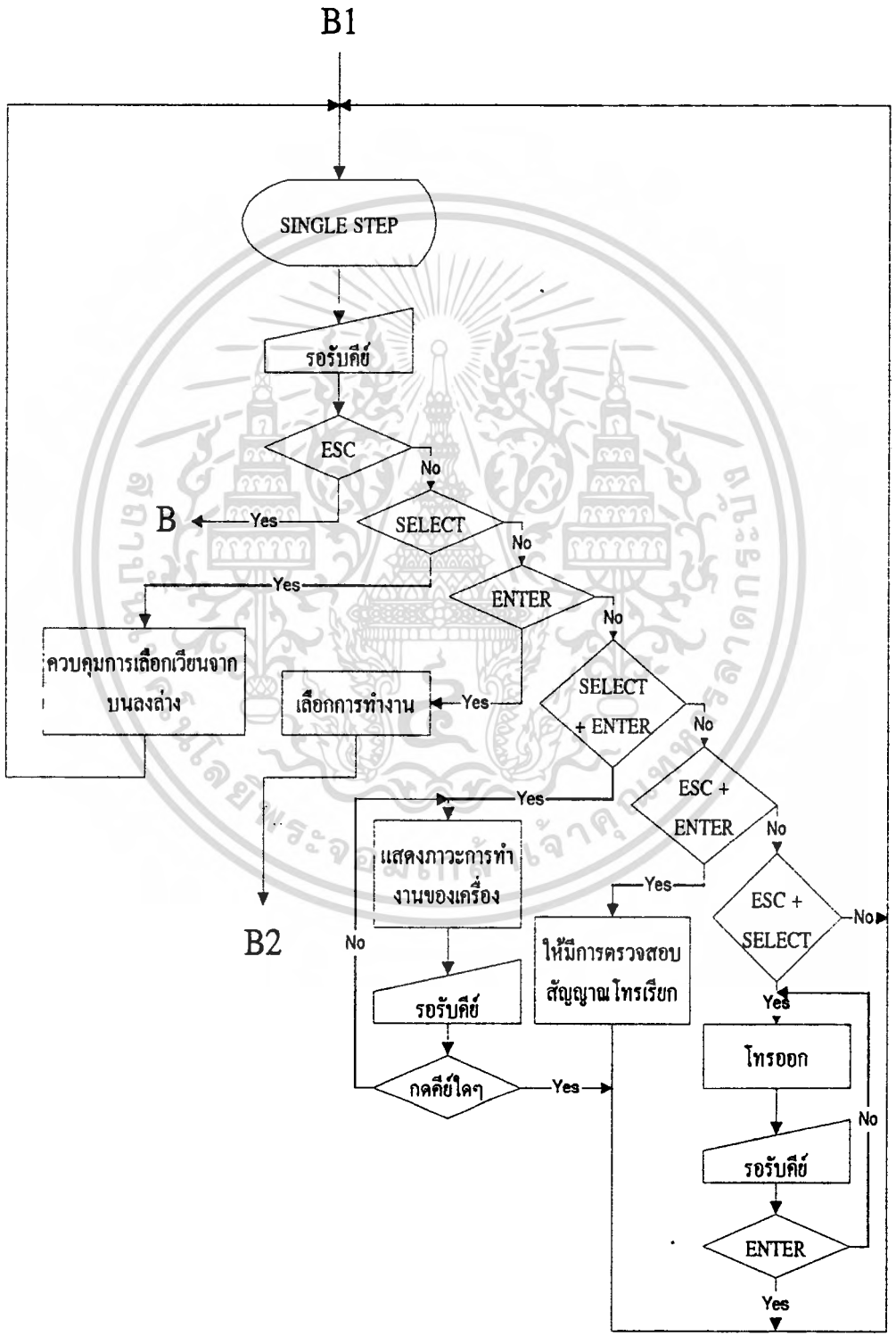
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม INSPECTOR MODE

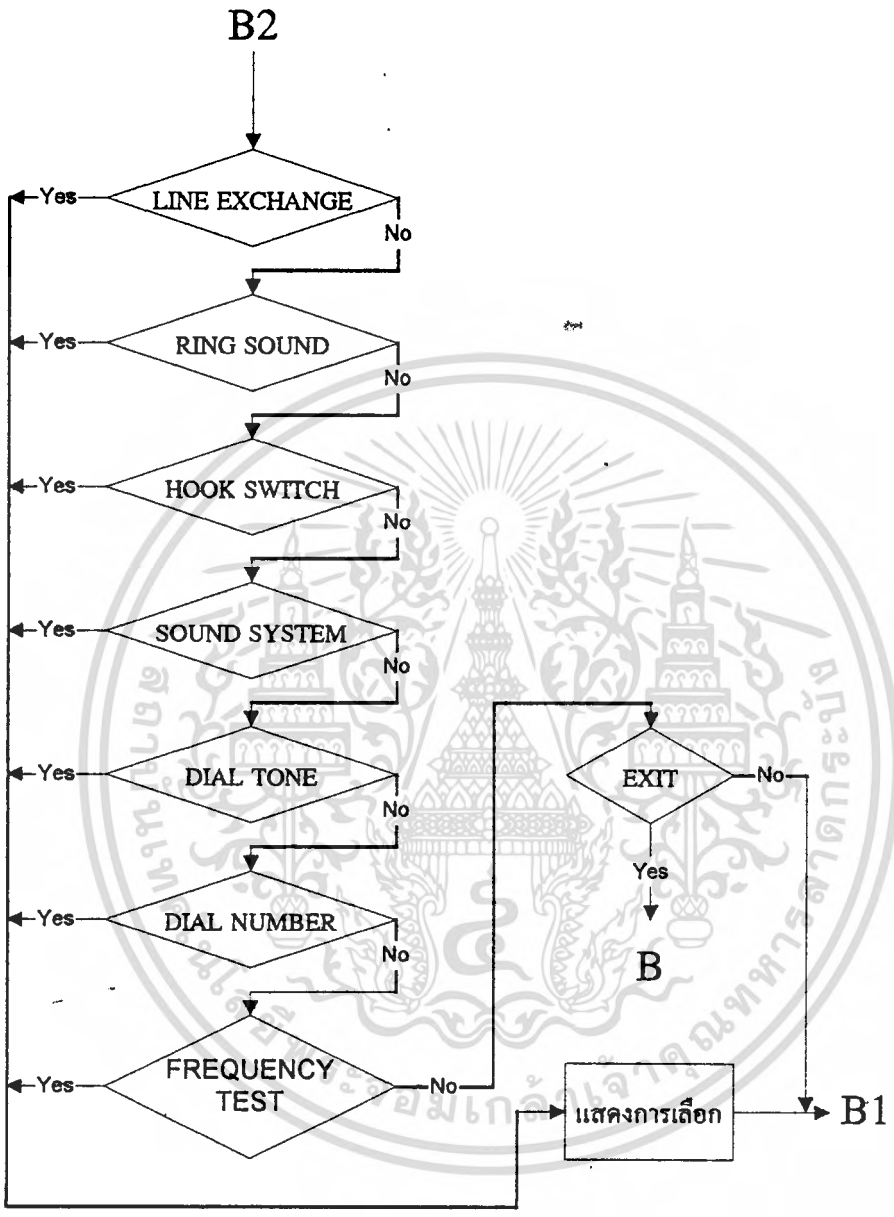


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม SINGLE STEP

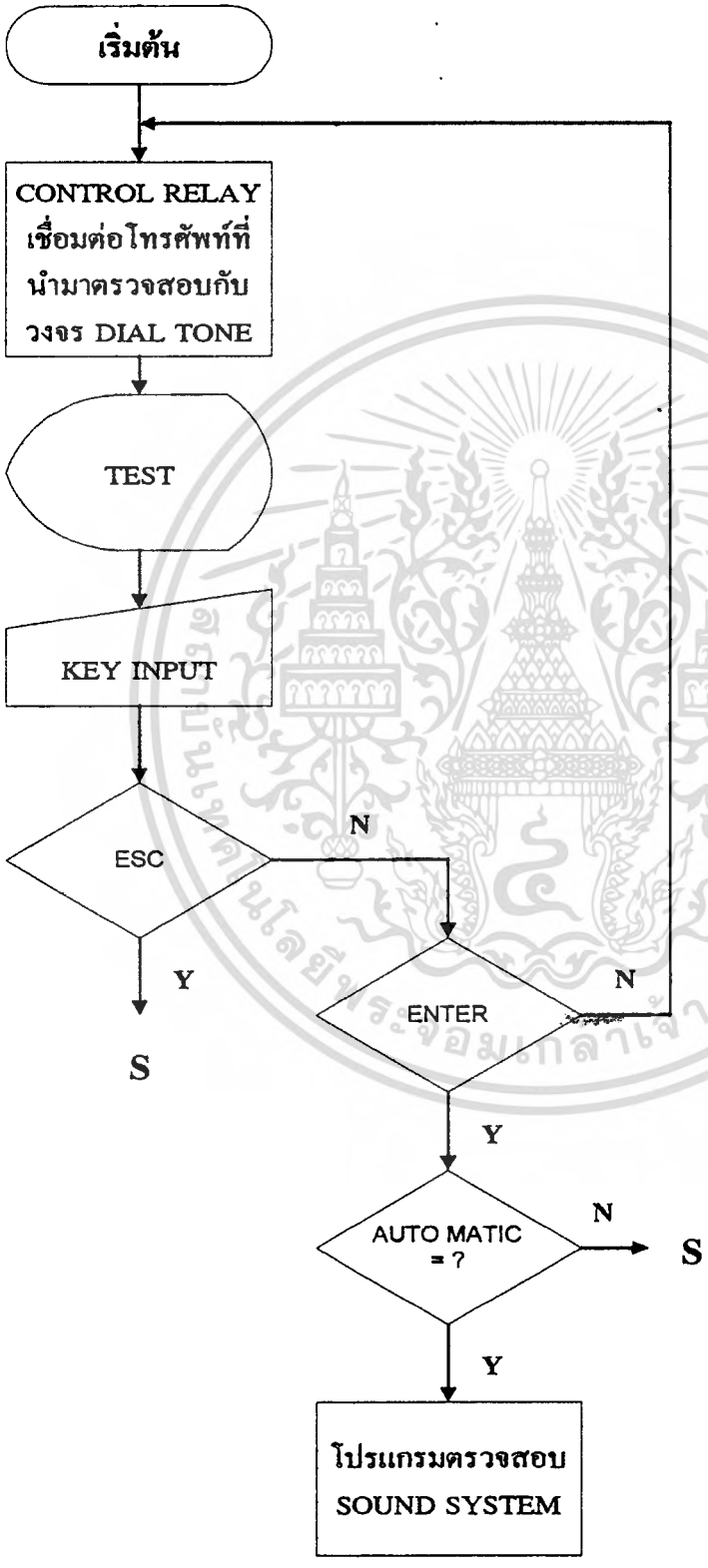


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



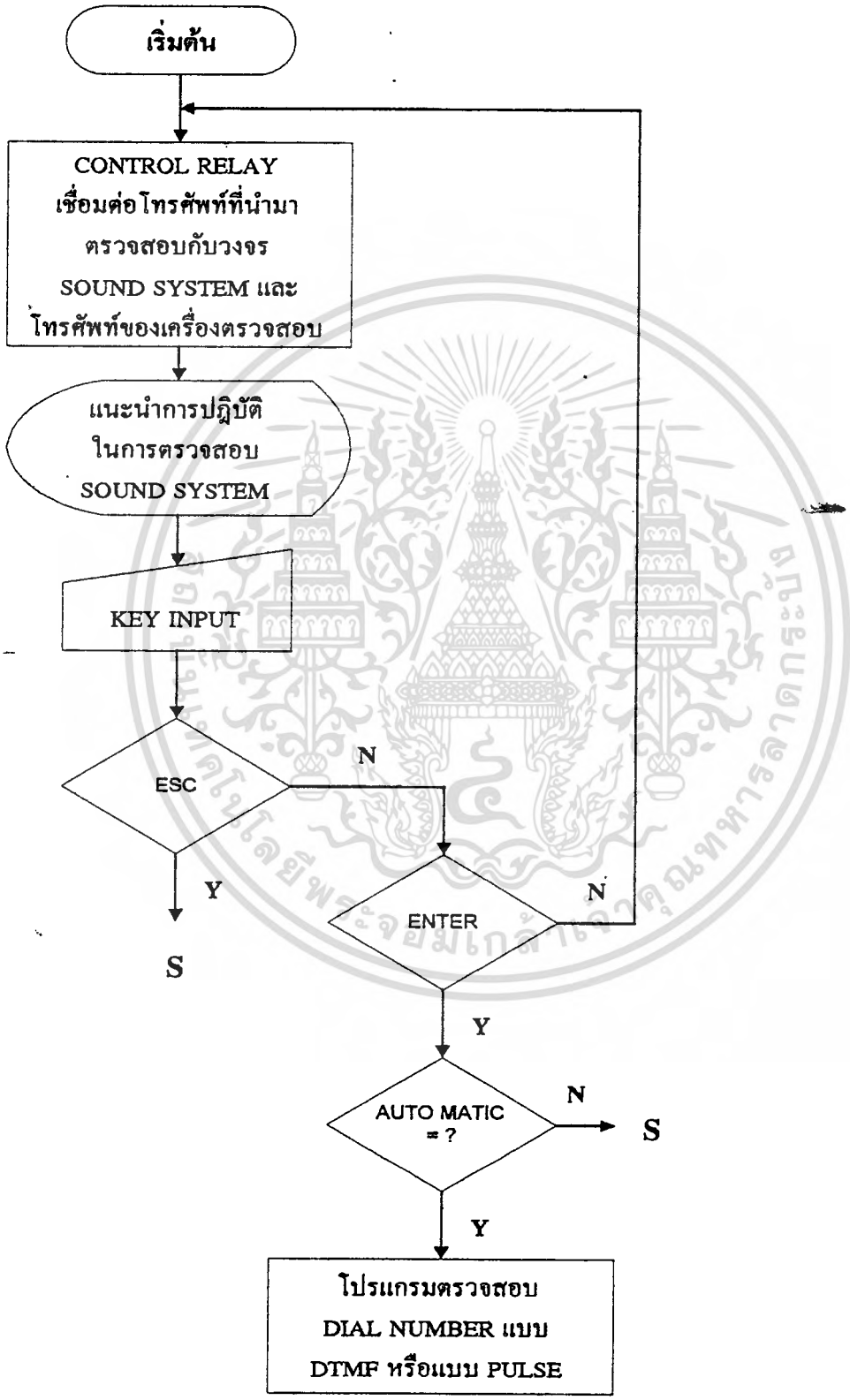
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ DIAL TONE



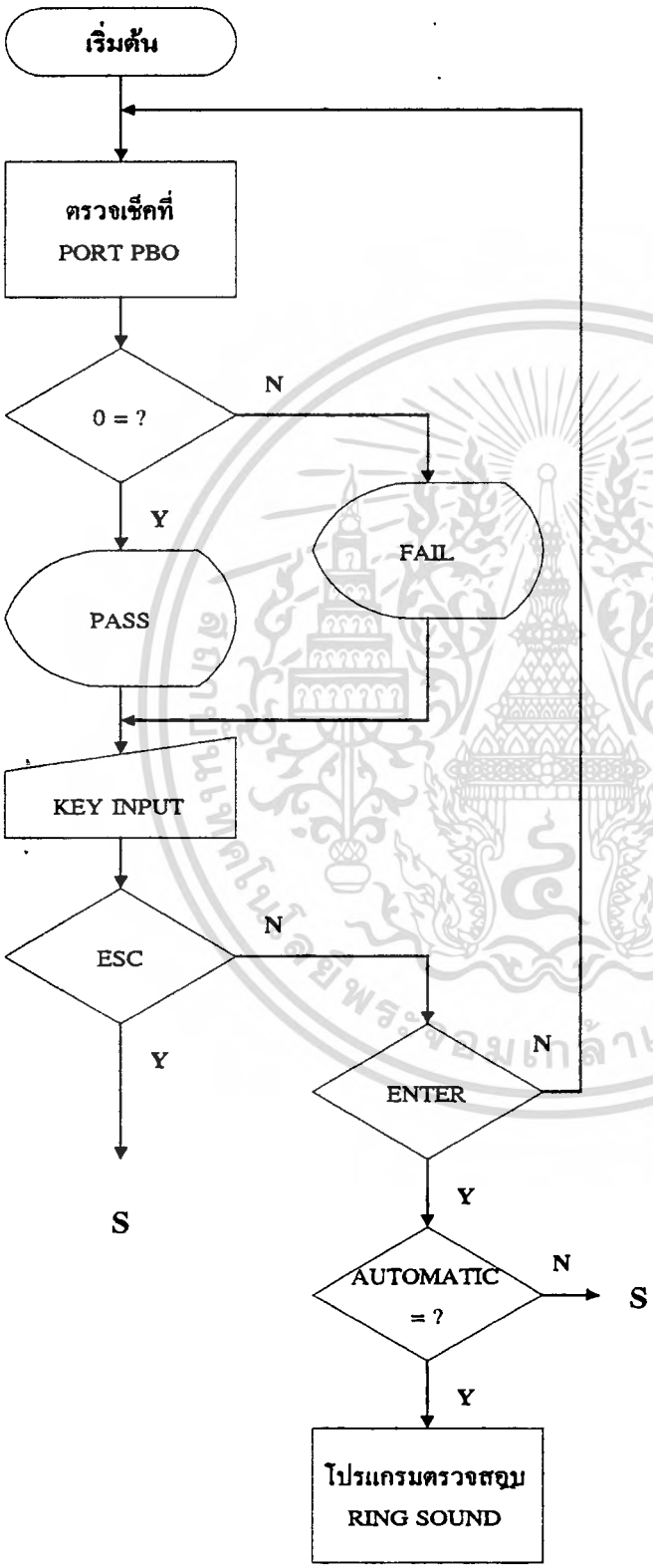
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ SOUND SYSTEM



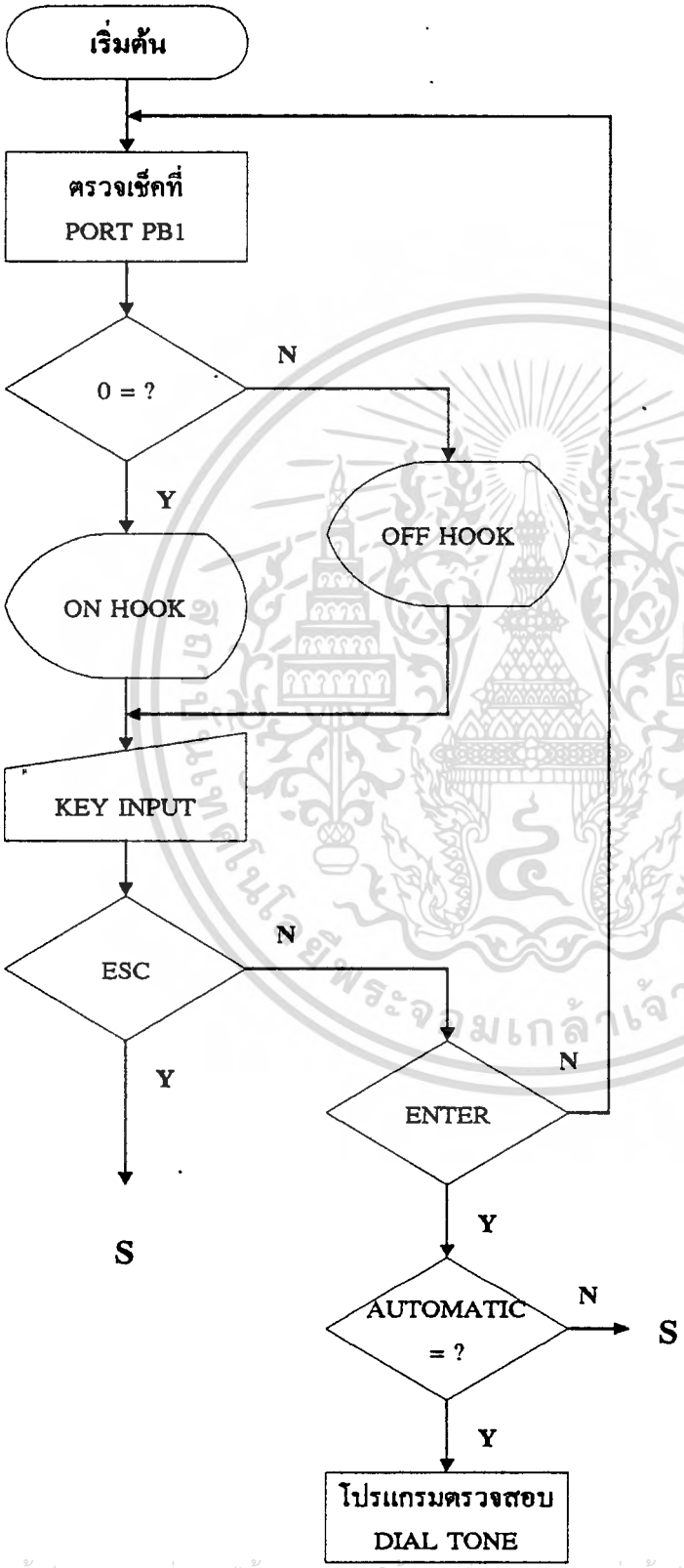
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ LINE EXCHANGE



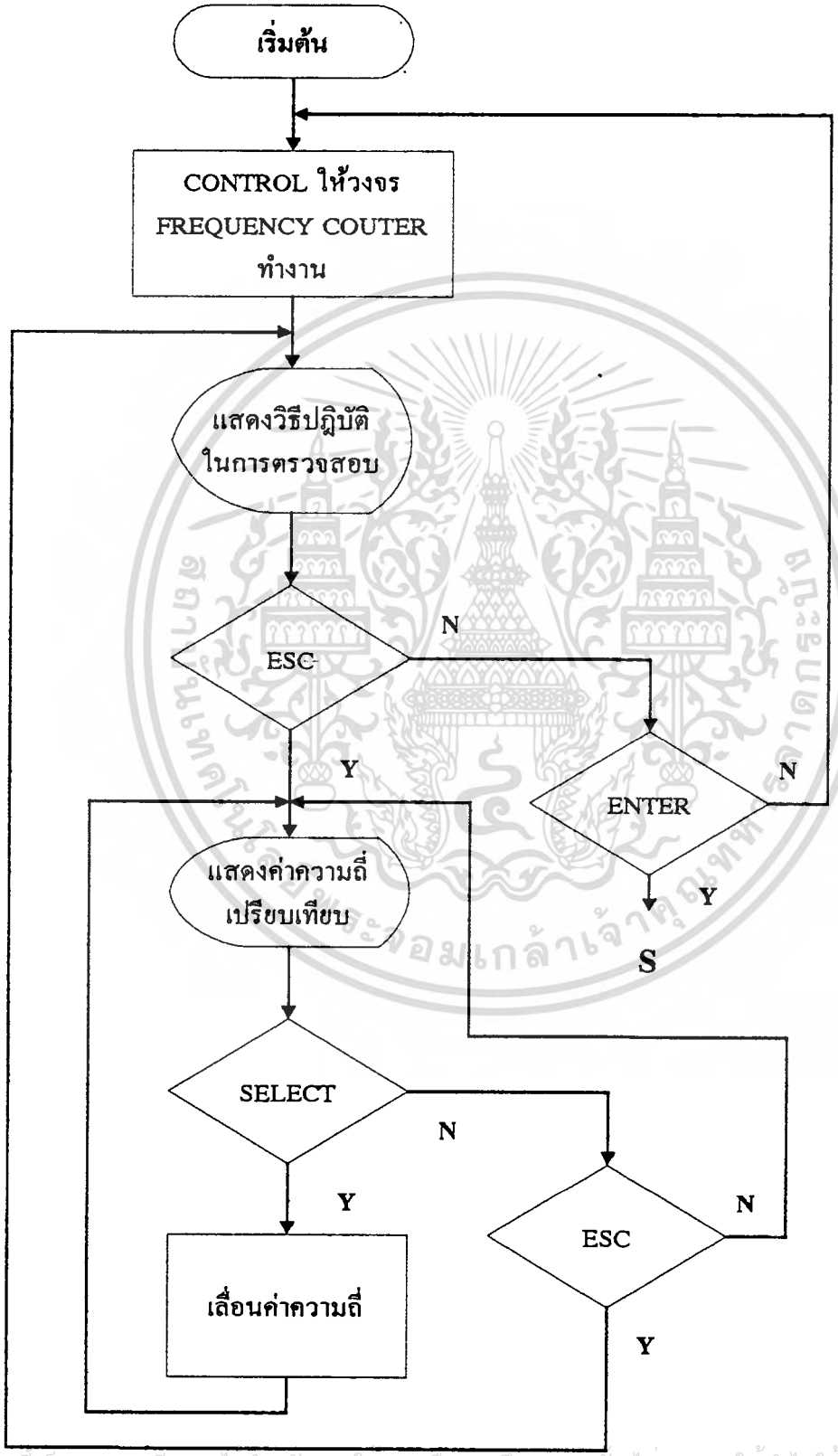
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ HOOK SWITCH



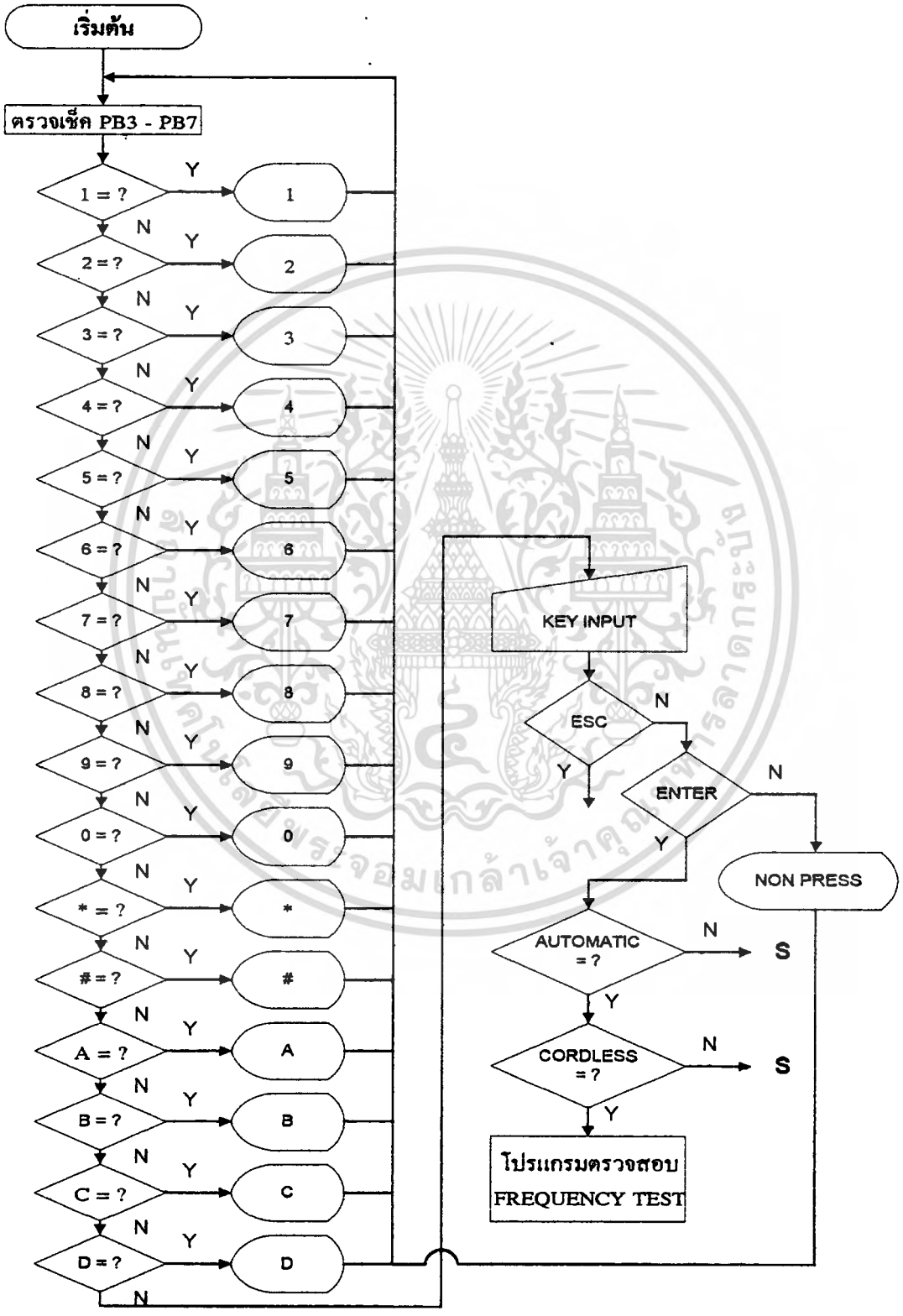
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ FREQUENCY TEST



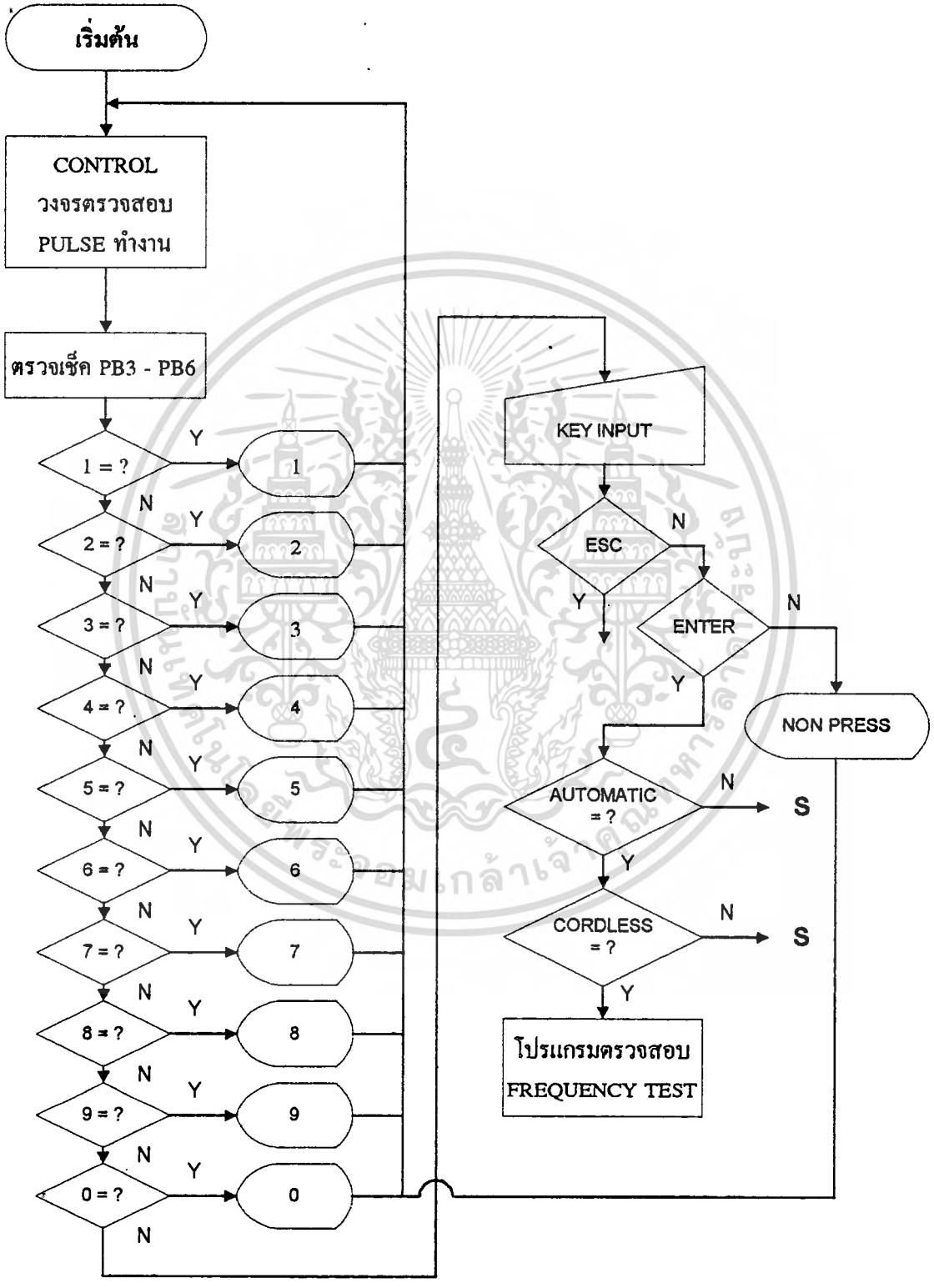
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ DIAL NUMBER แบบ DTMF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงการตรวจสอบ DIAL NUMBER แบบ PULSE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

โปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************
;***** PROGRAM IS AUTOMATIC TELEPHONE INSPECTOR *****
;**********      START OCT 13,1995 ED.ENGINEER      **********
;*************************************************************
;---------- LCD HARDWARE ADDRESS -----------
COMMAND   EQU   0E0C0H   ; READ-WRITE REGISTER
READBUSY  EQU   0E0C1H   ; READ(BUSY FLAG)ADDRESS
WRITEDATA EQU   0E0C2H   ; WRITE CHARACTER
READDATA  EQU   0E0E3H   ; READ DATA FROM DD RAM
;---------- 8255 HARDWARE ADDRESS -----------
PORT_A    EQU   0E0E0H   ; PA0 IS SELECT KEYBROAD
                         ; PA1 IS ENTER  KEYBROAD
                         ; PA2 IS ESC    KEYBROAD
                         ; PA1,0 STATUS  KEYBROAD
                         ; PA3-PA7 IS INPUT
PORT_B    EQU   0E0E1H   ; INPUT
PORT_C    EQU   0E0E2H   ; OUTPUT CONTROL RELAY
CONTROL   EQU   0E0E3H   ; CONTROL PORT = 92H
;--------- START ADDRESS WORK ----------
          ORG 0000H
          LCALL  DELAY1
;--------- CONTROL PORT ----------
          MOV    P1,#0          ; CLEAR PORT_P
                                ; P1-P7 OUTPUT
          MOV    DPTR,#CONTROL  ; CONTROL PORT 8255
          MOV    A,#92H
          MOVX   @DPTR,A
          MOV    A,#00H         ; CLEAR PORT_C
          MOV    DPTR,#PORT_C
          MOVX   @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;--------- CONTROL SHOW CHARECTER ON LINE ----------
DISPLAY:  MACRO  LINE1,LINE2,LINE3,LINE4
          MOV     A,#80H          ;LINE 1
          LCALL   LINE_SET
          MOV     DPTR,#LINE1
          LCALL   LOOP_SHOW
          MOV     A,#0C0H         ;LINE 2
          LCALL   LINE_SET
          MOV     DPTR,#LINE2
          LCALL   LOOP_SHOW
          MOV     A,#90H          ;LINE 3
          LCALL   LINE_SET
          MOV     DPTR,#LINE3
          LCALL   LOOP_SHOW
          MOV     A,#0D0H         ;LINE 4
          LCALL   LINE_SET
          MOV     DPTR,#LINE4
          LCALL   LOOP_SHOW
          ENDM
;--------- MAIN PROGRAM FOR FRONT ---------
          LCALL    INIT
          LCALL    SOUND
          DISPLAY CHR1_41,CHR1_41,CHR1_41,CHR1_41
          LCALL    SOUND
          LCALL    SOUND1
          LCALL    SOUND
          LCALL    SOUND1
          LCALL    SOUND1
          LCALL    SOUND
          LCALL    SOUND1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_10,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_42,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_20,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_42,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_30,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_42,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_40,CHR1_43,CHR1_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_41,CHR1_41,CHR1_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        LCALL   SOUND1
;--------- FUNTION MAIN MENU -----------
START: MOV      R3,#00H
        MOV     R6,#00H
        MOV     R7,#00H
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MENU:  MOV      R4,#00H
       MOV      R5,#00H
       DISPLAY CHR2_10,CHR2_20,CHR2_31,CHR2_41
ACTION:  MOV  A,#00H
       MOV      DPTR,#PORT_A   ; READ KEYBROAD
       LCALL   DELAY_KEY
       MOVX     A,@DPTR
;--------- MAIN CHECK TELEPHONE CALL IN LINE --------
       CJNE     A,B,CALL_JP     ; TEL. CALL CHECK
       LCALL    SOUND
       LJMP     CALL0
CALL_JP:  LJMP  KEY_UP
CALL0:  LCALL  SUB_CHECK
       DISPLAY CHR2_10,CHR2_20,CHR2_31,CHR2_41
       MOV     R4,#00H
       MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD ---------
;--------- KEY UP ---------
KEY_UP: CJNE  A,#11111110B,SEND0 ; CHECK KEY UP
       LCALL  SOUND
       INC      R4
       CJNE    R4,#01H,CHECK10
       DISPLAY CHR2_10,CHR2_21,CHR2_30,CHR2_41
       MOV     R5,#01H          ; INPUT ENTER
       LJMP     ACTION
SEND0:   LJMP   ENTER_KEY
CHECK10: CJNE  R4,#02H,CHECK11
       DISPLAY CHR2_10,CHR2_21,CHR2_31,CHR2_40
       MOV     R5,#02H          ; INPUT ENTER
       LJMP     ACTION
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHECK11:  CJNE    R4,#03H,ENTER_KEY
          DISPLAY CHR2_10,CHR2_20,CHR2_31,CHR2_41
          MOV     R4,#00H
          MOV     R5,#00H          ; INPUT ENTER
          LJMP    ACTION
;--------- ENTER KEY ----------
ENTER_KEY: CJNE   A,#11111101B,SEND1  ; CHECK ENTER
          LCALL   SOUND
          CJNE    R5,#00H,ENT_1_S
          MOV     R4,#00H
          MOV     R5,#00H
          LJMP    TELE_MODE
ENT_1_S:  LJMP    ENT_1
SEND1: CJNE   A,#11111011B,SEND10
          LCALL   SOUND
          LJMP    MENU
SEND10:  CJNE   A,#11111100B,SEND11 ; SELECT+ENTER
          LCALL   SOUND
          LCALL   STATUS_WK
          LJMP    MENU
SEND11:  CJNE   A,#11111001B,SEND11_E; ESC + ENTER
          LCALL   SOUND
          DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
          LCALL   DELAY2
          LCALL   DELAY2
          LCALL   SOUND
          MOV     B,#11110111B
          LJMP    MENU
SEND11_E:  CJNE   A,#11111010B,SEND11_E1;ESC+SELECT
          LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    MENU
SEND11_E1: LJMP  ACTION
ENT_1:  LJMP    ENT_11
;--------- MENU SUB TELEPHONE MODE ----------
TELE_MODE: DISPLAY CHR3_10,CHR3_20,CHR3_31,CHR3_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
ACT_MODE:  MOV   A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ KEYBROAD
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR
;--------- MAIN CHECK TELEPHONE CALL IN LINE --------
        CJNE    A,B,CALL_JP1   ; CHECK TEL. CALL
        LCALL   SOUND
        LJMP    CALL01
CALL_JP1:  LJMP    NOR_UP
CALL01:   LCALL   SUB_CHECK
        DISPLAY CHR3_10,CHR3_20,CHR3_31,CHR3_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD -----------
;--------- KEY UP ----------
NOR_UP: CJNE   A,#11111110B,SEND_NOR ; CHECK UP
        LCALL   SOUND
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHECK_NM1
        DISPLAY CHR3_10,CHR3_21,CHR3_30,CHR3_41
        MOV     R5,#01H        ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_MODE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SEND_NOR:  LJMP    ENT_NMKEY
CHECK_NM1: CJNE    R4,#02H,CHECK_NM2
           DISPLAY CHR3_10,CHR3_21,CHR3_31,CHR3_40
           MOV     R5,#02H        ; INPUT ENTER
           LJMP    ACT_MODE
CHECK_NM2: CJNE    R4,#03H,ENT_NMKEY
           DISPLAY CHR3_10,CHR3_20,CHR3_31,CHR3_41
           MOV     R4,#00H
           MOV     R5,#03H        ; INPUT ENTER
           LJMP    ACT_MODE
;--------- ENTER  KEY TELEPHONE MODE ----------
ENT_NMKEY: CJNE    A,#11111101B,NORL_SEND1 ; ENTER
           LCALL   SOUND
           CJNE    R5,#00H,NORL_END_S
           LJMP    NOR_MODE
NORL_END_S:LJMP    NORL_END
NORL_SEND1:CJNE    A,#11111011B,NORL_SEND2
           LCALL   SOUND
           LJMP    MENU
NORL_SEND2:CJNE    A,#11111100B,NORL_SEND3
           LCALL   SOUND
           LCALL   STATUS_WK
           MOV     R4,#00H
           MOV     R5,#00H
           LJMP    TELE_MODE
NORL_SEND3:CJNE    A,#11111001B,NL_SEND3_E; ESC+ENTER
           LCALL   SOUND
           DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
           LCALL   DELAY2
           LCALL   DELAY2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    TELE_MODE
NL_SEND3_E:CJNE    A,#11111010B,NL_SEND3E1;ESC+SELECT
        LCALL   SOUND
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    TELE_MODE
NL_SEND3E1:LJMP    ACT_MODE
NORL_END:  LJMP    NORL_END2
;--------- MENU SUB TELEPHONE MODE TO <NORMAL> ------
NOR_MODE:  DISPLAY CHR4_10,CHR4_20,CHR4_31,CHR4_41
ACT_NOR:   MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ KEYBROAD
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR
;--------- SUB CHECK TELEPHONE CALL IN LINE ---------
        CJNE    A,B,CALL_JP2; CHECK TELEPHONE CALL
        LCALL   SOUND
        LJMP    CALL02
CALL_JP2:  LJMP    NORMAL_UP
CALL02:    LCALL   SUB_CHECK
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_20,CHR4_31,CHR4_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD ----------
;--------- KEY UP ----------
NORMAL_UP: CJNE    A,#11111110B,SE_NORMAL ; CHECK UP
        LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHE_NOL1
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_21,CHR4_30,CHR4_41
        MOV     R5,#01H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_NOR
SE_NORMAL: LJMP   E_NORKEY
CHE_NOL1:  CJNE   R4,#02H,CHE_NOL2
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_21,CHR4_31,CHR4_40
        MOV     R5,#02H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_NOR
CHE_NOL2:  CJNE   R4,#03H,E_NORKEY
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_20,CHR4_31,CHR4_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#03H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_NOR
;--------- ENTER  KEY TELEPHONE MODE ---------
NOR_END1_S:LJMP   NOR_END1
E_NORKEY:  CJNE   A,#11111101B,NOR_SEND1 ; ENTER
        LCALL   SOUND
        CJNE    R5,#00H,NOR_END1_S
;--------- CONTROL NORMAL DTMF TYPE ----------
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_22,CHR4_31,CHR4_41
        MOV     R3,#00H         ; INPUT TEST
NOR_SEND1: CJNE   A,#11111011B,NOR_SEND2
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LCALL   SOUND
        LJMP    TELE_MODE
NOR_SEND2: CJNE   A,#11111100B,NOR_SEND3
        LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   STATUS_WK
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LCALL   NOR_MODE
NOR_SEND3: CJNE   A,#11111001B,NR_SEND3_E; ESC+ENTER
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LCALL   NOR_MODE
NR_SEND3_E:CJNE   A,#11111010B,NR_SEND3E1;ESC+SELECT
        LCALL   SOUND
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    NOR_MODE
NR_SEND3E1:LJMP   ACT_NOR
NOR_END1:  CJNE   R5,#01H,E_NOR2
;--------- CONTROL NORMAL PULSE TYPE ----------
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_21,CHR4_32,CHR4_41
        MOV     R3,#01H       ; INPUT TEST
        LJMP    ACT_NOR
E_NOR2:  CJNE  R5,#02H,E_NOR3
        MOV     R5,#00H
        LJMP   TELE_MODE
E_NOR3:  CJNE  R5,#03H,E_NOR4
;--------- CONTROL NORMAL DTMF TYPE ----------
        DISPLAY CHR4_10,CHR4_22,CHR4_31,CHR4_41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R3,#00H         ; INPUT TEST
E_NOR4:   LJMP    ACT_NOR
;--------- END NORMAL FUCTION -----------
;--------- MENU SUB TELEPHONE MODE TO <CORDLESS> --------
NORL_END2: CJNE   R5,#01H,ENT_NOR2
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    COR_MODE
ENT_NOR2:  LJMP   ENT_NOR3
COR_MODE:  DISPLAY CHR5_10,CHR5_20,CHR5_31,CHR5_41
ACT_COR:   MOV    A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ  KEYBROAD
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR
;--------- SUB-CHECK TELEPHONE CALL IN LINE ---------
        CJNE    A,B,CALL_JP3; CHECK TELEPHONE CALL
        LCALL   SOUND
        LJMP    CALL03
CALL_JP3:  LJMP   CORDLE_UP
CALL03:    LCALL  SUB_CHECK
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_20,CHR5_31,CHR5_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD ---------
;--------- KEY UP ----------
CORDLE_UP: CJNE   A,#11111110B,SE_CORDLE ; CHECK UP
        LCALL   SOUND
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHE_COR1
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_21,CHR5_30,CHR5_41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R5,#01H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_COR
SE_CORDLE: LJMP  E_CORKEY
CHE_COR1:  CJNE  R4,#02H,CHE_COR2
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_21,CHR5_31,CHR5_40
        MOV     R5,#02H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_COR
CHE_COR2:  CJNE  R4,#03H,E_CORKEY
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_20,CHR5_31,CHR5_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#03H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_COR
;--------- ENTER  KEY CORDLESS MODE ---------
COR_END1_S:LJMP  COR_END1
E_CORKEY:  CJNE  A,#11111101B,COR_SEND1 ; ENTER
        LCALL   SOUND
        CJNE    R5,#00H,COR_END1_S
;--------- CONTROL CORDLESS DTMF TYPE ----------
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_22,CHR5_31,CHR5_41
        MOV     R3,#80H         ; INPUT TEST
COR_SEND1: CJNE  A,#11111011B,COR_SEND2
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LCALL   SOUND
        LJMP    TELE_MODE
COR_SEND2: CJNE  A,#11111100B,COR_SEND3
