

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

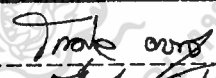
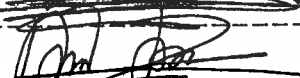
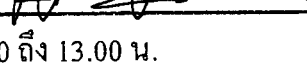
PC BASE AUTOMATIC OPERATOR

ชื่อนักศึกษา	1. นายณรงค์	ตันจินชุย	รหัสประจำตัว	37031108
	2. นายปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	รหัสประจำตัว	37031115
	3. นายฟ้ารุ่ง	ชาวดิ	รหัสประจำตัว	37031120
	4. นายเอกสิน	นิลกาญจน์	รหัสประจำตัว	37031142

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์โกศล ตราขู
2. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล ตราขู	
2. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน	
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
4. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์วรวิทย์ สมหา	

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 3 เมษายน 2539 เวลา 12.00 ถึง 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



ภาควิชารับรองแล้ว



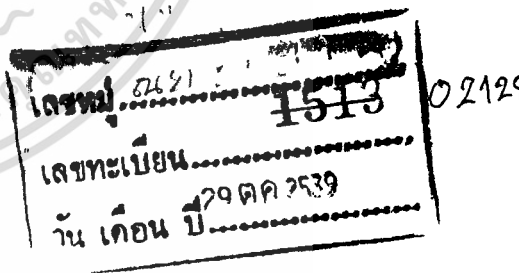
ศาสตราจารย์ ดร. วีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา
จากเอกสารนี้ไปใช้ในทางที่ผิดหรือเพื่อการค้า
หากฝ่าฝืนจะถือว่าผิดกฎหมาย
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณาจารย์ผู้ควบคุม
เดือน..... พ.ศ. 2539

ปริญญานิพนธ์
ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
PC BASE AUTOMATIC OPERATOR



นายณรงค์ ตันจินชุย
นายปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
นายฟ้ารุ่ง ขาวดี
นายเอกสิน นิลกาญจน์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2538

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

PC BASE AUTOMATIC OPERATOR

ผู้จัดทำ

1. นายณรงค์ ตันจินชุย
2. นายปิยะ ศุภราสุวัฒน์
3. นายฟ้ารุ่ง ขาวดี
4. นายเอกสิน นิลกาญจน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม
(อาจารย์โกศล ตราขู)

ลงนาม
(อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน)

ลงนาม
(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม
(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

PC BASE AUTOMATIC OPERATOR

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
2. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบวงจรชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
3. เพื่อสร้างชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
4. เพื่อทดลองการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
5. เพื่อนำชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเข้าใจหลักการทำงานของระบบโทรศัพท์
2. สามารถเข้าใจการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
3. ทำให้ทราบวิธีการต่อวงจรอินเตอร์เฟสเข้ากับคู่สายโทรศัพท์
4. ทำให้ทราบวิธีการนำวงจรวิเคราะห์เสียงพูด (Sound Card) มาประยุกต์ใช้งาน
5. ทำให้ทราบถึงหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สามารถตอบรับโทรศัพท์, โอนสายโทรศัพท์, บันทึกข้อความ, ลบข้อความที่บันทึกไว้ และบันทึกข้อความฝากไว้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามารับฟังได้โดยอัตโนมัติ
7. ได้ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ไว้ใช้งานในหน่วยงานต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

นายณรงค์	ตันจินชุย
นายปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
นายฟ้ารุ่ง	ขาวดี
นายเอกสิน	นิลกาญจน์

อาจารย์ที่ปรึกษา
 อาจารย์โกศล トラชู
 อาจารย์กิติพงศ์ มะโน
 อาจารย์สุชิน อาจหาญ
 ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการนำคอมพิวเตอร์และการ์ดเสียงมาประยุกต์ใช้กับระบบโทรศัพท์ ให้สามารถตอบรับ, โอนสายโทรศัพท์, บันทึกข้อความ, รับฟังข้อความที่บันทึกไว้ และลบข้อความที่บันทึกไว้ได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์แทนพนักงานสลับสาย หรือโอเปอเรเตอร์ (Operator) ชุดตอบรับนี้จะเป็นแผ่นการ์ดที่ต่อใช้งานร่วมกับการ์ดเสียง ซึ่งสามารถเสียบลงในสล็อตคอมพิวเตอร์ได้ และง่ายแก่การติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC BASE AUTOMATICS OPERATOR

MR.NARONG	TANJINSUY
MR.PIYA	SUPAVARASUWAT
MR.PHARUNG	KHAODEE
MR.EAKASIN	NILAKAN

ADVISORS

MR.KOSON	TRACHU
MR.KITIPHONG	MANO
MR.SUCHIN	ADHAN

1995

ABSTRACT

This thesis presents the application of personal computer and sound card as automatic telephone operator that can be answer, exchange, record, call and delete the recorded message. This automatics telephone operator is a card that compatible with sound card for computer's slot. It can be easy to install card and set up program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 3 ท่านที่ได้ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี โดยอาจารย์โกศล ทราย และอาจารย์สุชิน อาจหาญ ที่กรุณาอนุเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ และสถานที่ในการทำโครงการ และขอขอบคุณอาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการทำโครงการ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านการเบิกใช้เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และขอขอบคุณอาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือเรื่องการใช้ห้องบันทึกเสียง นอกจากนี้กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านคำปรึกษาและเครื่องมือ อุปกรณ์เป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.1.1 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่าและชุมสาย	5
2.1.2 โทรศัพท์แบบความถี่คู่ (DTMF : Dual Tone Multi Frequency)	5
2.2 ความรู้ทางคอมพิวเตอร์	7
2.2.1 ตำแหน่งของสล็อตที่ต่อใช้งาน	7
2.2.2 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต (INPUT/OUTPUT)	9
2.2.3 ข้อมูลการ์ดเสียง	10
2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	14
2.3.1 MT8870	14
2.3.2 UM91210C	16
2.3.3 MC34014P	19
2.3.4 LM567	20
2.4 หลักการโทรศัพท์	23
2.5 หลักการโอนสายโทรศัพท์	24
2.6 หลักการทำงานชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารประกอบการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น 25 คำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1	กรณีตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ	25
2.6.2	กรณีโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ	25
2.6.3	กรณีรับฝากข้อความ	25
2.6.4	กรณีการรับฟังข้อความที่บันทึกไว้โดยอัตโนมัติ	26
2.6.5	กรณีการลบข้อความที่บันทึกไว้แบ่งเป็น 2 แบบ	26
2.6.6	กรณีการบันทึกข้อความไว้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามารับฟัง	27
2.6.7	กรณีการเปลี่ยนรหัสผ่าน	27
บทที่ 3	การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	28
3.1	การออกแบบ	28
3.1.1	วงจรอินเตอร์เฟส	29
3.1.2	วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)	31
3.1.3	วงจรยกและวางหูโทรศัพท์	34
3.1.4	วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder)	35
3.1.5	วงจรหมุนรหัสความถี่คู่	37
3.1.6	วงจรไฮบริด	38
3.1.7	วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)	40
3.2	โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	43
3.3	การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-คอมพิวเตอร์	44
3.3.1	การตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่	44
3.3.2	โอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่	44
3.3.3	การฝากข้อความอัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่	45
3.3.4	การรับฟังข้อความที่ฝากไว้โดยอัตโนมัติ	46
3.3.5	การลบข้อความที่บันทึกไว้โดยอัตโนมัติ	46
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	47
4.1	กล่าวนำ	47
4.1.1	ชุดวงจรอินเตอร์เฟส (Interface)	47
4.1.2	ชุดตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่ไม่มีเหตุขัดแย้งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ชุดยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ (ON/OFF HOOK SWITCH)	53
4.1.4 ชุดเชื่อมต่อระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์- อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Hybrid)	54
4.1.5 ชุดถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder)	55
4.1.6 ชุดหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	57
4.1.7 ชุดตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)	59
4.2 การทดลองชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	61
4.2.1 การตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ	61
4.2.2 การรับฟังข้อความที่บันทึกไว้	62
4.2.3 การลบข้อความที่บันทึกไว้แบ่งเป็น 2 แบบ	63
4.2.4 การบันทึกข้อความไว้ให้ผู้ที่ยกเข้ามารับฟัง	65
4.2.5 การเปลี่ยนรหัสผ่าน	65
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	67
5.1 สรุป	67
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ	67
5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา	68
5.4 แนวทางการพัฒนาโครงการ	69
ภาคผนวก ก รูปแบบชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์	70
ภาคผนวก ข ผังการทำงานและโปรแกรมการทำงาน	74
ภาคผนวก ค วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดย ไมโครคอมพิวเตอร์	106
ภาคผนวก ง รายละเอียดอุปกรณ์ของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยไมโคร- คอมพิวเตอร์	112
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร- คอมพิวเตอร์	117
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์	132

บรรณานุกรม	166
-------------------	-----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้งและแนวนอน	6
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของสล็อตที่ใช้งาน	7
รูปที่ 2.3 ลักษณะของสัญญาณเสียง	10
รูปที่ 2.4 กระบวนการแซมปลิง	11
รูปที่ 2.5 ค่าที่ได้จากการแซมปลิงสัญญาณในรูปที่ 2.4	11
รูปที่ 2.6 (ก) รูปคลื่นที่ได้จากการสังเคราะห์ของวงจร DAC	12
(ข) รูปสัญญาณเมื่อผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำแล้ว	12
รูปที่ 2.7 รายละเอียดขา MT8870	15
รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของ MT8870	15
รูปที่ 2.9 ตำแหน่งขาต่างๆ และคีย์บอร์ดของ UM91210C	16
รูปที่ 2.10 วงจรสมมูลย์ของ UM91210C	17
รูปที่ 2.11 ลักษณะขาของไอซี MC34014P	19
รูปที่ 2.12 ผังการทำงานภายในไอซี MC34014P	20
รูปที่ 2.13 ขาของไอซีเบอร์ LM567	21
รูปที่ 2.14 ผังการทำงานของไอซีเบอร์ LM567	21
รูปที่ 2.15 ตัวอย่าง การต่อใช้งานไอซี LM567	22
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-คอมพิวเตอร์	28
รูปที่ 3.2 วงจรอินเตอร์เฟส	30
รูปที่ 3.3 การตั้งคิพสวิตช์ในการเลือกตำแหน่งที่ 280H-283H	31
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	32
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมรีเลย์	34
รูปที่ 3.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง	36

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
 รูปที่ 3.7 วงจรหมุนรหัสความถี่
 รูปที่ 3.8 วงจรไฮบริด

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง	40
รูปที่ 3.10 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง	42
รูปที่ 3.11 โครงสร้างของซอฟต์แวร์	43
รูปที่ 4.1 วงจรอินเตอร์เฟส	48
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเปลี่ยนดิฟฟิวซ์ทางอินพุต	50
รูปที่ 4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	50
รูปที่ 4.4 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	53
รูปที่ 4.5 วงจรไฮบริด	54
รูปที่ 4.6 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	55
รูปที่ 4.7 วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	57
รูปที่ 4.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง	59
รูปที่ 4.9 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง	60

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความหมายของสัญญาณต่างๆ	8
ตารางที่ 2.2 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ	9
ตารางที่ 2.3 ค่าความถี่สูงและความถี่ต่ำของหน้าปัดโทรศัพท์	18
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	52
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	56
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	58

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านระบบสื่อสารและคอมพิวเตอร์มีความเจริญอย่างไม่มีขีดจำกัดไม่ว่าจะอยู่ ณ แห่งใดก็สามารถติดต่อถึงกันได้ สำหรับการสื่อสารนั้นมีหลายรูปแบบแตกต่างกันมากมาย ระบบโทรศัพท์ก็เป็นระบบหนึ่งที่สะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งานตลอดจนค่าใช้จ่ายก็น้อยกว่าการสื่อสารแบบอื่นๆ

โทรศัพท์นับว่าเป็นการสื่อสารประเภทหนึ่งที่ทำให้บริการสะดวกรวดเร็ว ซึ่งมีบทบาทมากในชีวิตประจำวันของเรา ดังจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันนี้ ความต้องการของผู้ใช้โทรศัพท์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดจนในหน่วยงานต่างๆ ที่ใช้โทรศัพท์นั้นต้องการความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความถูกต้องของข้อมูล และที่สำคัญคือต้องทันต่อเหตุการณ์ในด้านธุรกิจ ดังนั้นจึงต้องมีผู้รับโทรศัพท์ประจำอยู่ตลอดเวลา เพื่อทำหน้าที่รับสาย, โอนสาย และรับฝากข้อความไว้ให้บุคคลอื่นในหน่วยงาน หรือองค์กรต่างๆ ซึ่งจะทำให้หน่วยงาน หรือองค์กรนั้นทันต่อเหตุการณ์ และรู้ความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่การสื่อสารจะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าหากขาดผู้ที่คอยรับโทรศัพท์ในขณะที่ไม่อยู่หรือเลิกงาน ดังนั้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น จึงมีระบบการตอบรับโทรศัพท์, โอนสาย และรับฝากข้อความไว้ทำงานแทนในขณะที่ไม่มีใครอยู่ ระบบนี้จะทำงานโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง ทำเป็นชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

สาเหตุที่ใช้คอมพิวเตอร์มาทำงานก็เพราะ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์มีอยู่ทั่วไปในหน่วยงานต่างๆ
2. ใช้ระบบเสียงพูดที่อยู่ใน Sound Card
3. ทำงานได้รวดเร็ว
4. รับฝากข้อความได้มากและเป็นคำพูดของผู้ฝากเอง ทำให้สื่อความหมายได้ชัดเจนกว่า
5. แก้ไข และเพิ่มเติมการทำงานต่างๆ ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติสามารถนำไปใช้ได้ง่าย โดยนำการ์ด (Card) ไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์และควบคุมการทำงานด้วยซอฟต์แวร์ (Soft Ware) อีกทั้งยังสามารถใช้งานร่วมกับตู้โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึงชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนควบคุมและทำงานทั้งหมด ซึ่งจะสะดวกรวดเร็วมากในการใช้งาน ลักษณะของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นการ์ด ซึ่งจะมีวงจรอยู่ภายใน รวมทั้งวงจรอินเตอร์เฟส (Interface) ประกอบขึ้นเป็นการ์ด 1 แผ่น จะใช้ติดตั้งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ และยังมีแผ่น Sound Card อีก 1 แผ่น ซึ่งการ์ดทั้งสองแผ่นนี้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และจะนำไปติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ ที่มีการติดตั้งโปรแกรมใช้งานไว้ในเครื่อง โดยต่อสายโทรศัพท์เข้ากับการ์ดก็จะสามารถใช้เป็นชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ได้

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งออกเป็น 5 บท เพื่อความสะดวกในการศึกษา และทำความเข้าใจ โดยแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ บทนี้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของปฏิญานิพนธ์อย่างกว้างๆ เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาได้ทราบถึงลักษณะโดยทั่วไป เกี่ยวกับหลักการ, เหตุผล, วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของปฏิญานิพนธ์นี้ รวมทั้งกล่าวถึงเนื้อหาโดยสังเขปภายในปฏิญานิพนธ์นี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ บทนี้ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ทั่วไป, อุปกรณ์ที่สำคัญต่อระบบโทรศัพท์, ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบอินเตอร์เฟส, การ์ดเสียง, หลักการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ และขั้นตอนการใช้งานชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้าง และการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ บทนี้กล่าวถึงการออกแบบ, การสร้าง และการทำงานของวงจรต่างๆ ในแต่ละส่วนที่เป็นส่วนประกอบของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยรูปวงจร, ลายทองแดง, ตำแหน่งการวางอุปกรณ์, ระบบการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ และการออกแบบโครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง บทนี้กล่าวถึงการนำวงจรในภาคต่างๆ ของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ มาทำการทดลอง พร้อมทั้งนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับทฤษฎีที่กำหนดไว้

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไขและพัฒนา บทนี้กล่าวถึงผลสรุปของการทำ
 ประเมินนิพนธ์ โดยเปรียบเทียบผลของการทำงานของผู้ประเมินนิพนธ์ที่ได้ กับผลที่คาดว่าจะได้
 รับจากการทำประเมินนิพนธ์ที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการ
 ทดลอง และในการทำประเมินนิพนธ์ รวมถึงแนวทางในการที่จะแก้ไขและพัฒนา
 ประเมินนิพนธ์นี้ต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในสายหรือในทำนองกลับกัน จะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น
2. ทำการส่งสัญญาณรหัสที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก
3. ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงที่ตอบรับจากชุมสายโทรศัพท์ ตลอดจนรับสัญญาณเรียก (Ringing Tone)
4. ส่งสัญญาณยกเลิกการใช้งานไปยังชุมสายโทรศัพท์

วงจรเครื่องรับโทรศัพท์สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. วงจรกระดิ่ง (Ringer)
 2. วงจรปากพูด-หูฟัง (Speech Network)
 3. วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดปุ่มกด (Encoder)
1. วงจรกระดิ่ง ทำหน้าที่เรียกเป็นเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามา ให้เจ้าของเครื่องทราบ วงจรกระดิ่งอาจใช้กระดิ่งหรือไอซีโทนริงเกอร์ก็ได้ หากใช้กระดิ่งเมื่อเวลาที่มีการเรียกเข้ามา แรงดันไฟสลับประมาณ 105 โวลต์ ถูกส่งเข้ามายังโซลินอยด์ ทำให้โซลินอยด์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนกระดิ่งหรือออกโดยทั่วไป หากเป็นระบบไอซีจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าวเข้าสู่ระบบเรกติไฟ เพื่อจ่ายให้กับหน่วยผลิตความถี่และส่งความถี่ออกมาโฟง
2. วงจรปากพูด-หูฟัง ทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง เพียงแต่ว่าเครื่องรับและเครื่องส่งของระบบจริงๆ นั้น การเรียกจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่งนั้น สัญญาณเรียกจะถูกส่งผ่านระบบชุมสาย และจากชุมสายมีการแยกด้วยระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อแยกคู่สายไปยังหมายเลขที่ผู้เรียกต้องติดต่อสายออกไปแทน แรงดันไฟ 100 กว่าโวลต์ เครื่องรับที่ออกแบบ

อย่างถูกต้องจะมีกระแสไหลในวงจร ด้วยระบบรักษาระดับกระแสคงที่ไว้ที่ 23 มิลลิแอมป์ ส่งผลให้แรงดันไฟในคู่สายโทรศัพท์ตกลงมาเหลือประมาณ 6-8 โวลต์ หากไม่ยกหูโทรศัพท์ ระดับแรงดันจากชุมสายโทรศัพท์มายังคู่สาย วัดแรงดันได้ 48 โวลต์

3. วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดปุ่มกด เมื่อต้องการเรียกคู่สนทนาท่านต้องยกหูโทรศัพท์ แล้วกด หมายเลขที่ต้องการจากแป้นกด วงจรเข้ารหัสจะเปลี่ยนหมายเลขให้เป็นข้อมูลความถี่คู่ ส่งความถี่ 2 โทน (สูง-ต่ำ) ไปยังระบบชุมสาย แล้วชุมสายจะส่งข้อมูลไปตามเครือข่ายต่อไป

2.1.1 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เข้าและชุมสาย

1. สัญญาณที่ส่งจากผู้เข้าไปยังชุมสาย

ON HOOK หมายถึง สภาพผู้เข้าวางหู ลักษณะของวงจรเป็นเสมือนวงจรเปิดที่มีความต้านทานสูง

OFF HOOK หมายถึง สภาพผู้เข้ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสภาพเสมือนวงจรปิดที่มีความต้านทานต่ำ

Dialling หมายถึง ผู้เข้าทำการหมุนเลขหมาย

2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

Dialling Tone เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมที่จะรับรหัสการหมุนเลขหมายจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดูเลตด้วย 50 Hz ผู้เข้าจะได้ยินสัญญาณนี้เมื่อยกหูโทรศัพท์

Busy Tone เป็นสัญญาณที่ส่งมาให้ทราบว่าอุปกรณ์ทางชุมสาย หรือโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz

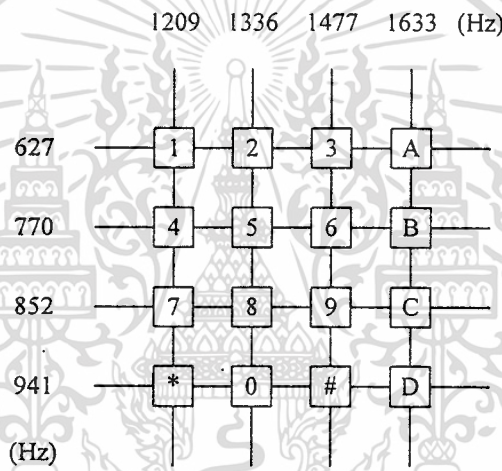
Ringling Tone เป็นสัญญาณที่ผู้ถูกเรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบ เพื่อบอกให้ผู้ถูกเรียกทราบว่า มีผู้ต้องการติดต่อ ด้วยความถี่ของสัญญาณ 425 Hz

Ringback Tone เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ผู้เรียกทราบว่า ได้ต่อเส้นทางกับผู้ถูกเรียกได้แล้ว

2.1.2 โทรศัพท์แบบความถี่คู่ (DTMF : Dual Tone Multi Frequency)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า การหมุนเลขหมายของโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบพัลส์ และไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้แบบโทนหรือแบบดีทีเอ็มเอฟ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบโทนเท่านั้น

โทรศัพท์แบบโทน หรือแบบดีทีเอ็มเอฟ เป็นแบบที่กำหนดสัญญาณเสียง 2 โทนเสียง (Dual Tone Modulation Frequency) โดยความถี่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มความถี่ต่ำ กลุ่มความถี่ต่ำได้แก่ความถี่ 627 Hz, 770 Hz, 852 Hz และ 941 Hz ส่วนกลุ่มความถี่สูง ได้แก่ความถี่ 1,209 Hz, 1,336 Hz, 1,477 Hz และ 1,633 Hz โดยใช้ระบบคีย์แบบเอ็กซ์-วาย (X-Y Matrix) แบ่งโซนออกเป็นกลุ่มความถี่ทางแนวตั้งกับกลุ่มความถี่ทางแนวนอน โดยให้ความถี่แนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำและความถี่ทางแนวตั้งเป็นกลุ่มความถี่สูง



รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้งและแนวนอน

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบโทน

1. ลดระยะเวลาในการส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์
2. สามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปทำให้มีขนาดเล็กกลง
3. ลดจำนวนอุปกรณ์ในการกำหนดเลขหมาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กกลง
4. สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. สามารถนำไปใช้กับระบบอัตโนมัติต่างๆ ได้กว้างขวางขึ้น เช่น ระบบต่อเลขหมาย

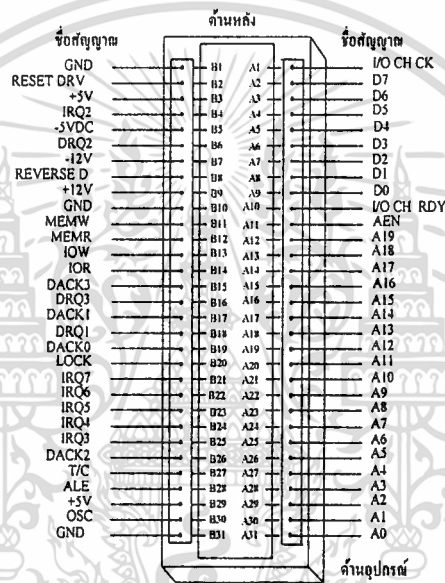
ภายในอัตโนมัติ และชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการค้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้ทางคอมพิวเตอร์

ในการสร้างชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะต้องมีความรู้ทางด้านพื้นฐานคอมพิวเตอร์ในเรื่องต่อไปนี้

2.2.1 ตำแหน่งของสล็อตที่ต่อใช้งาน



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งของสล็อตที่ใช้งาน

สัญญาณต่างๆ บนสล็อตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำงาน

ภายในคอมพิวเตอร์ได้มีการออกแบบให้สามารถที่จะเพิ่มเติมวงจรอินเทอร์เฟซเข้าไปในภายหลังได้ โดยผ่านทางสล็อตที่มีอยู่บนเมนบอร์ด (Main Board) ซึ่งแต่ละสล็อตจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ข้างละ 31 ขา ส่วนการเรียกตำแหน่งขาของสล็อตเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับว่าขานั้นอยู่ข้างใด (ซ้ายหรือขวา) ของสล็อต โดยขาที่อยู่ทางด้านซ้ายของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร B นำหน้าเลขตำแหน่งของขา ส่วนขาที่อยู่ทางด้านขวาของสล็อตจะเรียกโดยใช้อักษร A นำหน้าเลขตำแหน่งของขาแต่ละขาของสล็อตเหล่านี้จะเชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณต่างๆ บนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรอินเทอร์เฟซกับคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้

โดยสะดวก ซึ่งเส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตเหล่านี้จะประกอบไปด้วย เส้นสัญญาณของบัสแอดเดรส (Address Bus), บัสข้อมูล (Data Bus), บัสควบคุมสำหรับการเขียน/อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือ ตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต, เส้นสัญญาณสำหรับการขออินเทอร์รัพท์ของวงจรรีเอนเตอร์เฟส, เส้นสัญญาณสำหรับการขอ DMA, สัญญาณฐานเวลาต่างๆ ที่ใช้ในระบบ, เส้นสัญญาณแสดงการรีเฟรชหน่วยความจำ และสัญญาณสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด (I/O Check)

นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟต่างๆ ที่ใช้ในระบบอีกด้วย คือ +5 VDC, -5 VDC, +12 VDC และ -12 VDC

รายละเอียดของสายสัญญาณที่ใช้งาน จะมีความหมายดังตารางที่ 2.1

ชื่อสัญญาณ	I/O	ความหมาย
OSC	O	สัญญาณนาฬิกามีความกว้าง 70 nS ความถี่ 14.31818 MHz
CLK	O	สัญญาณนาฬิกาของระบบมีความถี่ 4.77 MHz มีช่วงคาบ 210 nS
RESET DRV	O	สายสัญญาณนี้ใช้ในการรีเซ็ตระบบ ในขณะที่เริ่มเปิดเครื่อง
A0-A19	O	แอดเดรส A0-A19
D0-D7	I/O	บัสข้อมูลบิต 0-7
I/O CH CK	I	เป็นสัญญาณตรวจสอบช่อง I/O สัญญาณนี้จะมีผลต่อเนื่อง เพื่อควบคุมระบบโดยส่งผลมาในลักษณะ Parity Error
I/O CHR DY	I	สัญญาณนี้ปกติเป็น 0 สัญญาณนี้จะทำให้เกิดการชิงโครโมโซม อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตที่ทำงานช้าให้เข้ากับระบบได้
IRQ2-IRQ7	I	เป็นสัญญาณของอินเทอร์รัพท์ 2 ถึง 7
IOR	O	สัญญาณอ่านอินพุต เอาต์พุต
IOW	O	สัญญาณการเขียนอินพุต เอาต์พุต
MEMR	O	สัญญาณอ่านหน่วยความจำ
MEMW	O	สัญญาณการเขียนหน่วยความจำ
AEN	O	สัญญาณการอินาเบิลแอดเดรส
CARD SLCTD	I	สัญญาณเลือกการ์ด

ตารางที่ 2.1 ความหมายของสัญญาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่างๆ สามารถดูได้จากรายการหนังสืออ้างอิง รังที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต (INPUT/OUTPUT)

การติดต่อกับอุปกรณ์ใดจำเป็นต้องทราบถึงหมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์นั้นเสียก่อน หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ จะมีหมายเลขประจำดังตารางที่ 2.2

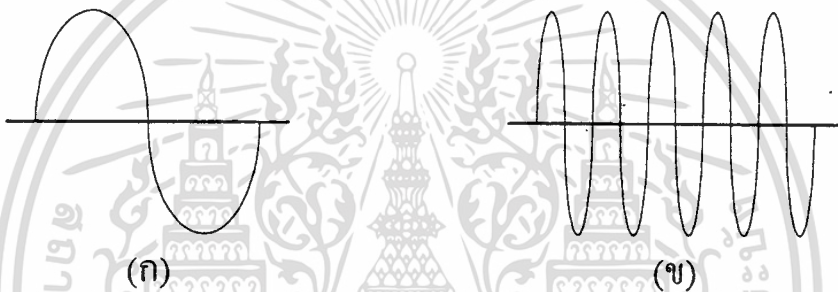
หมายเลขแอดเดรส (เลขฐานสิบหก)	อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต
\$000-\$01F	ตัวควบคุมคีย์บอร์ด 8237
\$020-\$03F	ตัวควบคุมอินเตอร์รัพต์ 8259
\$040-\$05F	ตัวควบคุมเวลา 8253
\$060-\$06F	ตัวควบคุมแอดเดรสขนานและใช้ติดต่อกับคีย์บอร์ด
\$070-\$07F	สำหรับเอทีใช้ติดต่อกับนาฬิกา
\$080-\$09F	ดีเอ็มเอเพอร์จิสเคอร์
\$0A0-\$0BF	ตัวควบคุมอินเตอร์รัพต์ตัวที่ 2 (ของเอที)
\$0C0-\$0DF	ตัวควบคุมคีย์บอร์ดตัวที่ 2 (ของเอที)
\$0F0	เคสียร์โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
\$0F1	รีเซตโปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
\$0F8-\$0FF	โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์
\$1F0-\$1F8	ฮาร์ดดิสก์
\$200-\$207	เกมส์โอไอ
\$278-\$27F	แอดเดรสเครื่องพิมพ์แอดเดรส 2
\$2F8-\$2FF	แอดเดรสอนุกรมแอดเดรส 2
\$300-\$31F	โปรโตไทป์การ์ด
\$360-\$36F	สแกนไว้
\$378-\$37F	แอดเดรสเครื่องพิมพ์แอดเดรส 1
\$380-\$38F	SDLC , ไบซิงโครนัส 2
\$3A0-\$3A1	ไบซิงโครนัส 1
\$3B0-\$3BF	อะแดปเตอร์โมโนโครมและเครื่องพิมพ์
\$3C0-\$3CF	สแกนไว้
\$3D0-\$3DF	อะแดปเตอร์สี
\$3F0-\$3F7	ตัวควบคุมดิสก์
\$3F8-\$3FF	แอดเดรสอนุกรม 1

ตารางที่ 2.2 หมายเลขแอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ข้อมูลการวัดเสียง

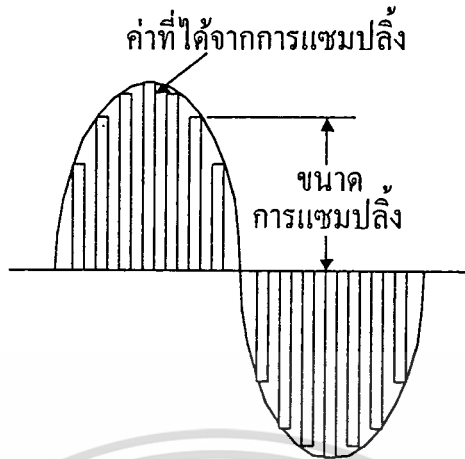
ต้นตำรับของเสียงสังเคราะห์เกิดจาก นายโรเบิร์ต มูก (ROBERT MOOG) เป็นผู้ริเริ่มนำเอาเสียงสังเคราะห์มาใช้ โดยการรวมคีย์บอร์ดเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ได้เสียงที่แตกต่างจากออร์แกนอิเล็กทรอนิกส์ นายโรเบิร์ต มูก (ROBERT MOOG) ใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ วงจรกรองสัญญาณและวงจรขยายสำหรับสังเคราะห์เสียง และสามารถใช้ได้จริงสำหรับมืออาชีพ อีกทั้งสามารถพัฒนาให้สังเคราะห์เสียงดนตรีต่างๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากเปียโนและออร์แกน



รูปที่ 2.3 ลักษณะของสัญญาณเสียง

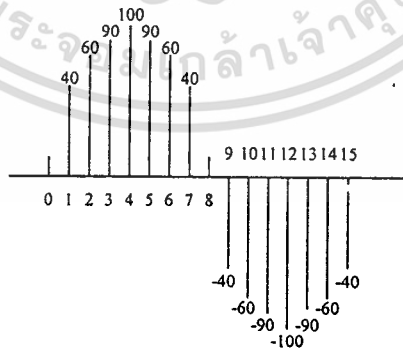
คุณสมบัติของเสียงโดยทั่วไปมักเป็นสัญญาณแอนะล็อก ที่มีค่าขนาดของสัญญาณต่อเนื่องกันไป โดยสามารถแทนค่าขนาดของสัญญาณด้วยแรงดันไฟฟ้า และความถี่เสียงด้วยความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าได้ จากรูปที่ 2.3 เป็นรูปคลื่นของสัญญาณเสียง รูปที่ 2.3 (ก) แทนเสียงความถี่ต่ำ 440 เฮิรตซ์ มีความดังมากกว่าสัญญาณในรูปที่ 2.3 (ข) ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า แต่ถ้าเป็นสัญญาณดิจิทัลจะเก็บและประมวลผลไว้ในลักษณะของตัวเลขฐานสอง คือ เลข 0 และเลข 1 ดังนั้น การเก็บเสียงในคอมพิวเตอร์จึงต้องแปลงจากสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลก่อน เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ เมื่อต้องการรับฟังเสียงที่บันทึกไว้ก็จะนำข้อมูลดิจิทัลมาแปลงกลับให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กระบวนการแซมปลิง

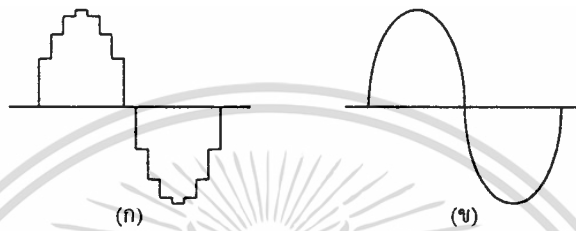
กระบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (ADC : Analog to Digital Convertor) ในการคัลเลียง จะเป็นหน้าที่ของชิพ ADC โดยจะทำหน้าที่วัดขนาดสัญญาณที่คลื่นเสียงตามระยะเวลาที่คงที่ ดังในรูปที่ 2.3 เรียกว่า อัตราแซมปลิง (Sampling Rate) และเรียกเวลาในการแปลงขนาดของสัญญาณเป็นข้อมูลตัวเลขเพื่อนำไปประมวลผลของชิพ ADC ว่า คาบเวลาแซมปลิง (Sampling Time)



รูปที่ 2.5 ค่าที่ได้จากการแซมปลิงสัญญาณในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวเลขที่ได้เป็นเลขฐานสิบ ส่วนเอาต์พุตจริงจากชิพ ADC เป็นเลขฐานสอง ดังนั้น จึงต้องมีกระบวนการแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง ค่าที่เก็บจะเริ่มจากเลขศูนย์ตามด้วย เลขฐานสองต่างๆ กรรมวิธีนี้ เป็นกระบวนการมอดูเลชันแบบหนึ่งเรียกว่า พัลส์โค้ดมอดูเลชัน (Pulse Code Modulation : PCM)



รูปที่ 2.6 (ก) รูปคลื่นที่ได้จากการสังเคราะห์ของวงจร DAC
(ข) รูปสัญญาณเมื่อผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำแล้ว

ความแม่นยำในการวัดขนาดของสัญญาณแอนะล็อกกำหนดได้โดยจำนวนบิตของเลขฐานสอง ในระบบดิจิทัลของชิพ ADC ถ้าหากใช้ชิพขนาด 8 บิต จะได้ขนาดของสัญญาณที่วัดได้ช่วงละ 256 ค่าและถ้าเพิ่มเป็น 12 บิต จะได้รายละเอียดเพิ่มเป็น 4,096 ค่า และเมื่อเพิ่มเป็น 16 บิต จะมีความละเอียดเพิ่มเป็น 65,535 ค่า แต่ถ้ายิ่งเพิ่มความละเอียดมากขึ้นก็จะต้องใช้เนื้อที่ของหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้น

การแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลกลับมาเป็นสัญญาณแอนะล็อก (DAC : Digital to Analog Convertor) โดยใช้ความเร็วในการแปลงกลับเท่ากับการแซมปลิง เอาต์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นขั้นบันไดต่อเนื่องกันดังรูป 2.6 (ก) จากนั้นต้องผ่านกระบวนการแปลงคลื่นขั้นบันไดให้เป็นคลื่นปกติ โดยการใช้วงจรกรองความถี่

ชิพ ADC และ DAC ใช้งานควบคู่กัน เพื่อการบันทึกและสังเคราะห์เสียงออกมา เป็นผลให้ระบบเสียงสเตอริโอใช้หน่วยความจำที่บรรจุข้อมูลเป็นสองเท่าของระบบโมโน โดยปกติแล้วอัตราการแซมปลิงสัญญาณที่เหมาะสมกับการคั่นเสียงที่ติดตั้ง ชิพ ADC และ DAC จะใช้ค่า 5.0125 และ 11.025 กิโลเฮิร์ตซ์ ทำให้คุณภาพเสียงเท่ากับเสียงจากโทรศัพท์ ส่วนการแซมปลิง 16 บิต เป็นขนาดมาตรฐานในวงการค้าของเครื่องเล่นซีดี และงานบันทึกเสียงระบบดิจิทัลออดิโอเทป (Digital Audio Tap : DAT) เครื่องเล่นซีดีมีอัตราแซมปลิงที่ 44.1 กิโล-

เฮิร์ตซ์ และ DAT จะใช้ 48 กิโลเฮิร์ตซ์ การ์ดอะแดปเตอร์เสียงส่วนใหญ่ใช้ 8 บิต มีอัตราการแซมปลิงที่ 22.05 กิโลเฮิร์ตซ์

การสังเคราะห์เสียง

การสังเคราะห์เสียงดิจิทัลอลซนิกเอฟเอ็ม สามารถเลียนเสียงต่างๆ ได้มากมายแต่ไม่ทั้งหมด เสียงที่มีฮาร์โมนิกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จะไม่สามารถทำการสังเคราะห์เสียงได้ เว้นแต่บันทึกเสียงเหล่านั้นไว้แล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัลจากนั้นมาเล่นกลับภายหลัง

การสังเคราะห์เสียงต่างๆ ด้วยการบันทึกลงซีดี ทำได้โดยนำเสียงดนตรีแต่ละชิ้นทำการแซมปลิงเสียงลงแผ่นซีดี 16 บิต เก็บไว้ด้วยความเร็ว 44.1 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยการปรับเปลี่ยนอัตราแซมปลิงทำให้พิชช์เปลี่ยน และสร้างโน้ตเสียงใหม่ๆ ได้อีกมากมาย หรือถ้าเปลี่ยนอัตราความเร็วในการเล่นเหลือเพียงครึ่งหนึ่ง หรือเพิ่มความเร็วเป็นสองเท่าก็ได้ ซึ่งเป็นผลให้เพิ่มหรือลดระดับเสียงสูงจนถึงต่ำสุดของเสียงอีกหนึ่งออกเทฟ (Octave)

คุณสมบัติของการ์คเสียง

การ์คเสียงโดยทั่วไปมีข้อกำหนดไว้ 5 ข้อคือ

1. สามารถสังเคราะห์เสียงได้ 128 เสียง
2. การเล่นกลับจะใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปของพัลส์โค้ดมอดูเลชัน
3. การบันทึกเสียงจะบันทึกดนตรีหรือเสียงต่างๆ ในรูปของพัลส์โค้ดมอดูเลชัน อาจบันทึกเป็นแบบสเตอริโอหรือโมโน และสามารถควบคุมอัตราการแซมปลิงที่เหมาะสมกับความคมชัดของเสียงได้

4. ส่วนมิกเซอร์เสียงจะทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายเสียง และระดับสัญญาณเสียงที่ลำโพง ในบางการ์คอาจมีวงจรควบคุมเสียงทุ้มและเสียงแหลมเพิ่มเติมด้วย

5. ต้องมีอินพุตเอาต์พุต เพื่อให้สามารถใช้การ์คเสียงกับเครื่องดนตรีมีดีภายนอกได้

ปกติการ์คจะมีแอดเครสสำหรับต่อกับจอยสติ๊ก, แอดเครสมิดี และแอดเครสสำหรับต่อกับซีดีรอมไดรฟ์ การที่มีแอดเครสจอยสติ๊กช่วยให้แน่ใจว่า สามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ที่คอมแพคติเบิลกันได้ด้วย แอดเครสอินพุตและเอาต์พุตของ 8086 มักมีคอนเน็กเตอร์หลายขาที่เรียกว่า เฮดเดอร์ (header) เพื่ออินเตอร์เฟสกับซีดีรอมได้ บางทีก็แบ่งเป็นการ์คเล็กต่างหาก แล้วมีขาสำหรับเสียงต่อกับเมนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

มีอุปกรณ์หลายชนิดที่ใช้ในโครงการนี้ แต่นำมาแสดงให้ดูเพียงบางส่วน ที่ใช้งานอยู่ในระบบโทรศัพท์ทั่วไป ได้แก่ ไอซี MT8870, UM91210C, MC34014P และ LM567 ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 MT8870

การถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่สูง ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิทัล ซึ่งไอซี MT8870 ทำหน้าที่แปลงความถี่สูงให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

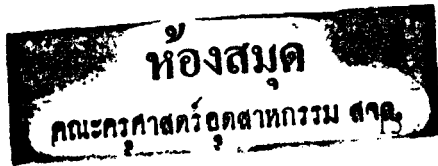
คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่สูง (DTMF Receiver)
- ใช้กระแสเลี้ยงและระดับไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

การนำ MT8870 ไปใช้งาน

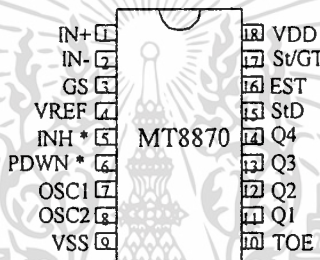
- นำไปใช้งานด้านการควบคุมระยะไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดเล็ก หรือ PABX
- ใช้ในโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



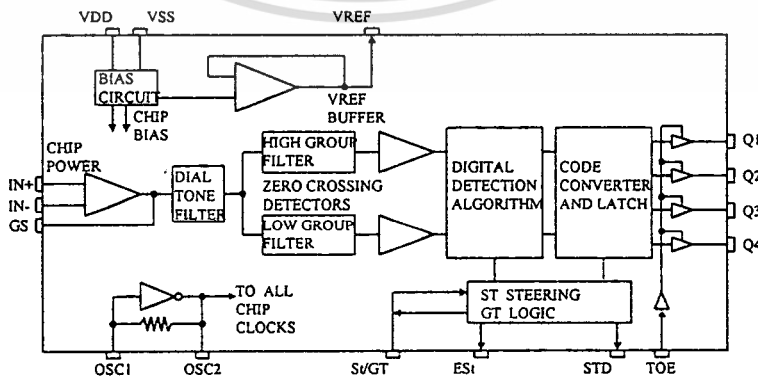
โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัส ฟังก์ชันทางดิจิทัล เป็นไอซีที่สร้าง โดยใช้เทคโนโลยี ISO²-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ



รูปที่ 2.7 รายละเอียดของ MT8870

และรูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่หรือแจกจ่ายเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของ MT8870

2.3.2 UM91210C

ลักษณะทั่วไป

- เป็นไอซีที่มีโครงสร้างแบบดินตะขาบ 18 ขา ทำหน้าที่เป็นวงจรเข้ารหัสสัญญาณโทรศัพท์ในแบบพัลส์และแบบโทน ที่มีการเก็บข้อมูลสุดท้าย เพื่อเรียกทวนข้อมูลหรือที่เรียกว่า ระบบรีไดอัล (Redial)

- เป็นไอซีที่ใช้ระบบกดปุ่ม

- เป็นระบบทวนเลขหมาย (หมายเลขสุดท้าย) ของระบบพัลส์หรือโทนที่สามารถทวนได้ไม่จำกัด แต่ต้องหลังจากการกด Pause หรือ กดหยุดสวิตช์แล้ว

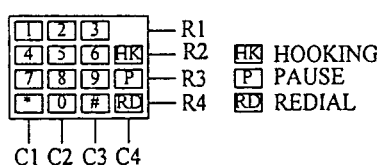
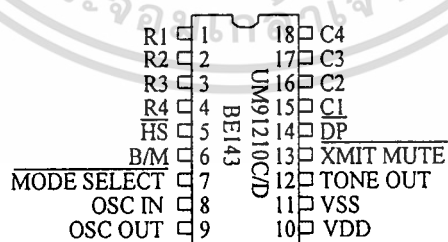
- เป็นไอซีซีเอ็มอสที่ใช้กำลังน้อยมาก โดยใช้ระดับแรงดันวงจร 2.0 ถึง 5.5 โวลต์

