สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

Telephone for Blinder

ชื่อนักศึกษา

1. นายทิวากร	อิ่มสะอาด	รหัสประจำตัว	41031204
2. นางสาวนันทรัตน์	ศรีน้อย	รหัสประจำตัว	41031209
3. นายปริญญา	สุนทรวงศ์	รหัสประจำตัว	41031215
4. นายสุภัทร	เพ็งโตวงษ์	รหัสประจำตัว	41031231

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....
2. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....
3. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
4. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 เวลา 12.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 37215
วัน, เดือน, ปี - 5 ก.ย. 2543

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

TELEPHONE FOR BLINDER

นายทิวากร อิ่มสะอาด

นางสาวนันทรัตน์ ศรีน้อย

นายปริญญา สุนทรวงศ์

นายสุภัทร เพ็งโตวงษ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

Telephone For Blinder

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. เพื่อออกแบบวงจร และวงจรอัตโนมัติที่ใช้ในโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา
3. เพื่อสร้างโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา
4. เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานโทรศัพท์ให้ผู้พิการทางตา
5. เพื่อให้สามารถนำไปต่อใช้งานกับโทรศัพท์ทั่วไปได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
2. สามารถใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาควบคุมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้
3. มีความชำนาญในการสร้างโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาได้
4. สามารถอำนวยความสะดวกในการใช้โทรศัพท์ผู้พิการทางตาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา
นักศึกษา	นายทิวากร อิ่มสะอาด
	นางสาวนันทรัตน์ ศรีน้อย
	นายปริญญา สุนทรวงศ์
	นายสุภัทร เพ็งโตวงษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการนำชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตามาใช้งานร่วมกับโทรศัพท์ธรรมดา ให้มีเสียงอธิบายวิธีใช้งาน มีเสียงบอกตำแหน่งปุ่มต่างๆ เมื่อสัมผัสปุ่มนั้นๆ สามารถกดหมายเลขโดยไม่ต้องยกหู ซึ่งจะโทรออกอัตโนมัติเมื่อยกหูขึ้น โดยชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้จะใช้งานได้กับโทรศัพท์ธรรมดาทั่วไป ซึ่งสามารถต่อพ่วงกับคู่สายโทรศัพท์ได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องดัดแปลงโทรศัพท์ธรรมดาแต่อย่างใด จึงง่ายต่อการติดตั้งและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Telephone for blinder
Students	Mr.Tivakorn Imsa-ard
	Miss Nantarat Srinoi
	Mr.Parinya Soontonrwong
	Mr.Supat Pengtowong
Advisor	Mr.Piya Supavarasuwat
Co-Advisor	Mr.Paiboon Pongwongtragull
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	1999

ABSTRACT

This thesis presents the application of telephone for blinder to use with general telephone that can describe how to using, can tell button location when touch that button, can press number without hang on and will automatic dial when hang on. This telephone for blinder can use with all general telephone without to adapt main telephone. It can connect with telephone line, be easy to install and using.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จไปด้วยดีนั้น กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมที่อนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้และสถานที่ในการทำโครงงาน รวมทั้งที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการทำโครงงานตลอดจนอำนวยความสะดวกในด้านการเบิกใช้เครื่องมือและ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ และขอขอบคุณอาจารย์อรรถพร ฤทธิ์เกิด และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือเรื่องการใช้ห้องบันทึกเสียง นอกจากนี้กลุ่มผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านคำปรึกษาและเครื่องมืออุปกรณ์เป็นอย่างดี และที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.1.1 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์	4
2.1.2 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่า และชุมสาย	5
2.1.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่	5
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	6
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	6
2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	7
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C50	9
2.3.1 คุณสมบัติของไมโครตอนโทรลเลอร์ PIC16C50	9
2.3.2 ตำแหน่งขาต่างๆ ของ PIC16C50	10
2.4 อุปกรณ์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง	11
2.4.1 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิก	12
2.4.2 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้แสงอินฟราเรด	12
2.5 อักษรเบรลย์	15
2.6 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	16
2.6.1 UM91210C	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6.2 MC34014P	18
2.6.3 ISD2560	20
2.6.4 4066	26
2.6.5 74L922	27
2.7 หลักการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	28
2.7.1 กรณีตรวจสอบผู้มาใช้บริการ	28
2.7.2 กรณีเข้าสู่ระบบการทำงาน	29
2.7.3 กรณีใช้งานแบบทันที	29
2.7.4 กรณีต้องการฟังการอธิบายอีกครั้ง	29
2.7.5 กรณีต้องการใช้งานแบบโทรศัพท์ทั่วไป	29
2.7.6 กรณีต้องการโทรซ้ำอีกครั้ง	29
2.8 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	30
2.8.1 กรณีโทรออก	30
2.8.2 กรณีโทรเข้า	30
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	31
3.1 การออกแบบ	31
3.1.1 วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์	32
3.1.2 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่	34
3.1.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	35
3.1.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหูและวางหู	36
3.1.5 วงจรสวิตช์สัมผัส	37
3.1.6 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข	38
3.1.7 วงจรสแกนคีย์	39
3.1.8 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด	40
3.1.9 วงจรบันทึกเสียง	42
3.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	44
3.3 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.1 การตรวจจับสัญญาณเมื่อมีผู้ใช้บริการ	46
3.3.2 การส่งเสียงอธิบายวิธีการใช้ และตำแหน่งต่างๆ ของปุ่ม	46
3.3.3 การตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์	47
3.3.4 การทำงานในรูปแบบโทรศัพท์ทั่วไป	47
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	48
4.1 กล่าวนำ	48
4.1.1 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	48
4.1.2 วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	49
4.1.3 วงจรสวิตช์สัมผัส	52
4.1.4 วงจรชุดเชื่อมต่อกับเครื่องคิดเลข	54
4.1.5 วงจรสแกนคีย์	55
4.1.6 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด	57
4.1.7 วงจรบันทึกเสียง	59
4.1.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	60
4.1.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู	61
4.2 การทดลองเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	62
4.2.1 การทดลองชุดตรวจจับวัตถุ	63
4.2.2 การทดลองการเข้าสู่ระบบอย่างรวดเร็ว	63
4.2.3 การทดลองเข้าสู่ระบบการอธิบายวิธีการใช้งานอีกครั้ง	64
4.2.4 การทดลองการเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ทั่วไป	64
4.2.5 การทดลองการโทรซ้ำ	65
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	66
5.1 บทสรุป	66
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน	66
5.3 ปัญหา และแนวทางในการแก้ไขปัญหา	67
5.4 แนวทางการพัฒนาโครงงาน	68
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	75
ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรมการทำงาน	85
ภาคผนวก ง รายละเอียดของอุปกรณ์	96
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้เครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	103
ภาคผนวก ฉ รายการข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์	107
บรรณานุกรม	135
ประวัติผู้แต่ง	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบควบคุมที่ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกกับระบบที่ใช้อินฟราเรด	12
ตารางที่ 2.2 ค่าความถี่สูง และค่าความถี่ต่ำของหน้าปัทม์โทรศัพท์	18
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซี ISD2560	22
ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซี ISD2560	23
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้ง และแนวนอน	6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ MCS-51	8
รูปที่ 2.3 ตำแหน่งขาของ PIC16C50	10
รูปที่ 2.4 ผังการทำงานภายใน PIC16C50	11
รูปที่ 2.5 ผังการทำงานของระบบอัลตราโซนิก และระบบควบคุมด้วยแสงอินฟราเรด	13
รูปที่ 2.6 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรด	13
รูปที่ 2.7 หลักการใช้ทรานซิสเตอร์กับวงจรจ่ายกำลังให้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรง	15
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งขาต่างๆ และคีย์บอร์ดของ UM91210C	16
รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลย์ของ UM91210C	17
รูปที่ 2.10 ลักษณะขาของไอซี MC34014P	19
รูปที่ 2.11 ผังการทำงานภายในไอซี MC34014P	20
รูปที่ 2.12 ลักษณะการจัดขาใช้งานของไอซีเบอร์ ISD2560	21
รูปที่ 2.13 ผังการทำงานภายในของไอซีเบอร์ ISD2560	22
รูปที่ 2.14 วงจรประยุกต์ใช้งานของไอซีเบอร์ ISD2560	25
รูปที่ 2.15 ขา และตำแหน่งของเกทภายในไอซีเบอร์ 4066	27
รูปที่ 2.16 วงจรภายในไอซีเบอร์ 74L922	28
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	31
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมรีเลย์	32
รูปที่ 3.3 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่	34
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	35
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู	36
รูปที่ 3.6 วงจรสวิตช์สัมผัส	37
รูปที่ 3.7 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข	38
รูปที่ 3.8 วงจรสแกนคีย์	39
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจสอบวัตถุภาคส่ง	40
รูปที่ 3.10 วงจรภาครับอินฟราเรด	41
รูปที่ 3.11 วงจรบันทึกเสียง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.12 โครงสร้างของซอฟต์แวร์	45
รูปที่ 4.1 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ	48
รูปที่ 4.2 วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่	50
รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่	50
รูปที่ 4.4 วงจรตัวอย่างชุดสัมผัส	52
รูปที่ 4.5 วงจรสวิตช์สัมผัส	53
รูปที่ 4.6 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข	55
รูปที่ 4.7 วงจรสแกนคีย์	56
รูปที่ 4.8 วงจรตรวจจับวัตถุภาคส่ง	57
รูปที่ 4.9 วงจรภาครับอินฟราเรด	57
รูปที่ 4.10 วงจรบันทึกเสียง	59
รูปที่ 4.11 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง	61
รูปที่ 4.12 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู	61
รูปที่ ก.1 แผ่นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรตรวจจับ	70
รูปที่ ก.2 แผ่นวงจรบันทึกเสียง	70
รูปที่ ก.3 แผ่นวงจรหมุนรหัสความถี่คู่	71
รูปที่ ก.4 แผ่นวงจรแหล่งจ่ายไฟและสวิตช์สัมผัส	71
รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรปุ่มกด	72
รูปที่ ก.6 การติดตั้งแผ่นวงจรชั้นที่ 1	72
รูปที่ ก.7 การติดตั้งแผ่นวงจรชั้นที่ 2	73
รูปที่ ก.8 การติดตั้งแผ่นวงจรพร้อมสายเชื่อมต่อ	73
รูปที่ ก.9 ด้านบนของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	74
รูปที่ ก.10 การเชื่อมต่อสายโทรศัพท์กับเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	74
รูปที่ ข.1 วงจรโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	76
รูปที่ ข.2 วงจรบันทึกเสียง	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ ข.3	แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรตรวจจับ	78
รูปที่ ข.4	ด้านการวางอุปกรณ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรตรวจจับ	78
รูปที่ ข.5	แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรชุดหมุนความถี่คู่และตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหู	79
รูปที่ ข.6	ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรชุดหมุนความถี่คู่และตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหู	79
รูปที่ ข.7	แผ่นวงจรด้านบนของสวิตช์กด	80
รูปที่ ข.8	แผ่นวงจรด้านล่างของสวิตช์กด	80
รูปที่ ข.9	ด้านการวางอุปกรณ์ของแผ่นสวิตช์กด	81
รูปที่ ข.10	แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่าง	82
รูปที่ ข.11	ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง	82
รูปที่ ข.12	แผ่นวงจรด้านบนของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ	83
รูปที่ ข.13	แผ่นวงจรด้านล่างของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ	83
รูปที่ ข.14	ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ	84
รูปที่ ค.1	ผังการทำงานของโปรแกรม	86
รูปที่ ค.2	โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	87
รูปที่ จ.1	แสดงการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	104
รูปที่ จ.2	แสดงการต่อพ่วงระหว่างชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับโทรศัพท์หลัก	105
รูปที่ จ.3	แสดงการต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ที่ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทในชีวิตประจำวัน สำหรับบางคนอาจเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตไปเลยก็ได้ โดยเฉพาะสังเกตได้จากผู้พิการทางร่างกาย พวกเขาเหล่านี้จะขาดอวัยวะในการทำงานไปบางส่วน แต่มีกลุ่มคนที่พยายามพัฒนาเทคโนโลยี และอุปกรณ์ต่างๆ ขึ้นมา เพื่อทดแทนอวัยวะบางส่วนของร่างกายที่ขาดหายไป เพื่อวัตถุประสงค์ที่ว่าต้องการให้ผู้พิการเหล่านั้นใช้ชีวิตอย่างปกติสุข และสามารถทำอะไรต่างๆ ได้ เช่นบุคคลทั่วไป ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้พิการอีกปัญหาหนึ่ง คือ การถูกทอดทิ้งจากญาติพี่น้อง การนำไปฝากยังสถานสงเคราะห์ผู้พิการ ซึ่งสาเหตุต่างๆ เหล่านี้เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้พิการไร้ความหวัง และมีความรู้สึกท้อแท้

เทคโนโลยีด้านการสื่อสารเป็นอีกบทบาทหนึ่งที่สำคัญสามารถทำให้มีการติดต่อจากบุคคลหนึ่งไปถึงอีกบุคคลหนึ่งได้ โดยเฉพาะโทรศัพท์ ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการในการใช้โทรศัพท์เพิ่มขึ้นมากมาย ถ้าจะกล่าวถึงผู้พิการแล้ว เขาเหล่านี้ต้องการที่จะติดต่อกับญาติพี่น้อง ต้องการกำลังใจจากคนในครอบครัว แต่หากมีเรื่องของการงานมาเป็นสิ่งคั่นกลางทำให้บุคคล หรือญาติพี่น้องรอบข้างไม่สามารถมีเวลาให้ได้ นั้นย่อมทำให้ผู้พิการเหล่านั้นรู้สึกว้าเหว่แน่นอน

สำหรับการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารทางด้านโทรศัพท์ ผู้พิการที่ไม่สามารถได้รับความสะดวกสบาย คือ ผู้พิการทางตา ซึ่งไม่สามารถมองเห็น หรือทำความเข้าใจกับปุ่มที่ปรากฏได้เลย ดังนั้นการทำให้ผู้พิการทางตาสามารถใช้งานโทรศัพท์ได้จะต้องอาศัยสื่อทางเสียง และการสัมผัสเป็นสำคัญ ดังนั้น จึงได้นำระบบโทรศัพท์มาพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการทางตาให้สามารถใช้โทรศัพท์เหมือนคนปกติ โดยจะมีระบบเสียงที่แนะนำวิธีการใช้ ตำแหน่งของปุ่ม การกดปุ่ม และการโทรออกอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ภาระในการดูแลผู้พิการทางตาในสังคมลดน้อยลง

สาเหตุที่ใช้เสียงในระบบการทำงานของโทรศัพท์เพราะ

1) ผู้พิการทางตาไม่อาจใช้ความสามารถในการมองเห็นได้

2) เพื่อลดภาระทางสังคมที่จะต้องคอยดูแลเรื่องการใช้โทรศัพท์

3) เพื่อให้ผู้พิการทางตาสามารถช่วยเหลือตนเองในการใช้โทรศัพท์

ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานั้นสามารถนำไปใช้งานได้โดยนำไปต่อพ่วงกับคู่สายโทรศัพท์เดิม โดยการทำงานจะสามารถใช้ได้ทั้งโทรศัพท์ปกติ และโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น แต่ต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันที่ในการใช้งานจะสามารถกดตัวเลขก่อน หลังจากยกหูแล้วจะทำการต่อให้อัตโนมัติ ซึ่งจะมีการแจ้งผลเป็นเสียงพูดในทุกๆ ขั้นตอนการใช้งาน

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

ขีดความสามารถของโครงการการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอนมี ดังนี้

1) สามารถบอกวิธีการใช้งานโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาด้วยเสียงได้

2) สามารถบอกหน้าที่ของแต่ละปุ่มด้วยเสียงได้

3) สามารถกดเลขหมายก่อนได้โดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์และจะทำการโทรออกทันทีเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์

4) สามารถทำการเรียกออกโดยใช้โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาได้

5) สามารถนำไปต่อใช้งานกับโทรศัพท์ทั่วไปได้

6) สามรถอำนวยความสะดวกการใช้โทรศัพท์ให้กับผู้พิการทางตาได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้จัดทำขึ้นเกี่ยวกับหลักการทางโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ที่ใช้ระบบเสียง และการเชื่อมต่ออัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวก และง่ายต่อการใช้งานระบบภายในจะกำเนิดด้วย ภาคกำเนิดเสียงซึ่งจะใช้เป็นส่วนของการอธิบายวิธีการใช้ ตำแหน่งของปุ่ม และสถานภาพต่างๆ โดยเครื่องที่ใช้นั้นจะถูกติดตั้งกับคู่สายโทรศัพท์โดยตรงในลักษณะขนานกับเครื่องโทรศัพท์ทั่วไป ในการใช้งานสามารถกดปุ่มก่อนแล้วจึงยกหูซึ่งเครื่องจะทำการเชื่อมต่ออย่างอัตโนมัติ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 5 บท เพื่อความสะดวกในการศึกษา และทำความเข้าใจ โดยแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของปริญญานิพนธ์อย่างกว้างๆ เพื่อจะให้ผู้ที่ศึกษาได้ทราบถึงลักษณะโดยทั่วไปเกี่ยวกับหลักการ, เหตุผล, วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของปริญญานิพนธ์นี้ รวมทั้งกล่าวถึงเนื้อหาโดยสังเขปภายในปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับระบบโทรศัพท์ทั่วๆไป, อุปกรณ์ที่สำคัญต่อระบบโทรศัพท์, ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวตรวจจับสิ่งกีดขวาง, หลักการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา และขั้นตอนการใช้งานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ได้แก่ วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ, วงจรหมุนรหัสความถี่คู่, วงจรสวิตช์สัมผัส, วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข, วงจรสแกนคีย์, วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด, วงจรบันทึกเสียง, วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลองประกอบด้วยการทดลอง และผลการทดลองของวงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ, วงจรหมุนรหัสความถี่คู่, วงจรสวิตช์สัมผัส, วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข, วงจรสแกนคีย์, วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด, วงจรบันทึกเสียง, วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง และวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา โดยจะกล่าวถึงผลการสรุปของการทำปริญญานิพนธ์ กับผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำปริญญานิพนธ์ที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการทดลอง และในการทำปริญญานิพนธ์ รวมถึงแนวทางในการแก้ไข และพัฒนาปริญญานิพนธ์นี้ต่อไป

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายละเอียดของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้เครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

ภาคผนวก ฉ รายการข้อมูล และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างผู้เช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปในสายหรือทำนองกลับกันจะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่มาตามสายกลับมาเป็นสัญญาณเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

1) ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น

2) ทำการส่งสัญญาณรหัสที่ใช้แทนเลขหมายของผู้ถูกเรียก

3) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงที่ตอบรับจากชุมสายโทรศัพท์ ตลอดจนรับสัญญาณเรียก (Ringing Tone) ส่งสัญญาณยกเลิกการใช้งานไปยังชุมสายโทรศัพท์

2.1.1 วงจรเครื่องรับโทรศัพท์สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1)วงจรกระดิ่ง ทำหน้าที่เรียกเป็นเสียงกระดิ่งทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามาให้เจ้าของเครื่องทราบ วงจรกระดิ่งอาจใช้กระดิ่งหรือไอซีโทนริงเกอร์ก็ได้ หากใช้กระดิ่งเมื่อเวลามีการเรียกเข้ามาแรงดันไฟสลับประมาณ 105 โวลต์ ถูกส่งเข้ามายังโซลินอยด์ ทำให้โซลินอยด์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นเหมือนกระดิ่งโดยทั่วไป หากเป็นระบบไอซีจะมีการนำเอาพัลส์ดังกล่าวเข้าสู่ระบบเร็กติไฟเออร์เพื่อจ่ายให้กับหน่วยผลิตความถี่ และส่งความถี่ออกลำโพง

2)วงจรปากพูด – หูฟัง ทำหน้าที่เสมือนวงจรเครื่องรับ และเครื่องส่ง เพียงแต่เครื่องรับและเครื่องส่งของระบบจริงๆ นั้น การเรียกจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายหนึ่งนั้น สัญญาณเรียกจะถูกส่งผ่านระบบชุมสาย และจากชุมสายมีการแยกด้วยระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อแยกคู่สายไปยังหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อสายออกไปแทนแรงดันไฟ 100 กว่าโวลต์ เครื่องรับที่ออกแบบอย่างถูกต้องจะมีกระแสไหลในวงจรด้วยระบบรักษาระดับกระแสคงที่ไว้ที่ 23 มิลลิแอมป์ ส่งผลให้แรงดันไฟในคู่สายโทรศัพท์ตกลงมาเหลือประมาณ 6 – 8 โวลต์ หากไม่ยกหูโทรศัพท์ระดับแรงดันจากชุมสายโทรศัพท์มายังคู่สายวัดแรงดันได้ 48 โวลต์

3) วงจรเข้ารหัสตัวเลขชนิดปุ่มกด เมื่อต้องการเรียกคู่สนทนาท่านต้องการยกหูโทรศัพท์แล้วกดหมายเลขที่ต้องการจากแป้นกด วงจรเข้ารหัสจะเปลี่ยนหมายเลขให้เป็นข้อมูลความถี่คู่ส่งความถี่ 2 โทน (สูง-ต่ำ) ไปยังระบบชุมสาย แล้วชุมสายจะส่งข้อมูลไปตามเครือข่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สัญญาณที่รับส่งระหว่างผู้เช่า และชุมสาย

1) สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

1.1) ON HOOK หมายถึง สภาพผู้เช่าวางหู ลักษณะของวงจรเป็นเสมือนวงจรเปิดที่มีความต้านทานสูง

1.2) OFF HOOK หมายถึง สภาพผู้เช่ายกหู สายโทรศัพท์จะมีสภาพเสมือนวงจรปิดที่มีความต้านทานต่ำ

1.3) DIALLING หมายถึง ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย

2) สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1) Dialling Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ผู้เรียกทราบว่า ขณะนี้อุปกรณ์ที่ชุมสายนั้นพร้อมที่จะรับรหัสการหมุนหมายเลขจากผู้เรียก ให้ผู้เรียกทำการส่งหมายเลขได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz มอดูเลตด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินสัญญาณนี้เมื่อยกหูโทรศัพท์

2.2) Busy Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ทราบว่าอุปกรณ์ทางของชุมสาย หรือโทรศัพท์ปลายทางไม่ว่าง ความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 Hz

2.3) Ringing Tone เป็นสัญญาณที่แจ้งให้ผู้ถูกเรียกทราบหลังจากหมุนหมายเลขครบเพื่อบอกให้ผู้ถูกเรียกทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อ ด้วยความถี่ของสัญญาณไซน์ 425 Hz

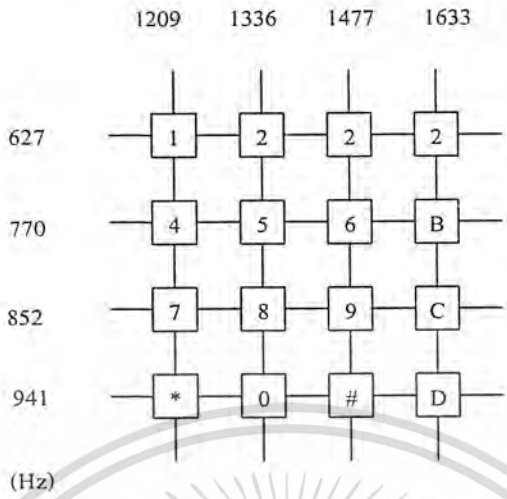
2.4) Ringback Tone เป็นสัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งไปยังผู้เรียก เพื่อบอกให้ผู้เรียกทราบว่าได้ต่อเส้นทางกับผู้ถูกเรียกได้แล้ว

2.1.3 โทรศัพท์แบบความถี่คู่

การหมุนเลขหมายของโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบพัลส์ และแบบโทน หรือแบบดีทีเอ็มเอฟ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบโทนเท่านั้น

โทรศัพท์แบบโทน หรือแบบดีทีเอ็มเอฟ เป็นแบบที่กำหนดสัญญาณเสียง 2 โทนเสียง (Dual Tone Modulation Frequency) โดยความถี่จะแยกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มความถี่สูงกับกลุ่มความถี่ต่ำ กลุ่มความถี่ต่ำได้แก่ ความถี่ 627 Hz, 770 Hz, 852 Hz และ 941 Hz ส่วนกลุ่มความถี่สูง ได้แก่ ความถี่ 1,209 Hz, 1,336 Hz, 1,477 Hz และ 1,633 Hz โดยใช้ระบบคีย์แบบเอ็กซ์-วาย (X-Y Matrix) แบ่งโซนออกเป็นกลุ่มความถี่ทางแนวตั้ง กับกลุ่มความถี่ทางแนวนอน โดยให้ความถี่แนวนอนเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ และความถี่ทางแนวตั้งเป็นกลุ่มความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ความถี่สัญญาณแนวตั้ง และแนวนอน

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบโทน

1) ลดระยะเวลาในการส่งเลขหมายโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์

2) สามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปทำให้มีขนาดเล็กลง

3) ลดจำนวนอุปกรณ์ในการกำหนดเลขหมาย ทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กลง

4) สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายโทรศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) สามารถนำไปใช้กับระบบอัตโนมัติต่างๆ ได้กว้างขวางขึ้น เช่น ระบบต่อเลขหมายภายในอัตโนมัติ และชุดตอบรับ และโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ปัจจุบันนี้ในการออกแบบไมโครคอมพิวเตอร์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบการทำงาน เนื่องจากใช้เวลาในการทำงานได้รวดเร็ว และแม่นยำ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตออกมาจะมีลักษณะชิพเดี่ยว ซึ่งมีความสะดวกในการใช้งานสูง และการเขียนโปรแกรมใช้ในการควบคุม พร้อมทั้งยังมีเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพค่อนข้างมาก

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ลักษณะคุณสมบัติโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีดังต่อไปนี้

1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 124 กิโลไบต์

4) อ้างตำแหน่งหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพ แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์

7) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32บิต) แยกกันอย่างอิสระ

8) มีวงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด

9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง และกระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11) มีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

12) นำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.2.2 โครงสร้างของ MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะประกอบด้วยเกทชนิดต่างๆ เช่น AND, OR และ NOT ซึ่งเกทเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น ซึ่งมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2 โดยลักษณะโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีส่วนประกอบ 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง

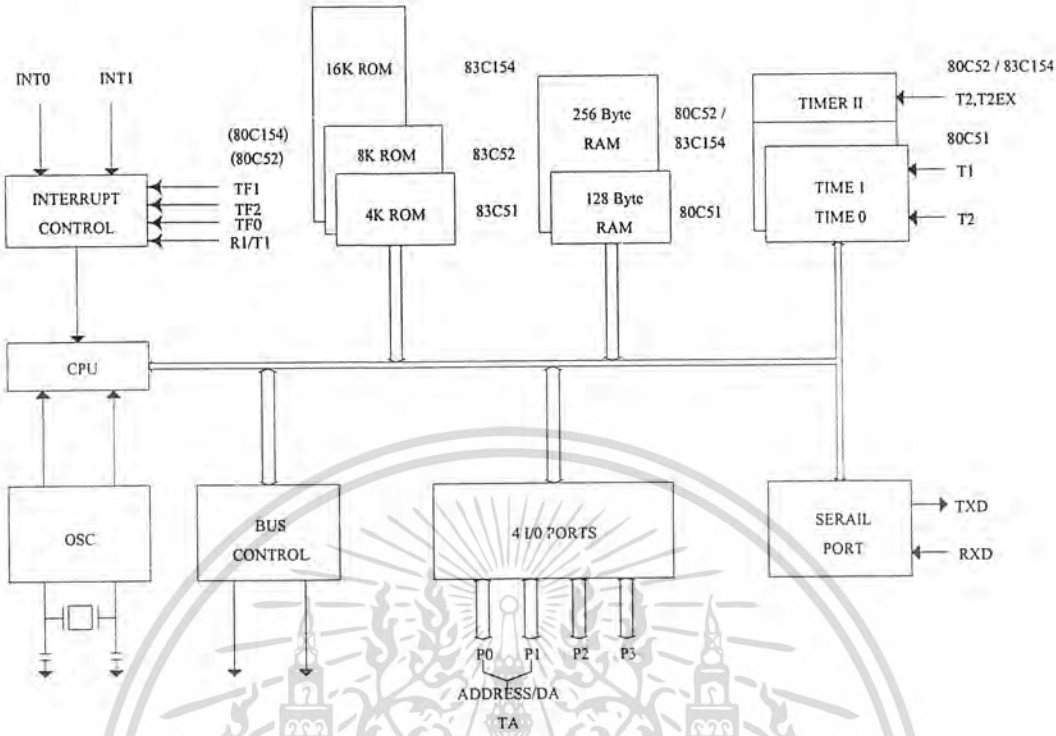
ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, สัญญาณการรับข้อมูลเข้า และส่งข้อมูลออก, ส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนการควบคุมบัส เป็นต้น การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้จะสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสคำสั่งที่กำหนดไว้ และสัญญาณควบคุมที่สร้างขึ้นนี้จะทำการอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาของวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานได้อย่างถูกต้อง

ในหน่วยประมวลผลกลางนั้น ยังประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอีก คือ หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ และหาร จากนั้นจะนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2. หน่วยความจำข้อมูล

มีไว้สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลเข้า และข้อมูลออกจากหน่วยความจำ ซึ่งจะต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ MCS-51

ออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลได้ระหว่าง 00H ถึง FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ความจำโปรแกรมหรือหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลขนาดสูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น

2) สัญญาณของข้อมูลที่ต้องการอ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่ต้องการ

3) สัญญาณควบคุมที่ส่งยังหน่วยความจำ เพื่อบอกว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลโดยวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3. อุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุต

เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งจะทำให้ติดต่อกับอุปกรณ์ อินพุต/เอาต์พุตได้ สามารถแบ่งลักษณะได้ 3 ประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 อินพุต/เอาต์พุต พอร์ต (Input/Output Port)

ใช้สำหรับรับข้อมูลที่เป็นสัญญาณเข้า หรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3

3.2 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0,ไทม์เมอร์/เคาเตอร์ 1 (Timer/Counter 0 Timer/Counter 1)

ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0,ไทม์เมอร์/เคาเตอร์ 1 เป็นวงจรที่สามารถนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถที่จะตั้งค่าเริ่มต้นการนับ และอ่านค่าการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3 พอร์ตอนุกรม (Serail Port)

หน่วยประมวลผลกลางจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะส่งออกจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา TXD และในการรับข้อมูลจะทำการรับเข้ามาทีละบิตทางขา RXD แล้วจึงเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C50

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C50 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบซีมอส ขนาด 8 บิต มีคำสั่งใช้งานประมาณ 33 คำสั่งจึงทำให้ง่ายต่อการจดจำ มีโหมด Sleep มี WDT (Watch dog timer) ในตัว

2.3.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16C50

1) มีคำสั่งน้อยเพียง 33 คำสั่ง จึงง่ายต่อการเรียนรู้ และจดจำ
2) ทุกคำสั่งใช้เวลาแค่ 1 ไซเคิล ยกเว้นคำสั่งบรานซ์
3) ความเร็วในการทำงาน DC-20 เมกะเฮริตซ์
4) คำสั่ง 12 บิต
5) ข้อมูล 8 บิต
6) สแต็ก 2 ระดับ
7) มีตัวนับสัญญาณเวลาขนาด 8 บิต (TMRO)
8) มีตัวรีเซตกำลังไฟ เมื่อจ่ายไฟเข้าครั้งแรก (POWER ON RESET)
9) มีวอตด็อกไทเมอร์ (Watch dog timer) ใช้สัญญาณจาก RC ที่อยู่ภายใน หรือจากออสซิลเลเตอร์ ภายในก็ได้
10) มีโหมดประหยัดพลังงาน
11) มีวงจรป้องกันการคัดลอก

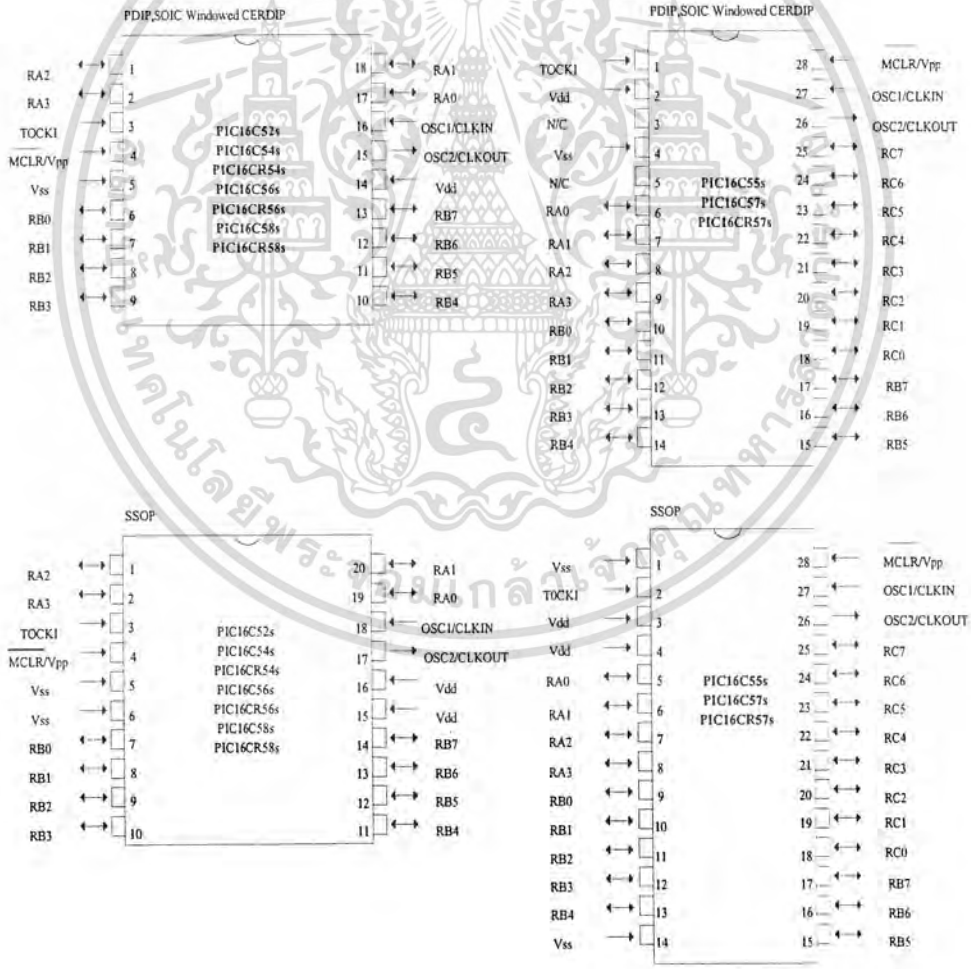
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) สามารถเลือกออสซิลเลเตอร์ได้ ทั้ง RC, XT หรือ LP ได้ (เฉพาะรุ่นที่ไม่ได้กำหนดเป็น RC)

13) ใช้เทคโนโลยีแบบซีมอส จึงกินไฟต่ำ สามารถใช้ไฟได้ตั้งแต่ 2.5 - 6.25 โวลต์

2.3.2 ตำแหน่งของขาต่าง ๆ ของ PIC16C50

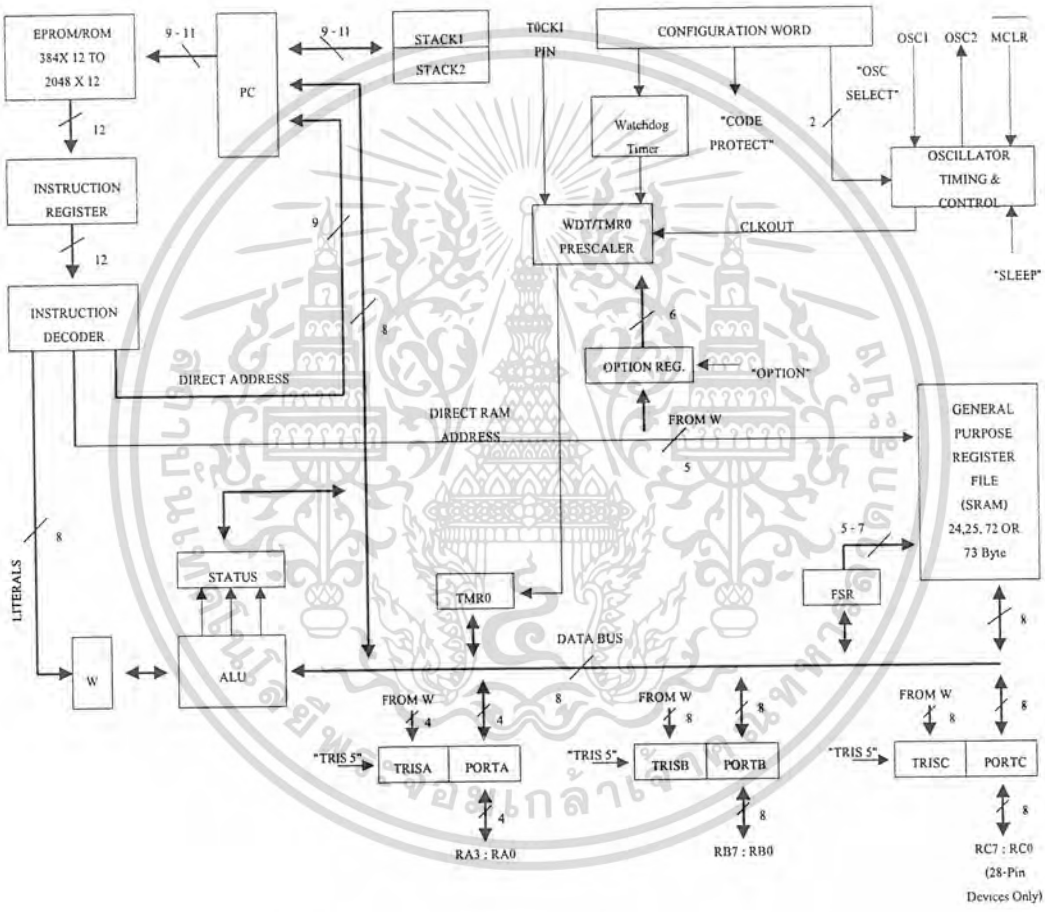
RA0-RA4	เป็นขาอินพุต / เอาต์พุต ของพอร์ต A
RB0-RB7	เป็นขาอินพุต / เอาต์พุต ของพอร์ต B
RC0-RC7	เป็นขาอินพุต / เอาต์พุต ของพอร์ต C
TOCK1	เป็นขาอินพุตรับสัญญาณ ในกรณีที่รับสัญญาณภายนอก
MCLR	เป็นขารีเซต



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งขาของไอซีเบอร์ PIC16C50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OSC1 / CLKIN	เป็นขาออสซิลเลเตอร์ หรือเป็นขาอินพุตของออสซิลเลเตอร์
OSC2 / CLKOUT	เป็นขาออสซิลเลเตอร์ หรือเป็นขาเอาต์พุตของออสซิลเลเตอร์
VDD	เป็นขารับไฟบวก
VSS	เป็นขากราวด์
N / C	เป็นขาที่ปล่อยลอยไว้ ไม่ได้ใช้งาน



รูปที่ 2.4 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ PIC16C50

2.4 อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุ

ปัจจุบันประเภทของตัวตรวจจับสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการส่งสัญญาณ หรือตัวกลางในการเชื่อมโยงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบควบคุมที่ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกกับระบบที่ใช้แสงอินฟราเรด

ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสงอินฟราเรด	ควบคุมด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก
1. ส่วนของวงจร	วงจรไม่ซับซ้อน	วงจรค่อนข้างซับซ้อน และการออก
2. รัศมีทำการควบคุม	ใกล้ แต่เหมาะกับห้องที่มีฝาผนัง เพราะมีการสะท้อนดี	แบบวงจรค่อนข้างพิถีพิถัน ไกลตามกำลังส่ง สามรถทะลุทะลวงสิ่งกีดขวาง เหมาะกับการ
3. ปัญหาสัญญาณรบกวน	ไม่มีหรือน้อยมาก	ใช้งานกลางแจ้ง อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับ
4. ปัญหาด้านกฎหมาย	ไม่มีกฎหมายควบคุม	เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นได้ง่าย ต้องมีการขออนุญาตจากทางการ
5. ราคา	ราคาถูก-ปานกลาง	เพื่อขอใช้
6. ขนาดรูปร่าง	สามารถปรับปรุงขนาดให้มีขนาดเล็กลงได้	ราคาปานกลาง-แพง ไม่สามารถลดขนาดให้เล็กได้มาก เนื่องจากเหตุผลทางด้านกำลังส่งและอุปกรณ์ประกอบ

2.4.1 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิก

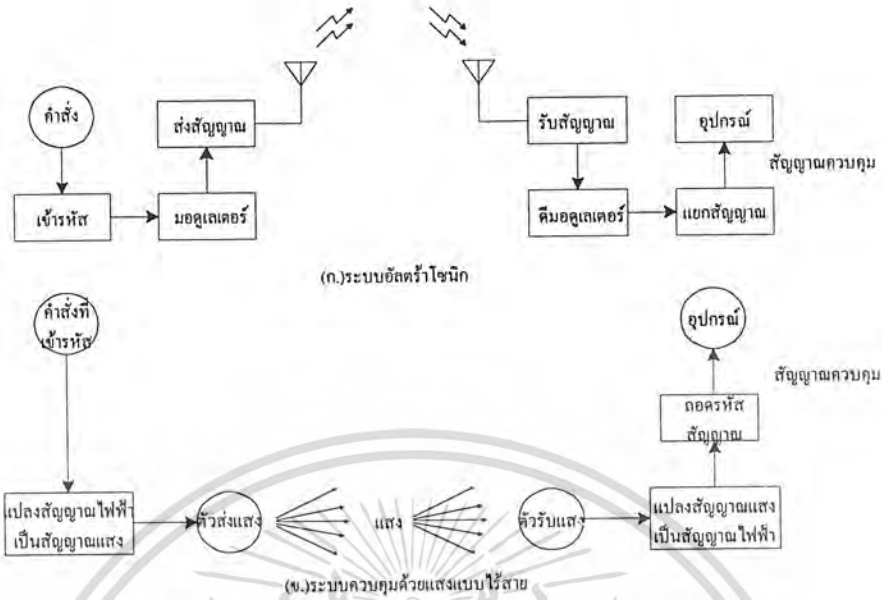
สัญญาณควบคุมที่ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกจะอยู่ในรูปของสัญญาณวิทยุ คือ ใช้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกเป็นคลื่นพาหะสำหรับนำสัญญาณควบคุมต่างๆ ไปยังภาครับ

จากรูปที่ 2.5 จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการส่งสัญญาณ ซึ่งความถี่ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ประมาณ 40 กิโลเฮริตซ์ ในระบบอัลตราโซนิก แต่การใช้ระบบดังกล่าวจะมีการออกแบบวงจรที่ค่อนข้างยาก และการใช้งานคลื่นวิทยุสามารถถูกรบกวนจากสัญญาณภายนอกได้ง่าย

