สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

ELECTRIC APPLIANCES CONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

โดย

นาย ศุภฤกษ์ เลิศไกร

นางสาว สกาวรัตน์ ทองประยูร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....32589
วัน, เดือน, ปี.....18 พ.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

ELECTRIC APPLIANCES CONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

โดย

นาย ศุภฤกษ์ เลิศไกร

นางสาว สกาวรัตน์ ทองประยูร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

ELECTRIC APPLIANCES CONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

ผู้จัดทำ

1. นาย ศุภฤกษ์ เลิศไกร 39013028

2. นางสาว สกาวรัตน์ ทองประยูร 39013029

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สุรพล บุญจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์

ELECTRIC APPLIANCES CONTROLLER VIA TELEPHONE LINE

โดย นาย ศุภฤกษ์ เลิศไกร 39013028

นางสาว สกาวรัตน์ ทองประยูร 39013029

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอเครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ที่มีอยู่ตามบ้านเรือนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งระบบที่ทำการออกแบบนี้ จะเป็นระบบที่ป้องกันการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากการลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านเมื่อออกไปทำธุระนอกบ้าน และเพื่อเป็นการป้องกันภัยได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่สามารถตั้งอุณหภูมิได้ รวมทั้งสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ตามความต้องการของผู้ใช้อีกด้วย

ABSTRACT

This project presents an electronic appliance controller by using telephone line.The MCS-51 series microcontroller is used with the telephone system ,which is the basic of communication system to all homes. The designed system is used to conserve electric energy in case of nobody at home and it is also prevented from any problems such as:fire , thief etc. Otherwise, this project consists of the air condition controller .Thus,it can be controlled a constant temperature in the air condition via telephone line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ระบบโทรศัพท์	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51	8
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	16
3.1 ภาค Line Interface & Detect Ring	16
3.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF	18
3.3 ภาคบันทึกเสียงพูด	22
3.4 ภาคควบคุมเครื่องปรับอากาศ	34
3.5 การออกแบบวงจร	37
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	43
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	49
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก โปรแกรม	56
ภาคผนวก ข Data Sheet	57
หนังสืออ้างอิง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงลำดับความสำคัญของการทำอินเตอร์รัปต์	15
ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิด	15
ตารางที่ 3.1 แสดงโหมดการทำงานของ ISD2590	28
ตารางที่ 3.2 แสดงการทำงานของโหมด Push-Button	29
ตารางที่ 3.3 แสดงการบันทึกเสียงใน ISD2590	32
ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและข้อมูลที่อ่านได้จาก DS1620	34
ตารางที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตั้งกับ T_{HIGH}, T_{LOW}	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงระบบโทรศัพท์ 4

รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณต่างๆที่ใช้ในการติดต่อ 6

รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF 7

รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของ MCS-51 9

รูปที่ 2.5 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51 10

รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาของ MCS-51 11

รูปที่ 2.7 แสดงลำดับสถานะการทำงานใน MCS-51 13

รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในของไอซี MH 88632 16

รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MH88632 17

รูปที่ 3.3 แสดงการต่อไอซี MH 88632 17

รูปที่ 3.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870 18

รูปที่ 3.5 แสดงภาคกรองสัญญาณความถี่ 19

รูปที่ 3.6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท 20

รูปที่ 3.7 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF 21

รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของ MT 8870 22

รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ ไอซี ISD 2590 22

รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างภายใน ไอซี ISD 2590 23

รูปที่ 3.11 แสดงวงจรภาคบันทึกเสียงโดยใช้ ISD 2590 33

รูปที่ 3.12 แสดงการจัดขาของ DS1620 35

รูปที่ 3.13 แสดง Block Diagram ของ DS1620 35

รูปที่ 3.14 แสดงเอาท์พุทของ DS1620 ที่ขา T_{HIGH}, T_{LOW} และ T_{COM} 36

รูปที่ 3.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ 39

รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานและส่วนควบคุมอุณหภูมิ 40

รูปที่ 3.17 แสดงวงจรการทำงานของภาค LINE INTERFACE และภาค DTMF DECODER 41

รูปที่ 3.18 แสดงวงจรการทำงานของภาคควบคุม Relay เพื่อควบคุมการปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 แสดงภาค Line Interface 43
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณ Output วัดที่จุด Tx ของภาค Line Interface 43
รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งการวัดสัญญาณ 44
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 เมื่อวัดที่ภาค Line Interface 44
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 0 เมื่อวัดที่ภาค Line Interface 45
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข * เมื่อวัดที่ภาค Line Interface 45
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข # เมื่อวัดที่ภาค Line Interface 46
รูปที่ 4.8 แสดงการวัดสัญญาณ Ringing Tone ณจุด Tx เปรียบเทียบ กับสัญญาณที่ขา 36 ของ IC MH88632 46
รูปที่ 4.9 แสดงการวัดสัญญาณหลังภาค DTMF Decoder โดยการกด หมายเลข 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,* และ # ตามลำดับ ด้วยเครื่อง Logic Analyzer 47
รูปที่ 4.10 แสดง สัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข " 1 " โดยใช้ไอซี MC145412 48
รูปที่ 4.11 แสดง สัญญาณ DTMF เมื่อเครื่องหมาย " * " โดยใช้ไอซี MC145412 48
รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ 49
รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์(ต่อ) 50
รูปที่ 5.2 Flow Chart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ 51
รูปที่ 5.2 Flow Chart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ (ต่อ) 52
รูปที่ 5.2 Flow Chart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ (ต่อ) 53
รูปที่ 5.2 Flow Chart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ (ต่อ) 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ในปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมอย่างรวดเร็ว มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยระบบการสื่อสารที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีระบบการสื่อสารซึ่งถือกันว่าเป็นบริการพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน คือ ระบบโทรศัพท์ เนื่องจากเป็นระบบสื่อสารที่ทุกคนต้องใช้ และจากการที่ระบบโทรศัพท์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันนี้เป็น ระบบกดปุ่ม(DTMF) ซึ่งมีการส่งสัญญาณ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ระหว่างเครื่องโทรศัพท์ และชุมสายโทรศัพท์ จึงได้นำแนวความคิดเกี่ยวกับการรับส่งสัญญาณ DTMF ของระบบโทรศัพท์มาใช้งาน ในการทำเป็นโครงงาน " เครื่องควบคุมปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ " จากเหตุผลที่ว่า บ่อยครั้งที่มักพบกับปัญหาการปิด / เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ขณะที่ออกไปทำธุระนอกบ้าน หรือในกรณีลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะออกจากบ้านแล้ว รวมทั้งในบางครั้งไม่มีใครอยู่ในบ้านและต้องกลับบ้านค่ำมืด ซึ่งในปัจจุบันนี้มักพบปัญหาการโจรกรรมที่เกี่ยวกับการลักทรัพย์ ภายในที่อยู่อาศัย วิธีที่พอจะช่วยแก้ปัญหาได้ก็คือ การที่ต้องเปิดไฟฟ้าภายในบ้านไว้รอการกลับมาของเจ้าของบ้าน และเพื่อเป็นการป้องกันการโจรกรรมดังกล่าว ดังนั้นจากปัญหาข้างต้น ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้จัดทำโครงงาน " เครื่องควบคุมปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ " ขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันภัย และประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง รวมทั้งสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้อยู่อาศัยได้อีกด้วย โดยโครงงานนี้มีหลักการทำงาน คือ เมื่อเจ้าของบ้านอยู่นอกบ้าน สามารถโทรศัพท์เข้าไปในบ้านแล้วกดรหัสผ่าน (Password) เพื่อให้ระบบทำการปิด หรือเปิดไฟแสงสว่างเช่นไฟหน้าบ้าน รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน หรือกดรหัสผ่าน เพื่อทำการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านว่าปิด หรือเปิดอยู่จากเครื่องตอบรับอัตโนมัติ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้อีกทางหนึ่งด้วย

โครงงานนี้ออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งระบบจะทำงานเมื่อมีการเรียกเข้ามา โดยระบบจะทำการรับสายและรอการกดรหัสสัญญาณ เพื่อรอรับสัญญาณ DTMF แล้วส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลความหมายเพื่อไปควบคุมการปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน รวมทั้งประกอบด้วยส่วนของการควบคุมที่ตัวเครื่อง เพื่อสามารถควบคุมการปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ โดยอาศัยแป้นคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์ที่ติดอยู่ที่ชุดควบคุม ซึ่งขั้นตอนการทำงานจะเหมือนกับส่วนของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการได้อีกทางหนึ่ง

นอกจากนี้โครงงานดังกล่าวยังประกอบด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตามความต้องการของผู้ใช้ รวมทั้งสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้ไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ของโครงงาน คือ เพื่อศึกษาหาความรู้ และประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของวงจรต่างๆ การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบการทำงานในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ และการนำความรู้ต่างๆที่ได้รับจากการศึกษาในห้องเรียนมาปฏิบัติงานจริง และยังสามารถนำโครงงานนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง ในการควบคุมการปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านโดยผ่านสายโทรศัพท์ และป้องกันภัยได้อีกด้วย

นอกจากนี้ยังเป็นการนำเอาเครื่องโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้เป็น เครื่องสั่งงานทางโทรศัพท์และเครื่องตอบรับโทรศัพท์ในตัวเอง และสามารถควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศที่สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตามความต้องการของผู้ใช้ รวมทั้งสามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ เพื่อสร้างความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการ และเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิก และผู้รู้เลขหมายเลขสมาชิก ให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบคือ ระบบ Cross bar กับระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) ซึ่งระบบแรกเป็นระบบเดิม ใช้มาตั้งแต่เริ่มมีการใช้โทรศัพท์ ส่วนระบบ DTMF เป็นระบบใหม่ที่เข้ามาแทนที่ระบบ Cross bar เพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่า ใช้เวลาในการส่งหมายเลขน้อยกว่าและการใช้ระบบ DTMF นั้นที่ชุมสายโทรศัพท์จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความทนทาน และมีอายุการใช้งานนานกว่าระบบ Cross bar ซึ่งเป็นระบบ Mechanic ที่มีการสึกหรอ และเสียหายง่าย ซึ่งในโครงงานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบ DTMF ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันมากในปัจจุบัน

ระบบโทรศัพท์ประกอบด้วย :-

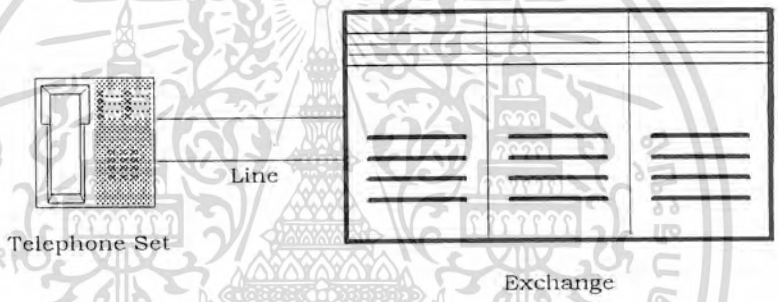
- **การเรียกทางโทรศัพท์ (Telephone Call)** คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รับ
- **เครื่องโทรศัพท์ (Telephone Set)** คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูดและฟังในการสนทนาระยะไกลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขผู้รับที่หน้าปัทม์
- **ผู้เรียก (Calling Subscriber)** หรือสมาชิกผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียกจะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ หมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ
- **ผู้รับ (Called Subscriber)** หรือ สมาชิกผู้ถูกเรียก คือ ผู้ที่ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์ เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Signal)
- **คู่สายสมาชิก (Subscriber Line)** คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานีที่ติดตั้งเครื่องชุมสายท้องถิ่น ไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automatic Telephone Switching)** คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ที่มีการพัฒนาแล้ว

2.1.1 ส่วนประกอบของระบบ

ระบบโทรศัพท์ เป็นระบบการสื่อสารโทรคมนาคม ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็ว ให้ข่าวสารชัดเจน เป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย มีส่วนประกอบที่สำคัญของระบบ 3 ส่วน คือ เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Set) สายโทรศัพท์ (Line) และชุมสายโทรศัพท์ (Exchange) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงระบบโทรศัพท์

จากรูปที่ 2.1 เครื่องรับโทรศัพท์ จะต่อกับ ชุมสายโทรศัพท์ ผ่านทางสายโทรศัพท์ (Line) ซึ่งมีการทำงานดังนี้ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น จะทำให้กระแสไฟจากชุมสายไหลครบวงจร ผ่านเครื่องโทรศัพท์ อุปกรณ์ต่างๆพร้อมที่จะทำงาน ชุมสายจะส่งสัญญาณหมุน (Dial Tone) ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ยกหู เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อไปยังชุมสาย ชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณหมุน และดำเนินการจัดเส้นทางเชื่อมโยงกับเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางให้ จากนั้น จะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังปลายทางที่ถูกเรียก และส่งสัญญาณให้ผู้ยกหูเรียกรับรู้ (Ring Back Tone) เมื่อปลายทางรับสาย จึงติดต่อสนทนากันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สัญญาณในการติดต่อ

สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อระหว่าง ชุมสายโทรศัพท์ กับเครื่องรับโทรศัพท์ เรียกว่า Signalling มี 2 แบบคือ Line Signal ได้แก่ Loop Line, Open Line และอีกอย่าง คือ Register Signal ได้แก่ สัญญาณการส่งเลขหมายต่าง ๆ

สัญญาณที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งมายังเครื่องรับโทรศัพท์ :-

- **สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)** เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า ขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับเลขหมายจากผู้เรียกแล้ว ให้ผู้เรียกส่งเลขหมายได้ สัญญาณมีความถี่ 400-425 Hz แบบต่อเนื่อง
- **สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)** เป็นสัญญาณเรียก ซึ่งส่งไปให้เครื่องของผู้ถูกเรียก จะได้ยินเป็นเสียงกระดิ่ง หรือโทนต่างๆ ตามชนิดของเครื่องรับโทรศัพท์ มีความถี่ 25 Hz มีช่วงการส่งและหยุดสลับกันไป
- **สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)** เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่า ให้รอการตอบรับจากปลายทาง ขณะนี้ชุมสายโทรศัพท์กำลังส่งสัญญาณเรียกอยู่ สัญญาณนี้ มีความถี่ 425 Hz ช่วงการส่งและหยุดสลับกันไป
- **สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)** เป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่า การติดต่อทำไม่สำเร็จอาจจะเป็นสายปลายทาง หรือ อุปกรณ์ต่างๆไม่ว่าง สัญญาณนี้ใช้ความถี่ 425Hz มีช่วงส่งและหยุดสลับกันไป แต่ช่วงเวลาต่างจากสัญญาณ Ring Back Tone

2.1.3 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลต์
- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือ 8 โวลต์ พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุน ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 มิลลิโวลต์ ความถี่ 350 Hz กับ 440 Hz มอดูเลตรวมกัน ซึ่งเมื่อกดรหัสสัญญาณเลขหมายแล้ว สัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป
- กดรหัส(CODE) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 หลักรหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมสองความถี่ เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหลายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่
- ขณะที่รอรับสายจะมีสัญญาณตอบกลับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่คือ สัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ

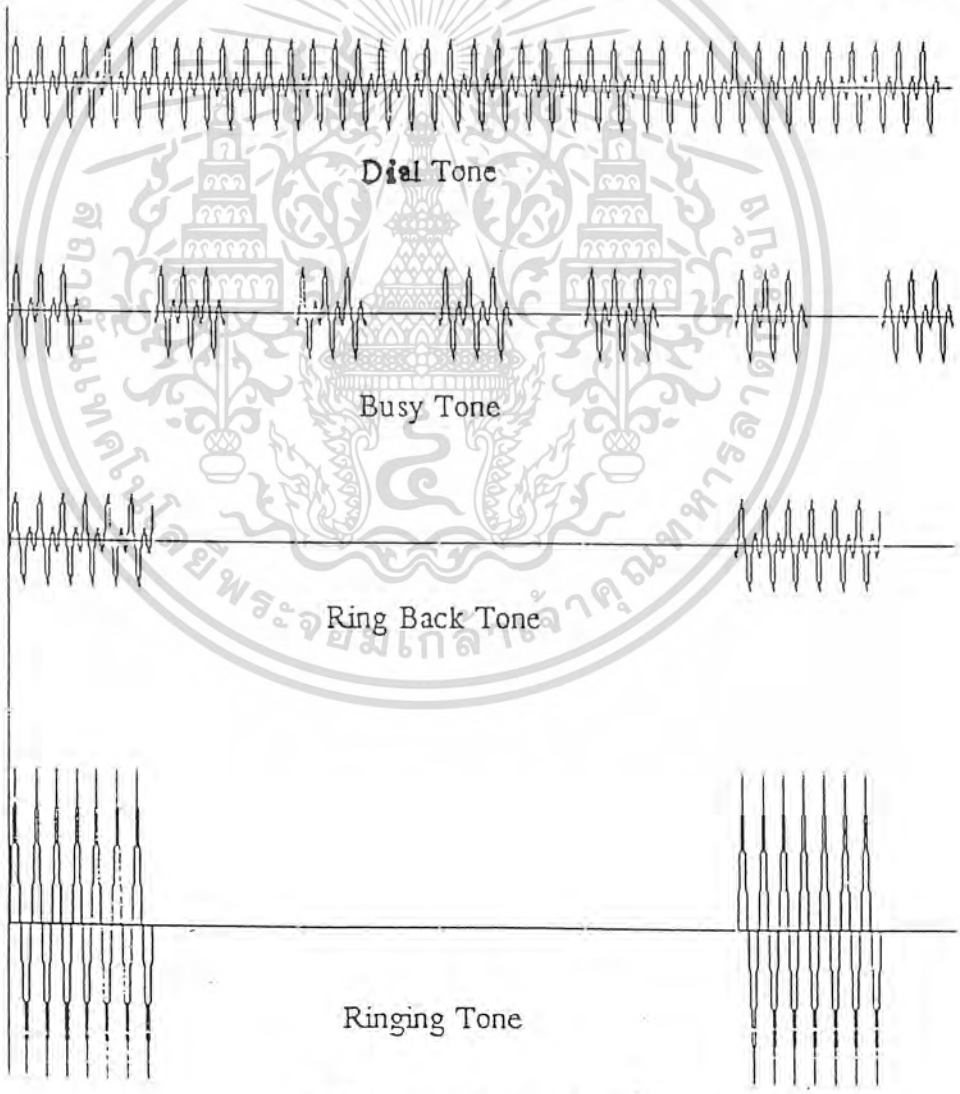
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณเสียงจะขึ้นอยู่กับความดังและความถี่ของเสียงพูดตามสาย

- เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 โวลต์

เครื่องรับ

- ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดากระแสคร่อมสายอยู่ 48 โวลต์
- เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 Vrms จังหวะดัง 1 วินาที หยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง
- จากนั้น เมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 โวลต์ และมีการกระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด
- เมื่อวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาก็จะกลับไปที่ 48 โวลต์ ตามเดิม

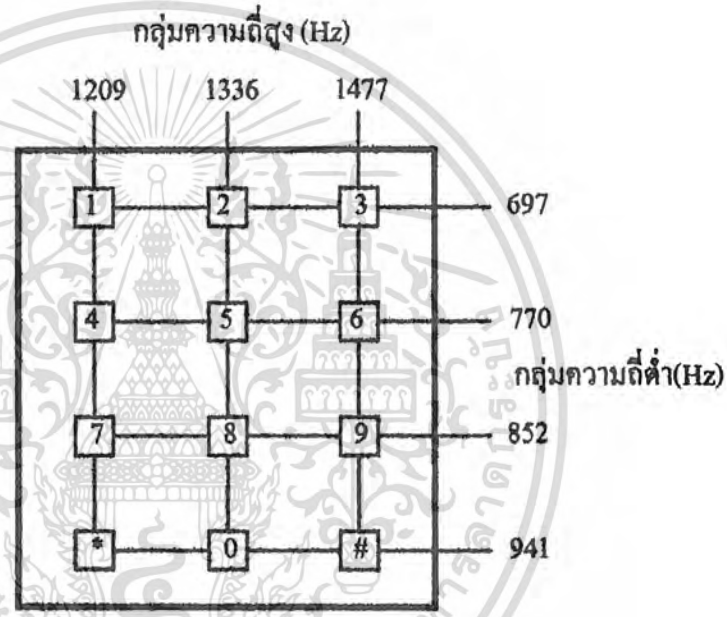


รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณต่างๆที่ใช้ในการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การส่งสัญญาณแบบความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)

เป็นการส่งสัญญาณ แบบหนึ่ง ซึ่งนิยมใช้มาก ในปัจจุบันนี้ ซึ่งมีชื่อย่อ เรียกว่า DTMF ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ โดยนำสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มามอดูเลตกัน แล้วนำมาใช้แทนหมายเลขตามที่กำหนด ความถี่ที่ใช้จะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0 - 4 KHz) โดยการกำหนดให้ ความถี่ทางแนวนอนเป็นความถี่ด้านต่ำ และความถี่ทางแนวตั้งจะเป็นความถี่สูงกว่า ซึ่งจะแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 ตัวอย่าง เช่น หมายเลข 2 จะใช้แทนด้วยความถี่ 697 เฮิร์ต และ 1336 เฮิร์ต มอดูเลตกันออกมาแทนหมายเลข 2



รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขและค่าความถี่ DTMF

ข้อดีสำหรับระบบการส่งแบบ DTMF :-

จากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปถึงข้อดีของระบบ DTMF ได้คือ

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสาย
- สามารถนำไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.1 กล่าวนำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chip Microcontroller) คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ แบบที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Integrated Circuit) เพียงชิพเดียว เหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ โดยอัตโนมัติ โดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้ตามต้องการ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยวตระกูล 51 หรือ MCS-51 ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้คือ เบอร์ AT89C51 ของบริษัท ATMEL ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำโปรแกรม (ROM) ภายในแบบ Flash Memory ขนาด 4Kbytes ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถเขียนและลบข้อมูลได้ใหม่ถึง 1000 ครั้ง โดยที่ไม่ต้องใช้หน่วยความจำแบบ EPROM ภายนอก และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 ผลิตโดยบริษัท ATMEL เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิท ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

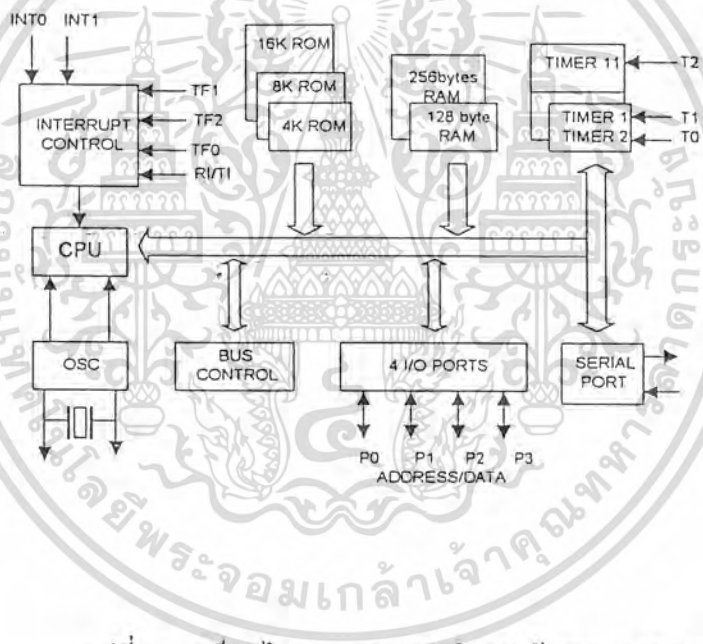
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายใน จำนวน 4 Kbytes ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานของโครงงานนี้
- สามารถต่อหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรม (RAM) ได้ 64 Kbytes
- สามารถใช้กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะทำให้ MCS-51 ทำงานได้สูงสุด 64 Kbytes
- มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิท
- มีการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม(Series) หรือ Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)
- มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิท 2 ชุด
- มีการขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt)
- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
- สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของ Idle (การทำงานปรกติ) และ Powerdown (การประหยัดพลังงานไฟฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติที่กล่าวมาจึงทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติ ซึ่งบรรจุไว้ในไอซีวงจรรวมเดี่ยว (Single Chip) ขนาด 40 ขา ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้ระบบมีขนาดเล็ก ทำให้ตรวจสอบหาข้อผิดพลาดได้ง่าย รวมถึงการลดต้นทุนการผลิต หากจะต้องมีการผลิตเป็นจำนวนมาก

2.2.2 โครงสร้างของ MCS-51

โครงสร้างภายในของ MCS-51 ประกอบด้วย เกทต่างๆ เช่น AND OR NOT ซึ่งเกทเหล่านี้จะถูกออกแบบ ให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา โครงสร้างภายในของ MCS-51 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงโครงสร้างของ MCS-51

จากรูปที่ 2.4 โครงสร้างของ MCS-51 ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ :-

1. CPU (Central Processing Unit) ซึ่งมีส่วยย่อยอีก แต่ละส่วนมีหน้าที่ต่างๆ ได้แก่ ส่วนสร้างสัญญาณควบคุม (Control Unit) ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล สำหรับนำข้อมูลไปเก็บไว้และอ่านเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Input / Output Device ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก

2.2.3 การจัดการหน่วยความจำของ MCS-51

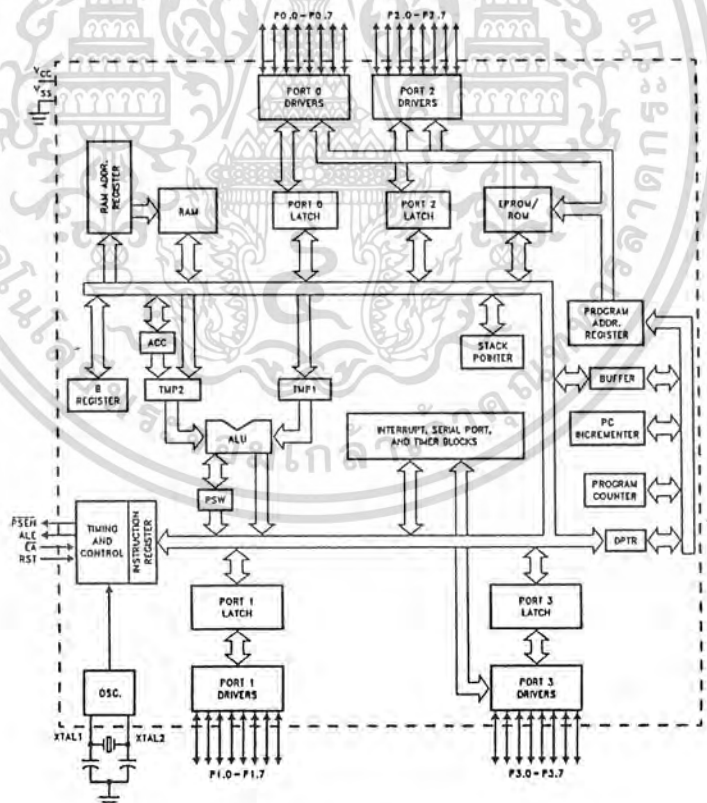
หน่วยความจำของ MCS-51 แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ :-

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำ ที่ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมการทำงาน ซึ่งจะเป็น ROM (Read Only Memory) เท่านั้น แบ่งเป็น หน่วยความจำภายใน (Internal Memory) ซึ่งจะอยู่ภายใน MCS-51 จำนวน 4 กิโลไบต์ ตำแหน่งของหน่วยความจำนี้อยู่ที่ 0000H ถึง 0FFFH และหน่วยความจำภายนอก(External Memory) ตำแหน่งหน่วยความจำจะอยู่ที่ 1FFFH ถึง FFFFH

2. Data Memory เป็นหน่วยความจำ ใช้สำหรับพักเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน การเขียนหรืออ่านจะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำประเภทนี้เป็น RAM (Random Access Memory) ซึ่งมีอยู่ภายใน MCS-51 จำนวน 128 ไบต์ ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และ อยู่ภายนอก MCS-51 มีได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH

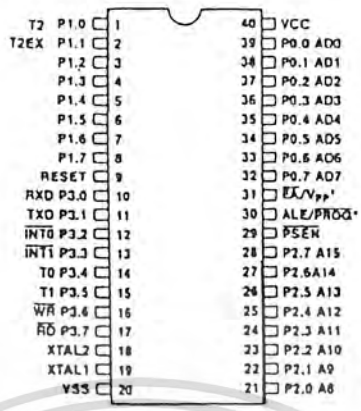
2.2.4 สถาปัตยกรรมของ MCS-51

สถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนย่อย ๆ ภายใน MCS-51 เพียงชิพเดียว ดังรูปที่ 2.5 และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขา (Pin) ต่างๆ ของ MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขา ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 บรรจุอยู่ในไอซีวงจรรวมแบบ Dual Inline Package (DIP) มีขาอยู่ข้างละ 20 ขา รวมทั้งหมด 40 ขานั้น จะใช้งานต่างๆกันดังนี้

- Vcc ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟเลี้ยง +5V
- Vss ขา 20 เป็นขาที่ต่อกับกราวน์
- Port 0 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิท อยู่ที่ขา 39 ถึง 32 เริ่มจากบิท 0 ถึงบิท 7 ตามลำดับ (P0.0 – P0.7) พอร์ต 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับ-ส่งตำแหน่ง และข้อมูลกับหน่วยความจำ หรือใช้เป็นพอร์ตรับ-ส่งข้อมูล
- Port 1 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิท คือ ขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) ใช้ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลเท่านั้น
- Port 2 อยู่ที่ขา 21 ถึง 28 เป็นพอร์ตขนาน 8 บิท คือขา P2.0 – P2.7 ใช้งาน 2 ลักษณะคือ ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก ค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 บิทบนของค่าตำแหน่ง และใช้เป็นพอร์ตรับ-ส่งข้อมูลกันภายนอก
- Port 3 คือ ขา P3.0 ถึง P3.7 (ขา 10-17) พอร์ตนี้ทำหน้าที่เป็น I / O Port และอีกหน้าที่คือ ส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไป สัญญาณต่างๆแต่ละบิทมีดังนี้ :-

  - P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม
  - P3.1/TXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช่ส่งข้อมูลแบบอนุกรม
  - P3.2/INT0 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- P3.3/INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก

- P3.4/T0 (Time/Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer / Counter 0 ที่ทำหน้าที่นับ จำนวนไซเคิลของสัญญาณ T0 นี้ หรือสัญญาณนาฬิกา

- P3.5/T1 (Time/Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer / Counter 1 ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับ T0

- P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูล ไปยังหน่วยความจำภายนอก

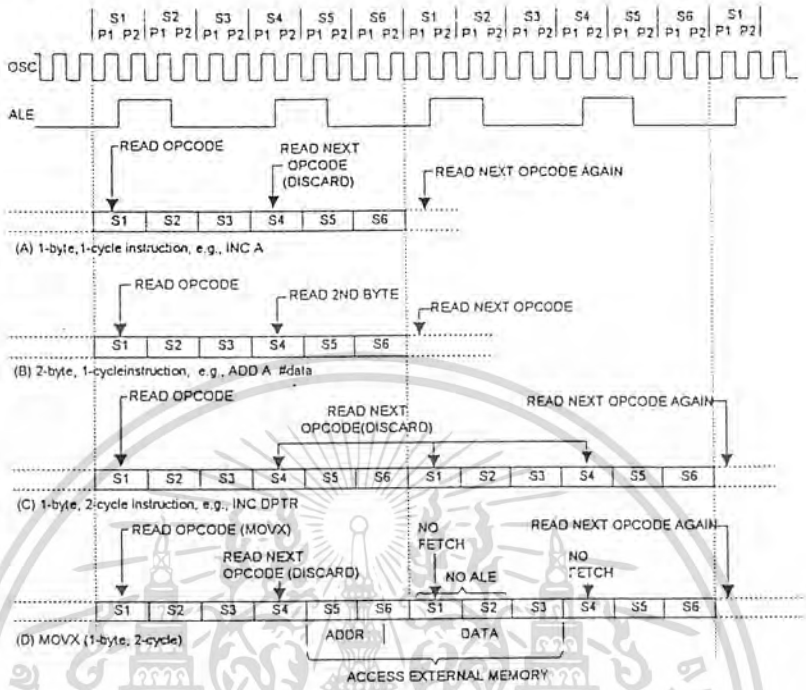
- P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูล สำหรับหน่วยความจำภายนอก

- RST ขา 9 ใช้สำหรับรีเซ็ทการทำงานของ MCS-51
- ALE (Address Latch Enable) อุปกรณ์ภายนอก จะใช้สัญญาณนี้ในการแลตช์ข้อมูลที่ส่งออกมาทางพอร์ต 0
- PSEN (Program Store Enable) ขาที่ 29 ใช้เมื่อต้องการอ่านคำสั่งที่จะนำไปใช้งานมาจากหน่วยความจำ สำหรับโปรแกรมภายนอก
- EA (External Access) คือขาที่ 31 เป็นขาอินพุตที่ต่อเข้าไปยังวงจร Timing and Control เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PS
- XTAL1 (ขา19) ขานี้จะต่อเข้ากับวงจรขยายแบบป้อนกลับเฟส (Inverting Amplifier) ที่ประกอบด้วย วงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งเป็นอินพุตเข้าสู่วงจร
- XTAL2 (ขา18) ขานี้เป็นจุดเอาท์พุตของวงจรขยายแบบกลับเฟส ที่ประกอบด้วย วงจรออสซิลเลเตอร์

2.2.5 การทำงานของ MCS-51

การทำงานของ MCS-51 ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งอยู่ในรูปของเลขฐานสองที่เก็บไว้ในหน่วยความจำประเภท Program Memory แต่ละคำสั่งอาจประกอบด้วย 1 , 2 หรือ 3 ไบท์ก็ได้ มากระทำตามคำสั่งนั้นโดยจะเริ่มจากการทำงานภายใน MCS-51 เองแล้วช่วงต่อไปจะเป็นช่วงการทำงานตามคำสั่ง (Execute Cycle) ซึ่งการทำงานดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับสัญญาณควบคุม ที่สร้างมาจากวงจร Oscillator ทำให้การทำงานต่างๆ เป็นไปตามลำดับ ที่ผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ดังในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงลำดับสถานะการทำงานใน MCS-51