        LCALL   SOUND
        LCALL   STATUS_WK
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    COR_MODE
COR_SEND3: CJNE    A,#11111001B,CR_SEND3_E; ESC+ENTER
        LCALL  SOUND
        DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    COR_MODE
CR_SEND3_E:CJNE    A,#11111010B,CR_SEND3E1;ESC+SELECT
        LCALL   SOUND
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    COR_MODE
CR_SEND3E1:LJMP    ACT_COR
COR_END1:  CJNE    R5,#01H,E_COR2
;--------- CONTROL CORDLESS PULSE TYPE ----------
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_21,CHR5_32,CHR5_41
        MOV     R3,#81H      ; INPUT TEST
        LJMP    ACT_COR
E_COR2:    CJNE    R5,#02H,E_COR3
        MOV     R5,#00H
        LJMP    TELE_MODE
E_COR3:    CJNE    R5,#03H,E_COR4
;--------- CONTROL CORDLESS DTMF TYPE ----------
        DISPLAY CHR5_10,CHR5_22,CHR5_31,CHR5_41
        MOV     R3,#80H      ; INPUT TEST
E_COR4:    LJMP    ACT_COR
;--------- END CORDLESS FUCTION ----------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ENT_NOR3:  CJNE    R5,#02H,ENT_NOR4
           MOV     R5,#00H
           LJMP    MENU
ENT_NOR4:  CJNE    R5,#03H,TRAN_NOR
           LJMP    NOR_MODE
TRAN_NOR:  LJMP    ACT_MODE
;--------- MENU SUB INSPECTOR MODE ---------
ENT_11:  CJNE   R5,#01H,ENT_2E
           MOV     R4,#00H
           MOV     R5,#00H
           LJMP    INS_MODE
ENT_2E:    LJMP    ENT_2
INS_MODE:  DISPLAY CHR6_10,CHR6_20,CHR6_31,CHR6_41
ACT_INS:   MOV     A,#00H
           MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ KEYBROAD
           LCALL   DELAY_KEY
           MOVX    A,@DPTR
;--------- SUB CHECK TELEPHONE CALL IN LINE ---------
           CJNE    A,B,CALL_JP4; CHECK TELEPHONE CALL
           LCALL   SOUND
           LJMP    CALL04
CALL_JP4:  LJMP    INSPEC_UP
CALL04:    LCALL   SUB_CHECK
           DISPLAY CHR6_10,CHR6_20,CHR6_31,CHR6_41
           MOV     R4,#00H
           MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD ---------------------------
;--------- KEY UP LOOP ------------------------------
INSPEC_UP: CJNE    A,#11111110B,SE_INSPEC ; CHECK UP
           LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHE_INS1
        DISPLAY CHR6_10,CHR6_21,CHR6_30,CHR6_41
        MOV     R5,#01H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_INS
SE_INSPEC: LJMP   E_INSKEY
CHE_INS1:  CJNE   R4,#02H,CHE_INS2
        DISPLAY CHR6_10,CHR6_21,CHR6_31,CHR6_40
        MOV     R5,#02H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_INS
CHE_INS2:  CJNE   R4,#03H,E_INSKEY
        DISPLAY CHR6_10,CHR6_20,CHR6_31,CHR6_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#03H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_INS
;--------- ENTER  KEY INSPECTOR MODE ------------
INS_END1_S:LJMP   INS_END1
E_INSKEY:  CJNE   A,#11111101B,INS_SEND1 ; ENTER
        LCALL   SOUND
        CJNE    R5,#00H,INS_END1_S
        MOV     R6,#00H         ; INPUT SET OPERATION
        MOV     R7,#00H
;--------- CONTROL AUTOMATIC TYPE ----------------
        DISPLAY CHR6_10,CHR6_22,CHR6_31,CHR6_41
INS_SEND1: CJNE   A,#11111011B,INS_SEND10
        LCALL   SOUND
        LJMP    MENU
INS_SEND10:CJNE   A,#11111100B,INS_SEND20
        LCALL   SOUND
        LCALL   STATUS_WK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    INS_MODE
INS_SEND20:CJNE   A,#11111001B,I_SEND20_E; ESC+ENTER
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    INS_MODE
I_SEND20_E:CJNE   A,#11111010B,I_SEND3E1;ESC+SELECT
        LCALL   SOUND
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    INS_MODE
I_SEND3E1: LJMP   ACT_INS
INS_END1:  CJNE   R5,#01H,E_INSE
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    SIN_MODE
E_INSE:   LJMP    E_INS2
;--------- CONTROL SINGLE STEP TYPE --------
;--------- MENU SUB INSPECTOR TO SINGLE STEP --------
SIN_MODE:  DISPLAY CHR7_10,CHR7_20,CHR7_31,CHR7_41
ACT_SIN:   MOV    A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ KEYBROAD
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;--------- SUB CHECK TELEPHONE CALL IN LINE ---------
        CJNE    A,B,CALL_JP5; CHECK TELEPHONE CALL
        LCALL   SOUND
        LJMP    CALL05
CALL_JP5:  LJMP    SINGLE_UP
CALL05:    LCALL   SUB_CHECK
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_20,CHR7_31,CHR7_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
;--------- CHECK KEYBROAD -----------
;--------- KEY UP ----------
SINGLE_UP: CJNE    A,#11111110B,SE_SINGLE ; CHECK UP
        LCALL   SOUND
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHE_SIN1
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_21,CHR7_30,CHR7_41
        MOV     R5,#01H       ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_SIN
SE_SINGLE: LJMP    E_SINKEY
CHE_SIN1:  CJNE    R4,#02H,CHE_SIN2
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_21,CHR7_31,CHR7_40
        MOV     R5,#02H       ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_SIN
CHE_SIN2:  CJNE    R4,#03H,CHE_SIN3
;--------- SINGLE STEP SUB SECOND ---------
SIN_SUB2:  DISPLAY CHR7_10,CHR7_50,CHR7_61,CHR7_71
        MOV     R5,#03H       ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_SIN
CHE_SIN3:  CJNE    R4,#04H,CHE_SIN4
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_51,CHR7_60,CHR7_71
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R5,#04H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_SIN
CHE_SIN4:  CJNE    R4,#05H,CHE_SIN5
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_51,CHR7_61,CHR7_70
        MOV     R5,#05H         ; INPUT ENTER
        LJMP    ACT_SIN
;---------- SINGLE STEP SUB THRID ----------
CHE_SIN5:  CJNE    R4,#06H,CHE_SIN6
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_80,CHR7_91,CHR9_40
        MOV     R5,#06H
        LJMP    ACT_SIN
CHE_SIN6:  CJNE    R4,#07H,CHE_SIN7
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_81,CHR7_90,CHR9_40
        MOV     R5,#07H
        LJMP    ACT_SIN
CHE_SIN7:  CJNE    R4,#08H,E_SINKEY
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_20,CHR7_31,CHR7_41
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    ACT_SIN
;--------- ENTER  KEY SINGLE STEP MODE ---------
SIN_END1_S:LJMP    SIN_END1
E_SINKEY:  CJNE    A,#11111101B,SIN_SEND1 ; ENTER
        LCALL   SOUND
        CJNE    R5,#00H,SIN_END1_S
        MOV     R7,#01H         ; SET LINE EXCHANGE
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL LINE EXCHANGE  ---------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_22,CHR7_31,CHR7_41
SIN_SEND1: CJNE    A,#11111011B,SIN_SEND10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LCALL   SOUND
        LJMP    INS_MODE
SIN_SEND10:CJNE   A,#11111100B,SIN_SEND20
        LCALL   SOUND
        LCALL   STATUS_WK
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    SIN_MODE
SIN_SEND20:CJNE   A,#11111001B,S_SEND20_E; ESC+ENTER
        LCALL   SOUND
        DISPLAY CHRA_50,CHRA_51,CHRA_60,CHRA_61
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY2
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    SIN_MODE
S_SEND20_E:CJNE   A,#11111010B,S_SEND3E1;ESC+SELECT
        LCALL   SOUND
        LCALL   TELE_OUT
        LJMP    SIN_MODE
S_SEND3E1: LJMP   ACT_SIN
SIN_END1:  CJNE   R5,#01H,E_SIN2
        MOV     R7,#02H         ; SET RING SOUND
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL RING SOUND ----------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_21,CHR7_32,CHR7_41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN2:   CJNE    R5,#02H,E_SIN3
        MOV     R7,#03H         ; SET HOOK SWITCH
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL HOOK SWITCH ----------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_21,CHR7_31,CHR7_42
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN3:   CJNE    R5,#03H,E_SIN4
        MOV     R7,#04H         ; SET SOUND SYSTEM
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL SOUND SYSTEM ---------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_52,CHR7_61,CHR7_71
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN4:   CJNE    R5,#04H,E_SIN5
        MOV     R7,#05H         ; SET DIAL TONE
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;---------CONTROL DIAL TONE -----------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_51,CHR7_62,CHR7_71
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN5:   CJNE    R5,#05H,E_SIN6
        MOV     R7,#06H         ; SET DIAL NUMBER
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL DIAL NUMBER ---------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_51,CHR7_61;CHR7_72
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN6:   CJNE    R5,#06H,E_SIN7
        MOV     R7,#07H         ; SET FREQUENCY
        MOV     R6,#01H         ; SET NOT AUTOMATIC
;--------- CONTROL FREQUENCY TEST ----------
        DISPLAY CHR7_10,CHR7_82,CHR7_91,CHR9_40
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    ACT_SIN
E_SIN7    CJNE    R5,#07H,E_SIN8
;--------- EXIT SUB SINGLE STEP -----------
        MOV     R4,#00H
        MOV     R5,#00H
        LJMP    INS_MODE
E_SIN8:   LJMP    ACT_SIN
;--------- END SUB SINGLE STEP ----------
E_INS2:   CJNE    R5,#02H,E_INS3
        MOV     R5,#00H
        LJMP    MENU
E_INS3:   CJNE    R5,#03H,E_INS4
;--------- CONTROL LOOP AUTOMATIC TYPE ----------
        DISPLAY CHR6_10,CHR6_22,CHR6_31,CHR6_41
E_INS4:   LJMP    ACT_INS
;--------- END INSPECTOR MODE FUCTION ----------
;--------- OPERATION CONTROL TYPE AND SINGLE STEP ---------
ENT_2:  CJNE    R5,#02H,ENT_3
        CJNE    R6,#00H,OPT1
        LCALL   AUTO_SUB
        LJMP    MENU
ENT_3:  LJMP    ENT_4
OPT1_HOT:  LJMP    OPT2
OPT100_S:  LJMP    OPT100
OPT1:   MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        MOV     A,#000000000B
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    R7,#01H,OPT1_HOT  ; LINE EXCHANGE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_40,CHR9_41
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        SETB    ACC.1          ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
OPT1_S: MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_B   ; CHECK LINE EXCH.
        MOVX    A,@DPTR
        CPL     ACC.0
        JNB     ACC.0,OPT100_S
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_30,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_40,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,OPT1_0 ; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.1       ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        CLR     ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT1_0: CJNE    A,B,OPT10   ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        SETB    ACC.1       ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_40,CHR9_41
        LJMP    OPT1_S
OPT10:  CJNE    A,#11111011B,OPT10_A
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.1          ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ;CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT10_A:  LJMP   OPT1_S
OPT100:   DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_31,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_40,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ;CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,OPT10_B1; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.1          ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT10_B1: CJNE   A,B,OPT10_B   ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        SETB    ACC.1          ; LINE EXC.
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_31,CHR9_41
        LJMP    OPT100
OPT10_B:  CJNE   A,#11111011B,OPT10_C
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CHANGE RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT10_C   LJMP   OPT1_S
OPT2_HOT: LJMP   OPT3
OPT2:   MOV    B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CJNE   R7,#02H,OPT2_HOT ; RING SOUND
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_40,CHR9_41
        SETB   ACC.7          ; RING SOUND PC7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        SETB    ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        SETB    ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
OPT101: DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_32,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_40,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,OPT101_A ; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX   @DPTR,A
        LCALL  DELAY1
        LJMP   MENU
OPT101_A: CJNE   A,B,OPT101_A1  ; TEL. CALL CHECK
        LCALL  SOUND
        LCALL  SUB_CHECK
        SETB   ACC.7
        SETB   ACC.3
        CLR    ACC.6
        CLR    ACC.5
        CLR    ACC.4
        CLR    ACC.2
        CLR    ACC.0
        MOV    DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX   @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_32,CHR9_41
        LJMP   OPT101
OPT101_A1: CJNE   A,#11111011B,OPT101_B
        LCALL  SOUND
        CLR    ACC.3
        CLR    ACC.7
        CLR    ACC.6
        CLR    ACC.5
        CLR    ACC.4
        CLR    ACC.2
        CLR    ACC.0
        MOV    DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX   @DPTR,A
        LCALL  DELAY1
        LJMP   MENU
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OPT101_B:  LJMP    OPT101
OPT3_HOT:  LJMP    OPT4
OPT300_HP:  LJMP    OPT300
OPT3:      MOV     B,#11110111B  ; SET VALUE CALL
           CLR     ACC.7
           CLR     ACC.6
           CLR     ACC.5
           CLR     ACC.4          ; HOOK SW.