2.4.2 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้แสงอินฟราเรด

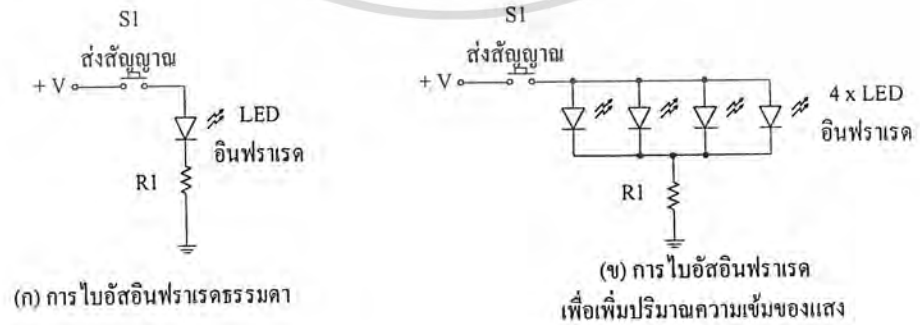
การใช้แสงอินฟราเรด เป็นสัญญาณควบคุมรีโมต โดยสามารถตัดปัญหารบกวนของแสงจากภายนอกอื่นๆ ได้ และวงจรใช้งานของระบบอินฟราเรดเป็นวงจรที่ง่าย และไม่สลับซับซ้อน มีความเชื่อถือในการใช้งานได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ผังการทำงานของระบบอัลตราโซนิก และระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย

การส่งสัญญาณแสงย่านอินฟราเรดสามารถทำได้โดยการต่อวงจรตามรูปที่ 2.6 ซึ่งประกอบด้วย LED ที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ โดยมีตัวความต้านทาน R1 ทำหน้าที่จำกัดกระแส สัญญาณแสงที่ส่งออกโดย LED ตัวเดียว จะเหมาะกับการใช้งานในระยะใกล้ๆ การเพิ่มกำลังส่งของแสงอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้น สามารถทำได้โดยใช้ LED หลายตัวต่อขนานกันดังรูปที่ 2.6 (ข) โดยที่ R1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิม เพราะต้องมีการขับกระแสมากขึ้น ในปัจจุบันมี LED ย่านอินฟราเรดที่ให้กำลังส่ง หรือความเข้มของแสงสูง ช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิมมาก



รูปที่ 2.6 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกจากจะเพิ่มจำนวน LED ดังรูปที่ 2.6 (ข) ยังมีวิธีอื่นอีก คือ การเพิ่มกระแสขับ LED ให้มีค่าสูงขึ้น โดยที่ LED ต้องไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการจำกัดช่วงเวลาทำงานของ LED ให้สั้นลง ด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ LED จากวงจรในรูปที่ 2.6 (ก) ถ้าป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างของพัลส์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที และมีความถี่ไม่เกิน 1 กิโลเฮริตซ์ กระแสที่ใช้ขับ LED ไม่เสียหาย ซึ่งจะส่งผลทำให้ความเข้มของแสงที่เปล่งออกมามีค่าสูงมาก และสามารถเดินทางไปได้ไกลกว่าเดิมมาก

การรับสัญญาณแสงอินฟราเรดด้วยวงจรพื้นฐาน ประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสง ที่ใช้โฟโต้ไดโอดทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโต้ไดโอดเพื่อรับแสงควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟราเรดผ่านได้วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจตกกระทบเข้ามา

การนำสัญญาณควบคุมไปใช้ในการ เปิด/ปิด ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน จำเป็นต้องอาศัยชุดวงจรจ่ายกำลังสำหรับโหลด หรือวงจรขับโหลดทางเอาต์พุต เพื่อจ่ายกระแส และแรงดันที่เหมาะสมให้กับโหลดแต่ละชนิด หากสัญญาณควบคุมถูกใช้เพียงแค่สำหรับขับ LED ให้สว่าง/ดับ เพื่อแสดงสภาวะการทำงาน จึงสามารถนำ LED ต่อเข้าโดยตรงกับสัญญาณควบคุมได้เลย แต่ถ้าต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแส และแรงดันมากกว่าที่ไอซีจะขับได้ ต้องใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวสวิตช์ หรือขยายกระแสให้กับโหลด โดยใช้สัญญาณควบคุมเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทรานซิสเตอร์ โดยปกติสัญญาณควบคุมจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลที่ขับออกมาจากไอซีประเภทต่างๆ จึงควรทราบค่าของกระแส และแรงดันของไอซีประเภทต่างๆ

วงจรจ่ายกำลังที่ใช้ทรานซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.7 (ก) โหลดที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการแรงดันไฟตรง จะทำงานเมื่อสัญญาณควบคุมทางขาเบสของทรานซิสเตอร์เป็นสัญญาณลอจิก “1” ค่าของกระแสที่โหลดต้องการจะต้องไม่เกินค่าของกระแสคอลเล็กเตอร์ที่ถูกควบคุมโดยกระแสเบสซึ่งเป็นกระแสสัญญาณควบคุมในรูปดิจิตอล วงจรนี้สามารถใช้ได้กับโหลดที่กินกระแสได้หลายขนาด ขึ้นอยู่กับอัตราการขยายกระแส (I_c) ของทรานซิสเตอร์ที่เลือกใช้

สำหรับวงจรในรูปที่ 2.7 (ข) มีหลักการทำงาน คือ โหลดจะทำงานเมื่อสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณลอจิก “0” ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน ทำให้มีแรงดันตกคร่อมโหลดสูงเกือบเท่าแหล่งจ่าย Vcc ทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน R_x ผ่านโหลดครบวงจร ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณลอจิก “1” ทรานซิสเตอร์จะทำงาน ทำให้แรงดันตกคร่อมโหลดเป็นศูนย์ จึงไม่มีกระแสไหลผ่านโหลดจึงไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

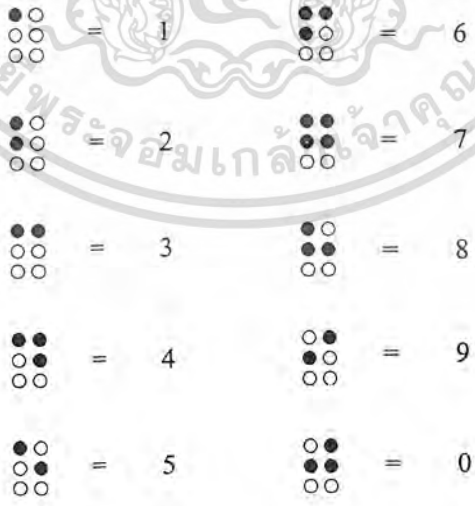
(ก) โหลดทำงานเมื่ออินพุตเป็น "1" (ข) โหลดทำงานเมื่ออินพุตเป็น "0"

รูปที่ 2.7 หลักการใช้ทรานซิสเตอร์กับวงจรจ่ายกำลังให้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรง

2.5 อักษรเบรลย์

เป็นอักษรสำหรับผู้พิการทางตา มีลักษณะเป็นจุดนูนเล็กๆ ใน 1 ช่องประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรคนตาดี หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน๊ตดนตรี ฯลฯ ได้ การเขียนใช้เครื่องมือเฉพาะเรียกว่า สเลท (Slate) และดินสอ (Stylus) การพิมพ์ใช้เครื่องพิมพ์เรียกว่า เบรลเลอร์ (Brailler) ใช้กระดาษหนาขนาดกระดาษวาดรูป

อักษรเบรลย์ตัวเลข



<u>หมายเหตุ</u>

● หมายถึง จุดนูน

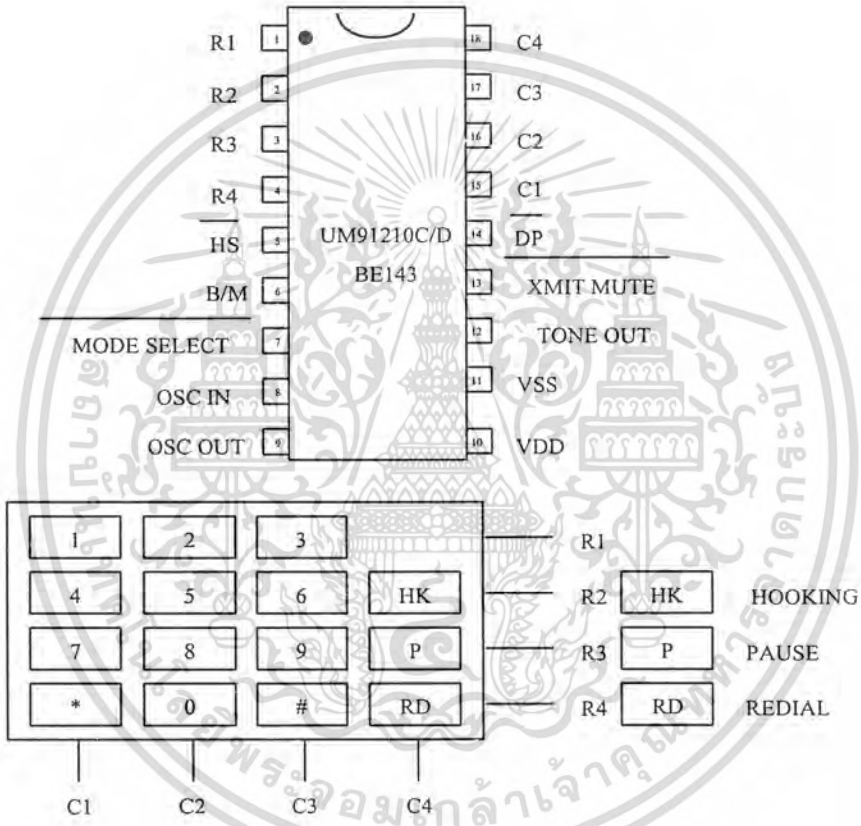
○ หมายถึง จุดที่ไม่ใช่ช่องนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

มีอุปกรณ์หลายชนิดที่ใช้ในโครงงานนี้ แต่นำมาแสดงให้ดูเพียงบางส่วน ที่ใช้งานอยู่ในระบบโทรศัพท์ทั่วไป ได้แก่ ไอซี UM91210C, MC34014P, ISD2560, 4066 และ 74L922 ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1 UM91210C



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งขาต่างๆ และคีย์บอร์ดของ UM91210C

ลักษณะทั่วไป

1) เป็นไอซีที่มีโครงสร้างแบบตีนตะขาบ 18 ขา ทำหน้าเข้ารหัสสัญญาณโทรศัพท์ในแบบพัลส์ และแบบโทนที่มีการเก็บข้อมูลสุดท้าย เพื่อการเลือกทวนข้อมูล หรือที่เรียกว่า ระบบรีไดอัล (Redial)

2) เป็นไอซีที่ใช้ระบบกดปุ่ม

3) เป็นระบบทวนเลขหมาย 6 หมายเลขสุดท้าย 7 ของระบบพัลส์ หรือโทนที่สามารถทวนได้ไม่จำกัด แต่ต้องหลังจากการกด Pause หรือ กดสวิตช์วางหูแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

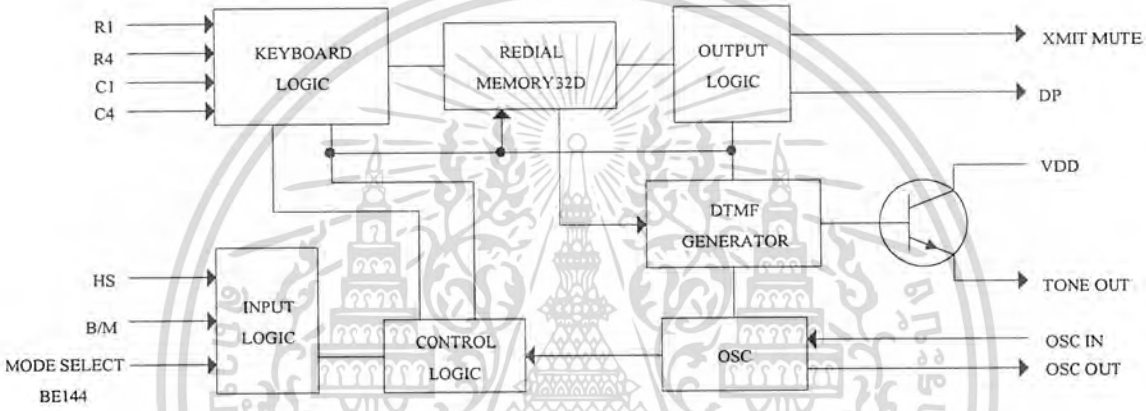
4) เป็นไอซีมอสที่ใช้กำลังน้อยมาก โดยใช้ระบบแรงดันวงจร 2.0 ถึง 5.5 โวลต์

5) หมายเลขกลุ่มสุดท้ายจะถูกส่งเข้าหน่วยเก็บข้อมูล หรือระบบรีไดอัล และจะล้างข้อมูลอัตโนมัติเมื่อเรากดหมายเลขใหม่

6) วงจรกำเนิดความถี่ใช้คริสตอลความถี่ 3.579545 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นหน่วยความถี่อ้างอิง

7) ใช้คีย์บอร์ดเมตริกซ์ขนาด 4 คูณ 4

วงจรสมมูลย์ในรูปของแผนผังการทำงาน



รูปที่ 2.9 วงจรสมมูลย์ของ UM91210C

ค่าสูงสุดที่ไอซีทนได้

1) แรงดันสำหรับวงจร (VDD) 6 โวลต์

2) ค่าโวลต์ทางอินพุต (Vin) VDD + 0.3 โวลต์

3) ค่าโวลต์ทางเอาต์พุต (Vout) VDD + 0.3 โวลต์

4) ค่าโวลต์เอาต์พุตที่ออกจากขามิวต์ (Vout) 1.2 โวลต์

5) กระแสเอาต์พุตของระบบโทน (I.tone) 50 มิลลิแอมป์

6) อุณหภูมิขณะทำงาน (Topr) 20 ถึง 70 องศาเซลเซียส

7) อุณหภูมิสะสม (Tstg) –40 ถึง 125 องศาเซลเซียส

8) อัตราการกระจายกำลัง (Pd) 500 มิลลิวัตต์

9) ค่าความถี่คู่สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37215

ตารางที่ 2.2 ค่าความถี่สูง และค่าความถี่ต่ำของหน้าปัทม์โทรศัพท์

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

ตารางแสดงความถี่ของแต่ละหมายเลข		
หมายเลข	ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง
1	697 Hz	1209 kHz
2	697 Hz	1336 kHz
3	697 Hz	1447 kHz
4	770 Hz	1209 kHz
5	770 Hz	1336 kHz
6	770 Hz	1447 kHz
7	852 Hz	1209 kHz
8	852 Hz	1336 kHz
9	852 Hz	1447 kHz
0	941 Hz	1336 kHz

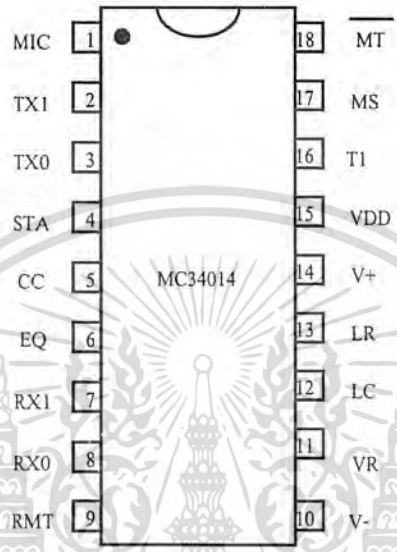
2.6.2 MC34014P

ไอซีเบอร์ MC34014P เป็นอุปกรณ์ ที่รวมทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในวงจร หรือโครงข่ายการสนทนาทั้งด้านรับ และด้านส่งในเวลาเดียวกัน เปรียบเสมือนกับว่ามีการทำงานแทนหม้อแปลงไฮบริด โดยมีตัวถังให้เลือกใช้งานอยู่ 2 แบบ คือ แบบพลาสติก DIP (มี 18 ขา ขนาดกว้าง 0.3 นิ้ว) และแบบ SOIC (มีขา 20 ขา) ดังรูปที่ 2.10

ภายในตัว MC34014P ได้รวบรวมเอาส่วนที่ทำหน้าที่ต่างๆ เกี่ยวกับวงจรไฮบริดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกอย่าง โดยประกอบด้วยภาคขยายสัญญาณด้านส่ง, ภาคขยายสัญญาณด้านรับ, ภาคควบคุมสัญญาณไซด์โทน, สามารถปรับอัตราการขยายได้จากภายนอก, ภาคขยายสัญญาณไมโครโฟนสัญญาณรบกวนต่ำ และป้องกันการรบกวนจากสัญญาณ RF ด้วย



รูปที่ 2.10 ลักษณะขาของไอซี MC34014P

คุณสมบัติของ MC34014P

1) สามารถทำงานได้ที่แรงดันต่ำสุด 1.5 โวลต์

2) ควบคุมอัตราการขยายด้านส่ง ด้านรับ และสัญญาณไซด์โทนได้จากภายนอก

3) ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างสัญญาณไมโครโฟน ทำให้หมดปัญหาจากการรบกวนของสัญญาณ RFI

4) นอกจากการส่ง และรับ รวมทั้งสัญญาณไซด์โทนของสัญญาณเสียงพูดแล้ว สัญญาณความถี่คู่สามารถมอดูเลตออกสู่คู่สายได้

5) มีแรงดันเรกูเลตเอาต์พุต 1.2 โวลต์ สำหรับไบอัสให้กับไมค์คอนเดนเซอร์

6) มีแรงดันเรกูเลตเอาต์พุต 3.3 โวลต์ กระแส 550 ไมโครแอมป์ ถึง 2 มิลลิแอมป์ สำหรับวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่คู่

7) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น หรือระบบโทรศัพท์มาตราฐานทั่วไปได้ และภายในไอซีนี้ยังสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่เป็นไอซี หรืออุปกรณ์ที่ต้องการแรงดันต่ำที่ใช้ต่อร่วมกันในวงจรได้ด้วย

เอกสารนี้ใช้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

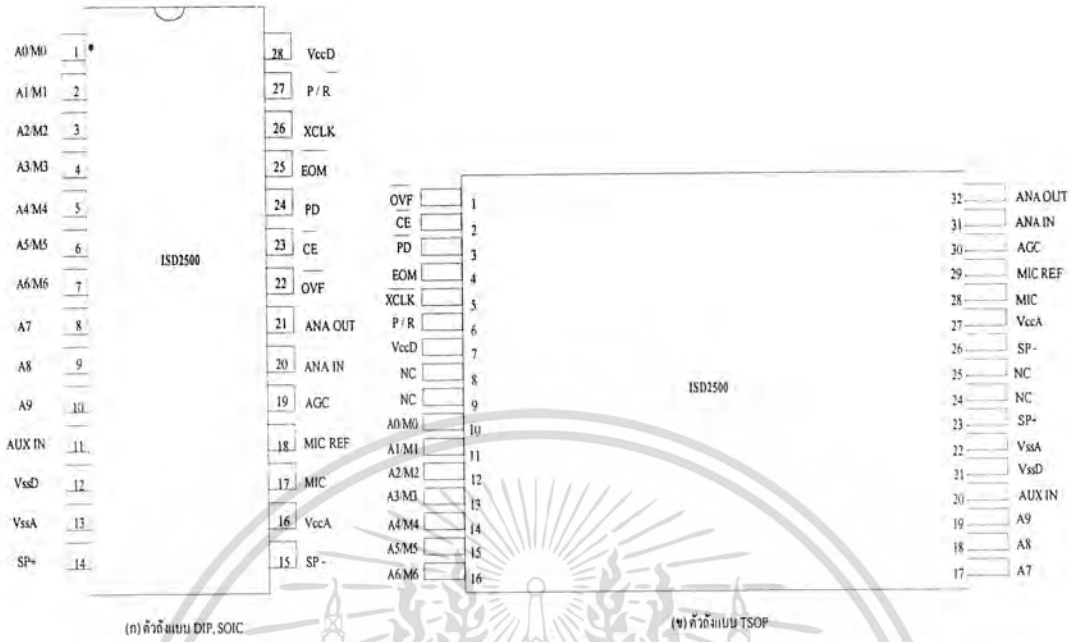
จากหน้าที่ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ไอซีตัวนี้เป็นวงจรไฮบริดจ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ และป้อนกลับสัญญาณ ทำให้สามารถทำการสมทนาสวนทางกันได้นั่นคือ การรับและการส่งที่เกิดขึ้นพร้อมกัน ภายในไอซีตัวนี้จะรวมเอาส่วนประกอบการงานในส่วนต่างๆ เข้ามาไว้ในตัวไอซีตัวเดียว ดังผังการทำงานภายในไอซี แสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ผังการทำงานภายในไอซี MC34014P

2.6.3 ไอซี ISD2560

ไอซี ISD2560 เป็นไอซีบันทึกเสียงอยู่ในตระกูล ISD25XX ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้ยาวประมาณ 60 วินาที และมีโครงสร้างในการใช้งานง่ายกว่าไอซีบันทึกเสียงแบบรุ่นเก่า ไอซี ISD25XX มีข้อแตกต่างจากไอซีบันทึกเสียงรุ่นเก่าที่เห็นได้ชัด คือ ระยะเวลาในการบันทึกนานกว่าและไม่ต้องใช้อุปกรณ์เป็นภาคขยายเสียงต่อร่วมภายนอก และสามารถขับลำโพงได้โดยตรง ในส่วนของไมโครโฟนสามารถใช้งานได้ทั้งแบบไดนามิกไมโครโฟน หรือคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน ในรูปที่ 2.12 (ก) แสดงตัวถังบรรจุของ ISD25XX แบบ DIP/SOLIC และรูปที่ 2.12 (ข) แสดงตัวถังบรรจุแบบ TSOP ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในแบบทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ลักษณะการจัดขาใช้งานของไอซีเบอร์ ISD2560

1. **คุณสมบัติของไอซี ISD2560**

1.1) สามารถบันทึก และเล่นกลับได้ภายในไอซีตัวเดียว

1.2) ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นๆ มาประกอบร่วมภายนอก

1.3) ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้

1.4) มีประสิทธิภาพในการบันทึก และเล่นกลับโดยให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง

1.5) ควบคุมการบันทึก และเล่นกลับด้วยสวิตช์ หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6) ระยะเวลาในการบันทึก/เล่นกลับ ประมาณ 60 วินาที

1.7) สามารถต่อคาสเคดได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น

1.8) ปิดการทำงานอัตโนมัติ เมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป

1.9) สามารถเก็บความจำได้นานถึง 100 ปี โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง

1.10) วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง

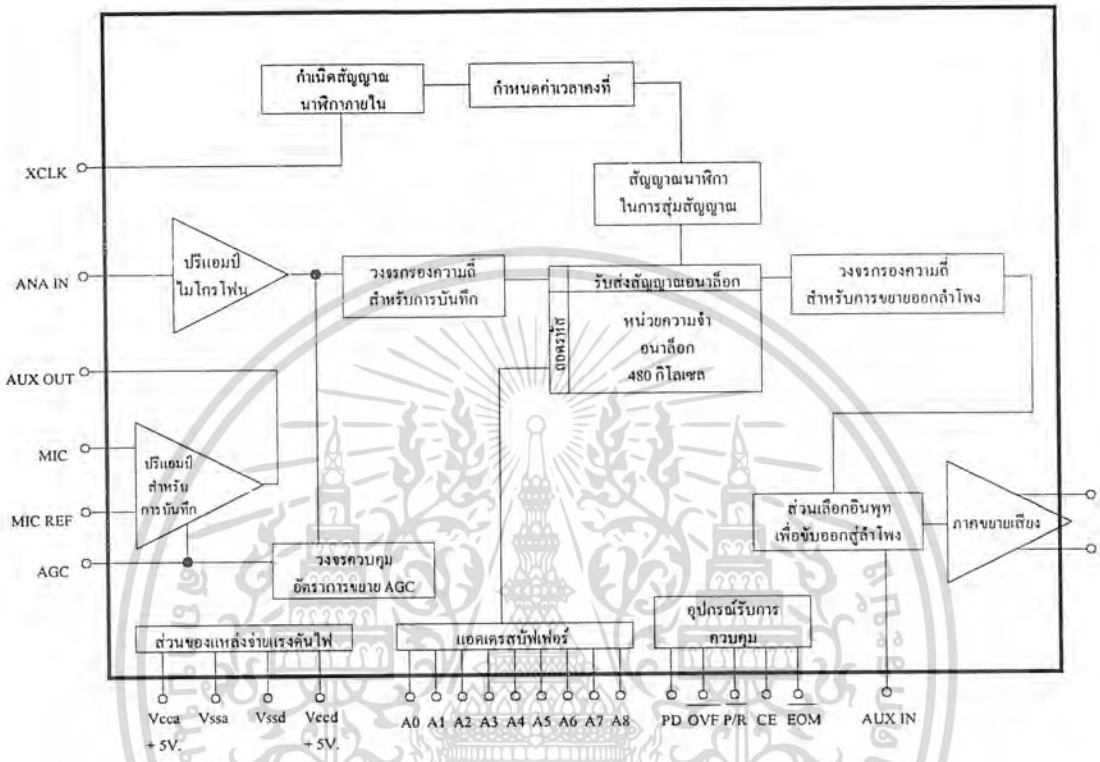
1.11) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัว

1.12) สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียว พัฒนารูปแบบใช้งานได้

ในรูปที่ 2.13 แสดงผังการทำงานภายในของ ISD2560 เมื่อพิจารณาจากผังการทำงานจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD12XX/14XX แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของบล็อกแอดเดรสบัฟเฟอร์ และบล็อกส่วนรับการควบคุม นอกจากนั้นยังมีบล็อกมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะทำการขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือขยายสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN



รูปที่ 2.13 ผังการทำงานภายในไอซีเบอร์ ISD2560

2. การทำงานเบื้องต้นของไอซี ISD2560

ในขั้นต้นต้องทราบคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซี ดังแสดงตารางคุณสมบัติทางเทคนิคหรือไฟฟ้าไว้ในตารางที่ 2.3 ในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้นในที่นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของไอซี ISD2560

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน
ISD2560	60 วินาที	8.0 กิโลเฮิรตซ์	3.4 กิโลเฮิรตซ์	1024 กิโลเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD2560

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"	V_L	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง "1"	V_H	2	โวลต์
7แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	VCC – 0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{OVF}$	V_{OH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา $\overline{EOM}$	V_{OH2}	VCC – 1.0	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟเลี้ยงที่ Vcc = 5 V.	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะสแตนต์บายที่ Vcc = 5 V.	I_{SB}	1-10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	± 1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุตของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตแอนะลอก	$R_{ANA\ IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์/โวลต์
อัตราการขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟเลี้ยงตัวไอซีทั้งหมด	V_{CC}	5-7	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_S	-65-150	องศาเซลเซียส

Address/Mode Input (A0-A9/M0-M6) ขาแอดเดรส และโหมดอินพุตจะมีอยู่สอง ฟังก์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น "0" อินพุตก็จะปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมด และใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึก และเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลต โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$ และถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MSBs มีสถานะ "1" ขาแอดเดรส/โหมดอินพุต จะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมด และเกิดการแลตเมื่อพัลส์ขอบขาปรากฏที่ขา $\overline{CE}$

Auxilliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขาอินพุตจากภายนอกซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรภายใน และขับออกสู่ขาเอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา $\overline{CE}$ มีสถานะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดแล้วจะมีการต่อคาสเคด ISD25XX กันหลายๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

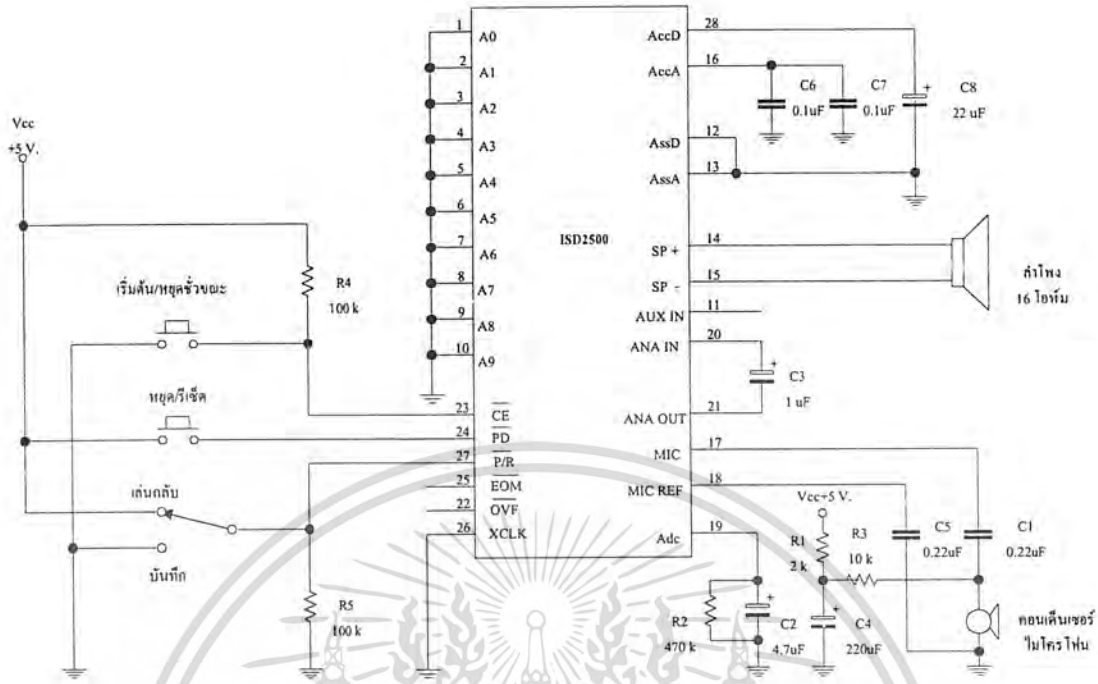
Ground Input (V_{SSA}, V_{SSD}) ขา 12 และ ขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณแอนะลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อ และปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

Speaker Output (Sp+, Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25XX นี้ จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตทั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรง เมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาต์พุตลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคับปลิ้งอยู่ภายใน

Voltage Input (V_{CCA}, V_{CCD}) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรแอนะลอก และวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ขารับแรงดันต้องใช้แรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ ค่าความจุของตัวเก็บประจุคับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 วงจรประยุกต์ใช้งานของ ISD2560

Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 18 จะต่อขานี้เข้ากับกราวด์แอนะลอก (V_{SSA}) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้มีค่ามากกว่า 10 เดซิเบล

Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่านลงกราวด์แอนะล็อก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

Analog Input (ANA IN) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายใน

Overflow Output ($\overline{\text{OVF}}$) ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางเอาต์พุตนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับ หรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา $\overline{\text{OVF}}$ นี้จะจ่ายให้กับขา $\overline{\text{CE}}$ อินพุตจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา $\overline{OVF}$ นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25XX ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

Chip Enable Input ($\overline{CE}$) ขา 23 ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับ และการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุต และขา P/$\overline{R}$ อินพุตจะถูกแลตจากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา $\overline{OVF}$ มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "1" อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซต และจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End-of-Message / RUN Out-put ($\overline{EOM}$) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non-volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนด หรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา $\overline{EMO}$ นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอก หรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

Playback/Record Input (P/$\overline{R}$) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตช์อินพุตที่ขา P/$\overline{R}$

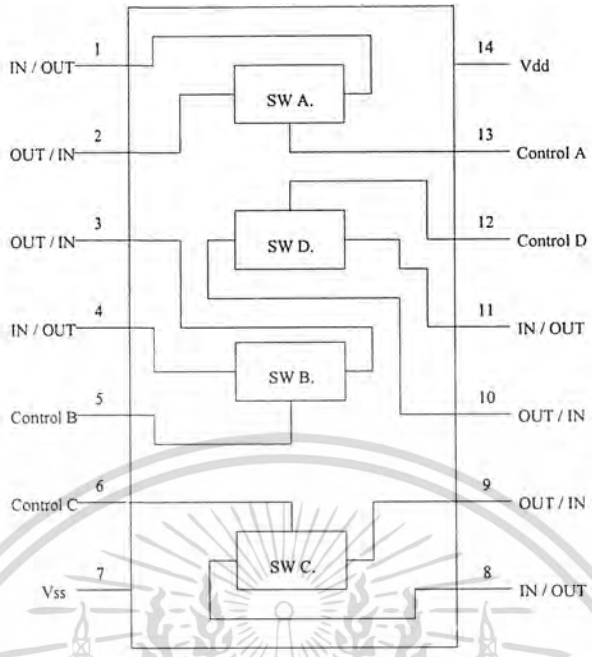
2.6.4 ไอซีเบอร์ 4066

ไอซีเบอร์ 4066 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำงานโดยมีขาคอนโทรลเป็นตัวควบคุมการทำงานของสวิตช์ ภายในจะประกอบด้วยเกทของไอซีที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 4 เกท แต่ละเกทจะมีขาคอนโทรลแยกอิสระจากกัน ในการใช้งานนั้นจะไม่จำกัดขั้วในการต่อดังนั้นจึงสามารถต่อขั้วไฟบวกหรือลบก็ได้

คุณสมบัติของไอซีเบอร์ 4066

1) เป็นไอซีอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถควบคุมได้ด้วยแรงดันไฟต่ำ
2) ใช้กระแสน้อย และระดับไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
3) จะเป็นสวิตช์ ON เมื่อ Active Low
4) สามารถสลับไปมาระหว่างขั้วที่ต่อกับสวิตช์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ขา และตำแหน่งของเกทภายในไอซีเบอร์ 4066

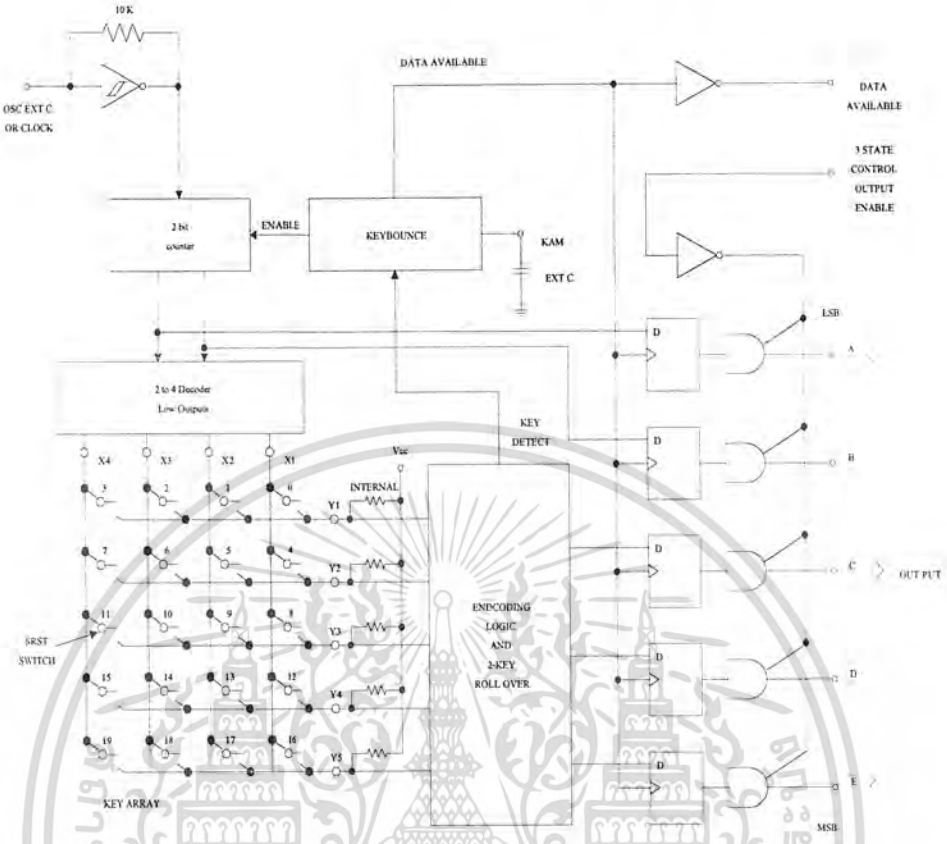
2.6.5 ไอซีเบอร์ 74L922

ไอซีเบอร์ 74L922 เป็นไอซีสแกนคีย์ ซึ่งสามารถสแกนได้ถึง 16 คีย์ และให้ผลทางเอาต์พุตเป็นไบนารีโดยตรง รูปแบบตัวถัง

ลักษณะที่สำคัญ

1) ใช้ได้กับความต้านทานสวิตช์สูงสุดถึง 50 kΩ
2) เปิด หรือ ปิด Chip Clock ได้
3) มีอุปกรณ์ Pull-Up แบบบนชิพ
4) มี Key Roll-Over 2 Key
5) ขจัดการ Keybounce ด้วยคาปาซิเตอร์ตัวเดียว
6) มี Register ภายใน ซึ่งสามารถทำการกด Key ล่าสุดที่ Output ได้
7) มี Output แบบ 3 State ซึ่งคอมแพทเทเบิ้ล กับ LPTTL
8) สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายที่มีช่วงกว้าง คือ 3 โวลต์ ถึง 15 โวลต์
9) ใช้พลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 วงจรภายในของไอซีเบอร์ 74L922

2.7 หลักการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

การทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ จะแบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้

2.7.1 กรณีตรวจสอบผู้มาใช้บริการ

เมื่อมีบุคคลเข้ามาใกล้ชุดตรวจจับ ชุดตรวจจับจะทำการตรวจจับ และส่งเสียงพูดว่า “สวัสดีค่ะ นี่คือโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา กรุณารอสักครู่เพื่อฟังวิธีการใช้งาน หรือกดเครื่องหมายดาวเพื่อเริ่มต้นการใช้งาน ท่านสามารถกดศูนย์ เพื่อฟังการอธิบายอีกครั้ง และกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยมเพื่อเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ทั่วไป ท่านสามารถยกเลิกระบบโทรศัพท์ทั่วไปโดยการกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยม และยกหู 1 ครั้ง หรือวางหูเป็นเวลา 2 นาที เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน ท่านเพียงนำมือมาสัมผัสที่ปุ่มต่างๆ จะได้ยินเสียงของแต่ละปุ่มและคำว่า ตั้งโปรแกรม ให้ท่านกดปุ่มจนได้ยินคำว่า ตั้งโปรแกรมอีกครั้ง เพื่อเก็บบันทึกเลขหมาย เสร็จแล้วเพียงท่านยกหู เลขหมายจะโทรออกเอง ท่านสามารถโทรซ้ำได้ใหม่โดยการกดที่วางหู 1 ครั้งค่ะ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 กรณีเข้าสู่ระบบการทำงาน

เมื่อเข้าสู่ระบบการทำงาน เพียงท่านนำมือมาสัมผัสที่ตำแหน่งของปุ่ม ท่านจะได้ยินเสียงบอกชื่อปุ่มต่างๆ เช่น ที่ตำแหน่งเลข 1 ท่านจะได้ยินเสียง "หนึ่ง ตั้งโปรแกรม" หากท่านกดปุ่มนั้นเพื่อทำการโทรออกไปยังหมายเลขที่ต้องการ ซึ่งจะได้ยินเสียงหลังกดว่า "ตั้งโปรแกรม" หลังจากท่านกดหมายเลขปลายทางจนครบแล้ว เพียงท่านยกหูโทรศัพท์ขึ้น เครื่องจะทำการโทรออกอัตโนมัติทันที

2.7.3 กรณีใช้งานแบบทันที

ในขณะที่เครื่องกำลังอธิบายวิธีการใช้งานโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ถ้าท่านกดเครื่องหมายดาว (*) เครื่องจะยกเลิกการอธิบาย และรอรับการกดหมายเลข โดยจะได้ยินเสียงว่า "ตั้งโปรแกรมหนึ่ง" แต่ถ้าไม่มีการกดปุ่มใดๆ จนจบการอธิบายวิธีการใช้งาน เครื่องก็จะรอรับการกดหมายเลขเช่นเดียวกัน

2.7.4 กรณีต้องการฟังการอธิบายอีกครั้ง

ในขณะที่เครื่องกำลังอธิบายวิธีการใช้งานโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ถ้าท่านต้องการฟังวิธีการใช้งานเครื่องอีกครั้งท่านสามารถกดปุ่มหมายเลขศูนย์ (0) เพื่อเริ่มต้นการอธิบายอีกครั้งได้อย่างทันที

2.7.5 กรณีต้องการใช้งานแบบโทรศัพท์ทั่วไป

ในขณะที่เครื่องกำลังอธิบายวิธีการใช้งานโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ถ้าท่านกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#) เครื่องจะเข้าสู่ระบบของโทรศัพท์ทั่วไป ซึ่งจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรมสอง" การทำงานของระบบนี้เหมาะสมกับผู้ที่ใช้งานเป็นประจำ เนื่องจากมีความเร็วในการใช้งานมากกว่า

การย้อนกลับไปสู่ระบบอัตโนมัติ ท่านสามารถกดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยมและยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" หรือเพียงวางหูโทรศัพท์ไว้ประมาณ 2 นาที ท่านจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" เช่นกัน

2.7.6 กรณีต้องการเรียกซ้ำอีกครั้ง

สำหรับการโทรออกซ้ำอีกครั้ง สามารถใช้งานได้เฉพาะการโทรออกแบบอัตโนมัติเท่านั้น หลังจากการติดต่อหมายเลขปลายทางไม่สำเร็จ เพียงท่านกดที่วางหู 1 ครั้ง ระบบจะทำการติดต่อให้อย่างอัตโนมัติอีกครั้ง ซึ่ง การติดต่อสามารถทำได้ตลอด จนกระทั่งท่านวางหูโทรศัพท์ และได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" ซึ่งหมายความว่า ระบบการทำงานได้กลับไปจุดเริ่มต้นอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

2.8.1 กรณีเรียกออก

1) สัมผัสปุ่มเพื่อทราบหน้าที่การใช้งานของแต่ละปุ่ม

2) กดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ

3) เมื่อกดหมายเลขเสร็จยกหูโทรศัพท์ที่โทรศัพท์เครื่องจะทำการโทรออกอัตโนมัติ

4) ถ้าคู่สายที่ต้องการติดต่อไม่ว่างให้ทำการโทรใหม่

2.8.2 กรณีเรียกเข้า

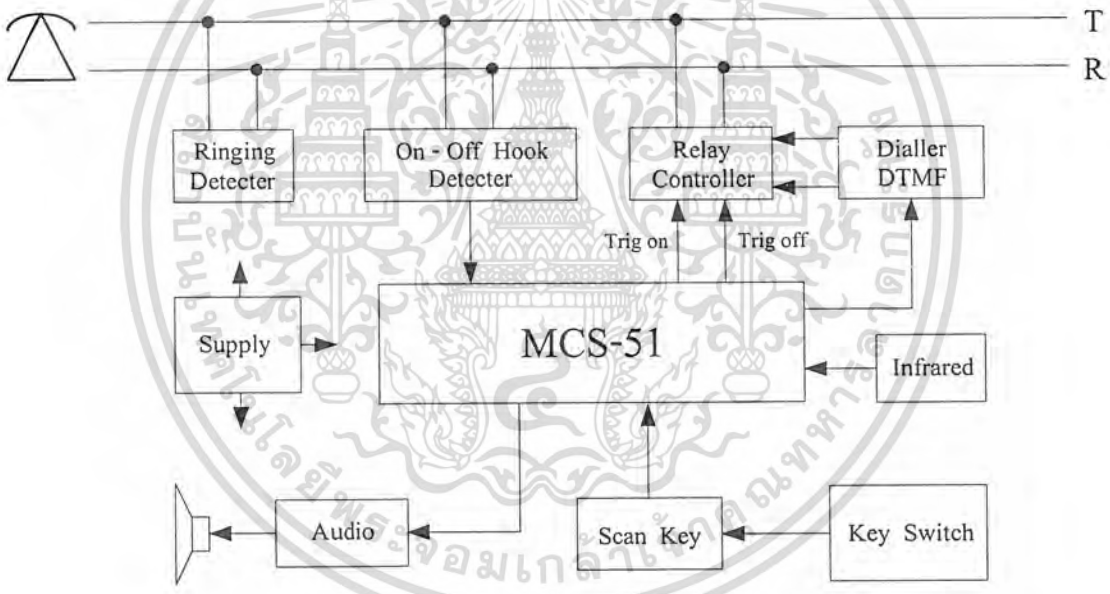
ทำการรับโทรศัพท์ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 การออกแบบ