- หมายเลขกลุ่มสุดท้ายจะถูกส่งเข้าหน่วยเก็บข้อมูลหรือระบบรีไดอัล และจะล้างข้อมูลอัตโนมัติเมื่อเรากดหมายเลขใหม่

- วงจรกำเนิดความถี่ใช้คริสตอลความถี่ 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นหน่วยความถี่อ้างอิง

- ใช้คีย์บอร์ดเมตริกซ์ 4 แถว 4

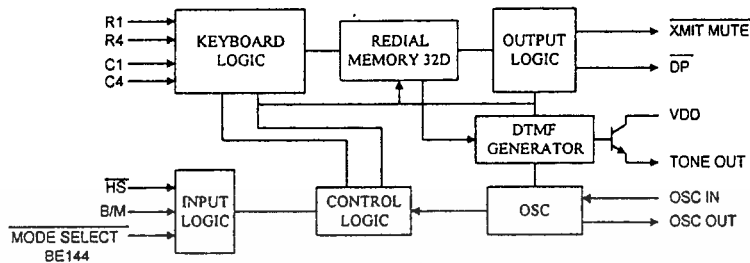
ตำแหน่งขาต่างๆ และคีย์บอร์ดในการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิให้คัดลอกไปเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 ตำแหน่งขาต่างๆ และคีย์บอร์ดของ UM91210C

วงจรสมมูลย์ในรูปของผังการทำงาน



รูปที่ 2.10 วงจรสมมูลย์ของ UM91210C

ค่าสูงสุดที่ไอซีทนได้

- แรงดันสำหรับวงจร (VDD) 6 โวลต์
- ค่าโวลต์ทางอินพุต (Vin) VDD + 0.3 โวลต์
- ค่าโวลต์ทางเอาต์พุต (Vout) VDD + 0.3 โวลต์
- ค่าโวลต์เอาต์พุตที่ออกทางขาไมวต์ (Vout) 1.2 โวลต์
- กระแสเอาต์พุตของระบบโทน (I.tone) 50 มิลลิแอมป์
- อุณหภูมิขณะทำงาน (Topr) 20 ถึง 70 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิสะสม (Tstg) -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส
- อัตรากระจายกำลัง (Pd) 500 มิลลิวัตต์

ค่าที่ควรจะเป็นในการใช้งาน

- แรงดันสำหรับวงจร (VDD) 3.5 โวลต์

รายละเอียดการทำงานและการตรวจสอบเบื้องต้น

- แรงดันจากคู่สายโทรศัพท์จะถูกส่งเข้ามายังวงจรบริดจ์ ก่อนเข้าสู่วงจรทรานซิสเตอร์ เพื่อรักษาระดับกระแสคงที่ ก่อนส่งไปเลี้ยงที่ตัวไอซีที่ขา 10 ซึ่งโวลต์ตรงจุดนี้จะใช้ประมาณ

3.3 โวลต์ แต่เนื่องจากระบบโทรศัพท์ในชุมสายและสายนำสัญญาณมีการสูญเสียสูง จึงได้ออกแบบให้วงจรนี้รับแรงดันเลี้ยงวงจร 3.9 โวลต์ โดยที่ขา 11 ต่อลงไฟลบหรือขา VSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อผิดพลาดและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่งอินพุตถูกส่งผ่านทางคีย์บอร์ดที่เป็น ระบบเมตริกซ์ โดยทางด้านแนวนอนจะมีสถานะเป็น 0 และทางแนวตั้งจะมีสถานะเป็น 1 ในสภาวะปกติ เมื่อกดคีย์บอร์ดในแต่ละปุ่ม วงจรรอสซึลเลเตอร์จะเริ่มทำการสแกนความถี่ ระหว่างแนวตั้งและแนวนอนด้วยความถี่สแกนนิ่ง (Fcr) 455 เฮิร์ตซ์ และเป็นคีย์ประเภทที่สามารถจัดคีย์เบสด้วยวงจรรายในไอซี

- ขา 5 ของไอซีเป็นขาสุคสวิทช์ หรือขา HS เราใช้แทนการกดที่วางหูหรือสุคสวิทช์ของตัวเครื่องรับโทรศัพท์ ปกติต้องต่อขานี้ ลงกราวด์ (VSS) หากขานี้ป้อนแรงดันไฟบวก (VDD) จะมีสภาพเหมือนกดสุคสวิทช์

- ขาเอาต์พุตของสัญญาณความถี่เสียง (Tone Out) จะเกิดขึ้นเมื่อเรากดคีย์ ในโหมดของความถี่คู่ กลุ่มความถี่ต่ำและกลุ่มความถี่สูง ถูกสร้างขึ้นในวงจรไอบริด และส่งสองความถี่เสียงออกเอาต์พุต หากเลื่อนสวิทช์ไปยังโหมดของพัลส์ สัญญาณจะไม่ออกที่ขา TO

- ค่าความถี่คู่สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3

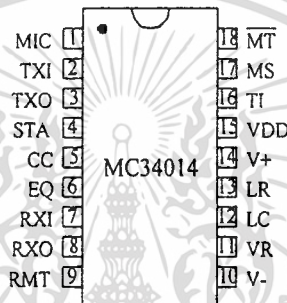
ตารางแสดงค่าความถี่แนวตั้งและแนวนอน			
ขาอินพุตแนวนอน	ความถี่	ขาอินพุตแนวตั้ง	ความถี่
R1	697 Hz	C1	1209 Hz
R2	770 Hz	C2	1336 Hz
R3	852 Hz	C3	1447 Hz
R4	941 Hz	C4	1633 Hz

ตารางแสดงความถี่ของแต่ละหมายเลข		
หมายเลข	ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง
1	697 Hz	1209 Hz
2	697 Hz	1336 Hz
3	697 Hz	1477 Hz
4	770 Hz	1209 Hz
5	770 Hz	1336 Hz
6	770 Hz	1477 Hz
7	852 Hz	1209 Hz
8	852 Hz	1336 Hz
9	852 Hz	1477 Hz
0	941 Hz	1336 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้ตารางที่ 2.3 ค่าความถี่สูงและความถี่ต่ำ เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 MC34014P

ไอซีเบอร์ MC34014P เป็นอุปกรณ์ ที่รวมทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในวงจร หรือ โครงข่ายการสนทนาทั้งด้านรับและด้านส่งในเวลาเดียวกัน เปรียบเสมือนกับว่าทำงาน แทนหม้อแปลงไฮบริด โดยมีตัวถังให้เลือกใช้งานอยู่ 2 แบบ คือ แบบพลาสติก DIP (มี 18 ขา ขนาดกว้าง 0.3 นิ้ว) และแบบ SOIC (มี 20 ขา) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ลักษณะขาของไอซี MC34014P

ภายในตัว MC34014P ได้รวบรวมเอาส่วนที่ทำหน้าที่ต่างๆ เกี่ยวกับวงจรไฮบริดไว้ ทุกอย่าง โดยประกอบด้วยภาคขยายสัญญาณด้านส่ง, ภาคขยายสัญญาณด้านรับ, ภาคควบคุม สัญญาณไฮด์โทน, สามารถปรับอัตราขยายได้จากภายนอก, ภาคขยายสัญญาณไมโครโฟน สัญญาณรบกวนต่ำ และป้องกันการรบกวนจากสัญญาณ RFI ด้วย

คุณสมบัติของ MC34014P

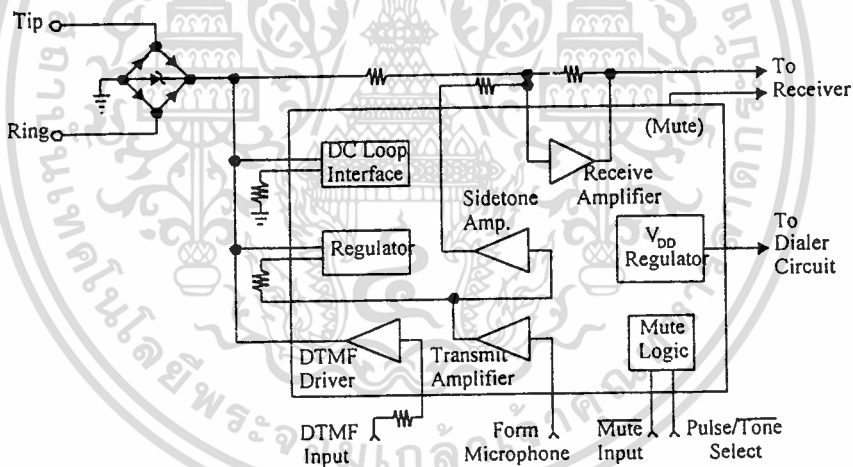
- สามารถทำงานได้ที่แรงดันต่ำสุด 1.5 โวลต์
- ควบคุมอัตราการขยายด้านส่ง ด้านรับ และสัญญาณไฮด์โทนได้จากภายนอก
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างสัญญาณไมโครโฟน ทำให้หมดปัญหาจากการรบกวนของสัญญาณ RFI

- นอกจากการส่งและรับ รวมทั้งสัญญาณไฮด์โทนของสัญญาณเสียงพูดแล้ว สัญญาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ความถี่ที่สามารถมอดูเลตออกสู่คู่สายได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีแรงดันเรกูลเตอ์เอาต์พุต 1.2 โวลต์ สำหรับไบอัสให้กับไมค์คอนเดนเซอร์
- มีแรงดันเรกูลเตอ์เอาต์พุต 3.3 โวลต์ กระแส 550 μA ถึง 2 mA สำหรับวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น หรือระบบโทรศัพท์มาตรฐานทั่วไปได้ และภายในไอซีนี้ยังสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่เป็นไอซี หรืออุปกรณ์ที่ต้องการแรงดันต่ำที่ใช้ต่อร่วมกันในวงจรได้ด้วย

จากหน้าที่ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ไอซีตัวนี้เป็นวงจรไฮบริดแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ และป้อนกลับสัญญาณ ทำให้สามารถทำการสนทนาสวนทางกันได้ นั่นคือ การรับ และการส่งที่เกิดขึ้นพร้อมกัน ภายในไอซีตัวนี้จะรวมเอาส่วนประกอบการทำงานในส่วนต่างๆ เข้ามาไว้ในตัวไอซีตัวเดียว ดังผังการทำงานภายในไอซี แสดงในรูปที่ 2.11

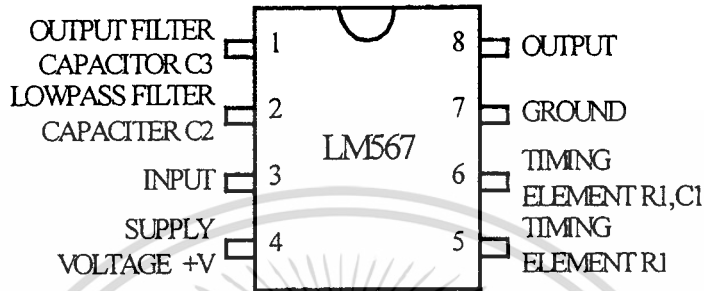


รูปที่ 2.12 ผังการทำงานภายในไอซี MC4014P

2.3.4 LM567

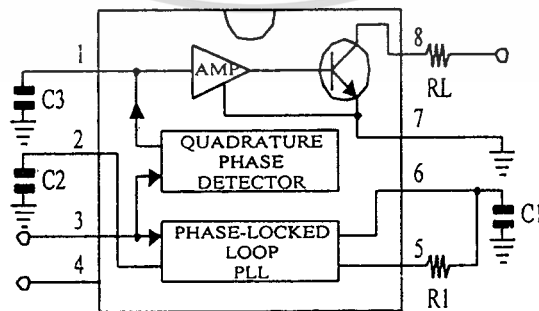
LM567 เป็นไอซีโทนดีโค้ดเดอร์ที่ใช้ถอดรหัสสัญญาณความถี่เสียง อินพุตที่รับเข้ามาภายในตัวไอซีนี้จะประกอบด้วย วงจรเฟสล็อกกลูป (Phase lock loop) และทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ตัวนี้ จะต่อออกไปจากขาคอลเล็กเตอร์ ไม่่ว่าจะให้สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมออกมา เมื่อสัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณอินพุตถูกส่งเข้ามาทางขา

อินพุตของไอซีโทนดีโค้ดเตอร์ จะทำการถอดรหัสสัญญาณเสียงได้หลายความถี่ ซึ่งในที่นี้ได้นำมาตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์



รูปที่ 2.13 ขาของไอซีเบอร์ LM567

จากรูปที่ 2.14 จะเห็นผังการทำงานหลักภายในไอซี คือ วงจรเฟสล็อกกลุ๊ป (PLL), วงจรแยกเฟส 90 องศา (QUADRATURE PHASE DETECTOR), วงจรขยาย (AMPLIFIER) และทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ทางด้านเอาต์พุตของตัวไอซี ภายในเฟสล็อกกลุ๊ป (PLL) จะประกอบด้วย วงจรออสซิลเลเตอร์ที่ควบคุมด้วยกระแส (Current Controlled Oscillator :CCO), Pase detector และวงจรกรองสัญญาณป้อนกลับ



รูปที่ 2.14 ผังการทำงานของไอซีเบอร์ LM567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักพิมพ์เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

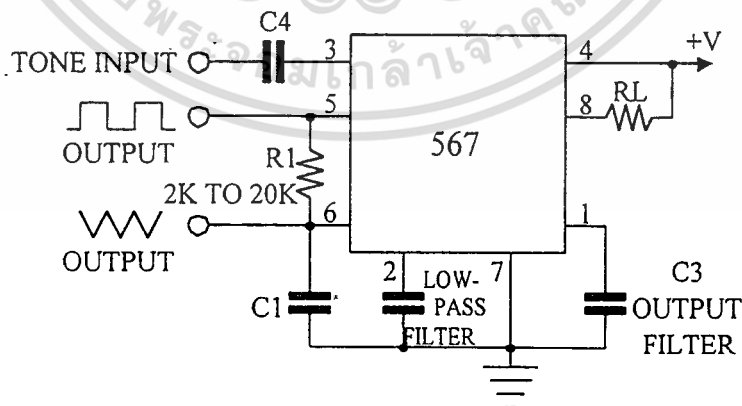
หลักการทำงาน

เมื่อ LM567 ทำงานในรูปของสวิตช์ทางเสียง จะตรวจจับความถี่กลางซึ่งเป็นความถี่ที่ผู้ใช้กำหนดให้เป็นค่าใดก็ได้ภายในช่วงความถี่ 0.1 KHz ถึง 500 KHz และความกว้างของแถบความถี่หรือแบนด์วิดท์ที่มันจะจับได้ (ซึ่งสามารถกำหนดได้สูงสุด 14% ของความถี่กลาง)

การหน่วงเวลาของไอซี คือ ระยะเวลาที่เริ่มตั้งแต่ที่ไอซีได้รับสัญญาณเข้ามา จนกระทั่งให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาทางขาเอาต์พุต เราสามารถเพิ่มการหน่วงเวลาได้โดยการกำหนดค่าตัวต้านทานและตัวเก็บประจุที่อยู่ภายนอกได้

วงจร CCO ของไอซีนี้ สามารถเพิ่มความกว้างของช่วงความถี่ทำงาน จากการกำหนดค่าความต้านทานของ R1 และค่าของ C1 ที่ต่ออยู่ภายนอก (รูปที่ 2.14) แต่ความถี่ที่เราควบคุมนี้ อยู่ในช่วงแคบๆ เท่านั้น โดยเมื่อรับสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขา 2 จะทำให้วงจร PLL ล็อกเอาช่วงความถี่แคบๆ ของสัญญาณนี้ไว้

เฟสดีเท็คเตอร์แบบวงจรแยกเฟสของไอซีนี้ จะเปรียบเทียบความถี่ และเฟสของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตของวงจรเฟสดีเท็คเตอร์จะถูกส่งไปขับทรานซิสเตอร์ Q1 เพื่อให้ทำงาน เมื่อสัญญาณที่ทำการเปรียบเทียบทั้งสองสอดคล้องกัน ความถี่กลางของไอซีจะมีค่าเท่ากับความถี่ฟรีรันนิ่งของออสซิลเลเตอร์ และค่าแบนด์วิดท์จะมีค่าเท่ากับช่วงความถี่ที่มีการล็อกเอาไว้ในวงจร PLL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.15 ตัวอย่างการต่อใช้งาน ไอซี LM567 นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 ไอซี LM567 จะทำงานเป็นสวิทช์ทางเสียง สัญญาณอินพุตจะผ่านตัวเก็บประจุ C4 ไปยังขา 3 ซึ่งมีอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ 20 กิโลโอห์ม ส่วนตัวต้านทานทางด้านเอาต์พุต ต่อระหว่างขา 8 และจ่ายแรงดันค่าบวก ซึ่งค่าของแรงดันมีค่ามากที่สุดได้ 15 โวลต์

สำหรับตัวต้านทานที่ขา 8 จะดึงกระแสสูงถึง 100 มิลลิแอมป์ ส่วนขา 7 ต่อลงกราวด์ขา 4 ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันแบบบวก (ค่าน้อยที่สุดที่วงจรจะทำงานได้คือ 4.75 โวลต์ ค่ามากที่สุดคือ 9 โวลต์)

ความถี่กลางของวงจรสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$f_o = \frac{1.1}{(R1 \times C1)}$$

เมื่อ R1 มีหน่วยเป็นกิโลโอห์ม และ C1 มีหน่วยเป็นไมโครฟารัด

จากสูตร $f_o = \frac{1.1}{(R1 \times C1)}$ ค่า R1 สามารถหาได้จาก

$$R1 = \frac{1.1}{(f_o \times C1)}$$

ค่า R1 ที่ใช้งานควรอยู่ในช่วง 2 ถึง 20 กิโลโอห์ม ส่วนค่า C1 สามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม ค่า R1 ก็คำนวณค่าจากสูตรข้างบน

วงจรออสซิลเลเตอร์ในไอซี LM567 จะให้เอาต์พุตออกมาเป็นรูปคลื่นฟันเลื่อยที่ขา 6 และรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ขา 5, C2 จะเป็นตัวกำหนดแบนด์วิดค์ของไอซี เพื่อทำงานเป็นสวิทช์ทางเสียง

2.4 หลักการโทรศัพท์

1. ยกหูโทรศัพท์ฟังสัญญาณให้หมุน ที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

2. ผู้เรียกกดเลขหมายไปยังชุมสายโทรศัพท์

3. ชุมสายโทรศัพท์ต่อชุมสายโทรศัพท์ของผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูอาจารย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หากเลขหมายที่ผู้เรียก เรียกไปไม่ว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไม่ว่างให้ผู้เรียกทราบ
5. หากเลขหมายที่ผู้เรียกไปว่าง ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณเรียก ไปยังปลายทาง และส่งสัญญาณตอบกลับมาบอกให้ผู้เรียก รอการยกหูจากผู้ถูกเรียก
6. ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสนทนากัน
7. หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูโทรศัพท์ ชุมสายโทรศัพท์จะตัดเส้นทางการติดต่อออก เพื่อเตรียมรับเลขหมายอื่นต่อไป

2.5 หลักการโอนสายโทรศัพท์

1. เมื่อมีการเรียกจากภายนอกเข้ามายังตู้สาขา ตู้สาขาจะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเลขหมายภายในที่กำหนดไว้ โดยปกติจะเป็นเลขหมายของโอเปอเรเตอร์
2. พนักงานสลับสายรับสาย และสนทนากับผู้ที่เรียกเข้ามา หากผู้เรียกเข้ามามีความต้องการติดต่อกับเลขหมายภายในใดๆ ก็จะต้องแจ้งความจำนงค์กับโอเปอเรเตอร์
3. พนักงานสลับสายพักสายผู้ที่เรียกเข้ามาไว้ โดยการกด HOOK SW 1 ครั้ง แล้วจึงกดเลขหมายภายในที่ผู้เรียกเข้ามาต้องการติดต่อด้วย
4. หากเลขหมายภายในที่พนักงานสลับสายเรียกไปไม่ว่าง หรือไม่มีผู้ใดรับสาย พนักงานสลับสายจะตัดสายโทรศัพท์กลับมายังสายของผู้เรียกที่พักไว้ และบอกให้ผู้เรียกฝากข้อความไว้โดยโอเปอเรเตอร์จะเป็นผู้บันทึกข้อความ
5. หากเลขหมายภายในที่โอนไปผู้รับสาย พนักงานสลับสายจะวางหูโทรศัพท์ของตน ทำให้ตู้สาขา นำสายของผู้เรียกเข้ามาที่พักไว้ต่อเข้ากับเลขหมายภายในที่โอเปอเรเตอร์โอนให้
6. ผู้เรียกเข้ามาคุยกับผู้รับที่เป็นเลขหมายภายใน

2.6 หลักการทำงานชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะแบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

2.6.1 กรณีตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

1. กดเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องโอเพอร์เรเตอร์เข้ามายังชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติทำการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติเมื่อตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งได้เท่ากับค่าที่ตั้งไว้ในโปรแกรม
3. จะมีเสียงตอบรับเป็นข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาการศาสตร์วิศวกรรม กรุณากดเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรุณากดหมายเลข 0 เพื่อฟังเลขหมายภายใน”
4. ชุดตอบรับจะทำการตรวจสอบสัญญาณความถี่ที่กดเข้ามา และโปรแกรมจะนำค่าที่ได้ไปประมวลผลเพื่อทำงานในขั้นตอนต่างๆ เช่นการโอนสายโทรศัพท์, การฝากข้อความ, การรับฟังข้อความที่บันทึกไว้, การลบข้อความ, การบันทึกข้อความฝากไว้ให้ผู้โทรศัพท์เข้ามารับฟัง

2.6.2 กรณีโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

1. เมื่อมีการเรียกเข้ามายังเครื่องโอเพอร์เรเตอร์เข้ามายังชุดตอบรับ ชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ จะทำงาน
2. ผู้เรียกกดเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์ภายใน
3. หากเลขหมายภายในที่โอนไปว่าง ผู้ที่เรียกเข้ามาจะสนทนากับผู้ถูกเรียกภายในได้
4. หากเลขหมายภายในไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสาย จะมีข้อความบอกให้ฝากข้อความ

2.6.3 กรณีรับฝากข้อความ

1. หากโอนสายโทรศัพท์ไปแล้วสายปลายทางไม่ว่าง หรือไม่มีผู้รับสาย จะมีข้อความบอกให้ฝากข้อความ
2. กดเลข 1 เมื่อต้องการฝากข้อความ และกดเลขเครื่องหมาย * เมื่อฝากข้อความเสร็จ

3. กดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการฝากข้อความ และออกจากโปรแกรม

2.6.4 กรณีการรับฟังข้อความที่บันทึกไว้โดยอัตโนมัติ

1. หมายเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องของพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความตอบรับ

2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ

3. กดเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการรับฟังข้อความ และรอฟังข้อความตอบรับ

4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ

5. กดรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับ

6. กดเลขลำดับข้อความที่ต้องการรับฟัง

7. รับฟังข้อความที่เลือกจนจบ จากนั้นเลือกฟังข้อความต่อไป

8. กดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการรับฟังข้อความอื่นอีก และเพื่อออกจากโปรแกรม

2.6.5 กรณีการลบข้อความที่บันทึกไว้แบ่งเป็น 2 แบบ

กรณีลบด้วยการสั่งทางโทรศัพท์

1. หมายเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องของพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความ

2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ

3. กดเลข 3 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการลบข้อความที่บันทึกไว้ และรอฟังข้อความ

4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ

5. กดรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับ

6. กดเลข 1 เมื่อต้องการลบข้อความ และกดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการลบข้อความ และเพื่อออกจากโปรแกรมการลบข้อความ

7. กดเลขลำดับข้อความที่ต้องการลบ และรอฟังข้อความนั้น

8. ต้องการลบข้อความนั้นกดเลข 1 และกดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการลบข้อความ และรอกดเลขลำดับข้อความที่ต้องการลบใหม่ จากนั้นรอฟังข้อความต่อไป

กรณีลบข้อความด้วยโปรแกรมที่กำหนดไว้

1. ข้อความที่บันทึกไว้จะถูกลบออกไปเองโดยอัตโนมัติภายใน 2 วัน ด้วยโปรแกรมที่ไม่ว่ากรณีใด ทั้งนี้ อีกทั้งยังมีในตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2.6.6 กรณีการบันทึกข้อความไว้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมารับฟัง

1. หมดหมายโทรศัพท์มายังเครื่องของพนักงานสลับสายและรอฟังข้อความ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 2 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการบันทึกข้อความที่บันทึกไว้ และรอฟังข้อความ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กดรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับให้เริ่มบันทึก
6. เริ่มบันทึกเมื่อบันทึกเสร็จให้ วางหูโทรศัพท์

2.6.7 กรณีการเปลี่ยนรหัสผ่าน

1. หมดหมายโทรศัพท์มายังเครื่องของพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 4 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมเปลี่ยนรหัสผ่าน และรอฟังข้อความ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กดเลขหมายรหัสผ่านเดิม และรอฟังข้อความ
6. กดเลขหมายรหัสผ่านใหม่ และรอฟังข้อความ
7. กดเลขหมายรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง และรอฟังข้อความ

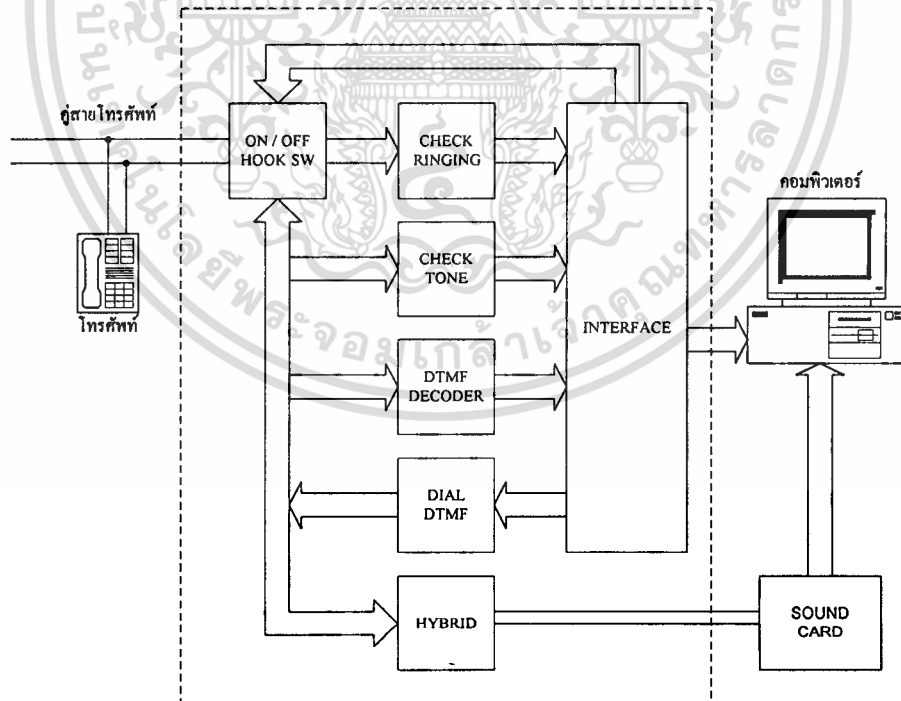
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 การออกแบบ

การออกแบบโครงงานนี้ จะแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่ วงจรอินเตอร์เฟส, วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่, วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง, วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง, วงจรหมุนรหัสความถี่คู่, วงจรไฮบริด และวงจรควบคุมการยกหูและวางหู ในส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยการทำงานทั้งหมดแสดงการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ในรูปที่ 3.1 มีการทำงานดังนี้



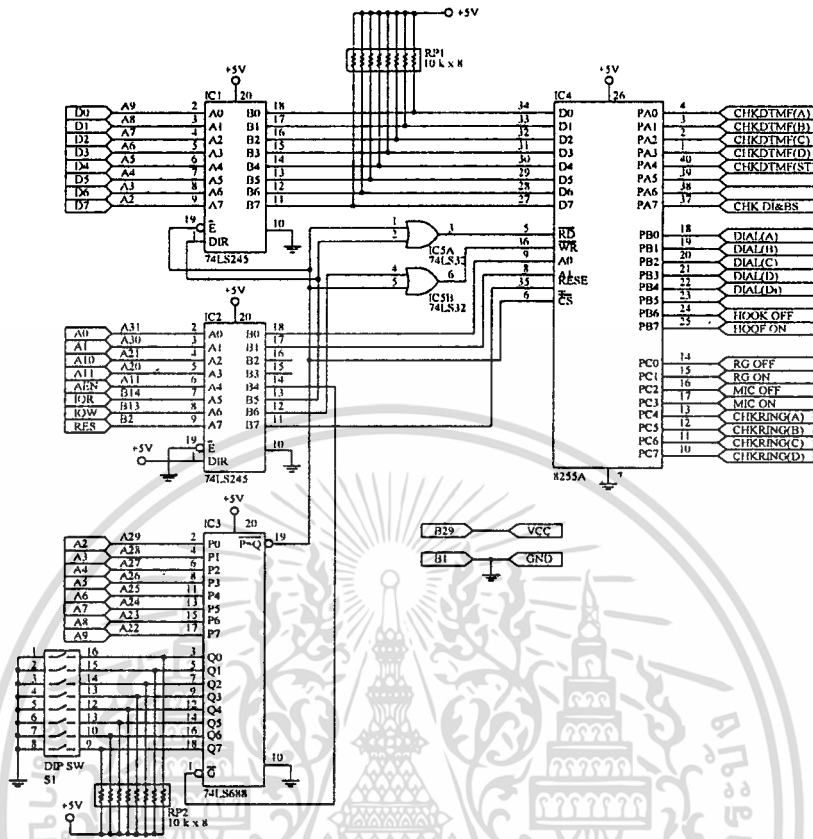
เอกสารนี้เป็นรูปที่ 3.1 ฟังก์การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น คอมพิวเตอร์ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของวงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ จะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์ และวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โดยวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะคอยตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา ซึ่งเมื่อมีสัญญาณความถี่คู่เข้ามา เสียงกริ่งโทรศัพท์ที่เครื่องของพนักงานสลับสายจะดังขึ้น และหากดังเกินเวลาที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะสั่งให้วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ ยกหูโทรศัพท์ขึ้นพร้อมทั้งส่งสัญญาณเสียงตอบรับออกมาจากแผ่นวงจรเสียงผ่านวงจรไฮบริด ออกไป เพื่อบอกขั้นตอนการทำงานของระบบให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง และปฏิบัติตาม ขณะนี้วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะถูกตัดออกจากคู่สายโทรศัพท์ และนำคู่สายโทรศัพท์มาต่อเข้ากับวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง, วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่, วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่ และวงจรไฮบริด โดยวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่จะคอยรอรับสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 4 บิต ส่งไปให้กับคอมพิวเตอร์โดยผ่านวงจรอินเตอร์เฟส เพื่อทำการเชื่อมต่อวงจรให้ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะประมวลผลค่าสัญญาณที่รับเข้ามา และสั่งให้วงจรทำงานตามคำสั่งนั้นๆ คือ ถ้าหากผู้เรียกต้องการติดต่อกับบุคคลภายใน ชุดตอบรับก็จะโอนสายโทรศัพท์ให้ผู้เรียกภายนอกและบุคคลภายในตามที่กดเลขหมายมาสัญญาณเลขหมายความถี่คู่ที่กดเข้ามาจะผ่านคู่สายโทรศัพท์เข้ามายังวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ เพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งไปให้คอมพิวเตอร์ จากนั้น โปรแกรมจะสั่งให้วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง ตรวจสอบสถานะสัญญาณปลายทาง หากสัญญาณปลายทางเป็นสัญญาณให้หมุน โปรแกรมก็จะสั่งให้วงจรแปลงสัญญาณความถี่คู่ แปลงสัญญาณดิจิทัลกลับมาเป็นสัญญาณความถี่คู่ แล้วส่งออกไป

3.1.1 วงจรอินเตอร์เฟส

ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด จึงต้องมีวงจรอินเตอร์เฟสเพื่อใช้ในการติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับวงจรโทรศัพท์ที่สร้างขึ้น ซึ่งวงจรอินเตอร์เฟสจะมีการส่งข้อความเข้าและออกระหว่างคอมพิวเตอร์กับวงจรโทรศัพท์ที่สร้างขึ้น ในวงจรอินเตอร์เฟสจะอาศัยเส้นทางตำแหน่ง(Address Bus), เส้นทางข้อความ (Data Bus), สัญญาณควบคุมการอ่านตำแหน่ง(IOR),สัญญาณควบคุมการเขียนตำแหน่ง (IOW), สัญญาณปรับตั้งใหม่ (Reset) และไฟป้อนจ่ายจากคอมพิวเตอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



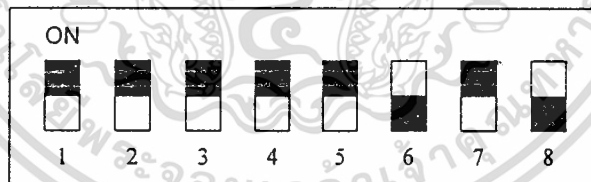
รูปที่ 3.2 วงจรอินเตอร์เฟส

จากวงจรในรูปที่ 3.2 ใช้ไอซี 8255 (IC4) เป็นหลักในการทำงาน ซึ่งไอซี 8255 จะมีสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมด 24 เส้น สามารถควบคุมให้เป็นตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุตได้ตามต้องการ ในการทำงานของวงจรจะต้องกำหนดหมายเลขตำแหน่งในการทำงานด้วย โดยใช้ไอซี 74LS688 (IC3) เป็นไอซีเปรียบเทียบข้อความขนาด 8 บิต และเป็นตัวกำหนดหมายเลขตำแหน่ง จากรูป ขา A2-A9 ของคอมพิวเตอรืจะต่อเข้ากับอินพุต P0-P7 ของ IC3 และอินพุต Q0-Q7 จะต่อโดยคิฟสวิทช์ 8 ตำแหน่ง ในการทำงานจะเปรียบเทียบข้อความระหว่าง A2-A9 กับข้อความที่คิฟสวิทช์ ซึ่งถ้าคิฟสวิทช์ OFF ที่ขาอินพุตนั้น, Q จะเป็นสภาวะ 1 และถ้าคิฟสวิทช์ ON ที่ขาอินพุต Q จะเป็นสภาวะ 0 โดย IC3 มีเงื่อนไขในการทำงาน คือ ถ้าอินพุต P และ Q เหมือนกัน เอาต์พุตที่ขา $\overline{P=Q}$ จะเป็นสภาวะ 0 แต่ถ้าอินพุต P และ Q ไม่เหมือนกัน เอาต์พุตที่ขา $\overline{P=Q}$ จะเป็นสภาวะ 1, IC3 จะทำงานได้ตามเงื่อนไขดังกล่าวเมื่อที่ขา G ของ IC3 ได้รับสภาวะ 0 ซึ่งในวงจรจะเห็นว่าต่อขา G เข้ากับสัญญาณ AEN ซึ่งสัญญาณนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์หรือการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระดับสถานะ 0 เมื่อไม่มีการ DMA จากเอาต์พุต สัญญาณจากขา $\overline{P} = \overline{Q}$ จะนำไปใช้ควบคุมให้ IC4 ทำงาน ขาสัญญาณ IOR, IOW, Reset, A0 และ A1 จะต่อผ่านไอซี 74LS245 (IC2) ซึ่งเป็นไอซีบัฟเฟอร์ ทำให้ระดับสัญญาณมีความแน่นอนขึ้น สัญญาณ A0-A1 และ Reset ที่ผ่านวงจรบัฟเฟอร์แล้วจะนำไปต่อเข้ากับ IC4 ได้โดยตรง ส่วนสัญญาณ IOR และ IOW ที่ผ่านวงจรบัฟเฟอร์แล้ว จะนำไปเข้าวงจรออร์กับสัญญาณเอาต์พุตของ IC3, เพื่อความแน่นอนในการอ่าน และเขียนข้อความ สัญญาณ D0-D7 ของคอมพิวเตอร์ จะต่อเข้ากับ IC1 โดยที่ขา DIR จะนำสัญญาณ IOR มาต่อ เพื่อกำหนดทิศทางการส่งผ่านข้อความ ถ้า DIR มีระดับสถานะเป็น 1 จะเป็นการส่งข้อความจาก A0-A7 ไป B0-B7 และถ้า DIR มีระดับสถานะเป็น 0 จะเป็นการส่งข้อความจาก B0-B7 ไปยัง A0-A7 เอาต์พุตของ IC1 จะนำไปต่อเข้ากับ D0-D7 ของ IC4 โดยตรง

จากวงจร สามารถกำหนดตำแหน่งการทำงานได้ตั้งแต่หมายเลข 000H-3FFH แต่ในการใช้งาน จะเลือกใช้ตำแหน่งหมายเลขที่คอมพิวเตอร์ไม่ได้ใช้งาน ในโครงการนี้จะเลือกใช้ตำแหน่งหมายเลข 280H-283H โดยทำการตั้งคิฟสวิทช์ S1-S5 และ S7 อยู่ในสถานะ ON และ S6, S8 อยู่ในสถานะ OFF ดังรูปที่ 3.3

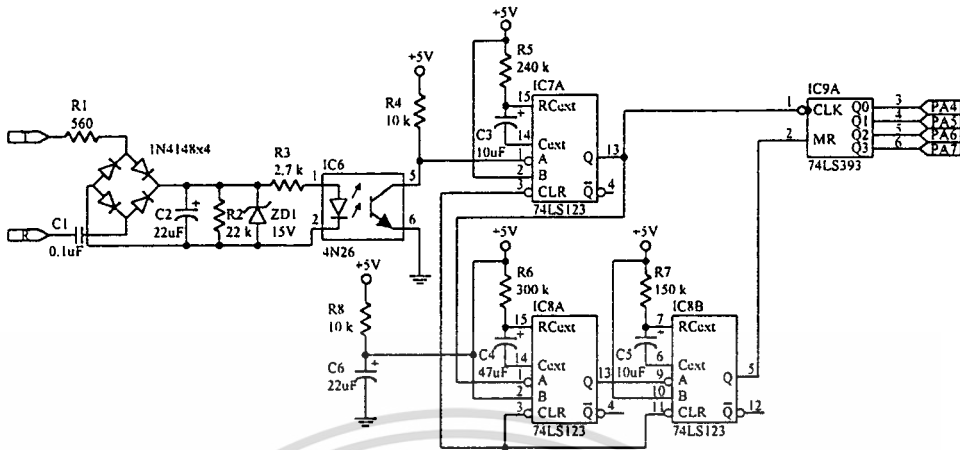


รูปที่ 3.3 การตั้งคิฟสวิทช์ในการเลือกตำแหน่งที่ 280H-283H

3.1.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)

วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง จะประกอบด้วยวงจร 3 ส่วน คือ วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง, วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ และวงจรรนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ในส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะใช้โอปโตทรานซิสเตอร์เป็นหลัก สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะต่อเข้าวงจรโดยผ่านตัวต้านทาน R1 และ C2 ไปยังไดโอดบริดเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณกระดิ่งให้เป็นแรงดันไฟตรงโดยมี C2 และ ZD1 ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ ในส่วนของวงจรถ่ายทอดสัญญาณพัลส์จะใช้ไอซี 74LS123 2 ตัวโดยความกว้างของพัลส์จะถูกกำหนดโดยค่าของ R และ C ภายนอกวงจรนี้จะทำงานที่ขอบขาลง โดยจะแยกวงจรถ่ายทอดสัญญาณพัลส์ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะใช้ IC7 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ให้กับวงจรนับ ส่วนที่ 2 เป็นวงจรปรับตั้งใหม่ วงจรนับเมื่อมีการวางหู หรือมีการยกหูโทรศัพท์ก่อนที่โปรแกรมตอบรับอัตโนมัติทำงาน โดย IC8A จะกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่กว้างมากกว่าช่วงเวลาของสัญญาณกระดิ่ง 1 ครั้ง ทำให้ไอซี 74LS123 สามารถกระตุ้นซ้ำได้ ดังนั้น ถ้ามีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา 2 ครั้ง IC8A ก็จะทำการกำเนิดสัญญาณพัลส์ โดยมีความกว้างของพัลส์มากกว่าช่วงเวลาของสัญญาณกระดิ่ง 2 ครั้ง และเมื่ออินพุตของ IC8B เปลี่ยนจากระดับแรงดันสูงมาระดับแรงดันต่ำจะทำให้ IC8B กำเนิดสัญญาณขึ้นมา 1 พัลส์ โดยเอาต์พุตนี้จะต่อเข้าขารีเซตของวงจรนับ และขารีเซตของวงจรนับจะทำงานที่ระดับสถานะ 1 และในส่วนของวงจรถ่ายทอดจะใช้ไอซี 74LS393 (IC9A) เป็นตัวนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง โดยเอาต์พุตของวงจรถ่ายทอดจะเป็นรหัสไบนารีขนาด 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารจากรูปที่ 3.4 การทำงานเริ่มเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา วงจรบริดจ์จะทำการเปลี่ยนค่า
ไม่
ระดับแรงดันของสัญญาณกระดิ่งให้เป็นระดับแรงดันไฟตรง เมื่อแรงดันที่ขาบวกก็เข้ามาจะทำ

ให้ออปโตทรานซิสเตอร์ทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันจาก 5 โวลต์ เป็น 0.3 โวลต์ (ขอบขาลง) ส่งผลให้วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ทำงาน และทำให้วงจรนับเริ่มนับ ในขณะที่เดียวกันเอาต์พุตของวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ IC7A จะต่อที่อินพุตของ IC8A เพื่อตรวจสอบการวางหู เมื่อแรงดันซิกกลับเข้ามา จะทำให้ออปโตทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน เปลี่ยนระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์และเมื่อมีสัญญาณกระตุ้นเข้ามาอีก วงจรก็จะทำงาน ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยวงจรนับก็จะนับไปจนกว่าจะครบตามกำหนดไว้ในโปรแกรม แต่ถ้ามีการวางหูหรือยกหูโทรศัพท์ก่อนที่โปรแกรมตอบรับอัตโนมัติจะทำงาน จะทำให้ IC8B ทำการกำเนิดสัญญาณพัลส์ขึ้นมา สัญญาณนี้จะไปทำการปรับตั้งใหม่ของวงจรนับให้เป็น 0

การออกแบบวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในวงจรมีไอซี 74LS123 เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์ อยู่ 3 ชุด ทำหน้าที่หน่วงเวลาสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาเป็นเวลา 6 วินาที ซึ่งเท่ากับจำนวนคาบที่เกิดขึ้นของสัญญาณโดยช่วงในการหน่วงเวลานี้กำหนดโดย R และ C ซึ่งสามารถหาค่าช่วงเวลาการหน่วงได้จาก

$$T = 0.69 \times R5 \times C6 \quad (3.1)$$

โดยชุดที่ 1 กำหนดให้

$$R5 = 240 \text{ k}\Omega$$

และ

$$C6 = 10 \text{ }\mu\text{F}$$

จะได้ค่าเวลา

$$T = 0.69 \times (240 \times 10^3) \times (10 \times 10^{-6})$$

$$= 1.656 \text{ วินาที}$$

ชุดที่ 2 กำหนดให้

$$R6 = 300 \text{ k}\Omega$$

และ

$$C4 = 47 \text{ }\mu\text{F}$$

จะได้ค่าเวลา

$$T = 0.69 \times (300 \times 10^3) \times (47 \times 10^{-6})$$

$$= 9.729 \text{ วินาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ชุดที่ 3 กำหนดให้ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา R7 = 150 kΩ อย่างไรก็ดีหากผู้ใดต้องการนำเอกสารนี้ไปใช้