           CLR     ACC.3
           CLR     ACC.2
           CLR     ACC.0
           MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
           MOVX    @DPTR,A
           CJNE    R7,#03H,OPT3_HOT ; HOOK SWITCH
           DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_40,CHR9_41
           LCALL   DELAY1
           MOV     A,#00H
           MOV     DPTR,#PORT_B   ; CHECK HOOK SWITCH
           MOVX    A,@DPTR
           CPL     ACC.1
           JNB     ACC.1,OPT300_HP
           DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_33,CHR9_41
           LCALL   DELAY1
           DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_40,CHR9_41
           LCALL   DELAY1
           MOV     A,#00H
           MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
           MOVX    A,@DPTR
           LCALL   DELAY_KEY
           CJNE    A,#11111101B,OPT102_A ; ENTER LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT102_A: CJNE   A,#11111011B,OPT102_B1
        LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT102_B1: CJNE   A,B,OPT102_B   ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
OPT102_B: LJMP   OPT3
OPT300:   DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_34,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_40,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,OPT1022_A ; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT1022_A: LJMP   OPT102_A
OPT4_HOT:  LJMP   OPT5
OPT4:   MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CJNE    R7,#04H,OPT4_HOT ; SOUND SYSTEM
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_51,CHR9_40,CHR9_40
        SETB    ACC.7          ; RING SOUND PC7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
OPT1034:  DISPLAY CHR8_10,CHR8_11,CHR8_12,CHRB_20
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,OPT1034_A; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        SETB    ACC.7
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
OPT1034_A: CJNE   A,#11111011B,OPT1034_B1; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
OPT1034_B1:CJNE   A,B,OPT1034_B  ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        SETB    ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
OPT1034_B: LJMP   OPT1034
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OPT5_HOT:  LJMP    OPT6
OPT5:    MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
         CJNE    R7,#05H,OPT5_HOT ; DIAL TONE
         SETB    ACC.4
         CLR     ACC.7
         CLR     ACC.6
         CLR     ACC.5
         CLR     ACC.3
         CLR     ACC.2
         CLR     ACC.0
         MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
         MOVX    @DPTR,A
         DISPLAY CHR9_10,CHR7_61,CHR9_40,CHR9_41
         LCALL   DELAY1
OPT104:  DISPLAY CHR9_10,CHR7_61,CHR9_32,CHR9_41
         LCALL   DELAY1
         DISPLAY CHR9_10,CHR7_61,CHR9_40,CHR9_41
         LCALL   DELAY1
         MOV     A,#00H
         MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
         MOVX    A,@DPTR
         LCALL   DELAY_KEY
         CJNE    A,#11111101B,OPT104_A1; ENTER LOOP
         LCALL   SOUND
         CLR     ACC.4
         CLR     ACC.7
         CLR     ACC.6
         CLR     ACC.5
         CLR     ACC.3
         CLR     ACC.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT104_A1: CJNE   A,B,OPT104_A  ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        SETB    ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    OPT104_B
OPT104_A:  CJNE   A,#11111011B,OPT104_B ; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    MENU
OPT104_B: LJMP    OPT104
OPT71:    LJMP    OPT7
OPT6:     MOV     B,#11110111B  ; SET VALUE CALL
        CJNE    R7,#06H,OPT71   ; DIAL NUMBER
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_71,CHR9_40,CHR9_40
        LCALL   DELAY2
        CLR     C
        MOV     A,R3
        ORL     C,ACC.0
        JC      CT_TONE
        SETB    ACC.7           ; ON SUPPLY TEST CT
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C    ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     P1,#00001000B   ; CONTROL DIAL DTMF
        LCALL   DELAY1
        SETB    ACC.7
        CLR     ACC.5           ; CONTROL ON RELAY
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX   @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_16,CHR9_41
        LCALL  NUM_SUB       ; DIAL NUMBER
        MOV    P1,#00000000B ; CLEAR PORT
        CLR    ACC.5
        CLR    ACC.7         ; CONTROL OFF RELAY
        CLR    ACC.6
        CLR    ACC.4
        CLR    ACC.3
        CLR    ACC.2
        CLR    ACC.0
        MOV    DPTR,#PORT_C  ; DIAL NUM.DTMF PC3
        MOVX   @DPTR,A
        LCALL  DELAY1
        LJMP   MENU
CT_TONE: LCALL  DELAY2
        CLR    C
        MOV    A,R3
        ORL    C,ACC.0
        JNC    OPT7
        SETB   ACC.7         ; ON SUPPLY TEST CT
        CLR    ACC.6
        CLR    ACC.5
        CLR    ACC.4
        CLR    ACC.3
        CLR    ACC.2
        CLR    ACC.0
        MOV    DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RELAY
        MOVX   @DPTR,A
        MOV    P1,#00010000B ; CONTROL DIAL NUM.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DELAY1          ; PULSE P1--8031
        SETB    ACC.7
        SETB    ACC.5           ; CONTROL ON RELAY
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C    ; DIAL NUMBER PULSE
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR0_16,CHR9_41
        LCALL   NUM_PULSE       ; DIAL NUMBER
        MOV     P1,#00000000B   ; CLEAR PORT
        CLR     ACC.7           ; CONTROL OFF RELAY
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C    ; DIAL NUM.PULSE
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
        LJMP    MENU
OPT7_HOT: LJMP  ENT_4
OPT7:   MOV     B,#11110111B    ; SET VALUE CALL
        CJNE    R7,#07H,OPT7_HOT ; FREQUENCY TEST
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_81,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     P1,#00100000B   ; CONTROL FREQUENCY
        LCALL   DELAY2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
F_START:   DISPLAY CHR7_81,CHRF_10,CHRF_20,CHR9_41
F_LOOP:    MOV     A,#00H
           MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
           MOVX    A,@DPTR
           LCALL   DELAY_KEY
           CJNE    A,#11111101B,F_LOOP1_S
           LCALL   SOUND
           MOV     P1,#00000000B  ; CLEAR PORT
           LCALL   DELAY1
           LJMP    MENU
F_LOOP1_S: CJNE    A,B,F_LOOP1    ; TEL. CALL CHECK
           LCALL   SOUND
           LCALL   SUB_CHECK
           LJMP    F_START
F_LOOP1:   CJNE    A,#11111011B,F_LOOP
           LCALL   SOUND
           LCALL   FRE_DATA
           LJMP    F_START
ENT_4:     CJNE    R5,#00H,SEND2
           MOV     P1,#00000000B  ; CLEAR PORT
           LCALL   DELAY1
           LJMP    MENU
SEND2:     LJMP    ACTION
;--------- SUB PROGRAM OPERATIION ----------
AUTO_SUB:  DISPLAY CHR9_10,CHR6_21,CHR9_40,CHR9_40
           LCALL   DELAY2         ; AUTOMATIC OPERATE
           MOV     A,#00000000B   ; CONTROL RELAY
           MOV     DPTR,#PORT_C
           MOVX    @DPTR,A
LINE_EX:   MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETB    ACC.1          ; CONTROL RELAY
CLR     ACC.7
CLR     ACC.6
CLR     ACC.5
CLR     ACC.4
CLR     ACC.3
CLR     ACC.2
CLR     ACC.0
MOV     DPTR,#PORT_C
MOVX    @DPTR,A
DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_40,CHR9_40
LCALL   DELAY1         ; LINE EXCHANGE
MOV     A,#00H
MOV     DPTR,#PORT_B   ; CHECK INPUT
MOVX    A,@DPTR
CPL     ACC.0
JNB     ACC.0,AUT100
DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_30,CHRB_21
MOV     A,#00H
MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY ESC
MOVX    A,@DPTR
LCALL   DELAY_KEY
CJNE    A,#11111011B,ESC1
LCALL   SOUND
CLR     ACC.1          ; CONTROL RELAY
CLR     ACC.7
CLR     ACC.6
CLR     ACC.5
CLR     ACC.4
CLR     ACC.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
ESC1:   CJNE    A,B,ESC1_L    ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.1
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    LINE_EX
ESC1_L: LCALL   DELAY
        LJMP    RING_HOT
AUT100: DISPLAY CHR9_10,CHR7_21,CHR9_31,CHRB_21
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A  ; CHECK KEY ESC
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111011B,ESC2
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.1         ; CONTROL RELAY
        CLR     ACC.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
ESC2:   CJNE    A,B,ESC2_L      ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.1
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C    ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    LINE_EX
ESC2_L: LCALL   DELAY
RING_HOT: DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     B,#11110111B    ; SET VALUE CALL
        SETB    ACC.7           ; RING SOUND PC7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY1
        SETB    ACC.7
        SETB    ACC.3         ; CONTROL ON
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
RING_HOT1: DISPLAY CHR9_10,CHR7_31,CHR9_32,CHRB_21
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A  ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111011B,ESC3 ; ENTER LOOP
        MOV     P1,#00000000B
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.7         ; CONTROL
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; RING SOUND
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
ESC3:   CJNE    A,B,ESC3_L     ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    RING_HOT
ESC3_L: LCALL   DELAY
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.7          ; SUPPLY RING SOUND
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
HS_HOT: DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   DELAY1          ; HOOK SWITCH
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_B    ; CHECK INPUT
        MOVX    A,@DPTR
        CPL     ACC.1
        JNB     ACC.1,AUT300
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_33,CHRB_21
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A    ; CHECK KEY ESC
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111011B,ESC4
        LCALL   SOUND
        LJMP    MENU
ESC4:   CJNE    A,B,ESC4_L      ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C    ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    HS_HOT
ESC4_L: LCALL   DELAY
        LCALL   DELAY
        LJMP    DT_HOT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AUT300:   DISPLAY CHR9_10,CHR7_41,CHR9_34,CHRB_21
          MOV     A,#00H
          MOV     DPTR,#PORT_A  ; CHECK KEY ESC
          MOVX    A,@DPTR
          LCALL   DELAY_KEY
          CJNE    A,#11111011B,ESC5
          MOV     P1,#00000000B
          LCALL   SOUND
          LJMP    MENU
ESC5:     CJNE    A,B,ESC5_L    ; TEL. CALL CHECK
          LCALL   SOUND
          LCALL   SUB_CHECK
          CLR     ACC.4
          CLR     ACC.7
          CLR     ACC.6
          CLR     ACC.5
          CLR     ACC.3
          CLR     ACC.2
          CLR     ACC.0
          MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
          MOVX    @DPTR,A
          LJMP    HS_HOT
ESC5_L:   LCALL   DELAY
          CLR     ACC.4         ; CONTROL OFF RELAY
          CLR     ACC.7
          CLR     ACC.6
          CLR     ACC.5
          CLR     ACC.3
          CLR     ACC.2
          CLR     ACC.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
DT_HOT:  DISPLAY CHR9_10,CHR7_61,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        SETB    ACC.4          ; CONTROL ON RELAY
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL DIAL TONE
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY1
DT_HOT1:  DISPLAY CHR9_10,CHR7_61,CHR9_32,CHRB_20
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,ESC6 ; ESC KEY INPUT
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    SOU_HOT
ESC6:   CJNE    A,B,ESC6_L    ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    DT_HOT
ESC6_L: CJNE    A,#11111011B,DT_HOT1
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    MENU
SOU_HOT: DISPLAY CHR9_10,CHR7_51,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     B,#11110111B  ; SET VALUE CALL
        SETB    ACC.7         ; CONTROL SOUND PC7
        CLR     ACC.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
AUT1034:  DISPLAY CHR8_10,CHR8_11,CHR8_12,CHRB_20
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,ESC7 ; ENTER LOOP
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    A,@DPTR
        LJMP    DTN_HOT
ESC7:   CJNE    A,B,ESC7_L     ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY_KEY
        LJMP    SOU_HOT
ESC7_L: CJNE    A,#11111011B,AUT1034 ; ESC INPUT
        LCALL   SOUND
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    A,@DPTR
        LJMP    MENU
DTN_HOT: DISPLAY CHR9_10,CHR7_71,CHR9_40,CHR9_40
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        SETB    ACC.7          ; ON DIAL NUMB.CT
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY2
        CLR     C
        MOV     A,R3
        ORL     C,ACC.0
        JC      CT_TONE1
        MOV     P1,#00001000B  ; DIAL NUMBER DTMF
        LCALL   DELAY1
        SETB    ACC.7          ; CONTROL ON SUPPLY
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_16,CHR9_41
        LCALL   NUM_SUB        ; DIAL NUMBER
CT_TONE1: CLR C
        MOV     A,R3
        ORL     C,ACC.0
        JNC     FRE_HOT
        MOV     P1,#00010000B  ; CONTROL DIAL NUM.