การออกแบบโครงงานนี้จะแยกออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ซึ่งส่วนของฮาร์ดแวร์ได้แก่วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์ วงจรหมุนรหัสความถี่คู่ วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง วงจรบันทึกเสียง วงจรสแกนคีย์ วงจรตรวจจับวัตถุ วงจรสวิตช์สัมผัส และวงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข โดยการทำงานทั้งหมดของชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

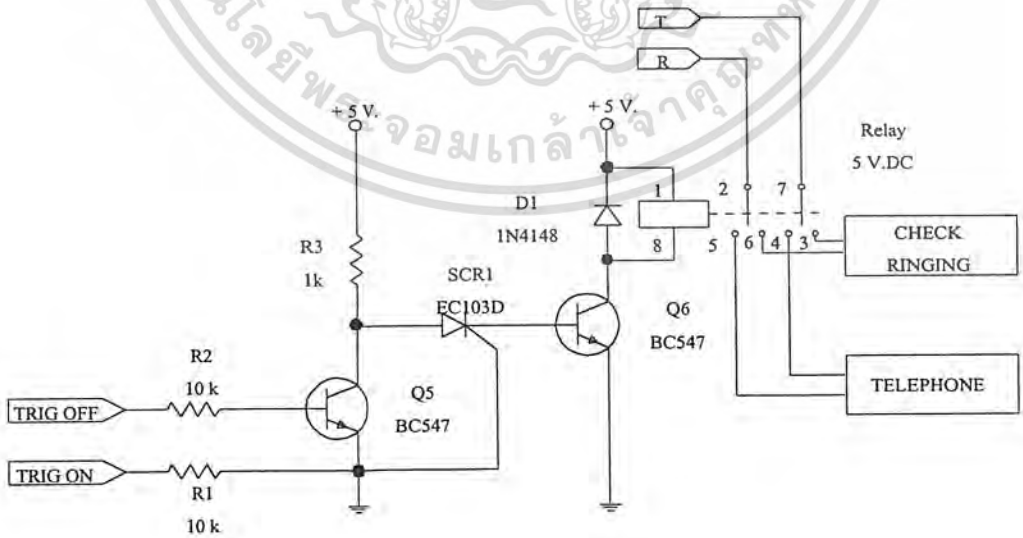
ในรูปที่ 3.1 เป็นผังการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา มีหลักการทำงานดังนี้ ในสภาวะปกติขณะที่วางหูโทรศัพท์จะมีวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู และวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งจะถูกต่อไว้กับคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งหากตรวจสอบพบสัญญาณกระดิ่ง วงจรจะทำการแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้มีผู้ใช้บริการภายนอกกำลังติดต่อเข้ามาซึ่งสามารถใช้โทรศัพท์ในการติดต่อได้ตามปกติ สำหรับวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหูจะส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ในกรณีที่มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเริ่มต้นทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา จะเริ่มจากการตรวจจับผู้ใช้บริการ ซึ่งเมื่อมีผู้ใช้บริการเข้ามาอยู่ในบริเวณที่ทำการตรวจจับเป็นเวลา 5 วินาที วงจรตรวจจับวัตถุจะทำงานและส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่าขณะนี้มีผู้ใช้บริการเข้ามาใกล้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณให้ภาคบันทึกเสียงเพื่อส่งสัญญาณเสียงอธิบายวิธีการใช้งานโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา หลังจากอธิบายจบ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรอรับค่าจากวงจรสแกนคีย์ ซึ่งเป็นวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจสอบการกดปุ่มต่างๆ ค่าที่ได้รับจากวงจรสแกนคีย์นี้ (หมายเลขปลายทางที่ผู้ใช้บริการต้องการสนทนาด้วย) จะถูกส่งเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำ หลังจากที่มีการเก็บบันทึกเลขหมายจนครบเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ ซึ่งถ้ายังไม่มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะหน่วงเวลาไว้ประมาณ 20 วินาที เพื่อยกเลิกระบบการบันทึกทั้งหมด และกลับไปเริ่มต้นใหม่ แต่ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัดระบบออกจากคู่สายโทรศัพท์ทันทีโดยการส่งสัญญาณให้กับวงจรยกหู-วางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ และไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณของเลขหมายที่ผู้ใช้บริการต้องการสนทนาด้วยออกไปยังปลายทาง

หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบสัญญาณการยกหูอีกครั้ง เมื่อมีการกดที่วางหู 1 ครั้ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการเชื่อมต่อคู่สาย และหมุนเลขหมายเดิมอีกครั้งแต่ถ้าไม่มีการกดที่วางหูอีก ระบบการทำงานจะกลับไปเริ่มต้นใหม่ทันที

3.1.1 วงจรยก และวางหูโทรศัพท์



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

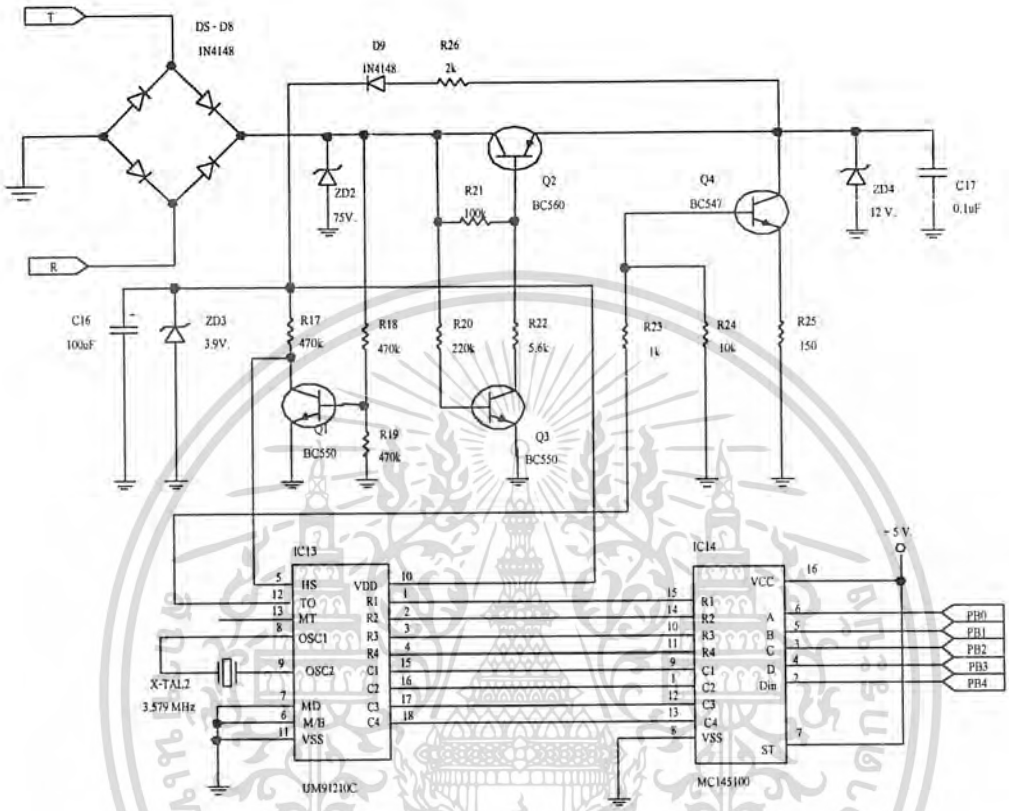
วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์ แบ่งเป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดทำหน้าที่แตกต่างกัน คือ ในชุดที่ 1 ทำหน้าที่ยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ ชุดที่ 2 ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรตรวจสอบสัญญาณตอบกลับและชุดที่ 3 ทำหน้าที่ตัดต่อระหว่างไมโครโฟนกับลำโพง

จากรูปที่ 3.2 ในสภาวะเริ่มแรก ให้ขา TRIG ON และขา TRIG OFF เป็นระดับลอจิก "0" ทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 อยู่ในสภาวะ OFF ทำให้แรงดันที่ขาแอโนดของ SCR มีค่าประมาณเท่ากับแหล่งจ่าย แต่ไม่มีแรงดันมากระตุ้นที่ขาเกทของ SCR ทำให้ไม่นำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 ก็จะอยู่ในสภาวะ OFF เช่นกัน เมื่อทรานซิสเตอร์ Q5, Q6 ไม่ทำงาน ทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน หน้าสัมผัสก็ยังคงต่ออยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งตามปกติ แต่เมื่อมีสัญญาณการยกหูวางหูเข้ามา วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหูจะทำงาน โดยกระตุ้นที่ขาเกทของ SCR ทำให้ SCR ทำงาน จึงมีแรงดันไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ Q6 ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส หน้าสัมผัสของรีเลย์จึงถูกสลับมาแตะกับขาอีกด้านหนึ่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงการทำงาน และเมื่อมีสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์มากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ทำให้คอลเลคเตอร์มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 0 โวลต์ ดังนั้น SCR จะหยุดทำงาน ทำให้แรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 0 โวลต์ ทรานซิสเตอร์ Q6 จึงหยุดทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะถูกสลับ กลับมายังตำแหน่งเดิม หลังจากวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหูทำงานแล้วก็จะส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา TRIG ON เปลี่ยนจากระดับสัญญาณลอจิก "0" เป็นระดับสัญญาณลอจิก "1" ทำให้มีแรงดันมากระตุ้นที่ขาเกทของ SCR ทำให้นำกระแส มีแรงดันไบอัสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q6 ทำงานมีแรงดัน
5 โวลต์ ไหลผ่านรีเลย์ ทำให้รีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งก็จะถูกผลักออกมาแตะกับวงจรหมุนรหัสความถี่คู่ ทำให้วงจรได้รับแรงดันไฟป้อนวงจรจากคู่สายโทรศัพท์ ดังนั้นจึงทำให้วงจรทุกวงจรพร้อมที่จะทำงาน ขณะที่วงจรต่าง ๆ ทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์ก็ยังคงต่ออยู่เช่นเดิม จนกว่าจะมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขา TRIG OFF ให้เปลี่ยนจาก 0 ให้เป็น 1 ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q5 ทำงานแรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์ก็จะลดลงเกือบเป็น 0 โวลต์ ยังผลให้ SCR หยุดนำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q6 ก็จะหยุดทำงานทำให้ไม่มีแรงดัน +5โวลต์ ป้อนให้รีเลย์หน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะถูกผลักกลับมาแตะกับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งตามเดิม (ชุดตอบรับอยู่ในสภาวะการวางหูโทรศัพท์)

หมายเหตุ : ทรานซิสเตอร์ Q5 ที่กล่าวถึงในวงจรรูปที่ 3.2 นี้ทำงานเหมือนกับทรานซิสเตอร์ Q7 และ Q9 ที่อยู่ในวงจรใช้งานจริงชุดใหญ่ และทรานซิสเตอร์ Q6 ก็ทำงานเหมือนทรานซิสเตอร์ Q8 และ Q10 ที่อยู่ในวงจรใช้งานเช่นกัน ดังนั้น จึงไม่ขอกล่าวอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่



รูปที่ 3.3 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่

จากรูปที่ 3.3 วงจรหมุนรหัสความถี่คู่ จะประกอบด้วยไอซี 2 ตัวที่เป็นหลัก คือ ไอซี UM91210C ซึ่งเป็นไอซีหมุนรหัส และไอซี MC145100 เป็นไอซีสวิตช์ที่แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณความถี่ทางแนวนอน และแนวตั้ง

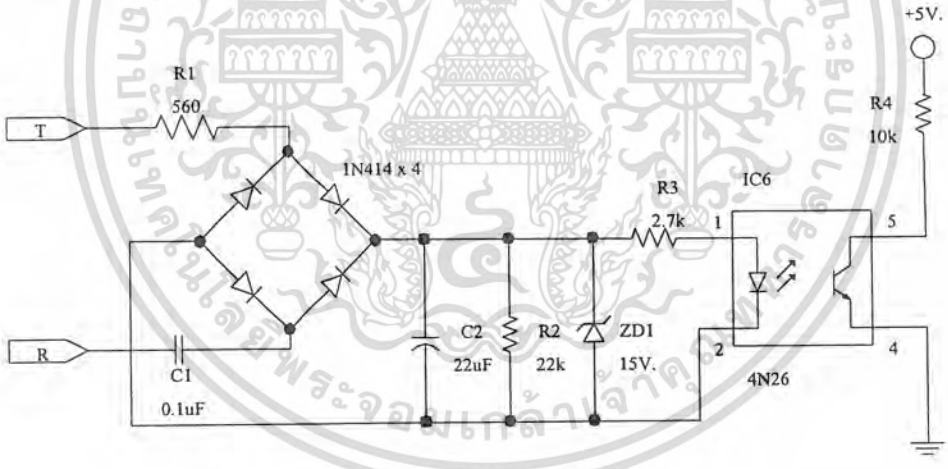
วงจรเริ่มทำงานเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ สวิตช์ก็จะต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรแรงดันภายในคู่สายโทรศัพท์ก็จะป้อนเข้ามายังวงจรบริดจ์ ผ่านไดโอด D9 เพื่อจัดแรงดันเข้าขา 10 (VDD) ซึ่งเป็นไฟป้อนตัวไอซี และขา 11 (VSS) ต่อลงกราวด์ ส่วนขา 8 และขา 9 ก็จะต่อกับคริสตอลผลิตความถี่ฐานเวลาเป็นสัญญาณให้กับวงจรภายในตัวไอซี จากนั้นแรงดันจะป้อนเข้ามายังทรานซิสเตอร์ที่มีขา 5 ($\overline{HS}$) ต่ออยู่ที่ขาคอลเลคเตอร์ด้วย และเมื่อมีแรงดันมาไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์ตัวนี้ จะเป็นผลทำให้แรงดันที่ขาคอลเลคเตอร์ที่มีขา 5 ต่ออยู่มีแรงดันเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ลงกราวด์) ซึ่งเป็นสภาวะการยกหู ทำให้ไอซีทราบ และเริ่มทำงานทันที ส่วนขา 6 (M/B) นั้นจะถูกต่อลงกราวด์ไว้ และขา 7 (MS) นั้นจะต่อลงกราวด์ไว้เพื่อเลือกใช้เป็นระบบโทน (แต่ถ้าต่อเป็น 1 จะเลือกใช้เป็นระบบพัลส์) ดังนั้น ที่เอาต์พุตของไอซีจะถูกส่งออกทางขา 12 (Tone Out : TO) เพื่อออกไปยังคู่สาย

การทำงานเมื่อมีการกดปุ่มหน้าปัทม์โทรศัพท์ของผู้เรียก สัญญาณความถี่คู่จะผ่านเข้าที่วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลส่งให้กับส่วนประมวลผลเก็บค่าเลขหมายไว้ และส่งเลขหมายนั้นมายังขาอินพุตของไอซี MC145100 เพื่อแปลงสัญญาณที่เป็นสัญญาณดิจิตอลกลับเป็นสัญญาณความถี่คู่ แล้วส่งสัญญาณทางด้านแถว และหลักที่แปลงมาให้ไอซี UM91210C เพื่อส่งออกทางขา TO สัญญาณที่ส่งออกมานั้นจะผ่านตัวต้านทานเข้ามายังทรานซิสเตอร์ Q4 ที่ขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน และขยายสัญญาณออกทางขาคอลเลคเตอร์ไปยังทรานซิสเตอร์ Q2 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์เรกูเลเตอร์ทางขาคอลเลคเตอร์ผ่านขาอิมิตเตอร์ และวงจรไดโอดบริดจ์ออกไปยังคู่สายโทรศัพท์

3.1.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง



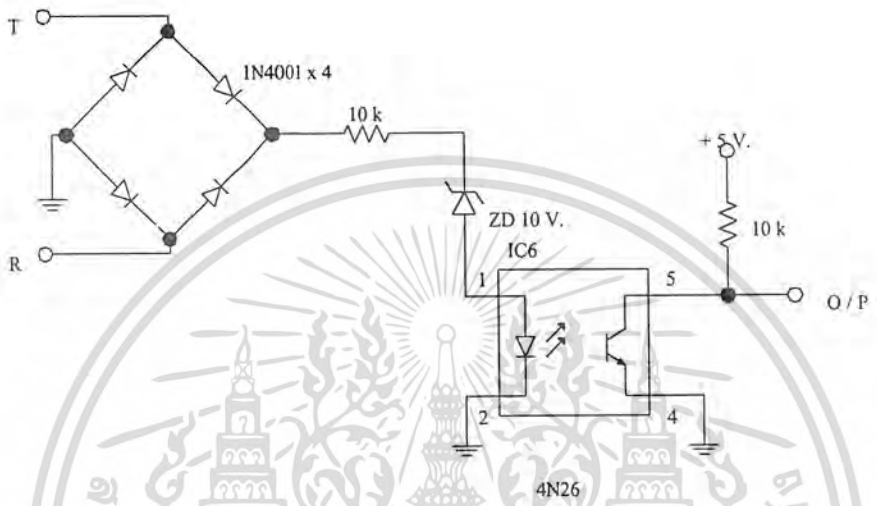
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

จากรูปที่ 3.4 เป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งโดยวงจรจะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์โดยตรง การทำงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา สัญญาณจะผ่านไดโอดบริดจ์ เพื่อเปลี่ยนจากแรงดันกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง โดยจะมีคาปาซิเตอร์เป็นตัวเรียงกระแสให้เรียบยิ่งขึ้น ภายในวงจรจะมีซีเนอร์ไดโอด 15 โวลต์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันไม่ให้ ออปโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานหนักเกินไป แรงดันที่ได้จากสัญญาณกระดิ่ง จะสามารถผ่านซีเนอร์ไดโอดได้ ทำให้ออปโต อยู่ในสภาวะ ON และส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2SC458 ทำงานต่อไป

3.1.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

จากรูปที่ 3.5 วงจรมีหลักการทำงานคล้ายกับวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง จากสภาวะปกติ คู่สายโทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ –48 โวลต์ เมื่อผ่านการเรียงกระแสของไดโอดบริดจ์แล้ว จะตกคร่อมที่ซีเนอร์ไดโอดเพียง 10 โวลต์เท่านั้น เมื่อออปโตได้รับแรงดันนี้ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในทำงาน และนำกระแสที่เอาต์พุตลงกราวดน์ทั้งหมด ซึ่งเปรียบเสมือนกับสภาวะลอจิก “0”

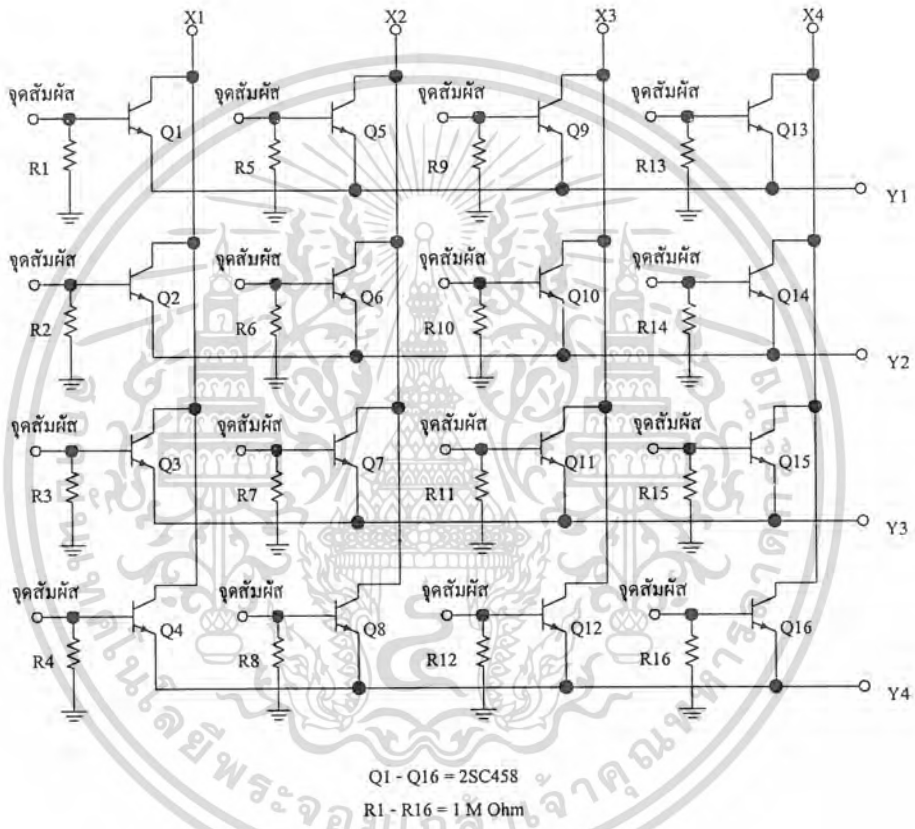
หลังจากมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น แรงดันในคู่สายโทรศัพท์จะลดลงเหลือประมาณ 5 โวลต์ ซึ่งไม่สามารถผ่านซีเนอร์ไดโอดไปได้ ออปโตจึงไม่ได้รับการไบแอส และไม่มีการขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ภายในอีก ทำให้แรงดันที่เอาต์พุตสูงขึ้น ซึ่งเปรียบเสมือนกับสภาวะลอจิก “1”

3.1.5 วงจรสวิตช์สัมผัส

จากรูปที่ 3.6 เป็นวงจรทรานซิสเตอร์ที่ต่อกันในลักษณะของเมตริกซ์สวิตช์ ซึ่งจะถูกนำไปต่อกับชุดสแกนคีย์ จากวงจรสแกนคีย์นั้นพบว่าที่ขา X1-X4 จะมีแรงดันไฟบวกตลอดเวลา และจะทำการสแกนเป็นไฟลบในส่วนของขา Y1-Y4 ดังนั้นในการเชื่อมต่อกับจุดสัมผัสนี้จึงต้องต่อขา X1-X4 ซึ่งมีแรงดันไฟบวกเข้าที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ และต่อขา Y1-Y2 เข้าที่ขา E ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ที่ขา B นั้นจะต่อตัวความต้านทาน 1 MΩ ลงกราวด์ไว้ สาเหตุ เพราะในสภาวะปกติ ถ้าไม่มีตัวความต้านทาน Pull Down ไว้ ทรานซิสเตอร์อาจมีการขยายกระแสเองเนื่องจากคลื่นความถี่ของสัญญาณรบกวน ซึ่งทำให้วงจรขาดความเสถียรภาพได้ ดังนั้นในขณะที่ต่อตัวความต้านทาน Pull Down ไว้ ทรานซิสเตอร์จะได้รับสัญญาณที่เป็นลอจิก "0" แทนทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน



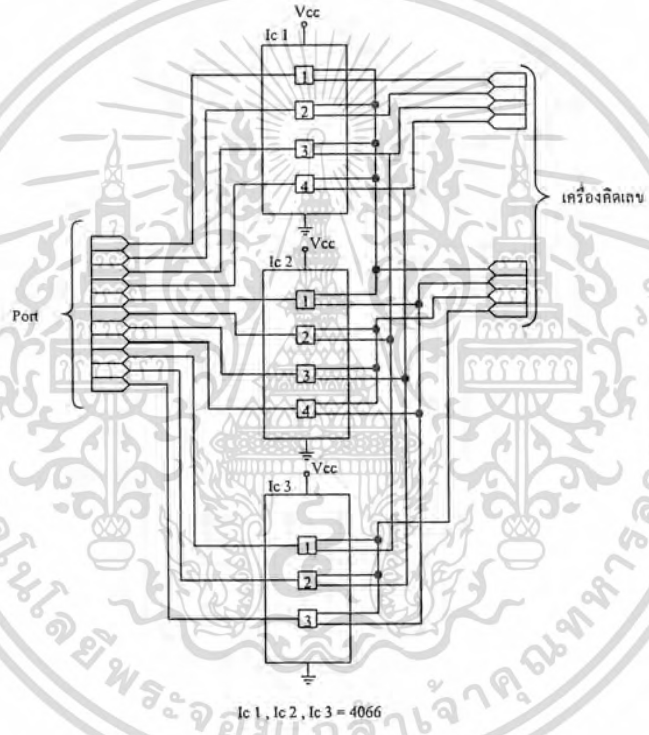
รูปที่ 3.6 วงจรสวิตช์สัมผัส

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าปกติร่างกายของคนเราจะมีกระแสไฟหรือไฟฟ้าสถิตย์ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อเรานำนิ้ว หรืออวัยวะไปสัมผัสที่จุดสัมผัส หรือขา B ของทรานซิสเตอร์แล้ว ที่จุดสัมผัสจะมีศักย์ไฟฟ้าที่สูงกว่า ในขณะที่ความต้านทาน R_{BE} มีค่าต่ำกว่า 1 MΩ จึงทำให้กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ และทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะ ON ทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างแกน X และ Y ในตำแหน่งที่เราสัมผัสได้ ซึ่งเมื่อแกน X และY เชื่อมต่อกันแล้วจะส่งผลให้ภาคสแกนคีย์ทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข

เนื่องจากในปัจจุบันมีเครื่องคิดเลขรุ่นใหม่ออกมาซึ่งมีเสียงอธิบายการทำงานของแต่ละปุ่มในการใช้งานจึงได้ดัดแปลงให้สามารถใช้งานได้ในตำแหน่งของเสียงที่ต้องการจากรูปที่ 3.7 ใช้ไอซีเบอร์ 4066 ซึ่งเป็นไอซีอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ เป็นตัวเชื่อมต่อกับเครื่องคิดเลขจากการทำงานของเครื่องคิดเลขที่ตำแหน่งของสวิตช์นั้นจะถูกต่อในลักษณะเมตริกซ์สวิตช์ ซึ่งเราจะใช้ไอซีเบอร์ 4066 ต่อแทนในตำแหน่งต่างๆ ในการควบคุมการทำงานของสวิตช์นั้นสามารถสั่งงานควบคุมได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง



รูปที่ 3.7 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข

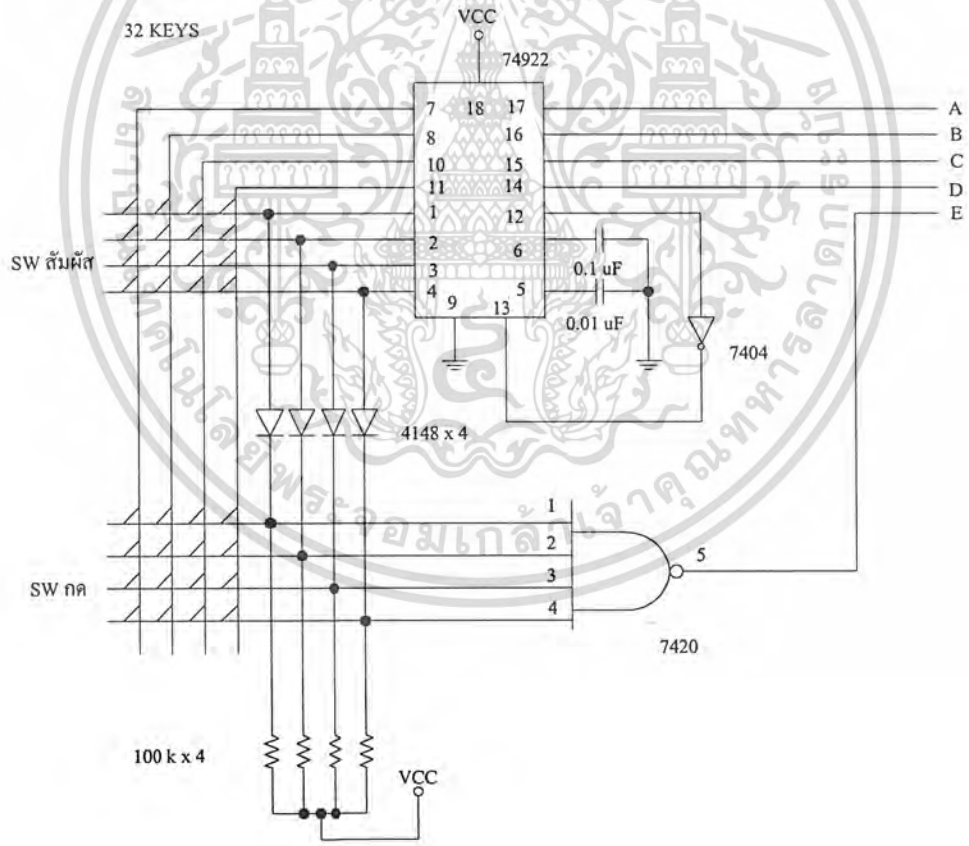
3.1.7 วงจรสแกนคีย์

ในการทำงานของระบบโทรศัพท์สิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ ปุ่มกดเลขหมายต่างๆ ซึ่งจากวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ 74L922 ซึ่งเป็นไอซีแบบ 16 Key Encoder แต่ความจำเป็นในการใช้งานนั้นต้องใช้งานจำนวนถึง 24 คีย์ ซึ่งเป็นสวิตช์ปกติ 12 คีย์ และเป็นสวิตช์สัมผัสจำนวน 12 คีย์ ซึ่งสามารถพัฒนาวงจรได้โดยให้สามารถสแกนได้ 32 คีย์ โดยการเพิ่มไอซีเบอร์ 7420 และอุปกรณ์อื่นๆ ดังรูป ข้อดีของการใช้ ไอซีสแกนคีย์ คือ ถ้าปกติเราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการสแกนคีย์จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้เส้นทางของ พอร์ต ถึง 8 เส้นทาง และได้เพียง 16 คีย์ เท่านั้น แต่หลังจากพัฒนาวงจรแล้ว สามารถสแกนได้ 32 คีย์ โดยใช้เส้นทางเพียง 5 เส้นเท่านั้น

จากรูปที่ 3.8 จะใช้ไอซีเบอร์ 74L922 เป็นตัวสแกนคีย์หลัก โดยใช้เอาต์พุตที่เป็นรหัสฐานสอง 4 บิตด้านต่ำ ซึ่งในส่วนของสวิตช์ที่ใช้จะใช้วงจรกดสวิตช์สัมผัสเป็นตัวควบคุมการเชื่อมต่อและทำงานเป็นแบบเมตริกซ์สวิตช์ เมื่อการทำงานเริ่มต้นขึ้นคือมีการกดสวิตช์ใดสวิตช์หนึ่ง ไอซีเบอร์ 74L922 จะให้เอาต์พุตที่เป็นรหัสฐานสองมีค่าตามตำแหน่งของสวิตช์และคงค้างสภาวะไว้ตลอดเวลาหลังจากปลดสวิตช์ออกแล้ว ซึ่งสามารถแก้ไขการค้างสภาวะได้ คือนำสัญญาณที่ขา 12 ซึ่งจะมีสัญญาณออกทุกครั้งที่ทำการสวิตช์มาใช้งานร่วมกับขา 13 ซึ่งเป็นขารีเซต และทำงานที่สภาวะ High ในการเชื่อมต่อจะใช้เกทจากไอซีเบอร์ 7420 ซึ่งเป็น NAND Gate 4 อินพุตโดยทำการช็อตอินพุทเพื่อให้ทำหน้าที่เป็น Not Gate และเชื่อมต่อระหว่างขา 12 และ 13 เพื่อแก้ไขการค้างสภาวะดังกล่าว



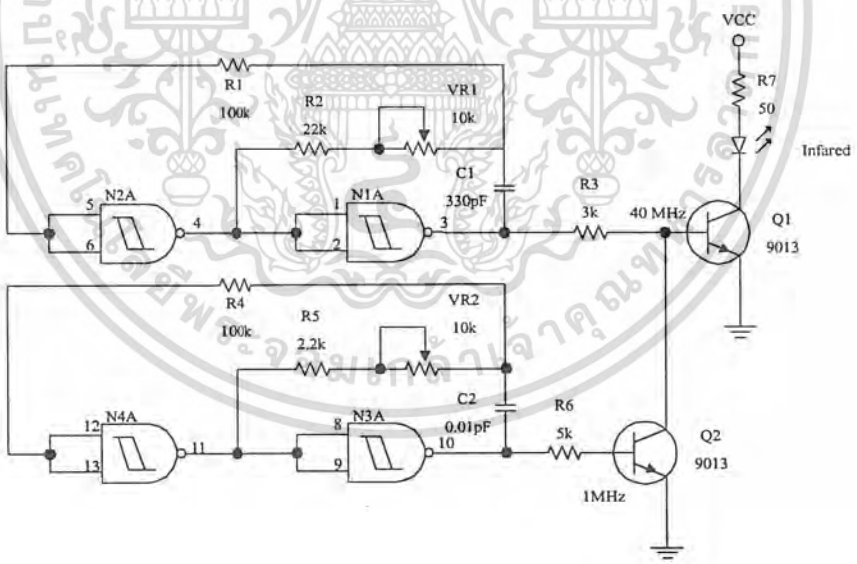
รูปที่ 3.8 วงจรสแกนคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสแกนคีย์อีก 16 คีย์ที่เหลือ สามารถพัฒนาจากวงจรปกติโดยใช้สัญญาณในแนวแกน X จากเมตริกซ์สวิตช์ร่วมกัน และนำสัญญาณจากแนวแกน Y ผ่านไดโอดเบอร์ 4148 ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ สัญญาณจากแนวแกน Y นี้จะถูกต่ออยู่กับอินพุตของ NAND Gate ซึ่งสภาวะปกติต้องการให้เอาต์พุตเป็น "0" ดังนั้นจึงต้องต่อตัวความต้านทาน Pull Up ไว้ทำให้อินพุตของ NAND Gate เป็นสภาวะ "1" ตลอดเวลา เมื่อมีการกดคีย์ในส่วนนี้จะทำให้เอาต์พุตของ NAND Gate เป็นสภาวะ "1" ตามการกดคีย์ทุกคีย์ ส่วนเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 74L922 จะให้ผลเช่นเดียวกับตำแหน่งของคีย์สวิตช์ชุดแรก เมื่อรวมผลทางเอาต์พุตแล้ว เอาต์พุตจาก NAND Gate จะเป็นรหัสฐานสองบิตสูงที่สุดรวมกับรหัสฐานสองบิตของไอซีสแกนคีย์

3.1.8 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด

เครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้มีจุดประสงค์หลักในการใช้งาน คือ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการทางตา ซึ่งส่วนหนึ่งจะต้องอาศัยเสียงในการทำงานของเครื่อง ซึ่งเสียงที่ใช้จะเป็นลักษณะอธิบายวิธีการใช้ และตำแหน่งของปุ่ม ดังนั้นเพื่อควบคุมการทำงานที่แน่นอนจึงได้ใช้วงจรตรวจจับวัตถุเป็นตัวตรวจจับว่าขณะนี้มีผู้ใช้บริการอยู่หรือไม่ จากนั้นจึงส่งผลไปยังภาคอื่นต่อไป



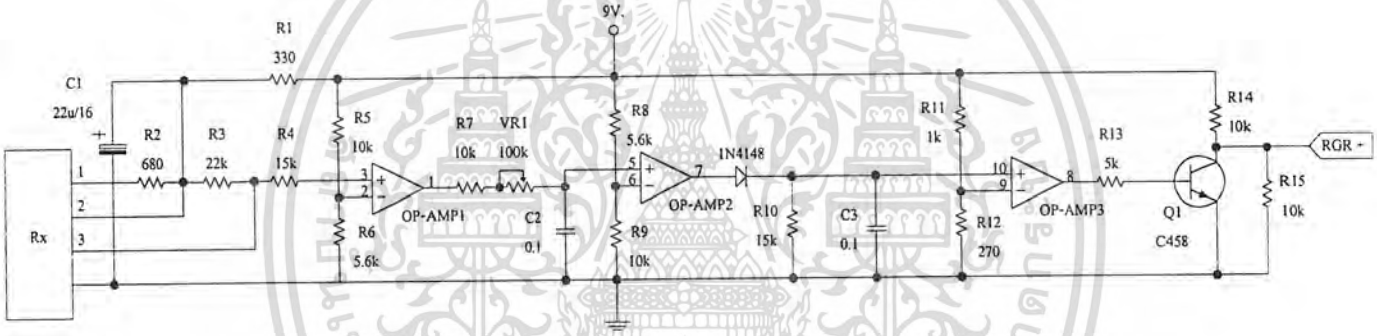
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจจับวัตถุภาคส่ง

จากรูปที่ 3.9 เป็นการต่อวงจรในลักษณะของวงจรกำเนิดความถี่แบบฟันเลื่อยซึ่งใช้ความถี่ประมาณ 40 เมกกะเฮริตซ์ การทำงานของวงจรจะใช้ไอซีเบอร์ 4093 ซึ่งเป็นไอซีแบบ Schmitt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trigger NAND Gate 2 อินพุต และทำการช็อตอินพุตเพื่อให้ทำงานในลักษณะของ NOT Gate ที่ 1 และ 2 จะถูกต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ประมาณ 40 เมกกะเฮริตซ์ และทำการขยายโดยทรานซิสเตอร์ Q1 ในการปรับค่าความถี่นั้นสามารถทำการปรับค่าที่ VR เนื่องจาก เป็นค่าความต้านทานที่ใช้หน่วงเวลาในการกำเนิดความถี่ ร่วมกับ C1

ส่วน Gate ที่ 3 และ 4 จะถูกต่อเป็นวงจรลักษณะเดียวกันเพียงแต่จะกำเนิดความถี่ที่ 1 เมกะเฮริตซ์ และทำการขยายโดย Q2 ซึ่งที่ Q2 จะเป็นการดึงกระแสจากอินพุตของ Q1 ให้ลงกราวด์ เพื่อให้สัญญาณความถี่ที่เกิดเป็นลักษณะฟันเลื่อย ในการปรับความถี่สามารถทำการปรับค่าที่ VR2 ซึ่งต่อรวมกับ C2 สำหรับความเข้มของแสงที่ได้จากหลอดอินฟราเรดนั้นขึ้นอยู่กับค่า R6 ซึ่งถ้าค่า R6 มากจะได้ความเข้มของแสงน้อย และส่งได้ในระยะทางสั้นๆ และในทางกลับกันถ้าใช้ค่า R6 น้อยลง จะได้ความเข้มของแสงมากและสามารถส่งได้ไกลขึ้น



รูปที่ 3.10 วงจรภาครับอินฟราเรด

ในส่วนของภาครับใช้ไอซีเบอร์ LM324 ซึ่งเป็นไอซีออปแอมป์ จำนวน 4 ตัว ซึ่งถูกต่อใช้งานในลักษณะของวงจรแบ่งแรงดัน

จากรูปที่ 3.10 ในสภาวะปกติ ตัวรับอินฟราเรดจะทำการขยายแรงดันออกตลอดเวลาทำให้เอาต์พุตมีสภาวะเป็น "1" แต่เมื่อได้รับสัญญาณอินฟราเรดจากภาคส่งแล้วแรงดันที่ขยายจะลดลงทำให้เอาต์พุตมีสภาวะเป็น "1" ในส่วนของวงจรขยายสัญญาณประกอบด้วยออปแอมป์ตัวที่ 1 ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันขนาด 3 โวลต์ โดยเมื่อเกิดแรงดันอินพุตเกินกว่าที่กำหนดจะทำให้ ออปแอมป์ตัวที่ 1 ทำการขยาย และส่งไปยังออปแอมป์ตัวที่ 2 ซึ่งเปรียบเทียบแรงดันอยู่ที่ 6 โวลต์ โดยมี VR1 เป็นตัวควบคุมกระแสไม่ให้สูงเกินไป จากนั้นจะทำการขยายแรงดันในส่วนของออปแอมป์ตัวที่ 3 ซึ่งต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันเช่นกันโดยมีแรงดันอ้างอิงอยู่ที่ 2 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลที่ออปแอมป์ตัวที่ 3 มีแรงดันอ้างอิงต่ำเพื่อให้มีอัตราขยายสูง และมีความไวทางอินพุตเพิ่มมากขึ้น

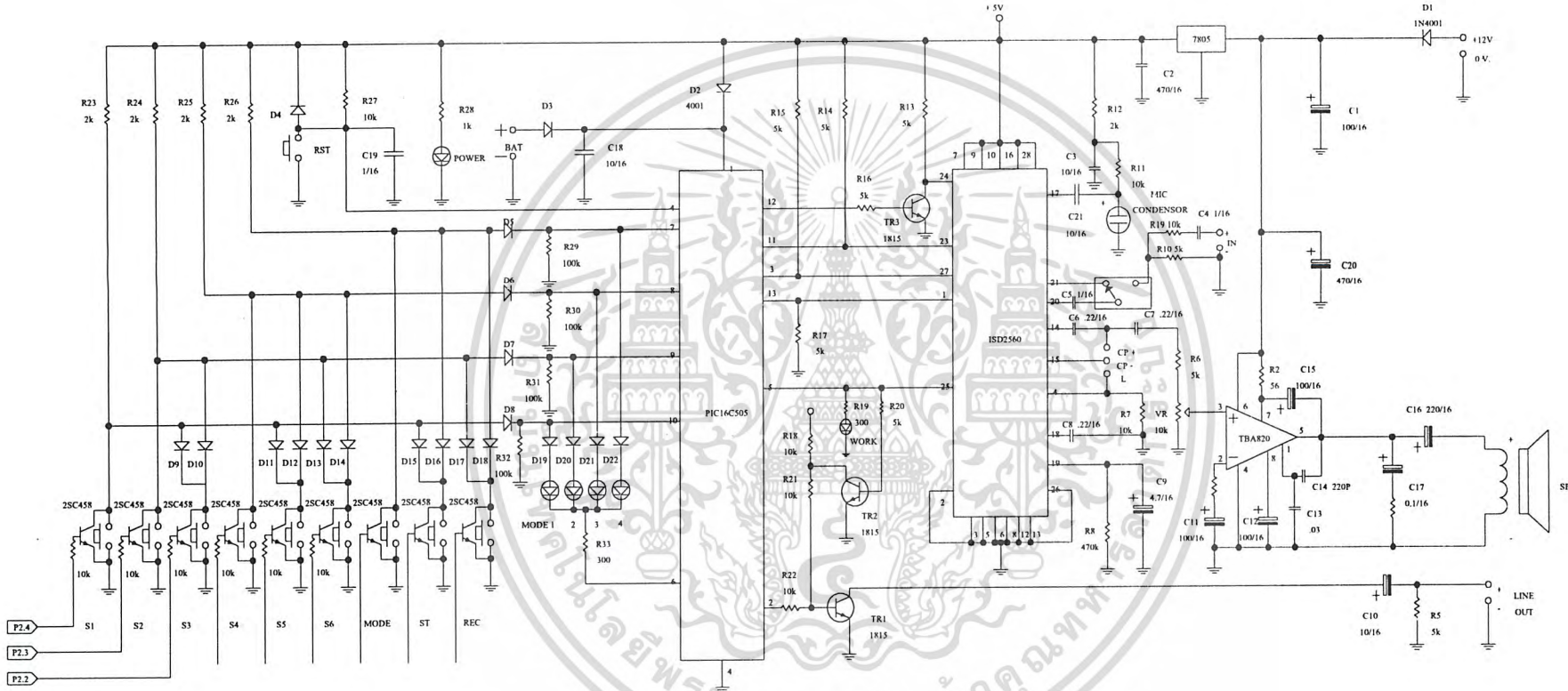
ในการเชื่อมต่อกับภาคอื่นนั้นจำเป็นต้องควบคุมให้ได้แรงดันให้เป็นลอจิก "1" ที่ประมาณ 4 - 5 โวลต์ จึงได้ทำการขยายสัญญาณโดยในสภาวะปกติ Q1 จะทำงานในสภาวะ ON ทำให้แรงดันไฟถูกต่อลงกราวด์ และให้แรงดันไฟ 0 โวลต์ ที่เอาต์พุต เมื่อ Q1 ได้รับสัญญาณจะกลับมาอยู่ในสภาวะ ON แรงดันไฟที่เอาต์พุตจึงมีสภาวะสูงขึ้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.5 โวลต์ โดยแรงดันเอาต์พุตนี้คำนวณได้จากทฤษฎีของการแบ่งแรงดัน