จากรูปที่ 2.7 ในหนึ่งแมชชีนไซเคิล คือช่วงเวลาตั้งแต่ S1 ถึง S6 ซึ่งจะใช้เวลา 12 คาบของสัญญาณออสซิลเลเตอร์ หากใช้ออสซิลเลเตอร์ความถี่ 12 MHz จะได้ว่าใน 1 แมชชีนไซเคิลใช้เวลา 1 ไมโครวินาที ดังนั้นการทำงานใน 1 คำสั่ง ต่ำสุดจะกินเวลาเพียง 1 ไมโครวินาที รูปที่ 2.7(A) แสดงการทำงานของคำสั่ง INC A ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ ทำงานเสร็จภายใน 1 แมชชีนไซเคิล รูปที่ 2.7(B) แสดงการทำงานของคำสั่ง ADD A, # data ซึ่งเป็นคำสั่ง 2 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จภายใน 1 แมชชีนไซเคิล รูปที่ 2.7(C) แสดงการทำงานของคำสั่ง INC DPTR ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จภายใน 2 แมชชีนไซเคิล และ รูปที่ 2.7 (D) แสดงการทำงานของคำสั่ง MOVX ซึ่งเป็นคำสั่ง 1 ไบต์ แต่ทำงานเสร็จภายใน 2 แมชชีนไซเคิล

2.2.6 การอินเตอร์รัปต์

การอินเตอร์รัปต์ของ MCS-5 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้อย่างน้อย 5 ชนิด ได้แก่ :-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อินเตอร์รัปต์จากภายนอก 0 (External Interrupt 0)
- อินเตอร์รัปต์จากภายนอก 1 (External Interrupt 1)
- อินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 0 (Timer Flag Interrupt 0)
- อินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 (Timer Flag Interrupt 1)
- อินเตอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม (Serial Port Interrupt)

การอินเตอร์รัปต์ แต่ละชนิดที่ MCS-51 สามารถรับได้ แบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ :-

1. External Interrupt เป็นอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นจากภายนอก MCS-51 มี 2 ชนิด คือ External Interrupt 0 และ External Interrupt 1 โดยต่อเข้าที่ขา 12 (INT 0) และขา 13 (INT 1) ตามลำดับ ซึ่งสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดนี้ จะทำงานเมื่อสัญญาณภายนอก ที่ส่งเข้ามามีสถานะลอจิกเป็น 0

2. Timer Flag Interrupt อินเตอร์รัปต์ของกลุ่มนี้ ประกอบด้วย Timer Flag Interrupt 0 และ Timer Flag Interrupt 1 เป็นอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น จากภายในตัวเอง จะเกิดขึ้นโดยบิท TF0 หรือ TF1 ถูกเซ็ทเมื่อไทม์เมอร์ 0 หรือ ไทม์เมอร์ 1 เกิด overflow ขึ้นทำให้เกิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์เข้าไปขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม ที่ทำงานอยู่ขณะนั้น ให้ทำงานอื่นแทน

3. Serial Port Interrupt เป็นอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น จากภายในตัวชิพเอง สัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น ได้มาจากบิท TI หรือ RI บิทที่ควบคุมการอินเตอร์รัปต์ ทั้งสองนี้จะไม่ถูกเคลียร์ โดยฮาร์ดแวร์ใน MCS-51 เมื่อซีพียูไปทำงาน ในโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ เพราะการเกิดอินเตอร์รัปต์ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม อาจเกิดจากบิท RI หรือ TI ก็ได้ ดังนั้น โปรแกรมในส่วนบริการอินเตอร์รัปต์ จะต้องตรวจสอบเองว่า สัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้มาจากบิท TI หรือ RI บิททั้งสองจะถูกเคลียร์โดยซอฟแวร์เท่านั้น

การใช้งานเกี่ยวกับ การอินเตอร์รัปต์นั้น จะมี Special Function Register ที่เกี่ยวข้องโดยตรง 2 ตัว ได้แก่ IE (Interrupt Enable) และ IP (Interrupt Priority) รีจิสเตอร์ IE สามารถควบคุม การอินเตอร์รัปต์ใน MCS-51 ได้ทั้งหมด โดยใช้บิท EA ให้มีค่าเป็น 0 สัญญาณอินเตอร์รัปต์ทุกชนิด ที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถ อินเตอร์รัปต์ MCS-51ได้ สำหรับรีจิสเตอร์ IP นั้น เราสามารถจัดลำดับความสำคัญของการทำอินเตอร์รัปต์ได้โดยเซทบิทเป็น 1 สำหรับอินเตอร์รัปต์ ที่มีความสำคัญสูง และ เซทบิทให้เป็น 1 สำหรับอินเตอร์รัปต์ ที่มีความสำคัญต่ำ แต่ถ้าไม่ได้จัดลำดับความสำคัญการทำอินเตอร์รัปต์ จะเป็นไปตามตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERRUPT	PRIORITY LEVEL
1. IE0	High Priority
2. TF0	
3. IE1	
4. TF1	
5. Serial	Low Priority

ตารางที่ 2.1 แสดงลำดับความสำคัญของการทำอินเตอร์รัปต์

สำหรับการทำอินเตอร์รัปต์ นั้น ตัว MCS-51 ได้กำหนดแอดเดรสหน่วยความจำของโปรแกรมบริการ ของแต่ละอินเตอร์รัปต์ ดังตารางที่ 2.2

INTERRUPT	ADDRESS (HEX)
IE0	0003
TF0	000B
IE1	0013
TF1	001B
Serial	0023

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

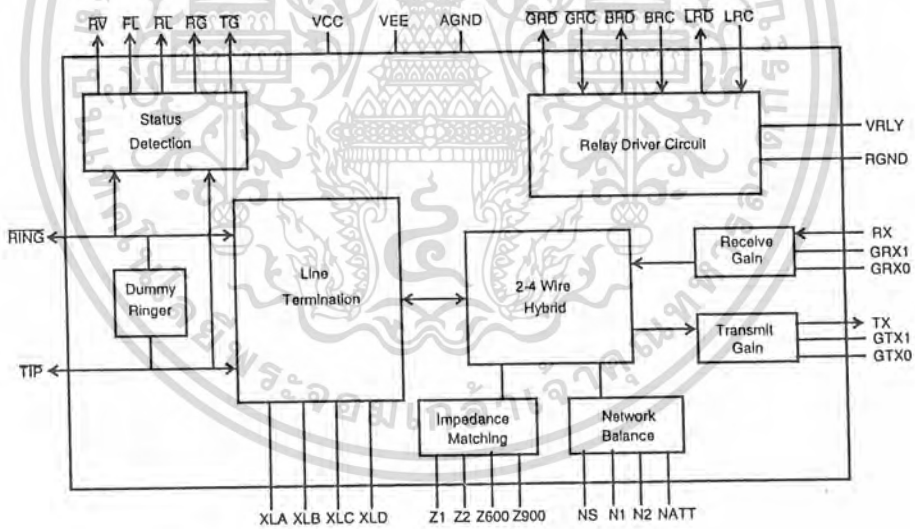
บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 ภาค Line Interface & Detect Ring

ภาค Line Interface นี้ ใช้ไอซีเบอร์ MH 88632 ผลิตโดยบริษัท Mitel Corporation ซึ่งบรรจุอยู่ในแพคเกจขนาด 40 ขา สามารถใช้ไฟเลี้ยง (Power Supply) ขนาด 5 โวลต์ ซึ่งทำหน้าที่เป็น Interface Circuit ระหว่างชุมสายโทรศัพท์และอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ สำหรับเพื่อใช้งานด้าน วงจรเสียง และ ส่วนของสัญญาณควบคุม (Singnalling Link) โดยจะทำหน้าที่ แปลงวงจรระหว่าง 2 Wire กับ 4 Wire สามารถเปลี่ยนแปลง อินพุตอิมพีแดนซ์ได้ เป็น 600 โอห์ม หรือ 900 โอห์ม และยังสามารถ กำหนดอัตราการขยาย (Gains) ได้

3.1.1 โครงสร้างของไอซี MH 88632



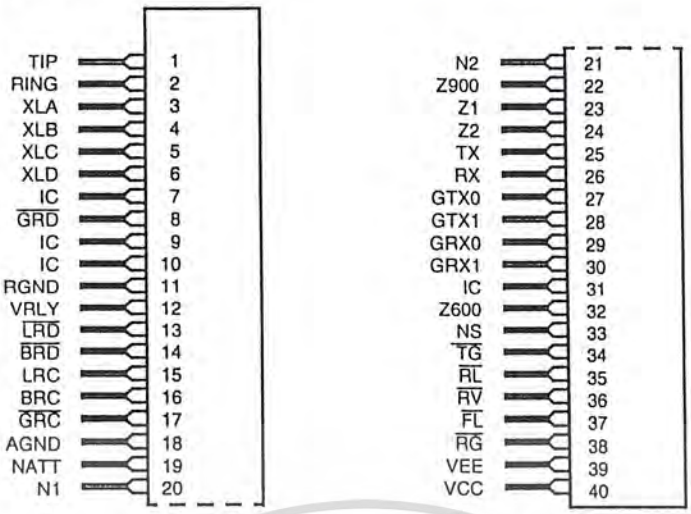
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในของไอซี MH 88632

จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรม แต่ละส่วนของ MH 88632 ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญต่างๆ คือ Loop Terminal , 2-4 Wire Hybrid , Status Detection และ Loop Relay Driver

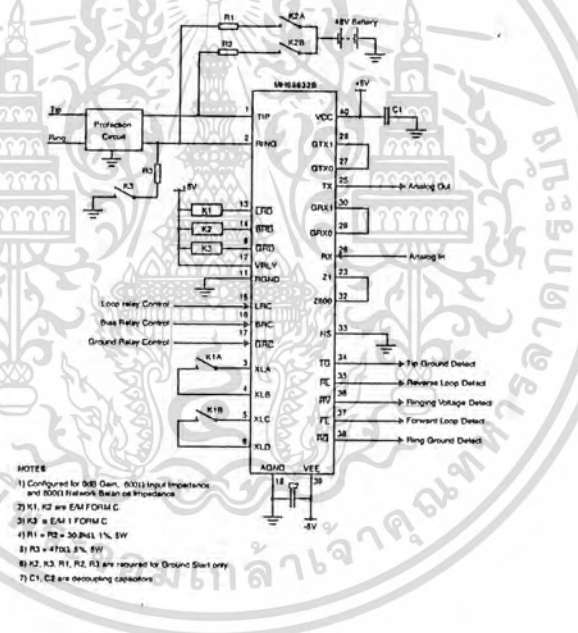
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1.2 การนำไปใช้งาน



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งขาของไอซี MH88632



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อไอซี MH 88632

จากรูปที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าไม่ต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกมากนัก สามารถต่อขาต่างๆ ของไอซีมาใช้งานได้เลย มีดังนี้ คือ :-

- ขา 1 (Tip) และขา 2 (Ring) เป็นขาสำหรับต่อเข้ากับสายโทรศัพท์
- ขา 13 (LRD) เป็นขาที่ใช้ขับให้ Relay K1 ทำงานสำหรับการรับสายโดยการควบคุมจากขา 15 (LRC) ซึ่งเป็น Loop Relay Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32589

- ขา 22 (Z900) ขา 23 (Z1) และขา 32 (Z600) ใช้สำหรับกำหนดอินพุต อิมพีแดนซ์ ถ้าเป็น 600 โอห์ม ใช้ขา 23 ต่อกับขา 32 หรือถ้า 900 โอห์ม ใช้ขา 22 ต่อกับขา 23
- ขา 25 (Tx) เป็น Audio Out และขา 26 (Rx) เป็น Audio In ทำหน้าที่ รับส่งสัญญาณเสียง ซึ่งสามารถกำหนดอัตราขยายได้ โดยการต่ออุปกรณ์เพิ่ม ที่ขา28 (GTX1) และขา 30 (GRX1)
- ขา 36 (RV) เป็น Ring Detect ทำหน้าที่ส่งสัญญาณพัลส์ ตามจังหวะของสัญญาณกระดิ่ง และนำมาต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อส่งให้ Relay K1 ที่ขา 13 ทำงาน

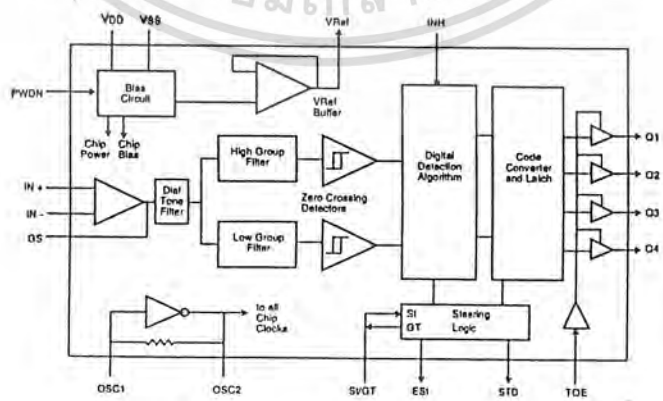
3.2 ภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

3.2.1 บทนำ

สำหรับการถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ เราเลือกใช้ไอซีสำเร็จรูปเบอร์ MT 8870 ในการถอดรหัสสัญญาณ DTMF เนื่องจากเป็นไอซีที่หาได้ง่าย และมีประสิทธิภาพดี เป็นที่นิยมใช้แพร่หลาย

รายละเอียดของ ไอซีเบอร์ MT 8870 :-

- คุณสมบัติของ MT 8870 เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF (DTMF Receiver & Decoder)
  - กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
  - สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
  - สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
  - เป็นไอซีคุณภาพสูง
- โครงสร้างของ MT 8870



รูปที่ 3.4 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

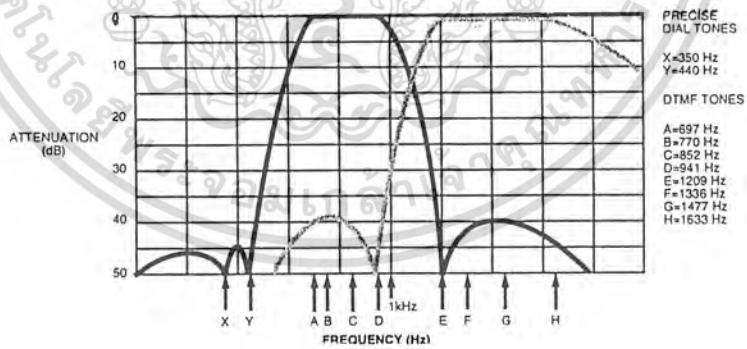
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของ MT 8870 ประกอบไปด้วย วงจรความถี่และวงจรถอดรหัส ฟังก์ชั่นทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2 - CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิทซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่อกับอุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรแลทช์ 3 สถานะ ภายในโครงสร้างของ MT 8870 จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ :-

- ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
- ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

3.2.2 ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่ผ่านอันดับ 6 ชนิด สวิทซ์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switched Capacitor Band Pass Fitter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 3.5 แสดงภาคกรองสัญญาณความถี่

3.2.3ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้ามาวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่ในช่วงที่ DTMF ต้องการหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เพื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา Est (Early stering) หรือขา 16 ก็จะแอคทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มโทรศัพท์ ให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะได้รับโดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้RC ต่อภายนอกสัญญาณขา Est จะเป็น "High" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา ทำให้ VC สูงขึ้นตัวเก็บประจุ VC จะคายประจุทำให้แรงดัน VC สูงขึ้นถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดในการทำงานดูได้จากแผนภูมิเวลาหรือไทมิ่งไดอะแกรม (Timing Diaram) จะเข้าใจได้ง่ายสำหรับการ์ดไทม์ (Gardtime) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง หรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป

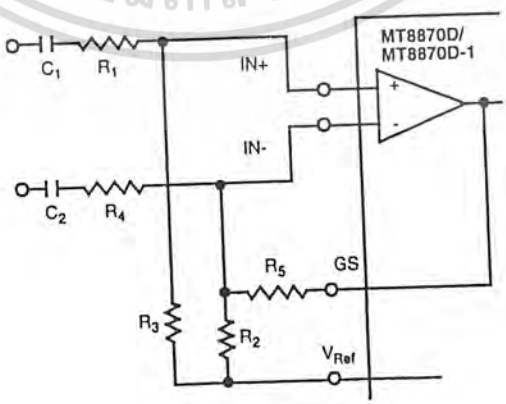
3.2.5 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุตของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับตัวอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปดังรูปที่ 3.6 ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

$$R_3 = \frac{R_2 \times R_5}{R_2 + R_5}$$

อัตราขยาย $Av_{dif} = R_5/R_1$

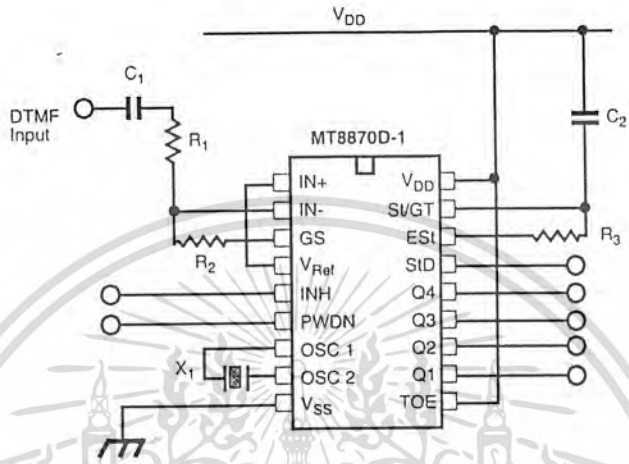
อินพุทอิมพีแดนซ์ $(Zidif) = 2\sqrt{(R_1)^2 + (1/wc)^2}$