        LCALL   DELAY1         ; PULSE
        SETB    ACC.7
        SETB    ACC.5          ; CONTROL ON SUPPLY
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C.
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR0_16,CHR9_41
        LCALL   NUM_PULSE      ; DIAL NUMBER
FRE_HOT:  MOV   B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CLR     C
        MOV     A,R3
        ORL     C,ACC.7
        JC      FRE_HOT1
        CLR     C
        MOV     P1,#00000000B  ; CLEAR PORT
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    A,@DPTR
        RET.
FRE_HOT1:  DISPLAY CHR9_10,CHR7_81,CHR9_40,CHR9_40
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.7          ; CONTROL OFF
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C  ; FREQUENCY TEST
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     P1,#00100000B  ; CONTROL AUTO
        LCALL   DELAY2
AUT_FRE:  DISPLAY CHR7_81,CHRF_10,CHRF_20,CHR9_41
ESC10:    CJNE   A,B,ESC10_L   ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP   FRE_HOT1
ESC10_L:  MOV   A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,AUT600
        LCALL   SOUND
        MOV     P1,#00000000B  ; CLEAR PORT
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RELAY
        MOVX    A,@DPTR
        RET
AUT600:  CJNE   A,#11111011B,ESC10
        LCALL   SOUND
        LCALL   FRE_DATA
        LJMP    AUT_FRE
;--------- END SUB PROGRAM OPERATION ----------
;--------- SUB DIAL NUMBER FOR DTMF ----------
NUM_SUB:  PUSH   DPL
        PUSH    DPH
NUM_SUBC: MOV    B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CLR     C
NUM_SUB1: MOV    A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_B
        MOVX    A,@DPTR        ; INPUT DATA
NUMBER1:  CJNE   A,#01110111B,NUMBER2
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_50,CHR9_41
NUMBER2:  CJNE   A,#01101111B,NUMBER3
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_51,CHR9_41
NUMBER3:  CJNE   A,#01100111B,NUMBER4
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_52,CHR9_41
NUMBER4:  CJNE   A,#01011111B,NUMBER5
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_53,CHR9_41
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NUMBER5:  CJNE    A,#01010111B,NUMBER6
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_54,CHR9_41
NUMBER6:  CJNE    A,#01001111B,NUMBER7
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_55,CHR9_41
NUMBER7:  CJNE    A,#01000111B,NUMBER8
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_56,CHR9_41
NUMBER8:  CJNE    A,#00111111B,NUMBER9
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_57,CHR9_41
NUMBER9:  CJNE    A,#00110111B,NUMBER0
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_58,CHR9_41
NUMBER0:  CJNE    A,#00101111B,NUM_STAR
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR9_59,CHR9_41
NUM_STAR: CJNE    A,#00100111B,NUM_SHARP
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_10,CHR9_41
NUM_SHARP: CJNE   A,#00011111B,NUMBERA
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_11,CHR9_41
NUMBERA:  CJNE    A,#00010111B,NUMBERB
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_12,CHR9_41
NUMBERB:  CJNE    A,#00001111B,NUMBERC
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_13,CHR9_41
NUMBERC:  CJNE    A,#00000111B,NUMBERD
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_14,CHR9_41
NUMBERD:  CJNE    A,#01111111B,NUMBER_
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_15,CHR9_41
NUMBER_:  LCALL   DELAY1
          SETB    C
          ANL     C,ACC.7       ; CHECK NOT PRESS
          JC      NUMBER_E1
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_73,CHR0_16,CHR9_41
NUMBER_E1: MOV    A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY DIAL
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#11111101B,ESC8_0 ; ENTER LOOP
        MOV     P1,#00000000B
        LCALL   SOUND
        LJMP    FINAL
ESC8_0:  CJNE   A,#11110101B,ESC8 ; ENTER LOOP
        MOV     P1,#00000000B
        LCALL   SOUND
        LJMP    FINAL
ESC8:    CJNE   A,B,ESC8_L    ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        LJMP    NUM_SUBC
ESC8_L:  CJNE   A,#11111011B,NUMBER_ED1; ESC KEY
        MOV     P1,#00000000B
        LCALL   SOUND
        LJMP    MENU
NUMBER_ED1:CJNE  A,#11110011B,NUMBER_ED ; ESC KEY
        MOV     P1,#00000000B
        LCALL   SOUND
        LJMP    MENU
NUMBER_ED: LJMP  NUM_SUB1
FINAL:  POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- END SUB NUMBER DTMF ----------
;--------- SUB DIAL NUMBER FOR PULSE ---------
NUM_PULSE: PUSH  DPL
        PUSH    DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NUM_PUS1:  MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
           SETB    ACC.7
           CLR     ACC.6
           SETB    ACC.5
           CLR     ACC.4
           CLR     ACC.3
           CLR     ACC.2
           CLR     ACC.0          ; RESET COUNTER
           MOV     DPTR,#PORT_C
           MOVX    @DPTR,A
           LCALL   DELAY1
           LCALL   DELAY1
NUM_PUS2:  SETB    ACC.7
           SETB    ACC.6
           SETB    ACC.5
           CLR     ACC.4
           CLR     ACC.3
           CLR     ACC.2
           CLR     ACC.0          ; START COUNTER
           MOV     DPTR,#PORT_C
           MOVX    @DPTR,A
           LCALL   DELAY1
           LCALL   DELAY1
           LCALL   DELAY1
           MOV     A,#00H
           MOV     DPTR,#PORT_B
           MOVX    A,@DPTR        ; INPUT DATA
NUMPUS1:   CJNE    A,#11110111B,NUMPUS2
           DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_50,CHR9_41
           LCALL   DELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.6           ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS2:  CJNE  A,#11101111B,NUMPUS3
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_51,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6           ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS3:  CJNE  A,#11100111B,NUMPUS4
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_52,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6           ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS4:  CJNE  A,#11011111B,NUMPUS5
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_53,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6           ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS5:  CJNE  A,#11010111B,NUMPUS6
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_54,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6           ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS6: CJNE   A,#11001111B,NUMPUS7
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_55,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6          ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS7: CJNE   A,#11000111B,NUMPUS8
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_56,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6          ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS8: CJNE   A,#10111111B,NUMPUS9
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_57,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6          ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
NUMPUS9: CJNE   A,#10110111B,NUMPUS0
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_58,CHR9_41
        LCALL   DELAY1
        CLR     ACC.6          ; RESET COUNTER
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LJMP    NUMPUS_E1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NUMPUS0:  CJNE    A,#10101111B,NUMPUS_E1
          DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR9_59,CHR9_41
          LCALL   DELAY1
          CLR     ACC.6          ; RESET COUNTER
          MOV     DPTR,#PORT_C
          MOVX    @DPTR,A
NUMPUS_E1: MOV    A,#00H
          MOV     DPTR,#PORT_A   ; CHECK KEY DIAL
          MOVX    A,@DPTR
          CJNE    A,#11111101B,ESC9_0 ; ENTER LOOP
          LCALL   SOUND
          MOV     P1,#00000000B
          CLR     ACC.7
          CLR     ACC.6
          CLR     ACC.5
          CLR     ACC.4
          CLR     ACC.3
          CLR     ACC.2
          CLR     ACC.0
          MOV     DPTR,#PORT_C
          MOV     @DPTR,A
          LJMP    FINAL1
ESC9_0    CJNE    A,#11110101B,ESC9 ; ENTER LOOP
          LCALL   SOUND
          MOV     P1,#00000000B
          CLR     ACC.7
          CLR     ACC.6
          CLR     ACC.5
          CLR     ACC.4
          CLR     ACC.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOV     @DPTR,A
        LJMP    FINAL1
ESC9:   CJNE    A,B,ESC9_L    ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        LJMP    NUM_PUS1
ESC9_L: CJNE    A,#11111011B,NUMPUS_ED1; ESC KEY
        LCALL   SOUND
        MOV     P1,#00000000B
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOV     @DPTR,A
        LJMP    FINAL1
NUMPUS_ED1:CJNE A,#11110011B,NUMPUS_ED ; ESC KEY
        LCALL   SOUND
        MOV     P1,#00000000B
        CLR     ACC.7
        CLR     ACC.6
        CLR     ACC.5
        CLR     ACC.4
        CLR     ACC.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     ACC.2
        CLR     ACC.0
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOV     @DPTR,A
        LJMP    FINAL1
NUMPUS_ED: LCALL  DELAY1
        DISPLAY CHR9_10,CHR7_74,CHR0_16,CHR9_41
        LJMP    NUM_PUS2
FINAL1:   POP    DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- END SUB NUMBER PULSE ----------
;--------- FREQUENCY DATA SHEET ----------
FRE_DATA:  PUSH   DPL
        PUSH    DPH
        MOV     B,#11110111B
FC_AGAIN:  MOV    R4,#00H
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_11,CHRFC_12,CHRFC_13
FC_START:  MOV    A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A
        MOVX    A,@DPTR
        LCALL   DELAY_KEY
DATA_UP:  CJNE    A,#11111110B,FC_ESC ; CHECK KEY UP
        LCALL   SOUND
        INC     R4
        CJNE    R4,#01H,CHE_FCD1
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_14,CHRFC_15,CHRFC_16
        LJMP    FC_START
FC_ESC:   LJMP    FC_ESC1
CHE_FCD1:  CJNE    R4,#02H,CHE_FCD2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_17,CHRFC_18,CHRFC_19
        LJMP    FC_START
CHE_FCD2:  CJNE    R4,#03H,CHE_FCD3
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_21,CHRFC_22,CHRFC_23
        LJMP    FC_START
CHE_FCD3:  CJNE    R4,#04H,CHE_FCD4
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_24,CHRFC_25,CHRFC_26
        LJMP    FC_START
CHE_FCD4:  CJNE    R4,#05H,CHE_FCD5
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_27,CHRFC_28,CHRFC_29
        LJMP    FC_START
CHE_FCD5:  CJNE    R4,#06H,CHE_FCD6
        DISPLAY CHRFC_10,CHRFC_30,CHR9_40,CHRFC_00
        LJMP    FC_START
CHE_FCD6:  CJNE    R4,#07H,FC_ESC1
        LJMP    FC_AGAIN
FC_ESC1:   CJNE    A,B,FC_ESC2    ; TEL. CALL CHECK
        LCALL   SOUND
        LCALL   SUB_CHECK
        LJMP    FC_AGAIN
FC_ESC2:   CJNE    A,#11111011B,FC_BYE
        LCALL   SOUND
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
FC_BYE:    CJNE    A,#11110011B,FC_FINAL
        LCALL   SOUND
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FC_FINAL:  LJMP    FC_START
;--------- CHECK KEY INPUT START MENU -----------
KEY_ESHOW: MOV     A,#00H
        MOV      DPTR,#PORT_A  ; READ  KEYBROAD
        LCALL    DELAY_KEY
        MOVX     A,@DPTR
        CJNE     A,#11111110B,ENTER_KY  ; SELECT
        LCALL    SOUND
        LJMP     START
ENTER_KY:  CJNE    A,#11111101B,ESC_KY    ; ENTER
        LCALL    SOUND
        LJMP     START
ESC_KY:    CJNE    A,#11111011B,LOOP_DIS1 ; ESC
        LCALL    SOUND
        LJMP     START
LOOP_DIS1: RET
;--------- TELEPHONE CHECK CALL ----------
SUB_CHECK: DISPLAY CHRA_10,CHRA_11,CHRA_20,CHRA_21
        MOV      A,#00H
        MOV      DPTR,#PORT_A   ; READ  KEYBROAD
        LCALL    DELAY_KEY
        MOVX     A,@DPTR
        CJNE     A,#11110101B,ON_HOOK
        LCALL    SOUND
        LJMP     CALL1
ON_HOOK:   CJNE    A,#11111101B,CALL2
        LCALL    SOUND
        LJMP     CALL1
CALL2:  LJMP     CALL3
CALL1:  MOV      A,#00000100B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; CONTROL RE. SPEAK
        MOVX    @DPTR,A
CALL1_1:  DISPLAY CHRB_10,CHRB_11,CHRB_20,CHRB_21
        LCALL   DELAY1
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A   ; READ  KEYBROAD
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR
        CJNE    A,#11111101B,CALL1_2 ; SPEAK END
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CLR     ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; SET CHECK CALL
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    @DPTR,A
        RET
CALL1_2:  CJNE   A,#11110101B,CALL1_1F; SPEAK END
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#11110111B   ; SET VALUE CALL
        CLR     ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; SET CHECK CALL
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    @DPTR,A
        RET
CALL1_1F: LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR1_42,CHR1_42,CHRB_20,CHRB_21
        LCALL   DELAY1
        LJMP    CALL1_1
CALL3:    CJNE    A,#11110110B,SE_CALL
        LCALL   SOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     B,#10101010B
        DISPLAY CHRA_30,CHRA_31,CHRA_40,CHRA_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        SETB    ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; SET CHECK CALL
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    @DPTR,A
        RET
        RET
SE_CALL:  CJNE    A,#11111110B,SE_CALLF
        LCALL   SOUND
        MOV     B,#10101010B
        SETB    ACC.1
        MOV     DPTR,#PORT_C   ; NON CHECK CALL
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    @DPTR,A
        DISPLAY CHRA_30,CHRA_31,CHRA_40,CHRA_41
        LCALL   DELAY2
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        RET
SE_CALLF: LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        DISPLAY CHR1_42,CHRA_11,CHRA_20,CHRA_21
        LCALL   DELAY1
        LCALL   SOUND
        LJMP    SUB_CHECK      ; HELP SEND
;--------- STATUS_WK MENU ---------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STATUS_WK:
;--------- NORMAL, DTMF---------
        CJNE    R3,#00H,STEP_LP ; NORMAL, DTMF
        CJNE    R6,#00H,NON_AUTO ; AUTOMATIC WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_21,CHR9_40
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP_LP:  LJMP    STEP_LOOP
NON_AUTO:  CJNE    R6,#01H,NON_STEP ; SINGLE STEP WORK
        CJNE    R7,#01H,STEP1  ; LINE EXCHANGE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_21
        LCALL   ANY_KEY
        RET
NON_STEP:  LJMP    STEP_LOOP      ; NON SINGLE STEP
STEP1:     CJNE    R7,#02H,STEP2  ; RING SOUND WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_31
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP2:     CJNE    R7,#03H,STEP3  ; HOOK SWITCH WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_41
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP3:     CJNE    R7,#04H,STEP4  ; SOUND SYSTEM WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_51
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP4:     CJNE    R7,#05H,STEP5  ; DIAL TONE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_61
        LCALL   ANY_KEY
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STEP5:    CJNE   R7,#06H,STEP6  ; DIAL NUMBER WORK
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_71
          LCALL  ANY_KEY
          RET
STEP6:    CJNE   R7,#07H,STEP_LOOP ; FREQUENCY TEST
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP20,CHR6_31,CHR7_81
          LCALL  ANY_KEY
          RET
;--------- NORMAL, PULSE ---------
STEP_LOOP: CJNE   R3,#01H,STEP_LP1; NORMAL, PULSE
          CJNE   R6,#00H,NON_AUTO1 ; AUTOMATIC WORK
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_21,CHR9_40
          LCALL  ANY_KEY
          RET
STEP_LP1:  LJMP   STEP_LOOP1
NON_AUTO1: CJNE   R6,#01H,NON_STEP1 ; SINGLE STEP
          CJNE   R7,#01H,STEP11 ; LINE EXCHANGE
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_21
          LCALL  ANY_KEY
          RET
NON_STEP1: LJMP   STEP_LOOP1    ; NON SINGLE STEP
STEP11:   CJNE   R7,#02H,STEP21 ; RING SOUND WORK
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_31
          LCALL  ANY_KEY
          RET
STEP21:   CJNE   R7,#03H,STEP31 ; HOOK SWITCH WORK
          DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_41
          LCALL  ANY_KEY
          RET
STEP31:   CJNE   R7,#04H,STEP41 ; SOUND SYSTEM WORK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_51
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP41:  CJNE   R7,#05H,STEP51 ; DIAL TONE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_61
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP51:  CJNE   R7,#06H,STEP61 ; DIAL NUMBER WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_71
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP61:  CJNE   R7,#07H,STEP_LOOP1; FREQUENCY TEST
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP21,CHR6_31,CHR7_81
        LCALL   ANY_KEY
        RET
;--------- CORDLESS, DTMF ----------
STEP_LOOP1:CJNE  R3,#80H,STEP_LP2; CORDLESS, DTMF
        CJNE   R6,#00H,NON_AUTO2 ; AUTOMATIC WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_21,CHR9_40
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP_LP2:  LJMP   STEP_LOOP2
NON_AUTO2: CJNE   R6,#01H,NON_STEP2 ; SINGLE STEP WORK
        CJNE   R7,#01H,STEP12 ; LINE EXCHANGE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_21
        LCALL   ANY_KEY
        RET
NON_STEP2: LJMP   STEP_LOOP2    ; NON SINGLE STEP
STEP12:  CJNE   R7,#02H,STEP22 ; RING SOUND WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_31
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP22:   CJNE    R7,#03H,STEP32 ; HOOK SWITCH WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_41
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP32:   CJNE    R7,#04H,STEP42 ; SOUND SYSTEM WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_51
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP42:   CJNE    R7,#05H,STEP52 ; DIAL TONE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_61
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP52:   CJNE    R7,#06H,STEP62 ; DIAL NUMBER WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_71
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP62:   CJNE    R7,#07H,STEP_LOOP2; FREQUENCY TEST
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP30,CHR6_31,CHR7_81
        LCALL   ANY_KEY
        RET
;--------- CORDLESS, PULSE ---------
STEP_LOOP2:CJNE   R3,#81H,STEP_END  ; CORDLESS,PULSE
        CJNE    R6,#00H,NON_AUTO3 ; AUTOMATIC WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_21,CHR9_40
        LCALL   ANY_KEY
STEP_END:  RET
NON_AUTO3: CJNE   R6,#01H,NON_STEP3 ; SINGLE STEP
        CJNE    R7,#01H,STEP13 ; LINE EXCHANGE WORK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_21
        LCALL   ANY_KEY
NON_STEP3: RET
STEP13:   CJNE    R7,#02H,STEP23 ; RING SOUND WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_31
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP23:   CJNE    R7,#03H,STEP33 ; HOOK SWITCH WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_41
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP33:   CJNE    R7,#04H,STEP43 ; SOUND SYSTEM WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_51
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP43:   CJNE    R7,#05H,STEP53 ; DIAL TONE WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_61
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP53:   CJNE    R7,#06H,STEP63 ; DIAL NUMBER WORK
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_71
        LCALL   ANY_KEY
        RET
STEP63:   CJNE    R7,#07H,STEP_LOOP3; FREQUENCY TEST
        DISPLAY CHR_HP10,CHR_HP31,CHR6_31,CHR7_81
        LCALL   ANY_KEY
STEP_LOOP3:RET
;--------- END STATUS WORK ------------
;--------- KEY CONTROL -----------
ANY_KEY:  MOV     A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     DPTR,#PORT_A
        LCALL   DELAY_KEY
        MOVX    A,@DPTR         ; INPUT KEY PRESS
SELECT: CJNE    A,#11111110B,ENTER
        LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        RET
ENTER:  CJNE    A,#11111101B,ESC
        LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        RET
ESC:    CJNE    A,#11111011B,ANY_KEY
        LCALL   SOUND
        LCALL   DELAY1
        RET
;--------- CONTROL LCD ----------
INIT:   PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#COMMAND
        MOV     A,#38H          ; 8BIT,2LINE,5x7DOT
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#0CH          ; DISPLAY ON/OFF
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#06H          ; ENTRY MODE SET
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#01H          ; CLEAR & HOME
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   WAITBF
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- NUMBER CHARECTER  SHOW LOOP ---------
LOOP_SHOW: PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     R0,#16
LOOP:   MOVX    A,@DPTR        ; SEND CHARECTER
        LCALL   WRITE
        INC     DPTR
        DJNZ    R0,LOOP
        LCALL   WAITBF
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- LINE CONTROL -----------
LINE_SET:  PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#COMMAND
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- WRITE ASCII TO LCD ----------
WRITE: PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#WRITEDATA
        MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   WAITBF          ; WAIT LCD MODULE
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- WAIT FOR READY BY CHECK BUSY FLAG --------
WAITBF:   PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#READBUSY
RDY1:   MOVX    A,@DPTR
        JB      ACC.7,RDY1      ; BUSY FLAG
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;----------TELEPHONE OUTPUT FOR CALL OUT ------------
TELE_OUT:  DISPLAY CHR1_41,CHRA_12,CHR1_41,CHRB_20
        MOV     A,#00000100B
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,#00H
        MOV     DPTR,#PORT_A
        MOVX    A,@DPTR.