และ

$$C5 = 10 \mu F$$

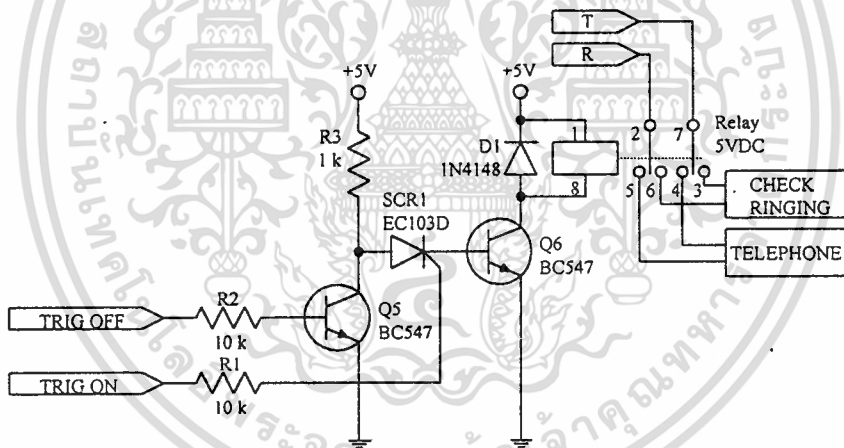
จะได้ค่าเวลา

$$T = 0.69 \times (150 \times 10^3) \times (10 \times 10^{-6})$$

$$= 1.035 \text{ วินาที}$$

3.1.3 วงจรยกและวางหูโทรศัพท์

วงจรยกและวางหูโทรศัพท์ แบ่งเป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดทำหน้าที่แตกต่างกัน คือ ในชุดที่ 1 ทำหน้าที่ยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ ชุดที่ 2 ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรตรวจสอบสัญญาณตอบกลับและชุดที่ 3 ทำหน้าที่ตัดต่อระหว่างไมโครโฟนกับลำโพง



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมรีเลย์

จากรูป 3.5 ในสภาวะเริ่มแรก ให้ขา TRIG ON และขา TRIG OFF เป็น 0 ทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 อยู่ในสภาวะ OFF ทำให้แรงดันที่ขาแอนโอดของ SCR มีค่าประมาณ เท่ากับแหล่งจ่าย แต่ไม่มีแรงดันมากระตุ้นที่ขาเกตของ SCR ทำให้ไม่นำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 ก็จะอยู่ในสภาวะ OFF เช่นกัน เมื่อทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 ไม่ทำงาน ทำให้รีเลย์ ไม่ทำงาน หน้าสัมผัสก็ยังคงต่ออยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งตามปกติ แต่เมื่อ

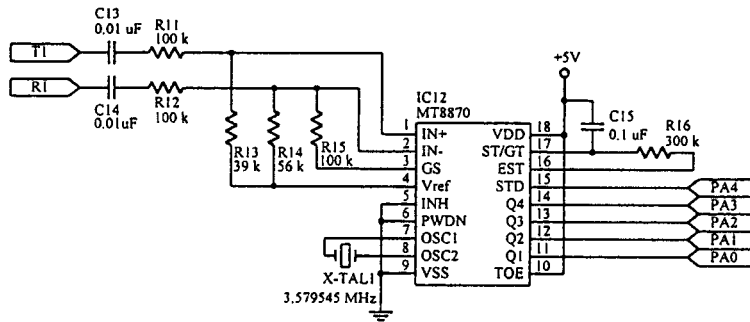
มีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งก็จะทำงาน โดยกระตุ้นที่ขาเกตของ SCR ทำให้ SCR ทำงาน จึงมีแรงดันไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ Q6 ทำให้ทรานซิสเตอร์ หน้าสัมผัสของรีเลย์จึงถูกสลับมาแตะกับขาอีกด้านหนึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงการทำงาน และเมื่อมีสัญญาณจากคอมพิวเตอร์มากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ทำให้ขาคอลเลกเตอร์มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 0 โวลต์ ดังนั้น SCR จะหยุดทำงาน ทำให้แรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 0 โวลต์ ทรานซิสเตอร์ Q6 จึงหยุดทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะถูกสลับ กลับมายังตำแหน่งเดิม และส่งสัญญาณไปให้วงจรนับทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณที่ดังขึ้น เมื่อสัญญาณดังเกิน 3 ครั้ง วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งก็จะส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา TRIG ON เปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 ทำให้มีแรงดันมากระตุ้นที่ขาเกตของ SCR ทำให้มันนำกระแส มีแรงดันไบแอสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q6 ทำงานมีแรงดัน 5 V ไหลผ่าน รีเลย์ ทำให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ก็จะถูกผลักรออกมาแตะกับวงจรโทรศัพท์และวงจรในชุดตอบรับทุกวงจรทำให้วงจรทุกวงจรได้รับแรงดันไฟป้อนวงจรจากคู่สายโทรศัพท์ ดังนั้นจึงทำให้วงจรทุกวงจรพร้อมที่จะทำงาน ขณะที่วงจรต่างๆ ทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์ก็ยังคงค่ออยู่เช่นเดิม จนกว่าจะมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขา TRIG OFF ให้เปลี่ยนจาก 0 ให้เป็น 1 ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q5 ทำงานแรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์ก็จะลดลงเกือบเป็น 0 V ยังผลให้ SCR หยุดนำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q6 ก็จะหยุดทำงานทำให้ไม่มีแรงดัน +5V ป้อนให้รีเลย์ หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะถูกผลักรกลับมาแตะกับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งตามเดิม (ชุดตอบรับอยู่ในสภาวะการวางหูโทรศัพท์)

หมายเหตุ : ทรานซิสเตอร์ Q5 ที่กล่าวถึงในวงจรรูปที่ 3.5 นี้ทำงานเหมือนกับทรานซิสเตอร์ Q7 และ Q9 ที่อยู่ในวงจรใช้งานจริงชุดใหญ่ และทรานซิสเตอร์ Q6 ก็ทำงานเหมือนทรานซิสเตอร์ Q8 และ Q10 ที่อยู่ในวงจรใช้งานเช่นกัน ดังนั้น จึงไม่ขอกล่าวอีก

3.1.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ทีเอ็มเอฟ (DTMF Decoder)

วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่นี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ให้เป็นรหัสไบนารีขนาด 4 ก่อนส่งไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง

จากรูปที่ 3.6 เมื่อมีสัญญาณความถี่สูง เข้ามา C13 และ C14 จะเป็นตัวส่งผ่านสัญญาณ แล้วส่งผ่าน R11 และ R12 มาเข้าที่ขาอินพุตของไอซี MT8870 (IC12) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของวงจร ส่วน R11 กับ R15 เป็นตัวกำหนดอัตราขยายของออปแอมป์ที่อยู่ภายในไอซี ให้มีอัตราการขยายเท่ากับ 1 (ตามสมการที่ 2.1) ส่วน R13 กับ R14 เป็นตัวกำหนดแรงดันอ้างอิง และขา OSC1 และ OSC2 จะต่อกับแร่คริสตอลขนาด 3.57954 MHz เพื่อกำหนดความถี่เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับไอซี และวงจรจะมีการตรวจสอบ ช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งจะต้องมีช่วงเวลานานพอสมควร คือให้ระยะเวลานานเท่ากัน หรือมากกว่าช่วงเวลาที่ตั้งไว้ จึงจะยอมรับ และถือว่าสัญญาณนั้นถูกต้อง โดยที่ขา EST จะเป็น 1 นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่สูง ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C ซึ่งเก็บประจุเต็มก็จะคายประจุออกมา ทำให้แรงดันที่ขา ST/GT สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต ทางขา Q1, Q2, Q3, และ Q4 แต่ถ้าเปรียบเทียบกับแล้วช่วงเวลาน้อยกว่าที่ตั้งไว้ ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขขนาด 4 บิตออกไป ซึ่งช่วงเวลานี้เราสามารถตั้งได้โดยการกำหนดค่าของ R16 และ C15 ส่วนขา TOE นั้นจะทำงานคล้ายๆ กับเป็นขา Enable คือ ในสภาวะปกติไม่มีสัญญาณเอาต์พุตจะทำให้ที่ขาเอาต์พุตนี้มีค่าอิมพีแดนซ์สูงมาก ทำให้สัญญาณต่างๆ ไม่สามารถผ่านขา Q ได้ แต่เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตมาจะมีอิมพีแดนซ์ต่ำลง แล้วจึงส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปได้ สำหรับขา STD ในวงจรนี้ก็จะเป็นขาเอาต์พุตอีกขาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอัตราขยายของวงจรสามารถหาได้จาก

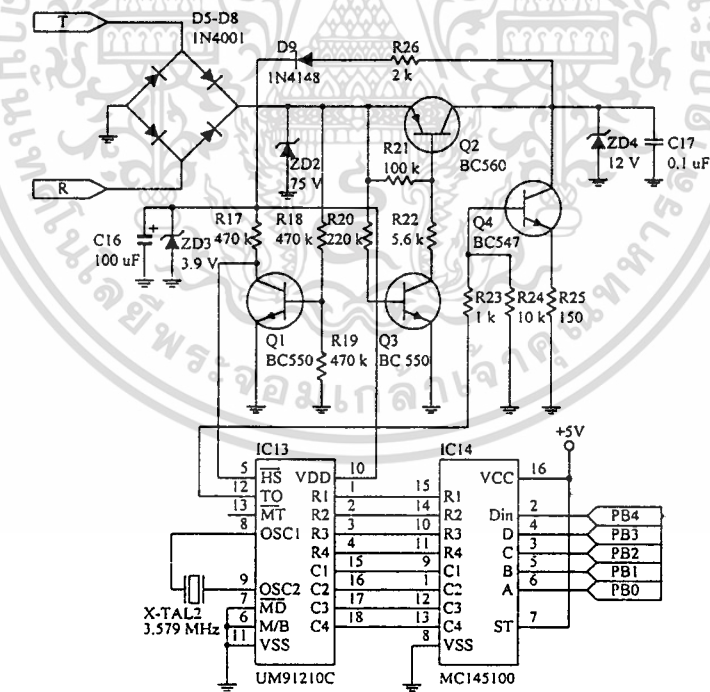
$$AV_{diff} = \frac{R15}{R11} \tag{3.2}$$

เมื่อค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin diff) = 2

ค่าการหน่วงเวลาช่วงกัปมโทศัพท์หาได้จาก

$$T = R16 \times R1$$

3.1.5 วงจรหมურห้สควมถึคู้



รูปที่ 3.7 วงจรหมურห้สควมถึคู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

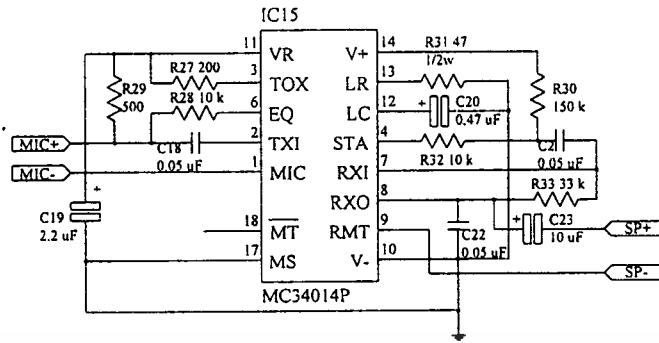
จากรูปที่ 3.7 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่ จะประกอบด้วยไอซี 2 ตัวที่เป็นหลัก คือ ไอซี UM91210C ซึ่งเป็นไอซีหมุนรหัส และไอซี MC145100 เป็นไอซีสวิตช์ที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณความถี่ทางแวนอนและแวนดั่ง

วงจรเริ่มทำงานเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ สวิตช์ก็จะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแรงดันภายในคู่สายโทรศัพท์ก็จะป้อนเข้ามายังวงจรบริด ผ่านไดโอด D9 เพื่อจัดแรงดันเข้าขา 10 (VDD) ซึ่งเป็นไฟป้อนตัวไอซี และขา 11 (VSS) ต่อลงกราวด์ ส่วนขา 8 และขา 9 ก็จะต่อกับคริสตอลผลิตความถี่ฐานเวลาเป็นสัญญาณให้กับวงจรภายในตัวไอซี จากนั้นแรงดันจะป้อนเข้ามายังทรานซิสเตอร์ที่มีขา 5 ($\overline{HS}$) ต่ออยู่ที่ขาคอลเลกเตอร์ด้วย และเมื่อมีแรงดันมาไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ตัวนี้ จะเป็นผลทำให้แรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์ที่มีขา 5 ต่ออยู่ มีแรงดันเป็นศูนย์ (ลงกราวด์) ซึ่งเป็นสภาวะการยกหู ทำให้ไอซีทราบและเริ่มทำงานทันที ส่วนขา 6 (M/B) นั้นจะถูกต่อลงกราวด์ไว้ และขา 7 ($\overline{MS}$) นั้นจะต่อลงกราวด์ไว้เพื่อเลือกใช้เป็นระบบโทน (แต่ถ้าต่อเป็น 1 จะเลือกใช้เป็นระบบพัลส์) ดังนั้น ที่เอาต์พุตของไอซีจะถูกส่งออกทางขา 12 (Tone Out : TO) เพื่อออกไปยังคู่สาย

การทำงานเมื่อมีการกดปุ่มหน้าปิดโทรศัพท์ของผู้เรียก สัญญาณความถี่คู่ จะผ่านเข้ามาที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลส่งให้กับส่วนประมวลผลเก็บค่าเลขหมายไว้ และส่งเลขหมายนั้นมายังขาอินพุตของไอซี MC145100 เพื่อแปลงสัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิตอลกลับเป็นสัญญาณความถี่คู่ แล้วส่งสัญญาณทางด้านแวนและหลักที่แปลงมาให้ไอซี UM1210C เพื่อส่งออกทางขา TO สัญญาณที่ถูกส่งออกมานั้นจะผ่านตัวต้านทานเข้ามายังทรานซิสเตอร์ Q4 ที่ขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน และขยายสัญญาณออกทางขาคอลเลกเตอร์ไปยังทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์เรกูลเตอร์ทางขาคอลเลกเตอร์ผ่านขาอิมิตเตอร์ และวงจรไดโอดบริดออกไปยังคู่สายโทรศัพท์

3.1.6 วงจรไฮบริด

วงจรไฮบริดทำหน้าที่เป็นวงจรต่อผ่านสัญญาณจากปากพูดไปยังหูฟัง และต่อผ่านสัญญาณจากคู่สายเข้ายังวงจรโทรศัพท์



รูปที่ 3.8 วงจรไฮบริด

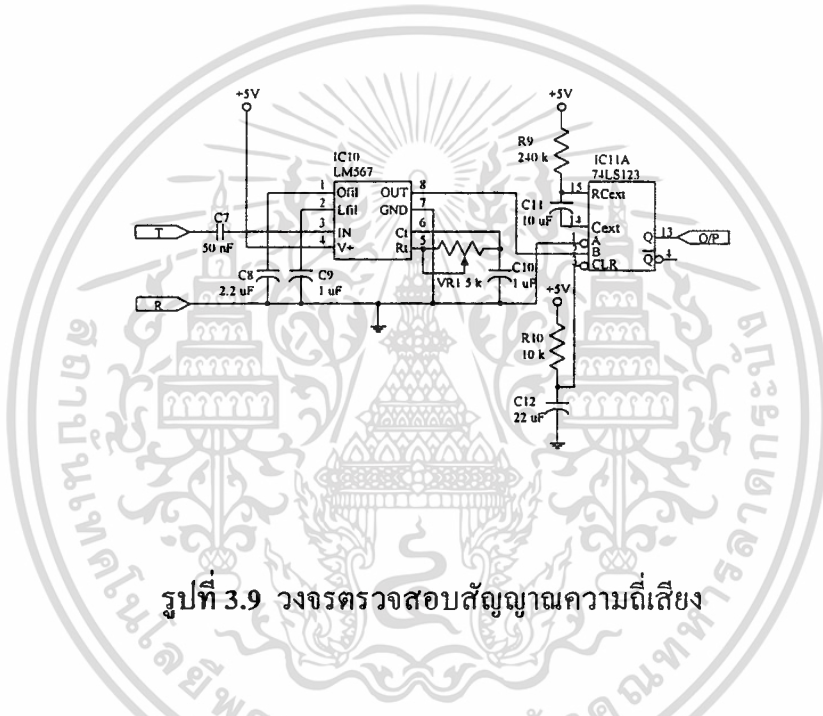
จากรูปที่ 3.8 จะใช้ไอซี MC34014P เป็นตัวหลักของวงจร โดยสัญญาณจากไมโครโฟนจะต่อเข้าที่ขา MIC ซึ่งมีแรงดัน 1.2 โวลต์ จากขา VR มาทำการไบอัสให้กับไมโครโฟน เพื่อขยายสัญญาณจากไมโครโฟนให้ดังมากขึ้น จากนั้นจะนำสัญญาณนี้ ส่งเข้าที่ขา TXI ส่งเข้าไปทำการขยายแล้วส่งไปยังชุดปรับแต่งสัญญาณ (Equalization) เพื่อจัดระดับของสัญญาณแล้วป้อนกลับไปที่อินพุตขา TXI เพื่อขยายสัญญาณแรงขึ้นแล้วส่งต่อไปยังชุดไซด์โทน (Sidetone Amp) เพื่อส่งสัญญาณออกยังขา STA แล้วป้อนกลับไปที่ขา RXI จากนั้น ทำการขยายและส่งออกทางขา RXO ผ่าน C23 ขับปลั๊กออกทางลำโพง และในขณะเดียวกันสัญญาณก็จะถูกส่งต่อไปยังคู่สายโทรศัพท์ ทำให้ทั้งตัวเราเอง และผู้ที่เราสนทนาด้วยได้ยินเสียงที่เราพูดออกไป และในทางกลับกันเมื่อคู่สนทนาของเราพูดมาบ้าง สัญญาณเสียงของเขาก็จะถูกส่งผ่านชุดไดโอดบริดเข้ามายังขา RXI ทำการขยายสัญญาณเสียงแล้วส่งออกทางขา RXO ผ่าน C23 ขับปลั๊กออกลำโพง ทำให้เราได้ยินเสียงของผู้ที่เราสนทนาด้วย และในวงจรนี้จะมีขา MS เป็นขาที่ให้เลือกสัญญาณที่เป็นสัญญาณพัลส์และโทน ซึ่งในวงจรนี้เลือกใช้สัญญาณความถี่เสียง และที่ขา $\overline{MT}$ จะส่งสัญญาณมาทำการเปรียบเทียบ ถ้าสัญญาณมีค่าแรงดันน้อยกว่า 1 V ก็จะคิดเป็นสภาวะ 0 และตัดสัญญาณเสียงส่งสัญญาณความถี่เสียงออกไป แต่ถ้ามีแรงดันของสัญญาณมากกว่า $V_{DD}-0.3$ โวลต์ ก็จะคิดเป็นสภาวะ 1 และตัดสัญญาณโทนส่งสัญญาณเสียงออกมาที่ขา RMT เพื่อส่งออกไปทางลำโพง และออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ และหากต้องการจะโทรศัพท์ออก สัญญาณความถี่ที่กดมานั้นจะถูกป้อนเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาที่ขา TXI สัญญาณนั้นๆ จะถูกขยายแล้วส่งออกไปที่ขา V+ เพื่อส่งออกไปยังคู่สายต่อไป โดยผ่านไดโอดบริดจออกไป

3.1.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณโทนภายในคู่สาย เพื่อบอกให้ทราบว่า เป็นสัญญาณให้หมายเลขหมาย, สัญญาณไม่ว่าง หรือ สัญญาณตอบกลับ



รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง

จากรูปที่ 3.9 ไอซี LM567 (IC10) เป็นหัวใจหลักของวงจรนี้ ทำหน้าที่เป็นวงจร โทน-ดีโค้ดเดอร์ ซึ่งจะทำงานในลักษณะตรงกันข้ามกับสัญญาณความถี่เสียงที่เข้ามา คือ ถ้าไม่มีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางอินพุตขา 3 เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็นสภาวะ 1 แต่ถ้ามีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางด้านอินพุต ก็จะทำให้ทางด้านเอาต์พุตมีค่าเป็นสภาวะ 0 ส่วนไอซี 74LS123 เป็นวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่มีขาอินพุต 3 ขา ซึ่งจะผ่านเข้ามาเป็นอินพุตของแอนเกต ขา 1 และขา 2 ที่อยู่ภายในตัวไอซี จากนั้นก็จะส่งค่าเอาต์พุตจากแอนเกต ออกไปเป็นเอาต์พุตของวงจรที่ขา Q (ขา 13) ของไอซี

เมื่อมีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามา C7 จะทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณความถี่เสียง ไปยังขา 3 ของไอซี LM567 และผ่านเข้าไปยังภาคเฟสล็อกคูล์ปที่อยู่ภายในตัวไอซี โดยมี VR1 และ C10 เป็นตัวกำหนดความถี่ของวงจร ซึ่งสามารถกำหนดได้จากสมการที่ 1.3 และ C9 ทำหน้าที่

กรองความถี่แบบความถี่ต่ำผ่าน และในขณะเดียวกันสัญญาณความถี่เสียง อีกส่วนหนึ่งจะแยกไปเข้ายังภาคแยกเฟส 90 องศา (Quadrature Phase Detector) ที่อยู่ในตัวไอซี ทำการเปรียบเทียบความถี่และเฟสของสัญญาณอินพุต จากนั้น ส่งสัญญาณเอาต์พุตไปทำการขยายและส่งออกเป็นสภาวะ 0 ทางขาเอาต์พุตที่ขา 8 จากนั้นต่อเข้ายังวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบเรเตอร์ ซึ่งมีขาอินพุต 3 ขา คือขา 1, 2, และ 3 ซึ่งที่ขา 2 จะได้สัญญาณเป็นสภาวะ 0 ส่วนขา 1 และขา 3 จะได้สัญญาณเป็นสภาวะ 0 เช่นกัน โดยที่ขา 1 ได้สภาวะ 0 จากกราวด์ของวงจร และที่ขา 3 ได้สภาวะ 0 จากชุดปรับตั้งแรงดันใหม่ (ช่วงจ่ายไฟป้อนเข้าวงจร) และสัญญาณสภาวะ 0 ทั้ง 2 ขานี้จะผ่านน็อตเกต ภายในตัวไอซี สัญญาณจึงเปลี่ยนจากสภาวะ 0 เป็นสภาวะ 1 อินพุตของแอนเกท จึงเป็นสภาวะ 101 ทำให้เอาต์พุตของแอนเกท เป็นสภาวะ 0 ส่งออกไปยังขา Q (ขา 13) ซึ่งเป็นเอาต์พุตของตัวไอซี (โดยปกติแล้ววงจรนี้ที่ขา 1 และขา 3 ของแอนเกท จะเป็นสภาวะ 1 อยู่ตลอดเวลาที่มีการจ่ายไฟป้อนเข้าวงจร ดังนั้น มีเพียงขา 2 เท่านั้นที่จะเป็นตัวเปลี่ยนแปลง และมีผลต่อเอาต์พุตของวงจร) ซึ่งลักษณะการทำงานของวงจรจะแตกต่างกันไปตามสัญญาณความถี่เสียงที่เข้ามา

การออกแบบวงจรโทนติโค้ดเดอร์

การออกแบบวงจร โทนติโค้ดเดอร์ หรือวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง จะใช้ไอซี LM567 เป็นตัวถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งสามารถกำหนดค่าที่ใช้ได้ตั้งแต่ 0.01 Hz- 500 kHz ความถี่กลางที่ใช้สามารถหาได้จากสมการ

$$f_o = \frac{1.1}{(VR1 \times C10)} \quad (3.3)$$

โดยกำหนดใช้ความถี่กลาง

$$f_o = 400 \text{ Hz}$$

และ

$$C = 1 \text{ } \mu\text{F}$$

ค่าความต้านทานที่ใช้ในวงจร

$$R = \frac{1.1}{(f_o \times C10)}$$

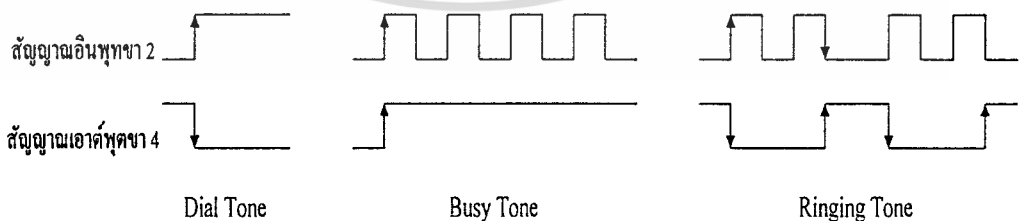
$$R = \frac{1.1}{(400 \times 1 \times 10^{-6})}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 $R = 2.75 \text{ kW}$
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ไอซี LM567 จะเริ่มทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น เอาต์พุตที่ได้ที่ขา 8 จะเป็นสถานะ 0 และเข้ามาที่อินพุตของไอซี 74LS123 ที่ขา 2 ทำให้วงจรโมโนสเตเบิลมิัลติไวเบรเตอร์ทำงาน และส่งสัญญาณออกที่ขา Q (ขา 13) เป็นสถานะ 0 ตลอดเวลา ดังรูปที่ 3.10

เมื่อมีสัญญาณไม่ว่างเข้ามา ไอซี LM567 จะส่งสัญญาณสถานะ 0 และสถานะ 1 ออกทางเอาต์พุตสลับกันไปตามสัญญาณอินพุตที่เข้ามา และเมื่อวงจรโมโนสเตเบิลมิัลติไวเบรเตอร์ได้รับสัญญาณเข้ามา ก็จะทำให้วงจรเริ่มทำงาน โดย R9,C11 ที่ขา 14 และขา 15 ทำหน้าที่หน่วงเวลาของอินพุต ให้สัญญาณออกทางเอาต์พุตช้าไปประมาณ 1.646 วินาที ดังนั้นทางเอาต์พุตที่ขา Qm (ขา 13) จะมีค่าเป็น 1 ตลอด เพราะในช่วงที่หน่วงเวลาไว้นั้นนานกว่าช่วงเวลาการเป็นสถานะ 1 และ สถานะ 0 ของสัญญาณไม่ว่างทำให้มีสถานะ 1 ของสัญญาณไม่ว่างลูกต่อไปเข้ามากระตุ้นอีกครั้งก่อนที่ Qm จะเป็นสถานะ 0 ดังนั้น เราจึงเห็นเอาต์พุตที่ Qm เป็นสถานะ 1 ตลอด ดังรูปที่ 3.10

เมื่อมีสัญญาณตอบกลับเข้ามายังวงจร ทำให้ LM567 ส่งสัญญาณออกทางเอาต์พุตสัญญาณที่ได้นี้จะเข้าไปยังอินพุตของวงจรโมโนสเตเบิลมิัลติไวเบรเตอร์ R9,C11 ที่ขา 14 และขา 15 จะเริ่มหน่วงเวลาอินพุตที่เป็นสถานะ 1 และสถานะ 0 สลับกันและส่งสัญญาณนี้ออกทางเอาต์พุตที่ขา 13 (Qm) โดยเอาต์พุตจะเป็นสถานะ 1 เมื่อมีสัญญาณตอบกลับเข้ามาแล้วหยุดเอาต์พุตก็จะเป็นสถานะ 1 ทันที (ทำงานที่ขอบขาลง) และจะยังคงเป็นสถานะ 1 อยู่จนกว่าสัญญาณตอบกลับลูกใหม่จะเข้ามาก็จะดับ (ทำงานที่ขอบขาขึ้น) เป็นเช่นนี้ตลอดไป ดังรูปที่ 3.10

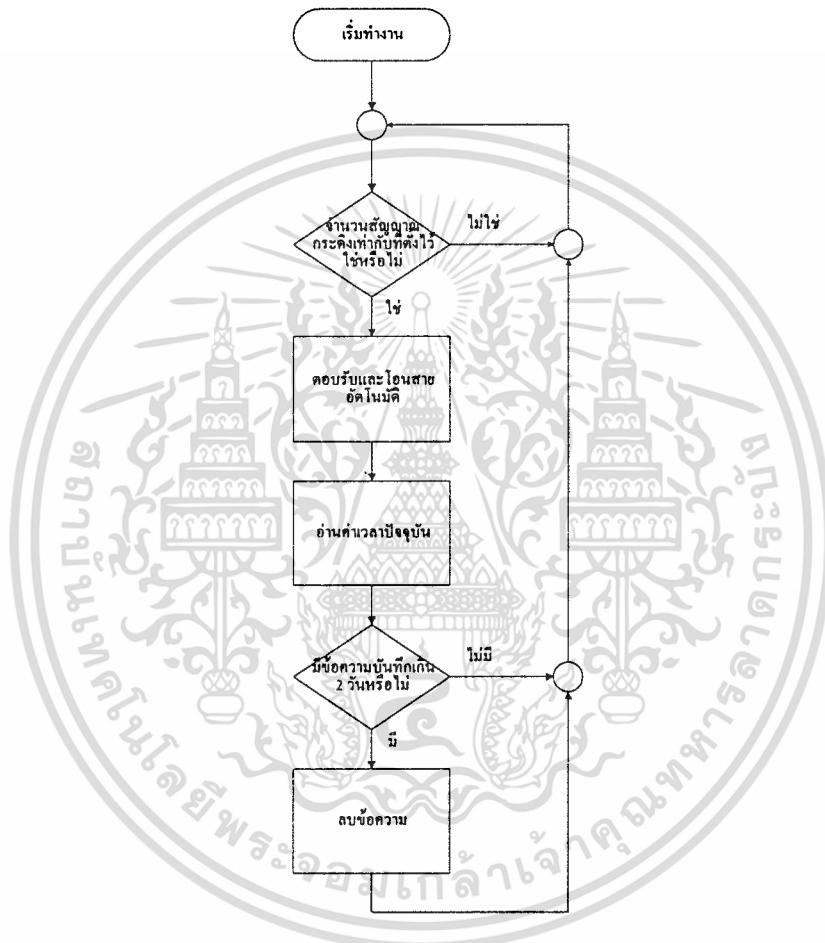


รูปที่ 3.10 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติจะทำงานโดยมีซอฟต์แวร์ควบคุมในการทำงาน ซึ่งซอฟต์แวร์มีโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 3.11 โครงสร้างของซอฟต์แวร์

จากโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ที่แสดงดังรูปที่ 3.11 เริ่มการทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่ชุดตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง เพื่อเปรียบเทียบจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามาเท่ากับจำนวนครั้งที่กำหนดไว้หรือไม่ หากไม่เท่ากันแสดงว่ามีการยกหูโทรศัพท์ก่อน ระบบจะรีเซ็ตตัวเองกลับสู่ตำแหน่งเริ่มการทำงานอีกครั้ง หากจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ก็จะผ่านไปที่ ชุดตอบรับและโอนสายอัตโนมัติ ทำการตอบรับและโอนสาย

โทรศัพท์ให้ หากไม่มีผู้รับสาย หรือสายไม่ว่าง เครื่องจะรับฝากข้อความพร้อมทั้งบันทึกเวลาที่เริ่มบันทึกไว้ เมื่อชุดโอนสายและตอบรับทำงานเสร็จก็จะมีการตรวจสอบว่ามีข้อความใดที่บันทึกไว้แล้วเกิน 2 วันบ้าง ถ้าไม่มีระบบจะกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นการทำงาน แต่ถ้ามีข้อความใดที่บันทึกไว้เกิน 2 วันแล้ว จะลบข้อความนั้น และกลับสู่สภาวะเริ่มการทำงานใหม่

3.3 การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์โดยอัตโนมัตินี้มีหลักการทำงานเป็นส่วนใหญ่ โดยขึ้นอยู่กับกรเรียกใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

3.3.1 การตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่

เริ่มจากมีเสียงกระดิ่งดังขึ้นที่เครื่องโทรศัพท์ ชุดตอบรับจะทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่ตั้ง โดยวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งมีวงจรนับอยู่ เมื่อสัญญาณกระดิ่งดังเกินที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะสั่งให้วงจรยกและวางหู โทรศัพท์ ยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติด้วยการส่งสัญญาณพัลส์มากระตุ้นที่ขาเกตของตัว SCR ทำให้ความต้านทานระหว่างขาอะโนด และคาโอดลดลง, SCR จึงนำกระแสผ่านไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานแรงดัน +5 V ก็จะมีไหลผ่านรีเลย์ และครบวงจรที่กราวด์ ทำให้หน้าสัมผัสที่เคยแตะอยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ผลักมาแตะกับวงจรหมุนรหัสความถี่คู่ และวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ในชุดตอบรับ ทำให้วงจรได้รับไฟป้อนจากคู่สายโทรศัพท์และพร้อมที่จะทำงาน ขณะเดียวกันก็จะมีเสียงตอบรับจากการกดเสียง ส่งผ่านวงจรไฮบริดออกทางคู่สาย และต่อไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานของระบบ เมื่อต้องการจะโอนสายโทรศัพท์, ฝากข้อความ หรือบอกสภาวะของปลายทางเมื่อโอนไปแล้วหากสายไม่ว่าง หรือไม่มีผู้รับสายปลายทาง

3.3.2 โอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่

เมื่อชุดตอบรับส่งสัญญาณเสียงตอบรับออกไปแล้ว จะบอกให้กดเลขหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อ เมื่อผู้เรียกกดเลขหมาย สัญญาณความถี่คู่ จะถูกส่งมายังชุดตอบรับ

โดยสัญญาณจะมาเข้าวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่สูง ซึ่งวงจรนี้จะทำการแปลงสัญญาณความถี่สูงเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 4 บิต แล้วส่งสัญญาณไปประมวลผล ซึ่งช่วงนั้นเครื่องจะสั่งให้วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (สัญญาณให้หมายเลขหมาย และ สัญญาณไม่ว่าง) ตรวจสอบที่ปลายทางว่าเป็นสัญญาณอะไร ถ้าเป็นสัญญาณให้หมายเลขหมาย เครื่องจะอ่านข้อความเลขหมายนั้นส่งไปยังวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่สูง ทำการแปลงสัญญาณดิจิทัลให้เป็นสัญญาณความถี่สูง เหมือนเดิมแล้วส่งออกไปยังคู่สายโทรศัพท์เพื่อต่อไปยังเครื่องโทรศัพท์ปลายทางตามเลขหมายนั้น ขณะนี้เครื่องจะสั่งให้วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (สัญญาณตอบกลับ) ทำการนับจำนวนครั้งของสัญญาณตอบกลับ ถ้าเกินที่กำหนดไว้ (ค่านี้สามารถตั้งได้) หรือสัญญาณไม่ว่าง เครื่องก็จะส่งข้อความออกมาจากการ์ดเสียงบอกว่า ไม่มีผู้รับปลายทาง หรือเลขหมายที่คุณติดต่อสายไม่ว่างกรุณาฝากข้อความที่ต้องการเมื่อฝากข้อความเสร็จก็ให้เครื่องหมาย * แล้ววางหู เครื่องก็จะทราบว่าเลิกบันทึกแล้ว จึงจะวางหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ

3.3.3 การฝากข้อความอัตโนมัติ กรณีไม่มีใครอยู่

เมื่อโอนสายไปแล้วจะมีวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (สัญญาณตอบกลับ) คอยตรวจสอบและนับจำนวนครั้งของสัญญาณตอบกลับที่ถึงเกินค่าที่กำหนดไว้ จะมีข้อความจากการ์ดเสียงส่งผ่านวงจรไฮบริดออกไปบอกว่า “ไม่มีผู้รับสายปลายทางกรุณาฝากข้อความที่ต้องการ โดยกดเลข 1 และเริ่มบันทึกเมื่อได้ยินข้อความบอกให้เริ่มฝากและกดเลข 0 เมื่อเลิกบันทึก” เสียงที่ผู้เรียกพูดจะผ่านวงจรไฮบริดเข้าไปยังการ์ดเสียง และไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ และเมื่อฝากข้อความเสร็จแล้วให้กดเลข 0 สัญญาณตัวเลขนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่สูง แล้วส่งไปยังคอมพิวเตอร์ทำให้ทราบว่าบันทึกข้อความเสร็จแล้วก็จะสั่งให้โปรแกรมปิดแฟ้มข้อความนั้น และจะสั่งให้วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ วางหูโทรศัพท์ โดยจะมีพัลส์มากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ในวงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ที่ขาคอลเลคเตอร์จะมีแรงดันเป็นศูนย์โวลต์ SCR หยุดนำกระแส เป็นผลให้ทรานซิสเตอร์ Q6 หยุดทำงานรีเลย์ก็จะไม่ทำงานหน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับวงจรในชุดตอบรับทั้งหมดก็จะถูกผลัดมาแตะกับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งตามปกติ (เป็นสภาวะการวางหูโทรศัพท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การรับฟังข้อความที่ฝากไว้โดยอัตโนมัติ

เมื่อบันทึกข้อความไว้แล้ว เวลาจะรับฟังข้อความที่ฝากไว้ ทำได้โดยการโทรเข้าเครื่อง พนักงานสลับสาย แล้วกดหมายเลขเครื่องของตนเอง จะมีข้อความบอกให้เลือกรายการ โดยให้กดเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการรับฟังข้อความที่ฝากไว้ จะมีข้อความบอกให้ใส่รหัสผ่าน หากกรหัสผ่านที่ใส่ไม่ถูก เครื่องจะออกจากโปรแกรม หากใส่รหัสผ่านถูกต้อง จะมีข้อความบอกจำนวนข้อความทั้งหมดที่บันทึกไว้ และให้กดเลือกแฟ้มข้อความที่ต้องการรับฟัง จากนั้นจะส่งข้อความในแฟ้มนั้นออกจากการ์ดเสียงผ่านวงจรไฮบริดไปยังคู่สาย ต่อไปยังผู้ที่ต้องการรับฟัง และเมื่อข้อความจบจะมีข้อความถามว่าต้องการรับฟังข้อความอื่นอีกหรือไม่ ถ้าต้องการกดเลข 1 ถ้าไม่ต้องการรับฟังกดเลข 0 ถ้าต้องการรับฟังก็ให้กดชื่อแฟ้มข้อความใหม่ เข้าไป ก็จะมีข้อความออกมาอีก และถ้าแฟ้มนั้นไม่มีข้อความเครื่องก็จะบอกว่า “ไม่มีข้อความ”

3.3.5 การลบข้อความที่บันทึกไว้โดยอัตโนมัติ

เมื่อเรารับฟังข้อความแล้ว และไม่ต้องการที่จะเก็บข้อความนั้นไว้อีกก็สามารถลบข้อความนั้นออกไปจากแฟ้มที่บันทึกไว้ได้ หรือถ้าไม่ลบออกเครื่องก็จะทำการลบเองโดยอัตโนมัติภายใน 2 วัน

การลบข้อความด้วยการสั่งลบทางโทรศัพท์ ทำได้โดยให้ยกหูโทรศัพท์ขึ้น แล้วหมุนเลขหมายมายังเครื่องพนักงานสลับสาย แล้วกดหมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ของตนเอง จะมีข้อความบอกให้เลือกรายการ ให้กดเลข 3 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการลบข้อความที่เก็บบันทึกไว้ จากนั้นจะมีข้อความบอกให้ใส่รหัสผ่าน ถ้าใส่รหัสผ่านไม่ถูก เครื่องจะไม่ทำการลบข้อความ และจะออกจากโปรแกรม แต่ถ้ารหัสผ่านที่ใส่ถูกต้อง จะมีข้อความบอกจำนวนแฟ้มข้อความทั้งหมด และให้กดเลขเพื่อเลือกลบข้อความ โดยมีข้อความนั้นๆ ส่งออกมาให้ฟังก่อน และจะถามว่าต้องการลบหรือไม่ ถ้าต้องการลบให้กดเลข 1 ข้อความนั้นก็จะถูกลบออกไปจากหน่วยความจำ ถ้าไม่ต้องการลบให้กดเลข 0 ข้อความนั้นก็จะยังคงอยู่ในหน่วยความจำ

ส่วนการลบข้อความอีกแบบหนึ่ง เป็นการลบข้อความเองโดยอัตโนมัติเมื่อผ่านไปแล้ว 2 วัน ข้อความที่บันทึกไว้จะถูกโปรแกรมที่ตั้งไว้ลบข้อความนั้นออกไปจากแฟ้มข้อความ เพื่อที่จะเป็นการเตรียมหน่วยความจำไว้สำหรับบันทึกข้อความใหม่ต่อไป

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายแก่การทดลองและตรวจสอบการทำงาน จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุด ที่ยังไม่ได้ประกอบรวมกัน และส่วนที่สองเป็นการทดลองการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์ที่ใช้งานจริง โดยในส่วนแรกนี้จะแบ่งวงจรออกเป็น 7 ชุดดังนี้

1. ชุดวงจรอินเตอร์เฟซ (Interface)
2. ชุดตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)
3. ชุดยกหูและวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ (ON/OFF HOOK Switch)
4. ชุดเชื่อมต่อระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Hybrid)
5. ชุดถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder)
6. ชุดหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Dial)
7. ชุดตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

4.1.1 ชุดวงจรอินเตอร์เฟซ (Interface)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1 ลงบนแผงการทดลอง โดยใช้การต่อสาย
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยและวัดความต้านทานที่ขาแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ กับกราวด์ ต้องมีค่าเป็นศูนย์
3. ทำการตั้งค่าดิฟฟิวซ์ตำแหน่งที่ 300H
4. นำการ์ดเสียบลงบนแผงวงจรในคอมพิวเตอร์ (ข้อควรระวัง ต้องปิดเครื่องก่อนทุกครั้ง)
5. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์ รอจนขึ้น C:\

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 วงจรอินเทอร์เฟส

6. เข้าโปรแกรมปาสคาลและพิมพ์โปรแกรม TESTOUT ต่อไปนี้

```
Program Testoutput8255;
```

Uses

Crt, Dos

Var

```
A : Integer;
```

Begin

```
Port[$303] := $89;
```

```
For A := 1 to 255 do
```

Begin

```
Port[$300] := A;
```

```
Delay(100);
```

End;

```
For A := 1 to 255 do
```

Begin

```
Port[$301] := A;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Delay(100);
    End;
End.

```

7. ทำการ RUN โปรแกรม LED จะวิ่งเป็นเลขฐานสอง

8. พิมพ์โปรแกรม TESTIN.PAS ดังต่อไปนี้

```

Program Testinput8255;
Uses
    Crt,Dos
Var
    A : Integer;
Begin
    Port[$303] := $89;
    Repeat
        Gotoxy(10,10);-
        Write('Port = ',Port[$302]);
    Until Keypressed;
End.