รูปที่3.6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรการต่อใช้งานที่กำหนดค่าต่าง ๆ มาโดยเฉพาะการทำงานสำหรับวงจรการถอดรหัส DTMF นั้นเมื่อผู้เรียกกดเลขหมาย หลังจากได้รับการตอบรับเรียบร้อยแล้วสัญญาณความถี่สองความถี่ที่ผสมกันมา จะเข้าสู่วงจรการถอดรหัส DTMF เบอร์ MT 8870 ถอดรหัสแล้วจะได้เอาต์พุตออกมาเป็น 4 บิต แล้วส่งไปส่วนควบคุมต่อไป



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรถอดรหัส DTMF

3.2.6 ขั้นตอนการทำงาน

เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในการทำงาน และหน้าที่ของเขาต่าง ๆ ของ MT 8870 ในการต่อเข้าเป็นระบบเชื่อมโยงกับส่วนอื่น ๆ สามารถที่จะอธิบายด้วยแผนภูมิเวลาข้างล่างนี้

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาไม่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลทช์ไว้ที่เอาต์พุต

C - ช่วงความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังคงแลทช์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

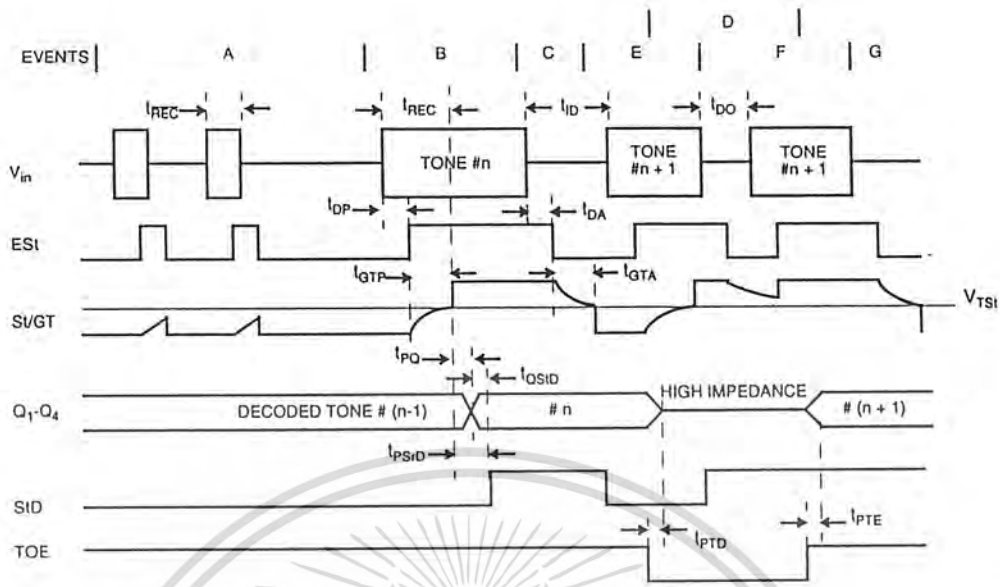
D - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็น High Impedance

E - ความถี่ #n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลทช์ไว้

F - ความถี่ #n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงแลทช์อยู่

G - จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังแลทช์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้องเข้ามา

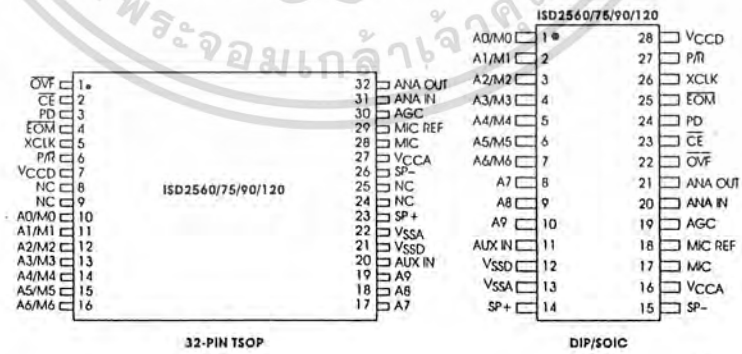
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของ MT 8870

3.3 ภาคบันทึกเสียงพูด

ภาคบันทึกเสียงพูดจะใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ ISD2590 ซึ่งผลิตโดยบริษัท ChipCorder มีคุณสมบัติสามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้ภายในตัวเอง เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงก็ยังสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ การบันทึกเสียงนั้นอาศัยเทคโนโลยีการบันทึกเสียงทางอนาลอก ซึ่งมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ภายในที่เรียกว่า Nonvolatile Memory สามารถบันทึกเสียงได้นาน 90 วินาที รูปร่างและลักษณะการจัดเรียงขาของไอซี ISD2590 แสดงไว้ในรูปที่ 3.9



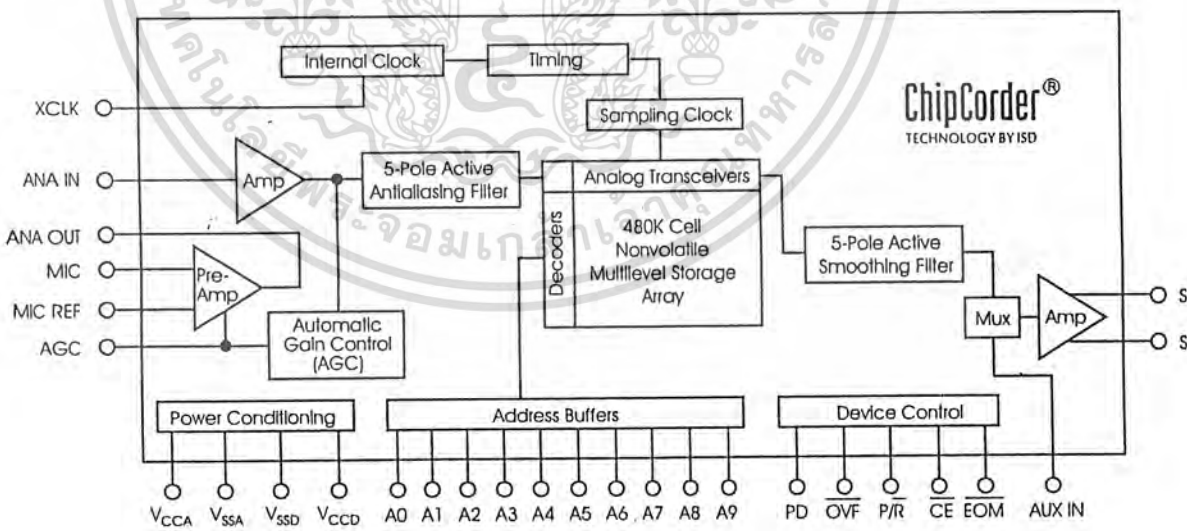
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ ไอซี ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทั่วไปของ **ISD2590**

- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้ง่ายดาย
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อการใช้งาน
- ให้เสียงตอบสนองที่ใกล้เคียงเสียงต้นฉบับ
- สามารถควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
- มีระยะเวลาในการบันทึกเสียงนาน 90 วินาที
- สามารถต่อแคสเคสกันเพื่อขยายระยะเวลาการบันทึกเสียงได้โดยตรง
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาในตัว
- มีวงรอบการบันทึกใหม่ได้ถึง 100,000 ครั้ง

โครงสร้างภายในของไอซี ISD2590 แสดงดังบล๊อกไดอะแกรมรูปที่ 3.10 ภายในประกอบด้วย วงจรกำเนิดความถี่ วงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ วงจรขยายสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน วงจรเก็บข้อมูลสัญญาณเสียง ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงตลอดเวลา และหน่วยความจำนี้ สามารถลบแล้วบันทึกใหม่ได้



รูปที่ 3.10 แสดงโครงสร้างภายใน ไอซี ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของขาอุปกรณ์

- **Microphone Input (MIC)**

ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายวงจรปรีแอมป์ให้มีการขยายอยู่ในช่วง --15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนจากภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ค่าความจุของ Capacitor จะกำหนดโดยคำนึงถึงค่าความต้านทานภายในของไอซี (10 kohm) เพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

- **Microphone Reference Input (MIC REF)**

ขา 18 นี้ จะต่อเข้ากับกราวด์ อะนาลอก (Vssa) โดยต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุเพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุทขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

- **Analog Output (ANA OUT)**

ขา 20 จะรับสัญญาณผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกคับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายในค่า 3 kohm ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์เพื่อจะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัดออฟ

- **Automatic Gain Control Input (AGC)**

ขา19 เป็นอินพุทเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิกเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านความถี่กว้างมากของสัญญาณทางด้านอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต่อรวมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยค่าความต้านทานภายใน 5kohm และจะต่อกับ C ภายนอกอีกตัวหนึ่งเพื่อผ่านลงกราวด์อะนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ R=470k, C=4.7 uF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Speaker Outputs (SP +,/SP-)**

ขา 14,15 เป็นขาเอาต์พุทต่อออกลำโพง ในไอซีจะมีวงจรสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพงซึ่งมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุทได้ 50 mW ที่โหลดลำโพง 16 ohm ขา o/p นี้ไม่สามารถต่อขนานกันหลายตัวได้ในกรณีที่ต่อคาสเคสกันหลายตัว

- **Power Down Input (PD)**

ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น "1" ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมาก ๆ แต่เมื่อขา VOF มีสภาวะเป็น "0" ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น "1" อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซตและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

- **Chip Enable Input ($\overline{CE}$)**

ขา 23 ขา $\overline{CE}$ จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ "0" เพื่อทำการเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุตและขา $\overline{P/R}$ อินพุตจะถูกแลตซ์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$

- **Playback/Record Input ($\overline{P/R}$)**

ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ "1" จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ "0" จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา $\overline{CE}$ จะเป็นการแลตซ์อินพุตที่ขา $\overline{P/R}$

- **Address/Mode Inputs (AO-A9/Mo-M6)**

ขา 1-10 ขาแอดเดรสและโหมดอินพุตจะมีอยู่สองฟังก์ชันที่อยู่กับระดับสองMSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBS เป็น "0" อินพุตก็จะมาปรากฏที่แอดเดรสบิตทั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรส เริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาดแอดเดรสจะเกิดการแลตซ์ โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา $\overline{CE}$ และถ้า MSBS มีสถานะเป็น "1" ขาดแอดเดรส/โหมดอินพุตจะมาขึ้นอยู่ที่โหมดบิตทั้งหมดและเกิดการแลตซ์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา $\overline{CE}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **External Clock Input (XCLK)**

ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอกเพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณกำหนดไว้ภายในแล้วซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้ เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

- **End-Of-Message/Run Output ($\overline{\text{EOM}}$)**

ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non-volatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา $\overline{\text{EOM}}$ นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น "0" เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

- **Overflow Output ($\overline{\text{OVF}}$)**

ขา 22 สัญญาณพัลส์ "0" จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้วและจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา $\overline{\text{OVF}}$ นี้จะจ่ายให้กับขา $\overline{\text{CE}}$ อินพุตจนกว่าขา $\overline{\text{OVF}}$ จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซต และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา $\overline{\text{OVF}}$ นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25XX ในตัวถัดไปได้เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

- **Auxiliary Input (AUX IN)**

ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตของวงจรขยายภายในและขับออกสู่ขาเอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น "1" วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด ISD25XX กันหลาย ๆ ตัวขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณแล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

- **Voltage Inputs (Vcca, Vccd)**

ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอะนาลอกและวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Ground Inputs (Vssa, Vssd)**

ขา 12 และ ขา 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD25XX จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอะนาลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองจะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

โหมดการทำงาน (Operation Mode)

ISD 2590 ได้รับการออกแบบให้ภายในบรรจุโหมดการทำงานหลาย ๆ โหมดเพื่อใช้งานร่วมกับส่วนประกอบอื่น ๆ

โหมดการทำงานเหล่านี้ได้อธิบายรายละเอียดข้างล่างนี้ ISD 2590 จะใช้ขา address แทนโหมดการทำงานโดยมีบิตที่สำคัญที่สุด (MSBs) คือ high ส่วนสัญญาณแอดเดรสส่วนที่เหลือจะถูกแปลงเป็นโหมดบิตและNOT จะถูกแปลงเป็นแอดเดรสบิตเพราะฉะนั้นโหมดการทำงานและแอดเดรสโดยตรงของ ISD 2590 จะไม่สอดคล้องกันและไม่สามารถที่จะใช้งานพร้อมกันได้สำหรับโหมดการทำงานจะต้องพิจารณาส่วนสำคัญ 2 อย่างด้วยกันคืออย่างแรกการเริ่มต้นการทำงานจะต้องเริ่มที่ address 0 ซึ่งเป็นแอดเดรสว่างของ ISD 2590 ต่อจากนั้นจึงสามารถเริ่มต้นที่ตำแหน่งแอดเดรสอื่น ๆ ได้ขึ้นอยู่กับการเลือกโหมดการทำงานนอกจากนั้นตัวชี้แอดเดรสจะถูก reset ไปที่ 0 เสมอเมื่ออุปกรณ์ถูกเปลี่ยนจากการบันทึกไปเป็นการเล่นกลับและจากการเล่นกลับไปเป็นการบันทึก (ยกเว้นโหมด M6) หรือเมื่อ Power Down Cycle จะถูกทำให้ทำงานอย่างที่สองโหมดการทำงานเมื่อ $\overline{CE}$ เป็น LOW และ MSBs ทั้งสองเป็น High โหมดการทำงานนี้จะยังคงทำงานอยู่จนกว่าสัญญาณต่อไปของ $\overline{CE}$ เป็น LOW ที่แอดเดรสปัจจุบัน mode level ถูกสุ่มตัวอย่างและทำให้ทำงาน

การอธิบายโหมดการทำงาน (Operational Mode Description)

โหมดการทำงานสามารถต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้หรือสามารถใช้เป็น Hard-Wire ให้กับการทำงานของระบบที่เราต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดควบคุม	หน้าที่	การใช้	ต่อใช้ร่วมกับ
MO	message cueing	ข้อความเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว	M4,M5,M6
M1	delete EOM Markers	ตำแหน่ง EOM marker ที่จุดปลายของข้อความที่แล้ว	M3,M5,M6
M2	non applicable	สำรอง	MA
M3	looping	การเล่นกลับแบบต่อเนื่องจากแอดเดรส 0	M1,M5,M6
M4	connective Addressing	บันทึก/เล่นติดต่อกันหลายข้อความ	M0,M1,M5
M5	CE level-activated	ยอมให้หยุดข้อความ	M0,M1,M3 M4
M6	push-bottom control	อินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่น	M0,M1,M3

ตารางที่3.1 แสดงโหมดการทำงานของ IC ISD 2590

- **M0-Message cueing**

Message cueing ยอมให้ผู้ใช้งานสามารถข้ามผ่านข้อความโดยที่ไม่ต้องรู้ถึง Physical address ที่แท้จริงของแต่ละข้อความได้ $\overline{CE}$ low pulse แต่ละ pulse เป็นเหตุที่ทำให้ตัวชี้ตำแหน่งแอดเดรสภายในข้ามผ่านไปยังตัวข้อความตัวต่อไป โหมดนี้ควรจะใช้สำหรับการเล่นกลับเท่านั้นและใช้ร่วมกับโหมดการทำงาน M4

- **M1-Delete EOM Markers**

โหมดการทำงาน M1 จะยินยอมให้ข้อความที่ได้รับการบันทึกตามลำดับรวมกันให้กลายเป็นข้อความๆ เดียวได้โดยเพียงตั้ง $\overline{EOM}$ Markers ที่ปลายข้อความที่นำมารวมกัน

- **M2-Unused**

เมื่อโหมดการทำงานโหมดนี้ถูกเลือกใช้ขา M2 จะต้องเป็น LOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **M3-Message Looping**

โหมดการทำงาน M3 ใช้สำหรับการเล่นกลับซ้ำอย่างต่อเนื่องแบบอัตโนมัติของข้อความที่อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของแอดเดรสว่างเมื่อข้อความ CAN บรรจุลงใน ISD 2590 อย่างสมบูรณ์แล้ว ISD 2590 จะลูปจากจุดเริ่มต้นไปจุดสุดท้ายโดยที่ $\overline{OVF}$ ไม่เป็น LOW

- **M4-Consecutive Addressing**

ระหว่างการทำงานในขณะปกติ ตัวชี้แอดเดรสจะรีเซตเมื่อข้อความถูกเล่นผ่านไปที่ $\overline{EOM}$ marker โหมดการทำงาน M4 จะกีดกันการรีเซตของตัวชี้แอดเดรสบน $\overline{EOM}$ และไม่ยอมให้ข้อความถูกเล่นกลับแบบเรียงลำดับ

- **M5-CE Level Activated**

Default mode สำหรับ ISD 2590 ใช้เพื่อทำให้ $\overline{CE}$ กลายเป็น edge-activated บนการบันทึกโหมดการทำงาน M5 จะเป็นเหตุที่ทำให้ขา $\overline{CE}$ ถูกแปลงไปเป็น level-activated เพื่อที่จะไม่ให้กลายเป็น edge-activated ระหว่างการเล่นกลับในโหมดนี้ $\overline{CE}$ low จะเริ่ม playback cycle ,$\overline{CE}$ high หยุด cycle และเมื่อเป็น $\overline{CE}$ low อีกครั้งจะเริ่มการเล่นที่จุดที่ซึ่งข้อความถูกทำให้หยุดโดยที่ไม่ต้องทำการรีเซตตัวชี้แอดเดรส