        LCALL   DELAY_KEY
        CJNE    A,#11111101B,TELE_ST
        LCALL   SOUND
        MOV     A,#00000000B
        MOV     DPTR,#PORT_C
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   DELAY_KEY
        RET
TELE_ST:  LCALL   DELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DISPLAY CHR1_41,CHR1_42,CHR1_41,CHRB_20
        LCALL   DELAY1
        LJMP    TELE_OUT
;--------- DELAY TIME ---------
DELAY:  PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     R0,#017H
DL:     MOV     R1,#0FFH
DL1:    MOV     R2,#0FFH
DL2:    NOP
        DJNZ    R2,DL2
        DJNZ    R1,DL1
        DJNZ    R0,DL
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- DELAY1 TIME ----------
DELAY1: PUSH    DPL
        PUSH    DPH
        MOV     R0,#02H
DL10:   MOV     R1,#0FFH
DL11:   MOV     R2,#0FFH
DL21:   NOP
        DJNZ    R2,DL21
        DJNZ    R1,DL11
        DJNZ    R0,DL10
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
;--------- DELAY2 TIME ----------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY2:   PUSH   DPL
          PUSH   DPH
          MOV    R0,#0AH
DL10_2:   MOV    R1,#0FFH
DL11_2:   MOV    R2,#0FFH
DL21_2:   NOP
          DJNZ   R2,DL21_2
          DJNZ   R1,DL11_2
          DJNZ   R0,DL10_2
          POP    DPH
          POP    DPL
          RET
;--------- DELAY KEY BUFFER------------
DELAY_KEY: PUSH   DPL
          PUSH   DPH
          MOV    R0,#01H
DL_KEY:   MOV    R1,#0A0H
DL_KEY1:  MOV    R2,#0A0H
DL_KEY2:  NOP
          DJNZ   R2,DL_KEY2
          DJNZ   R1,DL_KEY1
          DJNZ   R0,DL_KEY
          POP    DPH
          POP    DPL
          RET
;--------- DELAY SOUND PUZZER -----------
DELAY_SOU: PUSH   DPL
          PUSH   DPH
          MOV    R0,#01H
DL_SOU:   MOV    R1,#7FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DL_SOU1:  MOV    R2,#7FH
DL_SOU2:  NOP
          DJNZ   R2,DL_SOU2
          DJNZ   R1,DL_SOU1
          DJNZ   R0,DL_SOU
          POP    DPH
          POP    DPL
          RET
;--------- CONTROL SOUND -----------
SOUND:    MOV    A,#00000001B
          MOV    DPTR,#PORT_C
          MOVX   @DPTR,A        ; SOUND SPEAKER ON
          LCALL  DELAY_KEY
          MOV    A,#00000000B
          MOV    DPTR,#PORT_C
          MOVX   @DPTR,A        ; SOUND SPEAKER OFF
          RET
;--------- CONTROL SOUND1-----------
SOUND1:   MOV    A,#00000001B
          MOV    DPTR,#PORT_C
          MOVX   @DPTR,A        ; SOUND SPEAKER ON
          LCALL  DELAY_SOU
          MOV    A,#00000000B
          MOV    DPTR,#PORT_C
          MOVX   @DPTR,A        ; SOUND SPEAKER OFF
          RET
;--------- GRAPHIC CHARECTER FRONT SHOW -----------
CHR1_10:  DB  '*= AUTOMATIC  =*'
CHR1_20:  DB  '*= TELEPHONE  =*'
CHR1_30:  DB  '*= INSPECTOR  =*'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHR1_40:  DB  '*=Mdf.FEB,1995=*'
CHR1_41:  DB  '*=*=*=**=*=*=*=*'
CHR1_42:  DB  '*=            =*'
CHR1_43:  DB  '*= K M I T L  =*'
CHR2_10:  DB  '    *MENU*    '
CHR2_20:  DB  '>TELEPHONE MODE '
CHR2_21:  DB  ' TELEPHONE MODE '
CHR2_30:  DB  '>INSPECTOR MODE '
CHR2_31:  DB  ' INSPECTOR MODE '
CHR2_40:  DB  '>OPERATE        '
CHR2_41:  DB  ' OPERATE        '
CHR3_10:  DB  '*TELEPHONE MODE*'
CHR3_20:  DB  '>NORMAL         '
CHR3_21:  DB  ' NORMAL         '
CHR3_30:  DB  '>CORDLESS       '
CHR3_31:  DB  ' CORDLESS       '
CHR3_40:  DB  '>EXIT           '
CHR3_41:  DB  ' EXIT           '
CHR4_10:  DB  '   *NORMAL*     '
CHR4_20:  DB  '>DTMF           '
CHR4_21:  DB  ' DTMF           '
CHR4_22:  DB  '>DTMF          *'
CHR4_30:  DB  '>PULSE          '
CHR4_31:  DB  ' PULSE          '
CHR4_32:  DB  '>PULSE         *'
CHR4_40:  DB  '>EXIT           '
CHR4_41:  DB  ' EXIT           '
CHR5_10:  DB  '  *CORDLESS*    '
CHR5_20:  DB  '>DTMF           '
CHR5_21:  DB  ' DTMF           '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHR5_22:  DB  '>DTMF        *'
CHR5_30:  DB  '>PULSE        '
CHR5_31:  DB  ' PULSE        '
CHR5_32:  DB  '>PULSE        *'
CHR5_40:  DB  '>EXIT         '
CHR5_41:  DB  ' EXIT         '
CHR6_10:  DB  '*INSPECTOR MODE*'
CHR6_20:  DB  '>AUTOMATIC     '
CHR6_21:  DB  ' AUTOMATIC     '
CHR6_22:  DB  '>AUTOMATIC     *'
CHR6_30:  DB  '>SINGLE STEP   '
CHR6_31:  DB  ' SINGLE STEP   '
CHR6_40:  DB  '>EXIT          '
CHR6_41:  DB  ' EXIT          '
CHR7_10:  DB  '  *SINGLE STEP* '
CHR7_20:  DB  '>LINE EXCHANGE '
CHR7_21:  DB  ' LINE EXCHANGE '
CHR7_22:  DB  '>LINE EXCHANGE *'
CHR7_30:  DB  '>RING SOUND    '
CHR7_31:  DB  ' RING SOUND    '
CHR7_32:  DB  '>RING SOUND    *'
CHR7_40:  DB  '>HOOK SWITCH   '
CHR7_41:  DB  ' HOOK SWITCH   '
CHR7_42:  DB  '>HOOK SWITCH   *'
CHR7_50:  DB  '>SOUND SYSTEM  '
CHR7_51:  DB  ' SOUND SYSTEM  '
CHR7_52:  DB  '>SOUND SYSTEM  *'
CHR7_60:  DB  '>DIAL TONE     '
CHR7_61:  DB  ' DIAL TONE     '
CHR7_62:  DB  '>DIAL TONE     *'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHR7_70:  DB  '>DIAL NUMBER    '
CHR7_71:  DB  ' DIAL NUMBER    '
CHR7_72:  DB  '>DIAL NUMBER   *'
CHR7_73:  DB  ' DTMF NUMBER    '
CHR7_74:  DB  ' PULSE NUMBER   '
CHR7_80:  DB  '>FREQUENCY TEST '
CHR7_81:  DB  ' FREQUENCY TEST '
CHR7_82:  DB  '>FREQUENCY TEST*'
CHR7_90:  DB  '>EXIT           '
CHR7_91:  DB  ' EXIT           '
CHR8_10:  DB  'SOUND TEST BY...'
CHR8_11:  DB  'SPEAK...        '
CHR8_12:  DB  'TELEPHONE,PLEASE'
CHR9_10:  DB  'INSPECTING...   '
CHR9_30:  DB  '   ***PASS***   '
CHR9_31:  DB  '   ***FAIL***   '
CHR9_32:  DB  '   ***TEST***   '
CHR9_33:  DB  '*** ON HOOK *** '
CHR9_34:  DB  '*** OFF HOOK ***'
CHR9_40:  DB  '                '
CHR9_41:  DB  '  EXIT--->ENTER '
CHR9_50:  DB  ' NUMBER 1  PASS '
CHR9_51:  DB  ' NUMBER 2  PASS '
CHR9_52:  DB  ' NUMBER 3  PASS '
CHR9_53:  DB  ' NUMBER 4  PASS '
CHR9_54:  DB  ' NUMBER 5  PASS '
CHR9_55:  DB  ' NUMBER 6  PASS '
CHR9_56:  DB  ' NUMBER 7  PASS '
CHR9_57:  DB  ' NUMBER 8  PASS '
CHR9_58:  DB  ' NUMBER 9  PASS '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHR9_59:  DB  ' NUMBER 0  PASS '
CHR0_10:  DB  ' NUMBER *  PASS '
CHR0_11:  DB  ' NUMBER #  PASS '
CHR0_12:  DB  ' NUMBER A  PASS '
CHR0_13:  DB  ' NUMBER B  PASS '
CHR0_14:  DB  ' NUMBER C  PASS '
CHR0_15:  DB  ' NUMBER D  PASS '
CHR0_16:  DB  '  NON  PRESS  '
CHRA_10:  DB  '*=  PHONE IN  =*'
CHRA_11:  DB  'DO YOU WANT TALK'
CHRA_12:  DB  '*= PHONE OUT  =*'
CHRA_20:  DB  '  YES -->ENTER  '
CHRA_21:  DB  '  NO  -->SELECT '
CHRA_30:  DB  '* DO YOU WANT  *'
CHRA_31:  DB  'CHECK TELEPHONE '
CHRA_40:  DB  'CALL AGAIN,PRESS'
CHRA_41:  DB  '* ESC + ENTER * '
CHRA_50:  DB  '*** YOU WANT ***'
CHRA_51:  DB  'CHECK TELEPHONE '
CHRA_60:  DB  'CALL AGAIN.     '
CHRA_61:  DB  '***-> O.K. <-***'
CHRB_10:  DB  '*=  SPEAKING  =*'
CHRB_11:  DB  '*=  TELEPHONE =*'
CHRB_20:  DB  '*=END -->ENTER=*'
CHRB_21:  DB  '*==**==**==**==*'
CHR_HP10: DB  ' *STATUS WORK*  '
CHR_HP20: DB  ' NORMAL, DTMF   '
CHR_HP21: DB  ' NORMAL, PULSE  '
CHR_HP30: DB  ' CORDLESS, DTMF '
CHR_HP31: DB  ' CORDLESS, PULSE'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

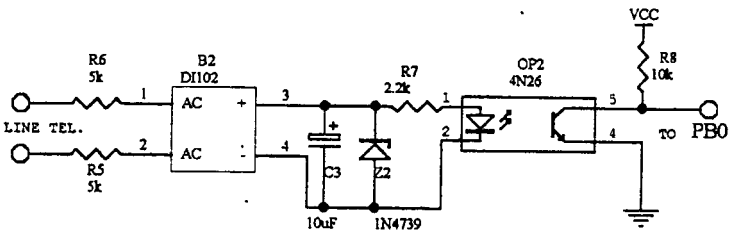
```
CHRF_10:   DB  '*ESC-->CORDLESS*'
CHRF_20:   DB  '*FREQUENCY DATA*'
CHRFC_10:  DB  'Base<->Port(MHz)'
CHRFC_11:  DB  ' 1.665  49.670  '
CHRFC_12:  DB  ' 1.690  49.770  '
CHRFC_13:  DB  ' 1.695  49.830 '
CHRFC_14:  DB  ' 1.710  49.845  '
CHRFC_15:  DB  ' 1.725  49.860  '
CHRFC_16:  DB  ' 1.730  49.875
CHRFC_17:  DB  ' 1.750  49.890  '
CHRFC_18:  DB  ' 1.755  49.930  '
CHRFC_19:  DB  ' 1.770  49.970v '
CHRFC_21:  DB  '46.610  49.670  '
CHRFC_22:  DB  '46.630  49.770  '
CHRFC_23:  DB  '46.670  49.830 '
CHRFC_24:  DB  '46.710  49.845  '
CHRFC_25:  DB  '46.730  49.860  '
CHRFC_26:  DB  '46.770  49.875 '
CHRFC_27:  DB  '46.830  49.890  '
CHRFC_28:  DB  '46.870  49.930  '
CHRFC_29:  DB  '46.930  49.970 '
CHRFC_30:  DB  '46.970  49.990'
CHRFC_00:  DB  '  EXIT --> ESC  '
           END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

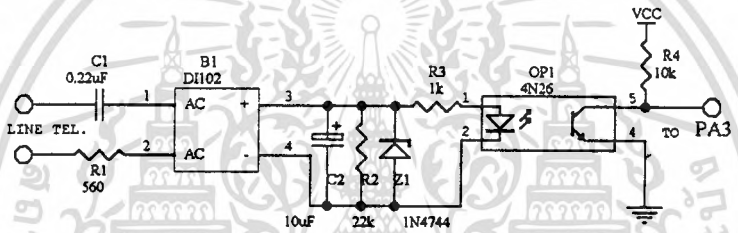
วงจรรวม และเอกสารประกอบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



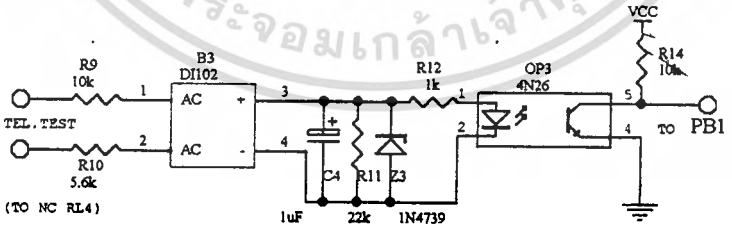
LINE EXCHANGE CHECK

วงจรตรวจสอบคู่สายโทรศัพท์



PHONE IN CHECK

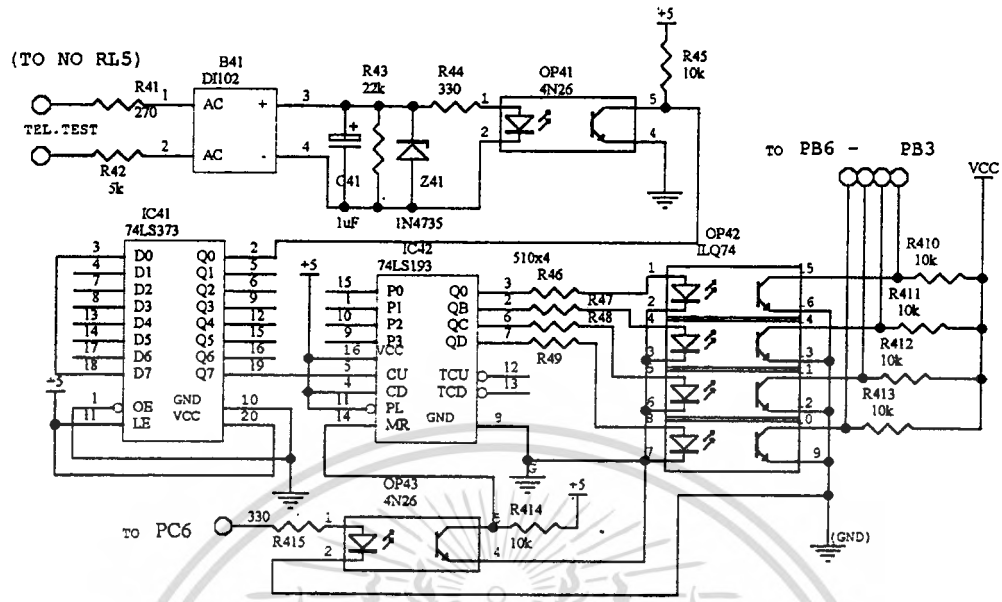
วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง



HOOK SWITCH CHECK

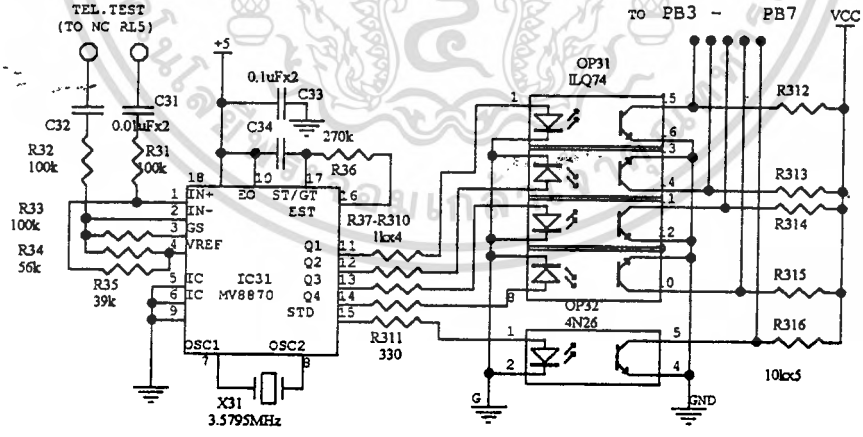
วงจรตรวจสอบฮุกสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TEL. PULSE CHECK

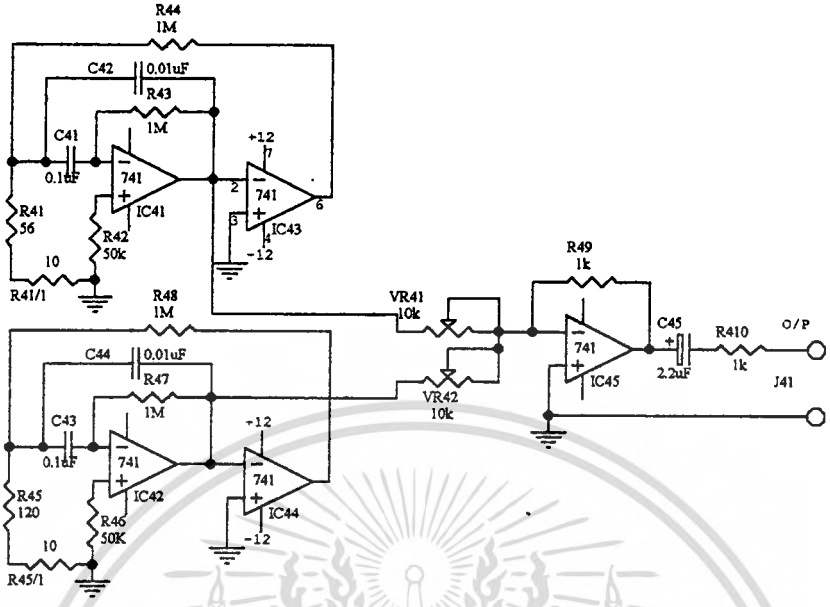
วงจรตรวจสอบเครื่องโทรศัพท์แบบพัลส์



TEL.DTMF CHECK

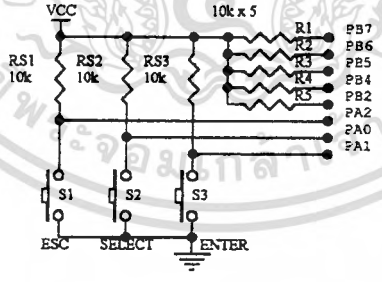
วงจรตรวจสอบเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DIAL TONE GENERATOR

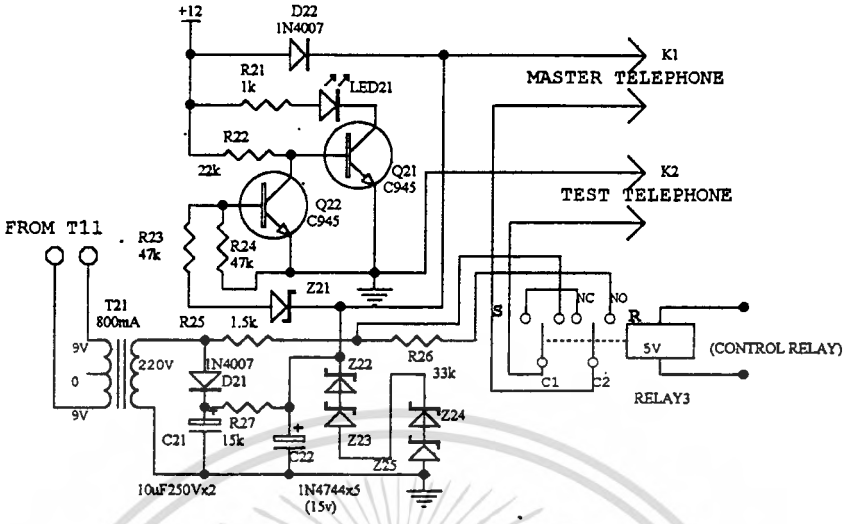
วงจรกำเนิดสัญญาณไดอัลโทน



SWITCH CONTROL

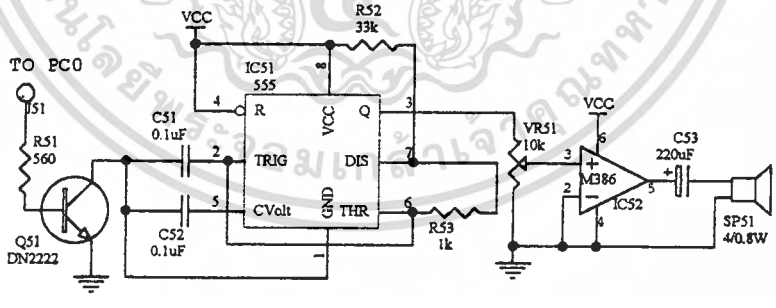
วงจรสวิตช์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RINGING & SOUND SYS.