3.1.9 วงจรบันทึกเสียง

จากรูปที่ 3.11 วงจรบันทึกเสียงประกอบด้วยไอซี 3 ตัว ไอซีที่ทำหน้าที่หลักคือ ไอซี PIC16C505 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ควบคุมการบันทึก ไอซี ISD2560 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในส่วนของการบันทึกเสียง และไอซี TBA820 เป็นไอซีขยายเสียง 2 วัตต์

ในการทำงานของวงจรบันทึกเสียง ไอซี PIC16C505 จะทำงานร่วมกับสวิตช์ทั้ง 8 ตัว (S1, S2, S3, S4, S5, S6, MODE, ST, RRC) เมื่อกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งจะทำให้ไอซี PIC16C505 ส่งสัญญาณไปให้ไอซี ISD2560 ทำงานตามหน้าที่ โดยสัญญาณอินพุตที่ส่งมาจากสวิตช์ทั้ง 8 ตัว จะเข้ามาทาง พอร์ต C ของไอซี PIC16C505 (C0-C4) ส่วน พอร์ต CS ที่เหลือของ PIC16C505 จะใช้เป็นพอร์ตอินพุตรับสัญญาณจากไอซี ISD2560 เพื่อแจ้งให้ไอซี PIC16C505 ทราบว่าได้ทำการบันทึกหรือเล่นกลับออกมาหมดแล้วโดยจะสังเกตได้จาก LED ที่แสดงสภาวะการทำงาน ติดสว่าง ซึ่งก็คือ พอร์ต CS ของ PIC16C505 ได้รับลอจิกสูง และสัญญาณที่ต่อออกจากไอซี PIC16C505 จะส่งออกทาง พอร์ต B (B0-B4) ส่วนทางด้าน พอร์ตเอาต์พุต BS จะส่งสัญญาณไปให้ขา B ของ TR2 เพื่อทำการลัดวงจร ขาอินพุตของไอซี TBA820 ลงกราวด์ ในส่วนการบันทึกเสียงจะเป็นหน้าที่ของไอซี ISD2560 ซึ่งเป็นไอซีบันทึกเสียงดิจิตอล สัญญาณที่บันทึกจะเข้ามาจากคอนเดนเซอร์ไมค์ที่ขา 17 และขา 15 โดยมี R8 และ C5 ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ สัญญาณที่ขยายได้จะถูกส่งออกที่ขา 21 เพื่อเป็นสัญญาณที่จะนำไปบันทึก โดยจะป้อนเข้าที่ขาอินพุต คือ ขาที่ 20 ซึ่งขานี้จะต่อผ่านสวิตช์ S7 เพื่อเลือกสัญญาณที่จะนำมาบันทึกมาจากขา 21 การรับสัญญาณการบันทึกสามารถรับได้จากไมค์คอนเดนเซอร์ และทางจุดต่ออินพุต ถ้าเลื่อนสวิตช์ S7 มาทาง IN แสดงว่าเป็นการรับสัญญาณที่จะเข้ามาจากแหล่งสัญญาณอินพุต จากภายนอก และในการเล่นกลับจะส่งสัญญาณออกทางขา 14 การทำงานในส่วนของภาคขยายเสียง สัญญาณที่ส่งออกทางขา 14 ของไอซี ISD2560 จะส่งผ่าน C6, C7, R6 มาต่อเข้าตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า 10k เพื่อปรับขนาดของสัญญาณเสียงที่จะไปเข้าขา 3 ของไอซี TBA 820 ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรบันทึกเสียง

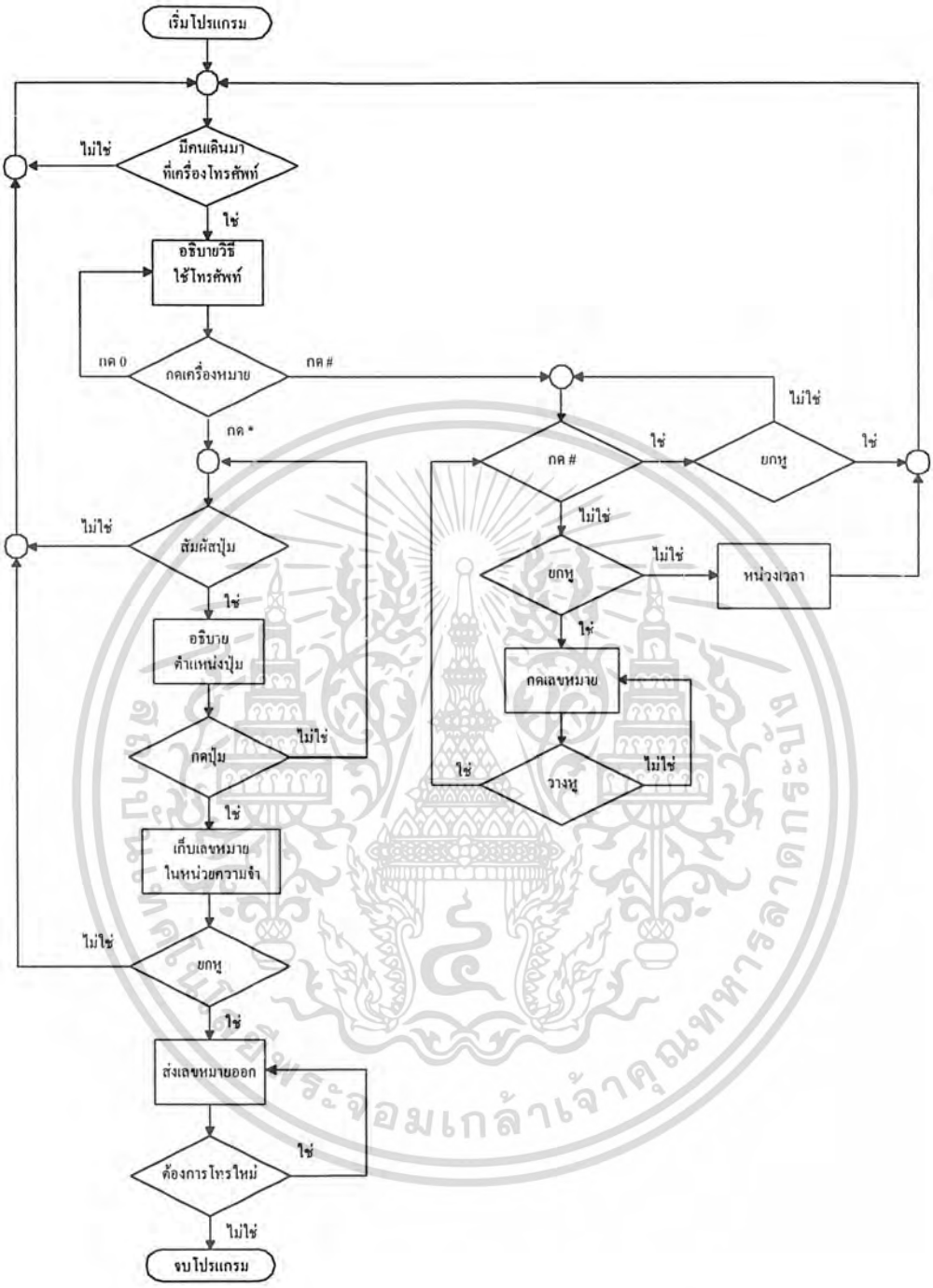
จากรูปที่ 3.11 วงจรบันทึกเสียงประกอบด้วยไอซี 3 ตัว ไอซีที่ทำหน้าที่หลักคือ ไอซี PIC16C505 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ควบคุมการบันทึก ไอซี ISD2560 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในส่วนของการบันทึกเสียง และไอซี TBA820 เป็นไอซีขยายเสียง 2 วัตต์

ในการทำงานของวงจรบันทึกเสียง ไอซี PIC16C505 จะทำงานร่วมกับสวิตช์ทั้ง 8 ตัว (S1, S2, S3, S4, S5, S6, MODE, ST, RRC) เมื่อกดสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งจะทำให้ไอซี PIC16C505 ส่งสัญญาณไปให้ไอซี ISD2560 ทำงานตามหน้าที่ โดยสัญญาณอินพุตที่ส่งมาจากสวิตช์ทั้ง 8 ตัว จะเข้ามาทาง พอร์ต C ของไอซี PIC16C505 (C0-C4) ส่วน พอร์ต CS ที่เหลือของ PIC16C505 จะใช้เป็นพอร์ตอินพุตรับสัญญาณจากไอซี ISD2560 เพื่อแจ้งให้ไอซี PIC16C505 ทราบว่าได้ทำการบันทึกหรือเล่นกลับออกมาหมดแล้วโดยจะสังเกตได้จาก LED ที่แสดงสภาวะการทำงาน ติดสว่าง ซึ่งก็คือ พอร์ต CS ของ PIC16C505 ได้รับลอจิกสูง และสัญญาณที่ต่อออกจากไอซี PIC16C505 จะส่งออกทาง พอร์ต B (B0-B4) ส่วนทางด้าน พอร์ตเอาต์พุต BS จะส่งสัญญาณไปให้ขา B ของ TR2 เพื่อทำการลัดวงจร ขาอินพุตของไอซี TBA820 ลงกราวด์ ในส่วนการบันทึกเสียงจะเป็นหน้าที่ของไอซี ISD2560 ซึ่งเป็นไอซีบันทึกเสียงดิจิตอล สัญญาณที่บันทึกจะเข้ามาจากคอนเดนเซอร์ไมค์ที่ขา 17 และขา 15 โดยมี R8 และ C5 ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ สัญญาณที่ขยายได้จะถูกส่งออกที่ขา 21 เพื่อเป็นสัญญาณที่จะนำไปบันทึก โดยจะป้อนเข้าที่ขาอินพุต คือ ขาที่ 20 ซึ่งขานี้จะต่อผ่านสวิตช์ S7 เพื่อเลือกสัญญาณที่จะนำมาบันทึกมาจากขา 21 การรับสัญญาณการบันทึกสามารถรับได้จากไมค์คอนเดนเซอร์ และทางจุดต่ออินพุต ถ้าเลื่อนสวิตช์ S7 มาทาง IN แสดงว่าเป็นการรับสัญญาณที่จะเข้ามาจากแหล่งสัญญาณอินพุต จากภายนอก และในการเล่นกลับจะส่งสัญญาณออกทางขา 14 การทำงานในส่วนของภาคขยายเสียง สัญญาณที่ส่งออกทางขา 14 ของไอซี ISD2560 จะส่งผ่าน C6, C7, R6 มาต่อเข้าตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้า 10k เพื่อปรับขนาดของสัญญาณเสียงที่จะไปเข้าขา 3 ของไอซี TBA 820 ซึ่งไอซีตัวนี้เป็นไอซีขยายเสียง 2 วัตต์ ส่งสัญญาณที่ขยายแล้วออกทางขา 5 ผ่าน C16 ไปเข้าลำโพง สัญญาณที่ออกจากตัวต้านทานแบบเกือกม้าส่วนหนึ่งจะส่งผ่าน C10 ไปที่จุด LINE OUT ซึ่งสัญญาณส่วนนี้จะนำไปต่อกับภาคขยายเสียงอื่นๆ ได้

3.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์

สำหรับโครงสร้างในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานั้นสามารถเขียนแสดงในลักษณะผังการทำงานดังรูปที่ 3.10 จากโครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ มีหลักการทำงาน คือ หลังจากที่เริ่มการทำงานของโปรแกรมแล้ว จะมีการตรวจสอบสัญญาณของอุปกรณ์ตรวจจับก่อนโดยจะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างของซอฟต์แวร์

ตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา หากไม่มีผู้ใช้บริการเข้ามาก็จะไม่มีสัญญาณใดๆ เกิดขึ้นเลยขณะเดียวกันก็จะไม่สามารถทำงานในส่วนอื่นได้ แต่เมื่อมีการส่งสัญญาณในส่วนนี้เข้ามาการทำงานก็จะเริ่มต้นขึ้น และทำงานตามโปรแกรมอื่นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่มีสัญญาณเข้ามาแล้วโปรแกรมจะสั่งให้มีเสียงพูดออกมา ซึ่งเสียงที่พูดออกมาจะเป็นวิธีการใช้งานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา ในส่วนนี้จะมีการหน่วงเวลาของโปรแกรมไว้เพื่อให้มีช่วงเวลาในการอธิบายวิธีการใช้ดังกล่าว หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบการกดสวิตช์ต่างๆ ถ้าไม่ปรากฏสัญญาณใดๆ โปรแกรมจะกลับไปที่จุดเริ่มต้นแต่เมื่อมีการกดสวิตช์เกิดขึ้นก็จะมีเสียงพูดบอกว่าเป็นปุ่มใด และนำข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเตรียมพร้อมที่จะหมุนต่อไป

การทำงานของโปรแกรมจะสามารถทำงานต่อไปได้ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณยกหูโทรศัพท์แจ้งความพร้อมในการโทรออกจากนั้นโปรแกรมจะทำการส่งข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำเพื่อติดต่อคู่สายปลายทาง และจบการทำงานของโปรแกรมโดยการตัดระบบออกจากคู่สายโทรศัพท์ทันที ซึ่งโทรศัพท์ที่หลักจะรับหน้าที่ในขณะการสนทนาต่อไปจนเสร็จสิ้นการสนทนา

3.3 การทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

การทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.3.1 การตรวจจับสัญญาณเมื่อมีผู้ใช้บริการ

โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาถูกออกแบบมาให้มีอุปกรณ์ตรวจจับที่สามารถตรวจจับการเข้ามาใช้งานของผู้ใช้บริการได้ เนื่องจากผู้พิการทางตาไม่สามารถมองเห็นหรือทราบได้เลยว่าเครื่องโทรศัพท์อยู่ในทิศทางใดดังนั้นระบบนี้จึงถูกนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกดังกล่าว ข้อดีของการใช้อุปกรณ์ตรวจจับนี้ คือ เพื่อหยุดการทำงานของระบบอื่นหากระบบตรวจจับนี้ยังไม่ทำงาน และอีกข้อหนึ่งคือสามารถทำให้ผู้ใช้บริการทราบตำแหน่งของโทรศัพท์ทันที

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับ คือ ชุดรับส่งอินฟราเรด ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่เครื่องโทรศัพท์เพื่ออาศัยหลักการสะท้อนกลับที่ตัวของผู้ใช้บริการ เมื่อมีผู้ใช้บริการเดินผ่านหรือเข้ามาใช้บริการอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งแสงอินฟราเรดจะส่งแสงมากระทบตัวผู้ใช้ และสะท้อนกลับไปยังตัวรับซึ่งในสภาวะปกติจะให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณลอจิก “0” และเมื่อได้รับสัญญาณอินฟราเรดจะให้เอาต์พุตเป็นสัญญาณลอจิก “1” จนกว่าจะไม่ได้รับสัญญาณอินฟราเรดซึ่งจะกลับเป็นสภาวะลอจิก “0”

3.3.2 การส่งเสียงอธิบายวิธีการใช้ และตำแหน่งต่างๆ ของปุ่ม

เนื่องจากโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานโดยตรง ซึ่งสามารถ สั่งงานให้กับวงจรต่างๆ และรับข้อมูลจากวงจรต่างๆ ได้ทันที ซึ่งเมื่อได้รับสัญญาณจากชุดตรวจจับวัตถุ แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลออกไปที่ชุดบันทึกเสียงให้ทำงาน โดยลักษณะของเสียงที่พูดออกมา จะเป็นการแนะนำวิธีการใช้ต่างๆ ในขณะเดียวกัน ก็จะมีการตรวจสอบสัญญาณอินฟราเรดอีกครั้งหนึ่ง หากไม่ปรากฏสัญญาณช่วงต้นแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะหยุดทำงาน และกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่ทันที แต่หากยังคงมีสัญญาณส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างต่อเนื่อง ก็จะทำงานตามโปรแกรมต่อไป คือ รอสัญญาณจากชุดสแกนคีย์ และเช่นเดียวกันหากยังไม่ได้มีการกดคีย์ใดๆ ช่วงเวลาที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่อีกครั้ง

การกดปุ่มที่โทรศัพท์ปุ่มใดปุ่มหนึ่ง จะมีการส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเชื่อมต่อกับชุดบันทึกเสียงให้แสดงเสียงพูดว่าปุ่มที่กดนั้นเป็นปุ่มใด ที่ชุดสแกนคีย์นั้นได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ชุดสวิตช์สัมผัส และชุดสวิตช์ปกติ โดยการติดตั้งนั้นจะให้สวิตช์สัมผัสอยู่ด้านบนของสวิตช์ปกติ ซึ่งทุกครั้งที่กดสวิตช์ จะต้องทำการสัมผัสที่สวิตช์สัมผัสเสมอ การส่งข้อมูลสามารถแยกได้ว่าเป็นข้อมูลใด คือ ชุดสัมผัสจะมีข้อมูลเพียง 4 บิตรหัสฐานสอง ส่วนชุดสวิตช์กดจะมีข้อมูล 5 บิต ซึ่ง 4 บิตด้านต่ำจะมีข้อมูลเดียวกันอยู่แล้ว และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับข้อมูล 5 บิตแล้ว นอกจากจะส่งเสียงพูดแล้ว ยังนำข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อรอรับคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.3 การตรวจจับสัญญาณโทรศัพท์

หลังจากที่มีการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรอสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เพื่อทำการหมุนเลขหมายที่บันทึกไว้ โดยมีช่วงเวลาอยู่ช่วงหนึ่งเมื่อผู้ใช้บริการทำการกดหมายเลขแล้วจำเป็นต้องยกหูโทรศัพท์ขึ้น อยู่ที่เครื่องโทรศัพท์หลัก ช่วงเวลาที่กำหนดให้หากไม่มีการยกหู ก็จะไม่มีสัญญาณตอบรับใดๆ ทั้งสิ้น และถ้าถึงเวลาที่กำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะกลับไปเริ่มต้นใหม่ แต่เมื่อมีสัญญาณตอบรับในช่วงเวลาดังกล่าวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการหมุนเลขหมายทันที และตัดวงจรออกจากคู่สายโทรศัพท์ เพื่อให้การทำงานในส่วนของการเชื่อมต่อผู้ใช้บริการเป็นหน้าที่ของโทรศัพท์หลักแทน

3.3.4 การทำงานในรูปแบบโทรศัพท์ทั่วไป

การทำงานของโทรศัพท์ ถูกพัฒนาให้สามารถทำงานในลักษณะของโทรศัพท์ทั่วไปได้ คือ ยกหูโทรศัพท์ก่อนจึงค่อยกดเลขหมาย จึงมีข้อดีสำหรับผู้ที่ใช้งานเป็นประจำ เพราะมีช่วงเวลาในการทำงานที่เร็วกว่าการทำงานแบบอัตโนมัติ การยกเลิกระบบดังกล่าวสามารถ ทำได้โดยกดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม และยกหูขึ้น 1 ครั้ง หรือให้วางหูโทรศัพท์เป็นเวลา 2 นาที การทำงานจะกลับไปสู่จุดเริ่มต้นใหม่ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

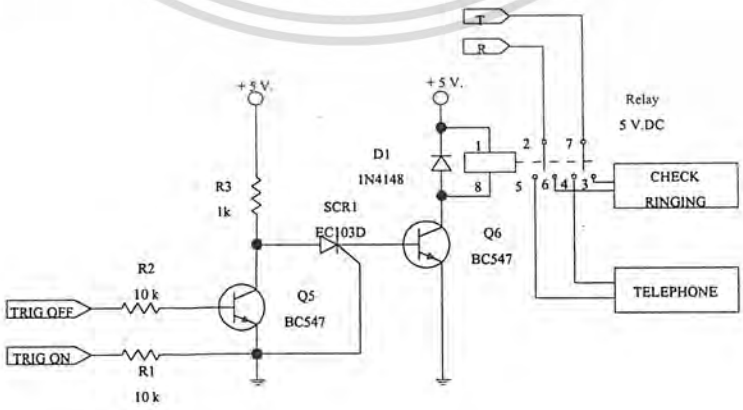
4.1 กล่าวนำ

เพื่อให้ง่ายแก่การทดลอง และตรวจสอบการทำงาน จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นการทดลองวงจรแต่ละชุด ที่ยังไม่ได้ประกอบรวมกัน และส่วนที่สองเป็นการทดลองการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาที่ใช้งานจริง โดยในส่วนแรกนี้จะแบ่งวงจรออกเป็น 9 ชุดดังนี้

1) วงจรยก และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ
2) วงจรหมุนรหัสความถี่คู่
3) วงจรสวิตช์สัมผัส
4) วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข
5) วงจรสแกนคีย์
6) วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟราเรด
7) วงจรบันทึกเสียง
8) วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง
9) วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

4.1.1 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

ขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจรยกหู และวางหูโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.1

2) ตรวจสอบการต่อวงจรเพื่อความถูกต้อง แล้วป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ให้กับวงจรพร้อมกับต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจร

3) ทดลองหมุนเลขหมายมายังคู่สายโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับตัวรีเลย์ จะมีเสียงกริ่งดังขึ้น วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งจะทำงาน ซึ่งสังเกตได้อยากหลอดLED

4) วงจรชุดควบคุมรีเลย์จะถูกผลักหน้าสัมผัสที่เคยแตะอยู่ที่ขา 3 และ 6 มาแตะที่ขา 4 และ 5 เมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขาเกทของเอสซีอาร์ (สภาวะยกหูโทรศัพท์)

5) เมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 จะทำให้หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับขา 4 และ 5 ของรีเลย์ จะถูกผลักกลับมาแตะที่ขา 3 และ 6 ตามปกติ (สภาวะวางหูโทรศัพท์)

ผลการทดลอง

เมื่อวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งส่งสัญญาณมากระตุ้นที่ขาเกทของเอสซีอาร์ ทำให้เอสซีอาร์นำกระแส และมีแรงดันไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ Q6 ทำงาน แรงดันดีซี 5 โวลต์ จากแหล่งจ่ายจะป้อนผ่านรีเลย์ ทำให้หน้าสัมผัสที่แตะอยู่ที่ขา 3 และ 6 เข้ามาแตะที่ขา 4 และ 5 (สภาวะยกหูโทรศัพท์) ทำให้คู่สายโทรศัพท์โทรศัพท์ต่อเข้ากับวงจรในชุดตอบรับโทรศัพท์ทุกวงจร และเมื่อต้องการวางหูโทรศัพท์นั้นสามารถทำได้โดยนำสัญญาณพัลส์มากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เอสซีอาร์ก็จะหยุดนำกระแส ยังผลให้ทรานซิสเตอร์ Q6 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสที่แตะอยู่กับขา 4 และ 5 ถูกผลักกลับมาแตะที่ขา 3 และ 6 ตามปกติ (สภาวะวางหูโทรศัพท์)

4.1.2 วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.2

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ต่อเสร็จแล้ว จากนั้นต่อสวิตช์ ON-OFF ที่ขาอินพุต D_{in}, D, C, B และ A ของไอซีเบอร์ MC145100

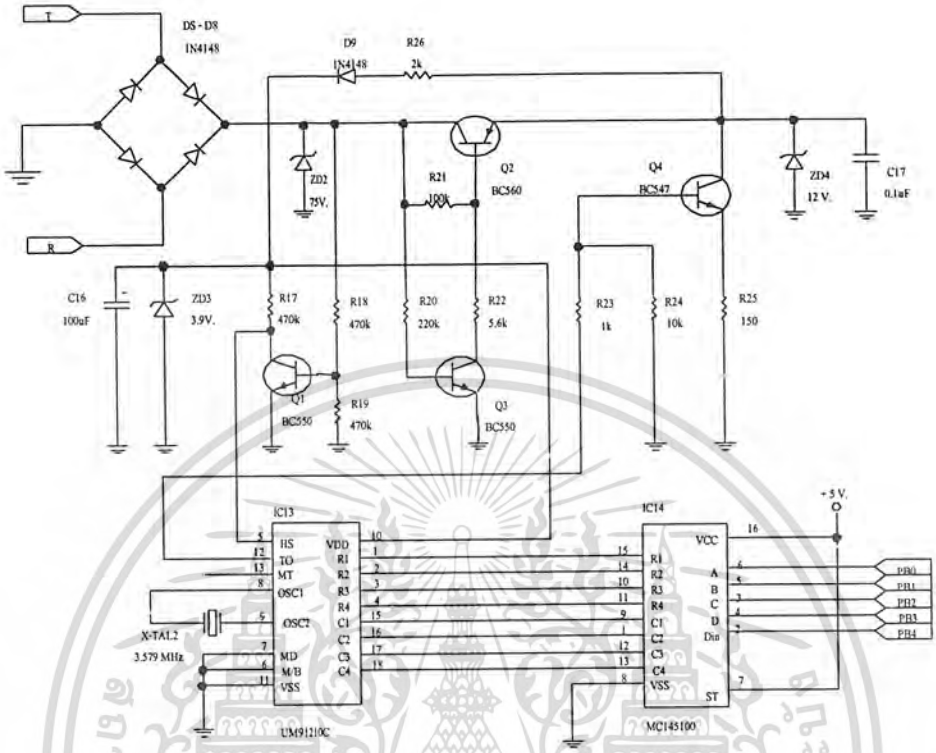
3) ต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ และต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรซึ่งพ่วงอยู่กับโทรศัพท์หลัก

4) ทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าที่ขาอินพุต D_{in}, D, C, B และ A ของไอซีเบอร์ MC145100 พร้อมกับยกหูของโทรศัพท์หลักขึ้น สังเกตถ้าวงจรถูกต้องจะได้ยินสัญญาณหมุนที่หูฟังโทรศัพท์

5) ปลดคู่สายโทรศัพท์ และแหล่งจ่ายไฟออก

6) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.3

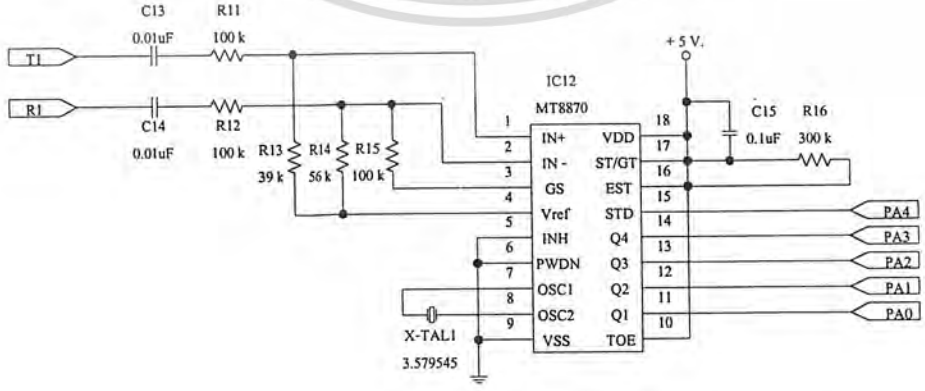
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่

7) ต่อหลอด LED ที่ขาเอาต์พุตของไอซีเบอร์ MT8870 ที่ขา 11 - 15

8) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรอีกครั้ง และต่อคู่สายโทรศัพท์เข้าวงจรตามรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3 พร้อมกับต่อแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณความถี่คู่

9) ทำการทดลองโดยป้อนสัญญาณดิจิตอลตามการทดลองข้อที่ 2 อีกครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงระหว่างตำแหน่งสวิตช์ ON-OFF และการติดหรือดับของหลอด LED พบว่าผลที่ได้ไม่ตรงกัน ซึ่งสามารถบันทึกผลได้ตามตารางที่ 4.1

ผลการทดลอง

เมื่อทำการต่อวงจรต่างๆ และต่อคู่สายโทรศัพท์แล้ว จากนั้นจึงทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอล ปรากฏว่ามีเสียงสัญญาณหมุนออกที่หูฟังของเครื่องโทรศัพท์หลัก และมีเลขฐานสองออกซึ่งแสดงในลักษณะการติดหรือดับของหลอด LED ส่วนผลการทดลองสามารถเปรียบเทียบระหว่างอินพุตกับเอาต์พุต และตำแหน่งเลขหมายได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่

สัญญาณอินพุต (D, C, B, A)	สัญญาณเอาต์พุต (Q3, Q2, Q1, Q0)	เลขหมายที่หน้าปัดโทรศัพท์
0000	0001	1
0001	-	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	*
1101	1010	0
1110	1100	#
1111	-	D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา และการแก้ปัญหา

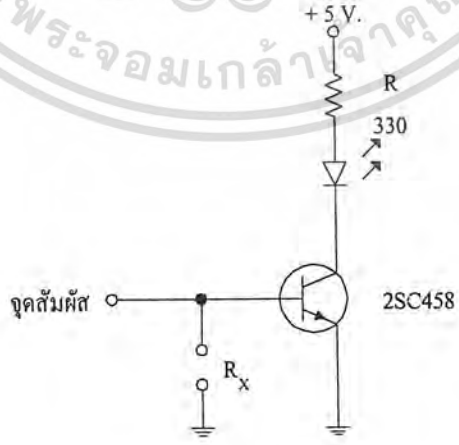
จากการทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทางขาอินพุต A, B, C, D และขา D_{in} แล้วพบว่าทุกครั้งที่ทำการป้อนสัญญาณอินพุต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องป้อนสัญญาณลอจิก "0" ให้ขา D_{in} ก่อน จากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนรหัสสัญญาณที่ขาอินพุตอื่น จากนั้นจะต้องป้อนสัญญาณลอจิก "1" ให้ขา D_{in} เพื่อทำการส่งสัญญาณออกไป ซึ่งถ้าขา D_{in} ยังมีสภาวะ 1 ค้างอยู่ วงจรจะทำการส่งสัญญาณตลอดเวลา และเปลี่ยนค่าทางอินพุตอื่นทันทีจะทำให้เกิดการผิดพลาดของสัญญาณ ดังนั้นจึงต้องป้อน 0 ให้ขา D_{in} ตามหลังทุกครั้ง

อีกปัญหาหนึ่งที่พบคือ ไอซีเบอร์ MC145100 มีอินพุต A, B, C และ D ซึ่งสามารถป้อนสัญญาณได้ 16 รูปแบบ แต่ความสามารถของไอซีสามารถทำงานได้เพียง 12 รูปแบบเท่านั้น ซึ่งสัญญาณ 4 รูปแบบที่ไม่สามารถใช้งาน และไม่สามารถส่งสัญญาณการหมุนออกไปได้ คือ 0011, 0111, 1011, 1111 โดยเทียบตามอินพุต D, C, B, A เนื่องจากการทดลองพบว่า ส่งสัญญาณทั้ง 4 รูปแบบจะทำให้การทำงานของไอซีผิดพลาดปรากฏเป็นสัญญาณเสียงที่ไม่มีในระบบเลขหมาย พร้อมกับทำให้ขาควบคุมการทำงาน คือ ขา D_{in} ทำงานผิดพลาดด้วย การแก้ไขสามารถทำได้โดยปลดแหล่งจ่ายไฟ และคู่สายโทรศัพท์ออก และต่อเข้าไปอีกครั้งเพื่อทำการรีเซตวงจร และการใช้งานจะต้องยกเว้นสัญญาณทั้ง 4 รูปแบบดังกล่าวด้วย

4.1.3 วงจรสวิตช์สัมผัส

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 วงจรตัวอย่างชุดสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทำการเชื่อมต่อระหว่างแถบโลหะที่ใช้ทำสวิตช์สัมผัส และจุดสัมผัส พร้อมกับต่อแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

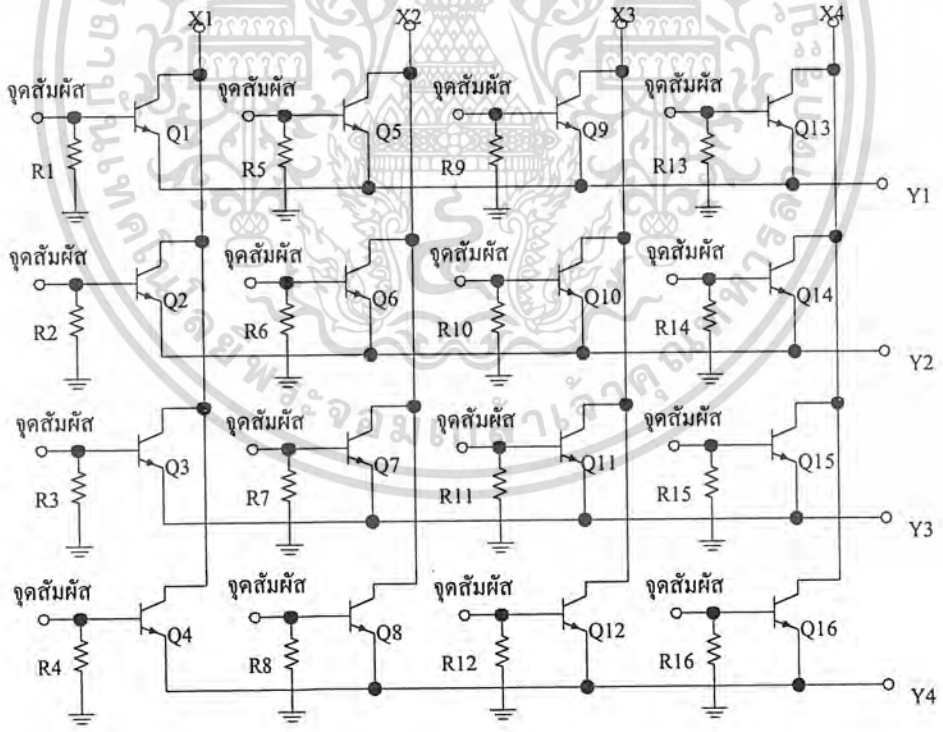
3) สังเกตการติด หรือดับของหลอด LED

4) ทดลองต่อตัวความต้านทานค่าต่างๆ ที่จุด Rx และทดลองแตะที่จุดสัมผัสสังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอด LED

5) นำวงจรวางในตำแหน่งที่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น สายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอด LED

6) ทำการประกอบวงจรตามรูปที่ 4.5

7) หลังจากประกอบวงจรเสร็จแล้วให้นำจุดต่อ X_1-X_4 และ Y_1-Y_4 ไปต่อเข้ากับชุดสแกนคีย์ที่ขา X_1-X_4 และ Y_1-Y_4 ของไอซีเบอร์ 74L922 ทดลองแตะจุดสัมผัส และสังเกตเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 74L922 ซึ่งผลการทดลองจะกล่าวในหัวข้อของวงจรสแกนคีย์โดยละเอียด



Q1 - Q16 = 2SC458

R1 - R16 = 1 M Ohm

รูปที่ 4.5 วงจรสวิตช์สัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

หลังจากประกอบวงจรตามข้อที่ 7 แล้วพบว่าทุกครั้งที่มีการสัมผัสที่จุดสัมผัส สามารถทำให้ขา C และ E ของทรานซิสเตอร์เชื่อมต่อกันได้ และเมื่อนำไปต่อกับวงจรต่างๆ สามารถควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในลักษณะของสวิตช์ได้จริงเช่นกัน จากการทดลองกับหลอด LED สามารถควบคุมการติดหรือดับของหลอดได้

ปัญหา และการแก้ไข

จากการทดลองพบว่า ในขณะที่ยังไม่เชื่อมต่อความต้านทานที่จุด R_X หลอด LED จะมีแสงสว่างเกิดขึ้นแต่ไม่มาก ซึ่งแสดงว่าขา B ของทรานซิสเตอร์กำลังได้รับไบแอสอยู่ ทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ ON สาเหตุที่ทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะ ON ได้ เนื่องจากการรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดหากนำวงจรไปวางในตำแหน่งที่มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสูง ๆ จะทำให้หลอด LED มีความสว่างเพิ่มมากขึ้น

การแก้ไข คือ การต่อตัวความต้านทานโดยต้องต่อแบบ Pull Down เพิ่มเข้าไปที่ขา B ของทรานซิสเตอร์หรือที่จุด R_x ของวงจรตัวอย่าง เพื่อให้สภาวะปกติ ขา B ของ ทรานซิสเตอร์ เป็น "0" ตลอดเวลา แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ ค่าความต้านทานที่ใช้ หากมีค่ามากเกินไปยังคงทำให้ความไวในการนำกระแสมีสูงอยู่ และหากใช้ค่าความต้านทานที่ต่ำเกินไปจะทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากแรงดันจากการสัมผัสจะไปตกคร่อมที่ตัวความต้านทานหมด ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าความต้านทานที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 MΩ

4.1.4 วงจรชุดเชื่อมต่อกับเครื่องคิดเลข

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.6

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร

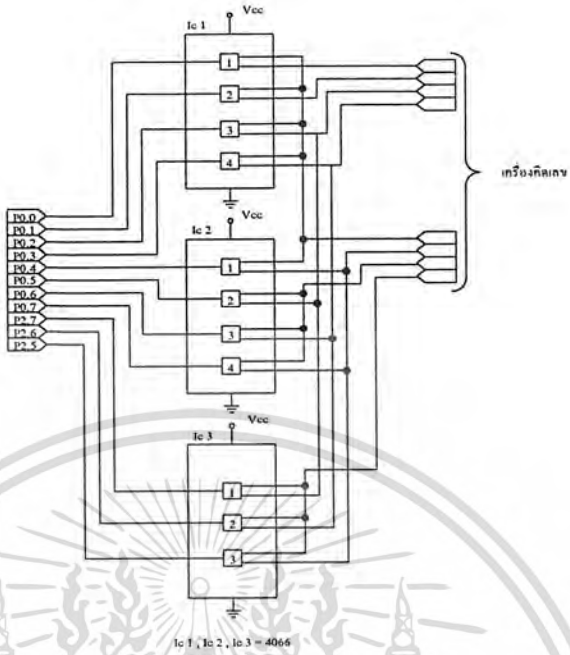
3) เชื่อมต่อวงจรเข้ากับเครื่องคิดเลข และป้อนแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ ในส่วนของอินพุตจะใช้สวิตช์ ON-OFF ในการป้อนสัญญาณดิจิตอลแทน

4) ทดลองป้อนสัญญาณดิจิตอลจากสวิตช์เปิด-ปิด สังเกตการเปลี่ยนแปลง และการทำงานของเครื่องคิดเลข

ผลการทดลอง

จากการทำงานของวงจร เนื่องจาก ไอซีเบอร์ 4066 ทำหน้าที่เป็นสวิตช์แอนะลอก เมื่อได้รับสัญญาณจากขาควบคุม หลังการทดลองปรากฏว่า เมื่อทำการป้อนสัญญาณดิจิตอล ที่ขาใดขาหนึ่งคุณสมบัติของไอซี ซึ่งทำให้เครื่องคิดเลขทำงาน และส่งเสียงตามตำแหน่งที่กดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข

ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่พบจากการทดลองพบว่า ในขณะที่ทำการทดลอง ถ้าแหล่งจ่ายไฟของเครื่องคิดเลขกับวงจรเชื่อมต่อนี้ เป็นคนละภาคกัน จะทำให้เครื่องคิดเลขไม่สามารถทำงานได้ แต่จะทำงานลักษณะเหมือนกับได้รับสัญญาณรบกวน และไม่หยุดการทำงาน การแก้ไขคือ จะต้องเชื่อมต่อกราวด์ให้เป็นเส้นเดียวกัน เพื่อแก้ไข อีกปัญหาหนึ่งคือ หลังจากป้อนสัญญาณทางอินพุตแล้ว ถ้ายังคงเป็นสัญญาณลอจิก “1” ค้างอยู่ วงจรจะไม่สามารถทำงานในส่วนอื่นได้ ดังนั้นการแก้ไข จึงต้องป้อนสัญญาณลอจิก “0” ทุกครั้ง เพื่อให้วงจรพร้อมทำงานในส่วนอื่นต่อไป

4.1.5 วงจรสแกนคีย์

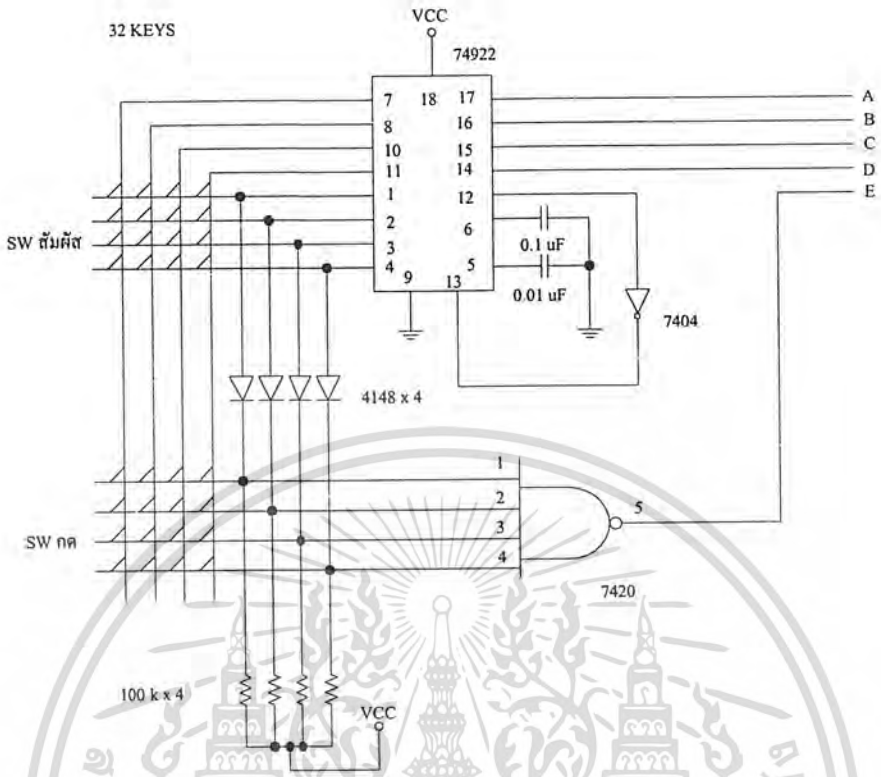
ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.7

2) ตรวจสอบความถูกต้องจากวงจรเพื่อความถูกต้อง และต่อหลอด LED ที่เอาต์พุตของวงจรจากนั้นทำการป้อนแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เข้ากับวงจร

3) ทำการทดลองต่อสวิตช์กดธรรมดาเข้าที่จุดต่อที่ขา $X_1 - X_4$ และ $Y_1 - Y_4$ ของไอซีเบอร์ 74L922 จากนั้นทำการสัมผัสที่จุดต่างๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 วงจรสแกนคีย์

4) ทำเช่นเดียวกับข้อ 3) เพียงแต่ใช้วงจรสวิตช์สัมผัสที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อแรก จากนั้นทำการสัมผัสที่จุดต่างๆ ทำการเปรียบเทียบค่ากับข้อ 3.