- **M6-Push-Buttom Mode**

ชุดอุปกรณ์ ISD 2590 บรรจุไปด้วยโหมดการทำงาน push-button โหมด push-button ชั้นต้นถูกประยุกต์ใช้กับต้นทุนต่ำและถูกออกแบบมาเพื่อใช้ลดอุปกรณ์ ภายนอกและวงจรให้น้อยลงเป็นการช่วยลดราคาของระบบให้น้อยลง เพื่อที่จะจัดโครงสร้างของอุปกรณ์ในโหมดการทำงาน push-button บิตที่มีนัยสำคัญที่สุด 2 บิต (ขา9 และขา 10) ต้องเป็น high และขาโหมด M6 (ขา 7) ต้องเป็น high ด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในโหมดนี้ power จะลดลงที่จุดปลายของการเล่นกลับแต่ละครั้งหรือตอนบันทึกภายหลัง $\overline{CE}$ เป็น high

เมื่อ โหมดการทำงานนี้ถูกประยุกต์ใช้ขาต่าง ๆ บนอุปกรณ์มีหน้าที่ดังนี้

Pin name	**หน้าที่ในโหมดการทำงาน push-button**
ขา 23 CE	เริ่มต้นและหยุด push-button (low pulse activated)
ขา 24 PD	หยุดรีเซต push-button (high pulse activated)
ขา 25 EOM	active-high run indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 แสดงการทำงานของโหมด Push-Button

- ขา 23 : CE (start/pause)

ในโหมดการทำงานแบบ push-button ขา CE จะทำงานเป็น LOW-going pulse activated start/pause signal ถ้าไม่ทำงาน LOW-going pulse บนสัญญาณนี้จะเริ่มการเล่นกลับหรือเริ่มการบันทึกตามระดับบนขา P/R พัลส์ต่อมาบนขา $\overline{CE}$ ก่อนจะถึง End of message ในตอนเล่นกลับหรือเกิดการ overflow จะเป็นเหตุให้อุปกรณ์หยุดทำงาน address counter จะไม่เริ่มรีเซตและ $\overline{CE}$ pulse อื่น ๆ จะเป็นเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานต่อไปจากจุดที่ซึ่งมันถูกทำให้หยุด

- ขา 24: PD (stop/reset)

ในโหมดการทำงานแบบ push-button ขา PD จะทำงานเป็น HIGH-going pulse activated stop/reset signal HIGH-going pulse สามารถดูได้บน PD ในขณะที่ทำการเล่นกลับหรือบันทึก

- ขา 25: $\overline{EOM}$ (run)

ในโหมดนี้ $\overline{EOM}$ จะกลายเป็น active-HIGH run signal ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อรับ LED หรือ อุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ มักจะเป็น HIGH เมื่อใดก็ตามที่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ

การบันทึกในโหมด push-button

1) ขา PD ควรเป็น LOW โดยปกติจะใช้ pull down resistor

2) ขา $\overline{P/R}$ ทำให้เป็น LOW

3) ขา $\overline{CE}$ เป็น low เมื่อเริ่มการบันทึก $\overline{EOM}$ เป็น HIGH เพื่อที่จะแสดงการทำงาน

4) ขา $\overline{CE}$ เป็น low เมื่อหยุดการบันทึก $\overline{EOM}$ กลับไปเป็น low ตัวชี้แอดเดรสภายในจะไม่เคลียร์แต่ $\overline{EOM}$ marker จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อที่จะชี้จุดสิ้นสุดของข้อความและขาP/R อาจจะเป็น HIGH เกิดขึ้นในขณะนั้นต่อมา $\overline{CE}$ จะเริ่มเล่นกลับที่แอดเดรส 0

5) ขา $\overline{CE}$ เป็น LOW การบันทึกเริ่มต้นที่แอดเดรสต่อไป $\overline{EOM}$ กลับไปเป็น HIGH (หมายเหตุ: ถ้าขาโหมดการทำงาน M1 เป็น HIGH บิต $\overline{EOM}$ ที่ได้เขียนครั้งที่แล้วจะถูกลบและการ□□□จะเริ่มต้นที่แอดเดรสนั้น)

6) เมื่อการบันทึกต่อ ๆ มาเสร็จสิ้นลง final $\overline{CE}$ pulse low จะสิ้นสุด record cycle ครั้งที่แล้ว

การเล่นกลับในโหมด push-button

1) ขา PD ควรจะเป็น LOW

2) ขา $\overline{P/R}$ เป็น HIGH

3) ขา $\overline{CE}$ เป็น LOW การเล่นกลับเริ่มต้น $\overline{EOM}$ เป็น HIGH เพื่อแสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น พร้อมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ถ้าขา $\overline{CE}$ เป็น LOW หรือ $\overline{EOM}$ marker กระทำอีกครั้งระหว่างการทำงานเมื่อ $\overline{EOM}$ กลับไปเป็น LOW ขา P/R อาจจะถูกทำให้เปลี่ยนไป

5) ขา $\overline{CE}$ เป็น LOW อีกครั้งการเล่นกลับจะเริ่มต้น

6) การเล่นกลับจะกระทำจากข้อ 4 และ 5 จนกว่า PD จะเป็น HIGH หรือเกิดการ overflow เกิดขึ้น

7) ถ้าเกิดการ overflow $\overline{CE}$ low จะรีเซตตัวชี้แอดเดรสและจะเริ่มต้นการเล่นกลับจากจุดเริ่มต้นหลังจาก PD pulse

หมายเหตุ โหมด push-button สามารถต่อใช้ร่วมกับโหมด M0,M1 และ M3 ได้

การออกแบบชุดกำเนิดเสียง

จากทฤษฎีและคุณสมบัติของ ISD 2590 จะพบว่าในการใช้งานของไอซีบันทึกเสียงดังกล่าวนี้มีข้อดี คือ อุปกรณ์ต่อพ่วงมีน้อย จึงทำให้การออกแบบและการสร้างวงจรบันทึกเสียงไม่มีปัญหามากนัก รวมทั้งชุดบันทึกเสียงที่ใช้ไอซี ISD 2590 มีวงจรการทำงานที่ไม่ซับซ้อนและยุ่งยากมากเนื่องจากไอซีดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

● **การบันทึกเสียง**

ในการบันทึกเสียงเริ่มจากการจัดขาแอดเดรสให้กับ ISD 2590 จากนั้นทำการบันทึกโดยจัดตำแหน่งของสวิทช์ต่างๆ ให้ถูกต้องแล้วทำการบันทึกเสียง เช่น พยางค์ " หนึ่ง " จะอยู่ที่แอดเดรส 00H หรือ พยางค์ " สิบ" จะอยู่ที่แอดเดรส 60H เป็นต้น

นอกจากนี้เมื่อทำการบันทึกเสร็จแล้วก็สามารถทดลองเล่นกลับได้ รวมทั้งเราสามารถที่จะบันทึกเสียงซ้ำได้ด้วย เมื่อต้องการเปลี่ยนข้อความใหม่ โดยต้องกำหนดแอดเดรสในข้อความนั้นๆ ให้ถูกต้องด้วยเช่นกัน

การบันทึกเสียงพูดลงใน ISD 2590 สามารถกำหนดตามตำแหน่งต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับข้อความหรือพยางค์ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งการนำแอดเดรสต่างๆไปใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วย

สำหรับการออกแบบวงจรบันทึกเสียงดังแสดงในรูปที่ 3.11

●**การกำหนดแอดเดรสในการบันทึกเสียง**

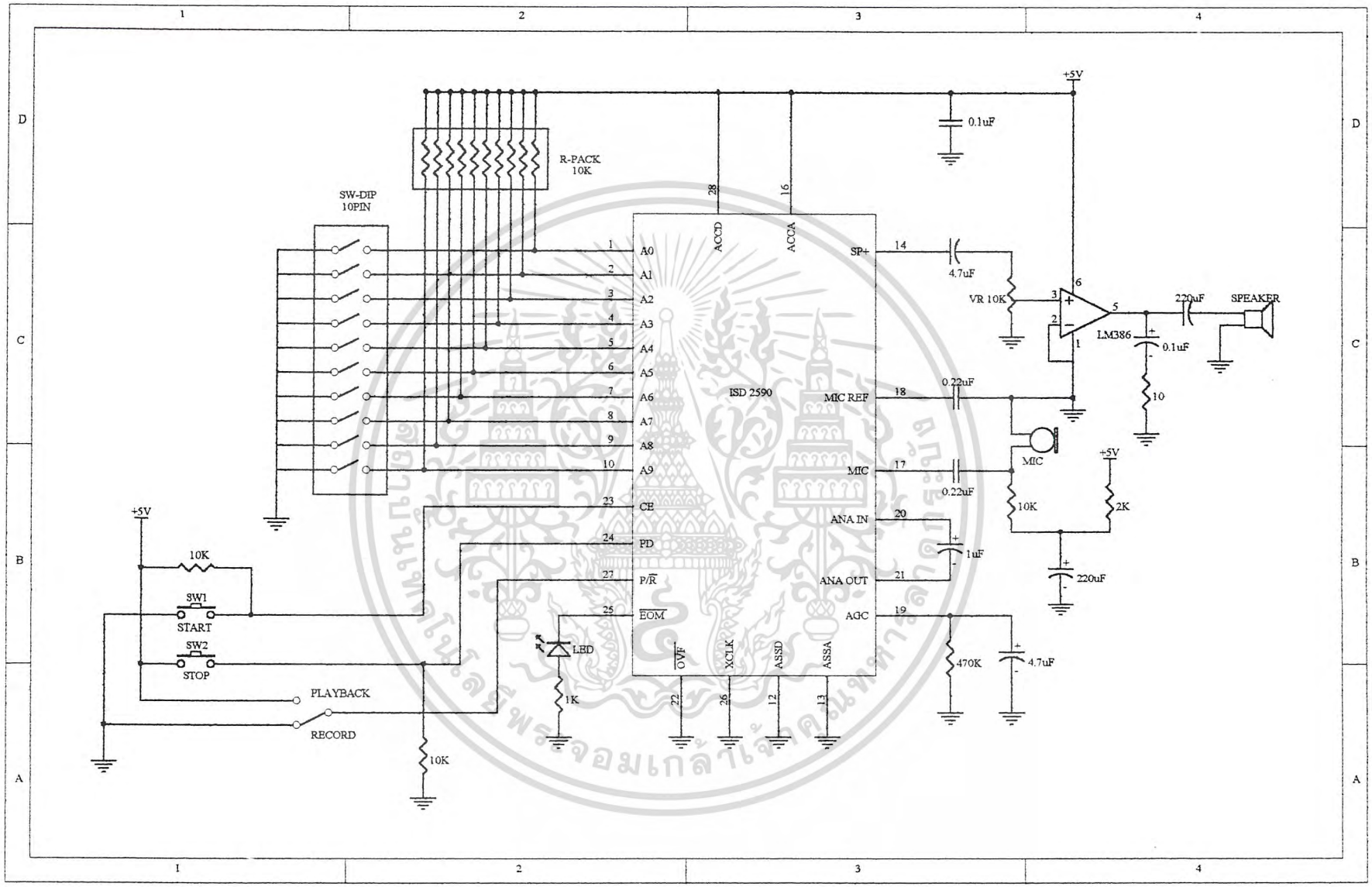
ส่วนของการกำหนดแอดเดรสในการบันทึกเสียงสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้ :-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	ข้อความ
00	หนึ่ง
07	สอง
0E	สาม
15	สี่
1D	ห้า
26	หก
2F	เจ็ด
38	แปด
3F	ศูนย์
47	กด
4F	ทั้งหมด
58	เลือก
5E	ปิด
65	เปิด
6D	อื่น
76	องศา
7F	ยี่สิบ
87	ตั้ง
8E	อุณหภูมิ
97	สี่เหลี่ยม
A0	ดอกจัน
AA	ช่องควบคุม
B6	ถ้าต้องการ
C2	กรุณากดรหัสผ่าน
D6	รหัสผิดโปรดกดรหัสใหม่อีกครั้ง
F0	ออกจากโปรแกรม
FB	กดเครื่องหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงการบันทึกเสียงใน ISD 2590



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรภาคบันทึกเสียงโดยใช้ ISD 2590

3.4 ภาคควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ

ภาคควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศใช้ไอซีเบอร์ DS1620 ซึ่งเป็นไอซี Digital Thermometer และเป็น Themostat ด้วยในตัว ซึ่งอุณหภูมิที่อ่านได้จะเป็นข้อมูลแบบไบนารี่ 9-bit โดยบิตที่ 9 จะใช้แสดงอุณหภูมิ ± โดยที่อุณหภูมิที่สูงกว่าหรือเท่ากับศูนย์องศาจะแทนด้วย 0, และอุณหภูมิติดลบจะแทนด้วย 1 ตัวอย่างการแปลงอุณหภูมิแสดงได้ดังตารางที่ 3.4

TEMP	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0 11111010	00FAh
+25°C	0 00110010	0032h
+0.5°C	0 00000001	0001h
0°C	0 00000000	0000h
-0.5°C	1 11111111	01FFh
-25°C	1 11001110	01CEh
-55°C	1 10010010	0192h

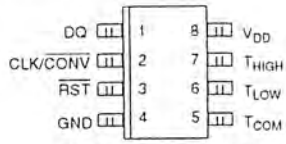
ตารางที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและข้อมูลที่อ่านได้จาก DS1620

คุณสมบัติทั่วไปของ DS1620

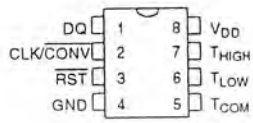
- ไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติม สามารถต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง และยังสามารถทำงานได้แบบ Stand alone
- สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55°C ถึง +125°C ความละเอียด 0.5 °C
- ให้เอาท์พุทเป็นไบนารี่ 9-bit พร้อมเครื่องหมาย ±
- สามารถตั้งอุณหภูมิในโหมดการทำงานแบบ Thermostat ได้และข้อมูลไม่สูญหายขณะไฟเลี้ยงดับ
- มีการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ 3-สาย หรือการเชื่อมต่อแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN ASSIGNMENT



DS1620S 8–PIN SOIC (208 MIL)
See Mech Drawings Section

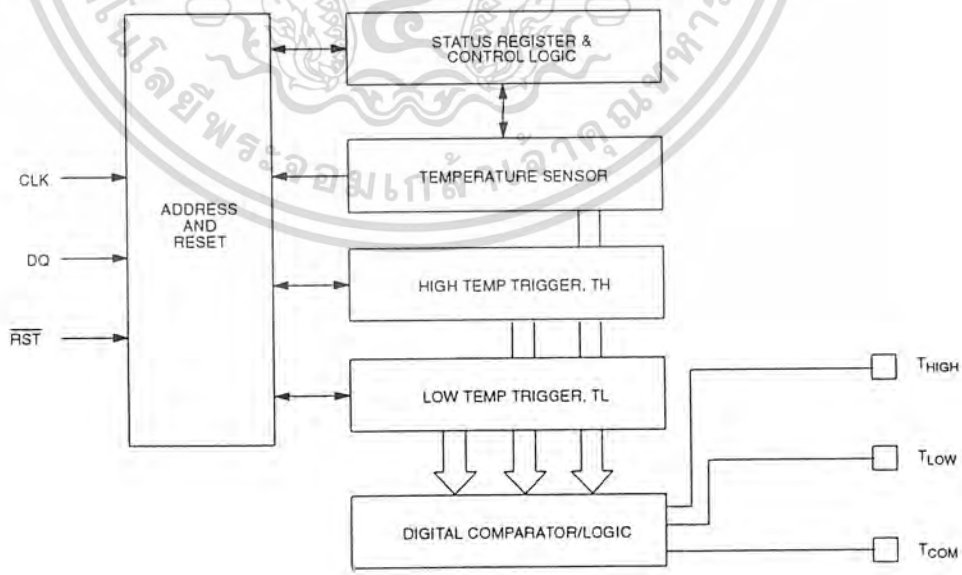


DS1620 8–PIN PDIP (300 MIL)
See Mech Drawings Section

PIN DESCRIPTION

DQ	–	3–Wire Input/Output
CLK/$\overline{\text{CONV}}$	–	3–Wire Clock Input and Stand–alone Convert Input
$\overline{\text{RST}}$	–	3–Wire Reset Input
GND	–	Ground
T_{HIGH}	–	High Temperature Trigger
T_{LOW}	–	Low Temperature Trigger
T_{COM}	–	High/Low Combination Trigger
V_{DD}	–	Power Supply Voltage (3V – 5V)

รูปที่ 3.12 แสดงการจัดขาของ DS1620

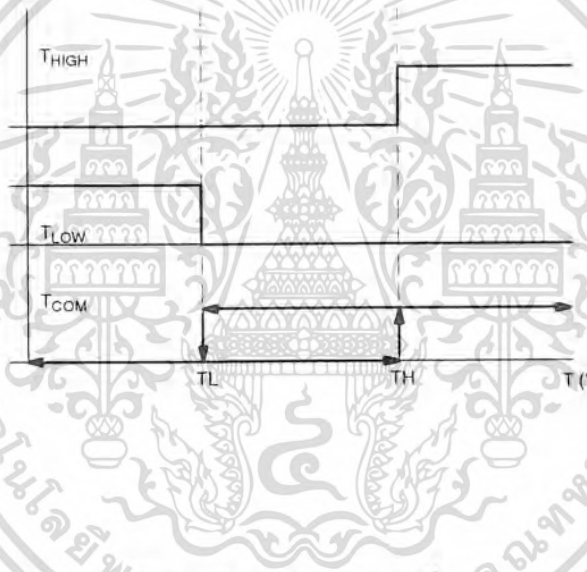


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 แสดง Block Diagram ของ DS1620