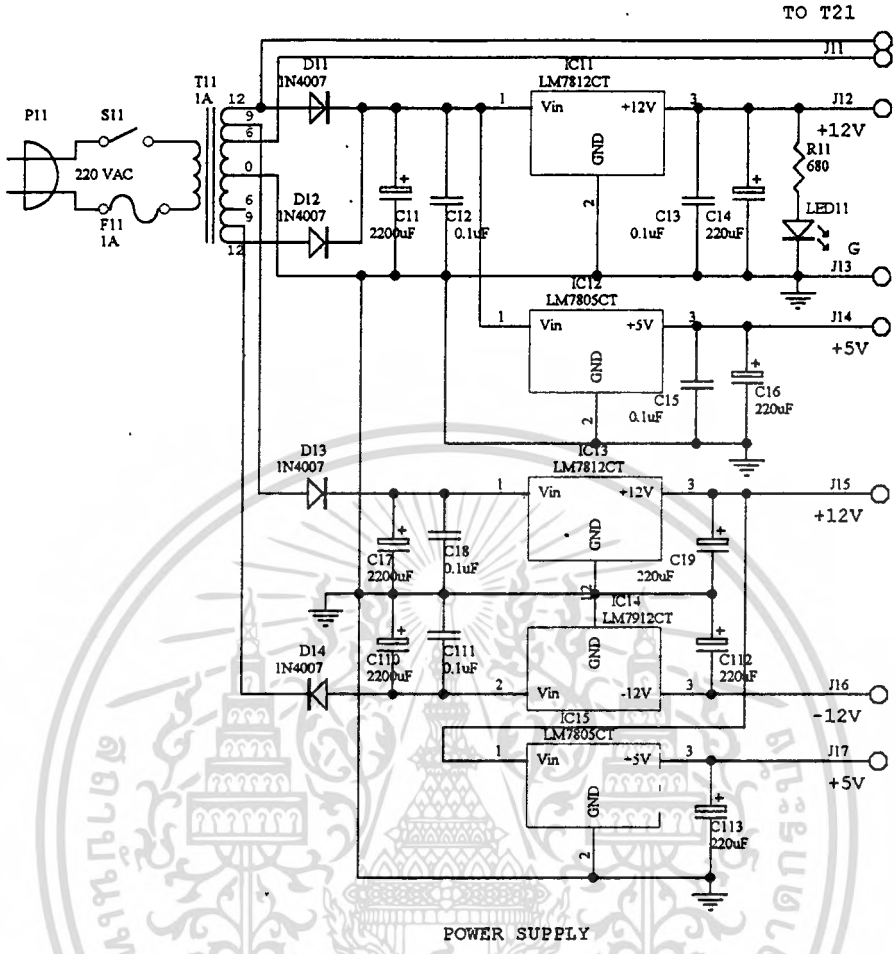
วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งและระบบเสียง



SOUND

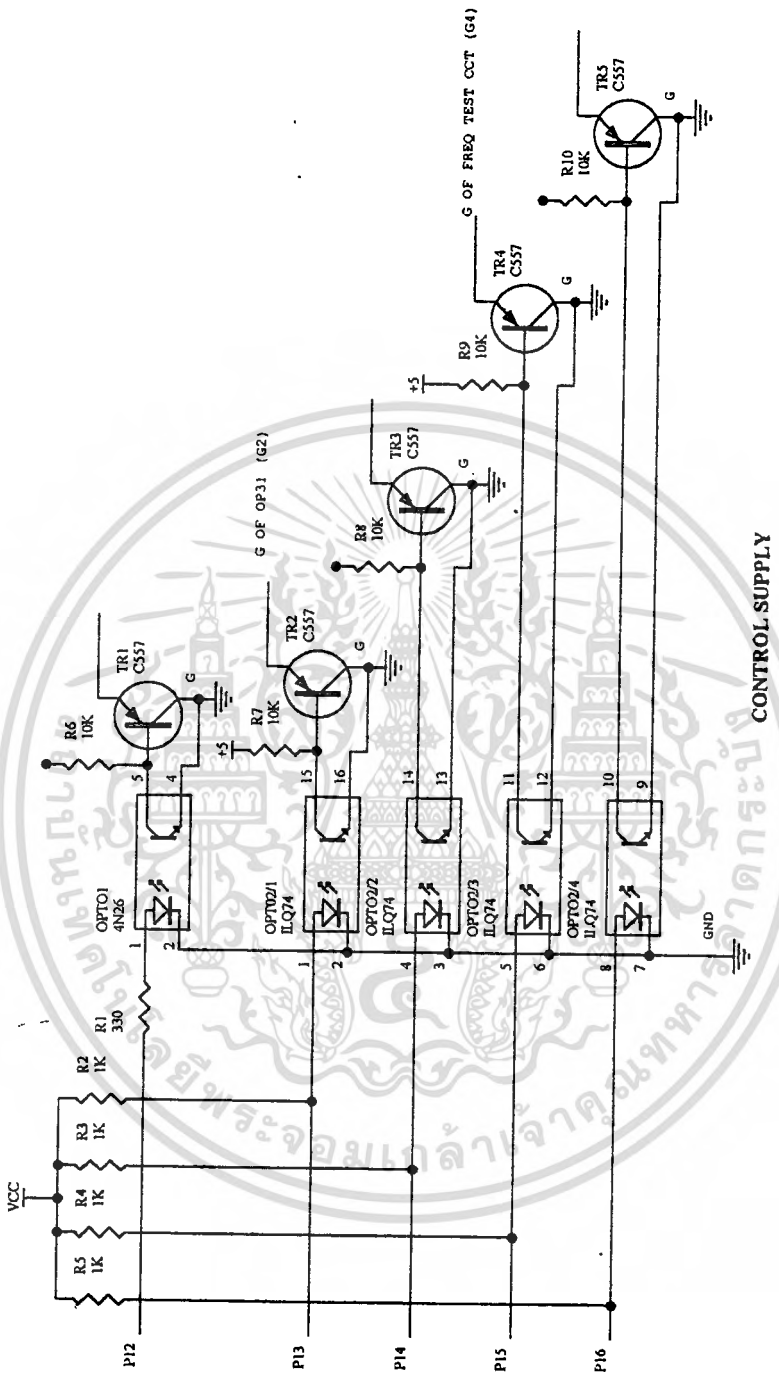
วงจรเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



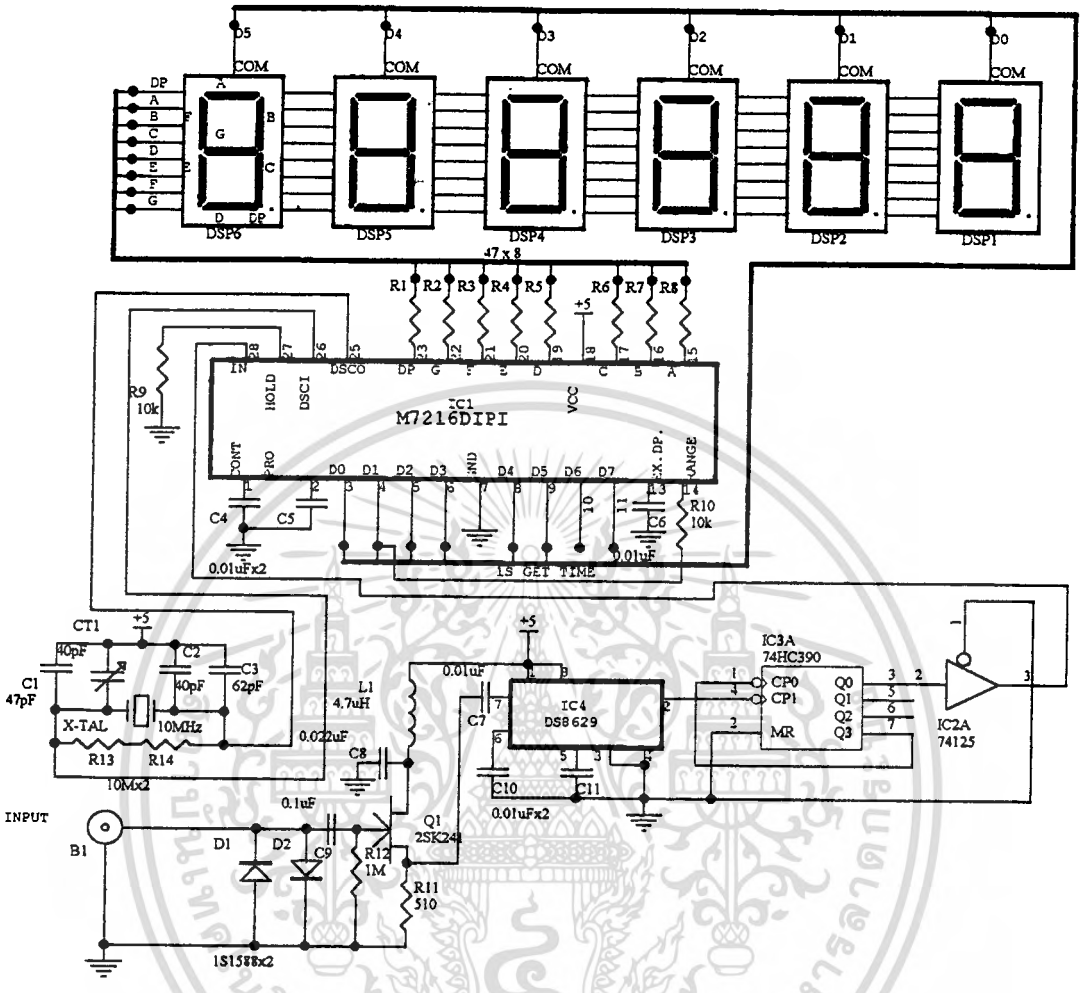
วงจรจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



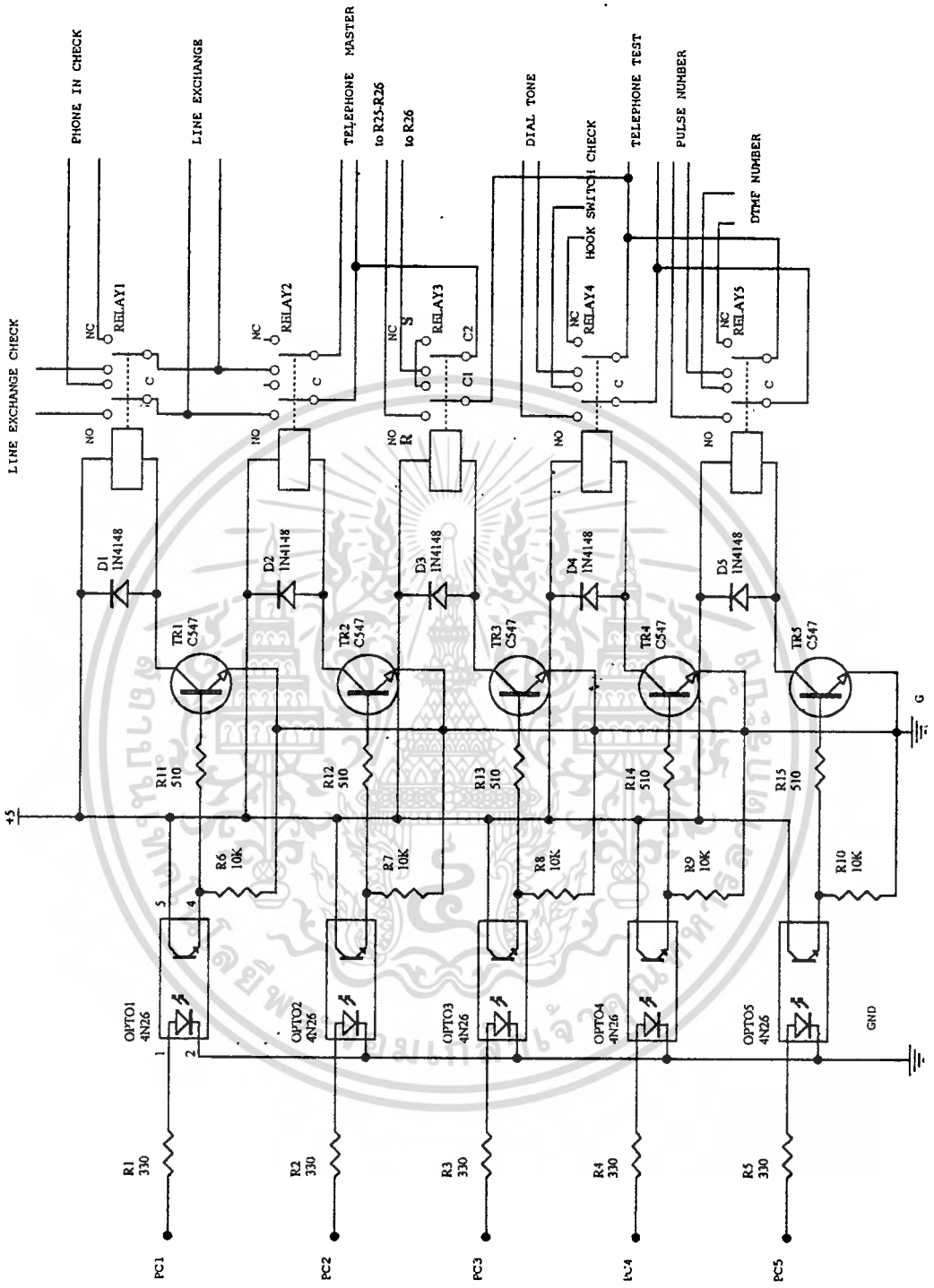
วงจรควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรตรวจสอบความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรควบคุมแหล่งจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ETT บริษัท อีทีที จำกัด
ETT CO., LTD.

DOT MATRIX LCD MODULE

อุปกรณ์ในปัจจุบันนี้ในส่วนแสดงผลนั้นจะใช้ LCD เสียเป็นส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเล่น VEDIO, เครื่องถ่ายเอกสาร, เครื่องมือวัดคุมต่างๆ, เครื่องคอมพิวเตอร์ เราอาจจะแบ่ง DOT MATRIX LCD MODULE นี้ออกได้เป็นพวกๆดังนี้ :-

1. CHARACTER LCD MODULE
2. GRAPHIC LCD MODULE
3. SEGMENT DISPLSY TYPE LCD MODULE

โดยในแต่ละแบบนี้ก็จะมีส่วนประกอบใหญ่ๆแบ่งได้เป็น

1. DOT MATRIX LCD เป็นตัวแสดงผลให้เรามองเห็นในลักษณะการปิดและเปิดตัวเองกับแสงก็คือ ส่วนของที่เป็นตัวกระจกบรรจุผลึก

2. DRIVER เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับผลึก LCD อีกทีหนึ่งโดยมีเบอร์ที่นิยมใช้ใน LCD MODULE เช่น HD44100H, MSM5259

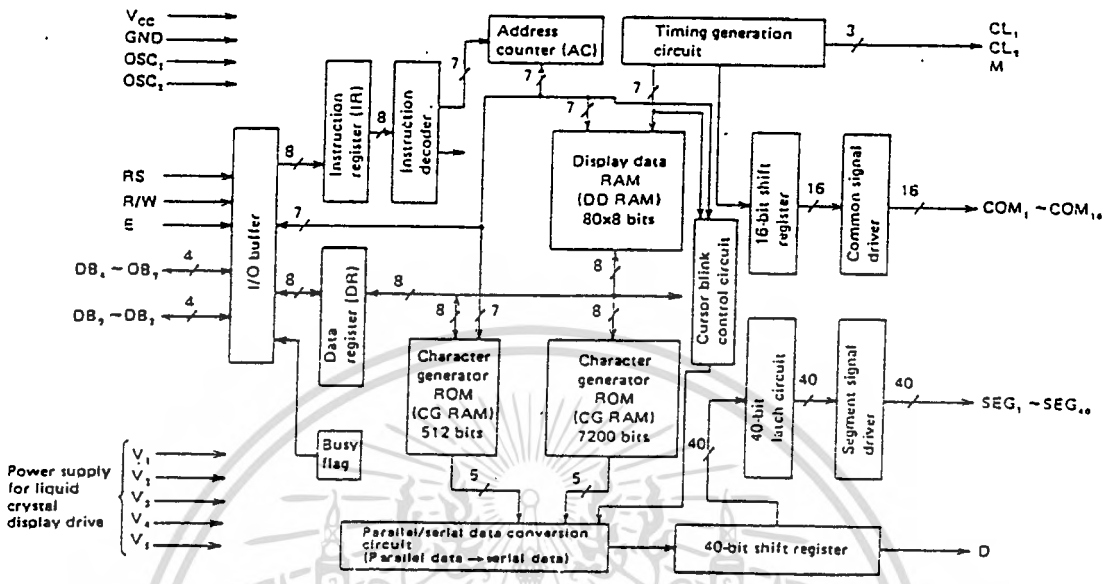
3. CONTROLLER เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาและจัดการควบคุม LCD MODULE ให้ทำงานแสดงผลต่างๆเช่น การลบจอภาพ, การเกิดตัวอักษร, เป็นต้น โดยมีเบอร์ IC ที่นิยมใช้กันคือ HD44780 ซึ่งจะใช้ในแบบ CHARACTER LCD MODULE เป็นส่วนใหญ่ เบอร์ IC HD61830 จะใช้ในแบบ GRAPHIC LCD MODULE

ในการศึกษาการทำงานและใช้งาน LCD MODULE นั้นไม่ใช่เรื่องยากเลยถ้าเราสามารถทำความเข้าใจในส่วนของ CONTROLLER ได้ก็เพียงพอแล้วและโดยมาก LCD MODULE ในแต่ละบริษัทแล้วจะใช้ตัว CONTROLLER ที่มีหลักการทำงานเหมือนๆกันเป็นส่วนใหญ่และใน LCD MODULE แต่ละขนาดจำนวนตัวอักษรหรือจำนวนบรรทัดก็มีหลักการทำงานแบบเดียวกันทั้งหมด IC ที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งที่เป็น CONTROLLER LCD ก็คือ เบอร์ HD44780 โดยรูปแบบการทำงานของมันได้เป็นมาตรฐานให้กับ CONTROLLER LCD ตัวอื่นๆด้วย

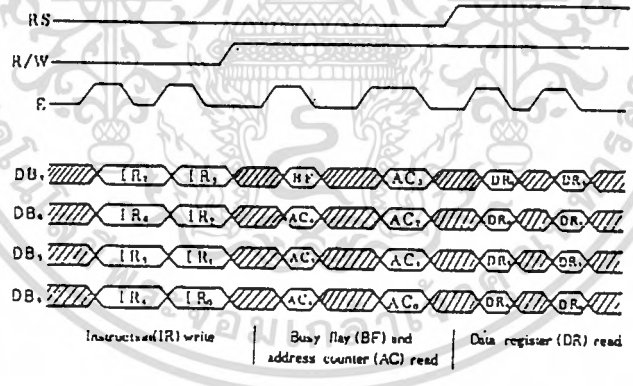
HD44780 เป็นไอซี LSI ตัวหนึ่งใช้ควบคุม LCD โดยแสดงผลในรูปตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ต่างๆตัวมันเองสามารถต่อใช้งานแบบ 4 BIT หรือ 8 BIT ก็ได้ โดยถ้าเราต่อแบบ 4 BIT จะต่อใช้งานที่ DB7-DB4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

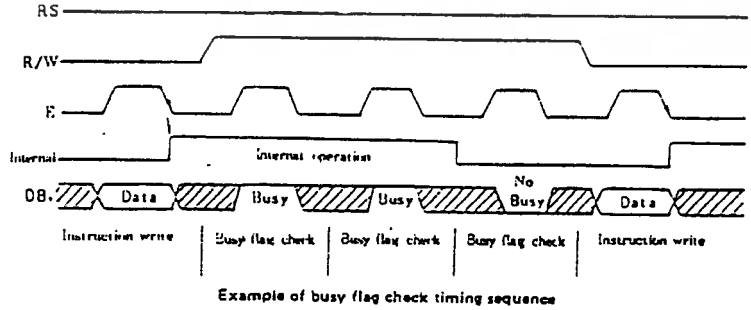
Block diagram of HD44780 interior



เท่านั้นโดยข้อมูลครั้งแรกที่ส่งนั้น HD44780 จะถือเป็นข้อมูล 4 BIT บน และข้อมูลที่ส่งต่อมานั้น เป็นข้อมูล 4 BIT ล่าง



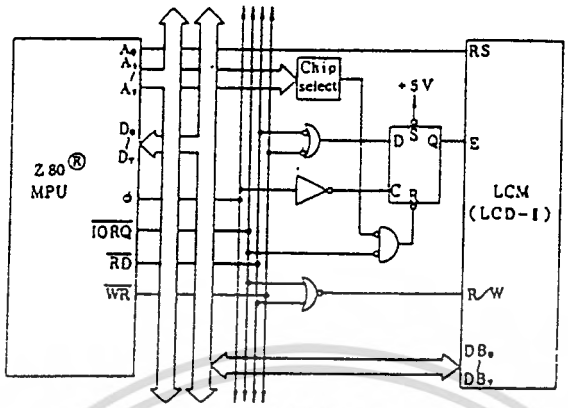
4-bit data transfer example



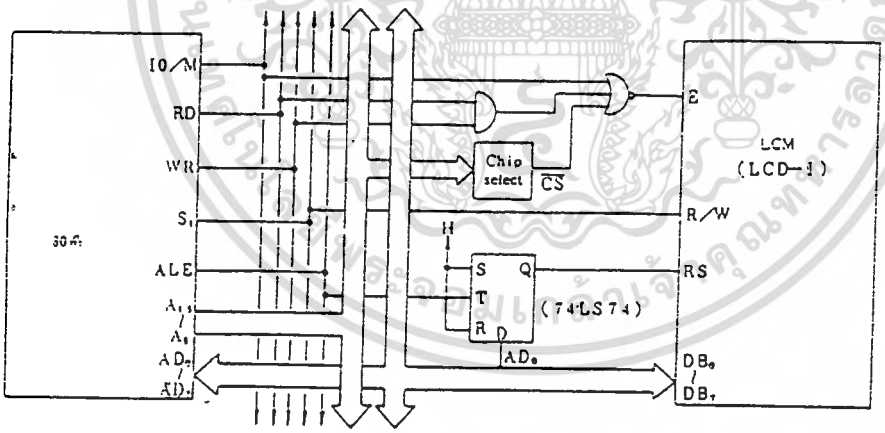
Example of busy flag check timing sequence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Example of interfacing to Z80 MPU



เราสามารถต่อ LCD MODULE (HD44780 เป็น CONTROLER) เข้ากับระบบไมโครได้หลายรูปแบบดังรูป



Example of connection with LCM being used as a part of memories on the determined address.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

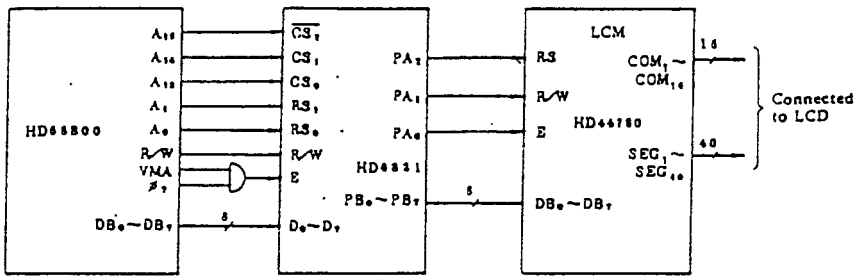
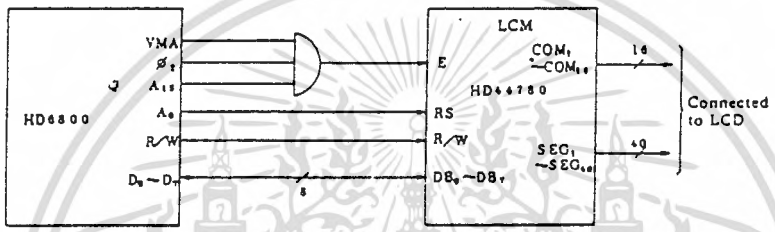
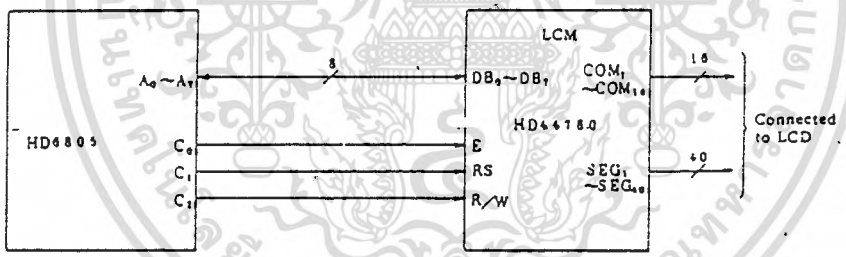


Fig. 4 Example of interface to HD68B00 using PIA (HD68B21)

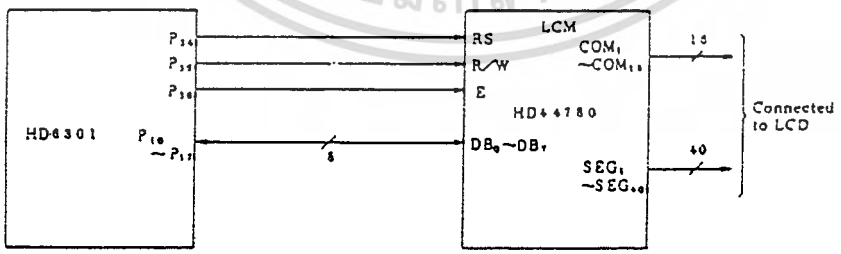
Connecting directly to the 8 bit MPU bus line



Example of interfacing to the HD6805



Example of interfacing to the HD6301



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำสั่ง HD44780

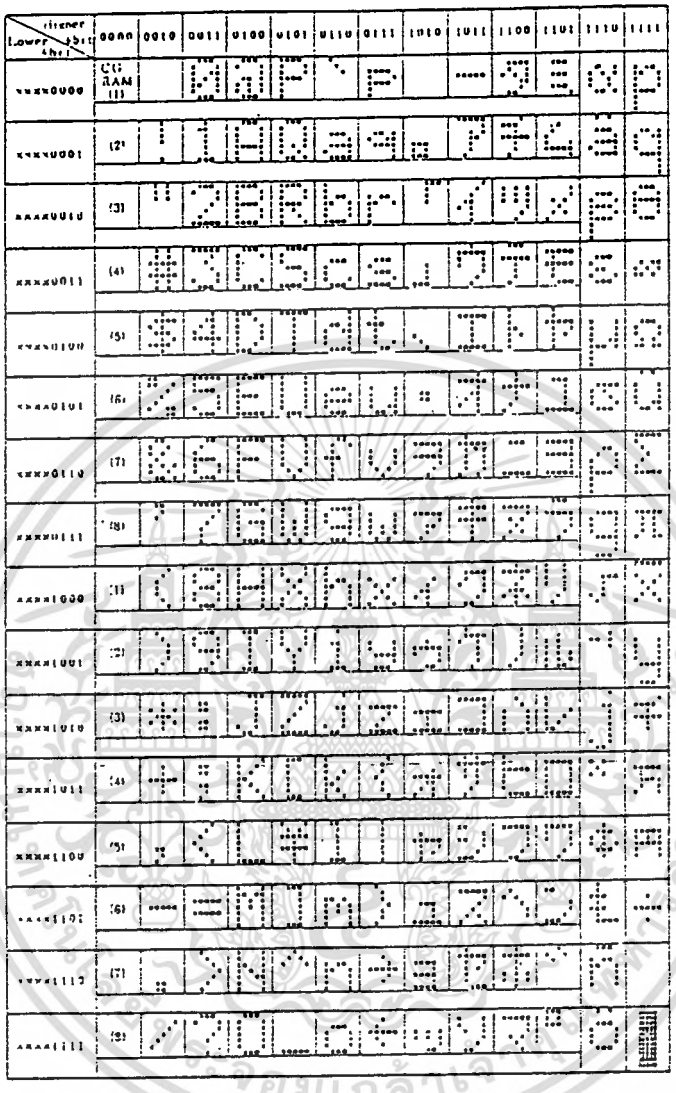
Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
Display ON/ OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
Cursor and display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
Set CG RAM address.	0	0	0	1	A_{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Set DD RAM address	0	0	1	A_{DD}							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
Read busy flag & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
Write data to CG or DD RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
Read data to CG or DD RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
	I/D = 1: Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1) S = 1: Accompanies display shift. S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right. R/L = 0: Shift to the left. DL = 1: 8 bits DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines N = 0: 1 line F = 1: 5 x 10 dots F = 0: 5 x 7 dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Can accept instruction										DD RAM: Display data RAM CG RAM: Character generator RAM A_{CG}: CG RAM address A_{DD}: DD RAM address Corresponds to cursor address. AC: Address counter used for both of DD and CG RAM address.	Execution time changes when frequency changes. (Example) When fosc is 270 kHz: $40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$	

*No effect

Notes 1. Applied to models driven by 1/8 duty or 1/11 duty.