```

9. ทำการ RUN โปรแกรม TESTIN

10. เปลี่ยนค่าดิฟสวิตช์และสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ค่าที่แสดงจะต้องตรงกับค่าที่ตั้งที่ดิฟสวิตช์

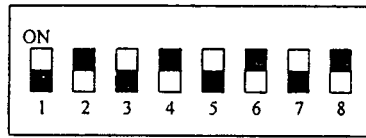
11. ทำการปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และถอดการ์ดออก ทำการตั้งค่าดิฟสวิตช์ตำแหน่งที่ 280H และทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 6 ผลการทดลองที่ได้จะต้องเหมือนกัน

ผลการทดลอง

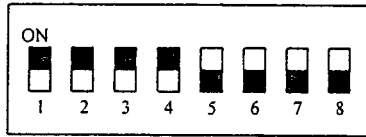
เมื่อทำการ RUN โปรแกรม TESTOUT จะทำให้ LED ดิจจากดวงแรกไปถึงดวงที่แปด โดยจะเพิ่มค่าขึ้นทีละหนึ่งในรูปแบบเลขฐานสอง เมื่อ LED ดิจครบทั้งแปดดวงแล้ว LED อีกแปดดวงก็จะทำการวิ่งบ้างโดยมีรูปแบบการแสดงผลเหมือนกัน

เมื่อทำการ RUN โปรแกรม TESTIN และทำการเปลี่ยนตำแหน่งของดิฟสวิตช์แล้ว จะได้ผลการทดลองดังนี้

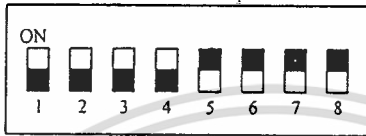
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Port = 85



Port = 240



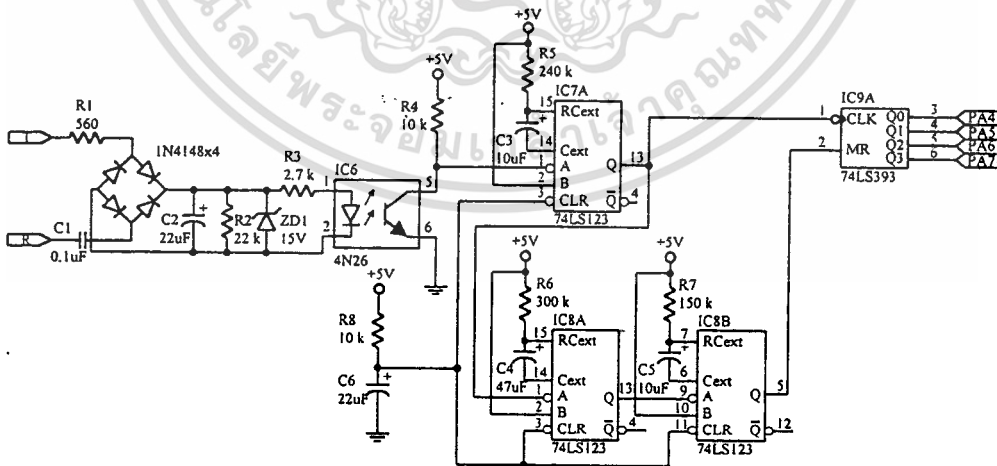
Port = 15

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเปลี่ยนดิฟสวิตซ์ทางอินพุต

4.1.2 ชุดตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบการต่อวงจรอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง แล้วป้อนแรงดันดีซี 5 โวลต์ เข้ายังวงจร พร้อมกับต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าวงจร

3. ทดลองหมุนเลขหมายเข้ามายังคู่สายโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณ กระดิ่ง เสียงกริ่งโทรศัพท์จะดังขึ้นแล้วเจ็บบลง LED ที่ต่ออยู่กับขา Q0-Q3 ของไอซี 74LS393 จะแสดงการนับแบบเลขฐานสอง

4. วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะทำหน้าที่นับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง เป็นจำนวน 15 ครั้ง ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามต้องการในช่วง 1-15 ครั้งว่าจะให้นับกี่ครั้ง ก็จะส่งสัญญาณไปกระตุ้นให้วงจรยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อต่อวงจร และป้อนแรงดันดีซี 5 โวลต์ เข้ายังวงจร พร้อมกับต่อคู่สาย โทรศัพท์เข้ากับวงจรแล้ว ทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายที่ต่อวงจรไว้ จะได้ยินเสียง กริ่งโทรศัพท์ดังขึ้นและเจ็บบลง โดยในช่วงที่สัญญาณกระดิ่งดังขึ้นนั้น สัญญาณจะผ่านวงจร หน่วงเวลาก่อนที่จะถูกส่งไปยังไอซี 74LS393 เพื่อนับจำนวนครั้งของสัญญาณที่เข้ามา โดย จะหน่วงเวลาไว้ 1.64 วินาที (จากสมการที่ 4.1) ซึ่งเวลาที่หน่วงไว้นั้นจะนานกว่าช่วงเวลา ที่มีสัญญาณเข้ามา (ดังผังการทำงานเวลา) ทำให้เราเห็น LED ที่ขา Q ของไอซีสว่างขึ้น หลังจากที่เราเสียงกระดิ่งเจ็บบลง และจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา โดยค่า เอาต์พุตที่ขา Q นี้จะแสดงการนับแบบเลขฐานสอง ดังตารางที่ 4.1

สมการคำนวณหาค่าการหน่วงเวลา

$$tp = 0.69(RT \times CT) \quad (4.1)$$

จากสมการที่ (4.1) เราสามารถกำหนดค่าของเวลาที่ต้องการให้หน่วงได้ และกำหนดค่าของ ตัวเก็บประจุ เพื่อคำนวณหาตัวต้านทานได้จากสมการ $RT = \frac{tp}{(0.69 \times CT)}$ ค่า RT ในสมการ คือ R5 ส่วน CT คือ C3 ที่อยู่ในวงจร

จำนวนของสัญญาณที่คั่ง (ครั้ง)	ค่าเอาต์พุต Q3,Q2,Q1,Q0
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ปัญหาและการแก้ปัญหา

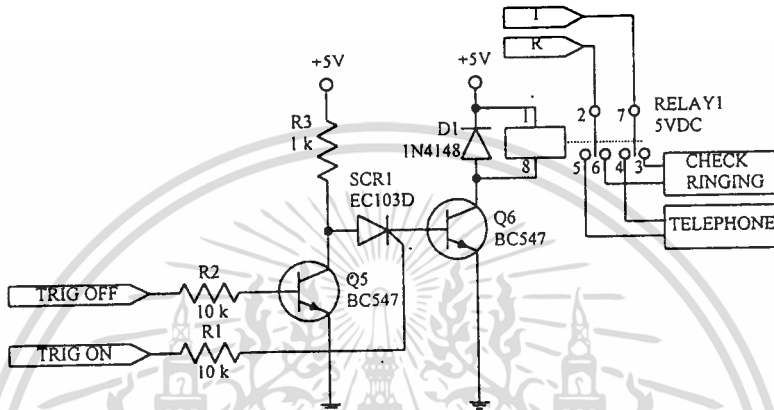
เมื่อไอซี 74LS393 นับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่ดังขึ้นตามที่กำหนดไว้แล้วไอซีไม่สามารถรีเซ็ตตัวเองได้ ทำให้ LED สว่างค้างอยู่ตลอด และเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งชุดใหม่เข้ามา วงจรก็จะทำการนับอีกโดยจำนวนครั้งที่นับนี้จะผิดพลาดไปเพราะจะนับต่อไปจากค่าที่นับไว้ในครั้งก่อน ซึ่งปัญหานี้แก้ไขโดยการต่อชุด Power Reset และชุดหน่วงเวลาเพิ่มเข้ามาเพื่อส่งสัญญาณไปทำการรีเซ็ตที่ขา CLR ของไอซีทุกตัว ให้พร้อมที่จะทำงานใหม่ในช่วงที่มีการยกหู หรือวางหูโทรศัพท์ ทำให้ LED ที่สว่างอยู่ดับลงหลังจากที่มีการยกหู หรือวางหูโทรศัพท์แล้ว 8-9 วินาที (ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ชุดยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ (ON/OFF HOOK SWITCH)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

2. ตรวจสอบการต่อวงจรเพื่อความถูกต้อง แล้วป้อนแรงดันดีซี 5 โวลต์ ให้กับวงจร พร้อมกับต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจร
3. ทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับตัวรีเลย์ จะมีเสียงกริ่งดังขึ้น วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะเริ่มนับจนถึงค่าที่กำหนดไว้แล้วส่งสัญญาณมากระตุ้นให้วงจรควบคุมรีเลย์ทำงาน (หน้าสัมผัสจะถูกผลักมาแตะที่ขา 4 และขา 5 ของตัวรีเลย์)
4. วงจรชุดควบคุมรีเลย์จะถูกผลักหน้าสัมผัสที่เคยแตะอยู่ที่ขา 3 และ 6 มาแตะที่ขา 4 และ 5 เมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นที่ ขาเกตของเอสซีอาร์ (สถานะยกหูโทรศัพท์)
5. เมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 จะทำให้หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับขา 4 และ 5 ของรีเลย์ จะถูกผลักกลับมาแตะที่ขา 3 และ 6 ตามปกติ (สถานะวางหูโทรศัพท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

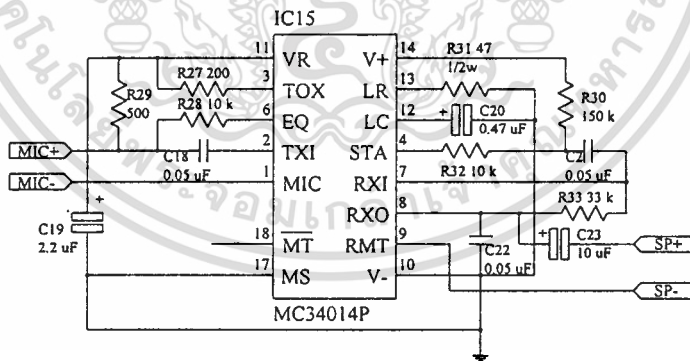
ผลการทดลอง

เมื่อวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งส่งสัญญาณมากระตุ้นที่ขาเกตของเอสซีอาร์ ทำให้เอสซีอาร์นำกระแส และมีแรงดันไบอัสให้ทรานซิสเตอร์ Q6 ทำงาน แรงดันคิตซี 5 โวลต์จากแหล่งจ่ายจะป้อนผ่านรีเลย์ ทำให้หน้าสัมผัสที่แตะอยู่ที่ขา 3 และ 6 คัดมาแตะที่ขา 4 และ 5 (สภาวะยกหูโทรศัพท์) ทำให้คู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับวงจรในชุดตอบรับโทรศัพท์ทุกวงจร และเมื่อต้องการวางหูโทรศัพท์นั้นสามารถทำได้โดยนำสัญญาณพัลส์มากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เอสซีอาร์ก็จะหยุดนำกระแส ยังผลให้ทรานซิสเตอร์ Q6 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับขา 4 และ 5 ถูกผลักกลับมาแตะที่ขา 3 และ 6 ตามปกติ (สภาวะวางหูโทรศัพท์)

4.1.4 ชุดเชื่อมต่อระหว่างคู่สายโทรศัพท์กับชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Hybrid)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 วงจรไฮบริด

2. ตรวจสอบความถูกต้องจากการต่อวงจรเพื่อความถูกต้อง แล้วต่อไมโครโฟน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอ้างอิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ล้ำโพรงรวมทั้งแหล่งจ่ายแรงดันคิตซี 5 โวลต์ เข้ากับวงจร
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดลองพูดเข้าทางไมโครโฟน จะได้ยินเสียงของตนเองออกทางลำโพง
4. ตัดแหล่งจ่ายของวงจรออก แล้วต่อแรงดันจากคู่สายโทรศัพท์มาเข้าวงจรแทน โดยต่อผ่านวงจรไดโอดบริดจ์ก่อนแล้วจึงต่อเข้าที่ขา V+
5. ทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องจรไว้ เมื่อยกหูโทรศัพท์แล้วจะได้ยินเสียงของผู้เรียกออกทางลำโพงที่ต่อไว้ และเมื่อเราพูดเข้าทางไมโครโฟนเสียงของเราจะดังออกทางลำโพง และดังที่หูฟังของผู้เรียกพร้อมๆ กัน

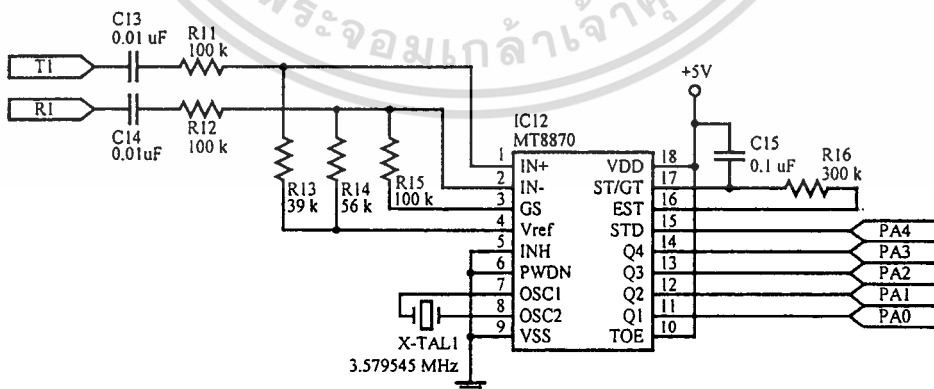
ผลการทดลอง

เมื่อประกอบวงจรเสร็จให้ทดลองพูดเข้าทางไมโครโฟนจะได้ยินเสียงของตนเองออกทางลำโพง และเมื่อต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแล้วทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายที่ต้องจรไว้ และเมื่อยกหูโทรศัพท์จะได้ยินเสียงของผู้เรียกออกทางลำโพง และเมื่อเราพูดเข้าทางไมโครโฟนจะได้ยินเสียงออกทางลำโพงพร้อมๆ กับที่มีเสียงออกทางหูฟังของผู้เรียกด้วย

4.1.5 ชุดถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ (DTMF Decoder)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.6 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ต่อ แล้วต่อวงจรชุดหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่ พร้อมหน้าปัดโทรศัพท์ (Key) เข้าด้วยกัน โดยนำสัญญาณเอาต์พุตของชุดหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่มาเข้าที่อินพุตของไอซี MT8870 (ขา IN+ และ IN-) แทนคู่สายโทรศัพท์
- 3. ต่อเอาต์พุตที่ขา Q เข้ากับ LED เพื่อแสดงผลของค่าที่กดทางหน้าปัดโทรศัพท์
- 4. กดเลขหมายที่หน้าปัดโทรศัพท์จะเห็น LED สว่างขึ้นเป็นค่าของเลขฐานสองขนาด 4 บิต ตามค่าของเลขหมายที่กดมา แล้วค้างอยู่จนกว่าจะมีการกดเลขหมายอื่นเข้ามา จึงจะเปลี่ยน

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ให้ทดลองกดเลขหมายที่หน้าปัดโทรศัพท์ จะเห็น LED ที่ต่ออยู่ที่ขาเอาต์พุต Q ของไอซี MT8870 สว่างขึ้นเป็นระบบเลขฐานสองขนาด 4 บิต ซึ่งเมื่อแปลงเป็นเลขฐานสิบแล้วจะได้ค่าตรงตามค่าที่กดเลขหมายมา ทำให้ทราบว่าผู้เรียกกดเลขหมายใดมา ดังแสดงในตารางที่ 4.2

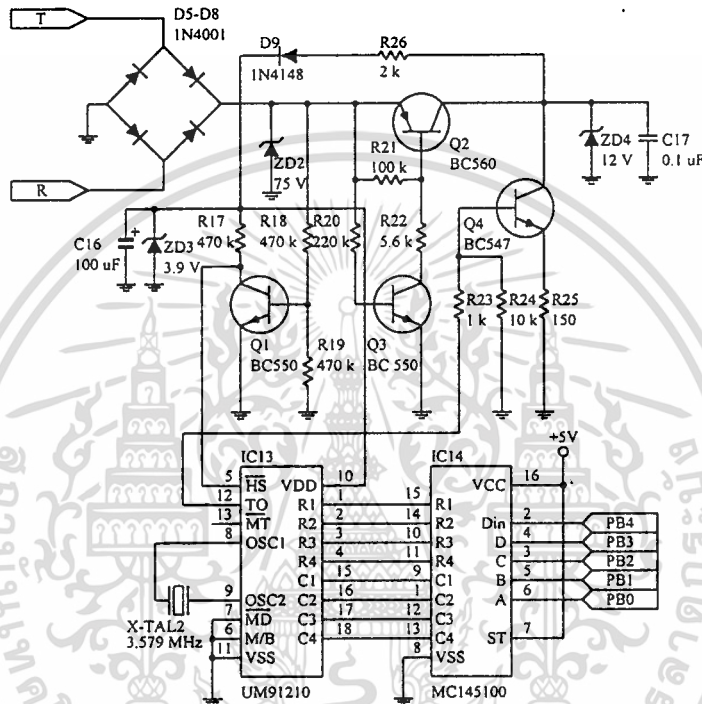
เลขหมายหน้าปัดโทรศัพท์	เอาต์พุต(Q3,Q2,Q1,Q0)	เลขฐานสิบ
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
A	-	-
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
B	-	-
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
C	-	-
*	1011	11
0	1010	10
#	1100	12
D	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ชุดหมურหัสสัญญาณความถี่คู่

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วงจรหมურหัสสัญญาณความถี่คู่

2. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ต่อเสร็จแล้ว จากนั้นใช้สวิตช์ ON-OFF เพื่อป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา A B C D ของไอซี MC14210 แล้วต่อขา X0-X3 และ Y0-Y3 เข้ากับขา R1-R4 และ C1-C4 ของไอซี UM91210C จากนั้นต่อเอาต์พุตของไอซีที่ขา 12 ไปยังวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

3. ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจร

4. ทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขา A B C D สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต

เอกสารที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่ว่าตรงกันหรือไม่เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

เมื่อต่อวงจรเสร็จแล้วต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจร แล้วทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอล (ด้วยสวิทช์) เข้าที่ขาอินพุทของไอซี MC142100 จะเห็น LED ที่วงจรถอดรหัสสัญญาณ ความถี่คู่สว่างขึ้นเป็นระบบเลขฐานสอง ขนาด 4 บิต ดังแสดงในตารางที่ 4.3

สัญญาณอินพุต (D,C,B,A)	สัญญาณเอาต์พุต (Q3,Q2,Q1,Q0)	เลขหมายที่หน้าปัด โทรศัพท์
0000	0001	1
0001	0010	2
0010	0011	3
0011	-	A
0100	0100	4
0101	0101	5
0110	0110	6
0111	-	B
1000	0111	7
1001	1000	8
1010	1001	9
1011	-	C
1100	1011	11
1101	1010	10
1110	1100	12
1111	-	D

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่

ปัญหาและการแก้ปัญหา

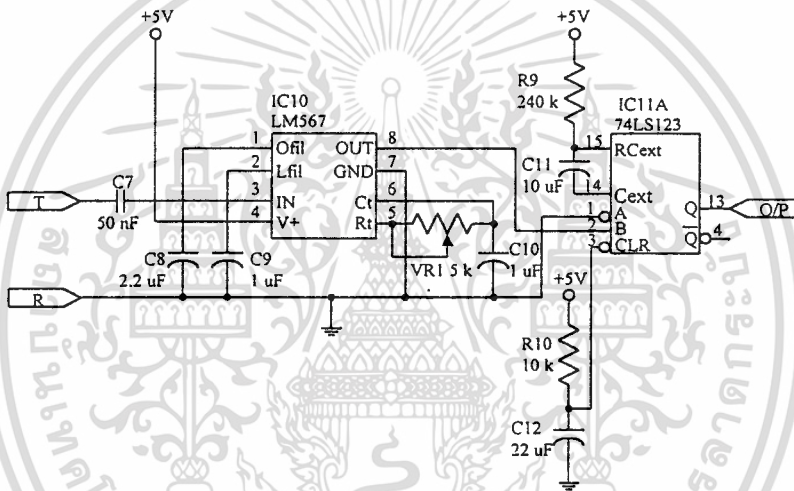
จากการทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทางขาอินพุต A B C D แล้ว ได้เอาต์พุต ออกมาที่ LED และค้างอยู่ จากนั้นเมื่อต้องการจะเปลี่ยนค่าอินพุตใหม่นั้นจะทำให้เกิด การผิดพลาดทางเอาต์พุต ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยก่อนที่จะเปลี่ยนค่าของอินพุต

ต้องป้อนสถานะ 0 ให้กับขา DIN ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนค่าของอิพุท เมื่อเปลี่ยนเสร็จแล้วจึงป้อนสถานะ 1 ให้กับขา DIN เพื่อให้ค่าของเอาต์พุตแสดงผลออกมาทาง LED ส่วนขา ST นั้นต้องป้อนให้เป็นสถานะ 1 ตลอด

4.1.7 ชุดตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.8



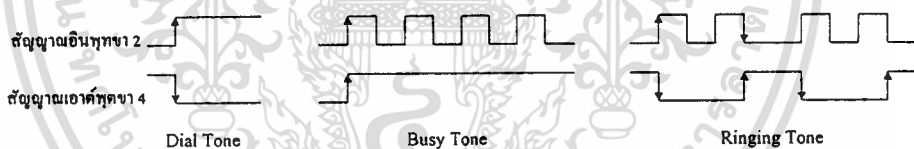
รูปที่ 4.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง

2. ป้อนแรงดันคันทรี 5 โวลต์ และต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง

3. เมื่อมีสัญญาณความถี่เสียงผ่านเข้ามาทางคู่สายโทรศัพท์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงจาก LED ที่ต่อกับขา Q (ขา 13) ของไอซี 74LS123 ซึ่งเป็นชุดวงจรหน่วงเวลาของสัญญาณที่จะออกไปทางเอาต์พุต

ผลการทดลอง

เมื่อประกอบวงจรและต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแล้ว วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียงจะเริ่มทำงานทันที หากสัญญาณที่เข้ามาเป็นสัญญาณให้หมุน LED ที่เอาต์พุตจะดับตลอด แต่ถ้าเป็นสัญญาณไม่วางเข้ามา ค่าเอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะมีค่าเป็นสภาวะ 1 และสภาวะ 0 สลับกัน และจะตรงกันข้ามกับสัญญาณอินพุตที่เข้ามา และเมื่อต่อเข้ากับตัวไอซี 74LS123 จะได้เอาต์พุตที่ขา Q เป็นสภาวะ 1 ตลอด เพราะค่าของเอาต์พุตจะถูกหน่วงเวลาไว้ 1.64 วินาที ซึ่งมีค่าเกินช่วงที่เป็นสภาวะ 1 และสภาวะ 0 ของสัญญาณพัลส์ที่เข้ามา ทำให้พัลส์ที่เป็นสภาวะ 1 ของลูกใหม่เข้ามากระตุ้นให้เป็นสภาวะ 1 ตลอดดังที่เห็นจากเอาต์พุตขา Q ดังนั้นจึงเห็น LED สว่างตลอด (ดังแผนผังการทำงานเวลา) และถ้าเป็นสัญญาณตอบกลับเข้ามา จะให้เอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซี คล้ายกับสัญญาณไม่วาง คือ เมื่อมีสัญญาณตอบกลับชุดแรก (ลูกที่หนึ่งและลูกที่สอง) เข้ามา LED จะดับ (ทำงานที่ขอบขาขึ้น) และเมื่อสัญญาณชุดใหม่เข้ามาอีก LED ก็สว่าง (ทำงานที่ขอบขาลง) เป็นเช่นนี้ตลอดที่มีสัญญาณเข้ามา (ดังแผนผังการทำงานเวลา)



รูปที่ 4.9 แผนผังเวลาของสัญญาณความถี่เสียง

ปัญหาและการแก้ปัญหา

วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียงไม่ได้ เนื่องจากค่าของ RC ที่ใช้หน่วงเวลาในวงจรนั้น บางตัวเบอร์เดียวกันแต่นำมาต่อใช้งานไม่ได้ ดังนั้น จึงแก้ปัญหานี้โดยการกำหนดค่าตัวเก็บประจุ แล้วใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้มาใช้แทนตัวต้านทานแบบคงที่ จึงสามารถแก้ปัญหานี้ได้ (ค่าของตัวต้านทานปรับค่าได้นั้นสามารถหาค่าที่ใกล้เคียงได้จากสมการ

$$RT = \frac{t_p}{(0.69 \times CT)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

ในการทดลอง การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ จะแบ่งการทดลองออกเป็นกรณีต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 การตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

ขั้นตอนการทดลอง

1. ติดตั้งการ์ดเสียงและการ์ดชุดตอบรับลงบนสล็อตของคอมพิวเตอร์
2. ต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับการ์ดชุดตอบรับ และเชื่อมต่อชุดตอบรับเข้ากับการ์ดเสียงและเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นเครื่องพนักงานสลับสาย
3. ยกหูโทรศัพท์ของเครื่องพนักงานสลับสาย จะได้ยินสัญญาณ ให้หมุนเลขหมาย
4. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และพิมพ์ Autotels เพื่อให้เริ่มทำงาน
5. ตั้งจำนวนสัญญาณกระดิ่งไว้ 3 ครั้ง
6. หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องพนักงานสลับสาย
7. รอฟังข้อความตอบรับ และปฏิบัติตามข้อความนั้น
8. กดหมายเลขโอนสายโทรศัพท์เข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ต้องการติดต่อ
9. รอฟังเสียงสัญญาณตอบกลับ หากมีผู้รับสายโทรศัพท์ก็สนทนากันได้
10. หากสายโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง จะมีข้อความบอกให้กดรหัสผ่าน
11. หากกดรหัสผ่านไม่ถูก หรือ ไม่มีข้อความฝากไว้ จะมีข้อความร้องขอให้ฝากข้อความ

ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อกดเลขหมายมายังเครื่องพนักงานสลับสายซึ่งต่ออยู่กับชุดตอบรับจะได้ยินเสียงสัญญาณตอบกลับดัง ร้องจนกระทั่งได้ยินสัญญาณตอบกลับครบ 3 ครั้งจากนั้นโปรแกรมจะยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติพร้อมทั้งส่งข้อความตอบรับอัตโนมัติออกมา ซึ่งผู้เรียกภายนอกที่โทรศัพท์เข้ามาจะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรุณากดเลข 0 เพื่อฟังเลขหมายภายใน” เมื่อทราบเลขหมายภายในแล้ว ให้กดเลขหมายภายในที่ต้องการติดต่อได้ทันทีโดยไม่ต้องรอฟังจนจบ

ก็ได้ จากนั้นรอฟังสัญญาณตอบกลับ หากชุดตอบรับโอนสายโทรศัพท์ไปแล้วมีผู้รับสาย ผู้เรียกภายนอก และบุคคลภายในก็สามารถสนทนากันได้ แต่หากโอนสายโทรศัพท์ไปแล้ว สายโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าจะได้ยินข้อความว่า “เลขหมายที่คุณต้องการติดต่อสายไม่ว่าง กรุณาครหัสผ่านเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อความฝากถึงคุณหรือไม่” หากไม่มีข้อความฝากไว้หรือ กรหัสผ่านไม่ถูกต้อง จะมีข้อความว่า “คุณต้องการฝากข้อความกรณาคหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกรณาคหมายเลข 0 ” หรือถ้าโอนสายโทรศัพท์ไปแล้ว ปลายทางไม่มีผู้รับสาย โทรศัพท์ จะได้ยินข้อความว่า “เลขหมายที่คุณต้องการติดต่อไม่มีผู้รับสาย กรุณาครหัสผ่านเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อความฝากถึงคุณหรือไม่” หากไม่มีข้อความฝากไว้หรือกรหัสผ่านไม่ถูกต้อง จะมีข้อความว่า “คุณต้องการฝากข้อความกรณาคหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกรณาคหมายเลข 0 ”

4.2.2 การรับฟังข้อความที่บันทึกไว้ ขั้นตอนการทดลอง

1. หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความตอบรับ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 1 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการรับฟังข้อความ และรอฟังข้อความตอบรับ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับ
6. กดเลขลำดับข้อความที่ต้องการรับฟัง
7. รับฟังข้อความที่เลือกจนจบ หากต้องการลบข้อความนั้น ให้กดเลข 1
8. รอฟังข้อความให้เลือกฟังข้อความต่อไป
9. กดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการรับฟังข้อความอื่นอีก และเพื่อออกจากโปรแกรม

ผลการทดลอง

เมื่อบุคคลภายในต้องการจะรับฟังข้อความที่ฝากไว้ถึงตนเองให้กดเลขหมายมายังเครื่องโทรศัพท์ของพนักงานสลับสาย จะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม กรณาคเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรณาคเลข 0 เพื่อฟังเลขหมายภายใน” ให้กดเลข 9 จะได้ยินข้อความว่า “กรณาคหมายเลขต่อไปนี้ เพื่อเลือกรายการ

เอกสารที่แนบมา” เมื่อผู้รับสายกดเลข 1 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรณาคเลข 0 เพื่อฟังเลขหมายไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 1 ฟังข้อความ, หมายเลข 2 บันทึกข้อความ, หมายเลข 3 ลบข้อความ, หมายเลข 4 เปลี่ยนรหัสผ่าน กรุณากดหมายเลขที่คุณต้องการค่ะ” เมื่อกดเลข 1 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ” กดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ 2 ตัว จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่าน” ให้กรหัสผ่านที่กำหนดไว้ 4 ตัว ถ้ากรหัสผ่านไม่ถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ให้กรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้ากรหัสผ่านไม่ถูกอีก ระบบจะออกจากโปรแกรม และวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้ากรหัสผ่านถูกต้องจะมีข้อความบอกจำนวนข้อความที่บันทึกไว้ทั้งหมดว่ามีกี่ข้อความ จากนั้นจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขข้อความที่คุณต้องการฟังค่ะ” ให้เลือกหมายเลขข้อความที่ต้องการรับฟังและเมื่อกดหมายเลขข้อความที่ต้องการรับฟังแล้ว จะมีข้อความที่บันทึกไว้ ออกมาให้รับฟังจนจบ แล้วจะได้ยินข้อความถามว่า “คุณต้องการลบข้อความกดหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกดหมายเลข 0” จากนั้นจะมีข้อความว่า “คุณต้องการฟังข้อความอื่น กรุณากดหมายเลขข้อความถ้าไม่ต้องการกรุณากดหมายเลข 0 ” หากกดหมายเลขที่ต้องการฟังเกินจำนวนที่บอกไว้ จะได้ยินข้อความว่า “ไม่มีข้อความฝากไว้ค่ะ” แต่ถ้าไม่ต้องการรับฟังข้อความอื่นอีกให้กดเลข 0 เพื่อออกจากโปรแกรมการรับฟังข้อความ และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

4.2.3 การลบข้อความที่บันทึกไว้แบ่งเป็น 2 แบบ

การลบด้วยการสั่งทางโทรศัพท์

ขั้นตอนการทดลอง

1. หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 3 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการลบข้อความที่บันทึกไว้ และรอฟังข้อความ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับ
6. กดเลข 1 เมื่อต้องการลบข้อความ และกดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการลบข้อความ และเพื่อออกจากโปรแกรมการลบข้อความ
7. กดเลขลำดับข้อความที่ต้องการลบ และรอฟังข้อความนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ต้องการลบข้อความนั้นกดเลข 1 และกดเลข 0 เมื่อไม่ต้องการลบข้อความ และรอกดเลขลำดับข้อความที่ต้องการลบใหม่ จากนั้นรอฟังข้อความต่อไป

ผลการทดลอง

เมื่อบุคคลภายในต้องการลบข้อความที่ฝากไว้ถึงตนเองให้กดเลขหมายมายังเครื่องโทรศัพท์ของพนักงานสลับสาย จะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาครุศาสตร์-วิศวกรรมกรณากดเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรณากดเลขศูนย์ เพื่อฟังเลขหมายภายใน” ให้กดเลข 9 จะได้ยินข้อความว่า “กรณากดหมายเลขต่อไปนี้เพื่อเลือกรายการหมายเลข 1 ฟังข้อความ, หมายเลข 2 บันทึกข้อความ, หมายเลข 3 ลบข้อความ, หมายเลข 4 เปลี่ยนรหัสผ่านกรณากดหมายเลขที่คุณต้องการค่ะ” เมื่อกดเลข 3 จะได้ยินข้อความว่า “กรณากดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ” กดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ 2 ตัว จะได้ยินข้อความว่า “กรณากดรหัสผ่าน” ให้กดรหัสผ่านที่กำหนดไว้ 4 ตัว ถ้ากรณากดรหัสผ่านไม่ถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “กรณากดรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ให้กรณากดรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้ากรณากดรหัสผ่านไม่ถูกต้องอีก ระบบจะออกจากโปรแกรม และวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้ากรณากดรหัสผ่านถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “คุณต้องการลบข้อความ กรณากดหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกรณากดหมายเลข 0” เมื่อกดเลข 1 จะได้ยินข้อความบอกจำนวนข้อความบันทึกไว้ทั้งหมดว่ามีกี่ข้อความ และจะได้ยินข้อความว่า “กรณากดหมายเลขข้อความที่คุณต้องการลบค่ะ” ให้เลือกข้อความที่ต้องการลบจากนั้นจะมีข้อความที่ถูกบันทึกไว้ออกมาให้รับฟังจนจบ และจะได้ยินข้อความว่า “คุณต้องการลบข้อความนี้ กรณากดหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกรณากดหมายเลข 0” ถ้าข้อความที่รับฟังนั้นเป็นข้อความที่ต้องการลบจริงๆ ให้กดเลข 1 เพื่อลบข้อความนั้นออกไปจากหน่วยความจำ แต่ถ้าไม่ต้องการลบข้อความนั้นแล้วให้กดเลข 0 แล้วจะได้ยินข้อความว่า “คุณต้องการลบข้อความอื่น กรณากดหมายเลขข้อความถ้าไม่ต้องการกรณากดหมายเลข 0” กดเลือกลำดับหมายเลขข้อความใหม่ หรือกด 0 เพื่อออกจากโปรแกรม และวางหูโทรศัพท์ต่อไป

การลบข้อความที่โปรแกรมกำหนดไว้

1. ข้อความที่บันทึกไว้จะถูกลบออกไปเองโดยอัตโนมัติภายใน 2 วัน ด้วยโปรแกรม

ที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ทดลองบันทึกข้อความเข้าไป แล้วรอดูผลหลังจากที่บันทึกข้อความไปแล้ว 2 วัน ลองเรียกข้อความนั้นดูจะไม่มีข้อความนั้นปรากฏอยู่ในหน่วยความจำ

4.2.4 การบันทึกข้อความไว้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมารับฟัง

ขั้นตอนการทดลอง

1. หมายเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องพนักงานสลับสายและรอฟังข้อความ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 2 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมการบันทึกข้อความที่บันทึกไว้ และรอฟังข้อความ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กดรหัสผ่าน และรอฟังข้อความตอบรับให้เริ่มบันทึก
6. เริ่มบันทึกเมื่อบันทึกเสร็จให้ วางหูโทรศัพท์

ผลการทดลอง

การบันทึกข้อความฝากไว้ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมารับฟังนี้ จะต้องมีการตกลงกันไว้ล่วงหน้าก่อนถึงจะรับฟังข้อความที่ฝากไว้ได้ โดยการฝากข้อความนี้ เมื่อบุคคลภายในต้องการบันทึกข้อความให้บุคคลภายนอกให้กดเลขหมายมายังเครื่องโทรศัพท์ของพนักงานสลับสายจะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม กรุณากดเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรุณากดเลข 0 เพื่อฟังเลขหมายภายใน” ให้กดเลข 9 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขต่อไปนี้เพื่อเลือกรายการ หมายเลข 1 ฟังข้อความ, หมายเลข 2 บันทึกข้อความ, หมายเลข 3 ลบข้อความ, หมายเลข 4 เปลี่ยนรหัสผ่าน กรุณากดหมายเลขที่คุณต้องการค่ะ” เมื่อกดเลข 2 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ” เมื่อกดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ 2 ตัว จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสข้อความ” ให้กรหัสผ่านที่กำหนดไว้ 4 ตัว ถ้ากรหัสผ่านไม่ถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ให้กรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้ากรหัสผ่านไม่ถูกต้องอีก ระบบจะออกจากโปรแกรม และวางหูโทรศัพท์ แต่ถ้ากรหัสผ่านถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านข้อความค่ะ” ให้กดเลข 4 ตัว จะได้ยินข้อความว่า “เริ่มฝากข้อความค่ะ” เริ่มบันทึกข้อความถึงบุคคลตามที่ต้องการและเมื่อบันทึกข้อความเสร็จให้วางหูโทรศัพท์เพื่อออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้พิมพ์ไปใช้จะต้องระบุชื่อต้นทางไว้ ไม่อย่างนั้นถือว่าผิดลิขสิทธิ์ อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

ขั้นตอนการทดลอง

1. หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องพนักงานสลับสาย และรอฟังข้อความ
2. กดเลข 9 เพื่อฟังรายการ
3. กดเลข 4 เพื่อเข้าสู่โปรแกรมเปลี่ยนรหัสผ่าน และรอฟังข้อความ
4. กดเลขหมายโทรศัพท์ประจำเครื่องของตนเอง และรอฟังข้อความตอบรับ
5. กดเลขหมายรหัสผ่านเดิม และรอฟังข้อความ
6. กดเลขหมายรหัสผ่านใหม่ และรอฟังข้อความ
7. กดเลขหมายรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง และรอฟังข้อความ

ผลการทดลอง

เมื่อบุคคลภายในต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านให้กดเลขหมายมายังเครื่องโทรศัพท์ของพนักงานสลับสาย จะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม กรุณากดเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบกรุณากดเลขศูนย์ เพื่อฟังเลขหมายภายใน” ให้กดเลข 9 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขต่อไปนี้เพื่อเลือกรายการ หมายเลข 1 ฟังข้อความ, หมายเลข 2 บันทึกข้อความ, หมายเลข 3 ลบข้อความ, หมายเลข 4 เปลี่ยนรหัสผ่าน กรุณากดหมายเลขที่คุณต้องการค่ะ” เมื่อกดเลข 4 จะได้ยินข้อความว่า “คุณต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านกรุณากดหมายเลข 1 ถ้าไม่ต้องการกรุณากดหมายเลข 0” ถ้ากด 0 เพื่อปิดโปรแกรมการเปลี่ยนรหัส และวางหูโทรศัพท์ หากกดหมายเลข 1 จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ” กดหมายเลขโทรศัพท์ภายในของคุณ 2 ตัว จะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านเดิม” ให้กรหัสผ่านที่กำหนดไว้ 4 ตัว หากกรหัสผ่านไม่ถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง กรุณากรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ให้กรหัสผ่านใหม่อีกครั้งหากกรหัสผ่านไม่ถูกต้องอีก จะออกจากโปรแกรมเปลี่ยนรหัสผ่าน และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ หากกรหัสผ่านถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านใหม่” ให้กรหัสผ่านที่กำหนดไว้ 4 ตัว จากนั้นจะได้ยินข้อความว่า “กรุณากรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ให้กรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง หากกรหัสผ่านใหม่ครั้งที่สองไม่ถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “รหัสผ่านไม่สามารถเปลี่ยนได้” และจะออกจากโปรแกรมเปลี่ยนรหัสผ่าน และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ แต่ถ้ากรหัสผ่านถูกต้องจะได้ยินข้อความว่า “เปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ได้แล้วค่ะ”

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับ ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ทำงานแทนพนักงานสลับสายหรือโอเปอเรเตอร์ โดยชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ สามารถทำการตอบรับ โทรศัพท์, โอนสายโทรศัพท์, บันทึกข้อความ, รับฟังข้อความ และลบข้อความที่บันทึกไว้ได้ ด้วยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด ดังนั้น จึงทำให้การทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นไปโดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก สะดวกในการติดตั้ง และเคลื่อนย้าย ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง เพราะเป็นแผ่นการ์ดที่สามารถติดตั้งลงบนแผงของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เลย และอุปกรณ์ที่ใช้ยังหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาดในราคาที่ถูก ทำให้ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในปริญญานิพนธ์นี้ สามารถผลิตได้เองในประเทศในราคาที่ถูกลงกว่าเดิมได้ง่าย และสามารถประกอบใช้เองตามหน่วยงานต่าง ๆ ได้อีกด้วย

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการ

5.2.1 ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจ การทำงานของระบบโทรศัพท์ และระบบตอบรับทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

5.2.2 ทำให้เกิดทักษะทางด้านการทำงาน ทั้งทางด้านทฤษฎี และปฏิบัติ

5.2.3 ทำให้สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

5.2.4 ทำให้ได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5.2.5 เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อๆ ไปศึกษา และพัฒนาชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติบนคอมพิวเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.6 เพื่อนำโครงการนี้ไปใช้สอบในรายวิชา โครงการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

จากผลการทดลองการทำงานของชุดตอบรับและโอสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่จากการทดลอง ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. แผ่นวงจรพิมพ์ที่ทำมานั้นมีบางส่วนของเส้นลายวงจรชิดกันมาก ทำให้บางช่วงชอร์ตกัน ทำให้การทำงานของวงจรผิดพลาด หรือบางส่วนของวงจรไม่สามารถทำงานได้

แก้ปัญหานี้ได้ด้วยการตรวจสอบ และทำความสะอาดแผ่นวงจรพิมพ์โดยขัดด้วยแปรงอ่อนๆ ก่อนการลงอุปกรณ์ทุกครั้ง

2. อุปกรณ์ที่นำมาต่อลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่ออกแบบนั้นบางตัวค่าไม่ตรงกับที่ทดลองอยู่ในแผงทดลอง ซึ่งทำให้แผ่นวงจรพิมพ์ที่นำมาใช้งานจริงทำงานไม่ได้เหมือนกับที่ทดลองหรือทำงานแล้วผิดพลาดไปจากที่ต้องการ

แก้ปัญหานี้ได้โดย เมื่อทดลองวงจรในแผงทดลองแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงค่าอุปกรณ์หรือเปลี่ยนแปลงวงจรที่จุดใด แล้ววงจรทำงานได้ถูกต้อง ให้แก้ไขวงจรที่อยู่ในแผ่นกระดาษด้วยทุกครั้ง

3. เมื่อลงอุปกรณ์เสร็จแล้ววงจรบางส่วนทำงานไม่ได้ หรือทำงานได้ไม่เหมือนกับที่ได้ทดลองบนแผงทดลอง

แก้ปัญหานี้โดยตรวจสอบอุปกรณ์ทุกตัวที่จะนำมาใช้ว่าอยู่ในสภาพใช้งานได้หรือไม่ พร้อมทั้งต้องออกแบบวงจรพิมพ์ทุกวงจรอย่างรอบคอบ และตรวจสอบให้ดีก่อนที่จะทำเป็นแผ่นวงจรพิมพ์มาใช้งาน

4. ในการทดลองบางครั้งชุดวงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่สูง และวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง ทำงานไม่ได้

ปัญหานี้เกิดจากการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจร โดยที่ตำแหน่งขั้วไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องต่อคู่สายโทรศัพท์ ขั้ว Tx และ Rx ให้ตรงกับ Tx และ Rx ที่อยู่ในวงจรทุกครั้งที่ยทดลอง จึงจะทำในวงจรทำงานได้อย่างถูกต้อง

5. ขณะที่ทดลองอุปกรณ์บางตัวที่ใช้อยู่ในวงจรเกิดเสียงขึ้นเป็นบางส่วนภายในตัวของอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ไอซีที่มีวงจรย่อยๆ อยู่ภายในหลายๆ ชุดนั้น บางชุดอาจเกิดเสียงได้ ทำให้ผลการทดลองบางส่วนผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญหาด้วยการลองวัดค่าอินพุต และเอาต์พุตของอุปกรณ์ตัวที่คาดว่าจะเสียดูทุกๆ เอาต์พุตที่ใช้งาน หรือลองถอดอุปกรณ์ตัวนั้นออกแล้วเปลี่ยนตัวใหม่มาใช้แทน

5.4 แนวทางการพัฒนาโครงการ

โครงการที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้ว แต่สามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถการทำงานของโครงการได้อีก ดังต่อไปนี้

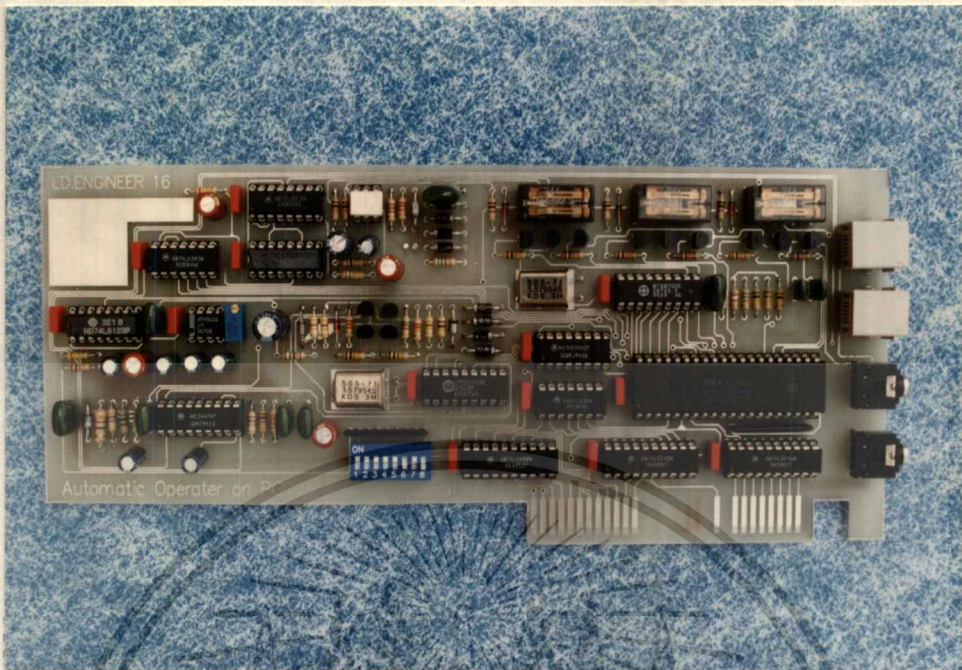
1. ให้การตอบรับเป็นระบบ 2 ภาษา และสามารถเลือกได้ คือให้ผู้ที่ใช้โทรศัพท์เข้ามาสามารถเลือกข้อความตอบรับได้ว่าจะให้เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ
2. พัฒนาส่วนแสดงผล และเมนูที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ให้มีรูปแบบเป็นภาษาไทย
3. ให้สามารถหมุนเลขหมายโดยอัตโนมัติได้ คือ ให้ชุดตอบรับสามารถโอนเลขหมายโทรศัพท์ไปยังผู้ที่เราต้องการติดต่อ ให้ได้โดยอัตโนมัติ ในช่วงที่เรามีธุระไม่สามารถติดต่อเองได้

4. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ได้

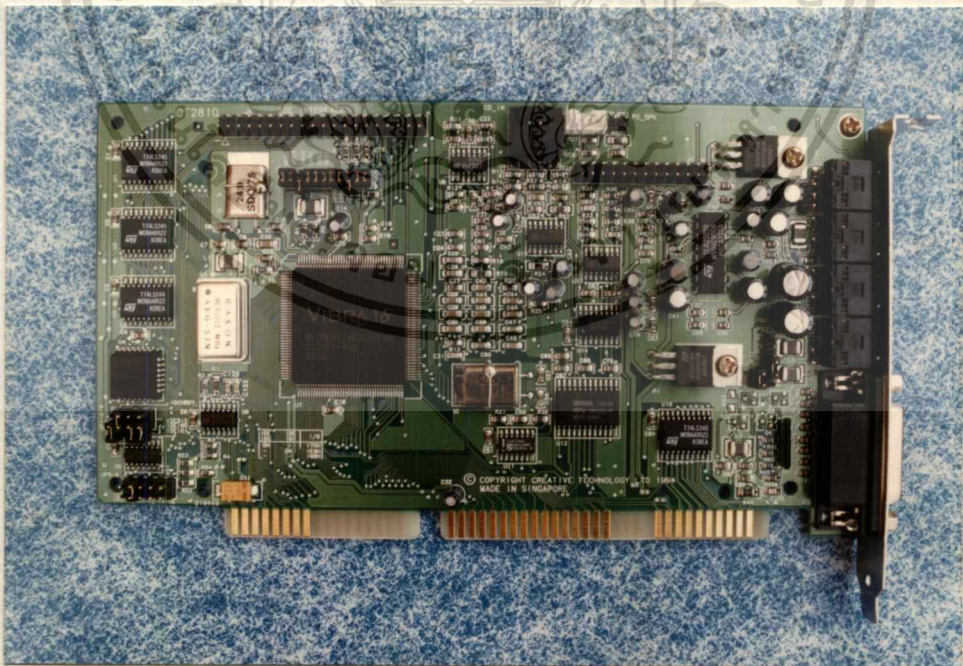
จากแนวความคิดที่กลุ่มผู้จัดทำเสนอให้พิจารณานี้ หากผู้ใดสนใจ และต้องการศึกษาระบบการทำงานของโครงการต่อไป ทางกลุ่มผู้จัดทำจะยินดีมาก และหวังว่าโครงการนี้คงเป็นชิ้นงานที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปหากได้รับการพัฒนา

ภาคผนวก ก
รูปต้นแบบของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-
คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

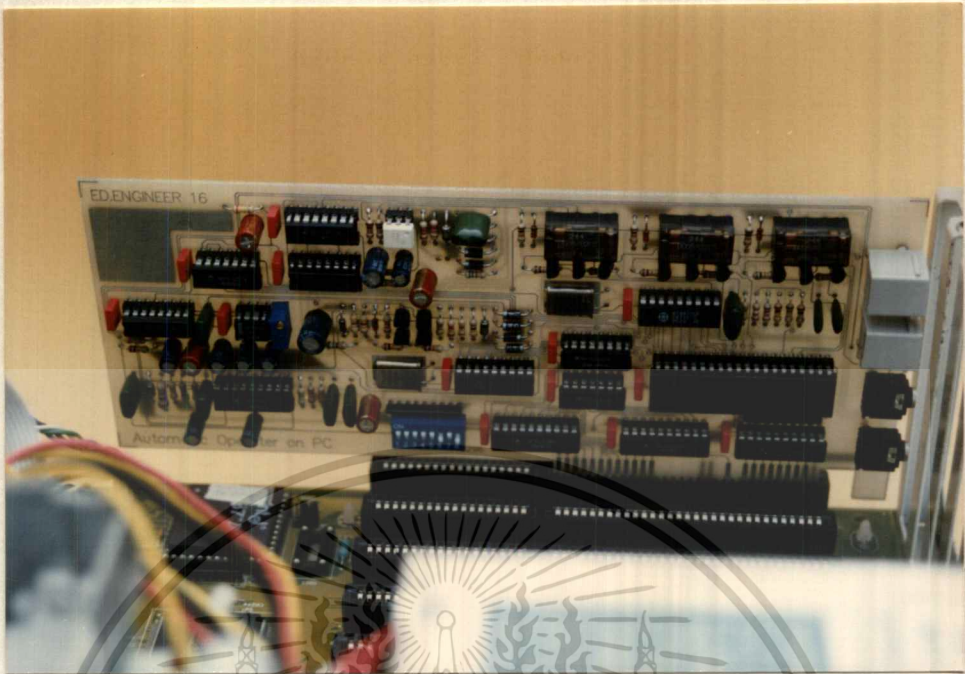


รูปที่ 1 การ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

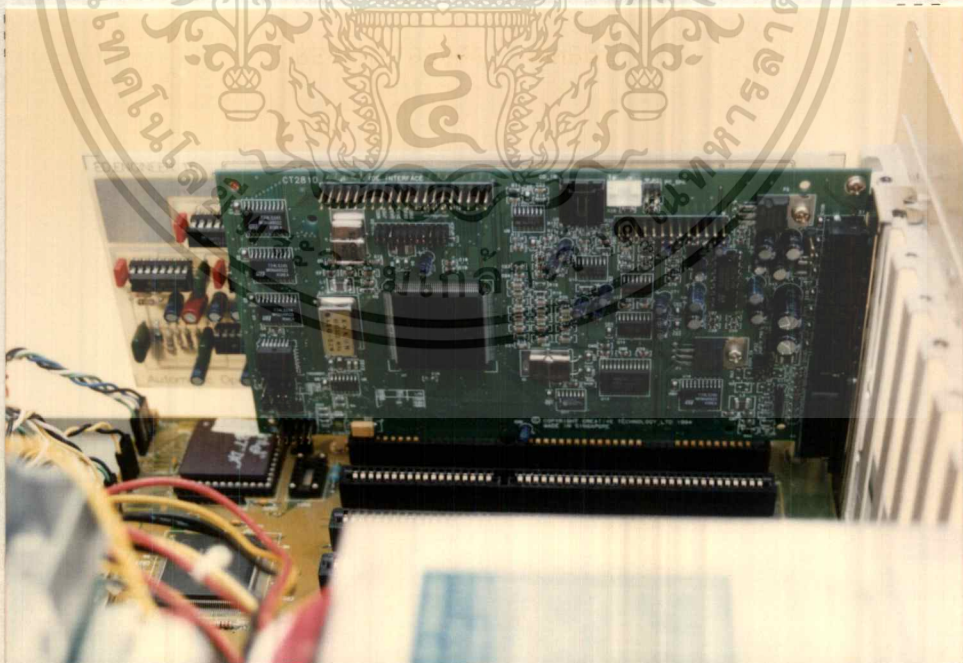


รูปที่ 2 การ์ดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและตียังไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การติดตั้งชุดตอบรับ

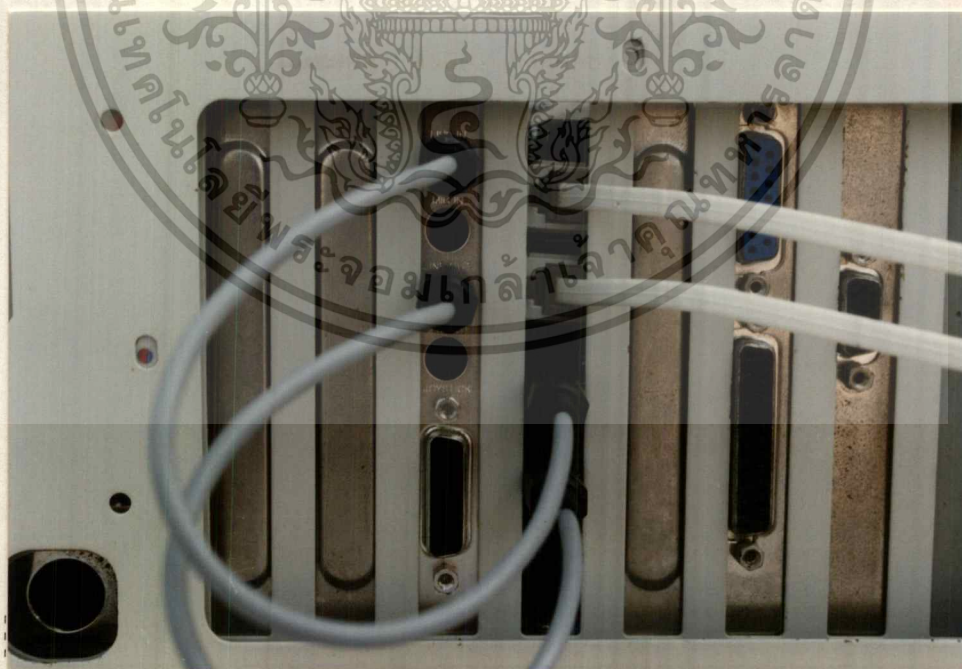


รูปที่ 4 การติดตั้งการ์ดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



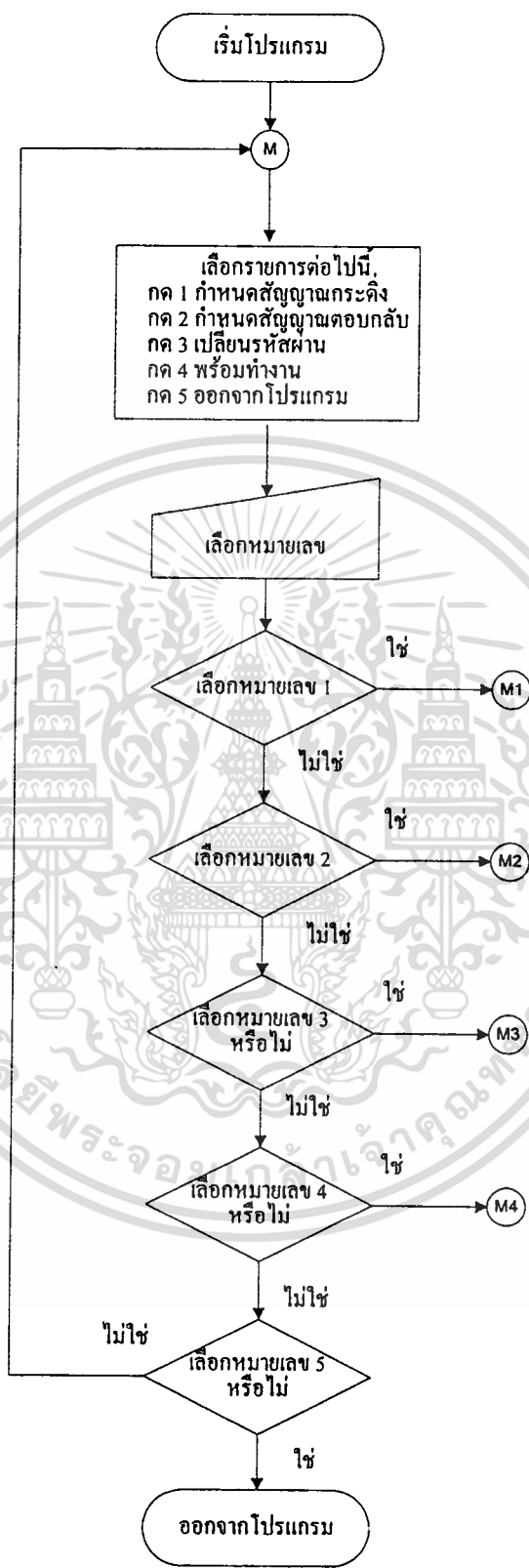
รูปที่ 5 ด้านหลังของคอมพิวเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 6 การเชื่อมต่อสายโทรศัพท์กับการ์ดเสียง
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

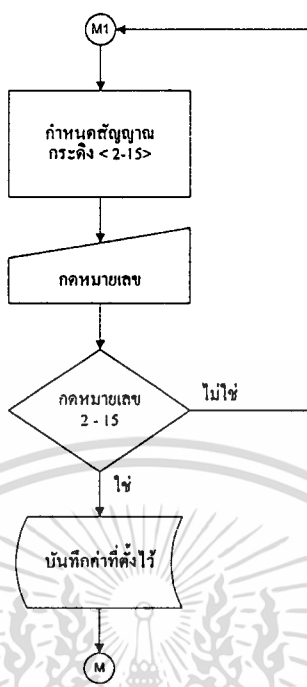


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

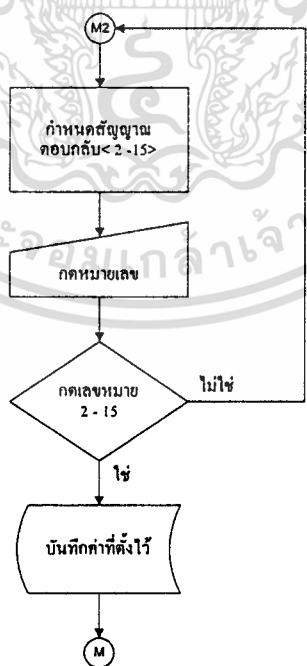


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 ฟังก์ชันการทำงานโปรแกรมหลัก

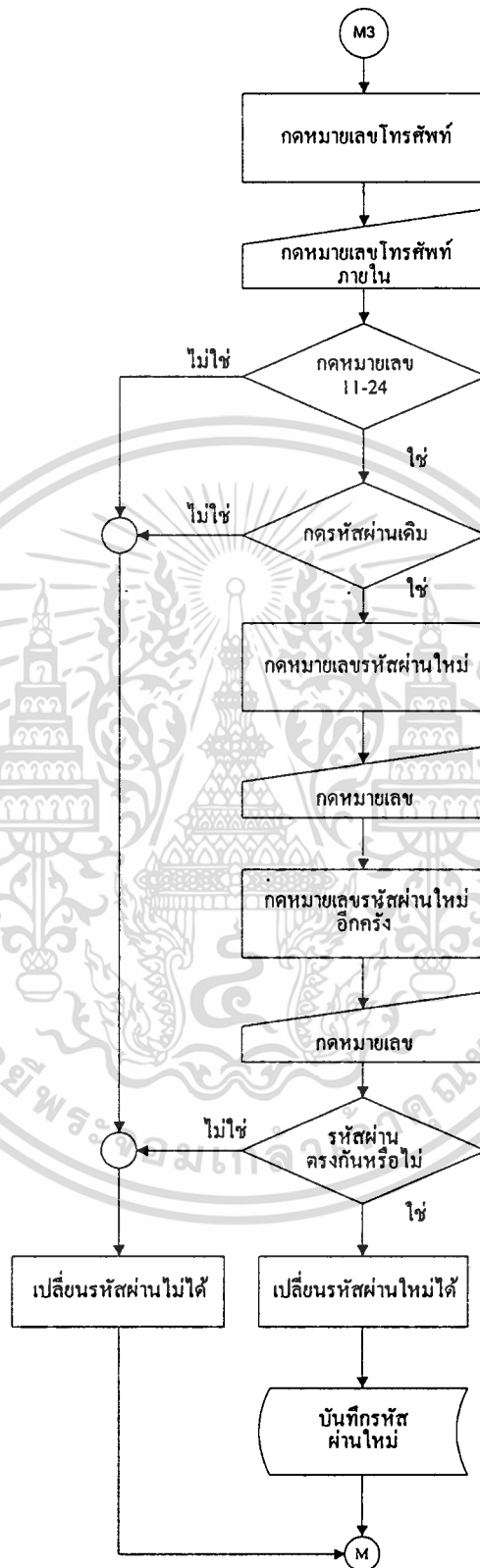


รูปที่ 2 ผังการทำงานกำหนดจำนวนครั้งของสัญญากระดิ่ง

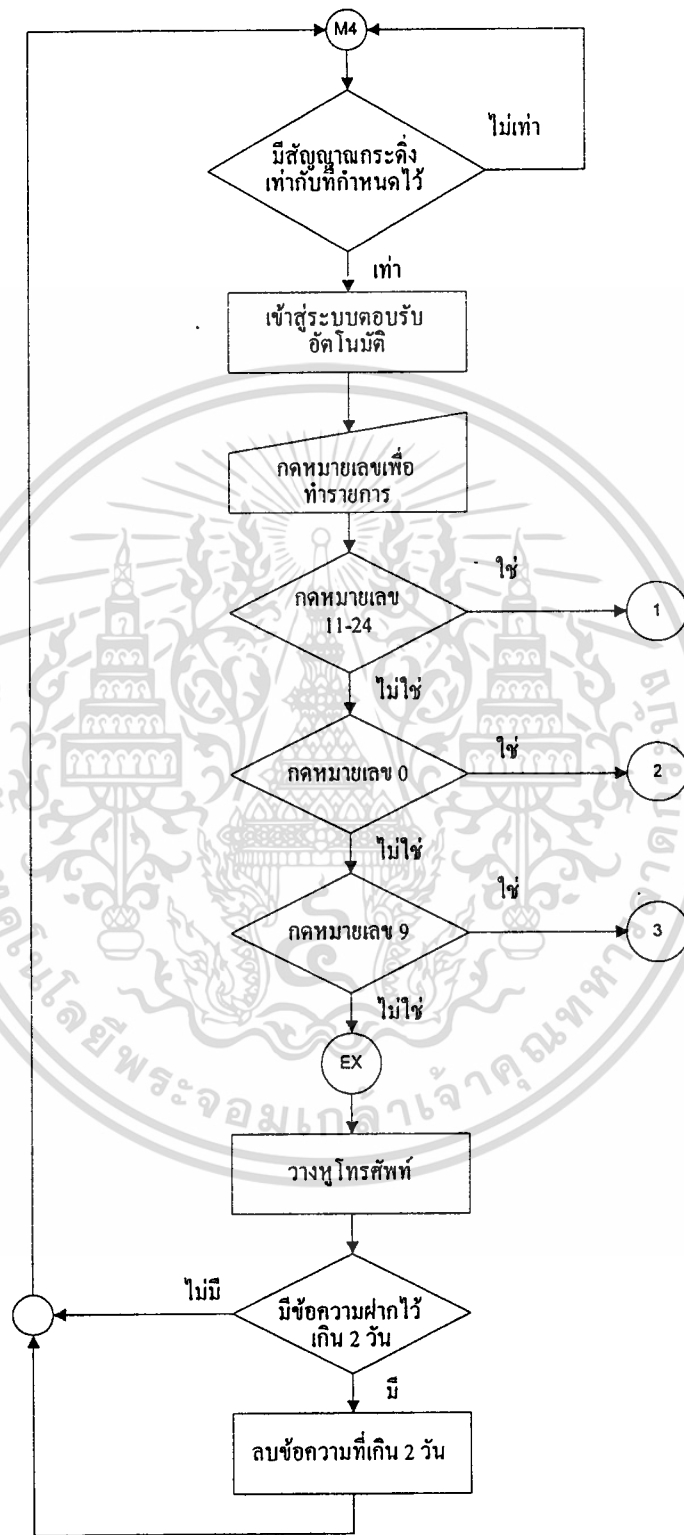


รูปที่ 3 ผังการทำงานกำหนดจำนวนครั้งของสัญญาตอบกลับ

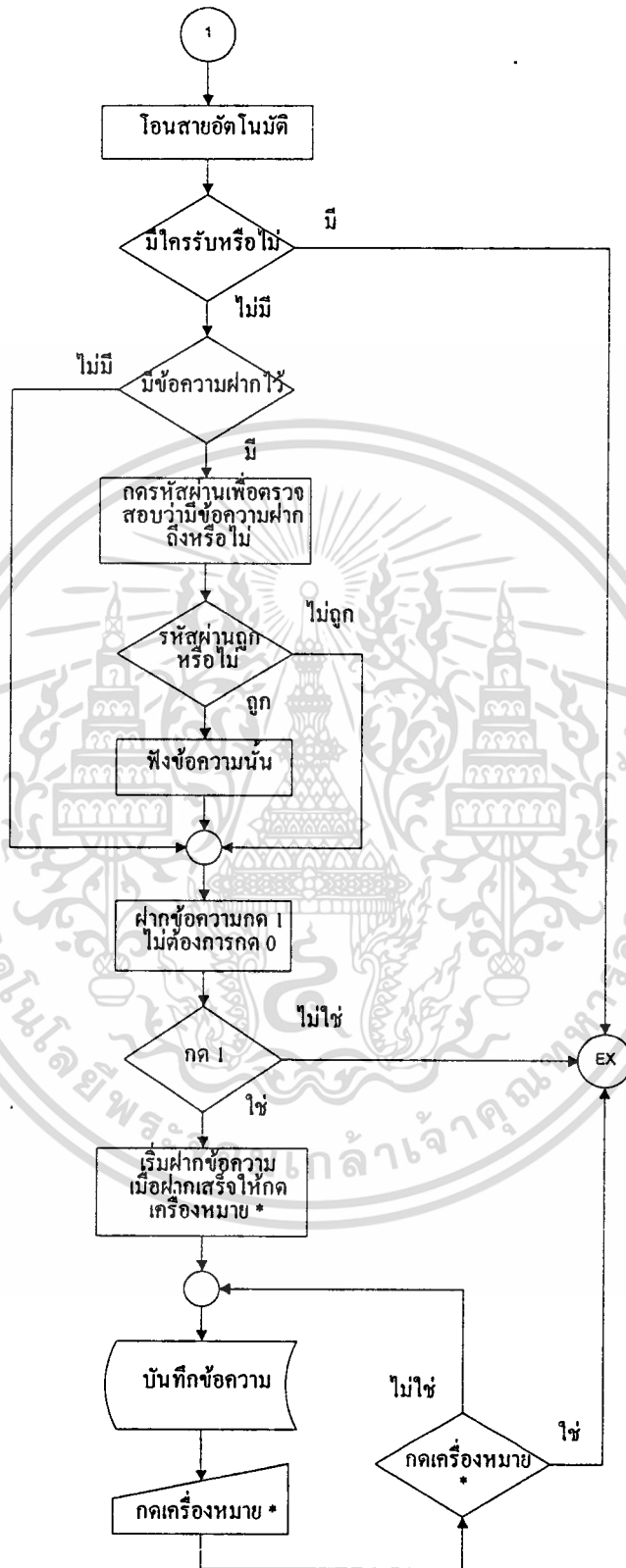
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



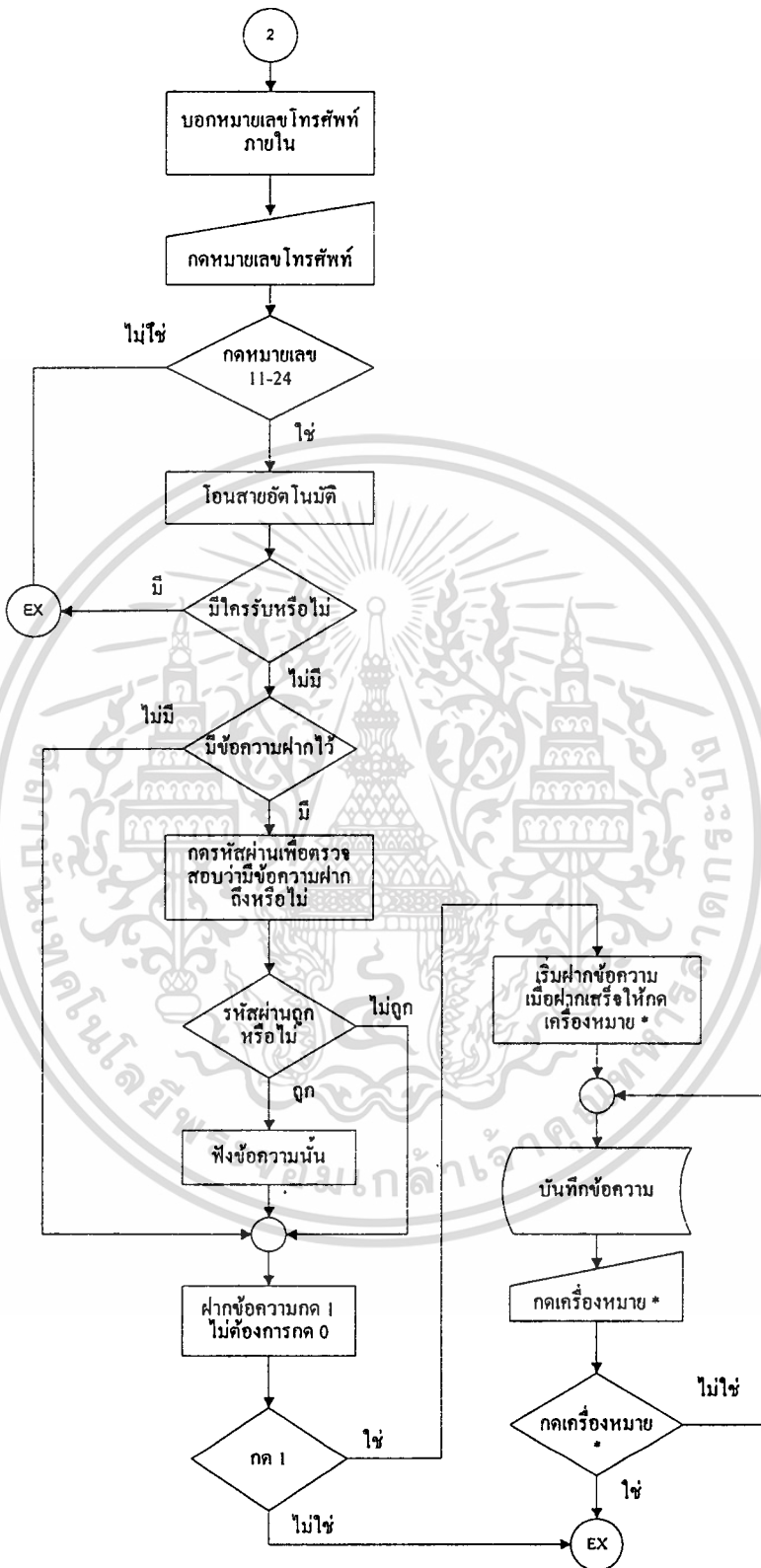
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ**รูปที่ 4** ผังการทำงานเปลี่ยนรหัสผ่านเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



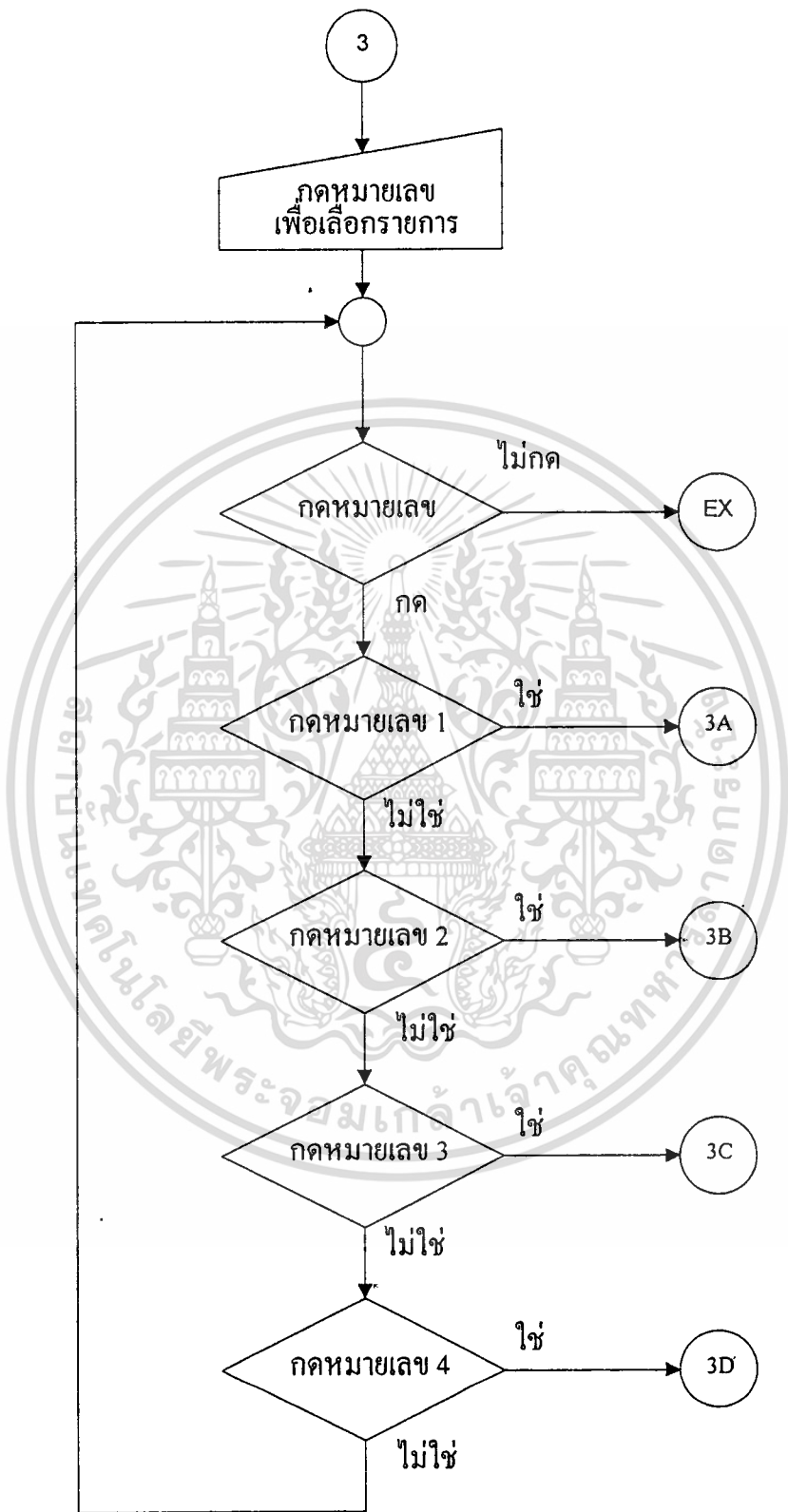
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **รูปที่ 5** ผังการทำงานของ การตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 6 ผังการทำงานโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

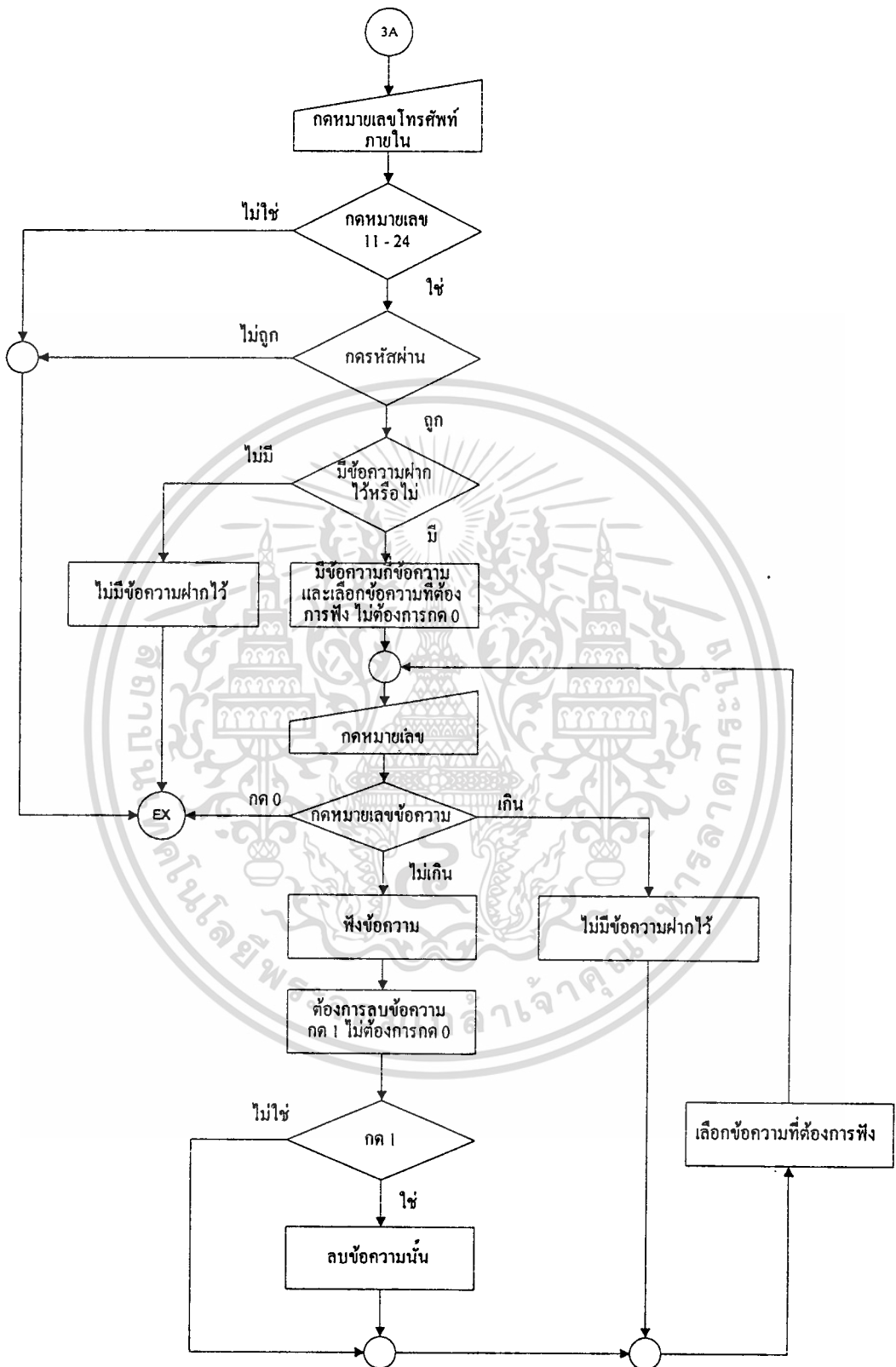


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 7 ผังการทำงานฟังเลขหมายและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



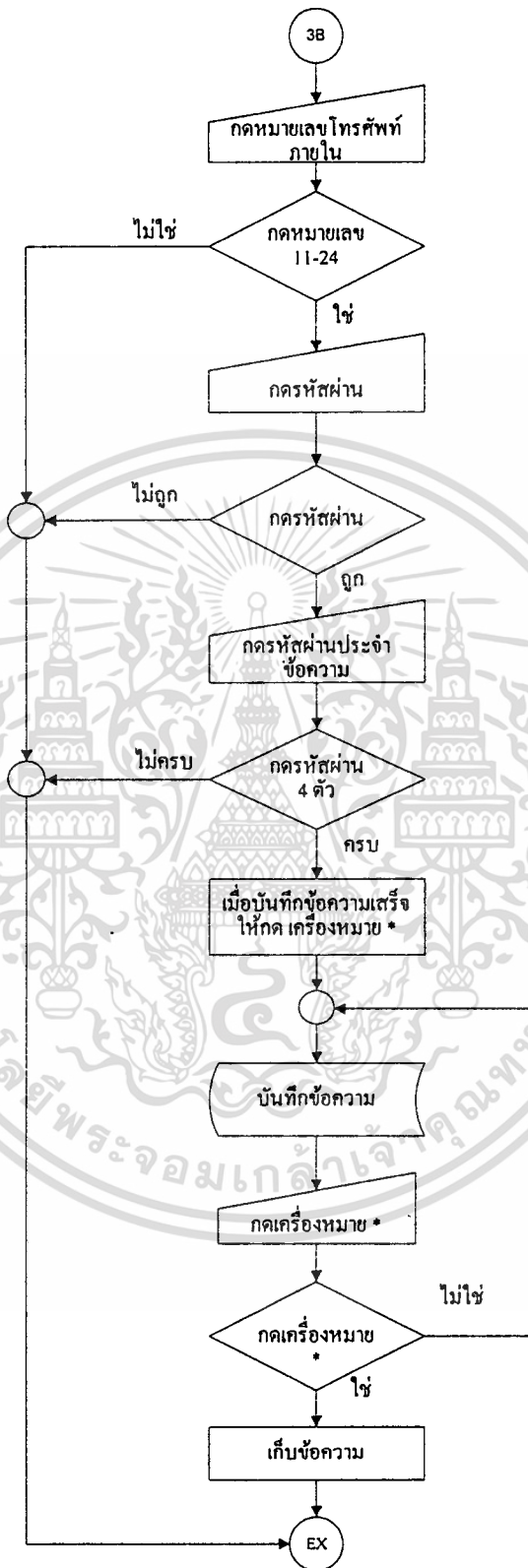
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 ผังการทำงานของเลขหมายภายใน

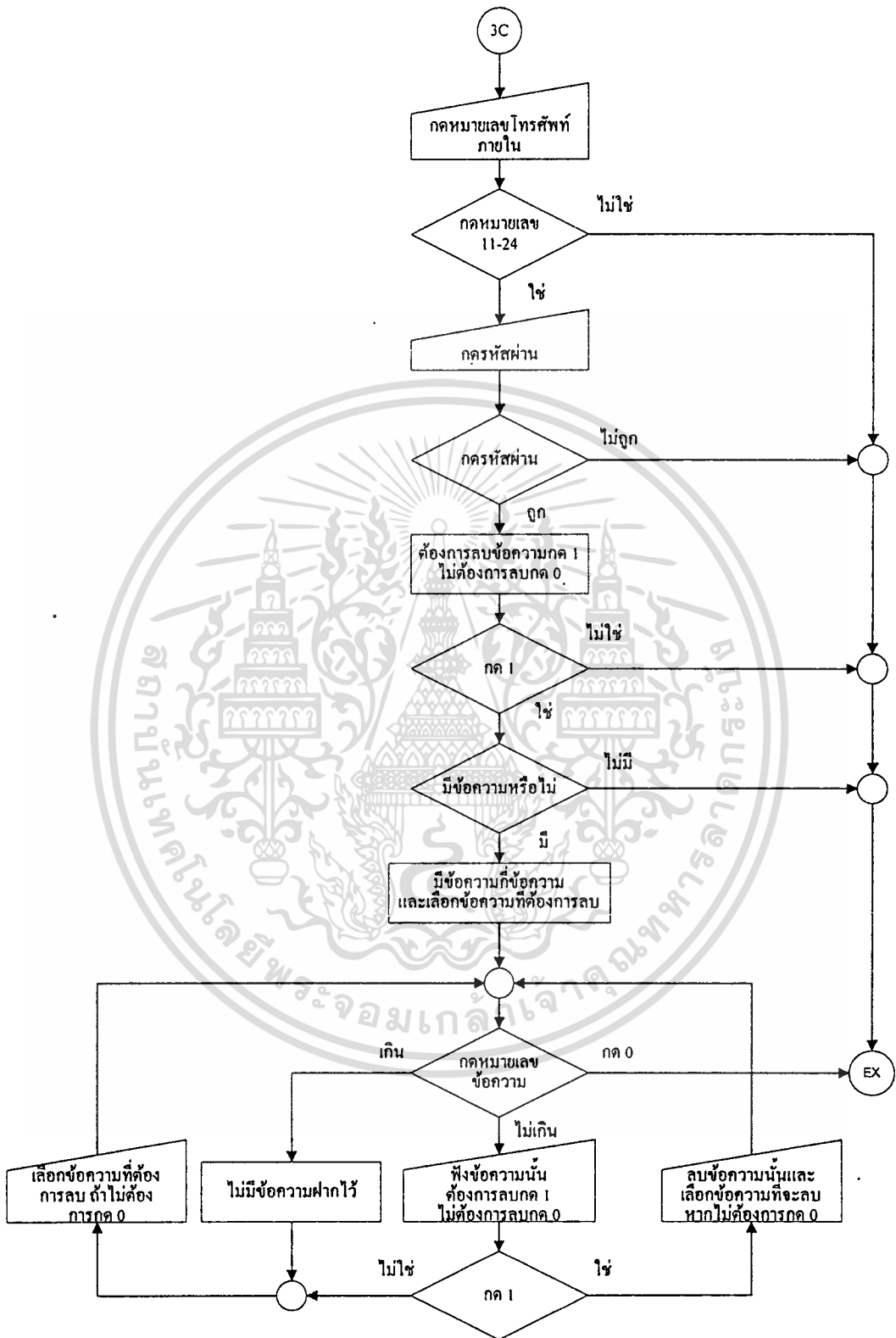


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูลนี้ให้ผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

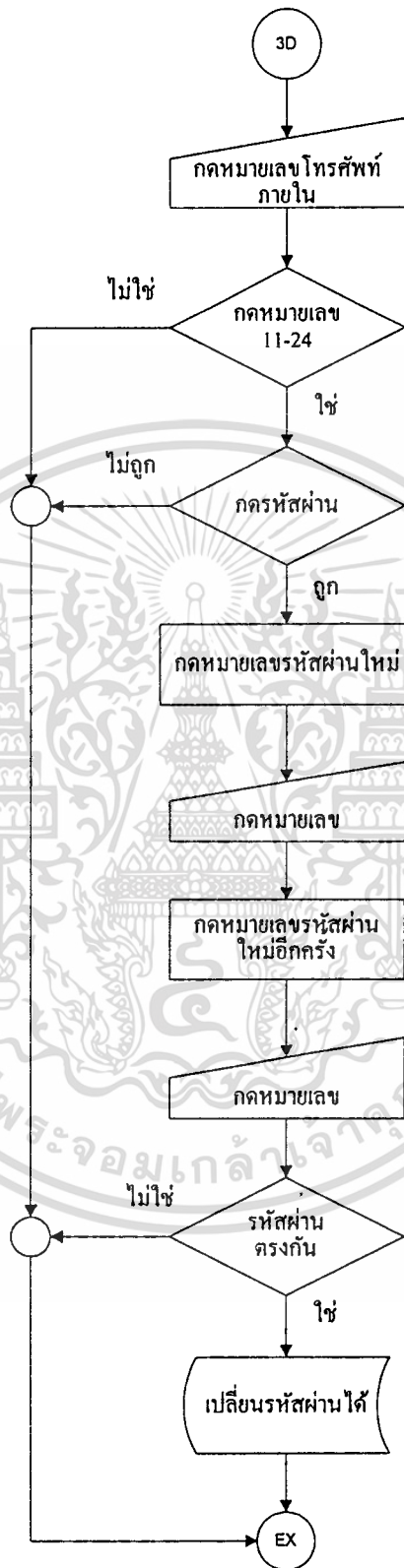
รูปที่ 9 ผังการทำงานรับฟังข้อความ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารนี้ออกไปและต้องขจัดเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 11 ผังการทำงานลบข้อความ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้รูปที่ 12 ผังการทำงานเปลี่ยนรหัสผ่าน เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติบนคอมพิวเตอร์

```

(*****
* PROGRAM NAME : AUTOTELS.PAS
*
* COMPILER      : Borland Turbo Pascal version 6 or later
*
* PROGRAMMER    : MR.PIYA      SUPAVARASUWAT
*                  MR.PHARUNG   KHAODEE
*                  MR.EAKASIN   NILAKAN
*                  MR.NARONG    TUNJINSUI
*****)

/**** PORT 280H-283H ****/
* CONTROL PORT      ==> $98 (A&CU INPUT), (B&CL OUTPUT)
* CHK DTMF           ==> PA0-PA4 (INPUT)
* CHK RINGING        ==> PC4-PC7 (INPUT)
* CHK BUSY&RINGBACK ==> PA7 (INPUT)
* DIAL NUMBER        ==> PB0-PB4 (OUTPUT)
* ON OFF HOOK         ==> PB7-PB6 (OUTPUT)
* ON OFF MICTEL       ==> PC0-PC1 (OUTPUT)
* ON OFF RG&RBK       ==> PC2-PC3 (OUTPUT)
*****)

{$M 4000,0,0}
Uses
  Dos,Crt;
{$I DRVRFUNC.INC}
{$I DRIVER.INC}

Var
  aaa,bbb,ccc      : string;
  diff,aa          : integer;
  b                : array [1..20] of string;
  a,n,nf           : integer;
  y,m,d,dow        : Word;
  error            : integer;
  counter3         : longint;
  select           : char;
  rback,dial_rback_busy : integer;
  choice,choice1,choice2,choice3 : integer;
  numdtmf,counter,counter1,counter2 : integer;
  notel,testword,password : integer;
  nofile,nomess,test_ring,tel,number : integer;
  num,telin,no_mess,num_mess,teldial : string;
  pword,pword1,pword2,telfile1,telfile2 : string;
  pword_mess,nametel : string;
  chkmessyn,no_mess1 : integer;

(*****)

Procedure Playsound(names:string);
Const
  VOC_DSK_DRIVER = $02;
Var
  Command      : char;
  UserQuit     : boolean;
  RetValue     : simerr;
  FileNames    : string;
  Dtmf,Dtmfln  : integer;
  FileHandle   : integer;
Begin
  SIMint := FindDvr('SBSIM', $0103);
  if SIMint = 0
  then begin
    writeln('SBSIM driver not loaded!');
    hookoff;
    halt;
    end;

  if (GetDrvr and VOC_DSK_DRIVER) <> VOC_DSK_DRIVER
  then begin
    writeln('CTVDSK.DRV not loaded!');
    hookoff;