การทำงานของ DS1620 ในโหมดของ Thermostat

DS1620 มีขาเอาท์พุทที่ให้สถานะของอุณหภูมิตามที่ได้ตั้งไว้ คือ T_{HIGH}, T_{LOW}, และ T_{COM} ดังนั้น DS1620 จึงสามารถทำงานแบบ Thermostat ซึ่งขาสัญญาณดังกล่าวแสดงในรูปที่ 3.14 เมื่ออุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากับหรือมากกว่าค่า T_{HIGH} ที่ตั้งไว้ก็จะทำให้ขาสัญญาณ T_{HIGH} มีสถานะสูง และจะคงอยู่จนกว่าอุณหภูมิใหม่ที่อ่านได้จะต่ำกว่าค่า T_{HIGH} ที่ตั้งไว้ และในทางตรงข้ามถ้าอุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากับหรือน้อยกว่าค่า T_{LOW} ที่ตั้งไว้ก็จะทำให้ขาสัญญาณ T_{LOW} มีสถานะสูง และจะคงอยู่จนกว่าอุณหภูมิใหม่ที่อ่านได้จะสูงกว่าค่า T_{LOW} ที่ตั้งไว้ สำหรับขาสัญญาณ T_{COM} จะให้เอาท์พุทสูงเมื่ออุณหภูมิที่อ่านได้เท่ากับหรือมากกว่าค่า T_{HIGH} และจะยังคงไว้จนกว่าอุณหภูมิใหม่ที่อ่านได้จะต่ำกว่าค่า T_{LOW}



รูปที่ 3.14 แสดงเอาท์พุทของ DS1620 ที่ขา T_{HIGH}, T_{LOW}, T_{COM}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบวงจรรวม

จากการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์แล้วสามารถนำมาออกแบบวงจร ซึ่งได้แสดงดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.15 รวมทั้งส่วนประกอบของวงจรดังรูปที่ 3.16,3.17, และ 3.18

หลักการทำงานของโครงงานนี้ อาศัยสัญญาณโทน (Tone Signal) ที่ได้จากการกดแป้นโทรศัพท์มาทำการควบคุมการปิด / เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยที่เริ่มแรกนั้นเครื่องควบคุมดังกล่าวจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง เพื่อให้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มทำงาน กล่าวคือ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาในเครื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการนับสัญญาณกระดิ่งประมาณ 9 ครั้ง ถ้าหากกรณีที่ไม่มีคนรับสาย ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตัดสายเข้าสู่ระบบควบคุม ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวจะอยู่ในสภาวะยกหู (Hook Off) หลังจากนั้นจะมีเสียงที่ได้บันทึกไว้ เพื่อแจ้งให้กับผู้ใช้บริการทำการกดรหัสผ่าน และเมื่อผู้ใช้บริการทำการกดรหัสผ่านแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบรหัสผ่าน ถ้าหากว่าผู้ใช้บริการกดรหัสผ่านไม่ถูกต้องเป็นจำนวน 3 ครั้ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการให้ระบบดังกล่าวหยุดทำงานทันที ซึ่งจะอยู่ในสภาวะวางหู (Hook On) แต่ในกรณีที่ผู้ใช้บริการกดรหัสผ่านได้ถูกต้อง ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตัดเข้าสู่โหมดควบคุมทั้งหมดของระบบต่อไป

สัญญาณโทน (Tone Signal) ที่ใช้ในการควบคุมจะเป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นคีย์ของโทรศัพท์ ซึ่งเมื่อผ่านเข้าสู่ระบบควบคุมจะอาศัยอุปกรณ์ถอดรหัส (Decoder)สัญญาณ DTMF เพื่อให้ได้เอาท์พุตออกมาเป็นเลขฐานสอง (BCD Code) เข้าสู่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้สวิตช์รีเลย์ทางด้านเอาท์พุตทำงาน ทำให้สามารถปิด /เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ โดยทุกครั้งที่การสั่งงานในแต่ละหน้าที่เสร็จสิ้นลง จะมีสัญญาณเสียงตอบกลับมาจากเครื่องควบคุม เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้รับทราบการทำงานทุกครั้ง

ในส่วนของโหมดควบคุม หลังจากกดรหัสผ่านได้แล้ว จะเข้าสู่โหมดการควบคุม โดยจะมีเสียงบอกให้ทำการกดเลือกช่องสัญญาณควบคุม เช่น หมายเลข "1" แสดงว่าเลือกช่องสัญญาณควบคุมที่1 หลังจากนั้นจะมีเสียงบอกให้ผู้ใช้บริการเลือกปิดหรือเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า กล่าวคือ หากผู้ใช้บริการต้องการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้กดที่เครื่องหมาย "*" และหากต้องการปิดก็ให้กดที่เครื่องหมาย "#" ซึ่งหากมีการสั่งงานเสร็จสิ้นลง จะมีเสียงตอบกลับมาเป็นข้อความว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวอยู่ในลักษณะที่ปิดหรือเปิดอยู่ โดยขั้นตอนการทำงานต่างๆจะมีการหน่วงเวลาเพื่อรอรหัสคำสั่งประมาณ 10 วินาที ถ้าหากเลยช่วงระยะเวลาที่หน่วงไป โดยที่ไม่มีการกดคีย์รหัสเพื่อสั่งการ เครื่องควบคุมจะทำการวางหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติ

ในส่วนของการควบคุมที่ตัวเครื่อง เราสามารถที่จะโยกสวิตช์มาต่อกับชุดกำเนิดสัญญาณโทน DTMF ได้ หลังจากนั้นเราก็สามารถควบคุมการปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ โดยอาศัยแป้นคีย์โทรศัพท์ที่ติดอยู่ที่ชุดควบคุม โดยขั้นตอนการทำงานต่างๆจะเหมือนกับที่เราโทรศัพท์เข้าไปควบคุมปิดหรือเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์ทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

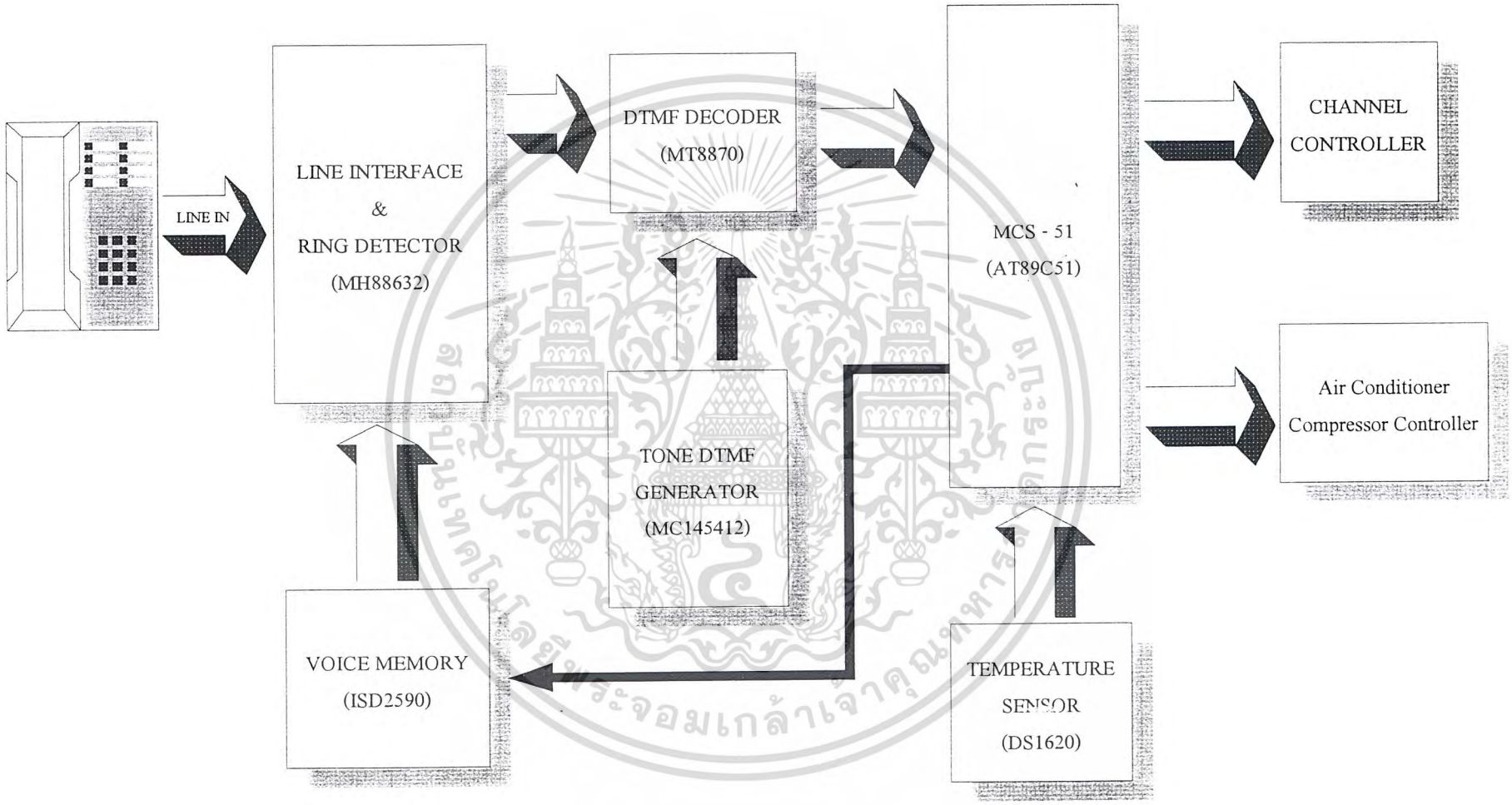
ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิ ที่แสดงในรูปที่ 3.17 จะเห็นว่าอุปกรณ์ที่ต่อเพิ่มนั้นไม่มีอะไรเลย เพราะจะใช้การเขียน software เพื่อการควบคุมทั้งหมด ซึ่งมีการทำงานโดยได้กำหนดให้การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ช่องที่ 1 ดังนั้นเมื่อมีการสั่งงานให้ช่องที่ 1 ทำงาน (On) โปรแกรมก็จะตัดการทำงานเข้ามาที่การควบคุมอุณหภูมิ หากผู้สั่งงานไม่มีการกดคีย์ใดๆ ภายในเวลาที่กำหนด โปรแกรมก็จะตั้งอุณหภูมิค่าเริ่มต้นที่ 22 องศาเซลเซียส โดยตั้ง T_{HIGH} = 24 องศาเซลเซียส T_{LOW} = 20 องศาเซลเซียส แล้วก็จะออกจากโปรแกรมส่วนควบคุมอุณหภูมิ เพื่อรอคำสั่งควบคุมช่องใช้งานช่องอื่นๆต่อไป ถ้าผู้สั่งงานต้องการตั้งอุณหภูมิใหม่ก็สามารถตั้งได้ก่อนที่เวลาจะหมด ซึ่งในโปรแกรมนี้ได้ตั้งเวลารอการกดคีย์ไว้ประมาณ 5 วินาที โดยที่โปรแกรมจะทำการตรวจเช็คคีย์เครื่องหมายดอกจันทร์ (*) เพื่อการเข้าไปตั้งอุณหภูมิ หรือเลขศูนย์ (0) เพื่อออกจากส่วนควบคุมอุณหภูมิ สำหรับอุณหภูมิที่สามารถตั้งได้ได้ออกแบบไว้ 3 ค่า คือ 21 , 23 , และ 25 องศาเซลเซียส หากมีการเลือกอุณหภูมิค่าใดค่าหนึ่ง โปรแกรมก็จะทำการตั้งค่า T_{HIGH} , T_{LOW} ตามตารางที่ 3.5 เพื่อที่จะกำหนดให้ DS1620 ทำงานในโหมด Thermostat เพื่อการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่

T_{LOW}	อุณหภูมิที่ต้องการ	T_{HIGH}
19.5°C	21°C	22.5°C
21.5°C	23°C	24.5°C
23.5°C	25°C	26.5°C

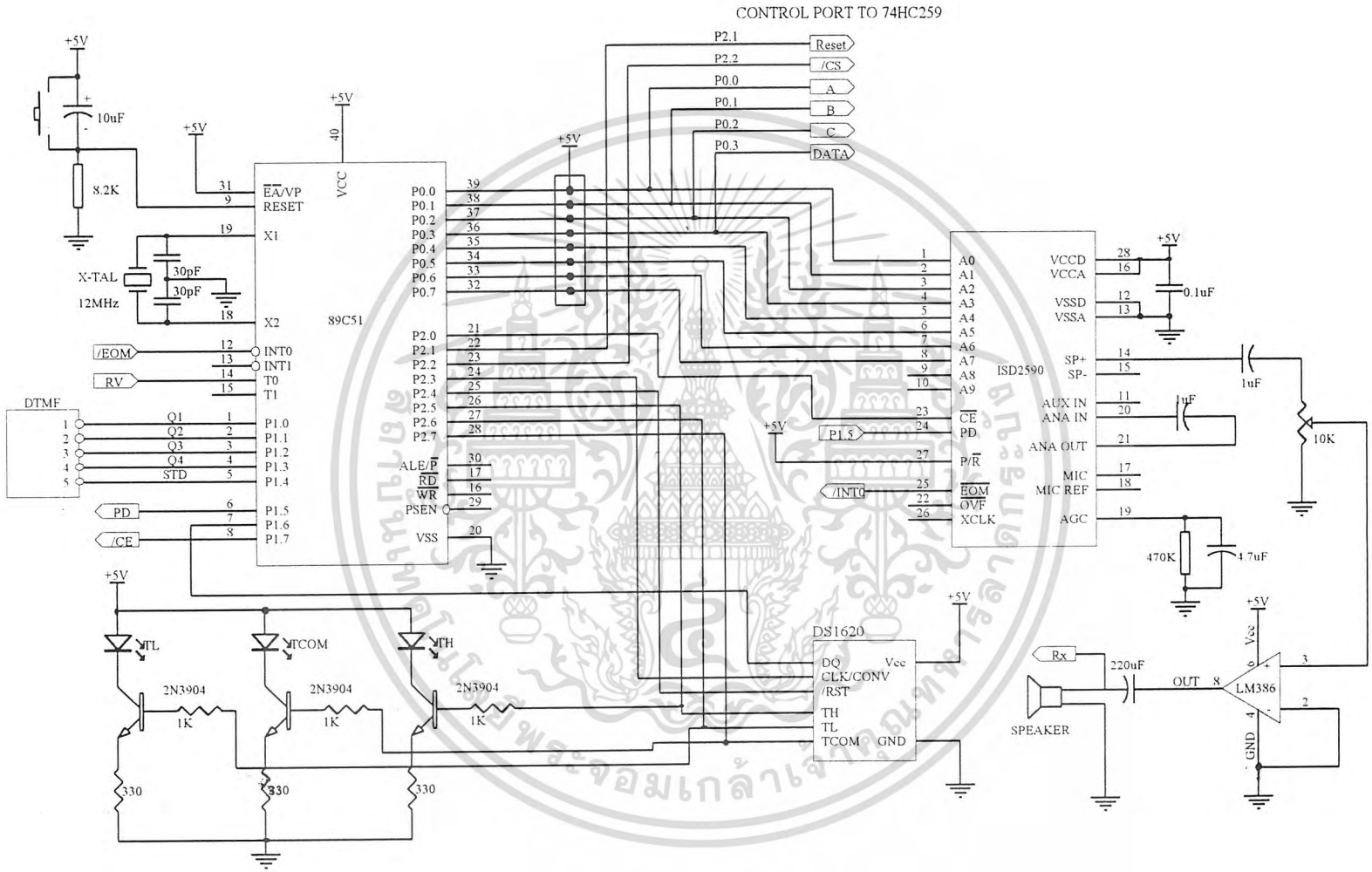
ตารางที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตั้งกับ T_{HIGH} , T_{LOW}

การรักษาอุณหภูมิให้คงที่จะใช้ขาสัญญาณ T_{HIGH} , T_{LOW} ของ DS1620 มาใช้ประโยชน์ นั่นคือถ้าอุณหภูมิห้องสูงกว่า T_{HIGH} ที่ตั้งไว้ จะทำให้ขา T_{HIGH} ของ DS1620ให้เอาท์พุทสูง (ดูรูปที่ 3.14) แล้วผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อให้เป็นสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ของ MCS-51 แล้วโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ก็จะสั่งให้ Relay ควบคุม Compressor Air ทำงาน จนกระทั่งอุณหภูมิภายในห้องเย็นลงจนต่ำกว่าหรือเท่ากับ T_{LOW} ที่ตั้งไว้ก็จะทำให้ขา T_{LOW} ของ DS1620ให้เอาท์พุทสูงแล้วผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อให้เป็นสัญญาณ อินเทอร์รัพท์ของ MCS-51 แล้วโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ก็จะสั่งให้ Relay ควบคุม Compressor Air หยุดการทำงาน การทำงานของส่วนควบคุมอุณหภูมิจะเป็นวงรอบอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะปิดการทำงานของช่องควบคุมที่ 1 ดังนั้นอุณหภูมิภายในห้องจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง $\pm$ 1.5°C เท่านั้นซึ่งค่อนข้างคงที่ จนแทบจะไม่รู้สึกถึงการเปลี่ยนแปลง