2. Applied to models driven by 1/16 duty.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHARACTER FONT TABLE



NOTE: CGRAM is a CHARACTER GENERATOR RAM having a storage function of character pattern which enable to change freely by user's program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS

Electric maximum ratings

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit	Remarks
Power supply for logic	Vcc – Vss	Refer to individual specification		V	
Power supply for LCD drive	Vcc – Vo			V	
Input voltage	Vi			V	
Static electricity		–	100	V	See note

Note Electro-static discharge resistance is tested by charging a condenser with a capacity of 200pF and discharging it by contact with an interface connector pin.

Environmental conditions

Item	Operating		Non-operating		Remarks
	Min.	Max.	Min.	Max.	
Ambient temperature	Refer to individual specifications				
Humidity	Note				No dew
Vibration	–	4.9m/s² (0.5G)	–	19.6 m/s² (2G)	
Shock	–	29.4 m/s² (3G)	–	490 m/s²(50G)	XYZ 3 directions
Corrosion gas	No corrosion gas				

Note Humidity conditions are as follows.

Number of dots / Ambient temperature (Ta)	Under 128 × 240	128 × 240 or over
Ta ≤ 40°C	85% RH max	85% RH max
Ta > 40°C (Below maximum temperature)	Below maximum absolute humidity of 40°C 85% RH	Below maximum absolute humidity of 40°C 85% RH

RELIABILITY CONDITIONS

LCD MODULE (Consumer Type)

Item	Conditions	Evaluation
High Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 50 ± 2°C surrounding temp.	No change in display appearance nor functions
Low Temperature Operation	Operating 96 – 100 Hrs at 0 ± 2°C surrounding temp.	
High Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at 60 ± 2°C surrounding temp. then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off)	
Low Temperature Storage	Storage 96 – 100 Hrs at –20 ± 2°C surrounding temp. then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off) No dew to be found	
Damp Proof	Storage 96 – 100 Hrs at 40 ± 2°C and 90 – 95% RH surrounding condition then storage 4 Hrs at normal condition (Power Off) No dew to be found	

Note The above condition is only representative, and may differ in case of customized specifications

OPTICAL DATA

Ta = 25°C

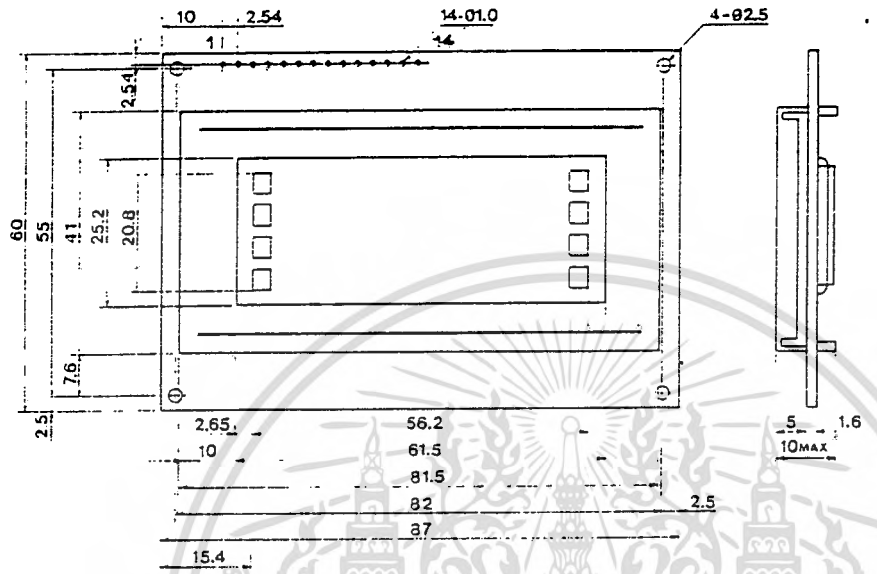
Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit	Notes to see
Viewing angle	θ2 – θ1		–	20	–	deg	—
Contrast ratio	K	θ = 25° / ϕ = 0°	–	2	–	–	—
Response time (rise)	tr	θ = 25° / ϕ = 0°	–	350	400	ms	—
				150	250		—
Response time (fall)	tf	θ = 25° / ϕ = 0°	–	250	300	ms	—
				50	250		—

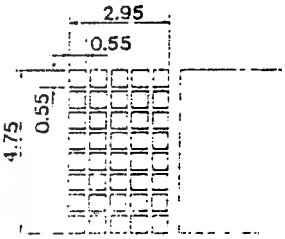
DATA VISION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DV-1604

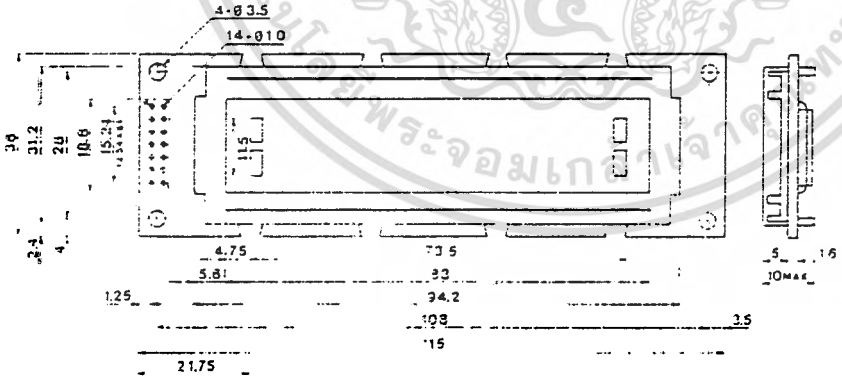
No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB0	8	DB1
9	DB2	10	DB3
11	DB4	12	DB5
13	DB6	14	DB7

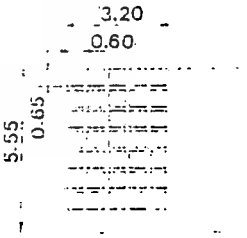




DV-2002

No.	Signal	No.	Signal
1	VSS	2	VDD
3	V0	4	RS
5	R/W	6	E
7	DB0	8	DB1
9	DB2	10	DB3
11	DB4	12	DB5
13	DB6	14	DB7





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1
Integrated DTMF Receiver

9161-002-094-NA ISSUE 1 November 1987

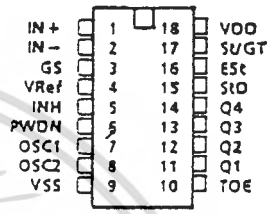
Features

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

Applications

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

Pin Connections



Ordering Information

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

Description

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

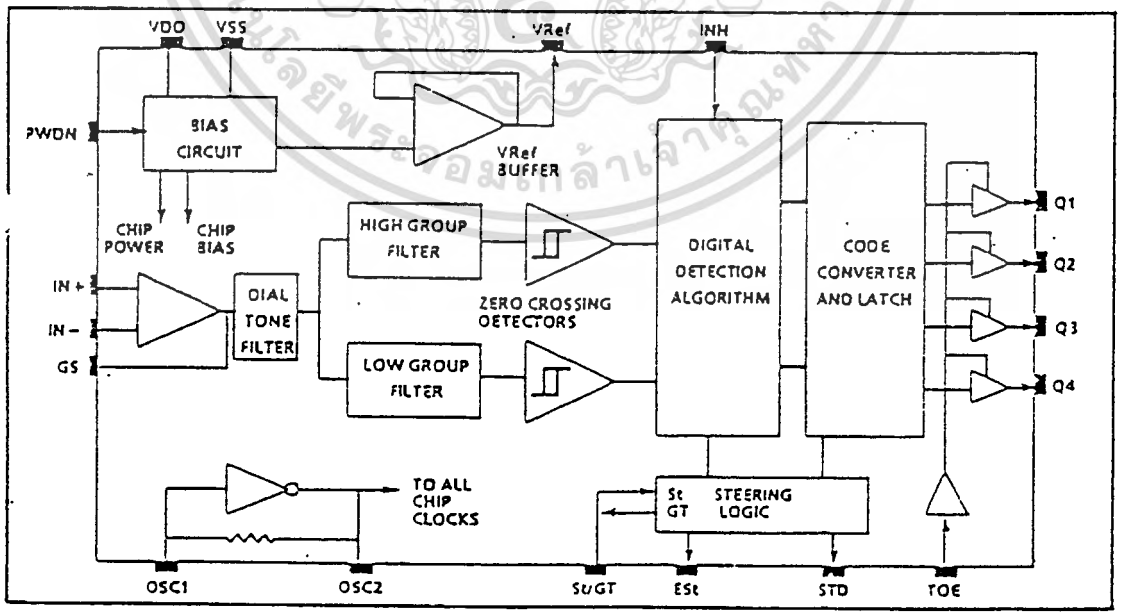


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

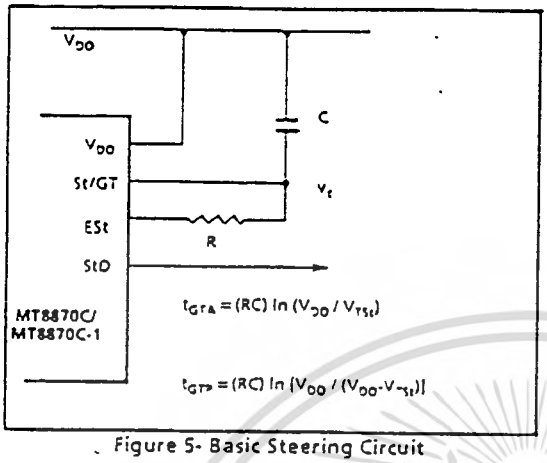


Figure 5- Basic Steering Circuit

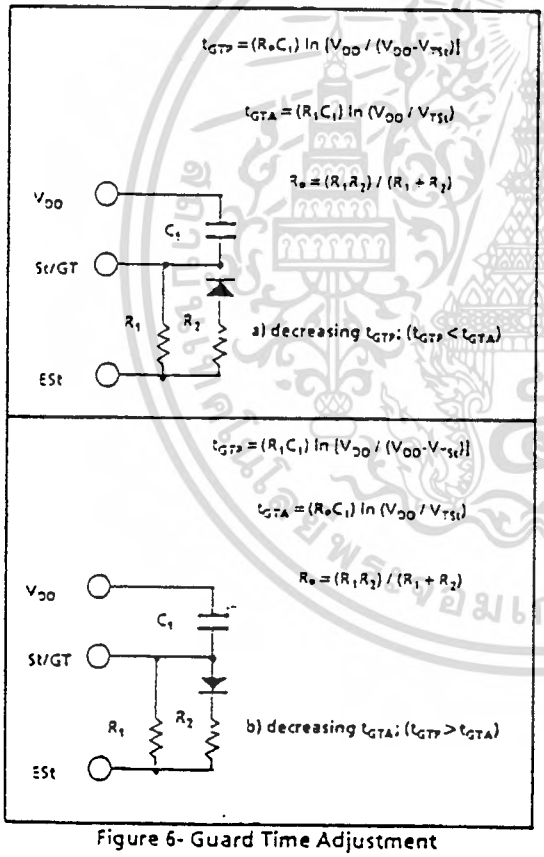


Figure 6- Guard Time Adjustment

Crystal Oscillator

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

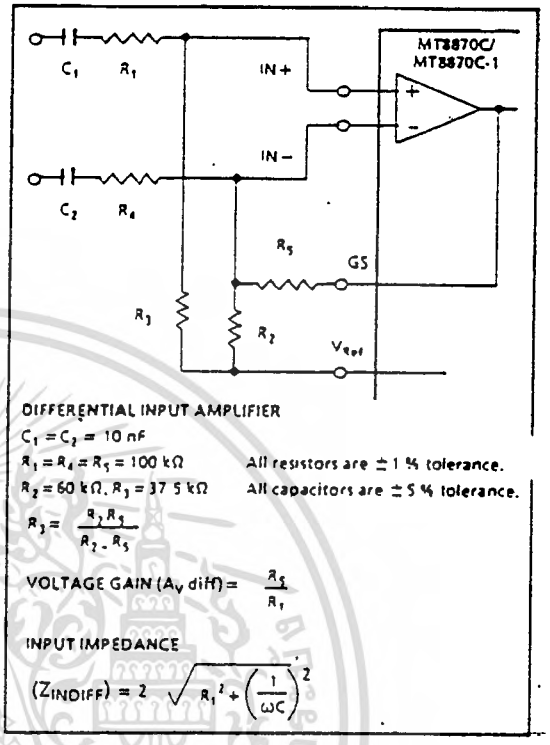


Figure 7- Differential Input Configuration

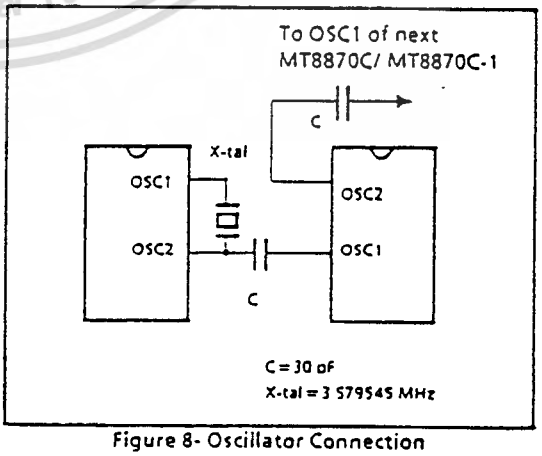


Figure 8- Oscillator Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 2.

		Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Conditions
1	TIMING	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 12
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 12
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	User adjustable
4		Tone duration reject	$\overline{t_{REC}}$	20			ms	User adjustable
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	User adjustable
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	User adjustable
7	OUTPUTS	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	µs	TOE = V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		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 kΩ, 50 pF
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
12	CLOCX	Crystal /clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
13		Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
14		Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
15		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
16		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.

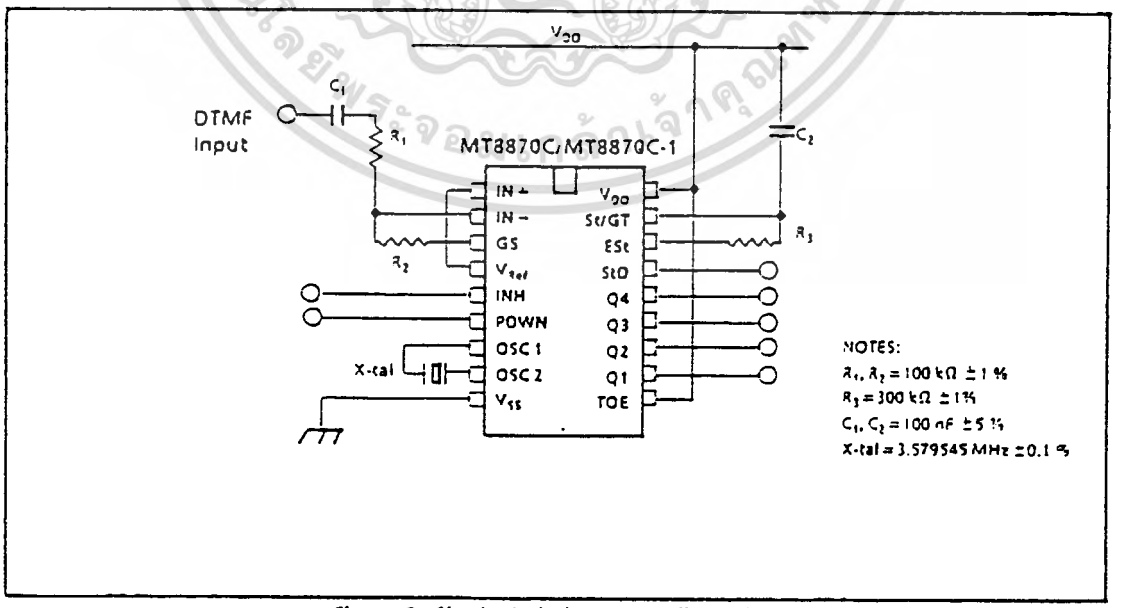
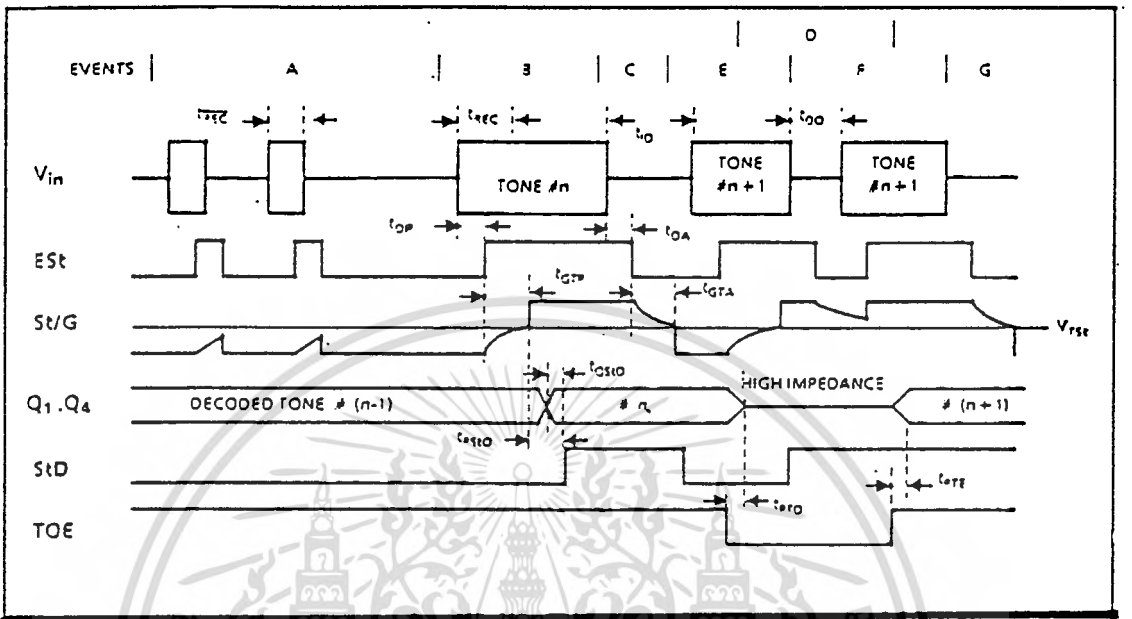


Figure 2 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED. TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.
B) TONE #n DETECTED. TONE DURATION VALID. TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS.
C) END OF TONE #n DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.
D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.
E) TONE #n+1 DETECTED. TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).
F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n+1. TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.