5) ประกอบวงจรพร้อมกันทั้งหมด คือ ติดตั้งทั้งสวิตช์ธรรมดา และสวิตช์สัมผัสทำการทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต

ผลการทดลอง

จากทดลองเมื่อต่อวงจรเสร็จแล้ว ทำการสัมผัสสวิตช์สัมผัส ที่จุดต่างๆ ปรากฏว่า ความสว่างของ LED จะติดในลักษณะของเลขฐานสองตามตำแหน่งของสวิตช์ เพียงแต่รหัสเลขฐานสองที่ติดจะมีเพียง 4 บิตเท่านั้น ส่วนบิตที่ 5 จะเป็น 0 ตลอดเวลา เช่นกันในการทดลองกดสวิตช์ธรรมดา การติดดับของ LED ที่ 4 บิตแรกจะเป็นเช่นเดียวกับจุดสัมผัสแต่บิตที่ 5 จะติดตลอดเวลาทุกครั้งที่กด

ปัญหา และการแก้ไข

จากการทดลองพบปัญหา 2 ข้อ คือ การค้างสภาวะของเอาต์พุตหลังจากทำการกดสวิตช์แล้ว ซึ่งปัญหาการค้างสภาวะนี้ จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถตรวจสอบค่าอื่นได้ซึ่งการแก้ปัญหาจะต้องทำให้การค้างสภาวะหายไป ไอซีเบอร์ 74L922 จะมีขาเอาต์พุตอยู่ขาหนึ่งคือขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

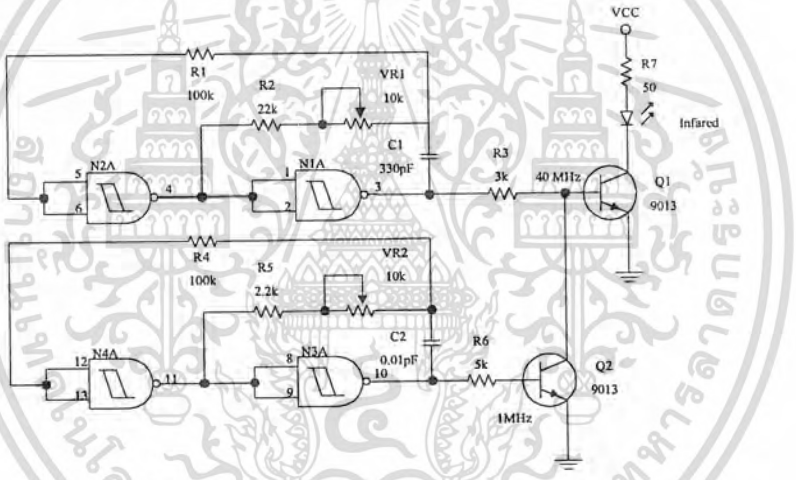
ที่ 12 ซึ่งเป็นของเอาต์พุตที่ให้สัญญาณลอจิก "1" ทุกครั้งที่มีการกดสวิตช์ใดๆ เกิดขึ้น และจะมีขาอินพุตอีกขาหนึ่งคือขาที่ 13 ซึ่งจะเป็นขารีเซต วงจรโดยจะทำงานที่สัญญาณลอจิก "1" ดังนั้นในการใช้งานจึงใช้ คุณสมบัติของ NOT Gate มาเชื่อมต่อจุดดังกล่าวเพื่อให้การค้างสภาวะหายไป

ปัญหาอีกข้อหนึ่ง คือ การเชื่อมต่อวงจรสแกนคีย์กับวงจรสวิตช์สัมผัส ซึ่งปกติการทำงานของวงจรสแกนคีย์ จะสแกนไฟบวกที่ขา $X_1 - X_4$ และสแกนไฟลบที่ขา $Y_1 - Y_4$ ดังนั้นการเชื่อมต่อจึงต้องต่อขา $X_1 - X_4$ ไปที่ขา C ของวงจรสัมผัสเท่านั้น และต่อขา $Y_1 - Y_4$ เข้าที่ขา E เท่านั้น ซึ่งถ้าเกิดการสลับตำแหน่งกัน วงจรจะไม่สามารถสแกนคีย์ใดๆ ได้

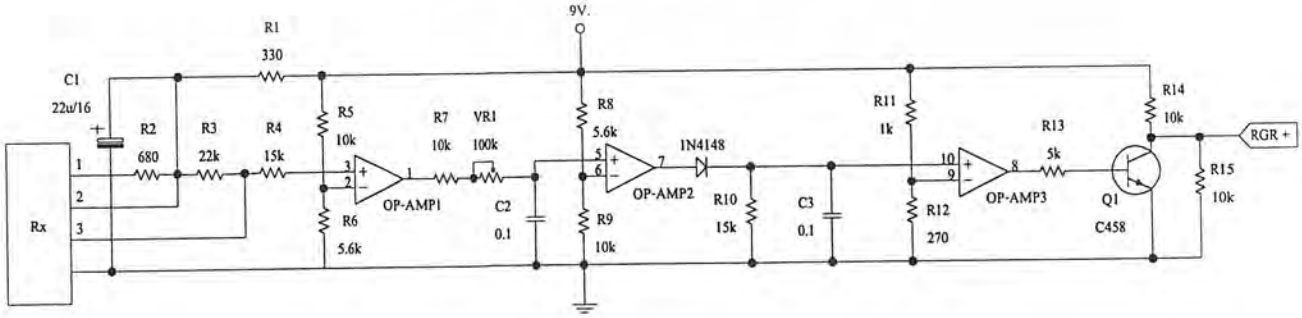
4.1.6 วงจรตรวจจับวัตถุโดยใช้แสงอินฟาเรด

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 วงจรตรวจจับวัตถุภาคส่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 วงจรตรวจจับวัตถุภาครับ

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรที่ต่อ และทำการทดลองทีละภาค โดยเริ่มต้นจากภาคส่งและภาครับตามลำดับ

3) ต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ เข้าที่วงจรภาคส่ง โดยใช้หลอด LED ธรรมดา ต่อแทนหลอดอินฟราเรด ซึ่งพบว่าการทำงานของภาคส่ง จะเป็นการทำงานของภาคกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อย ซึ่งมีความถี่ประมาณ 40 เมกกะเฮริตซ์ โดยหลังจากต่อแล้ว หลอด LED จะต้องติด ในการปรับค่าความถี่ให้พอดี สามารถปรับได้จากตัวความต้านทานแบบเกือกม้าในภาคส่ง

4) การทดลองที่ภาครับ ทำการตรวจสอบวงจร และต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ เข้ากับวงจร ต่อหลอด LED ที่จุดต่อเอาต์พุต

5) ใช้รีโมตทีวี ซึ่งเป็นระบบอินฟราเรดเหมือนกัน ทำการกด และส่งไปยังเครื่องรับ สังเกตว่า ถ้าตัวรับสามารถทำงานได้จริง หลอด LED จะต้องติดตามการกดของรีโมต

6) จากภาคส่งเปลี่ยนมาเป็นหลอดอินฟราเรดปกติ และใช้วงจรภาคส่งแทนการใช้รีโมตทีวีสังเกตการเปลี่ยนแปลงของหลอด LED ที่เอาต์พุตซึ่งจะต้องติดดับเช่นกัน

ผลการทดลอง

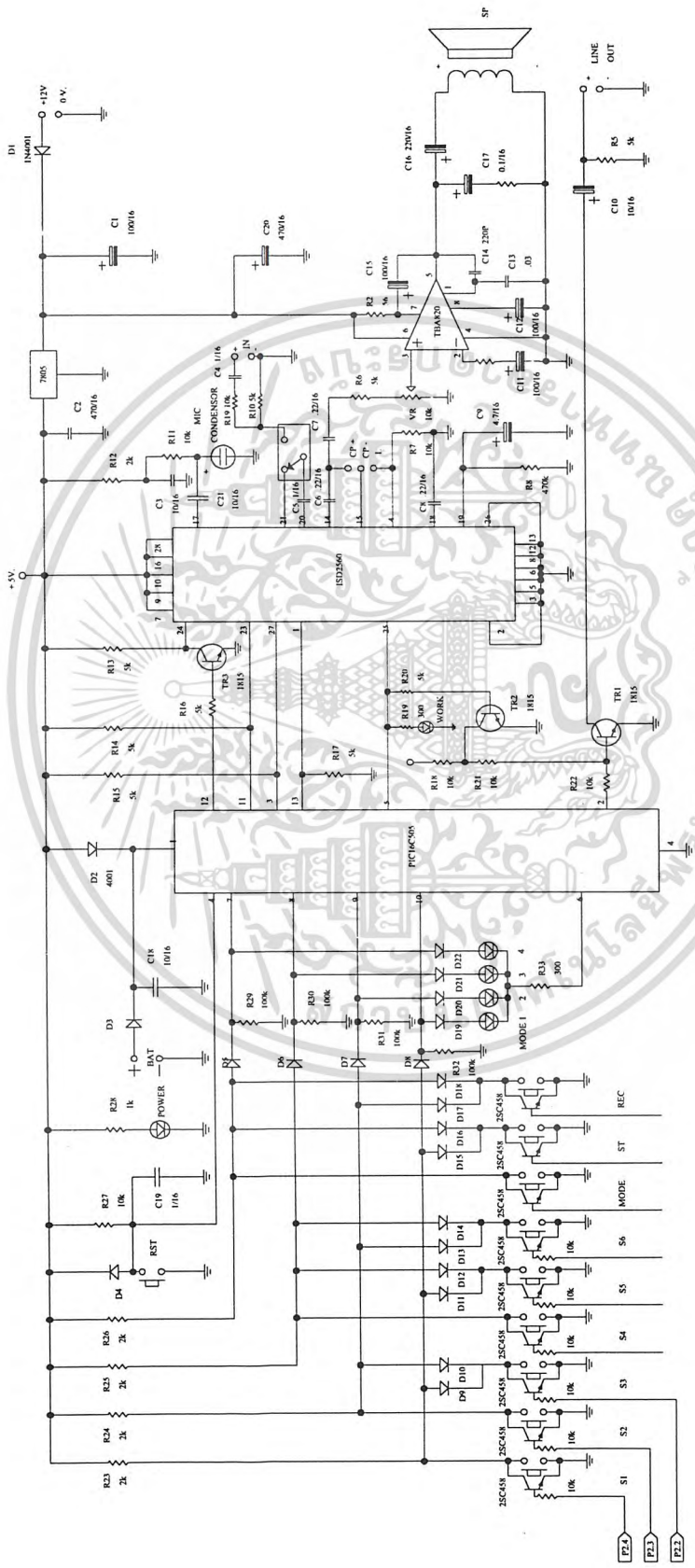
เมื่อทำการต่อวงจรเรียบร้อยแล้ว ในสภาวะปกติที่ยังไม่ได้รับแสงอินฟราเรดใดๆ หลอด LED จะต้องดับตลอดเวลา ซึ่งหมายถึงวงจรได้ทำงานอย่างถูกต้อง จากนั้นใช้วงจรภาคส่ง ส่งแสงอินฟราเรดเข้าไปยังภาครับ เมื่อภาครับได้รับแสงอินฟราเรดดังกล่าว หลอด LED ที่เอาต์พุตจะต้องติด และเมื่อแสงอินฟราเรดออก หลอด LED จะดับทันที

ปัญหา และการแก้ไข

หลังจากที่ทำการทดลองพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการควบคุมแสงอินฟราเรด ซึ่งถ้าไม่ปิดให้มิดชิด แสงอินฟราเรดจะส่งถึงตลอดเวลา และไม่สามารถทำการทดลองได้ และที่สำคัญการใช้งาน จะถูกใช้งานในลักษณะการสะท้อนกลับ ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมความเข้มของแสงให้พอดี ไม่ใกล้หรือไกลเกินไป ซึ่งถ้าไกลเกินไป แสงอาจจะสะท้อนวัตถุข้างหน้า สะท้อนกลับได้ แต่ถ้าใกล้เกินไปแสงจะไม่สามารถสะท้อนจากตัวผู้ใช้บริการได้ ทำให้ระบบไม่สามารถทำงานต่อไป ในการควบคุมความเข้มของแสง สามารถทำได้โดยปรับค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมกับหลอดอินฟราเรดในภาคส่ง โดยค่าประมาณ 120 Ω สามารถสะท้อนกลับที่ระยะประมาณ 1 เมตรเท่านั้น อีกปัญหาหนึ่งคือ การเชื่อมต่อวงจรภาครับกับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถรับอินพุตสูงสุดได้ 5 โวลต์ และที่เอาต์พุตของอินฟราเรดจะมีถึง 8 โวลต์ ในการใช้งานเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้น จะแก้ไขได้โดยต่อความต้านทานให้มีลักษณะแบบโวลต์เตจดีไวเดอร์ และควบคุมให้มีแรงดันอยู่ที่ประมาณ 4.5 โวลต์ จากนั้นจึงนำไปต่อใช้งานตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 วงจรบันทึกเสียง



รูปที่ 4.10 วงจรบันทึกเสียง

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.10

2) ตรวจความถูกต้องของวงจร จากนั้นทำการต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ และลำโพง เข้ากับวงจร

3) ในส่วนของอินพุตจะใช้สวิตช์ ON – OFF เพื่อทำการส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

4) ทำการบันทึกข้อความลักษณะต่างๆ ที่ใช้งานสังเกตการทำงาน ซึ่งวงจรบันทึกเสียงนี้สามารถเขียนข้อมูลได้เพียง 60 วินาทีเท่านั้น

5) จับเวลาในการเล่นกลับของ ข้อความที่บันทึก เพื่อที่จะได้คำนวณระยะเวลาในการพูดที่ถูกต้อง

6) ทำการป้อนสัญญาณดิจิตอลจากสวิตช์ตามตำแหน่ง หรือลำดับขั้นของเสียงที่ต้องการ ผลการทดลอง

หลังจากประกอบวงจร และทำการทดลองแล้ว วงจรบันทึกเสียงสามารถเก็บข้อความได้ 60 วินาที เท่านั้น และมีความสามารถอีกข้อหนึ่ง คือ สามารถแบ่งข้อความได้ 6 ข้อความ โดยแต่ละข้อความไม่จำกัดเวลาเพียงแต่เมื่อนำเวลาของทั้ง 6 ข้อความรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 60 วินาที

ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองหลังจากที่ทำการบันทึกเสียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อทำการเล่นกลับ ปรากฏว่า เสียงที่ได้ออกมา จะไม่ค่อยสมบูรณ์ คือ ลักษณะเสียงที่ได้ จะมีการรบกวนเกิดขึ้นจากภายนอก ซึ่งสามารถแก้ไขได้ จากการบันทึกผ่านสายสัญญาณแทนไมโครโฟน และหลังจากที่เล่นกลับเสร็จสิ้นในแต่ละข้อความ จะมีเสียงสัญญาณนาฬิกาเกิดขึ้นทุกครั้ง ส่วนอีกปัญหาหนึ่งคือ ถ้าทำการกดสวิตช์ หรือป้อนสัญญาณดิจิตอลค้างไว้ ข้อความจะเล่นวนทันที การแก้ไขคือ ส่งสัญญาณเพียงช่วงสั้นๆ เท่านั้น

4.1.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ขั้นตอนการทดลอง

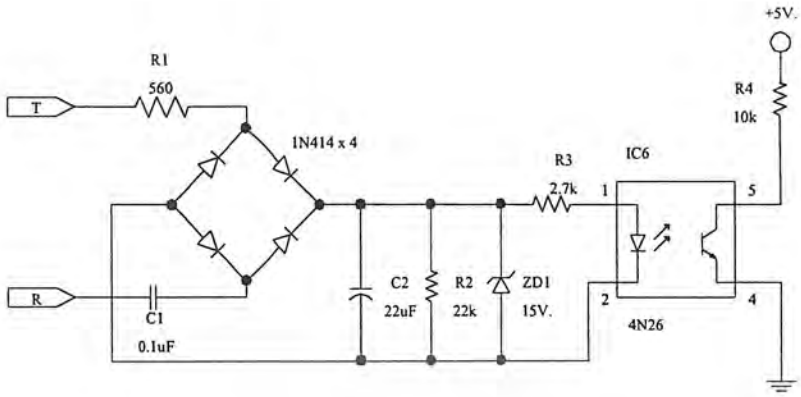
1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.11

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร

3) ต่อคู่สายโทรศัพท์ และแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เข้ากับวงจร และต่อหลอด LED ที่ส่วนของเอาต์พุต

4) ใช้โทรศัพท์อีกคู่สายหนึ่งทดลองโทรเข้าคู่สายที่วงจรเชื่อมต่ออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หลังจากประกอบวงจร และเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์แล้ว หลอด LED จะดับตลอดเวลา ซึ่งหลังจากการทดลองโทรเข้ามาในคู่สายที่วงจรต่ออยู่ เพื่อนำสัญญาณ Ringing มาใช้งาน ปรากฏว่าหลอด LED จะสว่าง แต่จะกระพริบเล็กน้อยตามจังหวะของสัญญาณ

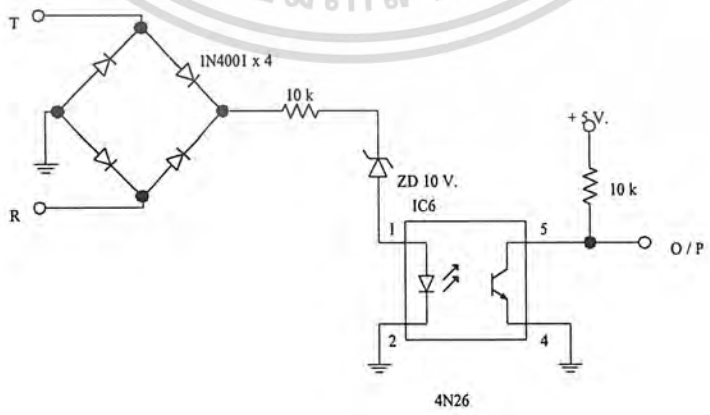
ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่พบในการทดลอง จะเกี่ยวกับการใช้สัญญาณ Ringing ซึ่งจำเป็นต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ จำนวน 2 คู่สาย คือ คู่สายแรกใช้ต่อวงจร และคู่สายที่สอง ใช้ในการโทรเข้า

4.1.9 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

ขั้นตอนการทดลอง

1) ประกอบวงจรตามรูปที่ 4.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 วงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหู และวางหู

2) ตรวจสอบความถูกต้องของวงจร

3) ต่อแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ และคู่สายโทรศัพท์ ในด้านเอาต์พุต ใช้หลอด LED ต่อเพื่อแสดงผล

4) ทดลองยกหูโทรศัพท์ และวางหู สังเกตการติดดับของหลอด LED

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าในสภาวะปกติ การยกหู หลอด LED จะดับตลอดเวลา ซึ่งหมายถึงการส่งสัญญาณดิจิตอล ลอจิก "0" แต่ทันที ที่มีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น หลอด LED จะติดทันที ซึ่งหมายถึงการส่งสัญญาณดิจิตอล ลอจิก "1" เพื่อส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

4.2 การทดลองโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

ในการทดลองการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตามีดังนี้

ขั้นตอนการทดลอง

1) ติดตั้งโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับเครื่องโทรศัพท์หลัก

2) เปิดสวิตช์เครื่อง

3) ทำการเดินผ่านโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

4) สัมผัสปุ่มต่างๆ ของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

5) กดเลขหมายที่ต้องการติดต่อ

6) บันทึกผล

ผลการทดลอง

เมื่อทำการเปิดเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาจากนั้นทำการเดินผ่านเครื่องโทรศัพท์ก็จะมีเสียงออกมาว่า "สวัสดีค่ะ นี่คือโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา กรุณารอสักครู่เพื่อฟังวิธีการใช้งาน หรือกดเครื่องหมายดาวเพื่อเริ่มต้นการใช้งาน ท่านสามารถกดศูนย์ เพื่อฟังการอธิบายอีกครั้ง และกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยม เพื่อเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ทั่วไป ท่านสามารถยกเลิกระบบโทรศัพท์ทั่วไปโดยการกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยม และยกหู 1 ครั้ง หรือวางหูเป็นเวลา 2 นาที เมื่อเครื่องเริ่มทำงานท่านเพียงนำมือมาสัมผัสที่ปุ่มต่างๆ จะได้ยินเสียงของแต่ละปุ่มและคำว่า ตั้งโปรแกรม ให้ท่านกดปุ่มจนได้ยินคำว่า ตั้งโปรแกรมอีกครั้ง เพื่อเก็บบันทึกเลขหมาย เสร็จแล้วเพียงท่านยกหู เลขหมายจะโทรออกเอง ท่านสามารถโทรซ้ำได้ใหม่โดยการกดที่วางหู 1 ครั้งค่ะ" จากนั้นทำการทดลองสัมผัสปุ่มที่เป็นอักษรสำหรับผู้พิการทางตา ถ้าสัมผัสปุ่มที่ 1 จะมีเสียงดังว่า "หนึ่ง ตั้งโปรแกรม" เช่นนี้ทุกปุ่ม และจากนั้นทำการทดลองกดเลขหมายที่ต้องการติดต่อ เช่น 1510 เมื่อทำการกดเสร็จทำการยกหูจะได้ยินเสียงรีเลย์ต่อวงจร และฟังที่หูโทรศัพท์จะได้ยินเสียง Dial Tone ก็จะได้ยินเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งเลขหมาย 1510 และถ้าฟังเสียงที่รีเลย์ จะได้ยินเสียงปิดวงจร ส่วนที่หูโทรศัพท์จะได้ยินเสียง Ringback Tone กลับมา เพื่อแสดงว่าติดต่อกับปลายทางได้สำเร็จ

ปัญหา และการแก้ไขปัญหา

การทดลองดังกล่าว ต้องอาศัยช่วงเวลา ในการหน่วงเวลาอย่างเหมาะสม เพื่อให้รองรับกับระบบต่างๆ และถ้าการติดต่อสื่อสารล้มเหลว หรือคู่สายปลายทางไม่ว่าง ผู้ใช้ต้องทำการเริ่มต้นในการทำงานใหม่ทั้งหมด

4.2.1 การทดลองชุดตรวจจับวัตถุ

ขั้นตอนการทดลอง

1) ติดตั้งชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับโทรศัพท์หลัก
2) ยกหูโทรศัพท์ขึ้น
3) ใช้วัตถุที่มีขนาดพอเหมาะตัดผ่านบริเวณชุดตรวจจับ
4) วางหูโทรศัพท์ลง
5) ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3)

ผลการทดลอง

เมื่อติดตั้งชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาแล้ว ชุดตรวจจับวัตถุจะทำการตรวจจับวัตถุที่ตัดผ่าน ถ้าโทรศัพท์หลักมีการยกหูโทรศัพท์อยู่ ชุดตรวจจับวัตถุจะไม่ทำงาน แต่ถ้าไม่มีการยกหู ชุดตรวจจับจะทำงาน และรอประมาณ 5 วินาที ถ้ายังทำงานอยู่ จะได้ยินข้อความว่า “สวัสดีค่ะ นี่คือโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา กรุณารอสักครู่เพื่อฟังวิธีการใช้งาน หรือกดเครื่องหมายดาวเพื่อเริ่มต้นการใช้งาน ท่านสามารถกดศูนย์ เพื่อฟังการอธิบายอีกครั้ง และกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยม เพื่อเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ทั่วไป ท่านสามารถยกเลิกระบบโทรศัพท์ทั่วไปโดยการกดเครื่องหมายสี่เหลี่ยมและยกหู 1 ครั้ง หรือวางหูเป็นเวลา 2 นาที เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน ท่านเพียงนำมือมาสัมผัสที่ปุ่มต่างๆ จะได้ยินเสียงของแต่ละปุ่มและคำว่า ตั้งโปรแกรม ให้ท่านกดปุ่มจนได้ยินคำว่า ตั้งโปรแกรมอีกครั้ง เพื่อเก็บบันทึกเลขหมาย เสร็จแล้วเพียงท่านยกหู เลขหมายจะโทรออกเอง ท่านสามารถโทรซ้ำได้ใหม่โดยการกดที่วางหู 1 ครั้งค่ะ” หลังจากนั้นจะตรวจสอบสัญญาณอีกครั้ง โดยถ้าวัตถุที่ตัดผ่านยังอยู่บริเวณที่ทำการตรวจจับ การทำงานก็จะเข้าไปยังส่วนของคีย์สวิตช์ทันที แต่ถ้าไม่มีการทำงานเกิดขึ้น เนื่องจากไม่มีวัตถุใดๆ ตัดผ่านอีก การทำงานจะเริ่มทำการตรวจจับวัตถุอีกครั้ง

4.2.2 การทดลองการเข้าสู่ระบบอย่างรวดเร็ว

ขั้นตอนการทดลอง

1) ใช้วัตถุที่มีขนาดพอเหมาะตัดผ่านชุดตรวจจับวัตถุค้างไว้จนกระทั่งได้ยินเสียงอธิบายการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ในขณะที่มีข้อความให้กดปุ่มเครื่องหมายดาว (*)

3) ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1)

4) รอจนกระทั่งสิ้นสุดการอธิบายการใช้งาน จึงกดปุ่มเครื่องหมายดาว (*)

ผลการทดลอง

ในขณะที่มีเสียงอธิบายการใช้งาน ถ้ากดปุ่มเครื่องหมายดาว (*) ระบบการอธิบายจะถูกยกเลิก และได้ยินข้อความว่า "ตั้งโปรแกรมหนึ่ง" หมายความว่า การทำงานเตรียมพร้อมที่รับค่าจากชุดคีย์สวิตช์ ถ้ารอจนกระทั่งจบการอธิบาย และกดปุ่มเครื่องหมายดาว (*) จะได้ยินเสียง "ดาว ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า การทำงานเตรียมพร้อมที่รับค่าจากชุดคีย์สวิตช์เช่นกัน

4.2.3 การทดลองเข้าสู่ระบบการอธิบายวิธีการใช้งานอีกครั้ง

ขั้นตอนการทดลอง

1) ใช้วัตถุที่มีขนาดพอเหมาะตัดผ่านชุดตรวจจับวัตถุค้างไว้ จนกระทั่งได้ยินเสียงอธิบายการใช้งาน

2) ในขณะที่มีข้อความให้กดปุ่มหมายเลข (0)

3) ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1)

4) รอจนกระทั่งสิ้นสุดการอธิบายการใช้งาน จึงกดปุ่มหมายเลข (0)

ผลการทดลอง

ในขณะที่มีเสียงอธิบายการใช้งาน ถ้ากดปุ่มหมายเลขศูนย์ (0) ระบบการอธิบายจะถูกยกเลิก และได้ยินข้อความอธิบายการใช้งานเริ่มต้นใหม่ และเมื่อจบการอธิบาย ระบบจะรอรับค่าจากวงจรคีย์สวิตช์ทันที แต่ถ้ากดปุ่มหมายเลขศูนย์ (0) หลังจากสิ้นสุดข้อความแล้วจะได้ยินเสียง "ศูนย์ ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า การทำงานเตรียมพร้อมที่รับค่าจากชุดคีย์สวิตช์เช่นกัน

4.2.4 การทดลองการเข้าสู่ระบบโทรศัพท์ทั่วไป

ขั้นตอนการทดลอง

1)ใช้วัตถุที่มีขนาดพอเหมาะตัดผ่านชุดตรวจจับวัตถุค้างไว้จนกระทั่งได้ยินเสียงอธิบายการใช้งาน

2) ในขณะที่มีข้อความให้กดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#)

3) ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 1)

4) รอจนกระทั่งสิ้นสุดการอธิบายการใช้งาน จึงกดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#)

ผลการทดลอง

ในขณะที่มีเสียงอธิบายการใช้งาน ถ้ากดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#) ระบบการอธิบายจะถูกยกเลิก และเข้าสู่ระบบของโทรศัพท์ทั่วไป ซึ่งจะได้ยินข้อความว่า "ตั้งโปรแกรมสอง" และไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกดคีย์ใดๆ ได้ แต่ถ้ารอจนกระทั่งจบการอธิบาย แล้วกดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#) จะได้ยินเสียง "สี่เหลี่ยม ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า การทำงานเตรียมพร้อมที่รับค่าจากชุดคีย์สวิตช์เช่นกัน การออกจากระบบโทรศัพท์ทั่วไป ทำได้โดย กดปุ่มเครื่องหมายสี่เหลี่ยม (#) และยกหู 1 ครั้ง จะได้ยินเสียงว่า "ตั้งโปรแกรม" หรือ วางหูโทรศัพท์ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที จะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า ระบบได้กลับมาจุดเริ่มต้นแล้ว

4.2.5 การทดลองการโทรซ้ำ

ขั้นตอนการทดลอง

1)ใช้วัตถุที่มีขนาดพอเหมาะตัดผ่านชุดตรวจจับวัตถุค้างไว้จนกระทั่งได้ยินเสียงอธิบายการใช้งาน

2) เมื่อจบการอธิบายแล้วให้ใช้นิ้วสัมผัสที่ปุ่มต่างๆ

3) ทำการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

4) ปฏิบัติตามข้อ 1) และ ข้อ 2)

5) กดปุ่มโทรศัพท์หลังจากสัมผัสแล้ว

6) ยกหูโทรศัพท์ขึ้น

7) เคาะที่วางหู 1 ครั้ง

8) วางหูโทรศัพท์

ผลการทดลอง

หลังจากจบการอธิบายวิธีการใช้งานแล้ว สัมผัสที่ปุ่มต่างๆ จะได้ยินเสียงเช่น สัมผัสที่ปุ่มหมายเลขหนึ่ง จะได้ยินเสียง "หนึ่ง ตั้งโปรแกรม" เป็นต้น และเมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้น จะไม่ได้ยินสัญญาณใดๆ ออกไปเลย แต่หลังจากที่สัมผัสปุ่มแล้วทำการกดซ้ำลงไปจะได้ยินเสียงเช่น กดที่ปุ่มหมายเลขหนึ่ง จะได้ยินว่า "หนึ่ง ตั้งโปรแกรม" ... "ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า เลขหมายได้ถูกบันทึกไว้เรียบร้อยแล้ว เมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ขึ้น เป็นเวลา 2 วินาที เลขหมายต่างๆ ที่บันทึกไว้จะถูกส่งออกไปยังคู่สายโทรศัพท์ทันที หลังจากยกหูโทรศัพท์ขึ้นแล้ว ถ้าเคาะที่วางหู 1 ครั้ง เลขหมายที่บันทึกไว้จะถูกส่งออกไปอีกครั้ง การยกเลิกการทำงานทำได้โดย วางหูโทรศัพท์ไว้ประมาณ 2 วินาที จะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า การทำงานได้กลับมาจุดเริ่มต้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เสนอผลงานเกี่ยวกับโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ โดยโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ มีความสามารถในการทำงาน เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับผู้พิการทางตา ซึ่งการทำงานของโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ ได้รองรับปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับสัญญาณโทรศัพท์ และการใช้โทรศัพท์ไว้ การติดตั้งสามารถนำไปติดตั้งได้ในลักษณะการต่อขนาน กับคู่สายโทรศัพท์ธรรมดาจึงทำให้เกิดความสะดวก และในการเคลื่อนย้าย อีกประการหนึ่ง คือ ง่ายต่อการติดตั้ง เนื่องจากไม่มีการดัดแปลงเกี่ยวกับโทรศัพท์หลักใดๆ ทั้งสิ้น

โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ มีระบบตรวจจับวัตถุที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานหลักของโทรศัพท์ เมื่อมีผู้ใช้บริการเข้ามา จะมีเสียงตอบรับอธิบายวิธีการใช้งานขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้บริการทราบตำแหน่ง และวิธีการใช้โทรศัพท์ หลังจากมีการเตรียมพร้อมใช้งานแล้วจะตัดตัวเองออกจากคู่สายทันที เพื่อให้การสนทนาอยู่ที่โทรศัพท์หลักเท่านั้น การติดตั้งอุปกรณ์ภายใน จะติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ทั่วไป และอุปกรณ์ที่ใช้มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาต่างๆ จึงสามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

1) ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจ การทำงานของระบบโทรศัพท์ และระบบการทำงานของฮาร์ดแวร์ภาคต่างๆ รวมไปถึงวิธีการใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุม

2) ทำให้เกิดทักษะทางด้านการทำงาน ทั้งทางด้านทฤษฎี และปฏิบัติ

3) ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจากการผิดพลาดด้านต่างๆ และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

4) ทำให้ได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และเสริมสร้างความสามัคคีในกลุ่ม

5) เพื่อเป็นแนวทางให้นักศึกษารุ่นต่อๆ ไปศึกษา และพัฒนาโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา และมีขนาดที่กระทัดรัดลง ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เพื่อนำโครงงานนี้ ไปใช้สอบในรายวิชา โครงงานสร้างอุปกรณ์ในการสอนได้

5.3 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากผลการทดลองการทำงานของชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลปรากฏว่า สามารถทำงานได้ตามกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ แต่จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) การทำงานของวงจรไวต่อสัญญาณรบกวน เมื่อทำงานบนแผงทดลองวงจร เนื่องจากปัญหาของจุดต่อสัญญาณ เช่น หลวมไป หรือเกิดความสกปรก ทำให้กระแสไฟเดินไม่สะดวก

การแก้ไข แก้ไข โดยออกแบบบนแผ่นวงจรพิมพ์ในวงจรที่มีความไวต่อสัญญาณมากๆ แต่จะสิ้นเปลืองกับการทำแผ่นวงจรพิมพ์ดังกล่าว ซึ่งเมื่อทำแล้วผลการทดลองจึงมีประสิทธิภาพขึ้น

2) ต้องใช้สัญญาณ และแรงดันไฟฟ้าภายในคู่สายโทรศัพท์จริง เนื่องจากขาดอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณดังกล่าวในการทดลอง

การแก้ไข คือ ใช้คู่สายโทรศัพท์จริงในการตรวจสอบสัญญาณ และแรงดันไฟฟ้าในการทดลอง สำหรับสัญญาณบางสัญญาณ ต้องอาศัยคู่สายโทรศัพท์อีกเส้นหนึ่ง

3) การใช้อีมูเลเตอร์ ไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งเมื่อทำการเขียนโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไม่สามารถโหลดข้อมูลลงในอีมูเลเตอร์ได้ จึงไม่สามารถทราบผลได้ทันที

การแก้ไข คือ หยุดการใช้งานอีมูเลเตอร์ชั่วคราว จากนั้นทำการตั้งค่าต่างๆ ในการเชื่อมต่ออีมูเลเตอร์ใหม่ แล้วจึงทดลองโหลดโปรแกรมที่เขียนไว้อีกครั้ง

4) การหน่วงเวลาของโปรแกรมมีนานเกินไป ทำให้การทดลองด้านฮาร์ดแวร์ ไม่เห็นผล และเกิดการเข้าใจผิดว่า ฮาร์ดแวร์ผิดปกติ

การแก้ไข คือ สังเกตการทำงานของฮาร์ดแวร์อย่างต่อเนื่อง ทุกครั้งที่มีการใช้โปรแกรมหน่วงเวลา จากนั้นทำการลดค่าในการหน่วงเวลาลง สังเกตผลอีกครั้ง จนกระทั่งช่วงเวลาที่ใช้เหมาะสมกับการทำงาน

5) ขณะที่ทดลองเกิดการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ในวงจร เช่น ไอซีเบอร์ MC145100 ซึ่งอยู่ในวงจรหมุนรหัสสัญญาณความถี่คู่ จะเกิดการทำงานผิดพลาดขึ้นทุกครั้งที่มีการติดต่อระหว่างอีมูเลเตอร์กับคอมพิวเตอร์ขณะโหลดโปรแกรม

การแก้ไข คือ ทำการปลดแหล่งจ่ายไฟ และจุดเชื่อมต่อของวงจรดังกล่าวออกก่อน หลังจากทำการโหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จึงประกอบวงจรใหม่โทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางการพัฒนาโครงงาน

1) โครงงานที่สร้างขึ้นนี้ นอกจากสามารถทำงานได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้ว ยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถของโครงงานได้อีกต่อไป ดังนี้

2) พัฒนาระบบของโทรศัพท์ให้สามารถใช้งานในตู้สาธารณะได้ คือ มีวงจรที่ใช้ควบคุมเวลา จากอัตราค่าใช้บริการต่างๆ ติดตั้ง และมีระบบเก็บค่าบริการ

3) พัฒนาระบบอินเตอร์คอม เพื่อให้การสนทนา สามารถกระทำบนเครื่องโทรศัพท์นี้ได้ทันที

4) มีระบบการบันทึกข้อความ และระบบตอบรับอัตโนมัติ ในกรณีที่โทรศัพท์ถูกใช้งานในสถานที่ส่วนบุคคล

5) พัฒนาระบบตรวจหาตำแหน่งระยะไกล เพื่อหาทิศทางที่โทรศัพท์ติดตั้งได้ แม้ว่าผู้ใช้อยู่ห่างจากเครื่องมาก

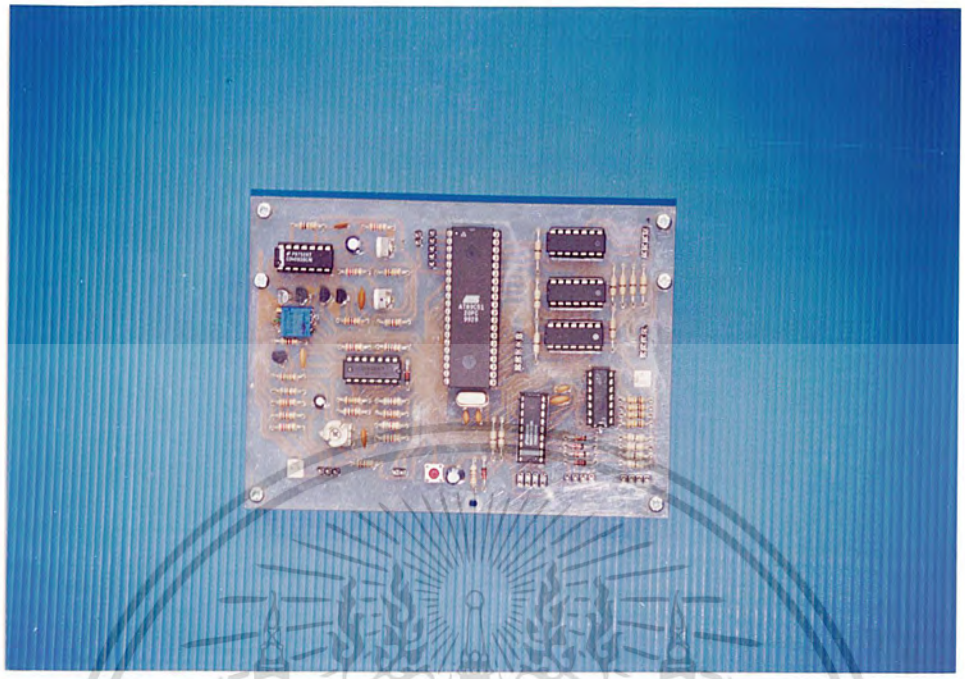
6) พัฒนาให้มีความสามารถในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น

จากแนวความคิดที่กลุ่มผู้จัดทำเสนอให้พิจารณานี้ หากผู้ใดสนใจ และต้องการศึกษาระบบการทำงานของโครงงานต่อไป ทางกลุ่มผู้จัดทำมีความยินดีที่จะช่วยเหลือแนะนำด้วยดี และหวังว่าโครงงานนี้ คงเป็นชิ้นงานที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากได้รับการพัฒนา

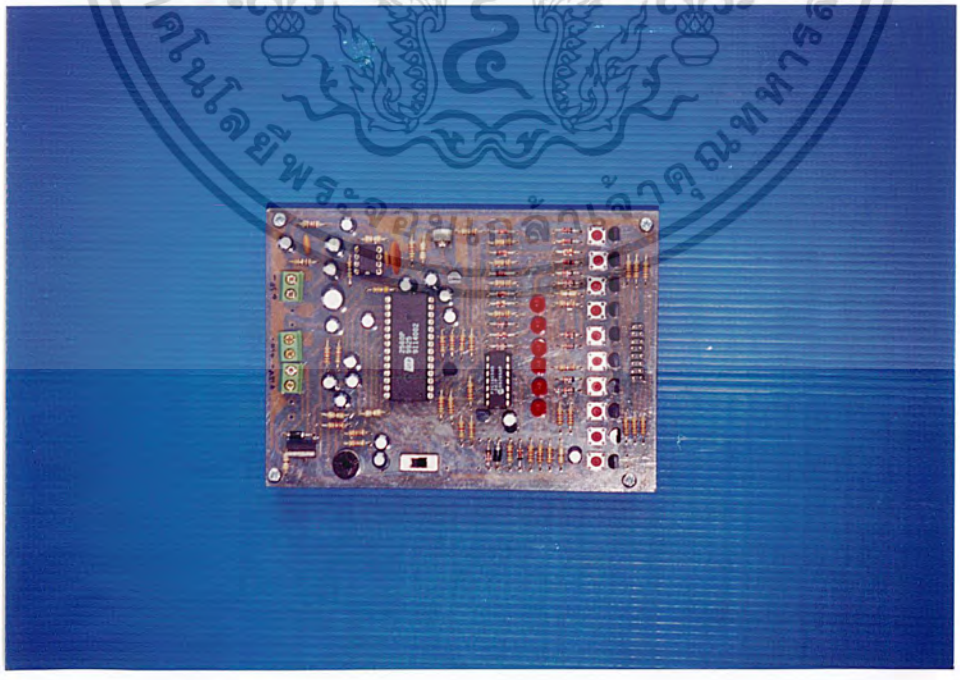
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