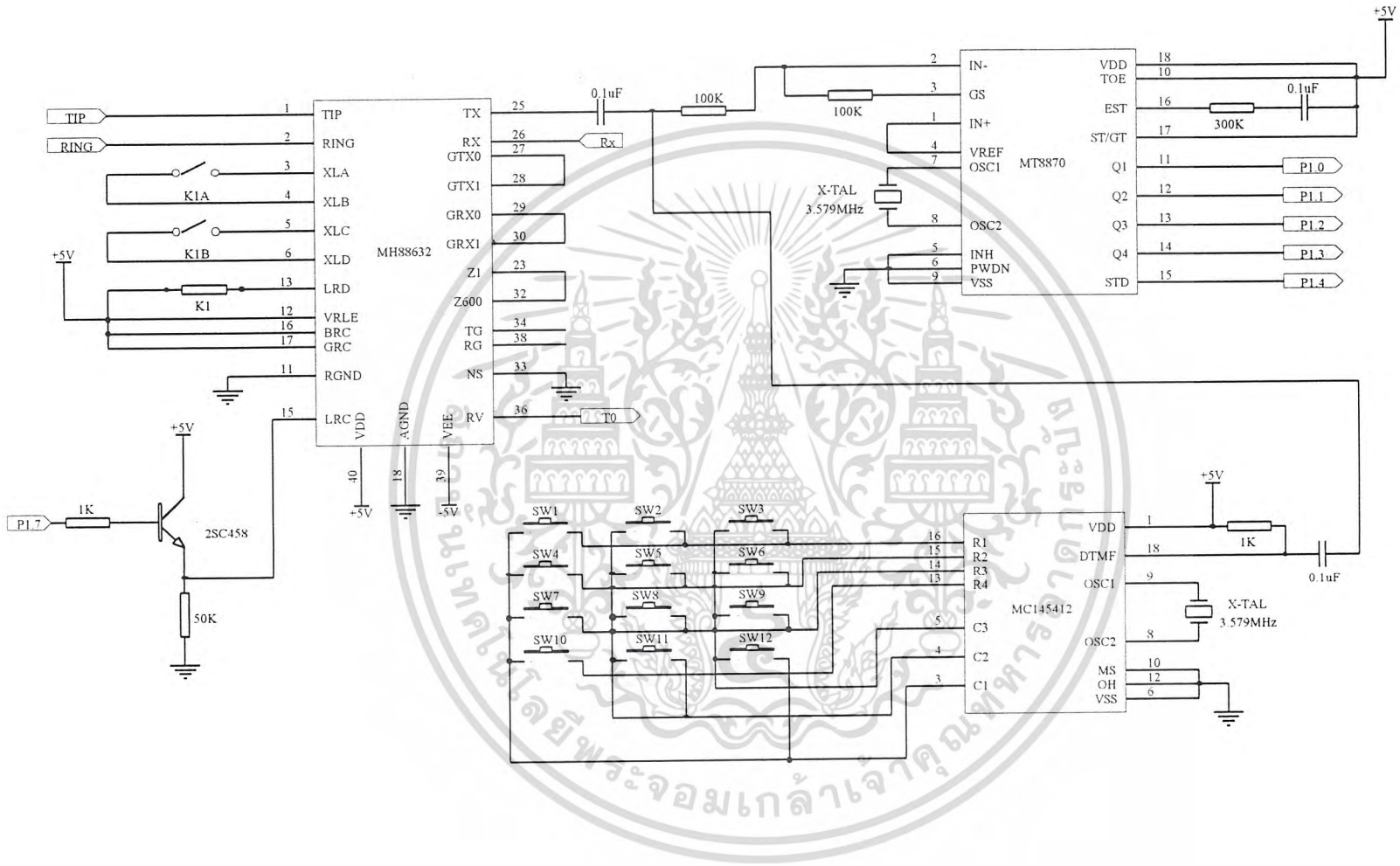
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



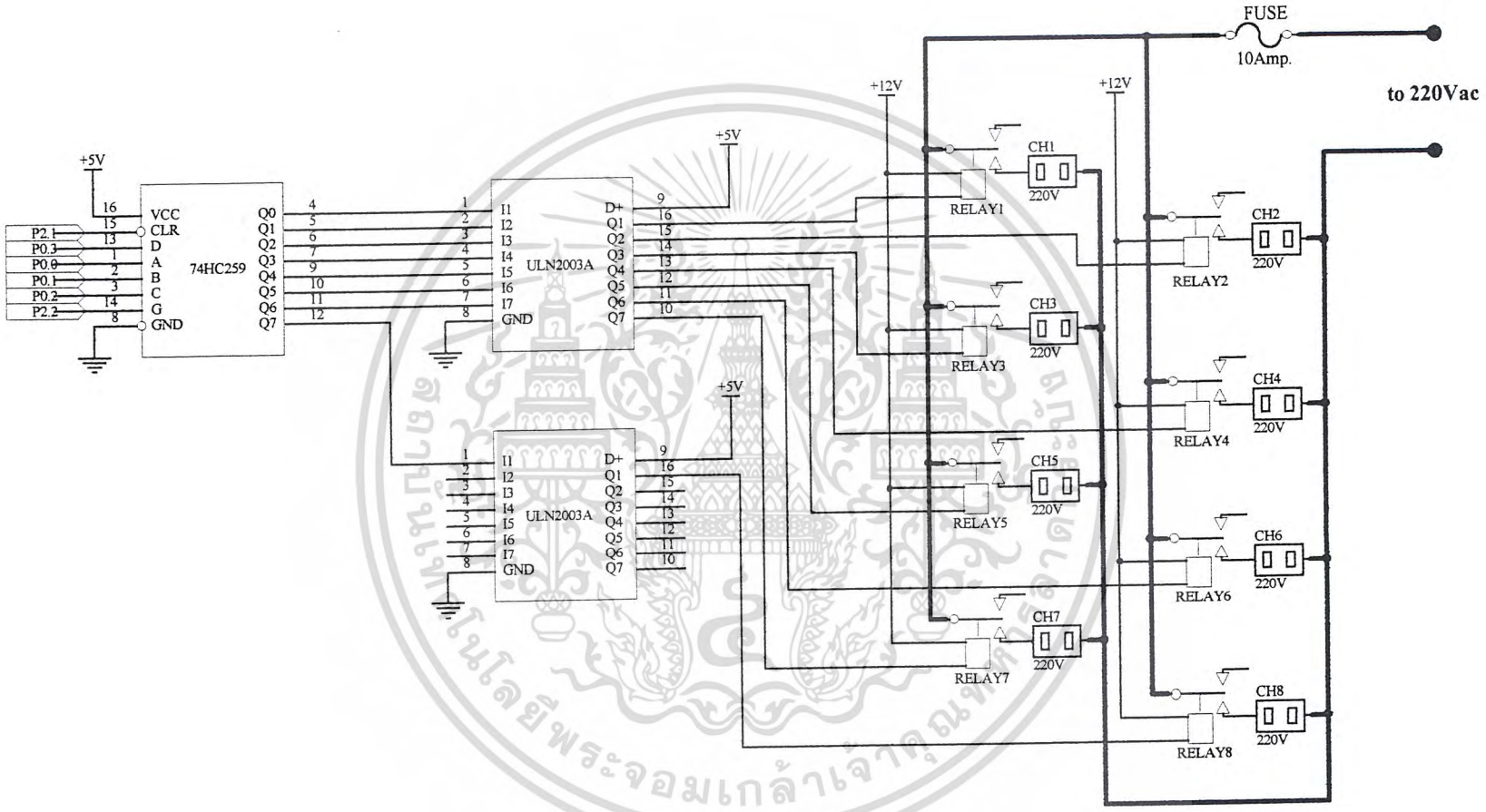
รูปที่ 3.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์



รูปที่ 3.16 แสดงวงจรการทำงานของส่วนควบคุมการทำงานและส่วนควบคุมอุณหภูมิ



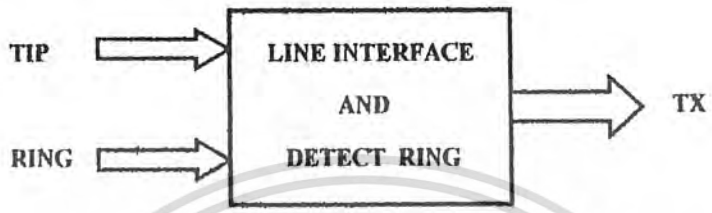
รูปที่ 3.17 แสดงวงจรการทำงานของภาค LINE INTERFACE และภาค DTMF DECODER



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรการทำงานของภาคควบคุม Relay เพื่อใช้ในการ ปิด/เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า

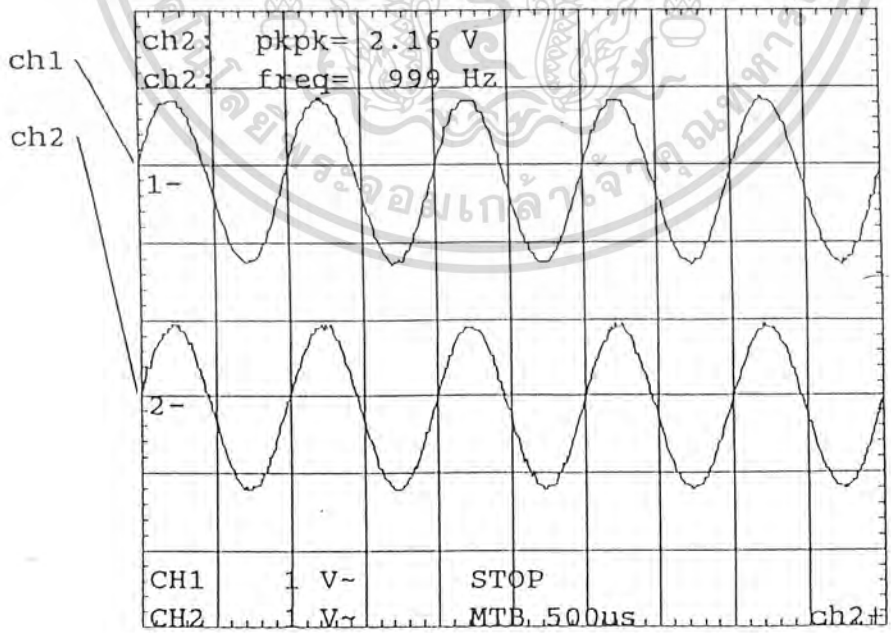
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์



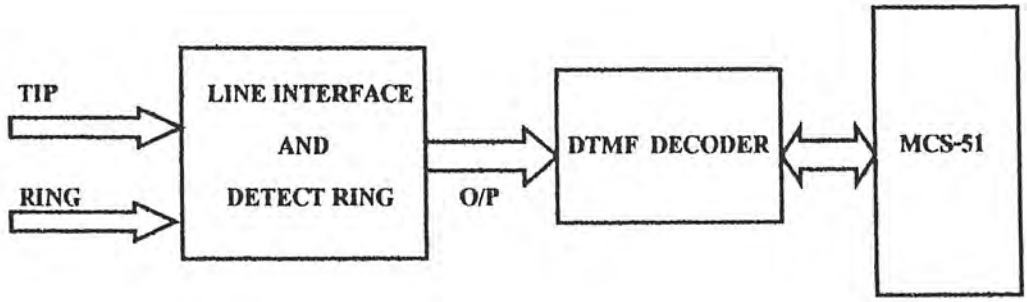
รูปที่ 4.1 แสดงภาค Line Interface

จากบล็อกไดอะแกรมข้างต้น ได้ทำการวัดสัญญาณ Output ของภาค Line Interface ที่จุด Tx โดยการป้อนสัญญาณ Input ที่จุด Tip & Ring ด้วยสัญญาณ Sine wave ความถี่ 1 KHz ใน Channel ที่ 1 ซึ่งจะได้ผลการทดลองเป็นสัญญาณ Sine wave ความถี่ 999Hz และมีขนาด 2.16 V ใน Channel ที่ 2 ดังในรูปที่ 4.2



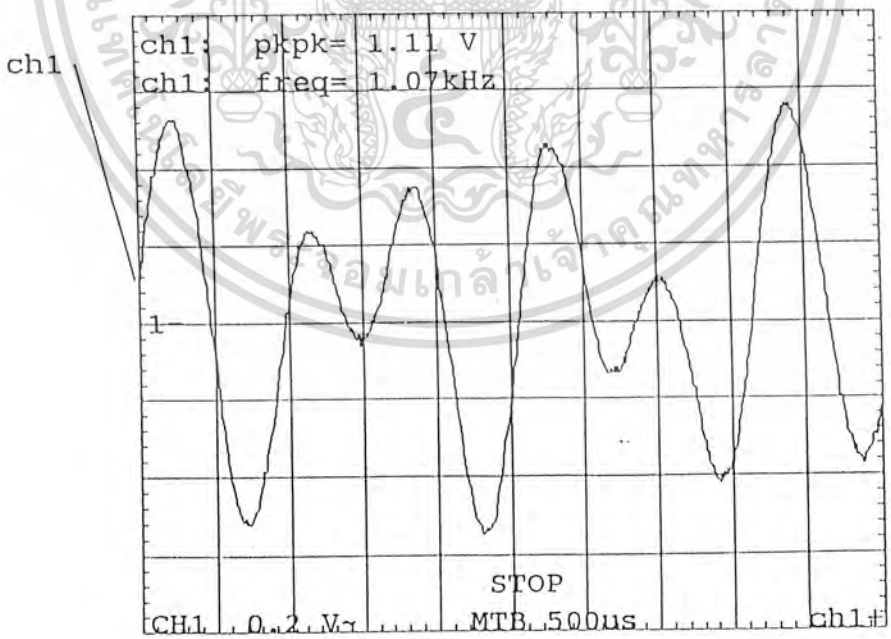
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณ Output วัดที่จุด Tx ของภาค Line Interface



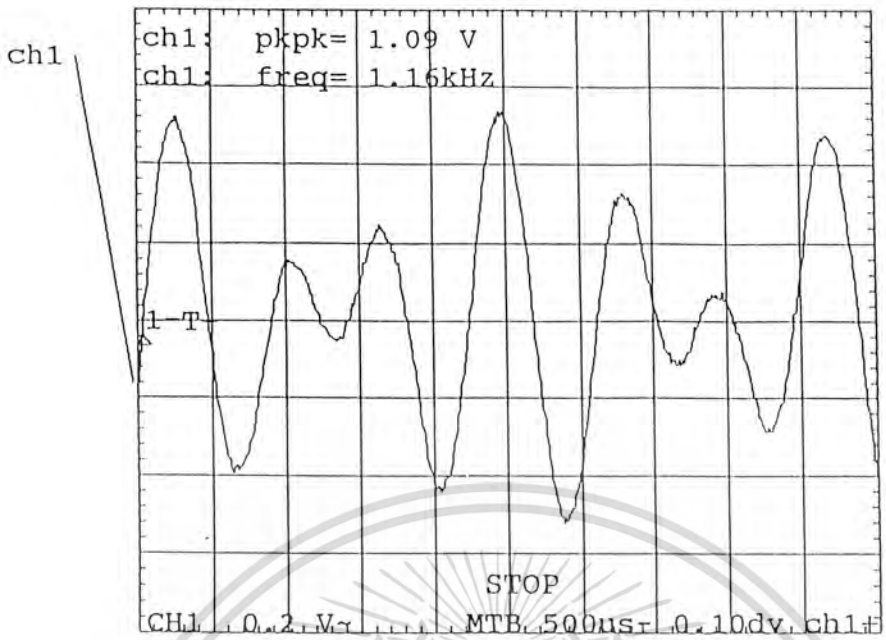
รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งการวัดสัญญาณ

จากรูปที่ 4.3 ทำการวัดสัญญาณ DTMF ที่ Output ของภาค Line Interface & Detect Ring เมื่อภาค MCS-51 ทำการตัดสัญญาณเข้าสู่ระบบ จากนั้นทำการทดสอบด้วยการส่งหมายเลข 1 , 0 , * และ # ทำให้ได้สัญญาณดังรูปต่อไปนี้คือ :-

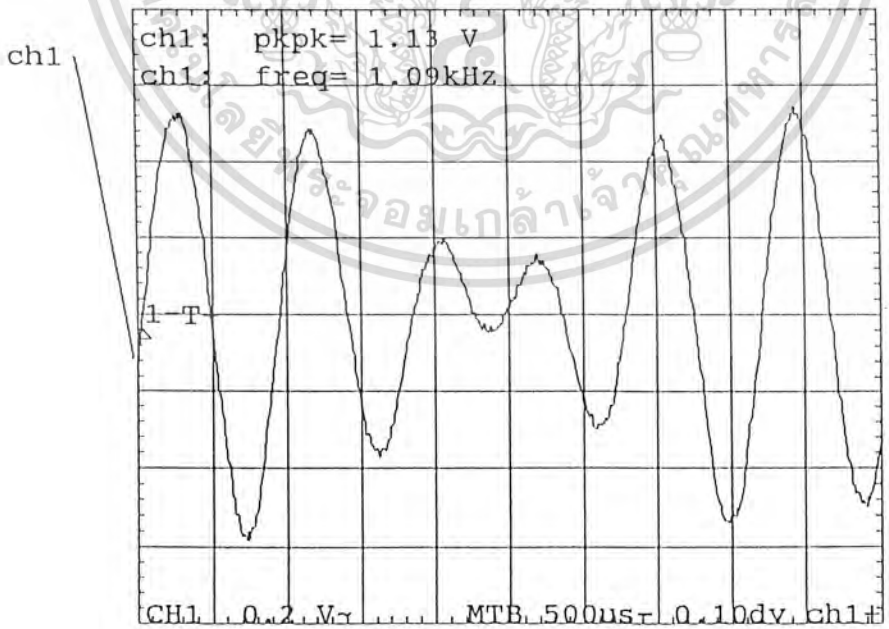


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1 เมื่อวัดที่ Output ของภาค Line Interface