```

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ หากท่านไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม กรุณาแจ้งให้ทราบก่อนการนำเอกสารฉบับนี้ไปใช้

```

halt;
end;

FileNames:='c:\autotels\'+'names+'.voc';
RetVal := StartSnd(DskVoice, AsciiZ(FileNames), false, 0);
if RetVal <> SIMerr_NoErr
then begin
    writeln('ERROR CALLING SBSIM: ', errorMsg[RetVal]);
    hookoff;
    halt;
end;
RetVal := PlaySnd(DskVoice);
if RetVal <> SIMerr_NoErr
then begin
    writeln('ERROR CALLING SBSIM: ', errorMsg[RetVal]);
    hookoff;
    halt;
end;
UserQuit := false;
Repeat
    Repeat
        dtmf := port[pa] and $1f;
        until (dtmf in [$10..$1f]) or (GetSndStat(DskVoice) = 0);
        dtmf := dtmf;
        dtmf := dtmf and $0f;
        case dtmf of
            1 : UserQuit := true;
            2 : UserQuit := true;
            3 : UserQuit := true;
            4 : UserQuit := true;
            5 : UserQuit := true;
            6 : UserQuit := true;
            7 : UserQuit := true;
            8 : UserQuit := true;
            9 : UserQuit := true;
            10 : UserQuit := true;
            11 : UserQuit := true;
            12 : UserQuit := true;
        end;
        until (dtmf in [1..10]) or (GetSndStat(DskVoice) = 0);
    UserQuit := true;
    if (GetSndStat(DskVoice) <> 0) and (UserQuit = true)
    then StopSnd(DskVoice);
end;

Procedure TextCenter(text:string);
var
    st : string;
    x : integer;
begin
    clrscr;
    cursoroff;
    st := text;
    x:=17-(Length(st) div 2);
    window(24,10,57,14);
    textbackground(0);
    clrscr;
    window(22,9,55,13);
    textbackground(11);
    clrscr;
    textcolor(WHITE);
    gotoxy(x,3);write(st);
    cursoroff;
end;

Function Chkringing:integer;
var
    num_chkr,chk, number : integer;
    inputkey : char;
begin
    hookoff;
    spon;
    chkringing_on;
    inputkey:=^;
    textcenter('CHECK RINGING ');
    assign(fi,'c:\autotels\ringing.dat');
    {$I-}
    reset(fi);
    {$I+}
    if ioresult=0 then
    begin
        read(fi,num_chkr);
        close(fi);
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    end
  else
    begin
      assign(fi,'c:\autotels\ringing.dat');
      rewrite(fi);
      number := 3;
      write(fi,number);
      close(fi);
      num_chkr:=number;
    end;
  chkr:=0;
  repeat
    if (keypressed) then inputkey := readkey;
    chkr := port[pc] and $f0; {Pc4-Pc7}
    chkr := chkr shr 4;
    until (chkr = num_chkr) or (inputkey=#68);
    if (inputkey = #68) then
      chkringing:=99
    else
      begin
        chkringing:=1;
        hookon;
        textcenter(' OPERATING ');
      end;
    end;
  end;

```

```

Function Chkringback:integer;
var
  num_rbk,chkrbk,number : integer;
begin
  chkringback_on;
  assign(fi,'c:\autotels\Ringback.dat');
  {$I-}
  reset(fi);
  {$I+}
  if ioresult = 0 then {have file}
    begin
      read(fi,num_rbk);
      close(fi);
    end
  else
    begin
      assign(fi,'c:\autotels\ringback.dat');
      rewrite(fi);
      number := 3;
      write(fi,number);
      close(fi);
      num_rbk:=number;
    end;
  chkrbk:=0;
  repeat
    chkrbk := port[pc] AND $f0; {Pc4-Pc7}
    chkrbk := chkrbk shr 4;
    until (chkrbk = num_rbk) or (chkrbk = 0);
    if chkrbk = num_rbk then
      begin
        chkringback:=0 ;
        textcenter('*** NO MAN ***');
        hookoff;delay(200);hookon;delay(200);
      end
    else if chkrbk = 0 then
      begin
        textcenter('*** HAVE MAN ***');
        chkringback:=1;
        hookoff;
      end;
    end;
  end;

```

```

Function Chkbusy:integer;
Var
  j,t1,busy1 : integer;
Begin

```

```

  textcolor(15);

```

```

  busy1 := 0;

```

```

  delay(1300);

```

```

  for j := 1 to 40 do

```

```

  begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        busy1 := port[pa] and $80;
        busy1 := busy1 shr 7;
        delay(100);
        t1 := t1+busy1;
    end;
    chkbussy := t1;
end;

Procedure Dialdtmf(boy:string);
var
    dtmfddial,ndtmf      : integer;
begin
    dtmfddial:=0; ndtmf := 1;
    repeat
        case boy[ndtmf] of
            '1' : dtmfddial := $10;           '2' : dtmfddial := $11;
            '3' : dtmfddial := $12;           '4' : dtmfddial := $14;
            '5' : dtmfddial := $15;           '6' : dtmfddial := $16;
            '7' : dtmfddial := $18;           '8' : dtmfddial := $19;
            '9' : dtmfddial := $1A;           '0' : dtmfddial := $1D;
            '*' : dtmfddial := $1C;           '#' : dtmfddial := $1E;
            'A' : dtmfddial := $13;           'B' : dtmfddial := $17;
            'C' : dtmfddial := $1B;           'D' : dtmfddial := $1F;
        end;
        port[pb] := dtmfddial;
        delay(500);
        port[pb] := dtmfddial and $8f; {hook on & clear key}
        delay(500);
        inc(ndtmf);
    until (boy[ndtmf]='#');
end;

Procedure Recorder_message(name_tel:string);
var
    nn      : integer;
    quit     : boolean;
    nfile    : string;
begin
    textcenter('RECORD MESSAGE');
    quit := false;
    nn := 1;
    str(nn,nfile);
    filename:='c:\autotels\telephone\' + name_tel + '\receive\' + name_tel;
    repeat
        assign(file_var,filename+nfile+'.voc');
        {$I-}
        reset(file_var);
        {$I+}
        if ioresult = 0 then
            begin
                inc(nn);          str(nn,nfile);
                close(file_var);
            end
        else
            quit := true;
        until quit = true;
        playsound('sound\record');
        cursoroff;
        exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:225 /li:225 /vo:200 /q');
        cursoroff;
        playsound('sound\srec');
        cursoroff;
        micon;
        cursoroff;
        exec('c:\autotels\record.exe',filename+nfile+'.voc /a:line /r:16 /q ');
        cursoroff;
        exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:150 /li:130 /vo:130 /q');
        cursoroff;
        spon;
    end;

    Procedure save_message(tel,word:string);
    var
        filesave : string;
    begin
        textcenter('SAVE MESSAGE');
        filesave:='c:\autotels\telephone\' + tel + '\tranfer\' + word + '.voc';

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

assign(file_var,filesave);
{$I-}
  reset(file_var);
{$I+}
if ioresult = 0 then
  begin
    close(file_var);
    erase(file_var);
  end;
  playsound('sound\record');
  cursoroff;
  exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:225 /li:225 /vo:200 /q');
  cursoroff;
  playsound('sound\srec');
  cursoroff;
  micon;
  cursoroff;
  exec('c:\autotels\record.exe',filesave+' /a:line /r:16 /q');
  cursoroff;
  exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:150 /li:130 /vo:130 /q');
  cursoroff;
  spon;
end;

```

```

Function DtmfMenu(TimeDelay:integer):integer;
var
  dtmf,dtmf,keep_dtmf,poykey : integer;
  timer,TotalTimeDelay      : integer;
begin
  dtmf := 0;
  keep_dtmf:= 0;
  poykey := 0;
  timer:=0;
  textcolor(3);
  cursoroff;
  TotalTimeDelay := TimeDelay*1000;
  repeat
    dtmf := port[p] and $1f;
    inc(timer);
    gotoxy(1,1);write(timer:2);
  until (dtmf in [$10..$1f]) or (timer = TotalTimeDelay);
  if timer < TotalTimeDelay then
    begin
      keep_dtmf := dtmf;
      poykey := dtmf;
      poykey := poykey and $1f;
      keep_dtmf := keep_dtmf and $0f;
      case keep_dtmf of
        1 : dtmf := 1;      2 : dtmf := 2;
        3 : dtmf := 3;      4 : dtmf := 4;
        5 : dtmf := 5;      6 : dtmf := 6;
        7 : dtmf := 7;      8 : dtmf := 8;
        9 : dtmf := 9;     10 : dtmf := 0;
       11 : dtmf := 11;     12 : dtmf := 12;
       13 : dtmf := 13;     14 : dtmf := 14;
       15 : dtmf := 15;     16 : dtmf := 16;
      end;
    end;
    repeat
      dtmf := port[p] and $1f;
    until (poykey <> dtmf);
    timer := 0;
    dtmfmenu:=dtmf;
  end
  else
    dtmfmenu:=99;
end;

```

```

Function findfile(tel:string):integer;
var
  no_file :integer;
  pathfile,numfile : string;
begin
  no_file := 0;
  pathfile := 'c:\autotels\telephone\' + tel + '\receive\' + tel + '.voc';
  findfirst(pathfile,anyfile,dirinfo);
  with dirinfo do
    while doserror = 0 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ โดยผู้เผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตามโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    inc(no_file);
    findnext(dirinfo);
end;
findfile := no_file;
str(no_file,numfile);
if no_file = 0 then
    playsound('sound\nomess')
else
    playsound('sound\' + numfile);
end;

Procedure findfile1;
var
    no_file1,intel      : integer;
    pathfile1,tell      : string;
    file_var1,file_var2 : file;
begin
    for intel := 11 to 24 do
    begin
        no_file1:=0;
        str(intel,tell);
        pathfile1 := 'c:\autotels\telephone\' + tell + '\receive\' + tell + '*.voc';
        findfirst(pathfile1,anyfile,dirinfo);
        with dirinfo do
            while doserror = 0 do
            begin
                inc(no_file1);
                ccc := 'c:\autotels\telephone\' + tell + '\receive\' + dirinfo.name;
                a:=pos('.',dirinfo.name);
                b[no_file1]:=copy(dirinfo.name,3,a-3);
                val(b[no_file1],nf,error);
                diff:= (nf-no_file1) ;
                if diff <> 0 then
                begin
                    str(no_file1,aaa);
                    bbb:='c:\autotels\telephone\' + tell + '\receive\' + tell + aaa + '.voc';
                    assign(file_var1,ccc);
                    assign(file_var2,bbb);
                    {$I-}
                    reset(file_var2);
                    {$I+}
                    if ioresult <> 0 then
                        Rename(file_var1,bbb)
                    else
                        close(file_var2);
                end;
                findnext(dirinfo);
            end;
        end;
    end;
end;

Function findfile2(tel:string):integer;
var
    no_file2 :integer;
begin
    no_file2:=0;
    path := 'c:\autotels\telephone\' + tel + '\transfer\' + '*.voc';
    findfirst(path,anyfile,dirinfo);
    with dirinfo do
        while doserror = 0 do
        begin
            inc(no_file2);
            findnext(dirinfo);
        end;
        findfile2 := no_file2;
    end;
end;

Procedure Listen_message(number_telephone,number_message:string);
var
    messfile,name : string;
begin
    messfile:='telephone\' + number_telephone + '\receive\' + number_telephone + number_message;
    name := 'c:\autotels\' + messfile + '.voc';
    assign(file_var,name);
    {$I-}
    reset(file_var);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{$I+}
if ioresult=0 then
begin
close(file_var);
cursoroff;
exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:225 /li:225 /vo:200 /q');
cursoroff;
playsound(messfile);
cursoroff;
exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:170 /li:130 /vo:130 /q');
cursoroff;
end
else
playsound('sound\nomess');
end;
Procedure Listentranfer(number_telephone,pwordname:string);
var
messfile1 : string;
begin
messfile1:='telephone\' + number_telephone + '\transfer\' + pwordname;
cursoroff;
exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:225 /li:225 /vo:200 /q');
cursoroff;
playsound(messfile1);
cursoroff;
exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:170 /li:130 /vo:130 /q');
cursoroff;
end;

Function Chkpassword(tel,pd:string):integer;
var
word1,word2,number,notelpd : integer;
tel_file : string;
begin
val(tel,notelpd,error);
val(pd,word2,error);
tel_file := '';
tel_file := 'c:\autotels\telephone\' + tel + '\receive\' + tel + '.dat';
assign(fi,tel_file);
{$I-}
reset(fi);
{$I+}
if ioresult=0 then {have file}
begin
read(fi,word1);
close(fi);
end
else
begin
assign(fi,tel_file);
rewrite(fi);
case notelpd of
11 : number := 1111; 12 : number := 1212;
13 : number := 1313; 14 : number := 1414;
15 : number := 1515; 16 : number := 1616;
17 : number := 1717; 18 : number := 1818;
19 : number := 1919; 20 : number := 2020;
21 : number := 2121; 22 : number := 2222;
23 : number := 2323; 24 : number := 2424;
end;
write(fi,number);
close(fi);
word1 := number;
end;
if word1=word2 then
chkpassword := 1
else
chkpassword := 0;
end;

Function Chkpasswordmessage(tel,pd:string):integer;
var
tel_file : string;
begin
tel_file := '';
tel_file := 'c:\autotels\telephone\' + tel + '\transfer\' + pd + '.voc';

```

```

assign(file_var,tel_file);
{$I-}
reset(file_var);
{$I+}
if ioresult=0 then
  chkpasswordmessage := 1
else
  chkpasswordmessage := 0;
end;

```

```

Function Passwordtel_in:string;
var
  numdtmf1,i      : integer;
  dtmfstr,dtmfstr : string;
begin
  dtmfstr := '';
  for i := 1 to 4 do
    begin
      numdtmf1:=0;
      numdtmf1:=dtmfmenu(5);
      str(numdtmf1,dtmfstr);
      dtmfstr:=dtmfstr+dtmfstr;
    end;
    passwordtel_in := dtmfstr;
  end;

```

```

Procedure Setnum_Ringing1;
var
  ringing : integer;
begin
  textcenter('NUMBER OF RINGING <2..15> : ');
  repeat
    readln(ringing);
  until ringing in [2..15];
  assign(fi,'c:\autotels\ringing.dat');
  rewrite(fi);
  write(fi,ringing);
  close(fi);
  window(15,21,50,23);
  textbackground(4);
  clrscr;
end;

```

```

Procedure Setnum_Ringback1;
var
  ringback : integer;
begin
  textcenter('NUMBER OF RINGBACK <2..15> : ');
  repeat
    readln(ringback);
  until ringback in [2..15];
  assign(fi,'c:\autotels\ringback.dat');
  rewrite(fi);
  write(fi,ringback);
  close(fi);
  window(22,9,55,13);
  textbackground(4);
  clrscr;
end;

```

```

Procedure Setpassword1;
var
  i,dee,pwd      : integer;
  pdin,ch1,ch2,ch4 : char;
  old_password,new_password : string;
  ch3,Retry_password,tel_file : string;
  boy : integer;
begin
  repeat
    ch3 := '';
    new_password := '';
    window(24,10,57,14);
    textbackground(0);
    clrscr;
    window(22,9,55,13);
    textbackground(11);
    clrscr;

```

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย

```

pdin := readkey;
retry_password:= Retry_password+pdin;
write(' ');
end;

```

```

Procedure Deletelisten(numtel,nummess:String);
var
    pathname : string;
begin
    if numtel < 0 then
        numtel := 0;
    if nummess < 0 then
        nummess := 0;
    if numtel > 0 and nummess > 0 then
        delete(pathname, numtel, nummess);
    else
        delete(pathname);
    end;
end;

```

```

pathname:='c:\autotels\telephone\' + numtel + '\Receive\' + numtel + nummess + '.voc';
assign(file_var, Pathname);
{$I-}
  reset(file_var);
{$I+}
if ioresult = 0 then
  begin
    close(file_var);
    erase(file_var);
  end;
end;

Procedure Operator;
begin
  findfile1;
  Port[Pcon] := $98; {PORT A,C =>INPUT}
  hookoff;
  clrscr;
  spon;
  chkringing_on;
  delay(1000);
  repeat
    counter:=0;
    test_ring:=chkringing;
    if test_ring = 1 then
      begin
        repeat
          playsound('sound\start');
          choice:=dtmfmenu(10);
          case choice of
            0 : Begin
              telin := '';
              playsound('sound\number');
              numdtmf:=dtmfmenu(10);
              if numdtmf = 1 then
                begin
                  numdtmf:=dtmfmenu(10);
                  if numdtmf in [1..9] then
                    begin
                      str(numdtmf,num);
                      telin:='1'+num;
                    end;
                  end
                else
                  if numdtmf = 2 then
                    begin
                      numdtmf:=dtmfmenu(10);
                      if numdtmf in [0..4] then
                        begin
                          str(numdtmf,num);
                          telin:='2'+num;
                        end;
                      end;
                    end;
                  val(telin,tel,error);
                  if tel in [11..24] then
                    begin
                      nametel := 'TRANSFER TELEPHONE '+telin;
                      textcenter(nametel);
                      chkmessyn:=findfile2(telin);
                      teldial := telin+'#';
                      chkringback_on;delay(1000);
                      hookoff;delay(200);hookon;delay(200);
                      dialdtmf(teldial);
                      dial_rback_busy:=chkbusy;
                      if (dial_rback_busy <> 0) and (dial_rback_busy <> 40) then
                        begin
                          rback:=chkringback;
                          if (rback = 0) and (chkmessyn <> 0) then
                            begin
                              playsound('sound\noman1');
                              pword := passwordtel_in;
                              if (Length(pword) = 4) or (Length(pword) > 4) then
                                begin
                                  writeln(telin);
                                  testpword := chkpasswordmessage(telin,pword);
                                  if testpword = 0 then
                                    begin
                                      begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข และต้องอยู่ภายใต้การดูแลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        playsound('sound\nomessyn');
        numdtmf := dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
            begin
                Recorder_message(telin);
            end;
        end
    else
        begin
            listentransfer(telin,pword);
            playsound('sound\recmess');
            numdtmf:=dtmfmenu(10);
            if numdtmf = 1 then
                begin
                    Recorder_message(telin);
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
if (rback = 0) and (chkmessyn = 0) then
    begin
        playsound('sound\noman');
        numdtmf := dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
            begin
                Recorder_message(telin);
            end;
        end;
    end
else
    begin
        hookoff;delay(200);hookon;delay(200);
        if (chkmessyn <> 0) then
            begin
                playsound('sound\noman2');
                pword := passwordtel_in;
                if (Length(pword) = 4) or (Length(pword) > 4) then
                    begin
                        writeln(telin);
                        testpword := chkpasswordmessage(telin,pword);
                        if testpword = 0 then
                            begin
                                playsound('sound\nomessyn');
                                numdtmf := dtmfmenu(10);
                                if numdtmf = 1 then
                                    begin
                                        Recorder_message(telin);
                                    end;
                                end
                            end
                        else
                            begin
                                listentransfer(telin,pword);
                                playsound('sound\recmess');
                                numdtmf:=dtmfmenu(10);
                                if numdtmf = 1 then
                                    begin
                                        Recorder_message(telin);
                                    end;
                                end;
                            end;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
if (chkmessyn = 0) then
    begin
        playsound('sound\busy');
        numdtmf := dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
            begin
                Recorder_message(telin);
            end;
        end;
    end;
end;
End; { end case 0}
1 : Begin
    telin := '';
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf in [1..9] then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

else
begin
    listentransfer(telin,pword);
    playsound('sound\recmess');
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf = 1 then
    begin
        Recorder_message(telin);
    end;
end;
end;
end;
if (chkmessyn = 0) then
begin
    playsound('sound\busy');
    numdtmf := dtmfmenu(10);
    if numdtmf = 1 then
    begin
        Recorder_message(telin);
    end;
end;
end;
End; {end case 1}
2 : Begin
    telin := '';
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf in [0..4] then
    begin
        str(numdtmf,num);
        telin:='2'+num;
    end;
    val(telin,tel,error);
    if tel in [20..24] then
    begin
        nametel := 'TRANSFER TELEPHONE '+telin;
        textcenter(nametel);
        chkmessyn:=findfile2(telin);
        teldial := telin+'#';
        chkringback_on;delay(1000);
        hookoff;delay(200);hookon;delay(200);
        dialdtmf(teldial);
        dial_rback_busy:=chkbusy;
        if (dial_rback_busy <> 0) and (dial_rback_busy <> 40) then
        begin
            rback:=chkringback;
            if (rback = 0) and (chkmessyn <> 0) then
            begin
                playsound('sound\noman1');
                pword := passwordtel_in;
                if (Length(pword) = 4) or (Length(pword) > 4) then
                begin
                    writeln(telin);
                    testpword := chkpasswordmessage(telin,pword);
                    if testpword = 0 then
                    begin
                        playsound('sound\nomessyn');
                        numdtmf := dtmfmenu(10);
                        if numdtmf = 1 then
                        begin
                            Recorder_message(telin);
                        end;
                    end
                end
            end
        end
    end;
    else
    begin
        listentransfer(telin,pword);
        playsound('sound\recmess');
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
        begin
            Recorder_message(telin);
        end;
    end;
end;
end;
if (rback = 0) and (chkmessyn = 0) then
begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    numdtmf:=dtmfmenu(10);อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
    if numdtmf in [0..4] then
        begin
            ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
        end
    end
end

```

```

        str(numdtmf,num);
        telin:='2'+num;
    end;
end;
val(telin,tel,error);
if tel in [11..24] then
begin
    playsound('sound\inputpwd');
    pword := passwordtel_in;
    if (Length(pword) = 4) then
    begin
        writeln(telin);
        testpword := chkpassword(telin,pword);
        if testpword = 0 then
        begin
            playsound('sound\notpword');
            pword := passwordtel_in;
            writeln(telin);
            testpword := chkpassword(telin,pword);
        end;
        if testpword = 1 then
        begin
            nofile:=findfile(telin);
            if nofile <> 0 then
            begin
                no_mess1 := 0;
                playsound('sound\numlist');
                repeat
                    choice2 := dtmfmenu(10);
                    if choice2 in [1..9] then
                    begin
                        no_mess:='';
                        str(choice2,num_mess);
                        no_mess:=num_mess;
                        choice3 := dtmfmenu(1);
                        if choice3 in [0..9] then
                        begin
                            str(choice3,num_mess);
                            no_mess:=no_mess+num_mess;
                        end;
                        val(no_mess,nomess,error);
                        if (nomess > nofile) or
                        (nomess=no_mess1) then
                            playsound('sound\nomess')
                        else
                        begin
                            listen message(telin,no_mess);
                            playsound('sound\delyn');
                            numdtmf := dtmfmenu(10);
                            if numdtmf = 1 then
                                begin
                                    deletelisten
                                    (nofile:=findfile(telin)
                                    end;
                                end;
                                playsound('sound\relisten');
                                end;
                                until (choice2=99) or (choice2=0);
                                end;
                                end;
                                end;
                                End;
2: Begin
    textcenter(' SAVE MESSAGE ');
    telin := '';
    playsound('sound\numberin');
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf = 1 then
    begin
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf in [1..9] then
        begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูลนี้ และต้องส่งคืนเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        str(numdtmf,num);
        telin:='1'+num;
    end;
end
else if numdtmf = 2 then
    begin
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf in [0..4] then
            begin
                str(numdtmf,num);
                telin:='2'+num;
            end;
        end;
    end;
val(telin,tel,error);
if tel in [11..24] then
    begin
        playsound('sound\inputpwd');
        pword := passwordtel_in;
        if (Length(pword) = 4) then
            begin
                writeln(telin);
                testpword := chkpassword(telin,pword);
                if testpword = 0 then
                    begin
                        playsound('sound\notpwd');
                        pword := passwordtel_in;
                        writeln(telin);
                        testpword := chkpassword(telin,pword);
                    end;
                if testpword = 1 then
                    begin
                        playsound('sound\inpwdmes');
                        pword_mess := passwordtel_in;
                        if (Length(pword_mess) = 4) then
                            begin
                                save_message(telin,pword_mess);
                            end;
                        end;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
End;
3: Begin
    textcenter(' DELETE MESSAGE ');
    telin := '';
    playsound('sound\numberin');
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf = 1 then
        begin
            numdtmf:=dtmfmenu(10);
            if numdtmf in [1..9] then
                begin
                    str(numdtmf,num);
                    telin:='1'+num;
                end;
            end;
        end
    else if numdtmf = 2 then
        begin
            numdtmf:=dtmfmenu(10);
            if numdtmf in [0..4] then
                begin
                    str(numdtmf,num);
                    telin:='2'+num;
                end;
            end;
        end;
    end;
val(telin,tel,error);
if tel in [11..24] then
    begin
        playsound('sound\inputpwd');
        pword := passwordtel_in;
        if (Length(pword) = 4) then
            begin
                writeln(telin);
                testpword := chkpassword(telin,pword);
                if testpword = 0 then
                    begin
                        playsound('sound\notpwd');
                        pword := passwordtel_in;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        writeln(telin);
        testpword := chkpassword(telin,pword);
    end;
    if testpword = 1 then
    begin
        Playsound('sound\delmess');
        numdtmf := dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
        begin
            nofile := findfile(telin);
            if nofile <> 0 then
            begin
                playsound('sound\numdel');
                repeat
                    choice2 := dtmfmenu(10);
                    writeln(choice2);
                    if choice2 in [1..9] then
                    begin
                        no_mess:='';
                        str(choice2,num_mess);
                        no_mess:=num_mess;
                        choice3 := dtmfmenu(1);
                        if choice3 in [0..9] then
                        begin
                            str(choice3,num_mess);
                            no_mess:=no_mess+num_mess;
                        end;
                        val(no_mess,nomess,error);
                        if nomess > nofile then
                            playsound('sound\nomess')
                        else
                            delete_message(telin,no_mess);
                            playsound('sound\redel');
                        end;
                        until (choice2=99) or (choice2=0);
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
End;
4: Begin
    textcenter(' SET PASSWORD ');
    telin := '';
    playsound('sound\numberin');
    numdtmf:=dtmfmenu(10);
    if numdtmf = 1 then
    begin
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf in [1..9] then
        begin
            str(numdtmf,num);
            telin:='1'+num;
        end;
    end
    else if numdtmf = 2 then
    begin
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf in [0..4] then
        begin
            str(numdtmf,num);
            telin:='2'+num;
        end;
    end;
    val(telin,tel,error);
    if tel in [11..24] then
    begin
        playsound('sound\inputpwd');
        pword := passwordtel_in;
        if (Length(pword) = 4) then
        begin
            writeln(telin);
            testpword := chkpassword(telin,pword);
            if testpword = 0 then
            begin
                playsound('sound\notpwd');
                pword:= passwordtel_in;
            end;
        end;
    end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        writeln(telin);
        testpword := chkpassword(telin,pword);
    end;
    if testpword = 1 then
    begin
        playsound('sound\changpwd');
        numdtmf:=dtmfmenu(10);
        if numdtmf = 1 then
        begin
            playsound('sound\newpwd');
            pword1 := passwordtel_in;
            playsound('sound\retrypwd');
            pword2 := passwordtel_in;
            if pword1 = pword2 then
            begin
                telfile1 := 'c:\autotels\telephone\' + telin;
                telfile2 := '\receive\' + telin + '.dat';
                Assign(fi,telfile1+telfile2);
                Rewrite(fi);
                Val(pword2,password,error);
                write(fi,password);
                Close(fi);
                playsound('sound\goodpwd')
            end
            else
                playsound('sound\nochgpwd');
            end;
        end;
    end;
    End
    else
        inc(counter1);
    End; {*** case 9 **** }
    until (numdtmf=99) or (counter1=2) or (choice1 in [1..4]);
end
else
    inc(counter);
end;
until (choice = 99) or (counter=2) or (choice in {0..2}) or (choice=9) ;
playsound('sound\thankyou');
hookoff;
del file;
findfile1;
end;
until test_ring=99;
hookoff;
end;

Begin
    hookoff;
    cursoroff;
    exec('c:\autotels\mixerset.exe','/ma:150 /vo:130 /li:130 /q ');
    exec('c:\autotels\sbsim.com','/q');
    writeln('Automatic Operator on PC Version 1.0 Copyright (c) 1995,96');
    delay(2000);
    clrscr;
    window(1,1,1,80);
    textbackground(7);
    clrscr;
    textcolor(0);
    gotoxy(1,1);write(' KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ');
    textbackground(1);
    textcolor(lightred);
    gotoxy(52,1);write(' TELECOMMUNICATION ENGINEER ');
    window(1,25,25,40);
    textbackground(7);
    textcolor(lightblue);
    gotoxy(1,25);write(' AUTOMATIC OPERATOR ON PC Version 1.0 ');
    window(40,25,25,60);
    textbackground(3);
    textcolor(14);
    GetDate(y,m,d,dow);
    gotoxy(40,25);write('การบ้าน',days[dow],',',',',ศึกษาเท่านั้น d:0,'/',m:0,'/',y:0,บชนัด');การคำ
    window(67,25,80,25);
    textbackground(7);
    textcolor(lightblue+blink);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันฯ

```

write('  OPERATING ');
menu;
counter3 := 0;
select := ' ';
repeat
  inc(counter3);
  if (keypressed) then
    begin
      select := readkey;
      if select = '1' then SETNUM_RINGING1;
      if select = '2' then SETNUM_RINGBACK1;
      if select = '3' then SETPASSWORD1;
      if select = '4' then OPERATOR;
      menu;
      counter3 := 0;
    end;
  if counter3 = 120000 then
    begin
      counter3 := 0;
      operator;
      menu;
    end;
until (select = '5') ;
window(1,1,80,25);
textbackground(0);
textcolor(15);
normvideo;
hookoff;
exec('c:\autotels\sbsim.com','/u');
clrscr;
End.

```

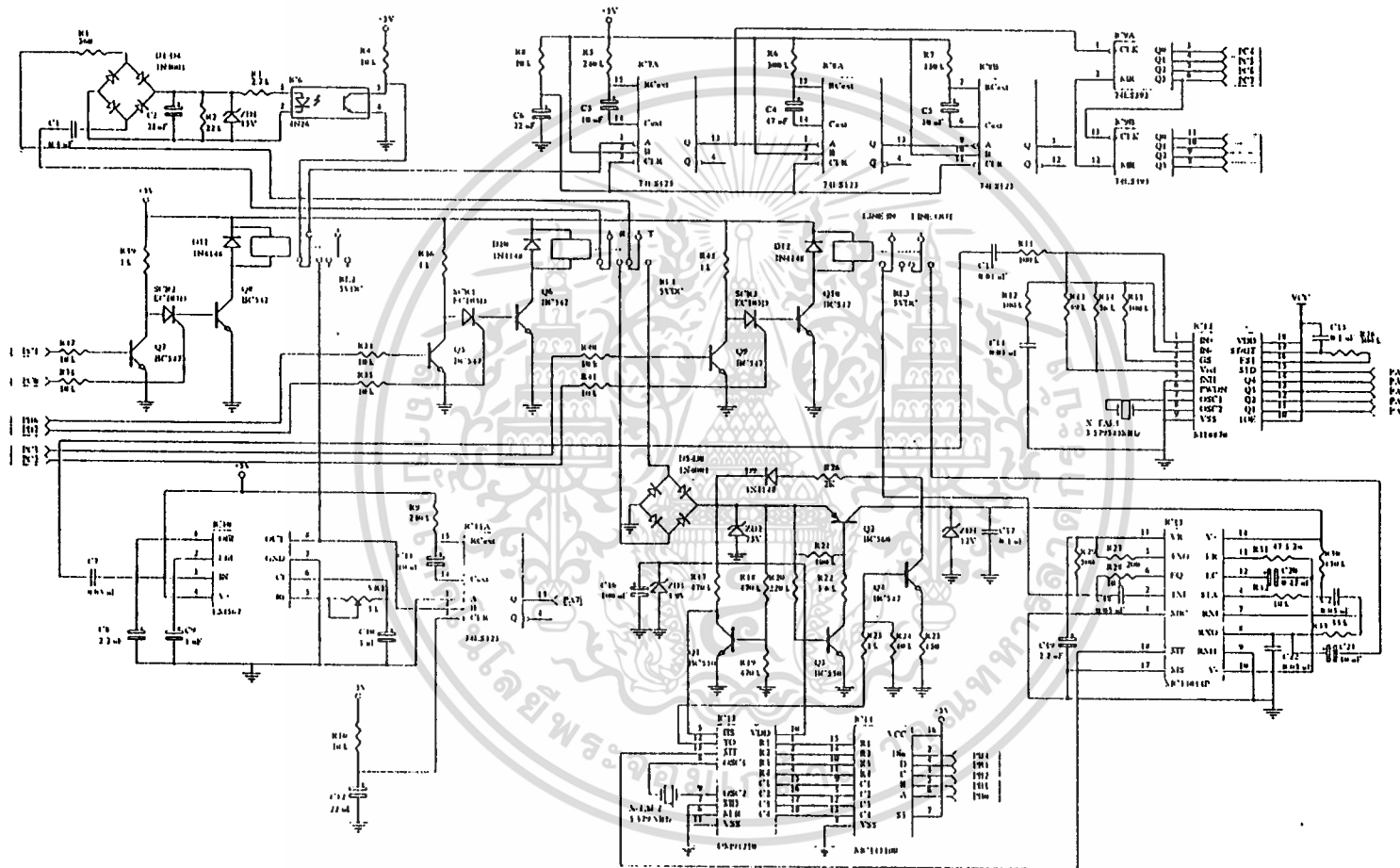
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

**วงจรและแผนวงจรพิมพ์ของชุดตอบรับและอินสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้
ไมโครคอมพิวเตอร์**

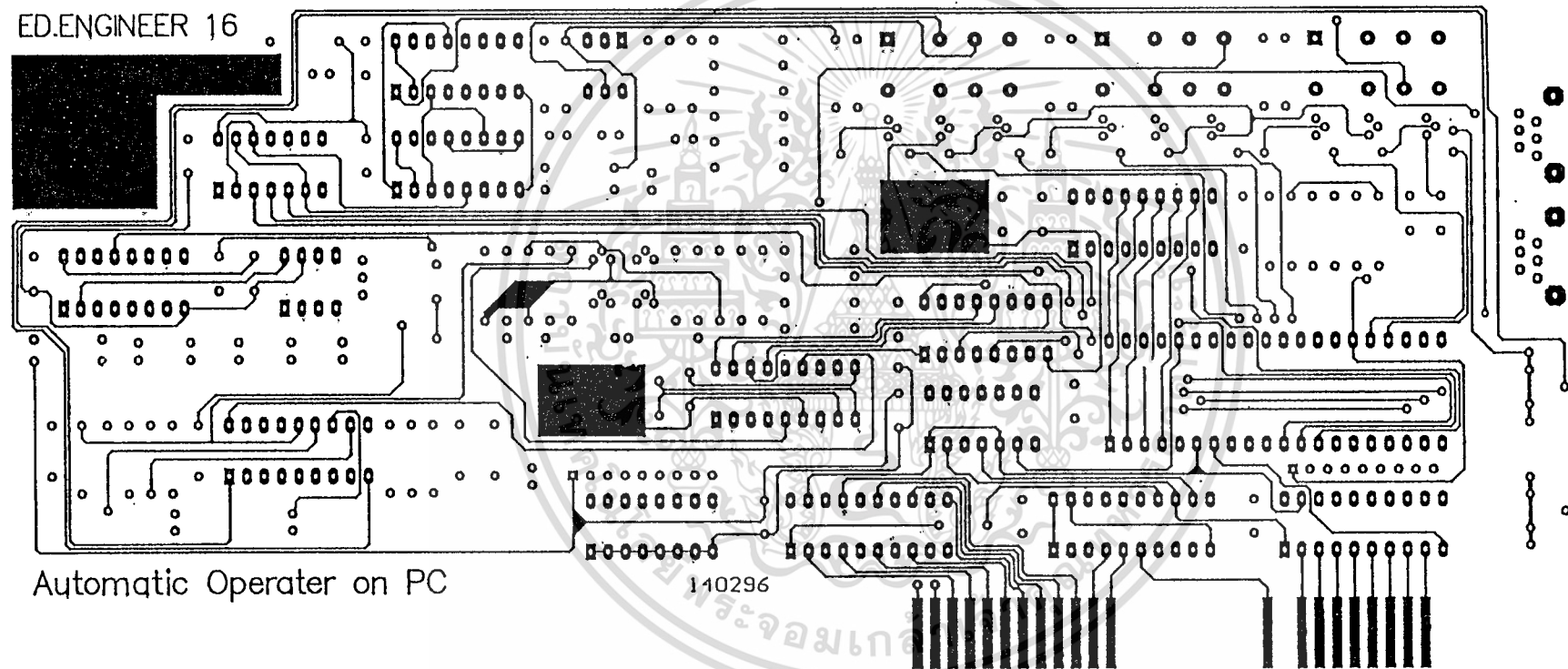
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





วงจรชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

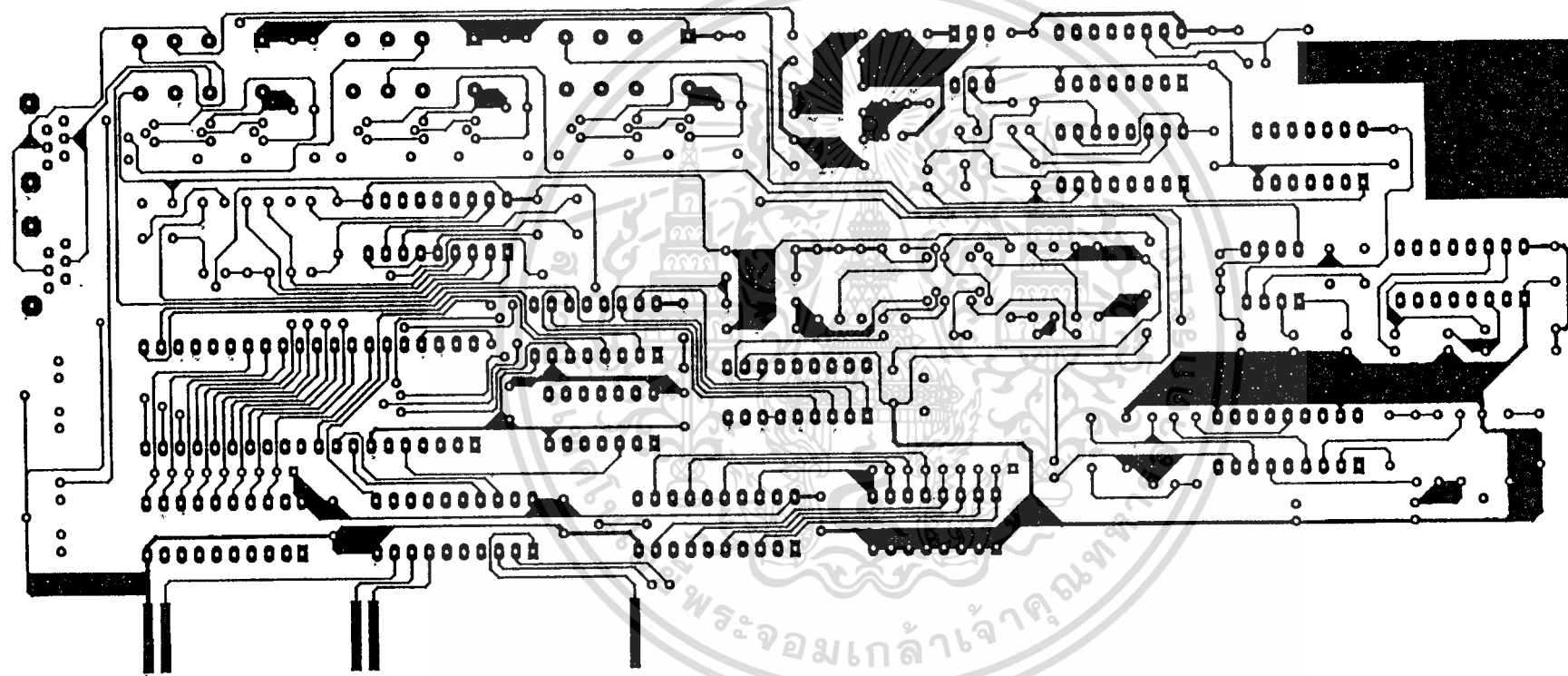
ED.ENGINEER 16



Automatic Operater on PC

140296

แผ่นวงจรพิมพ์ด้านบน



แผ่นวงจรพิมพ์ด้านต่าง



ภาคผนวก
รายการอุปกรณ์ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโคร-
คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรอินเทอร์เฟส

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
RP1,RP2	10 k Ω	2 ตัว
IC1,IC2	74LS245	2 ตัว
IC3	74LS688	1 ตัว
IC4	8255A	1 ตัว
IC5	74LS32	1 ตัว
DIP SW 16 ขา		1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1	560 Ω	1 ตัว
R2	22 k Ω	1 ตัว
R3	2.7 k Ω	1 ตัว
R4, R8	10 k Ω	2 ตัว
R5	240 k Ω	1 ตัว
R6	300 k Ω	1 ตัว
R7	150 k Ω	1 ตัว
C1 ชนิดไมลาร์	0.1 μ F	1 ตัว
C2, C6 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	22 μ F	2 ตัว
C3, C5 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	10 μ F	2 ตัว
C4 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	47 μ F	1 ตัว
D1, D2, D3, D4	1N4001	4 ตัว
ZD1	16 V	1 ตัว
IC6	4N26	1 ตัว
IC7, IC8	74LS123	2 ตัว
IC9	74LS393	1 ตัว
SOCKET 6 ขา		1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว
SOCKET 16 ขา		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีการดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่จัดทำขึ้นให้นำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสัญญาณโทน

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R9	240 kΩ	1 ตัว
R10	10 kΩ	1 ตัว
VR1	5 kΩ	1 ตัว
C7 ชนิดไมลาร์	0.05 uF	1 ตัว
C8 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	2.2 uF	1 ตัว
C9, C10, C11 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	1 uF	3 ตัว
C12 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	22 uF	1 ตัว
IC10	LM567	1 ตัว
IC11	74LS123	1 ตัว
SOCKET 8 ขา		1 ตัว
SOCKET 16 ขา		1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรถอดรหัสสัญญาณคู่ (DTMF)

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R11,R12,R15	100 kΩ	3 ตัว
R13	39 kΩ	1 ตัว
R14	56 kΩ	1 ตัว
R16	300 kΩ	1 ตัว
C13,C14 ชนิดไมลาร์	0.01 uF	2 ตัว
C15 ชนิดไมลาร์	0.1 uF	1 ตัว
X-TAL1	3.579545 MHz	1 ตัว
IC12	MT8870	1 ตัว
SOCKET 18 ขา		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรหมุนรหัสดีทีเอ็มเอฟ

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R17,R18,R19.	470 k Ω	3 ตัว
R20	220 k Ω	1 ตัว
R21	100 k Ω	1 ตัว
R22	5.6 k Ω	1 ตัว
R23	1 k Ω	1 ตัว
R24,R28,R32	10 k Ω	3 ตัว
R25,R30	150 k Ω	2 ตัว
R26	2 k Ω	1 ตัว
R27	200 k Ω	1 ตัว
R29	500 k Ω	1 ตัว
R31	47 Ω 1/2 W	1 ตัว
R33	33 k Ω	1 ตัว
C16 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	100 μ F	1 ตัว
C17 ชนิดไมลาร์	0.1 μ F	1 ตัว
C18,C21,C22 ชนิดไมลาร์	0.05 μ F	3 ตัว
C19 ชนิดไมลาร์	2.2 μ F	1 ตัว
C20 ชนิดไมลาร์	0.47 μ F	1 ตัว
C23 ชนิดอิเล็กโตรไลต์	10 μ F	1 ตัว
X-TAL2	3.579545 MHz	1 ตัว
Q1,Q3	BC550	2 ตัว
Q2	BC560	1 ตัว
Q4	BC547	1 ตัว
D5-D8	1N4001	4 ตัว
D9	1N4148	1 ตัว
ZD2	75 V	1 ตัว
ZD3	3.9V	1 ตัว
ZD4	12V	1 ตัว
IC13	UM91210C	1 ตัว
IC14	MC14100	1 ตัว
IC15	MC34014P	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องแจ้งเจ้าของเอกสารให้ทราบ

รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมรีเลย์

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R34,R35,R37,R38,R40,R41	10 k Ω	6 ตัว
R36,R39,R42	1 k Ω	3 ตัว
D1,D10,D12	1N4148	3 ตัว
Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10	BC547	6 ตัว
SCR1,SCR2,SCR3	EC103D	3 ตัว
RL1,RL2,RL3	5 VDC	3 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

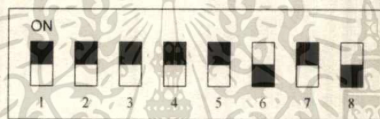
คู่มือการใช้ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ต้องการ

1. การ์ดเสียง รุ่น Sound Baster 16 bit
2. ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
3. คอมพิวเตอร์รุ่น 386SX-16 ขึ้นไป
4. ฮาร์ดดิสก์ 120 Mbyte ขึ้นไป

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ การปรับตำแหน่งดิฟฟิวลิตซ์

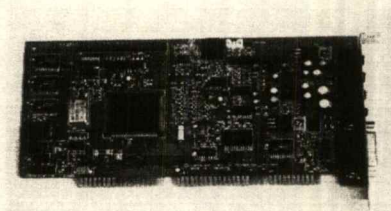


รูปที่ 1 การปรับตำแหน่งดิฟฟิวลิตซ์

การติดตั้งชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

การนำชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้งาน จะต้องมีการติดตั้งการ์ดชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์, การ์ดเสียง ลงบนสล็อตของคอมพิวเตอร์ และต่อโทรศัพท์เข้ากับชุดตอบรับและโอนสาย โทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

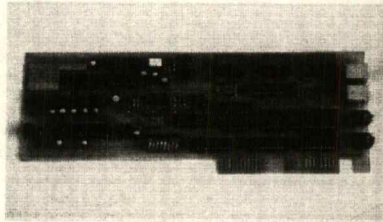
1. จัดเตรียมการ์ดเสียง รุ่น Sound Baster 16 bit



รูปที่ 2 การ์ดเสียง (Sound Card)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดเตรียมการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์



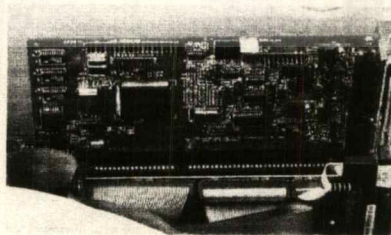
รูปที่ 3 การ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

3. สำรองที่ว่างสำหรับเสียบการ์ดเสียง และการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4 สล็อตที่จะเสียบการ์ด

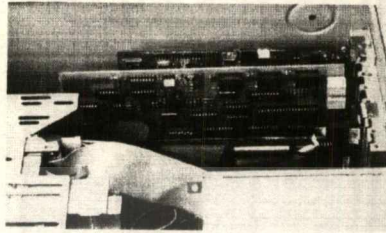
4. นำการ์ดเสียงที่จัดเตรียมไว้เสียบลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5 เสียบการ์ดเสียงลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่จัดเตรียมไว้เสียบลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์



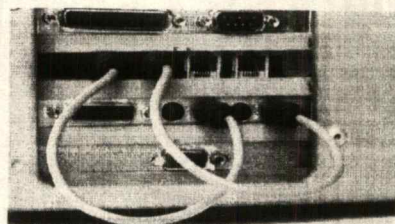
รูปที่ 6 เสียบการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์

6. หลังจากการติดตั้งการ์ดเสียงและการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติลงบนสล็อตคอมพิวเตอร์แล้ว ให้ต่อสายจาก LINE IN ของการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ไปยัง LINE OUT ของการ์ดเสียง



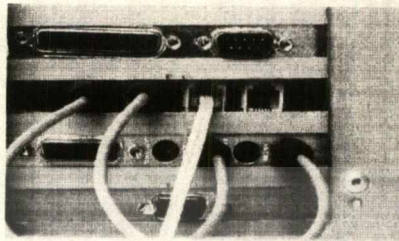
รูปที่ 7 การต่อสาย LINE IN

7. ต่อสายจาก LINE OUT ของการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติไปยัง LINE IN ของการ์ดเสียง



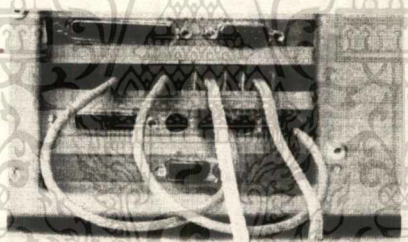
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ 8 การต่อสาย LINE OUT ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ต่อสายโทรศัพท์ของพนักงานสลับสายเข้ากับการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์
อัตโนมัติ



รูปที่ 9 การต่อสายโทรศัพท์ของพนักงานสลับสาย

9. ต่อสายโทรศัพท์จากชุมสายโทรศัพท์เข้ากับการ์ดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์
อัตโนมัติ



รูปที่ 10 การต่อสายโทรศัพท์จากชุมสายโทรศัพท์

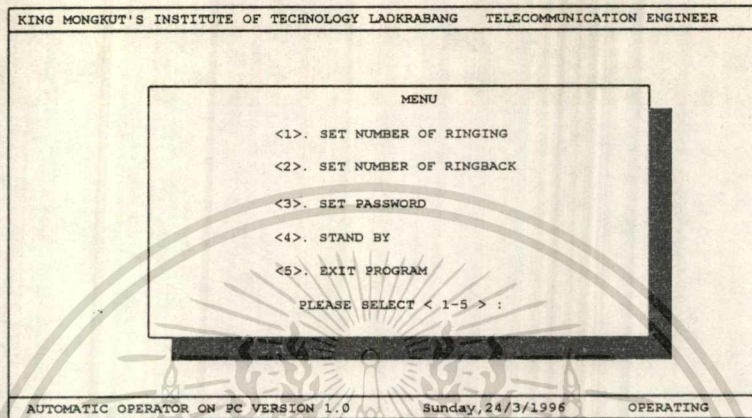
การติดตั้งซอฟต์แวร์ของการ์ดเสียง

1. ใส่แผ่นดิสก์ที่ 1 ในไดรฟ์ A
2. พิมพ์ AUTOTEL.BAT แล้วกดปุ่ม Enter
3. เมื่อเครื่องทำงานเสร็จจะแสดง A:\>
4. ใส่แผ่นดิสก์ที่ 2 ที่ไดรฟ์ A:> พิมพ์ SOUND1.BAT แล้วกดปุ่ม Enter เมื่อทำงานเสร็จ ใส่แผ่นดิสก์ที่ 3, 4 และ 5 พิมพ์ SOUND2, SOUND3, SOUND4 ตาม

ลำดับ เอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อติดตั้งเสร็จ พิมพ์ C: > กด Enter และพิมพ์ AUTOTELS กด Enter

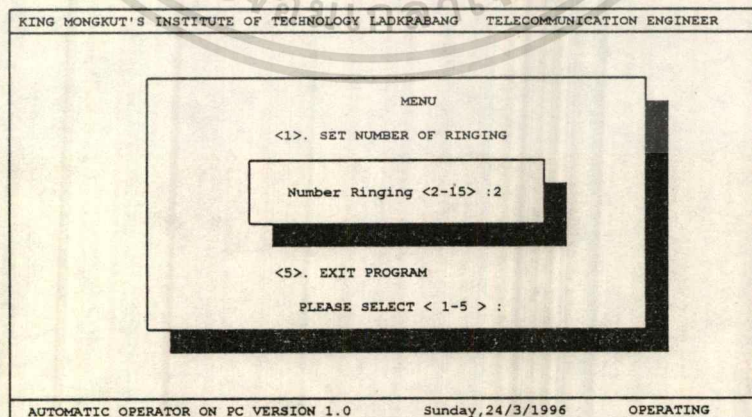
6. เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏเมนูรายการขึ้นมาเพื่อให้เลือก
ใช้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 11 รายการให้เลือก

เลือกรายการ ในเมนู โดยกดเลขที่ต้องการและกด ENTER ซึ่งรายละเอียดของแต่ละรายการมีดังนี้

รายการที่ 1 เป็นการตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง โดยสามารถตั้งได้ตั้งแต่ 2-15 ครั้ง และจากนั้นกด ENTER หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การตั้งจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่ 2 เป็นการตั้งค่าจำนวนสัญญาณตอบกลับ โดยสามารถตั้งได้ตั้งแต่ 2-15 ครั้ง และจากนั้นกด ENTER หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงดังรูปที่ 13

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER		
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Number Ringback <2-15> :2 <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :		
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996	OPERATING

รูปที่ 13 การตั้งสัญญาณตอบกลับ

รายการที่ 3 เป็นการตั้งรหัสผ่าน ให้ใส่เลขหมายโทรศัพท์ภายใน 11-24 และกด Enter หากใส่เลขหมายนอกเหนือจากนี้จะให้ทำการใส่เลขหมายโทรศัพท์ใหม่ หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงดังรูปที่ 14

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER		
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Please enter your number telephone: <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :		
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996	OPERATING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องยกย่องเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 14 การตั้งรหัสผ่าน

เมื่อใส่เลขหมายโทรศัพท์ถูก จะมีข้อความถามว่าต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านหรือไม่ดังรูปที่ 15

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	TELECOMMUNICATION ENGINEER
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Do you want to change password? YES or NO <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :	
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996 OPERATING

รูปที่ 15 การเปลี่ยนรหัสผ่าน

หากต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านให้กด Y หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 16 และหากไม่ต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านให้กดเลข 0 เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG	TELECOMMUNICATION ENGINEER
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Old password : <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :	
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996 OPERATING

รูปที่ 16 การใส่รหัสผ่านเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER	
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Password incorrect. <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :	
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996 OPERATING

รูปที่ 17 การเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ไม่สมบูรณ์

จากรูปที่ 16 จะให้ใส่รหัสผ่านเดิม หากใส่รหัสผ่านเดิมไม่ถูกต้องหน้าจอจะแสดง Password incorrect และกลับสู่เมนูหลัก ดังรูปที่ 17 และหากใส่รหัสผ่านเดิมถูกต้องหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 18 เพื่อให้ใส่รหัสผ่านใหม่

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER	
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING New password : <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :	
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday, 24/3/1996 OPERATING

รูปที่ 18 การใส่รหัสผ่านใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
จากนั้นจะให้ใส่รหัสผ่านอีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้อง หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 19

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER		
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Retry pasword : <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :		
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday,24/3/1996	OPERATING

รูปที่ 19 การใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง

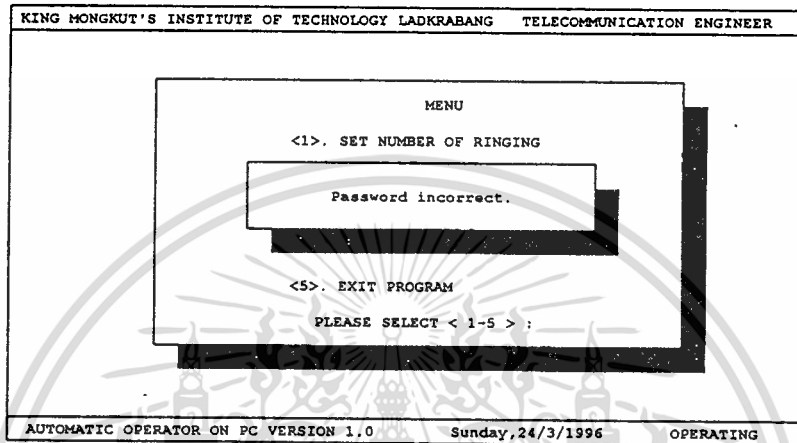
ถ้าหากใส่รหัสผ่านตรงกับครั้งแรก จะมีเสียงบีบ 1 ครั้ง และมีข้อความ Password was changed. ซึ่งหมายความว่า สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ได้แล้ว หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 20

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG TELECOMMUNICATION ENGINEER		
MENU <1>. SET NUMBER OF RINGING Password was changed. <5>. EXIT PROGRAM PLEASE SELECT < 1-5 > :		
AUTOMATIC OPERATOR ON PC VERSION 1.0	Sunday,24/3/1996	OPERATING

รูปที่ 20 เปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ได้

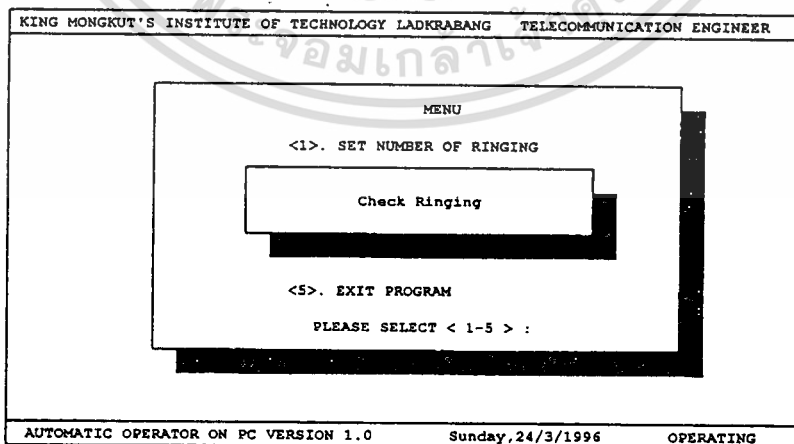
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากใส่รหัสผ่านไม่ตรงกับครั้งแรก จะมีเสียงบีบ 1 ครั้ง และมีข้อความ Password incorrect. ซึ่งหมายความว่า ไม่สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ได้ และจะออกไปสู่เมนูหลัก หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 รหัสผ่านไม่ถูกต้อง

รายการที่ 4 เป็นการเริ่มการทำงานของชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ หน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 22 พร้อมที่จะทำงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 22 เป็นช่วงเวลาที่โปรแกรมจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง และพร้อมที่จะทำงานได้ทันทีเมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง เข้ามา

รายการที่ 5 เป็นการออกจากเมนูหลัก โดยยืนยันการออกจากเมนูหลักหรือไม่

ขั้นตอนการใช้งานชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

1. ต่อชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และ RUN โปรแกรมการใช้งานชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
3. ทดลองยกหูโทรศัพท์ ฟังจะได้ยินเสียงสัญญาณ Dial Tone และจะได้ยินเสียงสัญญาณ Busy Tone ในเวลาต่อมา
4. เริ่มใช้งานได้ตามกรณีต่างๆ ดังนี้

1. การตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

- 1.1 หมุนเลขหมายมายังโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 1.2 รอฟังสัญญาณตอบกลับและข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 1.3 กดเลขหมายที่คุณต้องการติดต่อ ถ้าไม่ทราบให้กด 0 เพื่อฟังเลขหมายภายใน
- 1.4 รอการรับสายจากผู้ถูกเรียก
- 1.5 ถ้าสายไม่ว่างหรือไม่มีผู้รับสาย ให้กด 1 เพื่อฝากข้อความ และกด ๐ เพื่อออกจากโปรแกรม

2. การฝากข้อความอัตโนมัติ

- 2.1 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 2.2 กด 1 เพื่อฝากข้อความ และกด 0 ออกจากโปรแกรม
- 2.3 เริ่มบันทึกข้อความเมื่อได้ยินสัญญาณ
- 2.4 เมื่อฝากข้อความเสร็จแล้วให้กดเครื่องหมาย * ก่อนวางหูโทรศัพท์

3. การรับฟังข้อความที่มีผู้ฝากไว้

- 3.1 หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีเหตุจำเป็นโดยได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

- 3.3 ให้กดเลข 9 เพื่อเข้าระบบการทำงานภายใน
- 3.4 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 3.5 ให้กดเลข 1 เพื่อเปิดโปรแกรมการรับฟังข้อความ
- 3.6 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 3.7 ให้กดเลขหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ของคุณ
- 3.8 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 3.9 ใส่รหัสผ่านของคุณ
- 3.10 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 3.11 เมื่อรหัสผ่านไม่ถูกต้อง ให้ใส่รหัสผ่านอีกครั้ง ถ้ารหัสผ่านไม่ถูกอีก ชุดตอบรับจะออกจากโปรแกรม และทำการ ON HOOK SWITCH
- 3.12 ถ้ารหัสผ่านถูกต้อง จะมีข้อความบอกจำนวนข้อความที่ฝากไว้
- 3.13 ให้ใส่หมายเลขข้อความที่ต้องการฟัง
- 3.14 เมื่อฟังข้อความจบ ถ้าต้องการลบให้กด 1 และถ้าไม่ต้องการลบให้กด 0
- 3.15 ถ้าต้องการฟังข้อความอื่นอีกให้ใส่หมายเลขข้อความ ถ้าไม่ต้องการให้กด 0 เพื่อออกจากโปรแกรม

4. การบันทึกข้อความฝากไว้ให้ผู้โทรศัพท์เข้ามา

- 4.1 หมายเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.2 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.3 ให้กดเลข 9 เพื่อเข้าระบบการทำงานเฉพาะบุคคลภายใน
- 4.4 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.5 กดเลข 2 เพื่อเปิดโปรแกรมการบันทึกข้อความ
- 4.6 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.7 กดเลขหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ของคุณ
- 4.8 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.9 ใส่รหัสผ่านของคุณ
- 4.10 ถ้าหารหัสผ่านไม่ถูกต้อง ให้ใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้าหารหัสผ่านไม่ถูกอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ชุดตอบรับจะออกจากโปรแกรม และจะ ON HOOK SWITCH
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.11 ถ้าหากรหัสผ่านถูกต้อง จะให้ใส่รหัสผ่านข้อความ
- 4.12 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 4.13 เริ่มบันทึกข้อความเมื่อได้ยินสัญญาณ
- 4.14 เมื่อเสร็จสิ้นการบันทึกข้อความให้กดเครื่องหมาย * ก่อนวางหูโทรศัพท์

5. การลบข้อความที่ฝากไว้

5.1 หมุนเลขหมายโทรศัพท์ มายังเครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

5.2 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

5.3 กดเลข 9 เพื่อเข้าระบบการทำงานเฉพาะบุคคลภายใน

5.4 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

5.5 กดเลข 3 เพื่อเปิดโปรแกรมการลบข้อความ

5.6 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

5.7 กดเลขหมายเครื่องโทรศัพท์ของคุณ

5.8 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

5.9 ใส่รหัสผ่านของคุณ

5.10 ถ้าหากรหัสผ่านไม่ถูกต้อง ให้ใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้าหากรหัสไม่ถูกอีกชุดตอบรับจะออกจากโปรแกรม และจะ ON HOOK SWITCH

5.11 ถ้าหากรหัสผ่านถูกต้อง ให้ฟังว่ามีกี่ข้อความและให้กดเลขลำดับข้อความที่ต้องการลบ

5.12 ฟังข้อความและกดเลข 1 เมื่อต้องการลบข้อความ หากไม่ต้องการลบข้อความ ให้กด 0

5.13 ถ้าต้องการลบข้อความอื่น ให้ใส่เลขหมายข้อความ แต่ถ้าไม่ต้องการลบกด 0 เพื่อออกจากโปรแกรม

6. การเปลี่ยนรหัสผ่าน

6.1 หมุนเลขหมายโทรศัพท์มายังเครื่องโทรศัพท์ ที่ต่ออยู่กับชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

6.2 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6.3 กดเลข 9 เพื่อเข้าระบบการทำงานเฉพาะบุคคลภายใน
- 6.4 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 6.5 กดเลข 4 เพื่อเปิดโปรแกรมการเปลี่ยนรหัสผ่าน
- 6.6 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 6.7 กดเลขหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ของคุณ
- 6.8 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 6.9 ใส่รหัสผ่านของคุณ
- 6.10 ถ้าหากรหัสผ่านไม่ถูกต้อง ให้ใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ถ้าไม่ถูกอีก ชุดตอบรับจะออกจากโปรแกรม และจะ ON HOOK SWITCH
- 6.11 ถ้ารหัสผ่านถูกต้อง และต้องการเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ให้กด 1 แต่ถ้าไม่ต้องการให้กด 0
- 6.12 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 6.13 ใส่รหัสผ่านใหม่ตามที่ต้องการ
- 6.14 รับฟังข้อความจากชุดตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ
- 6.15 ใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง เพื่อยืนยันความถูกต้อง
- 6.16 ถ้ารหัสผ่านที่ใส่ทั้งสองครั้งตรงกัน จะเปลี่ยนเป็นรหัสผ่านใหม่ ถ้าไม่ตรงกันจะออกจากโปรแกรม



ภาคผนวก จ

รายการข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

Features

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

ISSUE 3

May 1995

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

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

Applications

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

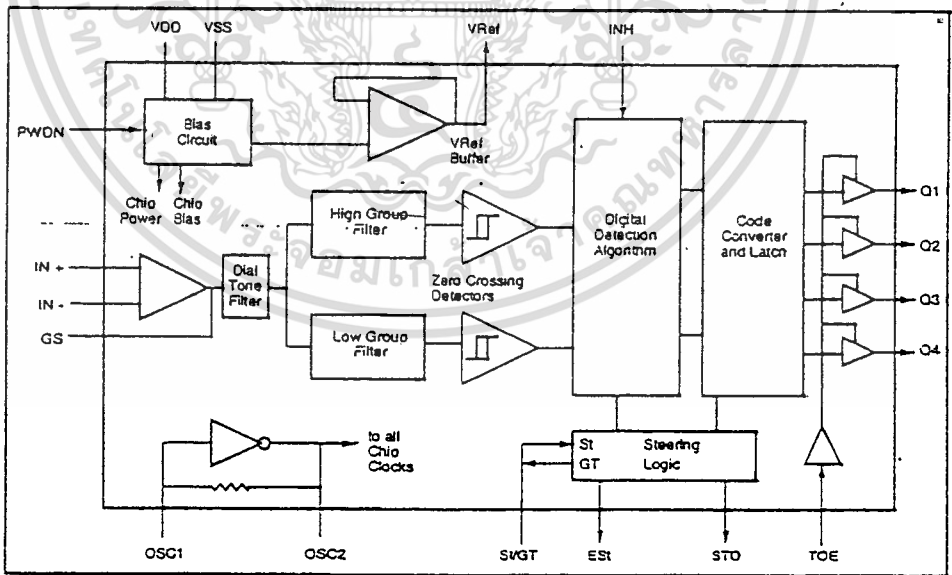


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

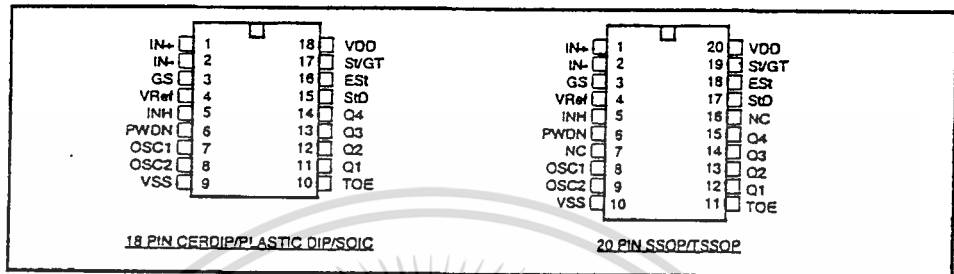
MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

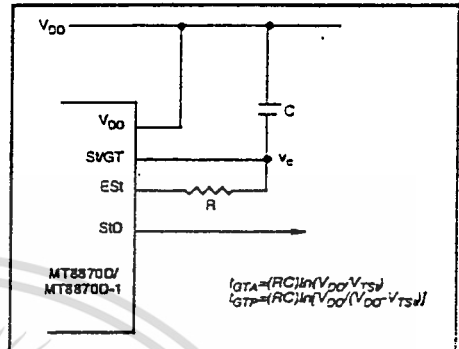


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

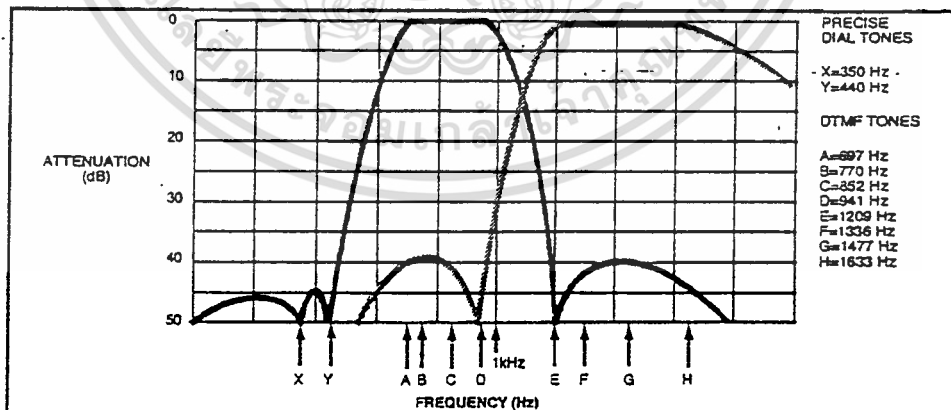


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

condition is maintained (EST remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TS}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD} . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

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

$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$
 $t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$

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

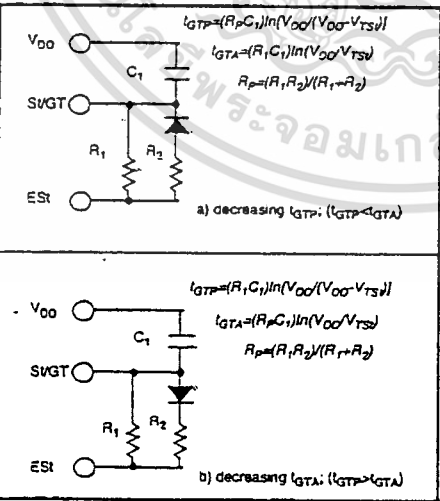


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

Table 1. Functional Decode Table
L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

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

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

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

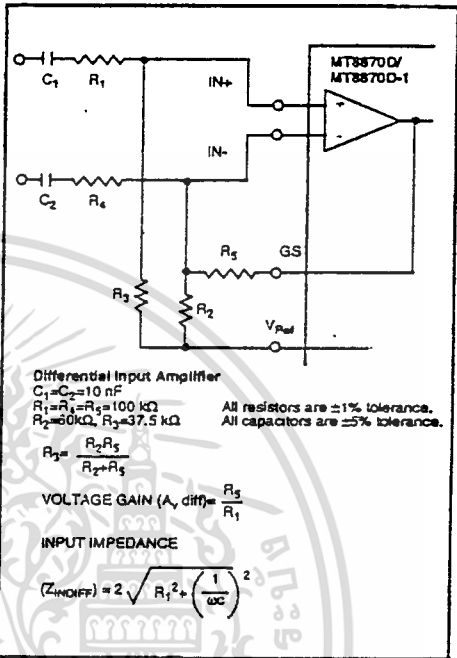


Figure 6 - Differential Input Configuration

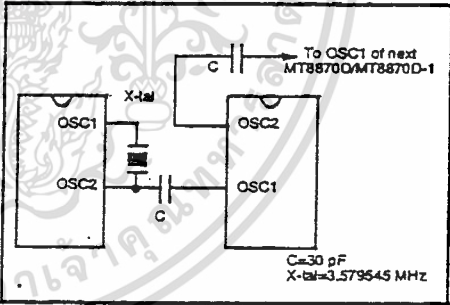


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications
Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2π/R1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of 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 MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_1 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

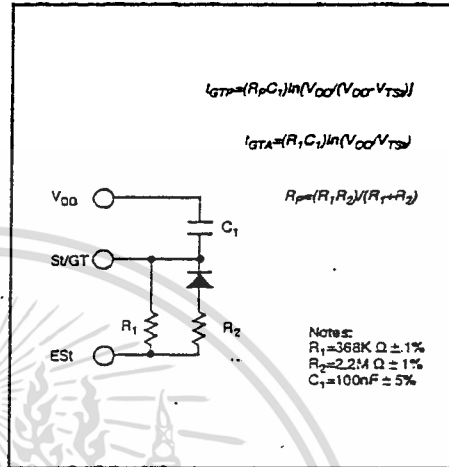


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

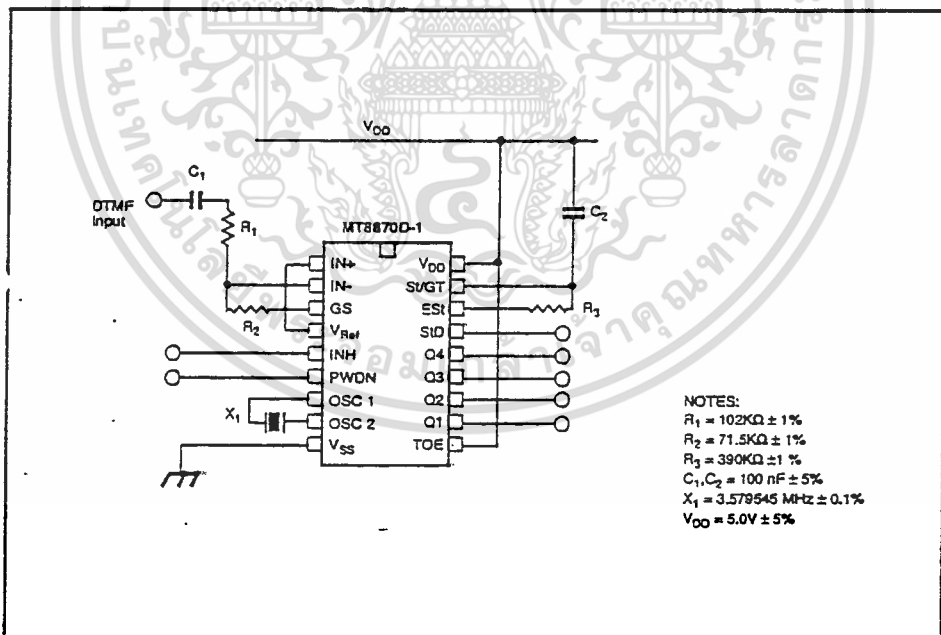


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V _I	V _{SS} -0.3	V _{DD} +0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I _I		10	mA
4	Storage temperature	T _{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P _O		500	mW

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

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

	Parameter	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T _O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f _c		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq. Tolerance	Δf _c		±0.1		%	

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	S U P P L Y	Standby supply current	I _{DD}		10	25	μA	PWON=V _{DD}
2		Operating supply current	I _{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P _O		15		mW	f _c =3.579545 MHz
4	I N P U T S	High level input	V _{IH}	3.5			V	V _{DD} =5.0V
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, PWON=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	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11	O U T P U T S	Low level output voltage	V _{OL}			V _{SS} +0.03	V	No load
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}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
16		V _{Ref} output resistance	R _{OR}		1		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			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	$0.75 V \leq V_{IN} \leq 4.25 V$ biased at $V_{REF}=2.5 V$
6	OC 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_{DD}	Load $\geq 100 k\Omega$ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{DD}	No Load

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2 \text{ Hz}$				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

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

*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ²	Max	Units	Notes [*]
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV _{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV _{RMS}	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

² Typical figures are at 25 °C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V\pm5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Conditions
1	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2	Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3	Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4	Tone duration reject	t_{REC}	20			ms	Note 2
5	Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6	Interdigit pause reject	t_{ID}	20			ms	Note 2
7	Propagation delay (St to Q)	t_{PD}		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 k Ω 50 pF
11	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 k Ω 50 pF
12	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13	Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15	Clock input rise time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
16	Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17	Clock input duty cycle	DC _{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18	Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

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

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

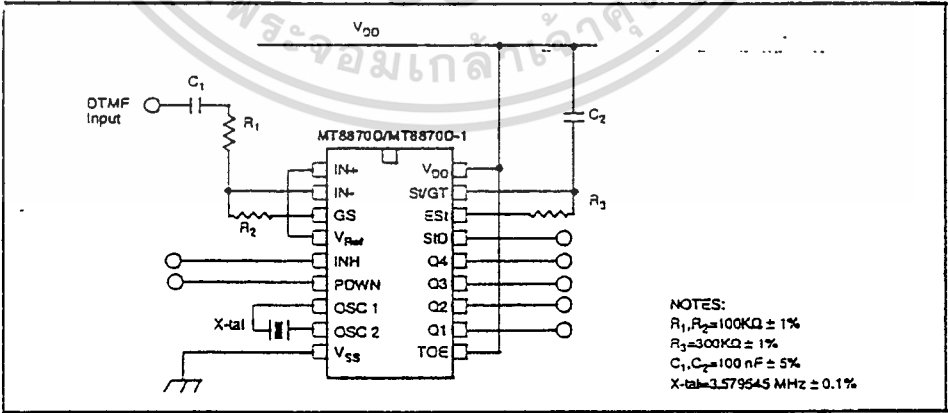


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

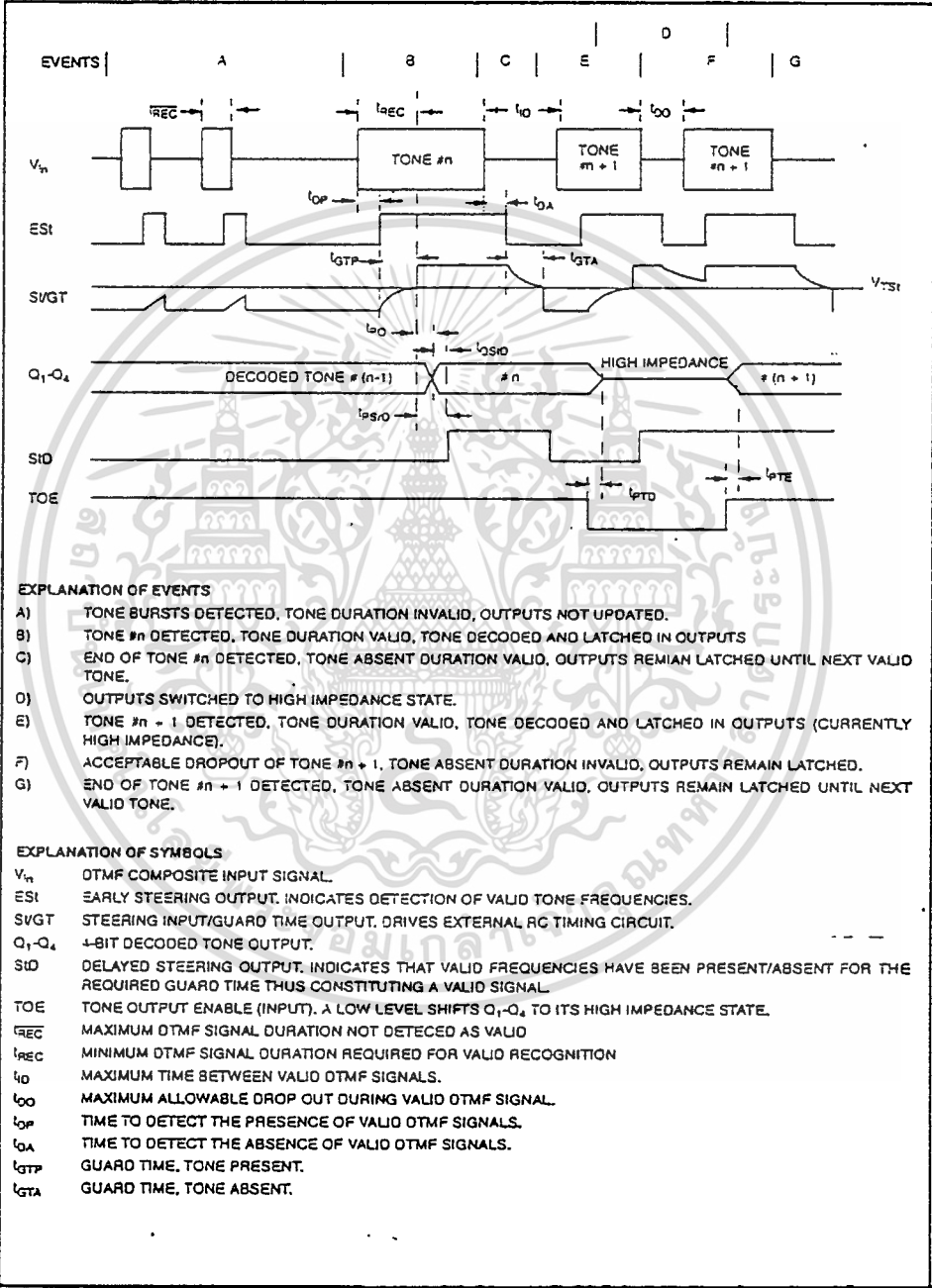


Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

MC34014

Specifications and Applications Information

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, a dc loop interface circuit, tone dialer interface, and a regulated output voltage for a pulse/tone dialer. Also included is an equalization circuit which compensates gains for line length variations. The conversion from 2-to-4 wire is accomplished with a supply voltage as low as 1.5 volts. The MC34014 is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP and a 20-pin SOIC package.

- Transmit, Receive, and Sidetone Gains Set by External Resistors
- Loop Length Equalization for Transmit, Receive, and Sidetone Functions
- Operates Down to 1.5 volts (V+) in Speech Mode
- Provides Regulated Voltage for CMOS Dialer
- Speech Amplifiers Muted During Pulse and Tone Dialing
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones
- Compatible with Receiver Impedances of 150 Ω and Higher

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

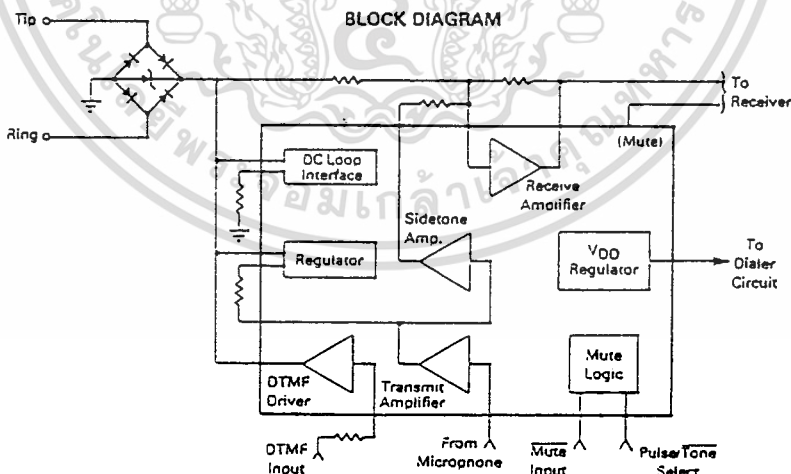


P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
SO-20L



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin #	Pin #	SOIC	DIP	Name	Description
1	1			MIC	Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V- through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone.
2	2			TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 k Ω . Signals from the microphone are input through capacitor C3 to TXI.
3	3			TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the Vg series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V+. The output is biased at -0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB.
4	4			STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
5	5			CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
7	6			EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V+ signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
8	7			RXI	Receive amplifier input. Input impedance is > 100 k Ω . Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
9	8			RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at -0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
10	9			RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V- through an open collector NPN transistor and a parallel 10 k Ω resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 k Ω resistor in series with the receiver.

Pin #	Pin #	SOIC	DIP	Name	Description
11	10			V-	Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge.
12	11			VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator.
13	12			LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V- and LR to prevent ac signals from being loaded by the ac load resistor R5. Forcing LC to V- will turn off the ac load current and increase the V- voltage.
14	13			LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V- determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V+ voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
15	14			V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tip & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+.
17	15			VDD	VDD regulator. VDD is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 μ A to 2 mA when dialing. Capacitor C3 stabilizes the regulator and sustains the VDD voltage during pulse dialing.
18	16			TI	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V-. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 k Ω .
19	17			MS	Mode select. This pin is connected through an internal 600 k Ω resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (> 2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (< 0.3 V) selects the tone dialing mode.
20	18			MT	Mute input. MT is connected through an internal 100 k Ω resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at VDD. A Logic "0" (< 1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" (> VDD - 0.3 V) puts the MC34014 into the speech mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Voltages referred to V-, T_A = 25°C) (See Note 1.)

Parameter	Value	Units
V- Voltage	-1.0, +18	Vdc
V _{DD} (externally applied, V+ = 0)	-1.0, +6	Vdc
V _{L,R}	-1.0, V+ - 3.0	Vdc
MT, MS Inputs	-1.0, V _{DD} - 1.0	Vdc
Storage Temperature	-65, -150	°C

NOTE 1: Devices should not be operated at these values. The "Recommended Operating Conditions" provide conditions for actual device operation.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Parameter	Value	Units
V+ Voltage (Speech Mode) (Tone Dialing Mode)	-1.5 to -15 +3.3 to -15	Vdc
I _{TXO} (Instantaneous)	0 to 10	mA
Ambient Temperature	-20 to +60	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to Figure 1) (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
LINE INTERFACE					
V+ Voltage	V+				Vdc
I _{loop} = 20 mA (Speech/Pulse Mode)		2.6	3.2	3.8	
I _{loop} = 30 mA (Speech/Pulse Mode)		3.0	3.7	4.4	
I _{loop} = 120 mA (Speech/Pulse Mode)		7.0	8.2	9.5	
I _{loop} = 20 mA (Tone Mode)		4.1	4.9	5.7	
I _{loop} = 30 mA (Tone Mode)		4.6	5.4	6.2	
V+ Current (Pin 12 Grounded)	I+				mA
V+ = 1.7 V (Speech Mode)		4.0	6.6	8.5	
V+ = 12 V (Speech/Pulse Modes)		5.5	8.4	12.5	
V+ = 12 V (Tone Mode)		6.0	8.8	14.0	
LR Level Shift (V+ - V _{L,R}) (Speech/Pulse Mode) (Tone Mode)	ΔV _{L,R}	—	2.7 4.3	—	Vdc
LC Terminal Resistance	R _{LC}	36	57	94	Ω
VOLTAGE REGULATORS					
VR Voltage (V+ = 1.7 V)	V _R	1.1	1.2	1.3	Vdc
Load Regulation (10 mA < I _q < 6.0 mA)	ΔV _{RLD}	—	20	—	mV
Line Regulation (2.0 V < V- < 6.5 V)	ΔV _{RLN}	—	25	—	mV
V _{DD} Voltage (V+ = 4.5 V)	V _{DD}	3.0	3.3	3.8	Vdc
Load Regulation (0 < I _{DD} < 1.6 mA) (Dialing Mode)	ΔV _{DDLO}	—	0.25	—	Vdc
Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V+ < 9.0 V)	ΔV _{DDLN}	—	50	—	mV
Max. Output Current (Speech Mode)	I _{ODSP}	375	550	1000	μA
Max. Output Current (Dialing Mode)	I _{ODDL}	1.6	2.0	3.6	mA
V _{DD} Leakage Current (V+ = 0, V _{DD} = 3.0 V)	I _{DDLK}	—	—	1.5	μA
SPEECH AMPLIFIERS					
Transmit Amplifier					
Gain (TXI to TXO)	A _{TXO}	—	20	—	V/V
TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOSP}	0.45	0.52	0.60	x V _R
TXO Bias Voltage (Tone Mode Mode)	V _{TXODL}	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOH}	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode)	V _{TXOL}	—	125	250	mV
TXI Input Resistance	R _{TXI}	—	10	—	Ω
Receive Amplifier					
RXO Bias Voltage (All Modes)	V _{RXO}	0.45	0.52	0.60	x V _R
RXO Source Current (Speech Mode)	I _{RXOSP}	1.5	2.0	—	mA
RXO Source Current (Pulse/Tone Mode)	I _{RXODL}	200	400	—	μA
RXO High Voltage (All Modes)	V _{RXOH}	VR - 100	VR - 50	—	mV
RXO Low Voltage (All Modes)	V _{RXOL}	—	50	150	mV

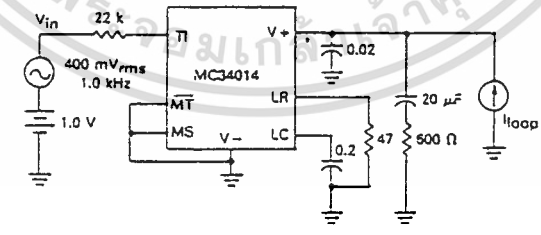
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS					
MIC Saturation Voltage (Speech Mode, I = 500 μA)	VOLMIC	—	50	125	mV
MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V)	I _{MICLX}	—	0	5.0	μA
RMT Resistance (Speech Mode) (Dialing Mode)	R _{RMTSP}	—	8.0	15	Ω
	R _{RMTOL}	5.0	10	18	kΩ
RMT Delay (Dialing to Speech)	t _{RMT}	2.0	4.0	20	ms
DIALING INTERFACE					
MT Input Resistance	R _{MT}	58	100	—	kΩ
MT Input High Voltage	V _{IHMT}	V _{DD} - 0.3	—	—	V _{dc}
MT Input Low Voltage	V _{ILMT}	—	—	1.0	V _{dc}
MS Input Resistance	R _{MS}	280	500	—	kΩ
MS Input High Voltage	V _{IHMS}	2.0	—	—	V _{dc}
MS Input Low Voltage	V _{ILMS}	—	—	0.3	V _{dc}
TI Input Resistance	R _{TI}	—	1.25	—	kΩ
DTMF Gain (See Figure 2) (V ₊ /V _{in})	A _{DTMF}	3.2	4.8	6.2	dB
SINETONE AMPLIFIER					
Gain (TXO to STA) (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V _{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 1.0 V	A _{STA}	—	-15	—	dB