G) END OF TONE #n+1 DETECTED. TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

t_{REC} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID.
t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.
t_{ID} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 3- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

Steering Circuit

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

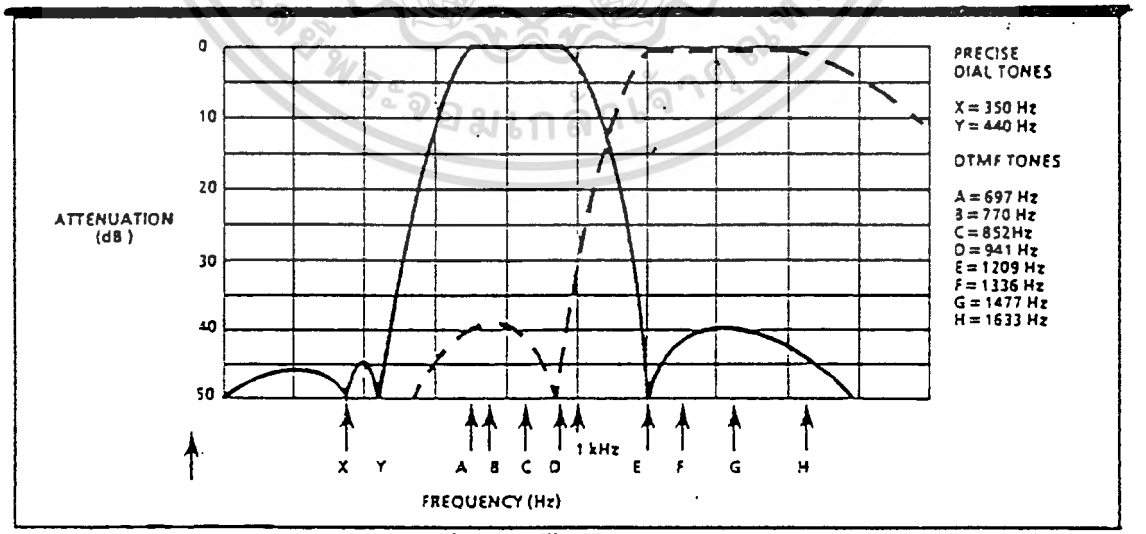


Figure 4- Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digit	TOE	INH	EST	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	-	Z	Z	Z	Z
1	H	L	H	0	0	0	1
2	H	L	H	0	0	1	0
3	H	L	H	0	0	1	1
4	H	L	H	0	1	0	0
5	H	L	H	0	1	0	1
6	H	L	H	0	1	1	0
7	H	L	H	0	1	1	1
8	H	L	H	1	0	0	0
9	H	L	H	1	0	0	1
0	H	L	H	1	0	1	0
*	H	L	H	1	0	1	1
#	H	L	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
1	H	H	H	0	0	0	1
2	H	H	H	0	0	1	0
3	H	H	H	0	0	1	1
4	H	H	H	0	1	0	0
5	H	H	H	0	1	0	1
6	H	H	H	0	1	1	0
7	H	H	H	0	1	1	1
8	H	H	H	1	0	0	0
9	H	H	H	1	0	0	1
0	H	H	H	1	0	1	0
*	H	H	H	1	0	1	1
#	H	H	H	1	1	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				

L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE

Table 1 - Functional Decode Table

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 5 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 3) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μF is 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 6.

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 MT8870C/MT8870C-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 2 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $\frac{1}{2}V_{DD}$. Figure 7 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

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

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

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

	Parameter	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T_O	−40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	fc		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δfc		±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	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}			100	µA	PWDN = V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_D		15	50	mW	fc = 3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD} = 5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD} = 5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		µA	V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	µA	TOE (pin 10) = 0, V_{DD} = 5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	µA	INH = 5.0V, PWDN = 5.0V, V_{DD} = 5.0V
9		Input impedance (IN+, IN−)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2		2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS} + 0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT} = 0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT} = 4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.4		2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		10		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics

V_{DD} = 5.0V ±5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	−3.0 V ≤ V_{IN} ≤ 3.0 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 ≥ 100 kΩ to V_{SS}
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Maximum resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870C AC Electrical Characteristics

V_{DD} = 5.0V ±5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 2.

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

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

*NOTES

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 % ± 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C-1 AC ElectricalCharacteristics[1] - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40°C \le T_O \le +85°C$, using Test Circuit shown in Figure 2.

	Characteristics	Sym	Min	Typ[1]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		−31		+1	dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV_{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		−37			dBm	$V_{DD} = 5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV_{RMS}	
3	Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4	Positive twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
5	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2, 3, 5, 9
6	Frequency deviation reject		±3.5%				2, 3, 5, 9
7	Third tone tolerance		18.5			dB	2, 3, 4, 5, 9, 13
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

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

*NOTES

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 % ± 2 Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2 %.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 10 illustrates the use of MT8870C-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 R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870C-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 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. 9.

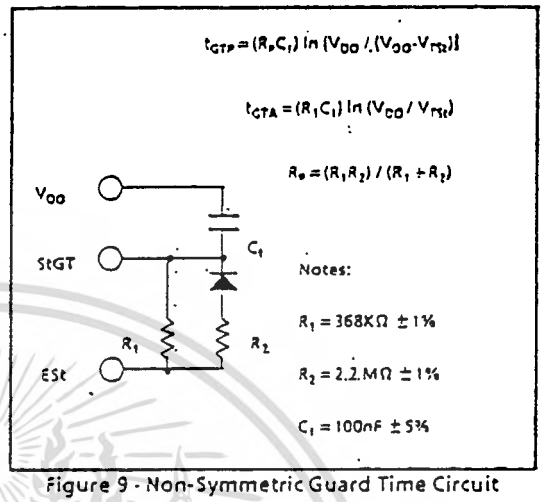


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

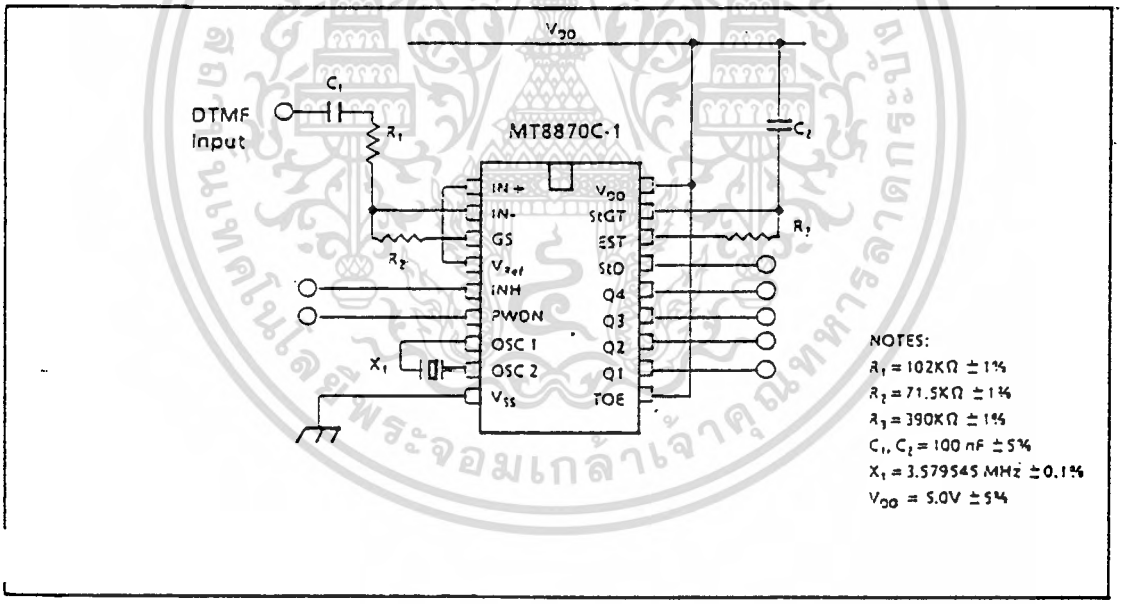


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

DS8629 120 MHz Divide-by-100 Prescaler

General Description

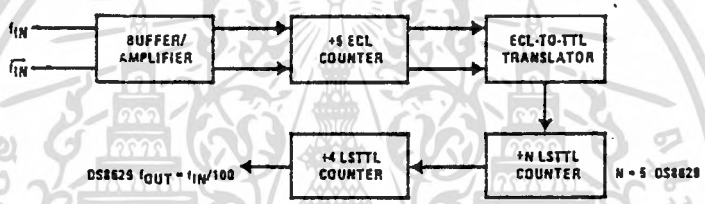
The DS8629 is a fixed ratio counter combining ECL and Low Power Schottky technology on a single monolithic substrate. This provides high frequency capability and TTL compatibility. A single 5.2V ±10% supply is needed.

The device can be operated in a single-ended or differential input mode, with the signal source typically capacitively coupled to the input. An input amplifier is included to allow use of extremely small amplitude, high frequency signals. The output of the device is a square wave of frequency $f_{OUT} = f_{IN}/100$ for the DS8629. The output is standard Low Power Schottky.

Features

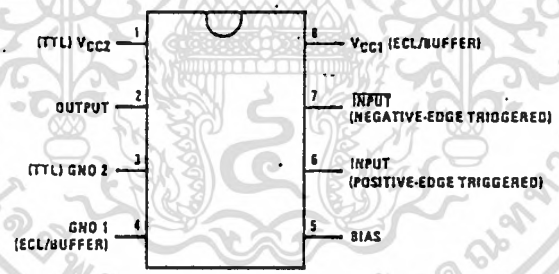
- High Frequency, dc—120 MHz—small input amplitude
- Sine wave input 30 MHz < f_{IN} < 120 MHz
- TTL compatible output
- May be used with TTL input
- Single supply operation 5.2V ±10%
- Single ended or differential input modes
- Positive or negative-edge triggered
- Count down sequence avoids broadcast FM IF harmonics

Logic and Connection Diagrams



TL/F/7539–1

Dual-In-Line Package

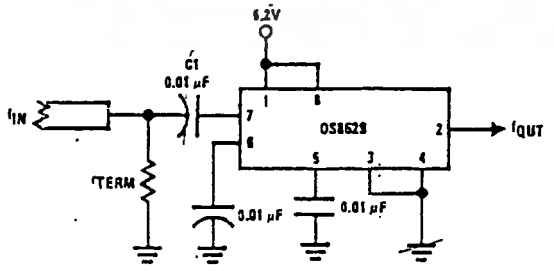


TL/F/7539–2

Order Number DS8629N
See NS Package Number N08E

Typical Applications

High Frequency Single-Ended Input



TL/F/7539–3

*R_{TERM} is the termination impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

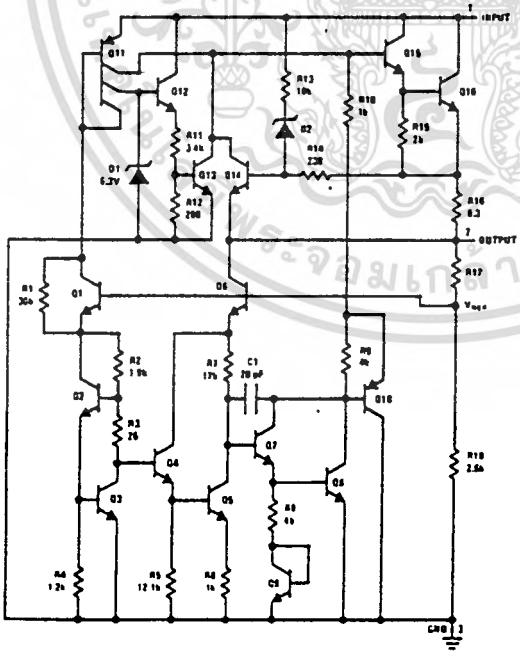
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

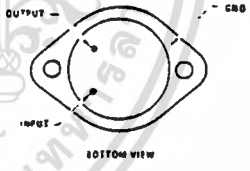
Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams

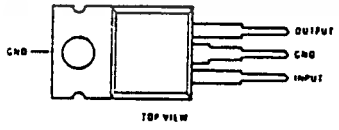


Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



Order Numbers
LM7805CK
LM7812CK
LM7815CK
See Package KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



Order Numbers:
LM7805CT
LM7812CT
LM7815CT
See Package T03B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Input Voltage (V_O = 5V, 12V and 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to +70°C
Maximum Junction Temperature	
(K Package)	150°C
(T Package)	125°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) 0°C ≤ Tj ≤ 125°C unless otherwise noted.

OUTPUT VOLTAGE				5V			12V			15V			UNITS
INPUT VOLTAGE (unless otherwise noted)				10V			19V			23V			
PARAMETER		CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_O	Output Voltage	Tj = 25°C, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		P_D ≤ 15W, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		4.75 (7 ≤ V_{IN} ≤ 20)		5.25	11.4 (14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)		12.6	14.25 (17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)		15.75	V V
ΔV_O	Line Regulation	I_O = 500 mA	Tj = 25°C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}		(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)		V
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}		(8 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)		V
		I_O ≤ 1A	Tj = 25°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}		(7.3 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.6 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.7 ≤ V_{IN} ≤ 30)		V
			0° ≤ Tj ≤ +125°C			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}		(8 ≤ IN ≤ 12)			(16 ≤ V_{IN} ≤ 22)			(20 ≤ V_{IN} ≤ 26)		V
ΔV_O	Load Regulation	Tj = 25°C	5 mA ≤ I_O ≤ 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
			250 mA ≤ I_O ≤ 750 mA			25			60			75	mV
		5 mA ≤ I_O ≤ 1A, 0°C ≤ Tj ≤ +125°C				50			120			150	mV
I_O	Quiescent Current	I_O ≤ 1A	Tj = 25°C			8			8			8	mA
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C			8.5			8.5			8.5	mA
ΔI_O	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I_O ≤ 1A				0.5			0.5			0.5	mA
		Tj = 25°C, I_O ≤ 1A V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}			(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)	1.0		(14.8 ≤ V_{IN} ≤ 27)	1.0		(17.9 ≤ V_{IN} ≤ 30)	1.0	mA V
		I_O ≤ 500 mA, 0°C ≤ Tj ≤ +125°C V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}			(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)	1.0		(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)	1.0		(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)	1.0	mA V
V_N	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	f = 120 Hz	I_O ≤ 1A, Tj = 25°C or	62	80		55	72		54	70		dB
			I_O ≤ 500 mA	62			55			54			dB
			0°C ≤ Tj ≤ +125°C										
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}			(8 ≤ V_{IN} ≤ 18)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 28.5)		V
R_O	Dropout Voltage	Tj = 25°C, I_{OUT} = 1A			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	f = 1 kHz			8			18			19		mΩ
	Short-Circuit Current	Tj = 25°C			2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	Tj = 25°C			2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	0°C ≤ Tj ≤ +125°C, I_O = 5 mA			0.6			1.5			1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	Tj = 25°C, I_O ≤ 1A		7.3			14.6			17.7			V

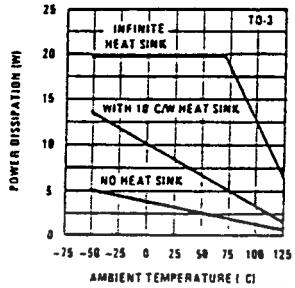
NOTE 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

NOTE 2: All characteristics are measured with capacitor across the inut of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t_W ≤ 10 ms, duty cycle ≤ 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

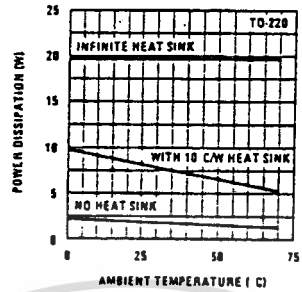
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

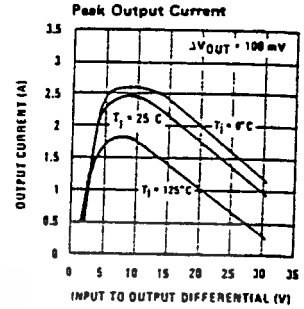
Maximum Average Power Dissipation



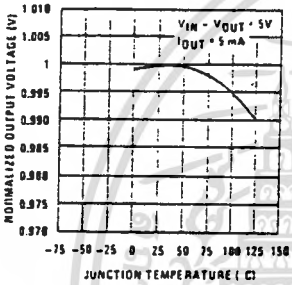
Maximum Average Power Dissipation



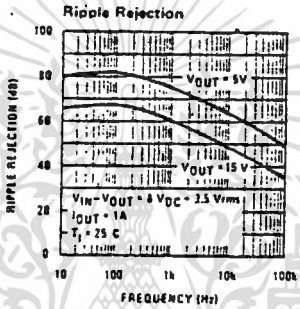
Peak Output Current



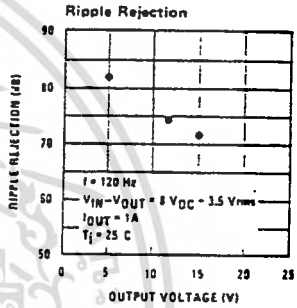
Output Voltage (Normalized to 1V at $T_J = 25°C$)



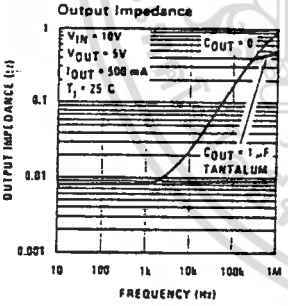
Ripple Rejection



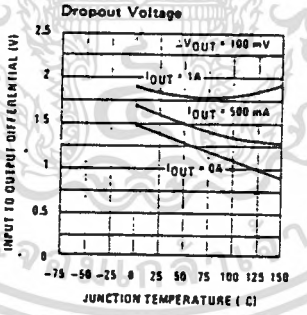
Ripple Rejection



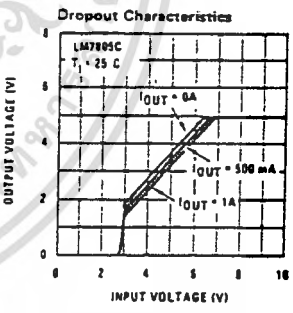
Output Impedance



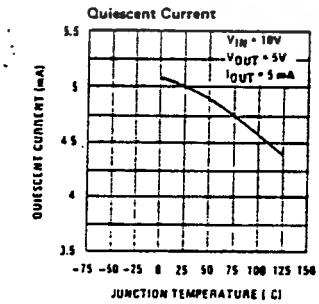
Dropout Voltage



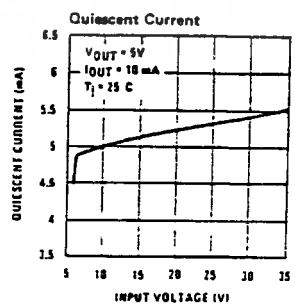
Dropout Characteristics



Quiescent Current



Quiescent Current



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Ambient Temperature Under Bias . . . . . 0°C to 70°C
Storage Temperature . . . . . −65°C to +150°C
Voltage on Any Pin
With Respect to Ground . . . . . −0.5V to +7V
Power Dissipation . . . . . 1 Watt

**NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.*

D.C. CHARACTERISTICS (T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ±10%, GND = 0V)

Symbol	Parameter	Min.	Max.	Unit	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0	V_{CC}	V	
V_{OL} (DB)	Output Low Voltage (Data Bus)		0.45	V	I_{OL} = 2.5mA
V_{OL} (PER)	Output Low Voltage (Peripheral Port)		0.45	V	I_{OL} = 1.7mA
V_{OH} (DB)	Output High Voltage (Data Bus)	2.4		V	I_{OH} = -400μA
V_{OH} (PER)	Output High Voltage (Peripheral Port)	2.4		V	I_{OH} = -200μA
I_{DAR}[1]	Darlington Drive Current	-1.0	-4.0	mA	R_{EXT} = 750Ω; V_{EXT} = 1.5V
I_{CC}	Power Supply Current		120	mA	
I_{IL}	Input Load Current		±10	μA	V_{IN} = V_{CC} to 0V
I_{OFL}	Output Float Leakage		±10	μA	V_{OUT} = V_{CC} to .45V

NOTE:
1. Available on any 8 pins from Port B and C.

CAPACITANCE (T_A = 25°C, V_{CC} = GND = 0V)

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance			10	pF	fc = 1MHz
$C_{I/O}$	I/O Capacitance			20	pF	Unmeasured pins returned to GND

A.C. CHARACTERISTICS (T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ±10%, GND = 0V)

Bus Parameters
READ

Symbol	Parameter	8255A		8255A-5		Unit
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{AR}	Address Stable Before READ	0		0		ns
t_{RA}	Address Stable After READ	0		0		ns
t_{RR}	READ Pulse Width	300		300		ns
t_{RD}	Data Valid From READ[1]		250		200	ns
t_{DF}	Data Float After READ	10	150	10	100	ns
t_{RV}	Time Between READs and/or WRITEs	850		850		ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RESET)

Reset. A "high" on this input clears the control register and all ports (A, B, C) are set to the input mode.

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 8255A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 8255A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A – Port A and Port C upper (C7-C4)
Control Group B – Port B and Port C lower (C3-C0)

The Control Word Register can Only be written into. No Read operation of the Control Word Register is allowed.

Ports A, B, and C

The 8255A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further ennance the power and flexibility of the 8255A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.

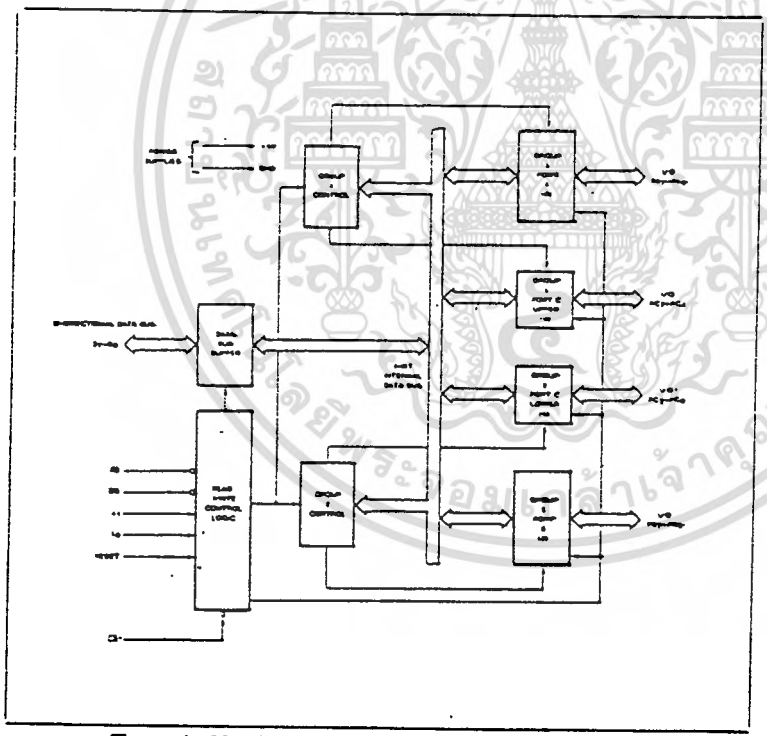


Figure 4. 8225A Block Diagram Showing Group A and Group B Control Functions

PIN CONFIGURATION

PIN NAMES

D_0–D_7	DATA BUS (BI-DIRECTIONAL)
RESET	RESET INPUT
$\overline{CS}$	CHIP SELECT
$\overline{RD}$	READ INPUT
$\overline{WR}$	WRITE INPUT
A0, A1	PORT ADDRESS
PA7-PA0	PORT A (BIT)
PB7-PB0	PORT B (BIT)
PC7-PC0	PORT C (BIT)
V_{CC}	+5 VOLTS
GND	0 VOLTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้