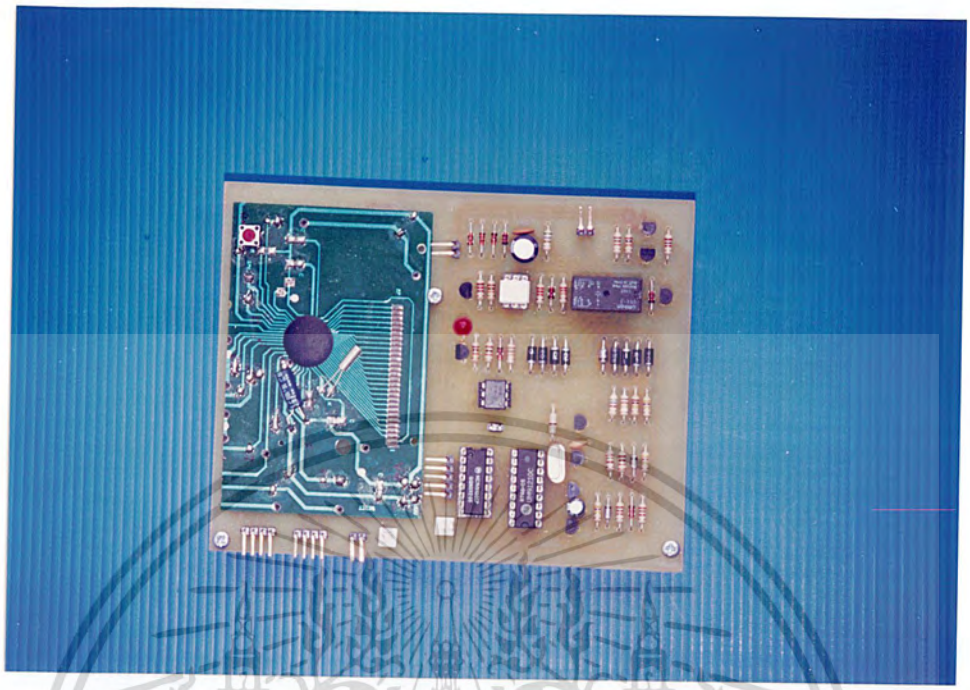


รูปที่ ก.1 แผ่นวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรตรวจจับ

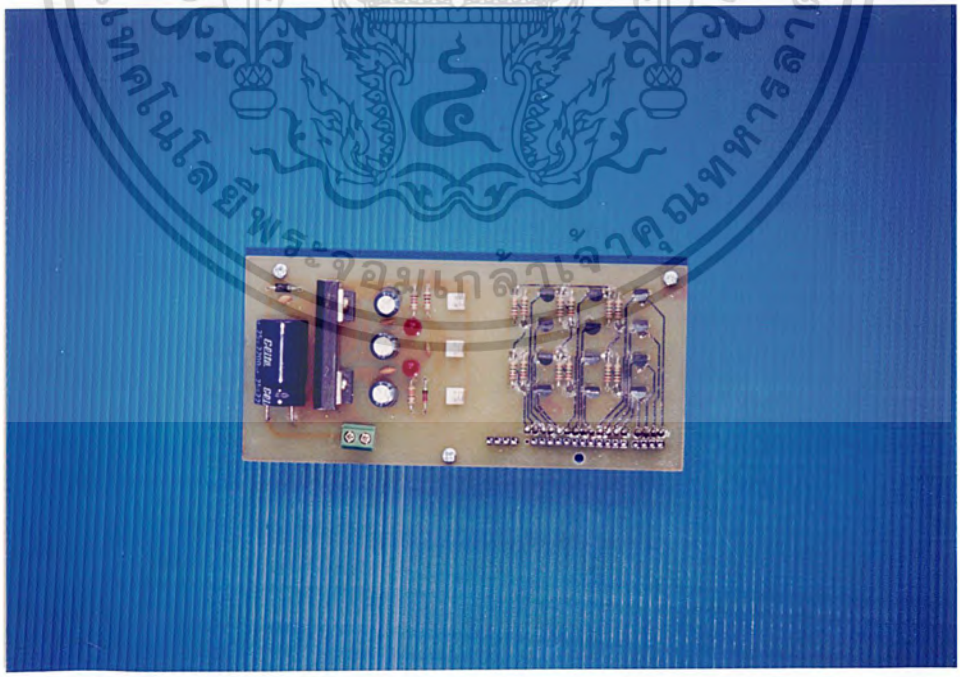


รูปที่ ก.2 แผ่นวงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

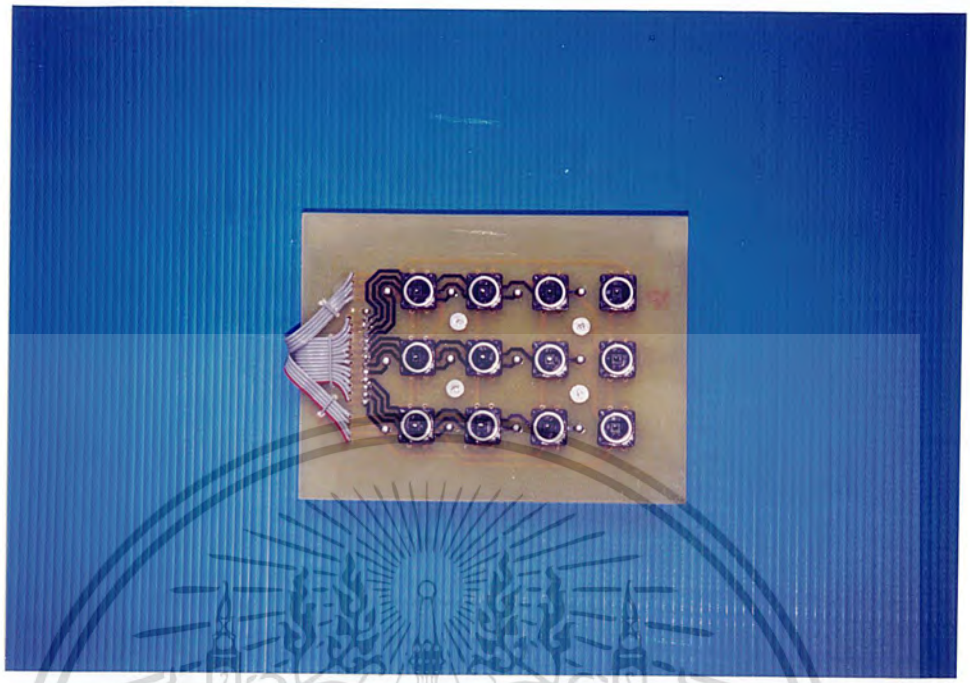


รูปที่ ก.3 แผ่นวงจรหมุนรหัสความถี่คู่

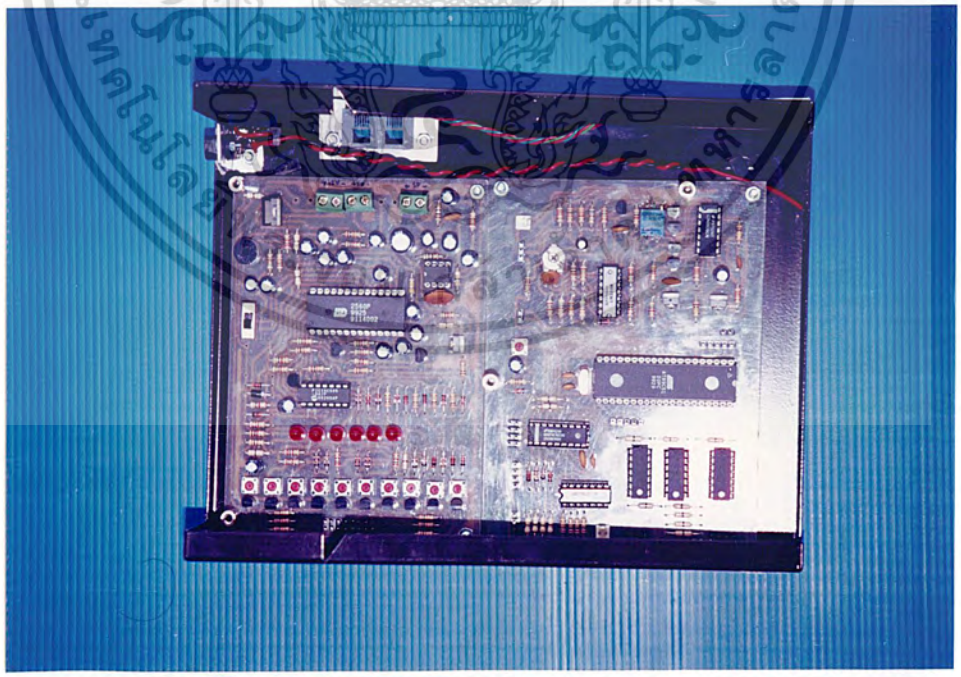


รูปที่ ก.4 แผ่นวงจรแหล่งจ่ายไฟและสวิตช์สัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ[illegible]นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

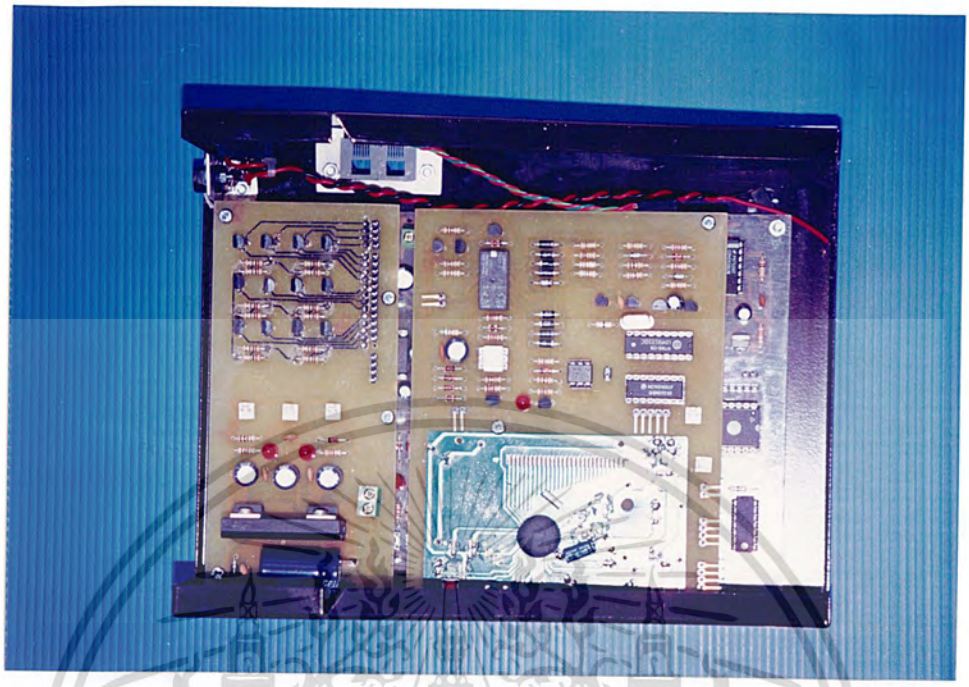


รูปที่ ก.5 แผ่นวงจรปุ่มกด

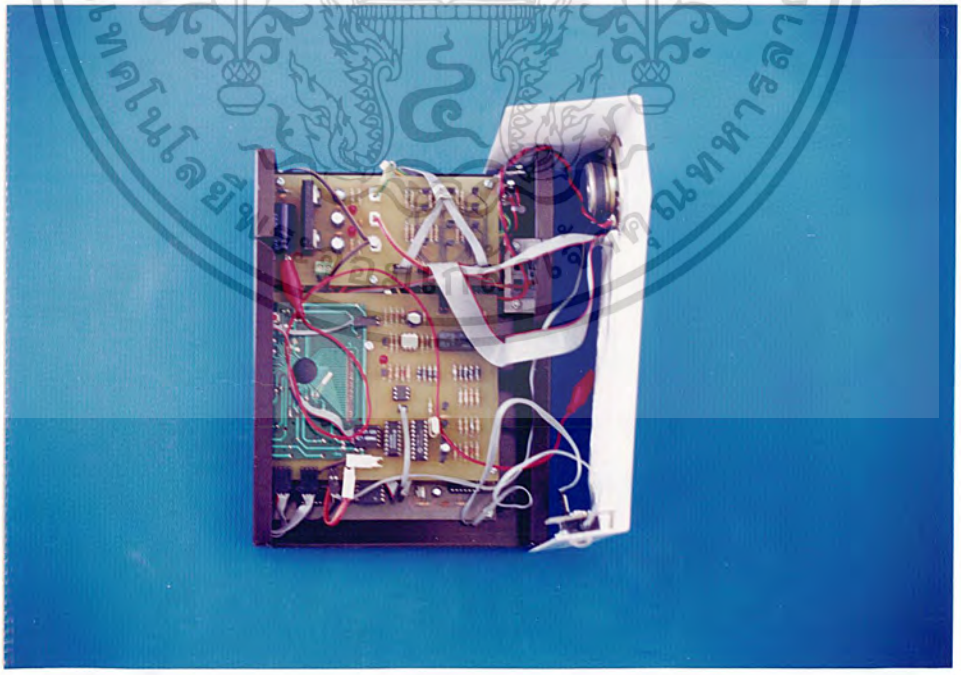


รูปที่ ก.6 การติดตั้งแผ่นวงจรชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

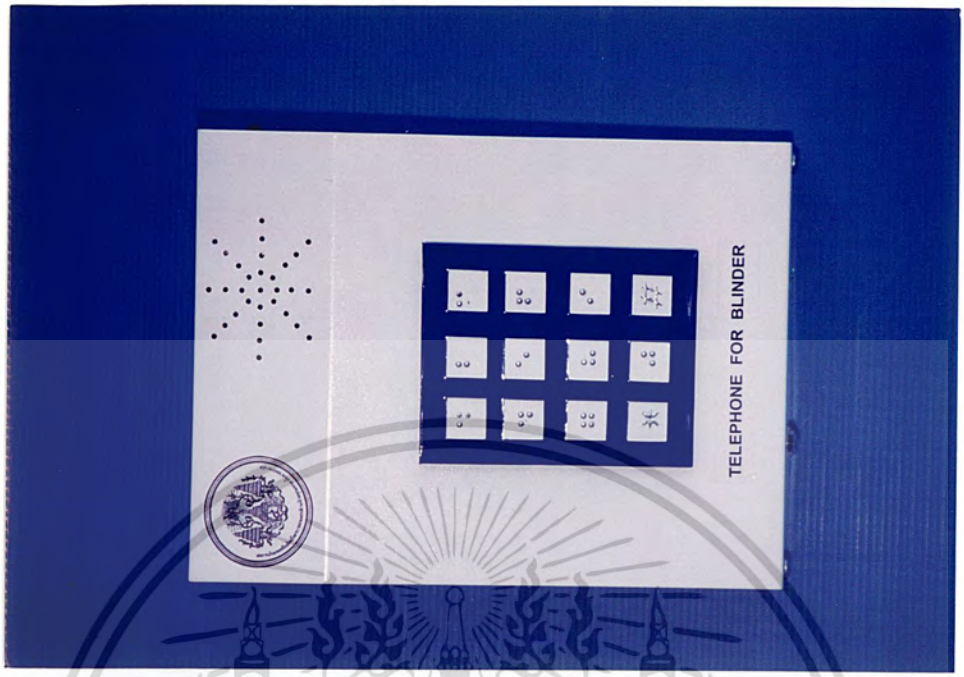


รูปที่ ก.7 การติดตั้งแผ่นวงจรชั้นที่ 2

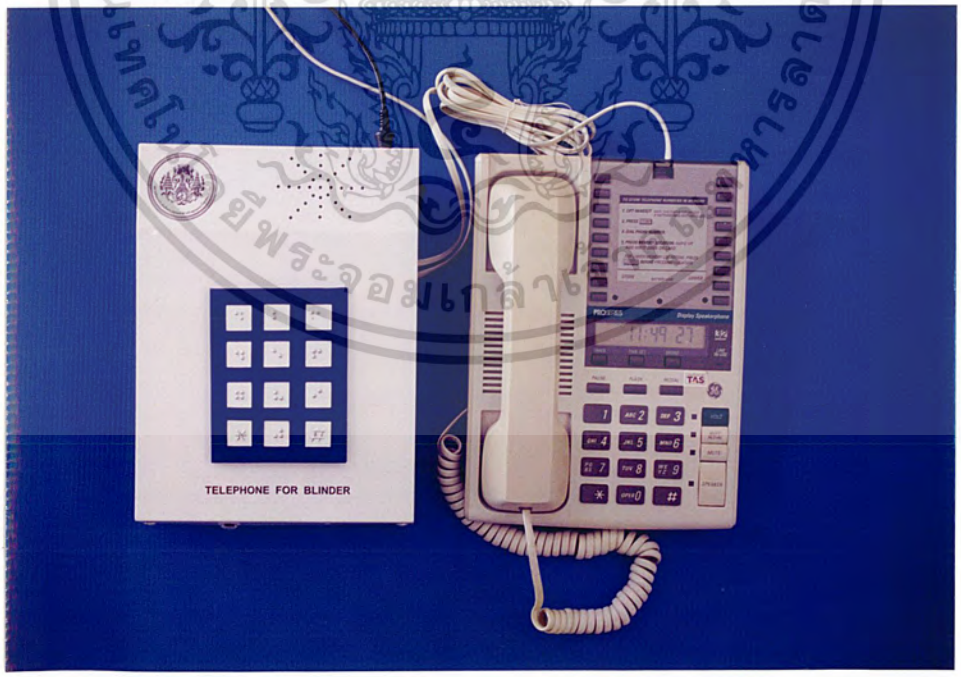


รูปที่ ก.8 การติดตั้งแผ่นวงจรพร้อมสายเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 ด้านบนของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา



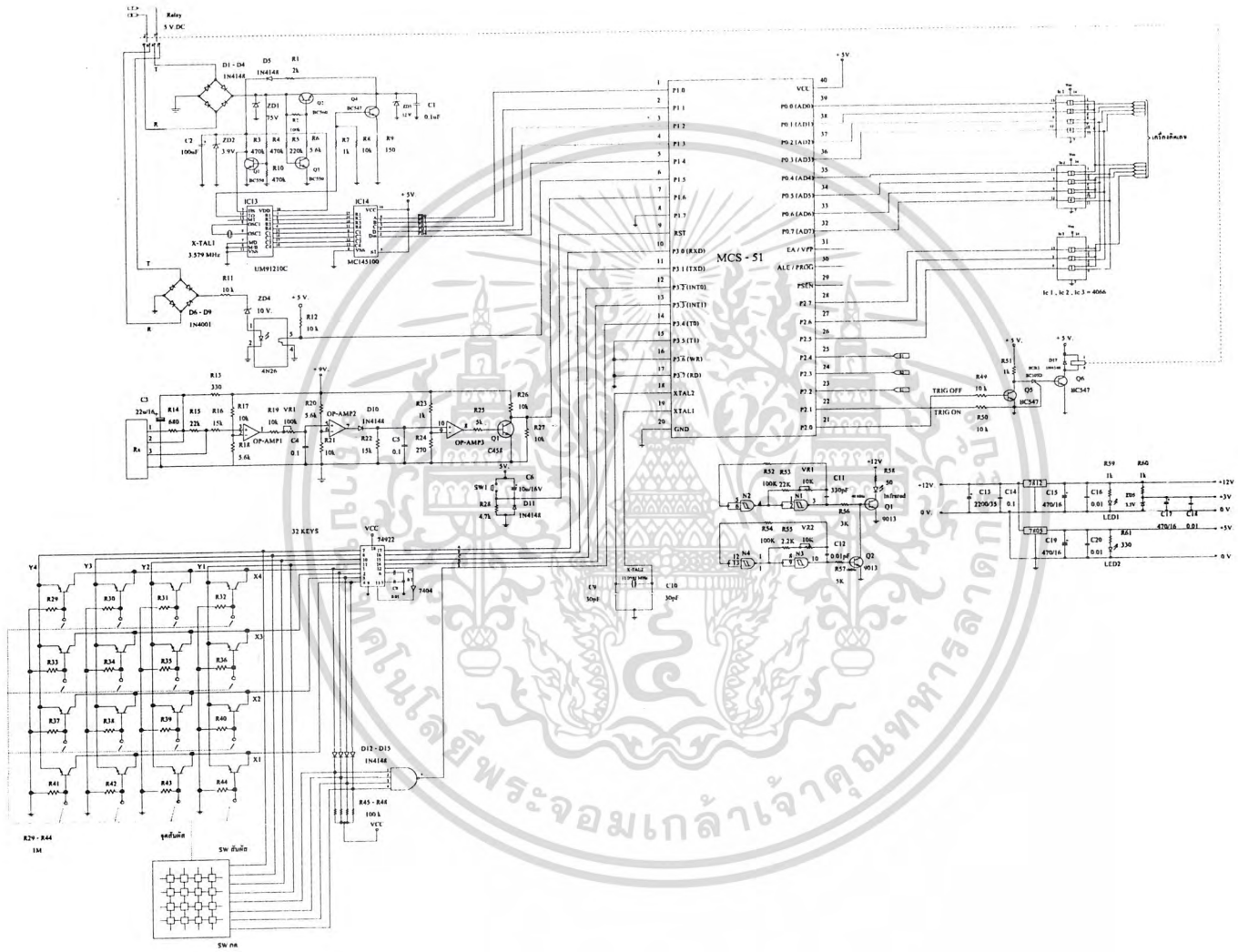
รูปที่ ก.10 การเชื่อมต่อสายโทรศัพท์กับเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

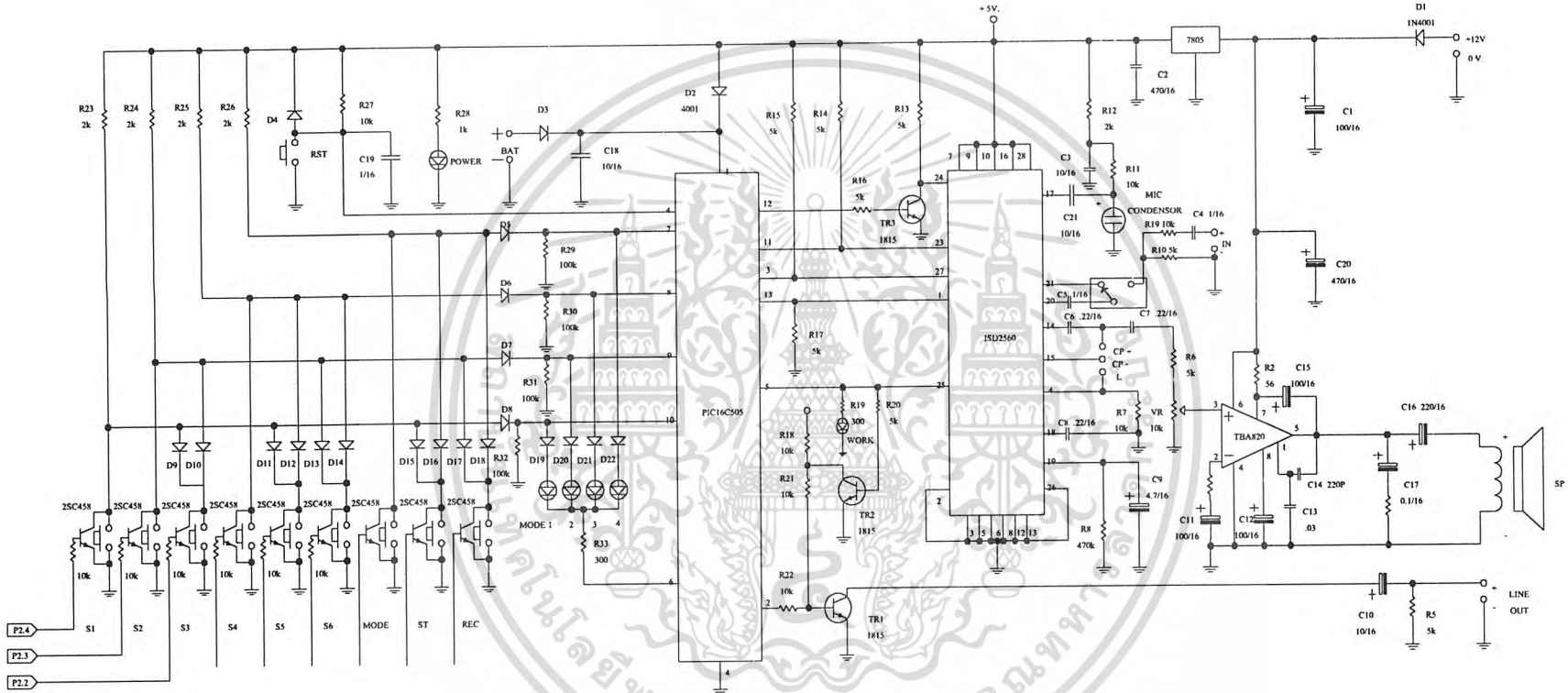
ภาคผนวก ข

วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

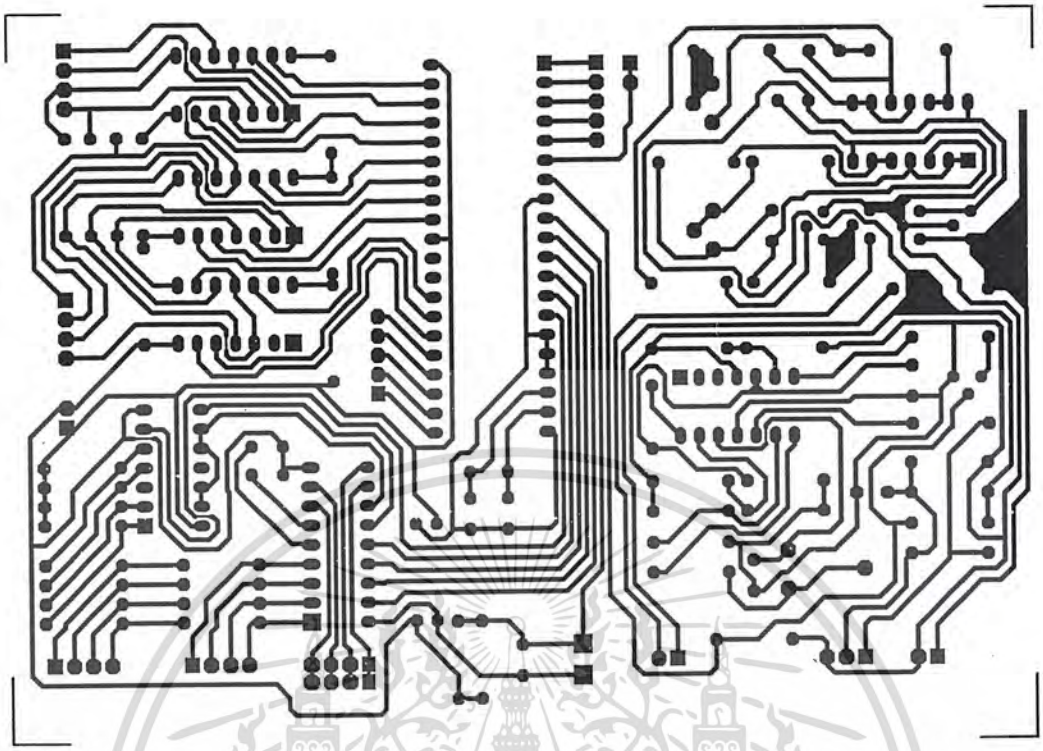
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



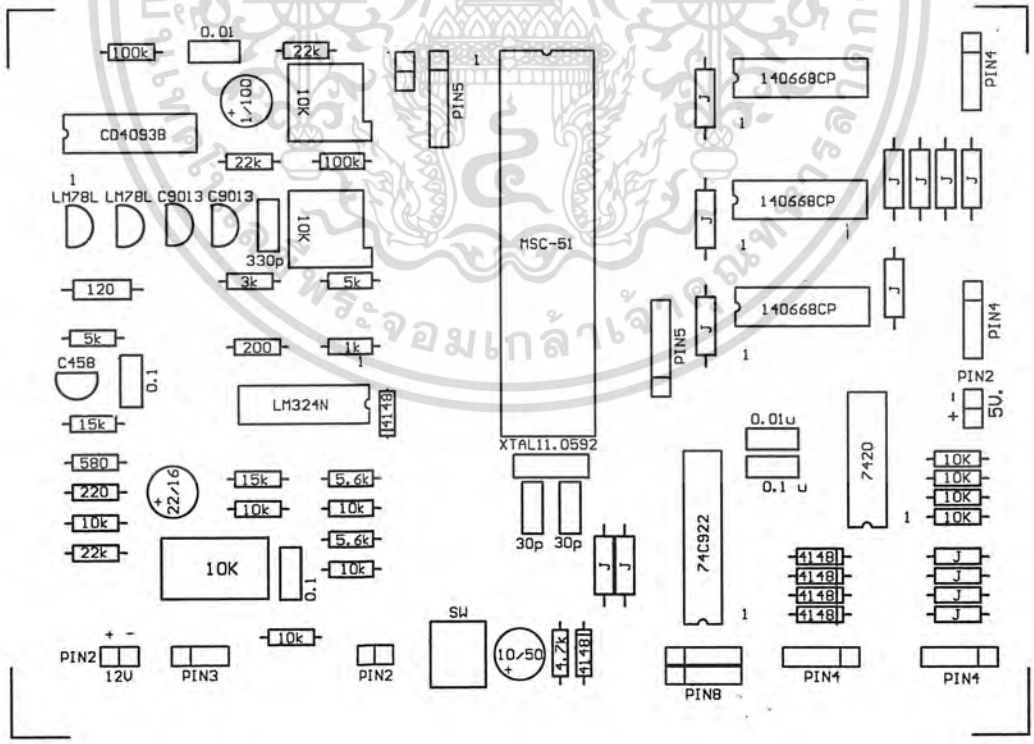
รูปที่ ข.1 วงจรโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา



รูปที่ ข.2 วงจรบันทึกเสียง

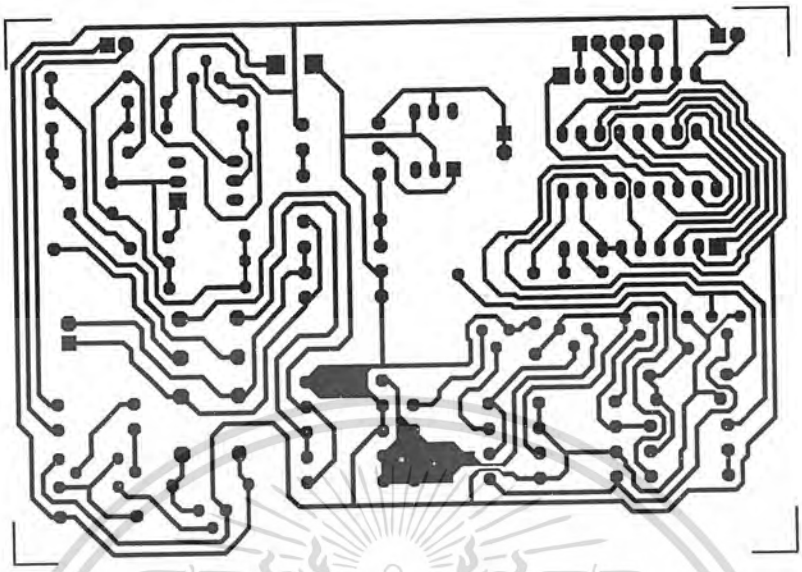


รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรตรวจจับ

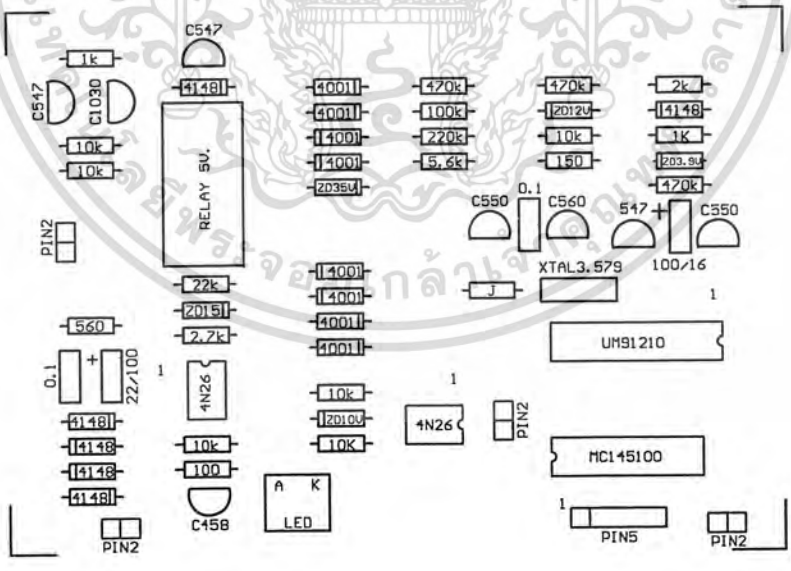


รูปที่ ข.4 ด้านการวางอุปกรณ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

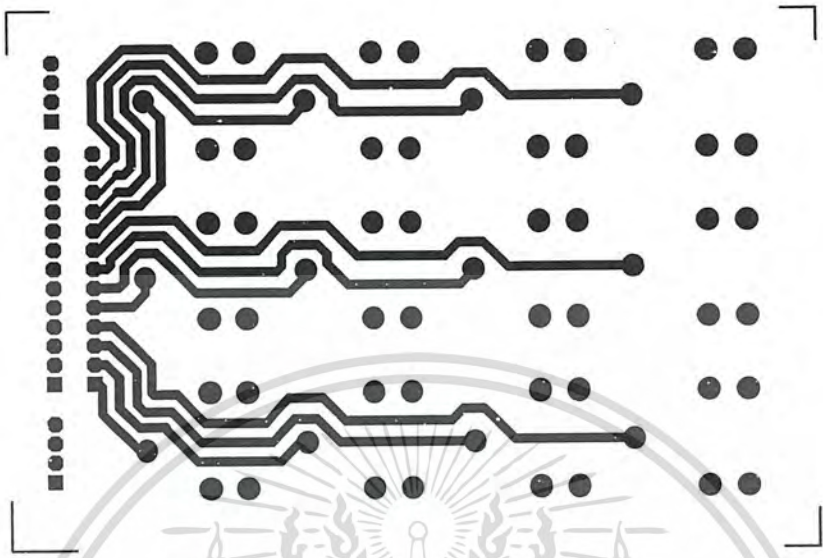


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรชุดหมุนความถี่คู่และตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหู

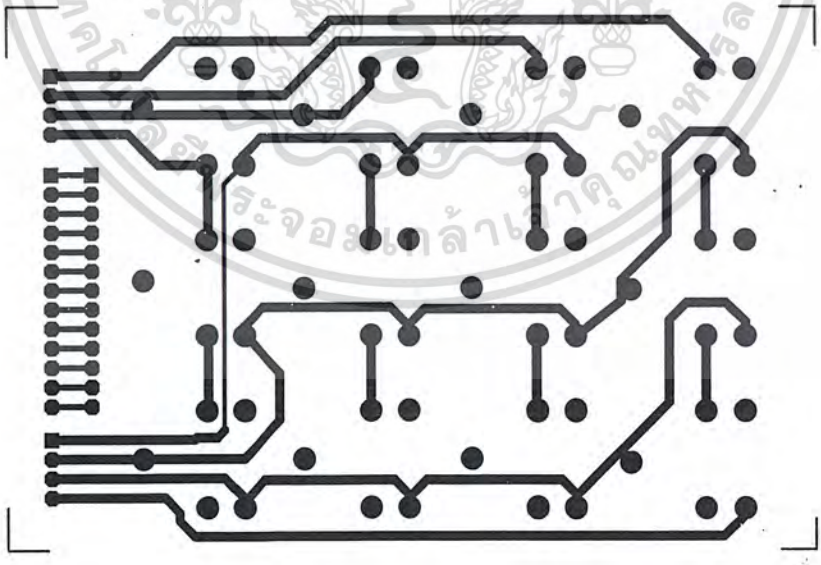


รูปที่ ข.6 ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรชุดหมุนความถี่คู่และตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

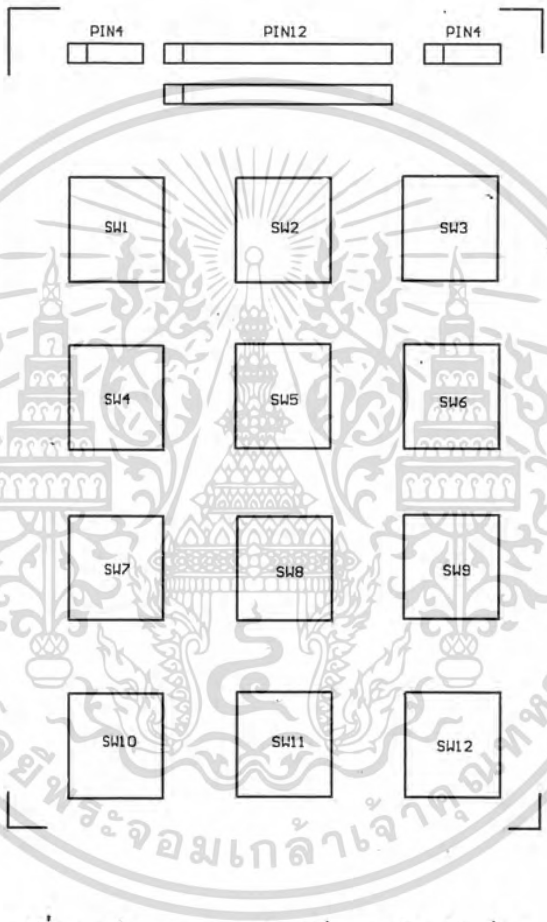


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรด้านบนของสวิตช์กด



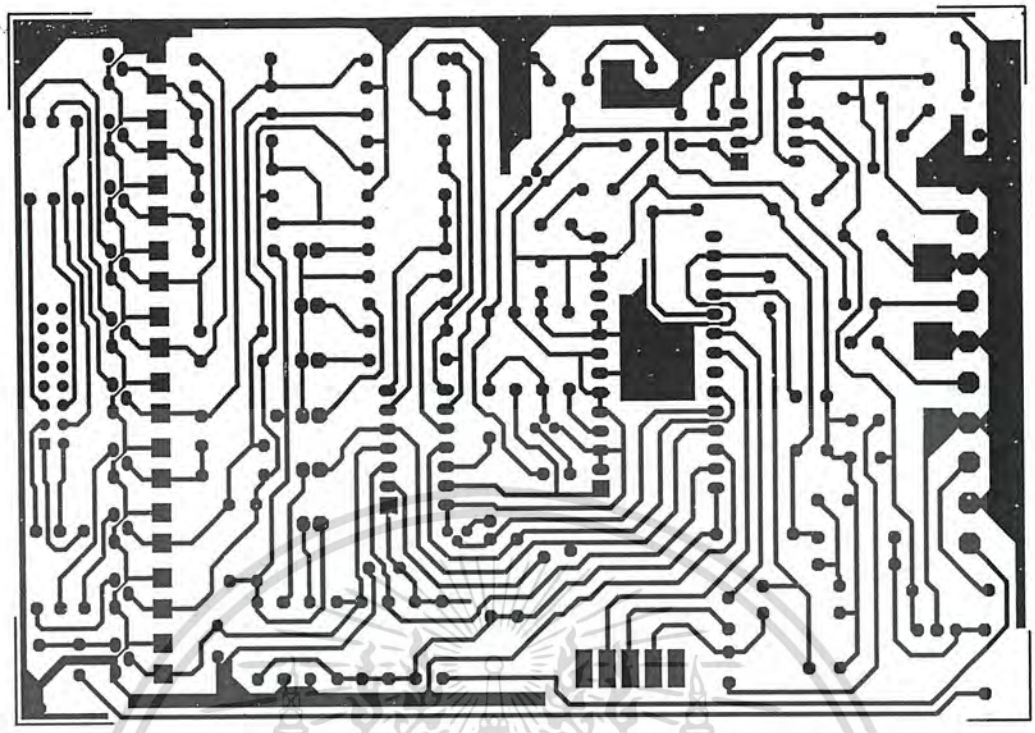
รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรด้านล่างของสวิตช์กด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

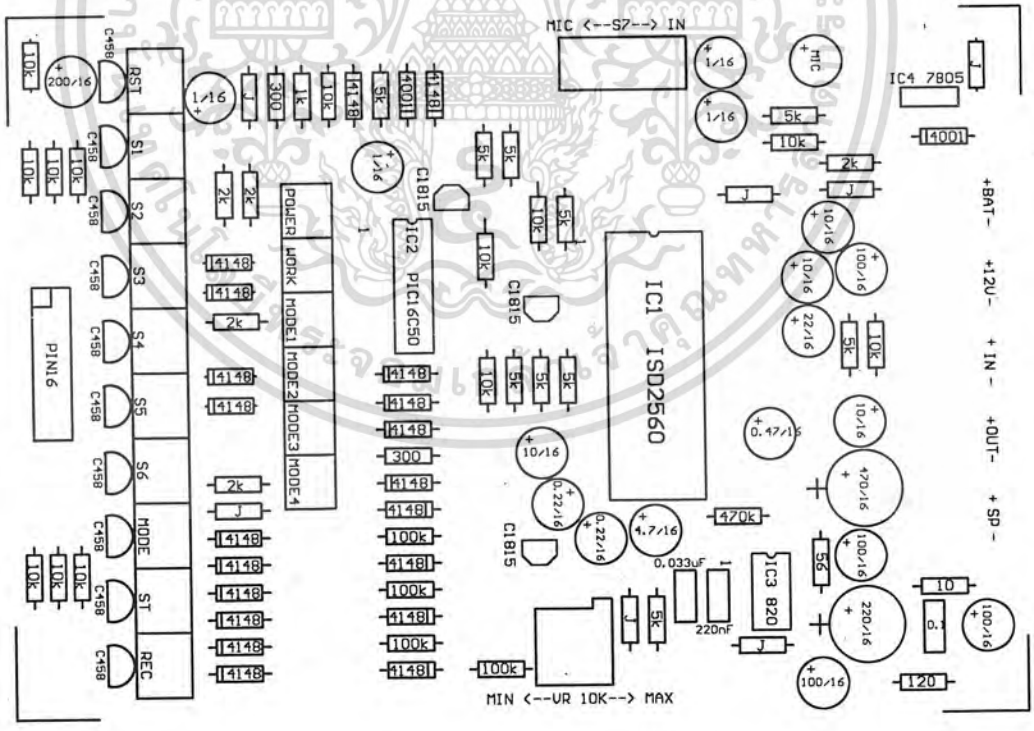


รูปที่ ข.9 ด้านการวางอุปกรณ์ของแผ่นสวิตช์กด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

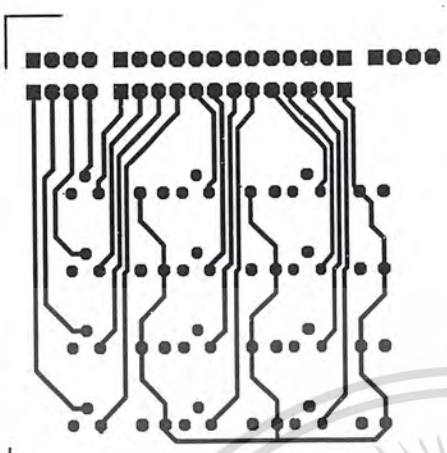


รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์ด้านล่างของวงจรบันทึกเสียง

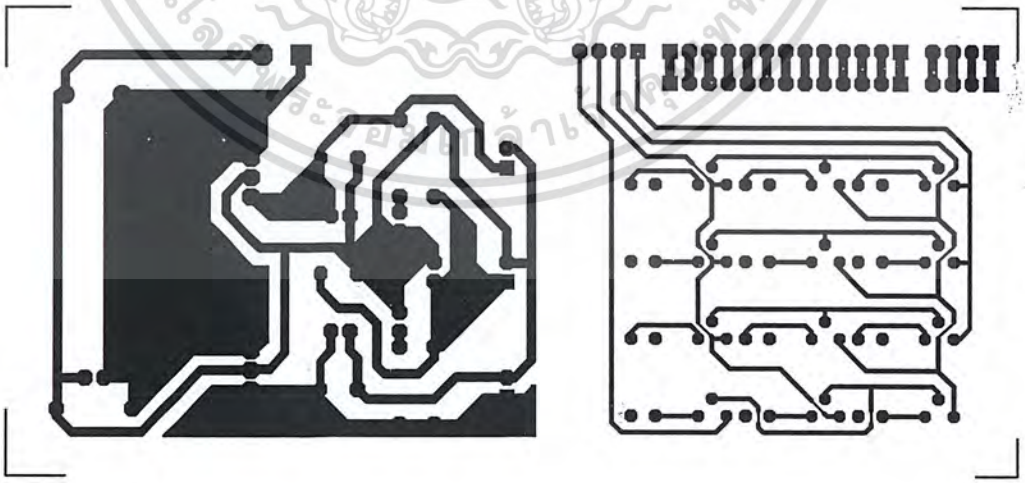


รูปที่ ข.11 ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

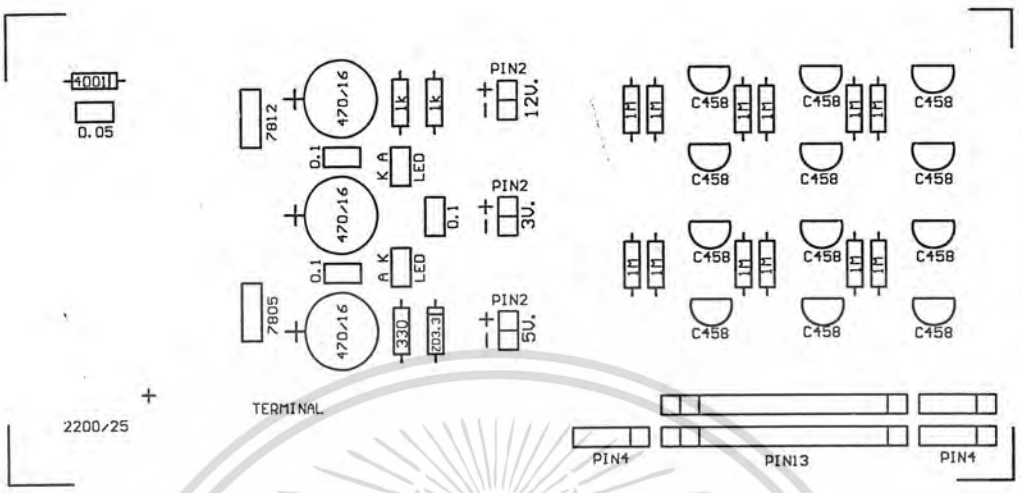


รูปที่ ข.12 แผ่นวงจรด้านบนของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ ข.13 แผ่นวงจรด้านล่างของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 ด้านการวางอุปกรณ์ของวงจรสวิตช์สัมผัสและแหล่งจ่ายไฟ