		—	-21	—	
		—	-15	—	
		—	-21	—	
STA Bias Voltage (All Modes)	V _{STA}	0.65	0.8	0.9	x V _R
EQUALIZATION AMPLIFIER					
Gain (V ₊ to EQ) (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech Mode) @ V _{LR} = 2.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.2 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 1.0 V	A _{EQ}	—	-12	—	dB
		—	-2.5	—	
		—	-12	—	
		—	-2.5	—	
EQ Bias Voltage (Speech Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Pulse Mode) @ V _{LR} = 0.5 V (Speech, Pulse) @ V _{LR} = 2.5 V	V _{EQ}	—	0.66	—	V _{dc}
		—	1.3	—	
		—	3.3	—	
		—	—	—	

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM SPECIFICATIONS (T_A = 25°C) (See Figures 1-4)

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Tip-Ring Voltage (including polarity guard bridge drop of 1.4 V) (Speech Mode) $I_{loop} = 5.0 \text{ mA}$ $I_{loop} = 10 \text{ mA}$ $I_{loop} = 20 \text{ mA}$ $I_{loop} = 40 \text{ mA}$ $I_{loop} = 60 \text{ mA}$	—	2.4 3.9 4.6 5.6 5.6	—	Vdc
Transmit Gain from V _S to V - (Figure 3) ($I_{loop} = 20 \text{ mA}$) Gain change as I_{loop} is increased to 60 mA Distortion Output noise	28 -5.0 — —	30 -4.5 2.0 11	31 -3.6 — —	dB dB % dBm
Receive V _{RXO} /V _S (f = 1.0 kHz, $I_{loop} = 20 \text{ mA}$) (See Figure 4) Receive gain change as I_{loop} is increased to 60 mA Distortion	-16 -5.0 —	-15 -3.0 2.0	-13 -2.0 —	dB dB %
Sidetone Level V _{RXO} - V (Figure 3)	—	—	—	dB
Sidetone Cancellation $\left[\frac{V_{RXO}}{V -} \right] \text{ dB (Figure 4)} - \left[\frac{V_{RXO}}{V -} \right] \text{ dB (Figure 3)}$ $I_{loop} = 20 \text{ mA}$	20	25	—	dB
DTMF Driver V - V _{in} (Figure 2)	3.2	4.8	6.2	dB
AC Impedance Speech mode (incl. C _S , See Figure 4) $Z_{ac} = (800 \text{ } \Omega - V_S - V -)$ Tone mode (including C _S) $20 \text{ mA} < I_{loop} < 60 \text{ mA}$	— — —	750 300 1650	— — —	Ω

NOTE: Typicals are not tested or guaranteed.

FIGURE 3 — TRANSMIT AND SIDETONE LEVEL TEST

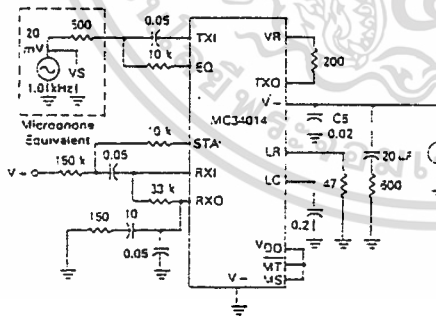
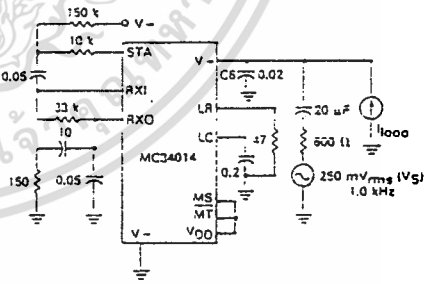


FIGURE 4 — AC IMPEDANCE, RECEIVE AND SIDETONE CANCELLATION TEST



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN GUIDELINES (Refer to Figure 1)

INTRODUCTION

The MC34014 is a speech network meant for connection to the Tip & Ring lines through a polarity guard bridge. The circuit incorporates four amplifiers: transmit, receive, sidetone, and equalization. Some parameters of each amplifier are set by external components, and in addition, the gains of the sidetone and equalization amplifiers vary with loop current.

The line interface portion determines the dc volt-

age versus loop current characteristics, and provides the required regulated voltages for internal and external use.

The dialer interface provides three modes of operation: speech (non-dialing), pulse dialing, and tone (DTMF) dialing. When switching to either dialing mode some parameters of the various sections are changed in order to optimize the circuit operation for that mode. The following table summarizes those changes:

TABLE 1 — OPERATING PARAMETERS AS A FUNCTION OF OPERATING MODE

Function	Speech	Pulse	Tone
LR Level Shift ($V+ - V_{LR}$)	2.7 V	2.7 V	4.3 V
V_{DD} Source Current	550 μ A	2.0 mA	2.0 mA
Transmit Amplifier	Functional	Functional	Inoperative
MIC Switch (Pin 1)	On	Off	Off
Equalization Amplifier	See Transfer Curves — Figure 8		
Sidetone Amplifier	See Transfer Curves — Figure 8		
Receive Amplifier Output Current	2.5 mA	400 μ A	400 μ A
RMT (Pin 9) Impedance	8.0 Ω	10 k Ω	10 k Ω
DTMF Amplifier	Inoperative	Inoperative	Functional
CC Voltage	$V_{LR}/3$	V_{LR}	V_{LR}

DC LINE INTERFACE (Figure 5)

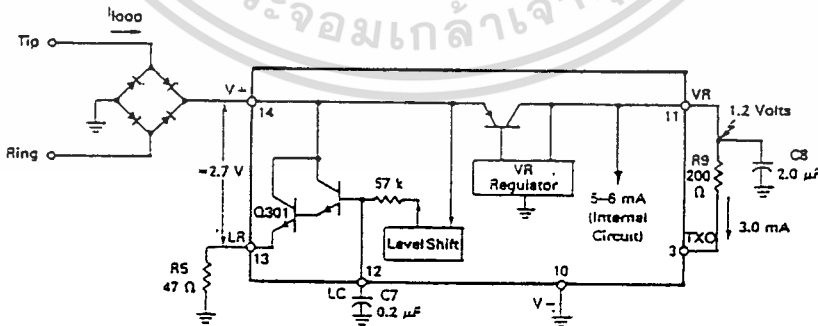
The dc line interface circuit (Pins 10, 12–14) sets the dc voltage characteristics with respect to the loop current. The loop current enters at Pin 14 where the internal circuitry of the MC34014 draws 5–6 mA. Pin 3 sinks (typically) 3 mA through R_9 . The remainder of the loop current is passed through Q_{301} and R_5 . The resulting voltage across the entire circuit is therefore equal to the voltage across R_5 , plus the level shift voltage from Pin 13 (LR) to Pin 14 ($V+$), nominally 2.7 volts in the speech and pulse modes. In the tone mode, the level shift increases to 4.3 volts, the internal current changes slightly (Figure 6), and the current required at Pin 3 decreases to near zero. These changes increase the equivalent dc

resistance of the circuit, raising the voltage at $V+$ to ensure adequate voltage at V_{DD} for the external tone dialer. See Figure 7 for typical voltage versus loop current characteristics.

Capacitor C_7 at Pin 12 provides high frequency rolloff (above 10 Hz) so that R_5 does not load down the speech and DTMF signals.

The voltage at V_R is an internally regulated 1.2 volt supply which provides the bias currents for the microphone and the transmit amplifier output (Pin 3), as well as internal bias for the various amplifiers. Capacitor C_8 stabilizes the regulator. The use of an (internal) PNP transistor allows V_R to be regulated with a $V+$ voltage as low as 1.5 volts.

FIGURE 5 — DC LINE INTERFACE



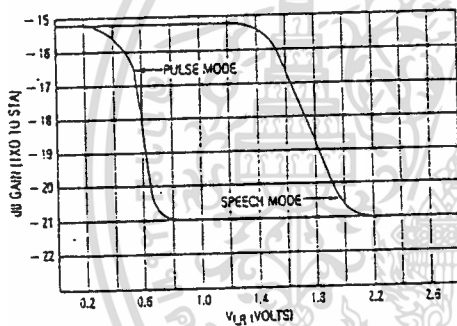
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIDETONE AMPLIFIER

The sidetone amplifier provides inversion of the TXO signal for the reduction of the sidetone signal at the receive amplifier (Figure 8). Resistors R_2 and R_3 determine the amount of sidetone cancellation. Capacitor C_1 provides phase shift to compensate for the phase shift created by the complex impedance of the Tip & Ring lines.

The gain of the sidetone amplifier varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is -15 dB (0.17 V/V) at low loop currents, and the minimum gain is -21 dB (0.09 V/V) at high loop current (see Figure 9 for transfer curves). For example, using 47Ω for R_5 , the gain would begin to decrease at ≈ 30 mA, and would stop decreasing at ≈ 57 mA (speech mode). The dc bias voltage at STA (Pin 4) changes slightly (≈ 50 mV) with variations in loop current. The output is inverted from TXO, which is the input to this amplifier. Since the transmit amplifier is inoperative in the tone dialing mode, the sidetone amplifier is also inoperative in that mode.

FIGURE 9 — SIDETONE AMPLIFIER GAIN



RECEIVE AMPLIFIER

The gain of the receive amplifier (from V_+ to RXO) is determined according to the following equation (refer to Figure 10):

$$\frac{V_{RXO}}{V_+} = \frac{R_4}{R_1} + \frac{(X_C/R_2)(A_{EQ})(ATXO)(ASTA) \times R_4 \times R_4}{((X_C/R_2) + R_3)(R_4 + R_5) \times R_2}$$

Where $R_A = R_8/10 \text{ k}\Omega$ ($10 \text{ k}\Omega = R_{in}$ of TX Amp)
 A_{EQ} = Gain of Equalization Amp
 $ATXO$ = Gain of Transmit Amp (20 V/V)
 $ASTA$ = Gain of sidetone Amp
 X_C = Impedance of C_1 at frequency of interest

The waveform at STA (Pin 4) is in phase with that at V_+ (for receive signals), hence the plus sign between the terms. Due to the variations of A_{EQ} and $ASTA$ with

loop current, the receive gain will vary by ≈ 1.5 dB. If capacitor C_1 is not used, the above equation is simplified by deleting the terms containing X_C .

The output at RXO is inverted from V_+ in the receive mode. In the transmit mode, the V_+ to-RXO phase relationship depends on the amount of sidetone cancellation (determined by R_2 and R_3 and C_1), and can vary from 0° to 180° .

In the speech mode, the output current capability (at RXO) is typically 2.0 mA . In either dialing mode, the current capability is reduced to $400 \mu\text{A}$ in order to reduce internal current consumption. This feature is beneficial when this device is used in conjunction with a line-powered speakerphone circuit, such as the MC34018, where the majority of the loop current is needed for the speakerphone.

RMT (Pin 9) is the return path for the receiver's ac current. This pin is internally connected to an open collector NPN transistor, paralleled by a $10 \text{ k}\Omega$ resistor. In the speech mode, the transistor is on, providing a low impedance from RMT to ground. In either dialing mode, the transistor is off, muting the receive signal. This prevents loud "clicks" or loud DTMF tones from being heard in the receiver during dialing. When switching from either dialing mode to the speech mode (MT switches from low to high), the RMT pin switches back to a low impedance after a delay of $2\text{--}20 \text{ ms}$. The delay reduces clicks in the receiver associated with switching from the dialing to speech mode.

EQUALIZATION AMPLIFIER

The equalization amplifier gain varies with loop current, and is configured in the circuit so as to cause a variation of the network ac impedance (when looking in from the Tip & Ring lines). The gain varies with the voltage at LR (Pin 13), in effect making it a function of the loop current. The maximum gain is -2.5 dB (0.75 V/V) at high loop current, and the minimum gain is -12 dB (0.25 V/V) and low loop current (see Figure 11 for transfer curve). For example, using 47Ω for R_5 , the gain would begin to increase at ≈ 30 mA, and would stop increasing at ≈ 57 mA (speech mode). The output signal is in phase with the signal at V_+ , which is the input to this amplifier.

The dc bias level at EQ (Pin 6) varies with the voltage at LR (Pin 13) according to the curve of Figure 12. In most applications, this level shift is of little consequence, and may be ignored. If a particular circuit configuration should be sensitive to the shift, however, the output signal at EQ may be ac coupled to the rest of the circuit.

The equalization amplifier remains functional in all three modes, although in the tone mode, its function has no consequence when the circuit is configured as shown in Figure 1.

VDD REGULATOR

The VDD regulator is a stant type regulator which supplies a nominal 3.3 volts for external dialers, and/or

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

other circuitry. In the speech mode, the output current capability at Pin 15 is typically 550 μA . In either dialing mode, the current capacity is increased to 2.0 mA.

V_{DD} will be regulated whenever $V+$ is >300 mV above the regulated value. As $V+$ is lowered, and the internal pass transistor becomes saturated, the circuit steers current away from the external load through an internal current source, in order that the V_{DD} capacitor (C9) does not load down speech and DTMF signals at $V+$. As $V+$ is lowered below 1 volt, Pin 15 switches to a high impedance state to prevent discharging of any storage capacitors, or batteries used for memory retention.

The V_{DD} voltage is unaffected by the choice of operating mode.

DIALER INTERFACE

The dialer interface consists of the mode control pins, $\overline{\text{MT}}$ and $\overline{\text{MS}}$ (Pins 18 and 17), and the DTMF current amplifier.

The $\overline{\text{MT}}$ pin, when at a Logic "1" ($> V_{DD} - 0.3$ V), sets the circuit into the speech mode, independent of the state of the $\overline{\text{MS}}$ pin. When the $\overline{\text{MT}}$ pin is at a Logic "0" (< 1.0 V), the dialing mode is determined by the $\overline{\text{MS}}$ pin. When $\overline{\text{MS}}$ is at a Logic "1" (> 2.0 V), the circuit is in the pulse dialing mode, and when at a Logic "0" (< 0.3 V) the tone (DTMF) mode is in effect.

The input impedance of the $\overline{\text{MT}}$ pin is typically 100 k Ω , with the input current flowing out of the pin (from V_{DD}). The input impedance of the $\overline{\text{MS}}$ pin is typically 600 k Ω , and the input current flows into the pin (Figure 1).

The DTMF amplifier (Figure 13) is a current amplifier which transmits DTMF signals to the $V+$ pin, and consequently onto the Tip & Ring lines. Waveforms from a DTMF dialer are input at TI (Pin 16) through a current limiting resistor (R_7). Negative feedback around the amplifier reduces the overall gain so that return loss specifications may be met. The voltage gain is calculated using the following equation:

$$\frac{V_+}{V_i} = \frac{30 R_c}{(1 + 0.795 R_7 + 0.4 R_c R_7)}$$

(R_c, R_7 in k Ω)

where $R_c = R_L // 2$ k Ω (2 k Ω = internal dynamic impedance)

Using 22 k Ω for R_7 , and 600 Ω for R_L , the voltage gain is a nominal 4.3 dB. The minimum loop current at which the circuit of Figure 1 will operate without distortion is 12 mA.

The DTMF amplifier is functional only in the tone dialing mode, and the waveform at $V+$ is inverted from that at TI. The TI pin requires a dc bias current (into the pin) of 20–50 μA , which may be supplied by the Tone dialer circuit, or by using the biasing scheme of Figure 14.

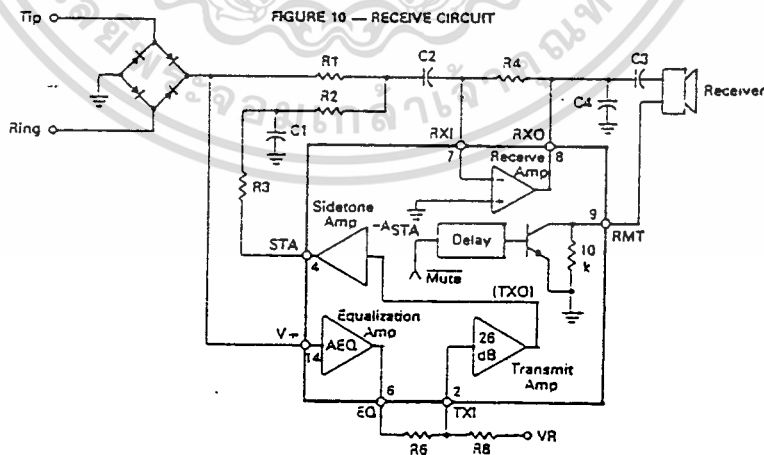
CC (PIN 5)

The CC pin (Compensation Capacitor) has two functions: 1) to provide equalization loop stability where the normal stabilizing components are ineffective; and 2) to allow optional control of the equalization functions.

In most applications, the capacitor at LC (Pin 12) provides the required stability, and no further compensation is required. In applications where changes are forced at Pin 12 and/or 13 (e.g., see Figure 23), the LC capacitor's effectiveness may be lost. The addition of a 10 μF capacitor to Pin 5 will provide the required additional compensation.

The CC pin may be used to force the loop length compensation circuits to specific modes. Grounding CC will set the sidetone and equalization amplifiers at the low loop current values. Connecting CC to V_R will set the amplifiers at the high-loop current values.

Variations in the curves of Figures 9 and 11 may be obtained by using external resistors from LR to CC, and from CC to $V-$.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 11 — EQUALIZATION AMPLIFIER GAIN

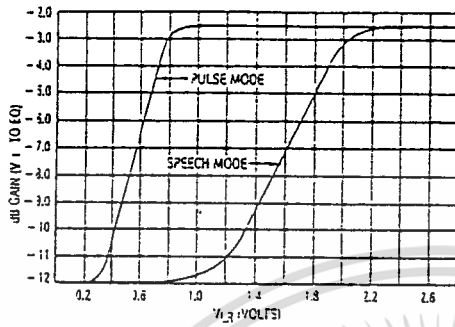


FIGURE 12 — EQ (PIN 6) DC VOLTAGE

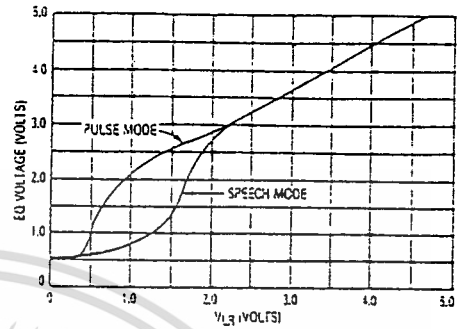


FIGURE 13 — OTMF TONE DIALER

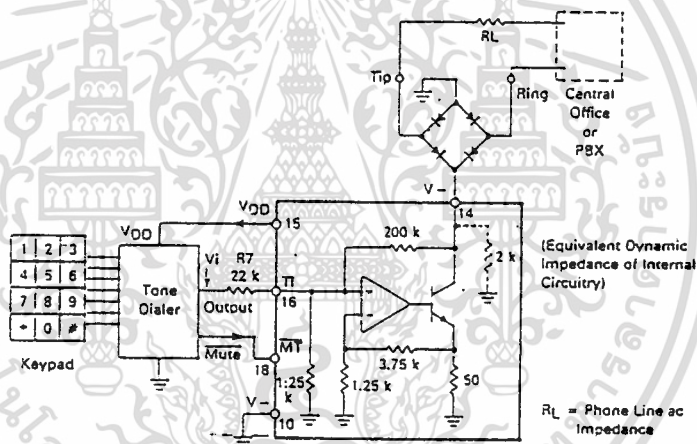
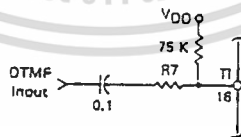


FIGURE 14 — INPUT BIASING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

AC IMPEDANCE

One of the basic problems with early telephones is that the performance varied with different line lengths (distance from the Central Office to the telephone). If a particular phone were optimized for short loops and then connected to a long loop, both the transmitted and receive signals would be difficult to hear. On the other hand, phones optimized for long loops would then be annoyingly loud on short loops. The process of equalization is one whereby the performance is forced to vary with loop length inversely to the expected variations. Monitoring of loop length is accomplished by monitoring the loop current at the telephone. In the MC34014, loop length equalization is provided by varying the ac impedance of the telephone circuit. In this manner the MC34014 mimics a passive network, with varistors providing the equalization.

Figure 15 depicts the situation in the receive mode. The receive signal coming from the Central Office is V_S and is independent of the loop length. Z_R is the ac impedance of the Central Office, nominally 900 Ω . Z_L is

the characteristic impedance of the phone line, and is a nominal 600 Ω . The signal applied to the line (V_1) is therefore a portion of V_S . That signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, with a resulting signal V_2 at the telephone. The amplitude of V_2 depends on the amount of attenuation, the impedance of the phone line at the telephone and the ac impedance of the telephone (Z_{ac}), according to:

$$V_2 = \frac{V_1 \times Z_{ac}}{Z_{ac} + Z_L}$$

where V_1 is the equivalent signal source at the receive end of the phone line, providing the signal V_2 through the impedance equal to the characteristic impedance of the line (Z_L). The value of V_1 depends on how much V_1 has been attenuated by the length of phone line. By increasing Z_{ac} on long loops, V_2 is a greater portion of V_1 , resulting in a stronger receive signal at the telephone.

FIGURE 15 — RECEIVE MODE

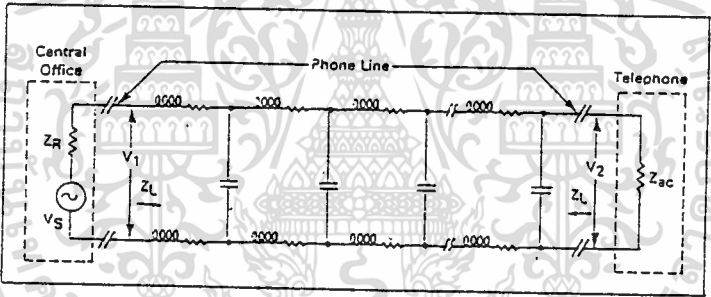
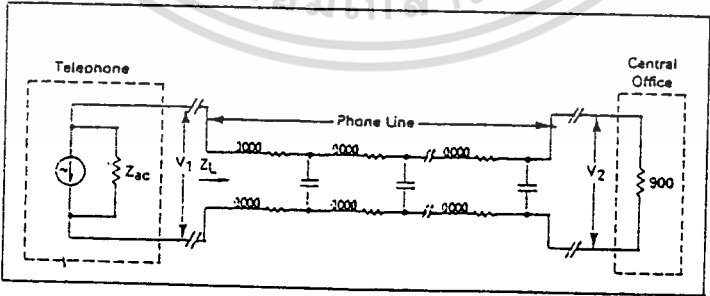


Figure 16 depicts the situation in the transmit mode. In this mode, the MC34014 is an ac current source, with a finite output impedance, modulating the loop current. The voltage signal V_1 is therefore equal to the ac signal current acting on Z_{ac} in parallel with the characteristic

impedance of the phone line (Z_L). The signal is attenuated by the distributive impedance of the phone line, and so only a portion of that signal (V_2) appears at the Central Office. By increasing Z_{ac} on long loops, V_1 is increased, resulting in a higher signal level at V_2 .

FIGURE 16 — TRANSMIT MODE



TRANSMIT DESIGN PROCEDURE

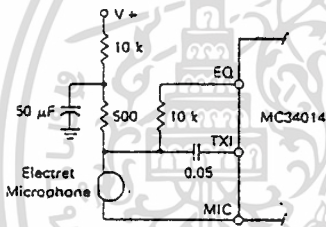
Referring to Figure 17, first select R_g for the desired maximum output level at Tip & Ring, assuming a signal level at TXO of 1.0 V p-p. The maximum signal level at Tip & Ring will be approximately:

$$\frac{(V_{TXO})(Z_L)}{R_g}$$

where Z_L is the characteristic ac impedance of the phone line. Capacitor C_5 and the $\approx 10 \text{ k}\Omega$ dynamic impedance of the MC34014 must also be considered in the above computation, since they are in parallel with Z_L .

The next step is to select the R_g/R_L ratio, according to the required Z_{ac} , using the equation on the previous page. Then R_g is selected to set the microphone sensitivity. R_g is typically in the range of 0.5 k to 1.5 k Ω , and is dependent on the characteristics of the microphone. R_L is then calculated from the above mentioned ratio.

FIGURE 19 — ALTERNATE MICROPHONE BIAS



The overall gain from the microphone to $V+$ will vary with loop current due to the influence of the equalization amplifier on TXI. The signal at EQ is out of phase with that at TXI, therefore the signal at $V+$ decreases as loop current (and the EQ signal) increases. Variations are typically 2.0 to 5.0 dB and depend largely on the impedance characteristics of the microphone.

ALTERNATE MICROPHONE BIASING

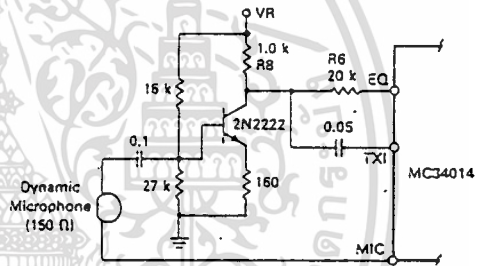
In the event that the microphone cannot be properly biased from the 1.2 volt VR supply, a higher voltage can be obtained by biasing from the $V+$ supply. The configuration shown in Figure 19, provides a higher voltage to the microphone, and also filters the speech signals at $V+$ from reaching it, preventing an oscillatory loop from forming. The maximum voltage limit of the microphone must be considered when biasing this way.

If a dynamic microphone is to be used in place of an electret unit, the circuit in Figure 20 will buffer its low impedance from the MC34014 circuit, maintaining the high impedance required at the junction of R_g and R_L . The circuit shown provides a gain of ≈ 2.6 for the microphone signals, and can be adjusted by varying the 160 Ω resistor.

HANDSET/HANDS-FREE TELEPHONE

Figure 23 indicates a circuit using the MC34014 speech network, MC34018 speakerphone circuit, and the MC34017 tone ringer to provide a complete telephone/speakerphone. Switch HS (containing one normally open and one normally closed contact) is the hook switch actuated by the handset, shown in the on-hook position. When the handset is off-hook (HS1 open, HS2 closed), power is applied to the MC34014, and consequently the handset, and the $\overline{CS}$ pin of the MC34018 is held high so as to disable it. Upon closing the two poles of switch SS, and placing switch HS in the on-hook position, power is then applied to both the MC34014 and the MC34018, and $\overline{CS}$ is held low, enabling the speakerphone function. Anytime the handset is removed from switch HS, the circuit reverts to the handset mode. The diode circuitry sets the MC34014 to the pulse dialing mode to mute the handset microphone and receiver when using the speakerphone. To compensate for the different equalization response of the MC34014 when in

FIGURE 20 — INTERFACING A DYNAMIC MICROPHONE



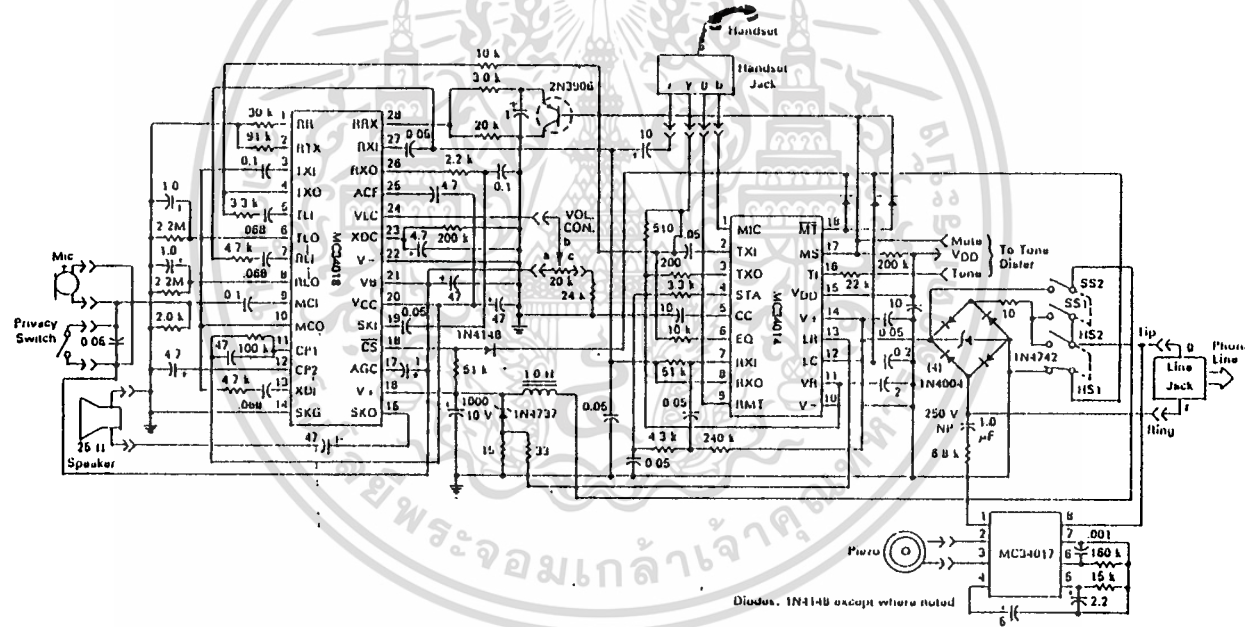
the pulse dialing mode (Figures 9 and 11), the 47 Ω resistor normally found at Pin 13 of the MC34014 is instead divided into two resistors (33 Ω and 15 Ω). This arrangement provides similar equalization response in both the handset and in the speakerphone modes. Since the LC capacitor (Pin 12) is ineffective in the speakerphone mode, a capacitor is added at Pin 5 (CC) to provide compensation for the equalization loop when the speakerphone mode is in effect.

SWITCHABLE TONE/PULSE TELEPHONE

Figure 21 indicates a switchable tone/pulse telephone circuit using the MC145412 tone/pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer is programmable, and can store up to 10 phone numbers. As can be seen, the interface to the MC34014 is straightforward.

PULSE ONLY TELEPHONE

Figure 22 indicates a pulse only telephone circuit using the MC145409 pulse dialer, MC34014 speech network, and the MC34017 tone ringer. The dialer has last number redial, and provides a padifier tone to the receiver during dialing.

[illegible]

Recommended External Components
Piezo Sounder
Models KSN 1113-1116
Motorola, Inc.
Albuquerque, N.M.
505-822-8801

Microphone/Receiver
Microphone model EM-95
Receiver model DH-34
Primo Microphone, Inc.
Elk Grove Village, Ill.
312-595-1022

Microphone Model KUC2123
Hosiden Electronics
Chicago, Ill.
312-956-7707

TRANSIENT PROTECTION & RFI SUPPRESSION

Protection from voltage transients is necessary in most telephone circuits, and may take the form of zener diodes, RC or LC filters, transient suppressors, or a combination of the above.

Potential radio frequency interference problems should be addressed early in the electrical and mechanical design of the telephone. RFI may enter the cir-

cuitry through the Tip & Ring lines, through the microphone and/or receiver leads in the handset cord, or through any of the wiring or PC board traces. Ceramic decoupling capacitors, ferrite beads, and other RFI suppression techniques may be needed. Good PC board design techniques, such as the avoidance of loops, should be used. Long tracks on high impedance nodes should be avoided.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

The 4N25/A, 4N26, 4N27 and 4N28 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Most Economical Optoisolator
- Meets or Exceeds all JEDEC Registered Specifications

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- I/O Interfacing
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V _R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I _F	60	mA
LED Power Dissipation @ T _A = 25°C with Negligible Power in Output Detector	P _D	120	mW
		1.41	mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V _{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V _{EC0}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V _{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I _C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T _A = 25°C with Negligible Power in Input LED	P _D	150	mW
		1.78	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V _{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T _A = 25°C Derate above 25°C	P _D	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range (2)	T _A	-55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T _L	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device electric breakdown rating.
For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

(2) Refer to Quality and Reliability Section for test information.

4N25*
4N25A*
4N26*
(CTR = 20% Min)
4N27
4N28
(CTR = 10% Min)

*Motorola Preferred Devices
STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04



"T" LEADFORM
WIDE SPACED 0.4"
CASE 7300-05

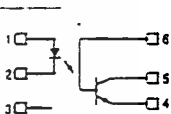


"S"/"F" LEADFORM
SURFACE MOUNT
CASE 730C-04
(STANDARD PROFILE)



CASE 730F-04
(LOW PROFILE)

SCHEMATIC



- PIN 1, LED ANODE
2, LED CATHODE
3, N.C.
4, EMITTER
5, COLLECTOR
6, BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	—	1.15 1.3 1.05	1.5	Volts
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	—	100	μA
Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR					
Collector-Emitter Dark Current ($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{CEO}	—	1	50	nA
($V_{CE} = 10\text{ V}$, $T_A = 100^\circ\text{C}$)	I_{CEO}	—	1	100	μA
Collector-Base Dark Current ($V_{CB} = 10\text{ V}$)	I_{CSO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1\text{ mA}$)	$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$)	$V_{(BR)CSO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage ($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$)	$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain ($I_C = 2\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$)	h_{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CE} = 0$)	C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{CB} = 0$)	C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance ($f = 1\text{ MHz}$, $V_{EB} = 0$)	C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED					
Output Collector Current ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CE} = 10\text{ V}$)	I_C	2	7	—	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 2\text{ mA}$, $I_F = 50\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time ($I_F = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_L = 100\text{ }\Omega$)	t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage ($f = 60\text{ Hz}$, $t = 1\text{ sec}$)	V_{ISO}	7500	—	—	Vac(dk)
Isolation Resistance ($V = 500\text{ V}$)	R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

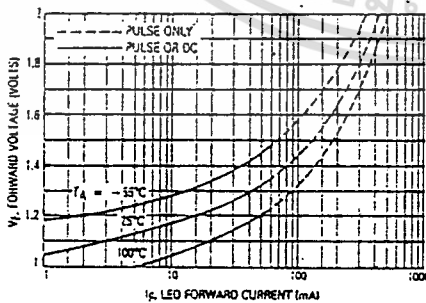


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

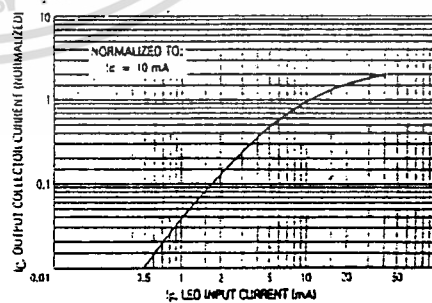


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

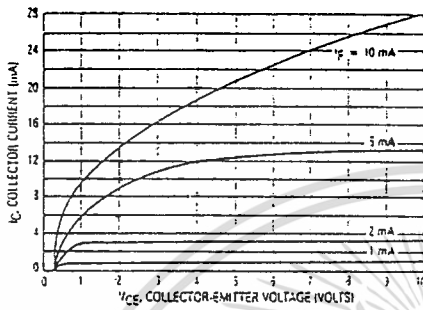


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

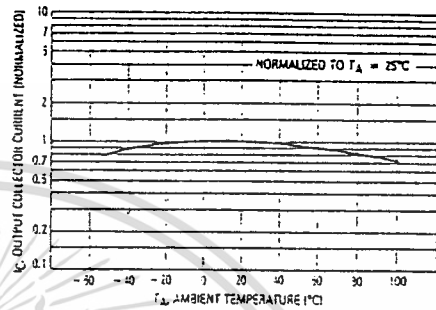


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

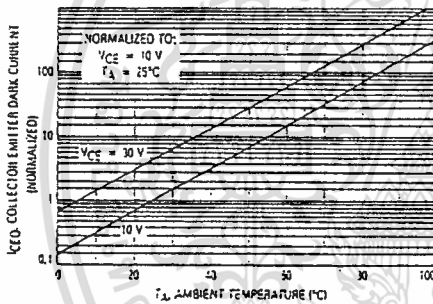


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

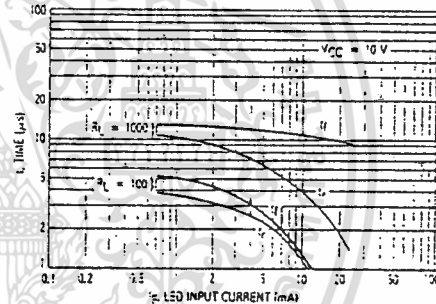


Figure 6. Rise and Fall Times

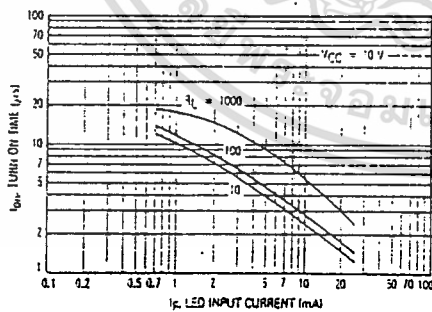


Figure 7. Turn-On Switching Times

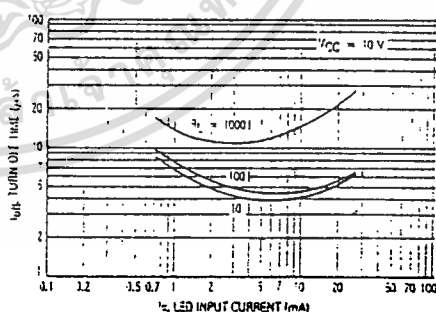


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

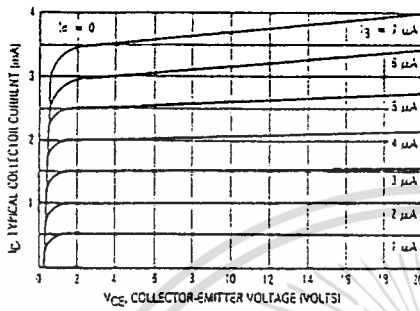


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

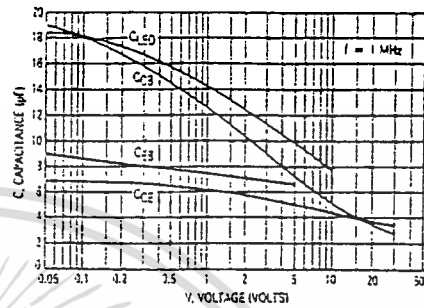


Figure 10. Capacitances versus Voltage

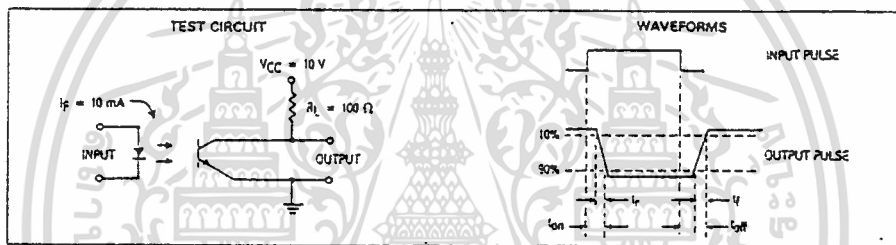


Figure 11. Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

4 × 4 Crosspoint Switch with Control Memory

The MC142100 and MC145100 consist of 16 crosspoint switches (analog transmission gates) organized in 4 rows and 4 columns. Both devices have 16 latches, each of which controls the state of a particular switch. Any of the 16 switches can be selected by applying its address to the device and a pulse to the strobe input. The selected crosspoint will turn on if during strobe, D_{in} was a 1 and will turn off if during strobe, D_{in} was a 0. In addition the MC145100 will reset all non-selected switches in the same row as the selected switch. Other switches are unaffected. In the MC145100, an internal power-on reset turns off all switches as power is applied.

- Internal Latches Control State of Switches
- Power-On Reset (MC145100 Only)
- Low On Resistance — Typically on $110 \Omega @ 10 \text{ Vdc}$
- Large Analog Range ($V_{DD} - V_{SS}$)
- All Pins are Diode Protected
- Matched Switch Characteristics
- High CMOS Noise Immunity
- MC142100 Pin-for-Pin Replacement for CD22100

NOT
RECOMMENDED
FOR NEW DESIGN

MC142100 MC145100



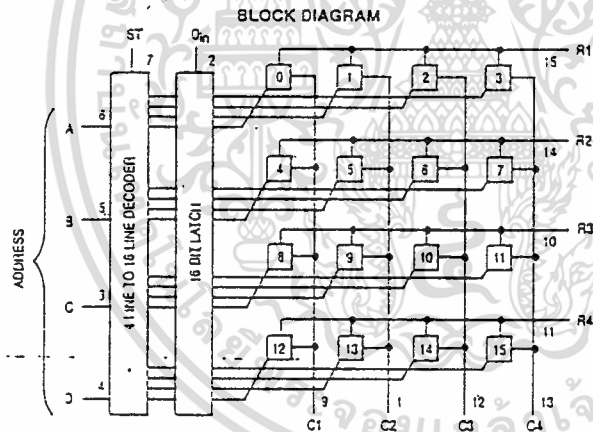
OW SUFFIX
SOG
CASE 751G



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648

ORDERING INFORMATION

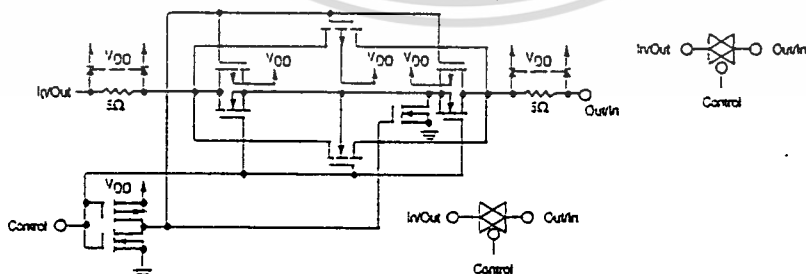
MC14XXXX	SUFFIX	DENOTES
	OW	SOG Package MC142100 ONLY
	P	Plastic DIP
	C	Limited Operating Temperature Range
	A	Extended Operating Temperature Range



PIN ASSIGNMENTS

C2	1	16	V_{DD}
D_{in}	2	15	R1
C	3	14	R2
O	4	13	C4
B	5	12	C3
A	6	11	R4
ST	7	10	R3
V_{SS}	8	9	C1

ANALOG TRANSMISSION GATE (CROSSPOINT) SCHEMATIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. กิตติ องค์กรรักษ์, “แอดวานซ์แอสเซมบลี”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2521.
 2. โกศล เพ็ชรสุวรรณ, “เทคโนโลยีโทรคมนาคม”, บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมล, 2535.
 3. จักรกฤษณ์ พิมละออ, นิธิพงษ์ แดงสวัสดิ์, สมเกียรติ ฉิมพิทักษ์, “เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ” วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537, สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 4. จำนงค์ ดีแท้, จุฬา อินทรยานยศ, นเรศ ทรูทชา, หาญ ชัยภักดี, “เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ” วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537, สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 5. เฉลิมพงษ์ พรหมสุวรรณ, ชัชชัย เสนาะกรรม, ถาวร เทียนแป, วณิช บุญอาจ “เครื่องฟ่งโทรศัพท์ไร้สาย” วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537, สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 6. น.ค. ธวัชชัย เลื่อนจวี, “เทคโนโลยีโทรศัพท์” ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาคพิมพ์, 2537. ✓
 7. มนตรี พจนารถลาวัลย์, “การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเทอร์โบปาสคาล”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 2521.
 8. ศิววัฒน์ ศิวบรร, พรชัย จักรธำรงค์, “ภาษาแอสเซมบลีขั้นสูง สำหรับ IBM PC ”, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 2521.
 9. ผศ. สุชิน จำจด “วิศวกรรมโทรศัพท์” คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 10. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ไอซีน่าสนใจ”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 81, 2530, หน้า 226-237
 11. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลึกลับอีกนิดกับโทรศัพท์ ตอนที่ 1 ”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 120, 2535, หน้า 90-94
 12. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลึกลับอีกนิดกับโทรศัพท์ ตอนที่ 2”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 121, 2535, หน้า 108-116
- เอกสารที่แนบมานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลึกลับอีกนิดกับโทรศัพท์ ตอนที่ 3”, วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 122, 2535, หน้า 52-60
14. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลึกลับอีกนิดกับโทรศัพท์ ตอนที่ 4”, วารสารเคมีคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 123, 2535, หน้า 69-76
15. สุรศักดิ์ สงวนพงษ์ “เทคนิคการเขียนโปรแกรมขั้นสูง แอดวานซ์เทอร์โปปาสคาล Version 4.0”, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน), 2521.
16. Telecommunication Device Data, Motorola Inc., 1987.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้