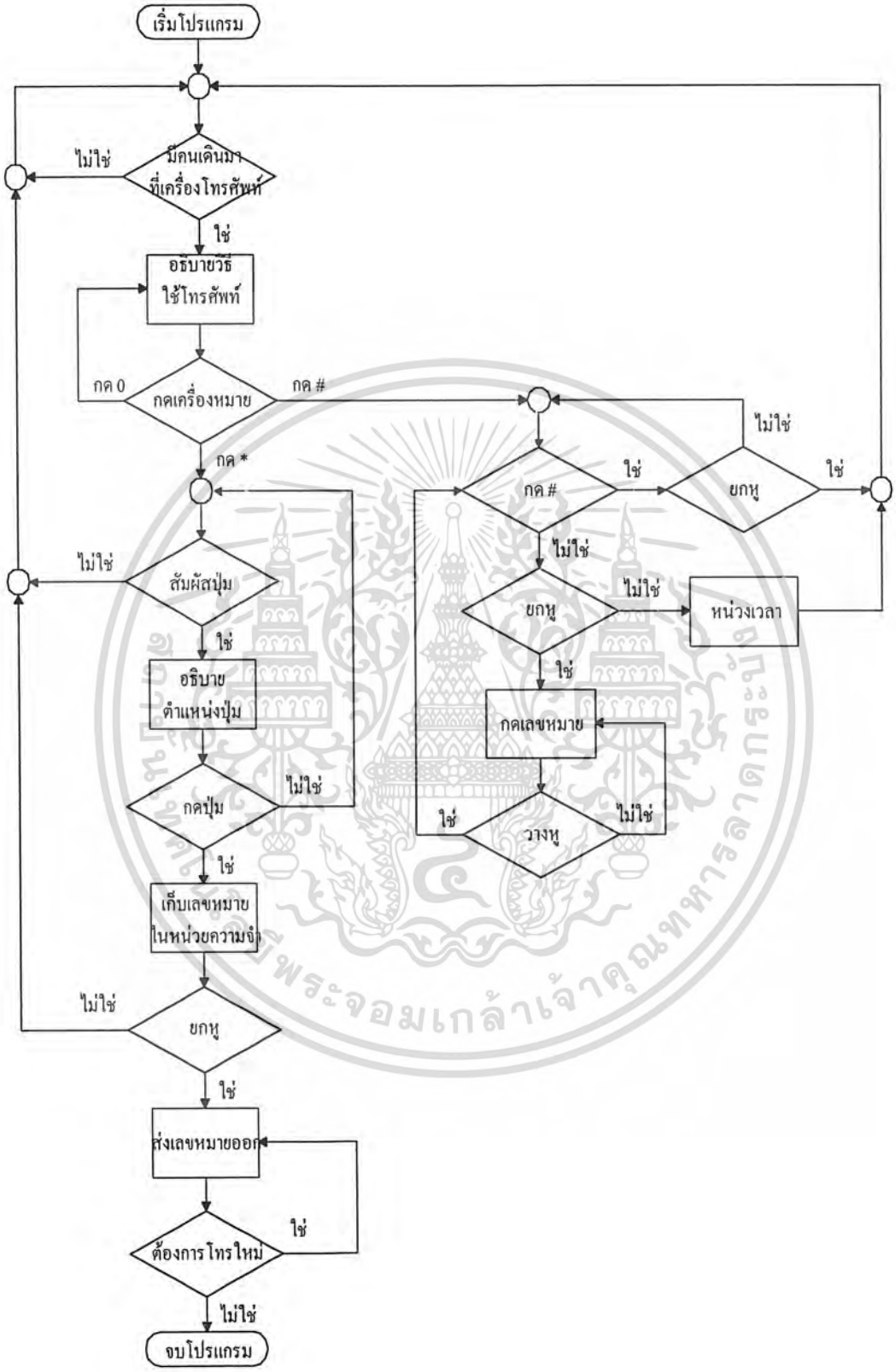
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรม

```
;-------------------------------;
;            SETUP              ;
;-------------------------------;
         ORG     0000H
         LCALL   DELAY2
         MOV     P1,#60H
CHECK:   MOV     P0,#00H
         MOV     P2,#00H
         MOV     R0,#31H
         MOV     R1,#00H
         LCALL   DELAY1
         SETB    P0.1
         LCALL   DELAY1
         CLR     P0.1
         AJMP    CHECK_1
;-------------------------------;
;           INFRARED            ;
;-------------------------------;
CHECK_1:MOV      P1,#60H
         JNB     P1.6,CHECK_1
         LCALL   DELAY1
         JB      P1.5,CHECK_1
         LCALL   DELAY2
         LCALL   DELAY3
         JNB     P1.6,CHECK_1
         JB      P1.5,CHECK_1
         AJMP    SPEAK
;-------------------------------;
;         SPEAK_HELLO           ;
;-------------------------------;
EAK:     MOV     P2,#00H
         LCALL   DELAY4
         SETB    P2.2
         LCALL   DELAY1
         CLR     P2.2
         MOV     R4,#60H
SP1:     MOV     R3,#0FFH
SP2:     MOV     R2,#0FFH
SP3:     MOV     A,P3
         CJNE    A,#1EH,STAR
         LJMP    CLEAR_1
STAR:    CJNE    A,#1CH,SHARP
         LJMP    M_NUAL
SHARP:   CJNE    A,#1DH,BACK
         AJMP    DESCRIB
BACK:    DJNZ    R2,SP3
         DJNZ    R3,SP2
         DJNZ    R4,SP1
         MOV     P1,#60H
         JNB     P1.6,CHECK_1
         AJMP    START
;-------------------------------;
;           RE_SPEAK            ;
;-------------------------------;
DESCRIB:MOV      P2,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL    DELAY4
          MOV      P2,#18H

          LCALL    DELAY1
          MOV      P2,#00H
          LCALL    DELAY1
          SETB     P2.2
          LCALL    DELAY1
          CLR      P2.2
          AJMP     SPEAK


;---------------------------------;
;        SCAN_TOUCH_SWITCH        ;
;---------------------------------;
 START:   MOV      R4,#10H
 SCAN1:   MOV      R3,#0FFH
 SCAN2:   MOV      R2,#0FFH
 SCAN3:   MOV      A,P3
          CJNE     A,#0FH,SCAN4
          AJMP     TOUCH_1
 SCAN4:   MOV      2FH,A
          LCALL    DELAY5
          MOV      A,P3
          XRL      A,2FH
          CJNE     A,#00H,START
          MOV      A,P3
 TOUCH_1:CJNE      A,#03H,TOUCH_2
          LJMP     TOU_1
 TOUCH_2:CJNE      A,#02H,TOUCH_3
          LJMP     TOU_2
 TOUCH_3:CJNE      A,#01H,TOUCH_4
          LJMP     TOU_3
 TOUCH_4:CJNE      A,#07H,TOUCH_5
          LJMP     TOU_4
 TOUCH_5:CJNE      A,#06H,TOUCH_6
          LJMP     TOU_5
 TOUCH_6:CJNE      A,#05H,TOUCH_7
          LJMP     TOU_6
 TOUCH_7:CJNE      A,#0BH,TOUCH_8
          LJMP     TOU_7
 TOUCH_8:CJNE      A,#0AH,TOUCH_9
          LJMP     TOU_8
 TOUCH_9:CJNE      A,#09H,TOUCH_X
          LJMP     TOU_9
 TOUCH_X:CJNE      A,#0EH,TOUCH_0
          LJMP     TOU_X
 TOUCH_0:CJNE      A,#0DH,TOUCH_H
          LJMP     TOU_0
 TOUCH_H:CJNE      A,#0CH,SENT_1
          LJMP     TOU_H
 SENT_1:  MOV      P1,#60H
          JNB      P1.5,SENT_2
          AJMP     REG
 SENT_2:  DJNZ     R2,SCAN3
          DJNZ     R3,SCAN2
          DJNZ     R4,SCAN1
          LJMP     CHECK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
REG:     MOV      A,R1
         CJNE     A,#00H,ON

        MOV      30H,#00H
         LJMP     OFF
ON:      LJMP     TRIG_ON
;---------------------------------;
;          SCAN_SWITCH            ;
;---------------------------------;
PUSE_2: MOV      A,P3
SW_1:   CJNE     A,#13H,SW_2
         LJMP     MEM_1
SW_2:   CJNE     A,#12H,SW_3
         LJMP     MEM_2
SW_3:   CJNE     A,#11H,SW_4
         LJMP     MEM_3
SW_4:   CJNE     A,#17H,SW_5
         LJMP     MEM_4
SW_5:   CJNE     A,#16H,SW_6
         LJMP     MEM_5
SW_6:   CJNE     A,#15H,SW_7
         LJMP     MEM_6
SW_7:   CJNE     A,#1BH,SW_8
         LJMP     MEM_7
SW_8:   CJNE     A,#1AH,SW_9
         LJMP     MEM_8
SW_9:   CJNE     A,#19H,SW_X
         LJMP     MEM_9
SW_X:   CJNE     A,#1EH,SW_0
         LJMP     MEM_X
SW_0:   CJNE     A,#1DH,SW_H
         LJMP     MEM_0
SW_H:   CJNE     A,#1CH,PUSE_3
         LJMP     MEM_H
PUSE_3: LJMP     PUSE_4
;---------------------------------;
;            TOUCH_KEY            ;
;---------------------------------;
TOU_1:  MOV      P0,#08H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_2:  MOV      P0,#80H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_3:  MOV      P2,#40H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_4:  MOV      P0,#04H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_5:  MOV      P0,#10H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_6:  MOV      P2,#80H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_7:  MOV      P0,#20H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_8:  MOV      P0,#40H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_9:  MOV      P2,#20H
         LJMP     CLEAR_2
TOU_X:  MOV      P2,#10H
         LJMP     CLEAR_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TOU_0:  MOV     P0,#01H
        LJMP    CLEAR_2

TOU_H:  MOV     P2,#08H
        LJMP    CLEAR_2
;--------------------------------;
;            MEMORY              ;
;--------------------------------;
MEM_1:  MOV     @R0,#60H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_2:  MOV     @R0,#61H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_3:  MOV     @R0,#62H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_4:  MOV     @R0,#64H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_5:  MOV     @R0,#65H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_6:  MOV     @R0,#66H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_7:  MOV     @R0,#68H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_8:  MOV     @R0,#69H
        LJMP    CLEAR_3
MEM_9:  MOV     @R0,#6AH
        LJMP    CLEAR_3
MEM_X:  MOV     @R0,#6CH
        LJMP    CLEAR_3
MEM_0:  MOV     @R0,#6DH
        LJMP    CLEAR_3
MEM_H:  MOV     @R0,#6EH
        LJMP    CLEAR_3
;--------------------------------;
;         CLEAR1_SOUND           ;
;--------------------------------;
CLEAR_1:MOV     P2,#00H
        LCALL   DELAY4
        MOV     P2,#18H
        LCALL   DELAY1
        MOV     P0,#00H
        MOV     P2,#00H
        LCALL   DELAY4
        SETB    P0.1
        LCALL   DELAY1
        CLR     P0.1
        LCALL   DELAY1
        LCALL   DELAY4
        SETB    P0.3
        LCALL   DELAY1
        CLR     P0.3
        LCALL   DELAY1
        LJMP    START
;--------------------------------;
;          CLEAR2_TOUCH          ;
;--------------------------------;
CLEAR_2:LCALL   DELAY1
        MOV     P0,#00H
        MOV     P2,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   DELAY4
          SETB    P0.1

          LCALL   DELAY1
          CLR     P0.1
 PUSE_4:  MOV     A,P3
          CJNE    A,#0FH,PUSE_1
          LJMP    START
 PUSE_1:  LJMP    PUSE_2
;--------------------------------;
;          CLEAR3_SWITCH         ;
;--------------------------------;
 CLEAR_3:INC      R0
          INC     R1
          MOV     P0,#00H
          SETB    P0.1
          LCALL   DELAY1
          CLR     P0.1
 PUSE_5:  MOV     A,P3
          CJNE    A,#0FH,PUSE_5
          LJMP    START
;--------------------------------;
;           AUTO_ON              ;
;--------------------------------;
 TRIG_ON:LCALL    DELAY3
          MOV     P1,#00H
          MOV     P2,#00H
          LCALL   DELAY1
          SETB    P2.1
          LCALL   DELAY1
          CLR     P2.1
          LJMP    DIAL
;--------------------------------;
;       AUTO_SENT_NUMBER         ;
;--------------------------------;
 DIAL:    MOV     30H,R1
          MOV     R0,#31H
          MOV     A,@R0
          CJNE    A,#0DH,OUT1
          LJMP    CUT_OUT
 OUT1:    CJNE    A,#0AH,OUT2
          LJMP    CUT_OUT
 OUT2:    MOV     R0,#30H
          MOV     P1,#60H
 DIAL_1:  LCALL   DELAY5
          INC     R0
          MOV     A,@R0
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          ADD     A,#10H
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          MOV     A,@R0
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          MOV     P1,#60H
          DEC     R1
          CJNE    R1,#00H,DIAL_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          LCALL   DELAY1
          LJMP    OFF

;--------------------------------;
;         CUT_0_OR_9_OUT         ;
;--------------------------------;
 CUT_OUT:MOV      P1,#00H
          LCALL   DELAY4
          MOV     R0,#31H
          MOV     A,@R0
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          ADD     A,#10H
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          MOV     A,@R0
          MOV     P1,A
          LCALL   DELAY4
          MOV     P1,#60H
          DEC     R1
          CJNE    R1,#00H,DIAL_2
          LCALL   DELAY1
          LJMP    OFF
 DIAL_2: LCALL    DELAY3
          LCALL   DELAY3
          LJMP    DIAL_1
;--------------------------------;
;           AUTO_OFF             ;
;--------------------------------;
 OFF:     LCALL   DELAY4
          MOV     P2,#00H
          LCALL   DELAY4
          SETB    P2.0
          LCALL   DELAY1
          CLR     P2.0
          MOV     P1,#60H
          LCALL   DELAY4
          AJMP    R_DIAL
;--------------------------------;
;         RETURN_TO_REDIAL       ;
;--------------------------------;
 R_DIAL: MOV      R4,#0FFH
 RD_1:   MOV      R3,#0FFH
 RD_2:   MOV      R2,#0FFH
 RD_3:   JNB      P1.5,NW
          DJNZ    R2,RD_3
          DJNZ    R3,RD_2
          DJNZ    R4,RD_1
          AJMP    R_DIAL
 NW:      AJMP    REDIAL
;--------------------------------;
;          RETURN_TO_BACK        ;
;--------------------------------;
 REDIAL: LCALL    DELAY5
          MOV     R4,#06H
 DI_1:   MOV      R3,#0FFH
 DI_2:   MOV      R2,#0FFH
 DI_3:   JNB      P1.5,DI_4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          MOV     R1,30H
          CJNE    R1,#00H,BA_1

          AJMP    BA_2
BA_1:     LCALL   DELAY3
          AJMP    TRIG_ON
DI_4:     DJNZ    R2,DI_3
          DJNZ    R3,DI_2
          DJNZ    R4,DI_1
          LJMP    CHECK
BA_2:     JB      P1.5,$
          LJMP    CHECK
;--------------------------------;
;            MANUAL              ;
;--------------------------------;
M_NUAL:   MOV     P2,#00H
          LCALL   DELAY4
          MOV     P2,#18H
          LCALL   DELAY1
          MOV     P0,#00H
          MOV     P2,#00H
          LCALL   DELAY1
          SETB    P0.1
          LCALL   DELAY1
          CLR     P0.1
          LCALL   DELAY1
          LCALL   DELAY4
          SETB    P0.7
          LCALL   DELAY1
          CLR     P0.7
          LCALL   DELAY4
          AJMP    MANUAL
;--------------------------------;
;          WAIT_MANNUAL          ;
;--------------------------------;
MANUAL:   MOV     R4,#0CEH
MN_1:     MOV     R3,#0FFH
MN_2:     MOV     R2,#0FFH
MN_3:     JNB     P1.5,MN_4
          AJMP    MAN_ON
MN_4:     MOV     A,P3
          CJNE    A,#1CH,MN_5
          AJMP    AUTO_2
MN_5:     DJNZ    R2,MN_3
          DJNZ    R3,MN_2
          DJNZ    R4,MN_1
          LJMP    CHECK
;--------------------------------;
;           MAN_RETURN           ;
;--------------------------------;
AUTO_2:   MOV     R4,#0AH
RE_1:     MOV     R3,#0FFH
RE_2:     MOV     R2,#0FFH
RE_3:     JNB     P1.5,RE_4
          LJMP    CHECK
RE_4:     DJNZ    R2,RE_3
          DJNZ    R3,RE_2
          DJNZ    R4,RE_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RUN_OFF:MOV     P2,#00H
        ACALL   DELAY4
        MOV     P2,#01H
        ACALL   DELAY1
        MOV     P2,#00H
        ACALL   DELAY4
        MOV     P1,#60H
        ACALL   DELAY4
        AJMP    MANUAL
;--------------------------------;
;          KEEP_NUMBER           ;
;--------------------------------;
KEEP:   MOV     P1,#00H
        LCALL   DELAY5
        RET
;--------------------------------;
;            NUMBER              ;
;--------------------------------;
RUN_1:  MOV     A,#60H
        AJMP    ON_LINE
RUN_2:  MOV     A,#61H
        AJMP    ON_LINE
RUN_3:  MOV     A,#62H
        AJMP    ON_LINE
RUN_4:  MOV     A,#64H
        AJMP    ON_LINE
RUN_5:  MOV     A,#65H
        AJMP    ON_LINE
RUN_6:  MOV     A,#66H
        AJMP    ON_LINE
RUN_7:  MOV     A,#68H
        AJMP    ON_LINE
RUN_8:  MOV     A,#69H
        AJMP    ON_LINE
RUN_9:  MOV     A,#6AH
        AJMP    ON_LINE
RUN_X:  MOV     A,#6CH
        AJMP    ON_LINE
RUN_0:  MOV     A,#6DH
        AJMP    ON_LINE
RUN_H:  MOV     A,#6EH
        AJMP    ON_LINE
;--------------------------------;
;          MAN_ON_LINE           ;
;--------------------------------;
ON_LINE:MOV     P1,A
        LCALL   DELAY4
        ADD     A,#10H
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY4
        CLR     C
        SUBB    A,#10H
        MOV     P1,A
        LCALL   DELAY4
        MOV     P1,#60H
SW:     MOV     A,P3
        CJNE    A,#0FH,SW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    RUN_SW
;--------------------------------;
;          DELAY_TIME            ;
;--------------------------------;
DELAY1: MOV     R7,#03H
        AJMP    A1
DELAY2: MOV     R7,#20H
        AJMP    A1
DELAY3: MOV     R7,#05H
        AJMP    A1
A1:     MOV     R6,#0FFH
A2:     MOV     R5,#0FFH
A3:     DJNZ    R5,A3
        DJNZ    R6,A2
        DJNZ    R7,A1
        RET
DELAY4: MOV     R7,#01H
B1:     MOV     R6,#0A0H
B2:     MOV     R5,#0FFH
B3:     DJNZ    R5,B3
        DJNZ    R6,B2
        DJNZ    R7,B1
        RET
DELAY5: MOV     R7,#9FH
D1:     MOV     R6,#0FFH
D2:     DJNZ    R6,D2
        DJNZ    R7,D1
        RET
        END
```

รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1, R2	10 KΩ	2 ตัว
R3	1 KΩ	1 ตัว
D1	1N4148	1 ตัว
SCR1	EC103D	1 ตัว
Q5, Q6	BC547	2 ตัว
Relay	5 V DC.	1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรหมุนรหัสความถี่คู่

อุปกรณ์		ค่า/เบอร์	จำนวน
R17, R18, R19		470 kΩ	3 ตัว
R20		220 kΩ	1 ตัว
R21		100 kΩ	1 ตัว
R22		5.6 kΩ	1 ตัว
R23		1 kΩ	1 ตัว
R24, R28, R32		10 kΩ	3 ตัว
R25, R30		150 kΩ	2 ตัว
R26		2 kΩ	1 ตัว
R27		200 kΩ	1 ตัว
R29		500 kΩ	1 ตัว
R31		47 Ω	1 ตัว
R33		33 kΩ	1 ตัว
C16	ชนิดอิเล็กโตรไลท์	100 µF	1 ตัว
C17	ชนิดไมล่าร์	0.1 µF	1 ตัว
C18, C21, C22	ชนิดไมล่าร์	0.05 µF	3 ตัว
C19	ชนิดไมล่าร์	2.2 µF	1 ตัว
C20	ชนิดไมล่าร์	0.47 µF	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
C23 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	10 µF	1 ตัว
D5-D8	1N4001	4 ตัว
D9	1N4148	1 ตัว
ZD2	75 V	1 ตัว
ZD3	3.9V	1 ตัว
ZD4	12 V	1 ตัว
IC13	UM91210C	1 ตัว
IC14	MC14100	1 ตัว
IC15	MC34014P	1 ตัว
X-TAL2	3.579545 MH_z	1 ตัว
Q1, Q3	BC550	2 ตัว
Q2	BC560	1 ตัว
Q4	BC547	1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบสัญญาณการยกหูวางหู

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1, R2	10 kΩ	2 ตัว
D1-D4	1N4001	4 ตัว
ZD1	10 V	1 ตัว
OPTO	4N26	1 ตัว
SOCKET 6 ขา		1 ตัว

รายการอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1	560 Ω	1 ตัว
R2	22 kΩ	1 ตัว
R3	2.7 kΩ	1 ตัว
R4	10 kΩ	1 ตัว
C1 ชนิดเซรามิกส์	0.1 µF	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
C2 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	22 µF	1 ตัว
D1-D4	14148	4 ตัว
OPTO	4N26	1 ตัว
ZD1	15 V	1 ตัว
SOCKET 6 ขา		6 ขา

รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกเสียง

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R2	56 Ω	1 ตัว
R3	120 Ω	1 ตัว
R4	10 Ω	1 ตัว
R5, R6, R10, R13, R14, R15, R16, R17,R20	5 kΩ	9 ตัว
R7, R9, R11, R18, R21, R22, R27	10 kΩ	7 ตัว
R34-R39	10 kΩ	2 ตัว
R8	470 kΩ	1 ตัว
R12, R23, R24, R25, R26	2 kΩ	5 ตัว
R19, R33	300 Ω	2 ตัว
R28	1 kΩ	1 ตัว
R29, R30, R31, R32	100 kΩ	4 ตัว
C1, C11, C12, C15 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	100 µF	4 ตัว
C2, C20 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	470 µF	2 ตัว
C3, C10, C18 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	10 µF	3 ตัว
C4, C5, C19 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	1 µF	3 ตัว
C6, C7, C8 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	0.22 µF	3 ตัว
C9 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	4.7 µF	1 ตัว
C13 ชนิดเซรามิกส์	0.03 µF	1 ตัว
C14 ชนิดเซรามิกส์	220 pF	1 ตัว
C16 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	220 µF	1 ตัว
C17 ชนิดอิเล็กโตรไลท์	0.1 µF	1 ตัว
D1-D2	1N4001	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
D3-D22	1N4148	20 ตัว
TR1-TR3	1815	4 ตัว
TR4-TR12	C458	9 ตัว
IC1	TRA820	1 ตัว
IC2	ISD2560	1 ตัว
IC3	PIC16C505	1 ตัว
IC4	7805	1 ตัว
SW1-SW9 (ไมโครสวิตช์)		9 ตัว
SW10 (สไลซ์สวิตซ์)		1 ตัว
SOCKET 8 ขา		1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว
SOCKET 28 ขา		1 ตัว
LED		6 ตัว
ลำโพง		1 ตัว
คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน		1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรสแกนคีย์

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1-R4	100 kΩ	4 ตัว
C1 ชนิดเซรามิกส์	0.1 µF	1 ตัว
C2 ชนิดเซรามิกส์	0.01 µF	1 ตัว
D1-D4	1N4148	1 ตัว
IC1	74922	1 ตัว
IC2	7420	1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว
SOCKET 18 ขา		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิตช์สัมผัส

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1-R16	1 MΩ	16 ตัว
Q1-Q16	C458	16 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรอินฟราเรด

ภาคส่ง

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1, R4	100 kΩ	2 ตัว
R2	22 kΩ	1 ตัว
R3	3 kΩ	1 ตัว
R5	2.2 kΩ	1 ตัว
R6	5 kΩ	1 ตัว
R7	50 Ω	1 ตัว
VR1	10 kΩ	1 ตัว
C1 ชนิดเซรามิกส์	330 pF	1 ตัว
C2 ชนิดเซรามิกส์	0.01 pF	1 ตัว
Q1-Q2	9013	2 ตัว
Tx Infared		1 ตัว
IC1	14093	1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาครับ

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
R1	330 Ω	1 ตัว
R2	680 Ω	1 ตัว
R3	22 kΩ	1 ตัว
R4, R10	15 kΩ	2 ตัว
R6, R8	5.6 kΩ	2 ตัว
R7, R9, R14, R15	10 kΩ	4 ตัว
R11	1 kΩ	1 ตัว
R12	270 Ω	1 ตัว
R13	5 kΩ	1 ตัว
VR1	100 kΩ	1 ตัว
C1 ชนิดอิเล็กโตรไลซ์	22 µF	1 ตัว
C2 , C3 ชนิดเซรามิกส์	0.1 µF	2 ตัว
Q1	C458	1 ตัว
IC1	LM324	1 ตัว
D1	1N4148	1 ตัว
Rx Infared		1 ตัว
SOCKET 14 ขา		1 ตัว

รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดเชื่อมต่อเครื่องคิดเลข

อุปกรณ์	ค่า/เบอร์	จำนวน
IC1-IC3	4066	3 ตัว
SOCKET 14 ขา		3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้เครื่องโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

อุปกรณ์ที่ต้องการ

1. โทรศัพท์ทั่วไปที่ใช้เป็นโทรศัพท์หลัก
2. ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา
3. สายพ่วงระหว่างโทรศัพท์หลัก และชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา
4. แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์

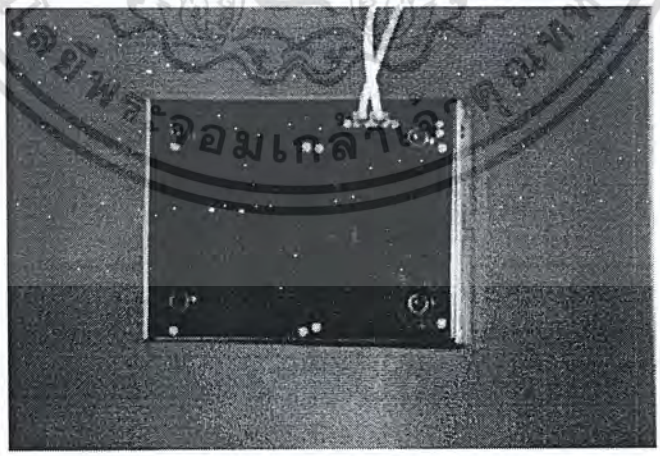
สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

การติดตั้งชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

เนื่องจากชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งทำงานในรูปแบบของแสงอินฟราเรด ดังนั้นสถานที่ที่ติดตั้งควรห่างจากผนัง หรือวัตถุที่ทำให้เกิดการสะท้อน และหันด้านหน้าของเครื่องไปบริเวณที่มีผู้ใช้งานเข้ามาประจำ

ตำแหน่งการวางของเครื่องควรวางคู่กันระหว่าง ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับโทรศัพท์หลัก เพราะว่า ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตานี้ไม่มีวงจรที่ใช้ในการสนทนาแต่จะอาศัยการทำงานของวงจรดังกล่าวจากโทรศัพท์หลักแทน ส่วนขั้นตอนในส่วนอื่นๆ สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

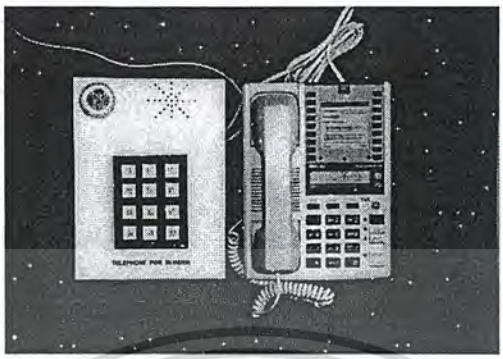
1. เชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา



รูปที่ จ.1 แสดงการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

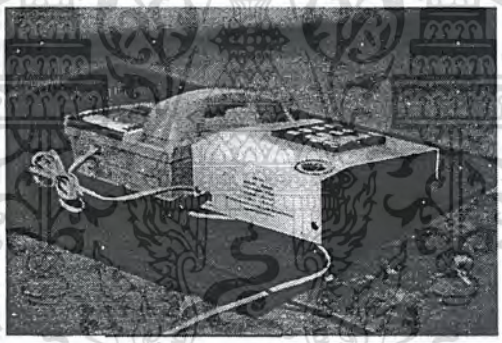
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต่อสายพ่วงระหว่างชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับโทรศัพท์หลัก



รูปที่ จ.2 แสดงการต่อสายพ่วงระหว่างชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับโทรศัพท์หลัก

3. ต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ที่ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา



รูปที่ จ.3 แสดงการต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ที่ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

ขั้นตอนการใช้งานชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา

1. ต่อชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตากับคู่สายโทรศัพท์ และโทรศัพท์หลัก
2. กดสวิตช์ไปที่ ON เพื่อให้ชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตาทำงาน
3. เมื่อเครื่องเริ่มทำงานจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" และรอประมาณ 5 วินาที จะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" อีกครั้ง
4. ให้ผู้ใช้บริการมายืนด้านหน้าของเครื่องในรัศมีประมาณ 50 เซนติเมตร
5. ใช้เวลาประมาณ 5 วินาที จะได้ยินข้อความอธิบายวิธีการใช้งานดังขึ้น
6. กรณีต้องการฟังคำอธิบายซ้ำ ให้กดปุ่ม 0 ก่อนจบการอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กรณีต้องการเข้าสู่ระบบอย่างรวดเร็วให้กดปุ่ม (*) จะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรมหนึ่ง"

8. ถ้าต้องการใช้งานแบบโทรศัพท์ทั่วไปให้กดปุ่ม (#) ก่อนจบการอธิบายจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรมสอง"

9. การยกเลิกระบบโทรศัพท์ทั่วไปให้กดปุ่ม (#) และยกหู 1 ครั้ง หรือวางหูโทรศัพท์ไว้ประมาณ 2 นาที

การใช้งานชุดโทรศัพท์สำหรับผู้พิการทางตา กรณีเข้าสู่ระบบปกติ

1. การทำงานจะยกเลิกระบบอัตโนมัติ ถ้าไม่มีการยกหูหรือกดเลขหมายใดๆ จึงใช้เวลา 30 วินาที และจะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม"

2. เมื่อนำมือมาสัมผัสจะได้ยินเสียงเช่น ที่ปุ่มหมายเลข 1 จะได้ยินเสียง "หนึ่ง" "ตั้งโปรแกรม" และเมื่อสิ้นสุดคำว่า "ตั้งโปรแกรม" ให้กดอีกครั้งจะได้ยินคำว่า "ตั้งโปรแกรม" หมายความว่า เลขหมายที่กดได้ถูกเก็บบันทึกแล้ว

3. ถ้าเก็บบันทึกเรียบร้อยแล้ว ไม่มีการกดปุ่มใดๆ อีก หรือไม่มีการยกหูขึ้น ระบบจะทำตามข้อ 1 อีกครั้ง

4. กรณีที่กดปุ่มบันทึกเลขหมายแล้ว ให้ยกหูโทรศัพท์ขึ้น เลขหมายต่างๆ จะโทรออกเองอย่างอัตโนมัติ

5. ถ้าการเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์ให้กดที่วางหูอีก 1 ครั้ง ระบบจะทำการโทรออกอีก 1 ครั้ง

6. วางหูโทรศัพท์ เมื่อจบการสนทนา จะได้ยินเสียง "ตั้งโปรแกรม" แสดงว่า สิ้นสุดการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายการข้อมูลและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT89C51

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4 Kbytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

8-Bit Microcontroller with 4 Kbytes Flash

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4 Kbytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

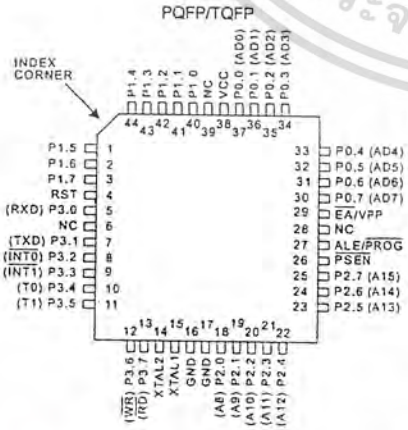
The AT89C51 provides the following standard features: 4 Kbytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is

(continued)

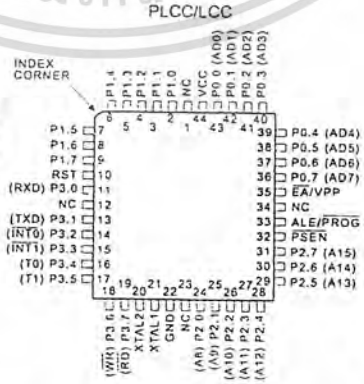
Pin Configurations

PDIP/Cerdip

PQFP/TQFP



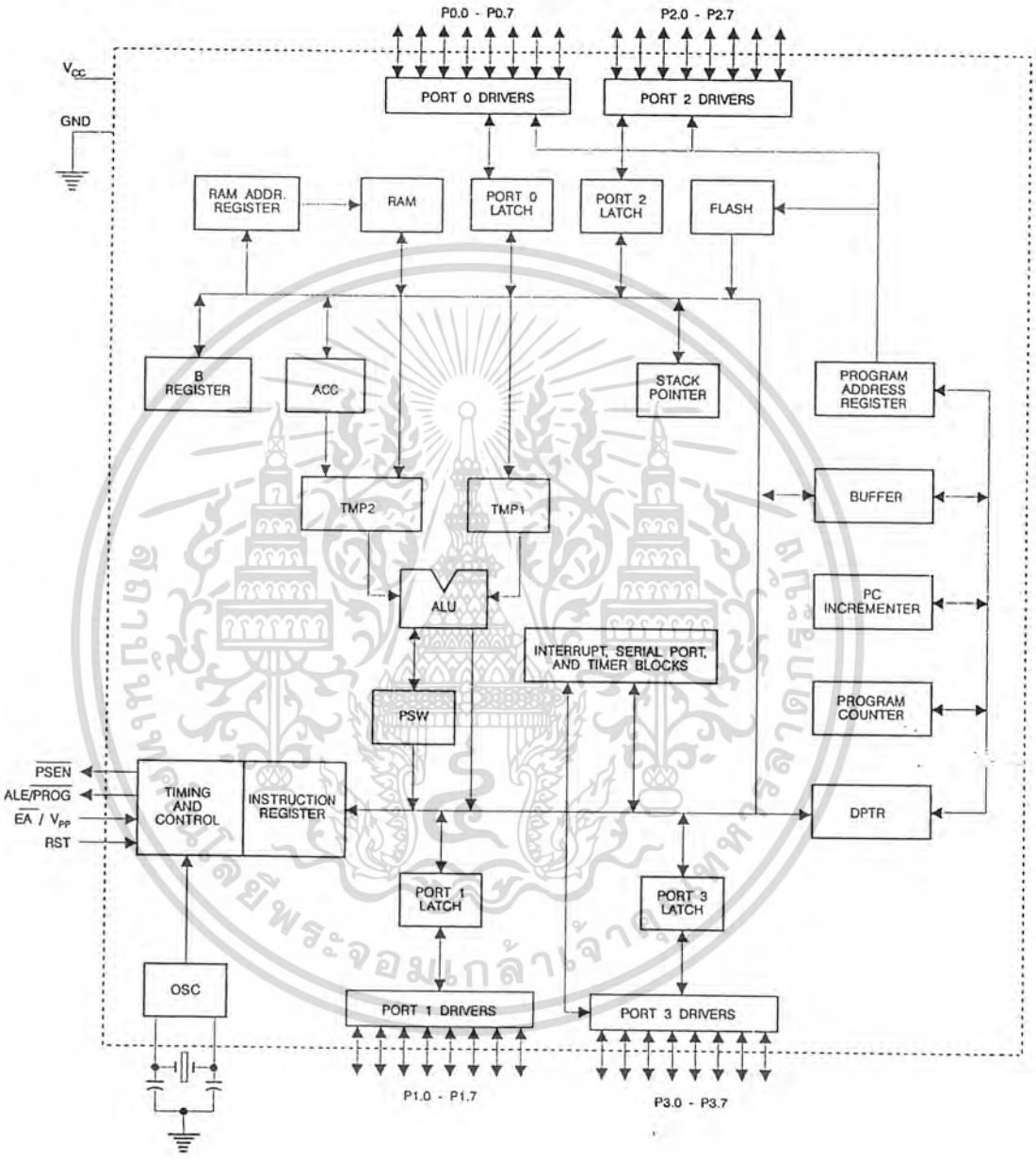
PLCC/LCC



02653E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description (Continued)

designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

V_{CC}

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and program verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (extenal interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (extenal interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 extenal input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (extenal data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and programming verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcrontroller is in external execution mode.

$\overline{PSEN}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{EA}$/V_{PP}

External Access Enable. $\overline{EA}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

(continued)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (Continued)

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

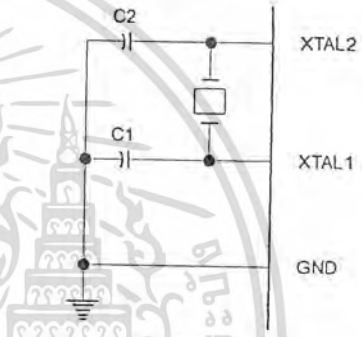
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power Down Mode

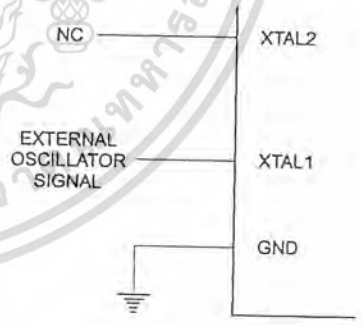
In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Figure 1. Oscillator Connections



Notes: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the $\overline{EA}$ pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of $\overline{EA}$ be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
1	U	U	U	No program lock features.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, EA is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled.
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled.

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (Vcc) program enable signal. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V_{PP} = 12 V	V_{PP} = 5 V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=FFH	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}$/V_{PP} to 12 V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C51 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{Busy}$: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/$\overline{BSY}$ output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/$\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(031H) = 51H indicates 89C51
(032H) = FFH indicates 12 V programming
(032H) = 05H indicates 5 V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode		RST	PSEN	ALE/PROG	EA/VPP	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L	~_~	H/12V(1)	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L	~_~	H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L	~_~ (2)	H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L	~_~	H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L	~_~	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Notes: 1. The signature byte at location 032H designates whether VPP = 12 V or VPP = 5 V should be used to enable programming.
2. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Programming the Flash

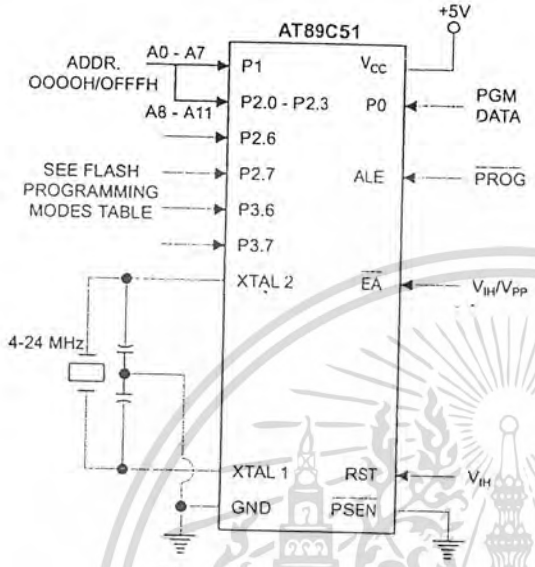
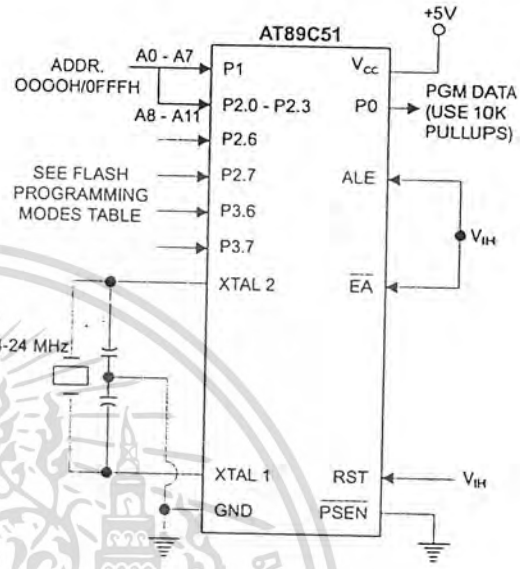


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

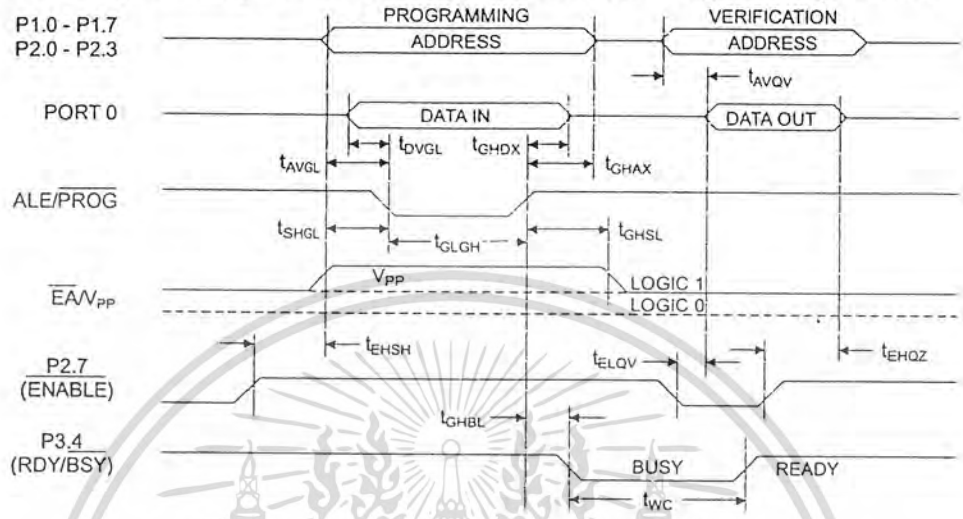
T_A = 21°C to 27°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	4	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	48tCLCL		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		48tCLCL	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQV}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

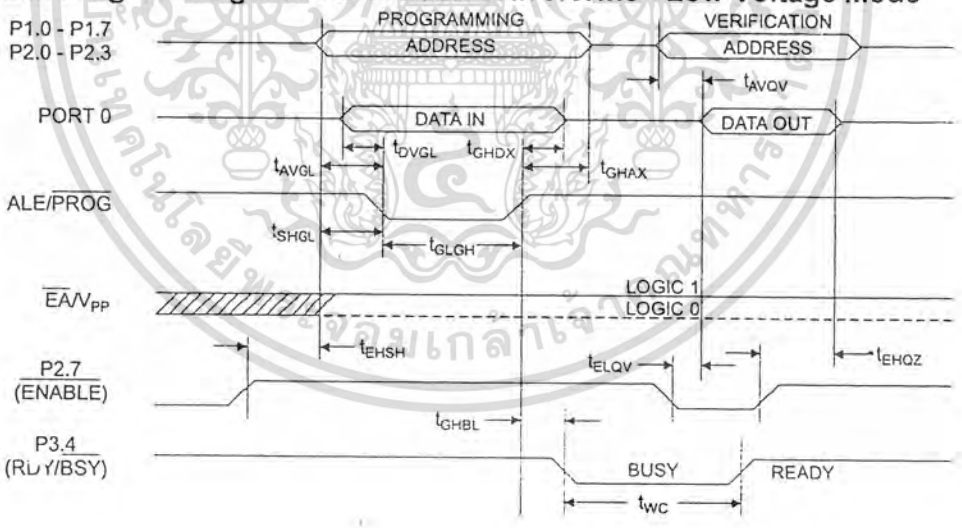
Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0 V to +7.0 V
Maximum Operating Voltage	6.6 V
DC Output Current	15.0 mA

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

D.C. Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0 V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
V_{OL}	Output Low Voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5 V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5 V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45 V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2 V		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, EA)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power Down Mode[2]	V_{CC} = 6 V		100	µA
		V_{CC} = 3 V		40	µA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA
Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total IOL for all output pins: 71 mA
If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum VCC for Power Down is 2 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A.C. Characteristics

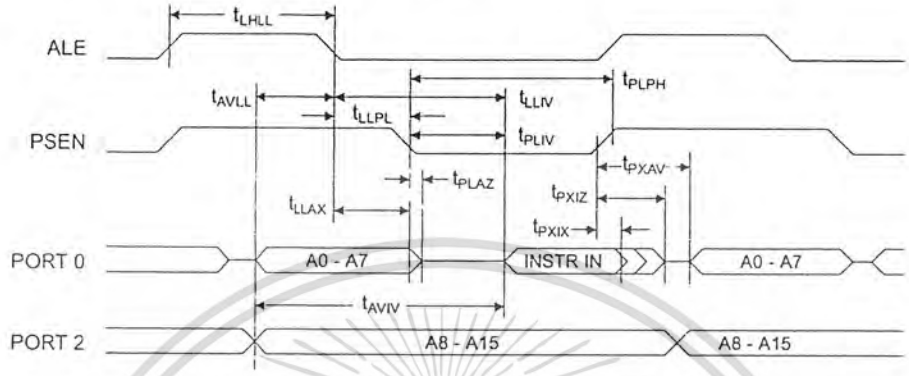
(Under Operating Conditions; Load Capacitance for Port 0, ALE/$\overline{PROG}$, and $\overline{PSEN}$ = 100 pF; Load Capacitance for all other outputs = 80 pF)

External Program and Data Memory Characteristics

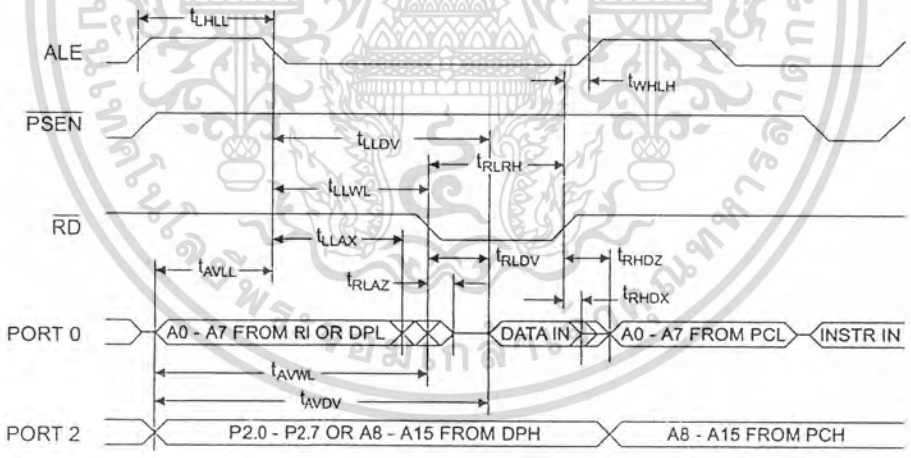
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	28		tCLCL-13		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		tCLCL-20		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4tCLCL-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-13		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-20		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-45	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-10	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-55	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		8tCLCL-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		9tCLCL-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-20		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-120		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-20		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-20	t_{CLCL}+25	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Program Memory Read Cycle

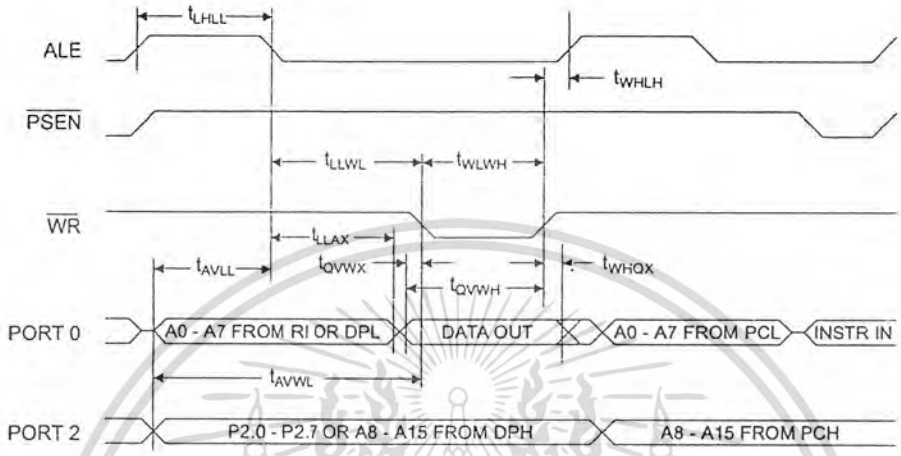


External Data Memory Read Cycle

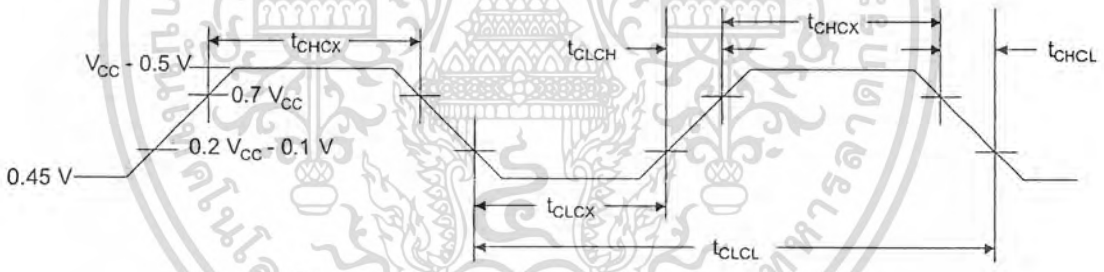


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

External Data Memory Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

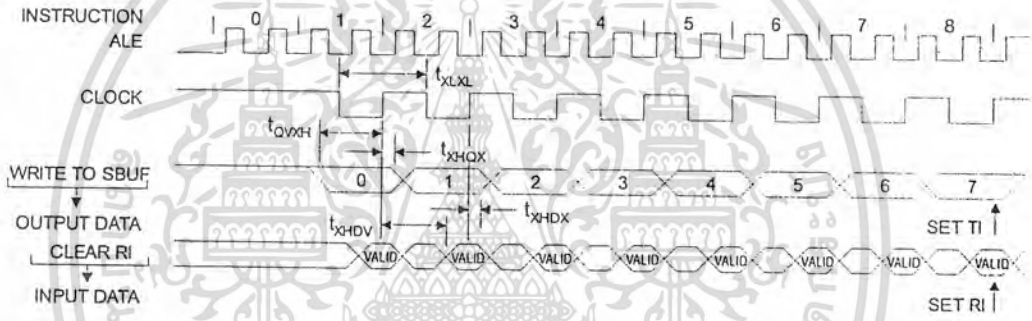
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

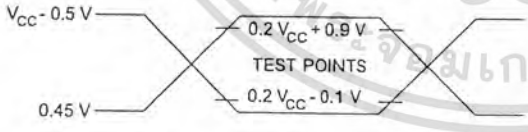
(Vcc = 5.0 V ±20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-33		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10tCLCL-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

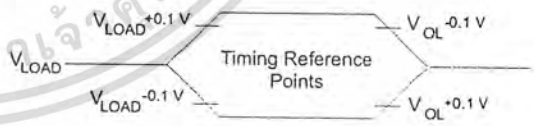


AC Testing Input/Output Waveforms[1]



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5 V for a logic 1 and 0.45 V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms[1]



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5 V ±20%	AT89C51-12AC AT89C51-12JC AT89C51-12PC AT89C51-12QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0 °C to 70 °C)
		AT89C51-12AI AT89C51-12JI AT89C51-12PI AT89C51-12QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40 °C to 85 °C)
		AT89C51-12AA AT89C51-12JA AT89C51-12PA AT89C51-12QA	44A 44J 40P6 44Q	Automotive (-40 °C to 125 °C)
	5 V ±10%	AT89C51-12DM AT89C51-12LM	40D6 44L	Military (-55 °C to 125 °C)
		AT89C51-12DM/883 AT89C51-12LM/883	40D6 44L	Military/883C Class B, Fully Compliant (-55 °C to 125 °C)
16	5 V ±20%	AT89C51-16AC AT89C51-16JC AT89C51-16PC AT89C51-16QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0 °C to 70 °C)
		AT89C51-16AI AT89C51-16JI AT89C51-16PI AT89C51-16QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40 °C to 85 °C)
		AT89C51-16AA AT89C51-16JA AT89C51-16PA AT89C51-16QA	44A 44J 40P6 44Q	Automotive (-40 °C to 125 °C)
20	5 V ±20%	AT89C51-20AC AT89C51-20JC AT89C51-20PC AT89C51-20QC	44A 44J 40P6 44Q	Commercial (0 °C to 70 °C)
		AT89C51-20AI AT89C51-20JI AT89C51-20PI AT89C51-20QI	44A 44J 40P6 44Q	Industrial (-40 °C to 85 °C)
24	5 V ±20%	AT89C51-24AC AT89C51-24JC AT89C51-24PC AT89C51-24QC	44A 44J 44P6 44Q	Commercial (0 °C to 70 °C)
		AT89C51-24AI AT89C51-24JI AT89C51-24PI AT89C51-24QI	44A 44J 44P6 44Q	Industrial (-40 °C to 85 °C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

	Package Type
44A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
40D6	40 Lead, 0.600" Wide, Non-Windowed, Ceramic Dual Inline Package (Cerdip)
44J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
44L	44 Pad, Non-Windowed, Ceramic Leadless Chip Carrier (LCC)
40P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
44Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40192c (525x564x32 gif)

Device included in this Data Sheet:

PIC16C505

High-Performance RISC CPU:

- Only 33 instructions to learn
- Operating speed:
  - DC - 20 MHz clock input
  - DC - 200 ns instruction cycle

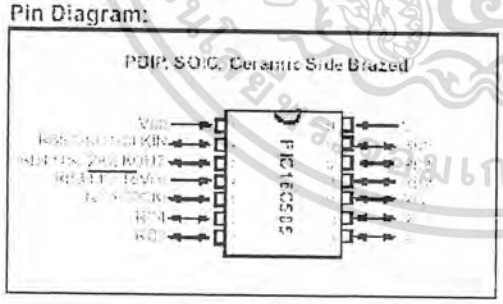
Device	Memory	
	Program	Data
PIC16C505	1024 x 12	72 x 8

- Direct, indirect and relative addressing modes for data and instructions
- 12-bit wide instructions
- 8-bit wide data path
- 2-level deep hardware stack
- Eight special function hardware registers
- Direct, indirect and relative addressing modes for data and instructions
- All single cycle instructions (200 ns), except for program branches which are two-cycle

Peripheral Features:

- 11 I/O pins with individual direction control
- 1 input pin
- High current sink/source for direct LED drive
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler

Pin Diagram:



Special Microcontroller Features:

- In-circuit Serial Programming (ICSP™)
- Power-on Reset (POR)
- Device Reset Timer (DRT)
- Watchdog Timer (WDT) with dedicated on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable Code Protection
- Internal weak pull-ups on I/O pins
- Wake-up from Sleep on pin change
- Power-saving Sleep mode
- Selectable oscillator options:
  - IntRC: Precision internal 4 MHz oscillator
  - ExtRC: External low-cost RC oscillator
  - XT: Standard crystal/resonator
  - HS: High speed crystal/resonator
  - LP: Power saving, low frequency crystal

CMOS Technology:

- Low-power, high-speed CMOS EPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.5V to 5.5V)
- Wide temperature ranges
  - Commercial: 0°C to +70°C
  - Industrial: -40°C to +85°C
  - Extended: -40°C to +125°C
- 1.0 uA typical standby current @ 5V
- Low power consumption
  - < 2.0 mA @ 5V, 4 MHz
  - 15 uA typical @ 3.0V, 32 kHz for TMR0 running in SLEEP mode
  - < 1.0 uA typical standby current @ 5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR TM

October 1987
Revised January 1999

MM74C922 • MM74C923
16-Key Encoder • 20-Key Encoder

General Description

The MM74C922 and MM74C923 CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 kΩ on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key roll-over is provided between any two switches.

An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The 3-STATE outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

Features

- 50 kΩ maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key roll-over
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- 3-STATE output LPTTL compatible
- Wide supply range: 3V to 15V
- Low power consumption

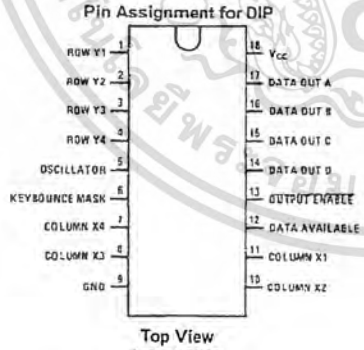
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
MM74C922N	N18A	18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
MM74C922WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923WM	M20B	20-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300" Wide
MM74C923N	N20A	20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Device also available in Tape and Reel. Specify by appending suffix letter "X" to the ordering code.

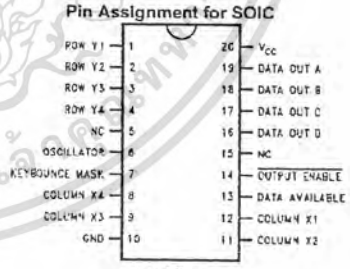
Connection Diagrams

Pin Assignment for DIP



Top View
MM94C922

Pin Assignment for SOIC



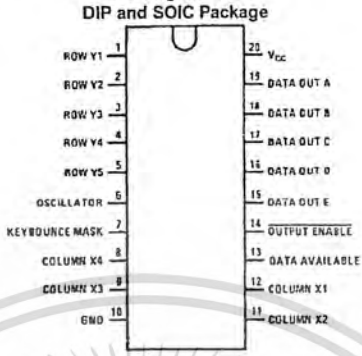
Top View
MM74C922

© 1999 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagrams (Continued)

Pin Assignment for
DIP and SOIC Package



Top View
MM74C923

Truth Tables

(Pins 0 through 11)

Switch Position	0 Y1,X1	1 Y1,X2	2 Y1,X3	3 Y1,X4	4 Y2,X1	5 Y2,X2	6 Y2,X3	7 Y2,X4	8 Y3,X1	9 Y3,X2	10 Y3,X3	11 Y3,X4
DATA A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
DATA B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
DATA C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
DATA E (Note 1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

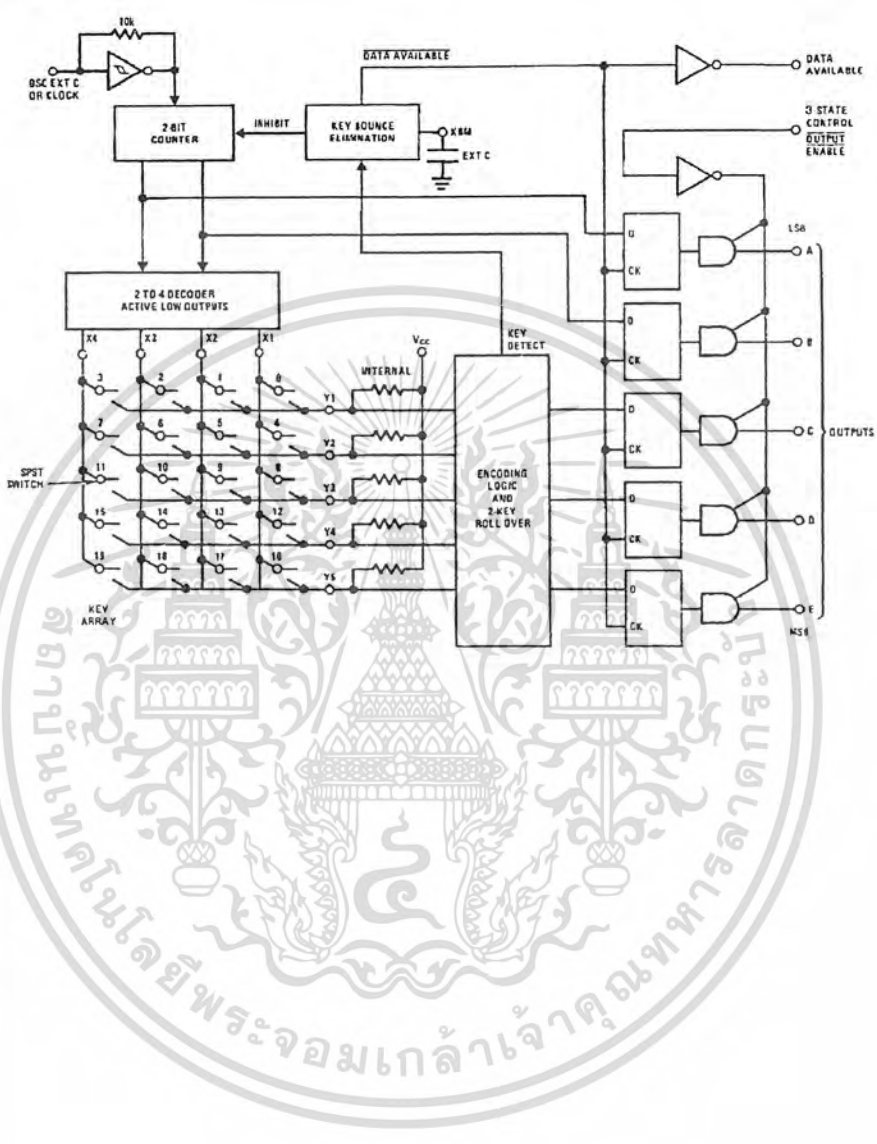
(Pins 12 through 19)

Switch Position	12 Y4,X1	13 Y4,X2	14 Y4,X3	15 Y4,X4	16 Y5(Note 1), X1	17 Y5 (Note 1), X2	18 Y5 (Note 1), X3	19 Y5 (Note 1), X4
DATA A	0	1	0	1	0	1	0	1
DATA B	0	0	1	1	0	0	1	1
DATA C	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA D	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA E (Note 1)	0	0	0	0	1	1	1	1

Note 1: Omit for MM74C922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

Voltage at Any Pin	V_{CC} − 0.3V to V_{CC} + 0.3V
Operating Temperature Range	
MM74C922, MM74C923	−40°C to +85°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Operating V_{CC} Range	3V to 15V
V_{CC}	18V
Lead Temperature	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Note 2: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

DC Electrical Characteristics

Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CMOS TO CMOS						
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	3.0	3.6	4.3	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	6.0	6.8	8.6	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	9.0	10	12.9	V
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	0.7	1.4	2.0	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	1.4	3.2	4.0	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	2.1	5	6.0	V
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V	3.5	4.5		V
		V_{CC} = 10V	8.0	9		V
		V_{CC} = 15V	12.5	13.5		V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V		0.5	1.5	V
		V_{CC} = 10V		1	2	V
		V_{CC} = 15V		1.5	2.5	V
I_{rp}	Row Pull-Up Current at Y1, Y2, Y3, Y4 and Y5 Inputs	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0.1 V_{CC}		−2	−5	µA
		V_{CC} = 10V		−10	−20	µA
		V_{CC} = 15V		−22	−45	µA
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = −10 µA	4.5			V
		V_{CC} = 10V, I_O = −10 µA	9			V
		V_{CC} = 15V, I_O = −10 µA	13.5			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = 10 µA			0.5	V
		V_{CC} = 10V, I_O = 10 µA			1	V
		V_{CC} = 15V, I_O = 10 µA			1.5	V
R_{on}	Column "ON" Resistance at X1, X2, X3 and X4 Outputs	V_{CC} = 5V, V_O = 0.5V		500	1400	Ω
		V_{CC} = 10V, V_O = 1V		300	700	Ω
		V_{CC} = 15V, V_O = 1.5V		200	500	Ω
I_{CC}	Supply Current Osc at 0V, (one Y low)	V_{CC} = 5V		0.55	1.1	mA
		V_{CC} = 10V		1.1	1.9	mA
		V_{CC} = 15V		1.7	2.6	mA
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V		0.005	1.0	µA
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V	−1.0	−0.005		µA
CMOS/LPTTL INTERFACE						
$V_{IN(1)}$	Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 4.75V	V_{CC} − 1.5			V
$V_{IN(0)}$	Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 4.75V			0.8	V
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	I_O = −360 µA, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 µA	2.4			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	I_O = −360 µA, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 µA			0.4	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
OUTPUT DRIVE (See Family Characteristics Data Sheet) (Short Circuit Current)						
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−1.75	−3.3		mA
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−8	−15		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	1.75	3.6		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	8	16		mA

AC Electrical Characteristics (Note 3)

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, unless otherwise noted

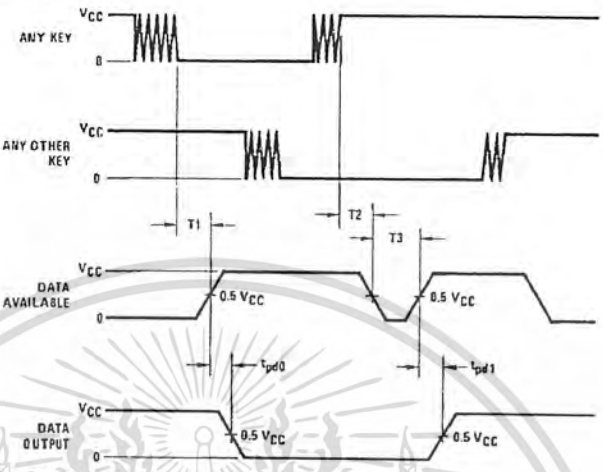
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{pd0}, t_{pd1}	Propagation Delay Time to Logical "0" or Logical "1" from D.A.	C_L = 50 pF (Figure 1)				
		V_{CC} = 5V		60	150	ns
		V_{CC} = 10V		35	80	ns
		V_{CC} = 15V		25	60	ns
t_{0H}, t_{1H}	Propagation Delay Time from Logical "0" or Logical "1" Into High Impedance State	R_L = 10k, C_L = 10 pF (Figure 2)				
		V_{CC} = 5V, R_L = 10k		80	200	ns
		V_{CC} = 10V, C_L = 10 pF		65	150	ns
		V_{CC} = 15V		50	110	ns
t_{H0}, t_{H1}	Propagation Delay Time from High Impedance State to a Logical "0" or Logical "1"	R_L = 10k, C_L = 50 pF (Figure 2)				
		V_{CC} = 5V, R_L = 10k		100	250	ns
		V_{CC} = 10V, C_L = 50 pF		55	125	ns
		V_{CC} = 15V		40	90	ns
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input (Note 4)		5	7.5	pF
C_{OUT}	3-STATE Output Capacitance	Any Output (Note 4)		10		pF

Note 3: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Note 4: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching Time Waveforms



T1 = T2 ≈ RC, T3 ≈ 0.7 RC, where R = 10k and C is external capacitor at KBM input.

FIGURE 1.

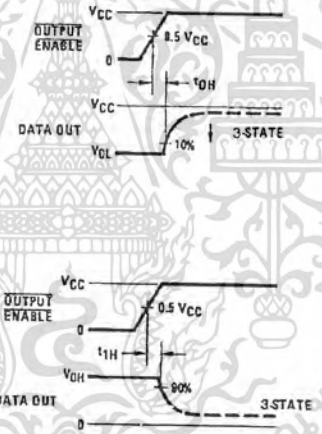
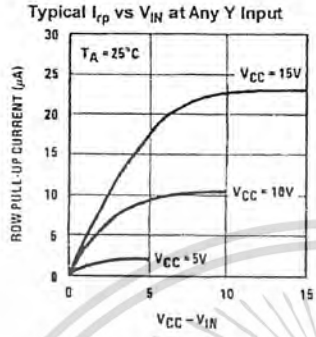


FIGURE 2.

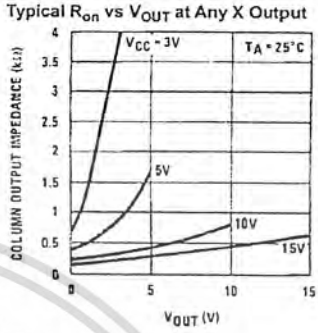
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

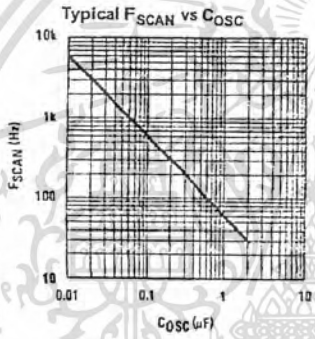
Typical I_{rp} vs V_{IN} at Any Y Input



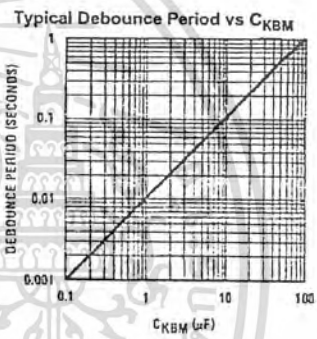
Typical R_{on} vs V_{OUT} at Any X Output



Typical F_{SCAN} vs C_{OSC}

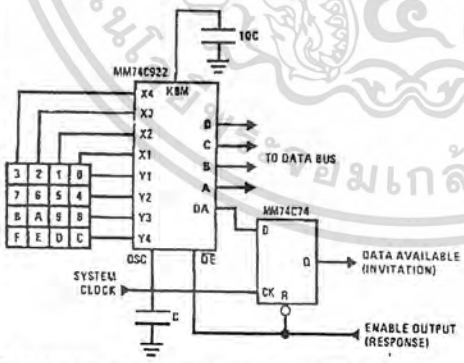


Typical Debounce Period vs C_{KBM}



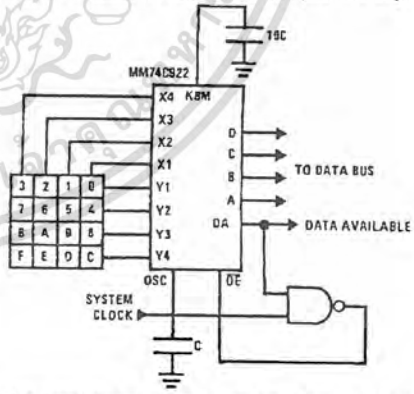
Typical Applications

Synchronous Handshake (MM74C922)



The keyboard may be synchronously scanned by omitting the capacitor at osc. and driving osc. directly if the system clock rate is lower than 10 kHz

Synchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)

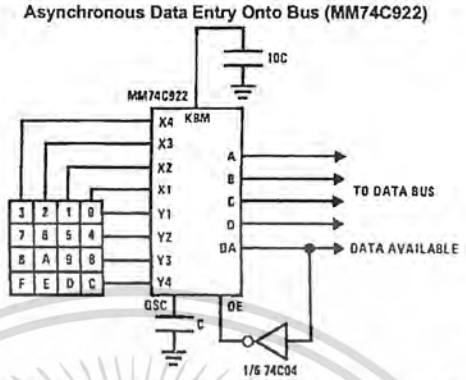


Outputs are enabled when valid entry is made and go into 3-STATE when key is released.

The keyboard may be synchronously scanned by omitting the capacitor at osc. and driving osc. directly if the system clock rate is lower than 10 kHz

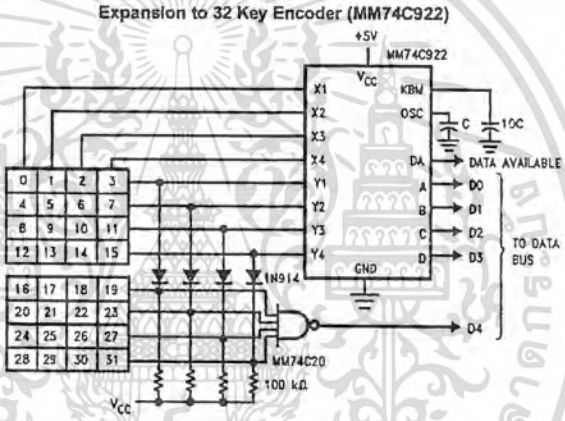
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Asynchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)



Outputs are in 3-STATE until key is pressed, then data is placed on bus. When key is released, outputs return to 3-STATE.

Expansion to 32 Key Encoder (MM74C922)



Theory of Operation

The MM74C922/MM74C923 Keyboard Encoders implement all the logic necessary to interface a 16 or 20 SPST key switch matrix to a digital system. The encoder will convert a key switch closer to a 4(MM74C922) or 5(MM74C923) bit nibble. The designer can control both the keyboard scan rate and the key debounce period by altering the oscillator capacitor, C_{OSE}, and the key bounce mask capacitor, C_{MSK}. Thus, the MM74C922/MM74C923's performance can be optimized for many keyboards.

The keyboard encoders connect to a switch matrix that is 4 rows by 4 columns (MM74C922) or 5 rows by 4 columns (MM74C923). When no keys are depressed, the row inputs are pulled high by internal pull-ups and the column outputs sequentially output a logic "0". These outputs are open drain and are therefore low for 25% of the time and otherwise off. The column scan rate is controlled by the oscillator input, which consists of a Schmitt trigger oscillator, a 2-bit counter, and a 2–4-bit decoder.

When a key is depressed, key 0, for example, nothing will happen when the X1 input is off, since Y1 will remain high. When the X1 column is scanned, X1 goes low and Y1 will go low. This disables the counter and keeps X1 low. Y1 going low also initiates the key bounce circuit timing and locks out the other Y inputs. The key code to be output is a combination of the frozen counter value and the decoded Y inputs. Once the key bounce circuit times out, the data is latched, and the Data Available (DAV) output goes high.

If, during the key closure the switch bounces, Y1 input will go high again, restarting the scan and resetting the key bounce circuitry. The key may bounce several times, but as soon as the switch stays low for a debounce period, the closure is assumed valid and the data is latched.

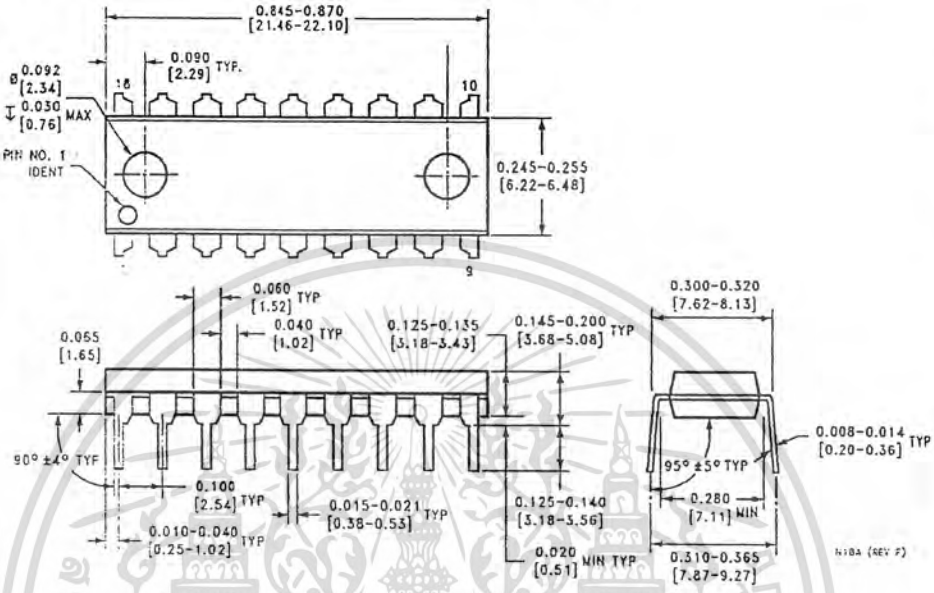
A key may also bounce when it is released. To ensure that the encoder does not recognize this bounce as another key closure, the debounce circuit must time out before another closure is recognized.

The two-key roll-over feature can be illustrated by assuming a key is depressed, and then a second key is depressed. Since all scanning has stopped, and all other Y inputs are disabled, the second key is not recognized until the first key is lifted and the key bounce circuitry has reset.

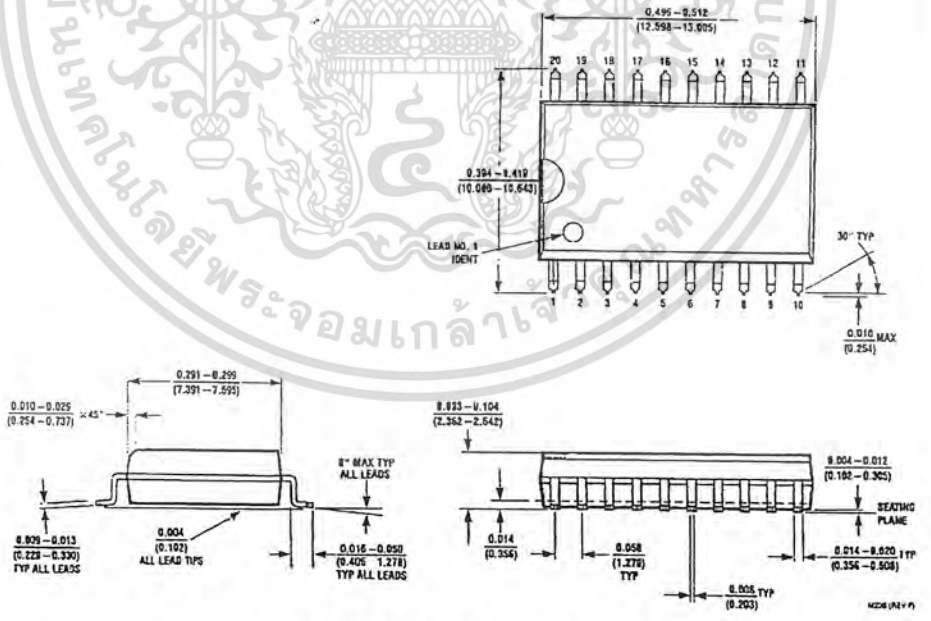
The output latches feed 3-STATE, which is enabled when the Output Enable ($\overline{OE}$) input is taken low.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



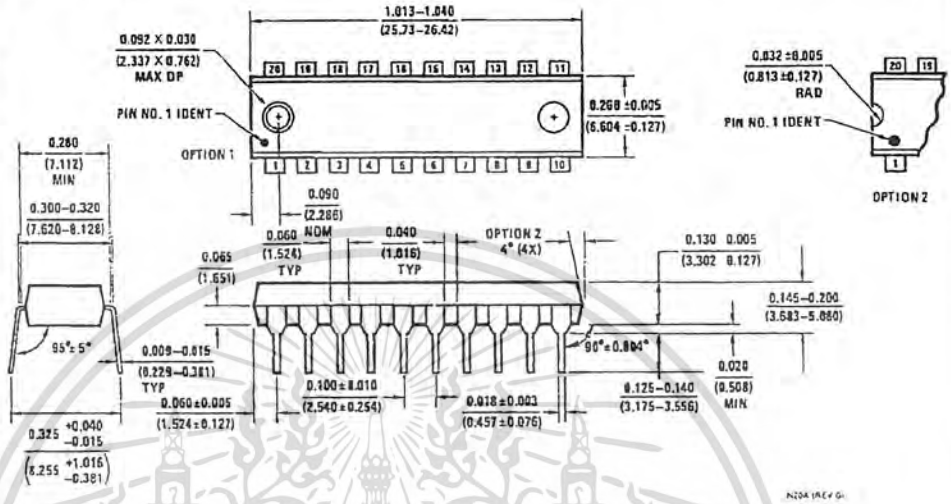
18-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N18A



20-Lead Plastic Small Outline I.C. Package (M)
Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N20A

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

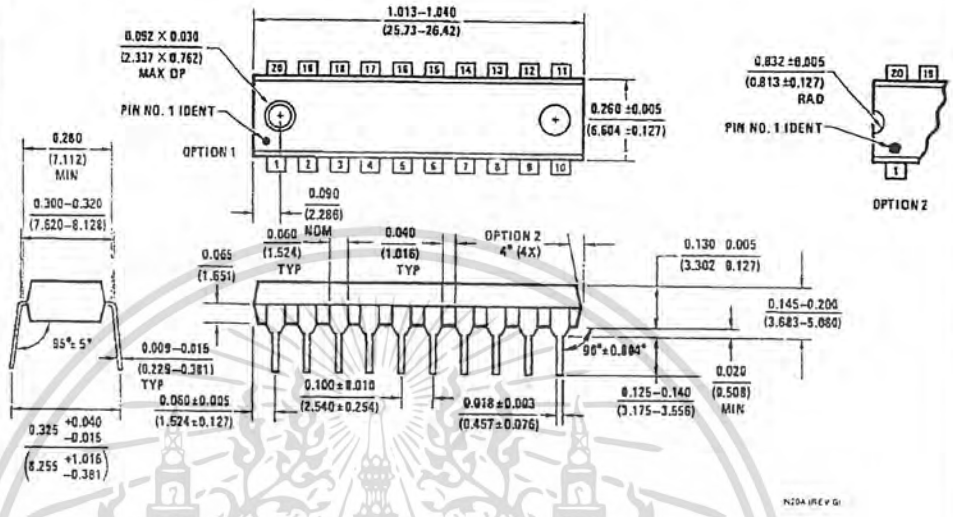
1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



20-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N20A

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

โกศล เพ็ชรสุวรรณ. **เทคโนโลยีโทรคมนาคม.** กรุงเทพฯ: ดวงกมล. 2535

ญรงค์ ตันจินซุยและคณะ. "ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์." **ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม,** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2538

ธนัท ชัยยุทธและกณพ แก้วพิชัย. **ดิจิตอลพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ: เอช-เอน. 2538

ธวัชชัย เลื่อนฉวี,น.ต.. **เทคโนโลยีโทรศัพท์.** กรุงเทพฯ: ภาคพิมพ์. 2537

ธีรวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เซทโฟร์ ปริ้นติ้ง. 2541

ฟิวเจอร์(ไทยแลนด์). "เครื่องบันทึกเสียงดิจิตอล 60 วินาที." **ฟิวเจอร์คิท อิเล็กทรอนิคส์.** เล่มที่ 2: หน้า 12-18. 2543

._____. "ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16C5X." **ฟิวเจอร์คิท อิเล็กทรอนิคส์.**เล่มที่ 1: หน้า 63-72. 2543

สุชิน จำจด. **วิศวกรรมโทรศัพท์.** กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ม.ป.ป.

อธิคม ฤกษบุตร. "การออกแบบรีโมตคอนโทรล ตอนที่ 1 ระบบการรับ – สัญญาณ." **รีโมตเครื่องควบคุมไร้สาย:** หน้า 8-12. 2538

._____. "การออกแบบรีโมตคอนโทรล ตอนที่ 2 ระบบของสัญญาณควบคุม." **รีโมตเครื่องควบคุมไร้สาย:** หน้า 13-18. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายทิวากร อิ่มสะอาด
วันเดือนปีเกิด	6 ตุลาคม พ. ศ. 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดศรีสะเกษ
ภูมิลำเนาเดิม	40/1 หมู่ 6 ตำบลหนองครก อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
ที่อยู่ปัจจุบัน	300/131 ซอยสถานีดับเพลิง แขวงหลวงแพ่ง เขตลาดกระบัง กทม. 10520
โทรศัพท์	(045)613496
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลศรีสะเกษ (ป.1-ป.6) จังหวัดศรีสะเกษ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย (ม.1-ม.3) จังหวัดศรีสะเกษ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.นครราชสีมา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	จงอย่าจมปลักกับความผิดพลาดในอดีต ให้มองไปข้างหน้าและไขว่คว้าเพียงสิ่งที่เป็นไปได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวนันทรัตน์ ศรีน้อย
วันเดือนปีเกิด	21 สิงหาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	108/3 หมู่ 4 ตำบลลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม 75000
ที่อยู่ปัจจุบัน	55/3 หมู่ 4 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	(02)7371518
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเมืองสมุทรสงคราม (ป.1-ป.6) จังหวัดสมุทรสงคราม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ (ม.1-ม.3) จังหวัดสมุทรปราการ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	ไม่มีงานใดที่จะไม่มีอุปสรรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายปริญญา สุนทรวงศ์
วันเดือนปีเกิด	8 เมษายน พ. ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	398/12 หมู่ที่ 4 หมู่บ้านเมืองทอง 1 ถนนนิพัทธ์-สงเคราะห์ ตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
ที่อยู่ปัจจุบัน	398/12 หมู่ที่ 4 หมู่บ้านเมืองทอง 1 ถนนนิพัทธ์-สงเคราะห์ ตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์	(074)426374
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลพัทลุง (ป.1-ป.6) จังหวัดพัทลุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพัทลุง (ม.1-ม.3) จังหวัดพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จริงใจ ขยัน อดทน ซื่อสัตย์
คติพจน์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสุภัทร เพ็งโตวงษ์
วันเดือนปีเกิด	29 มิถุนายน พ. ศ. 2520
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม
ภูมิลำเนาเดิม	7/2 หมู่ที่ 7 ตำบลบางช้าง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ที่อยู่ปัจจุบัน	7/2 หมู่ที่ 7 ตำบลบางช้าง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
โทรศัพท์	(034)222227,295457
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านบางม่วง(ประชารังสิต)(ป.1-ป.6) จังหวัดนครปฐม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดไร่ขิงวิทยา (ม.1-ม.3) จังหวัดนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คติพจน์	อย่าให้อารมณ์อยู่เหนือเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้