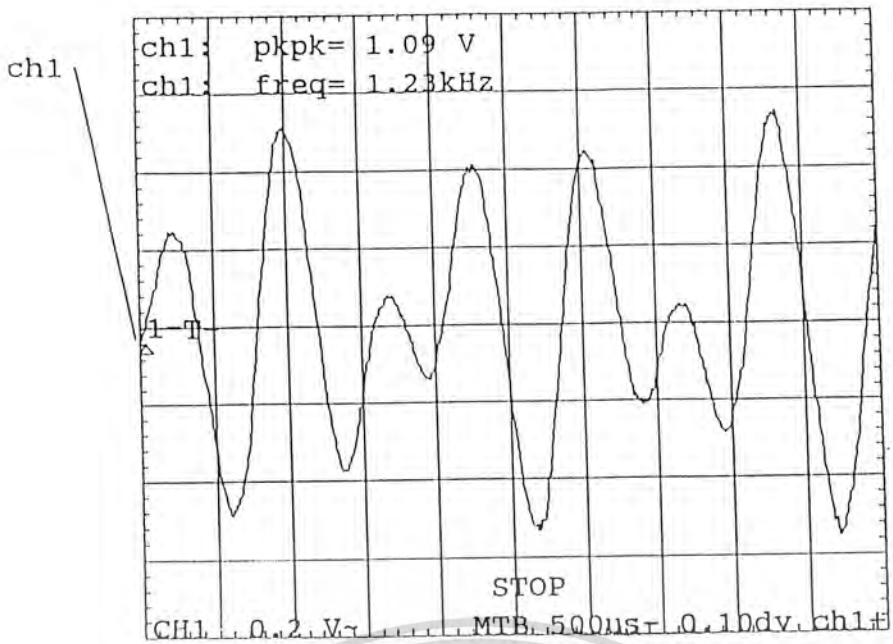


รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 0 เมื่อวัดที่ Output ของภาค Line Interface



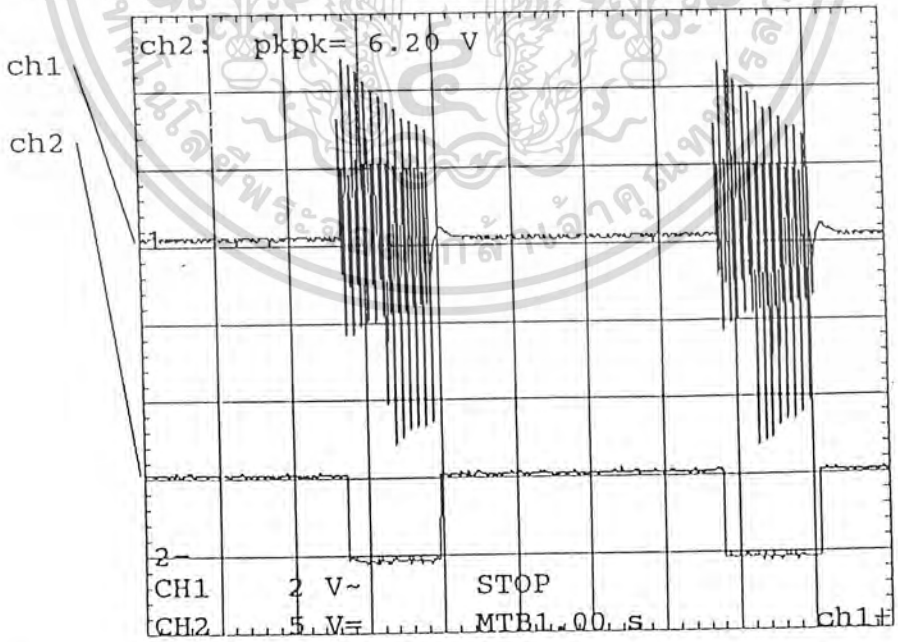
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข * เมื่อวัดที่ Output ของภาค Line Interface



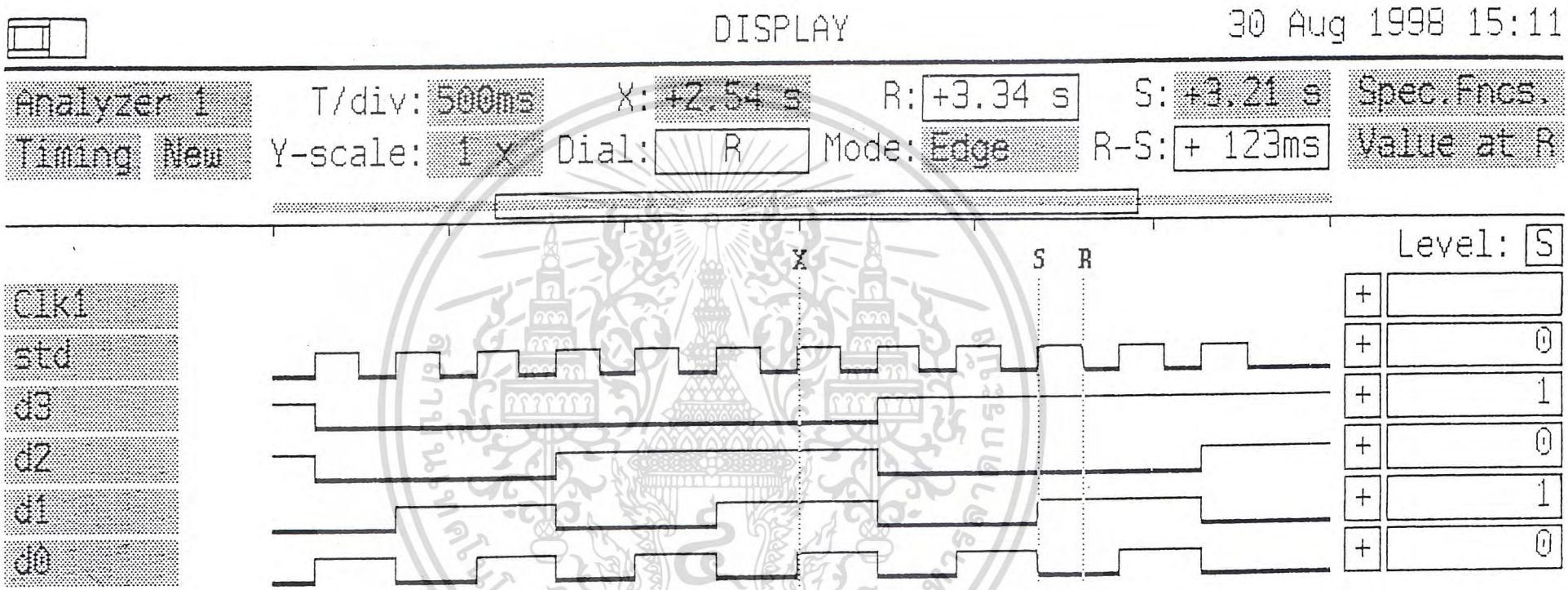
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข # เมื่อวัดที่ Output ของภาค Line Interface

หลังจากนั้นได้ทำการวัดสัญญาณที่จุด Tx ของภาค Linc interface ซึ่งสัญญาณดังกล่าวได้แก่ สัญญาณ Ringing Tone (Channel ที่ 1) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ได้จากขา 36 ของ IC เบอร์MH88632 (Channel ที่ 2) ก่อนเข้าสู่ระบบอื่นๆต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.8 รวมทั้งการวัดสัญญาณหลังภาค DTMF Dccoder โดยการกดหมายเลขดังกล่าวข้างต้น ด้วยเครื่อง Logic Analyzer ดังรูปที่ 4.9 ดังต่อไปนี้ คือ :-



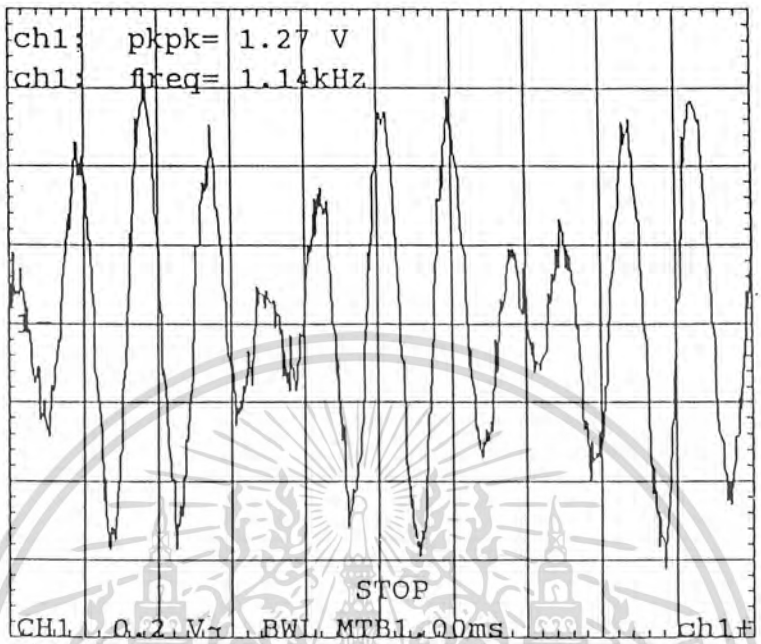
รูปที่ 4.8 แสดงการวัดสัญญาณ Ringing Tone ณจุด Tx เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ขา 36 ของ IC MH88632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

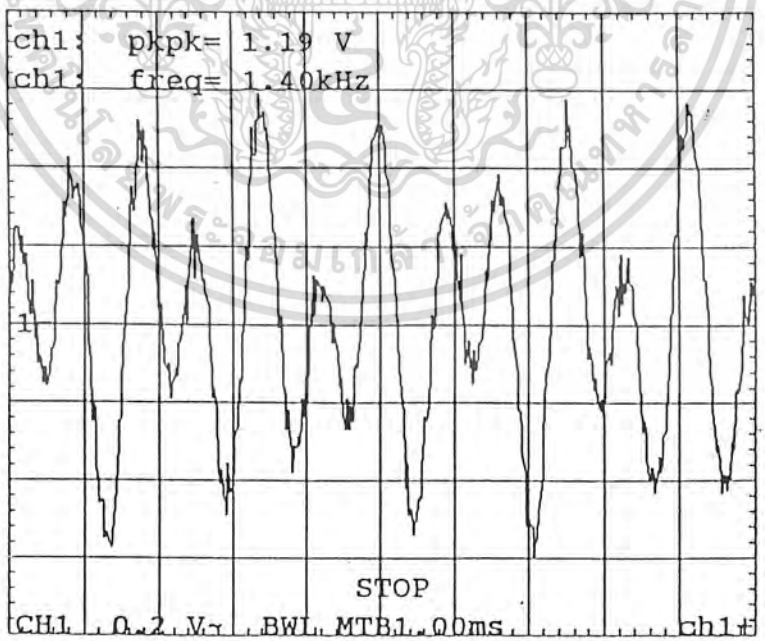


รูปที่ 4.9 แสดงการวัดสัญญาณหลังภาค DTMF DECODER โดยการกดหมายเลข 1,2,3,4,5,6,7,8,9,0,*และ # ตามลำดับ ด้วยเครื่อง Logic Analyzer

จากการทดลองสร้างสัญญาณเทียมขึ้นโดยใช้ ไอซีเบอร์ MC145412 เพื่อใช้ในการสั่งงานจากตัวเครื่อง สามารถวัดสัญญาณ DTMF ได้ โดยการกดหมายเลข " 1 " และเครื่องหมาย " * " ดังแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11 คือ :-



รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณ DTMF เมื่อกดหมายเลข "1" โดยใช้ ไอซี MC145412



รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณ DTMF เมื่อกดเครื่องหมาย " * " โดยใช้ ไอซี MC145412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

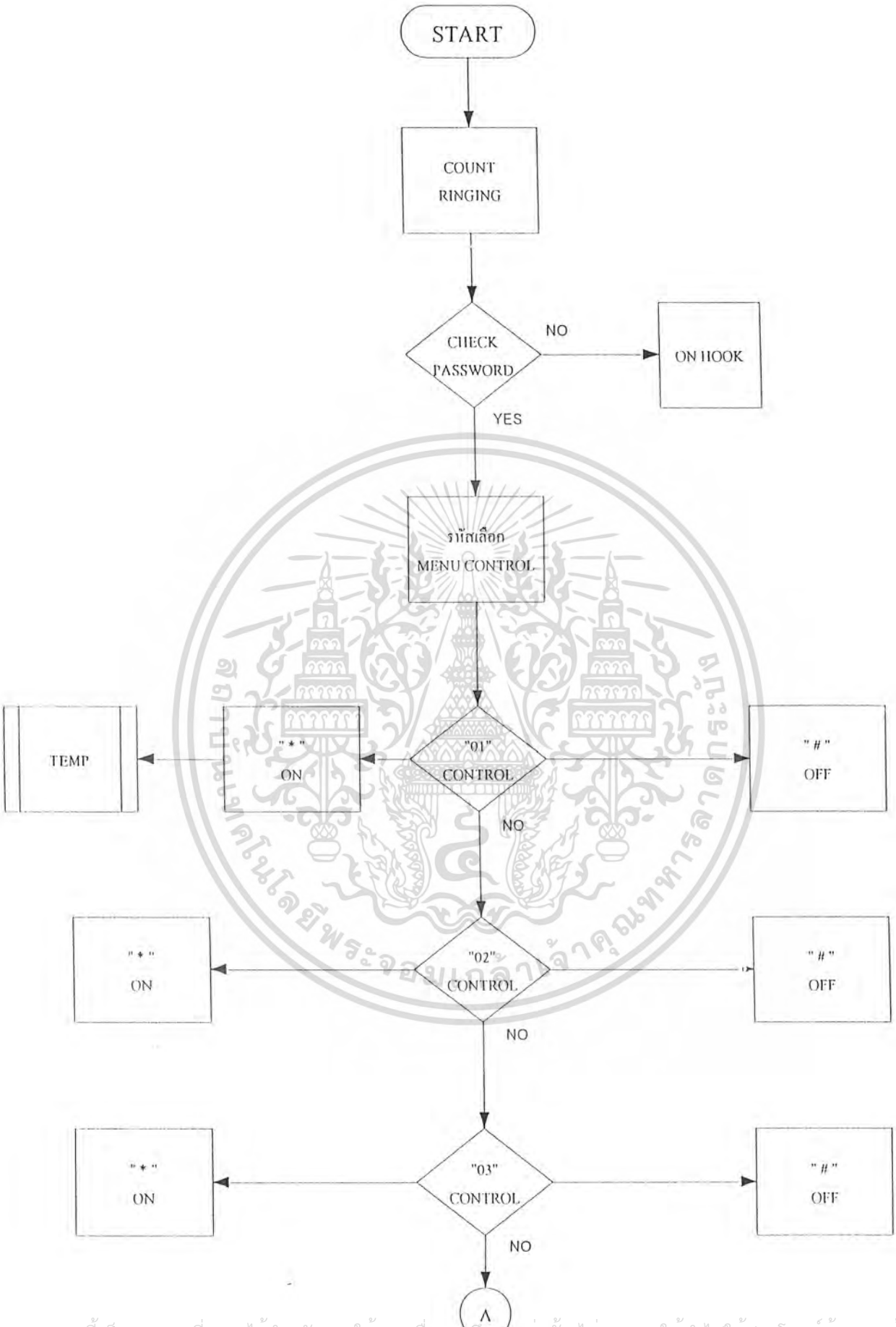
บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการจัดทำโครงการนี้ ได้นำเสนอ การนำไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ ใช้ควบคุมในการทำเป็น เครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ การทำงานในส่วนของการเรียกเข้า เพื่อการสั่งงานด้วยการควบคุมจากคีย์โทรศัพท์นั้น วงจรสามารถรับ สัญญาณ DTMF จากคีย์โทรศัพท์ แล้วแปลงเป็นสัญญาณรหัส Binary แล้วนำไป เปรียบเทียบรหัส เพื่อไปทำส่วนของโปรแกรม แต่ละรหัสของคำสั่งนั้น ได้ผลดี เป็นไปตามข้อกำหนดทุกประการ และ ในส่วนของการตอบกลับ จะใช้ไอซีบันทึกเสียง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถล่วงรู้ ในแต่ละขั้นตอนของการทำงานได้ และ ในส่วนของการเรียกเข้ามานั้น จะมีการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ เพื่อที่จะให้ ผู้ใช้สามารถรับทราบได้ว่า อุปกรณ์อยู่ในสถานะปิดหรือเปิด

การประยุกต์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ด้วยการปรับปรุง วงจรตรวจสอบสัญญาณ Tone ในกรณีที่ มีสัญญาณรบกวนเข้ามา จะทำให้สามารถทำงานได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีหลักการพื้นฐาน ของโครงงานที่นำเสนอนี้ สามารถนำมาประยุกต์ให้สามารถทำงาน ในการควบคุมผ่านสายโทรศัพท์แบบอื่น ๆ ได้

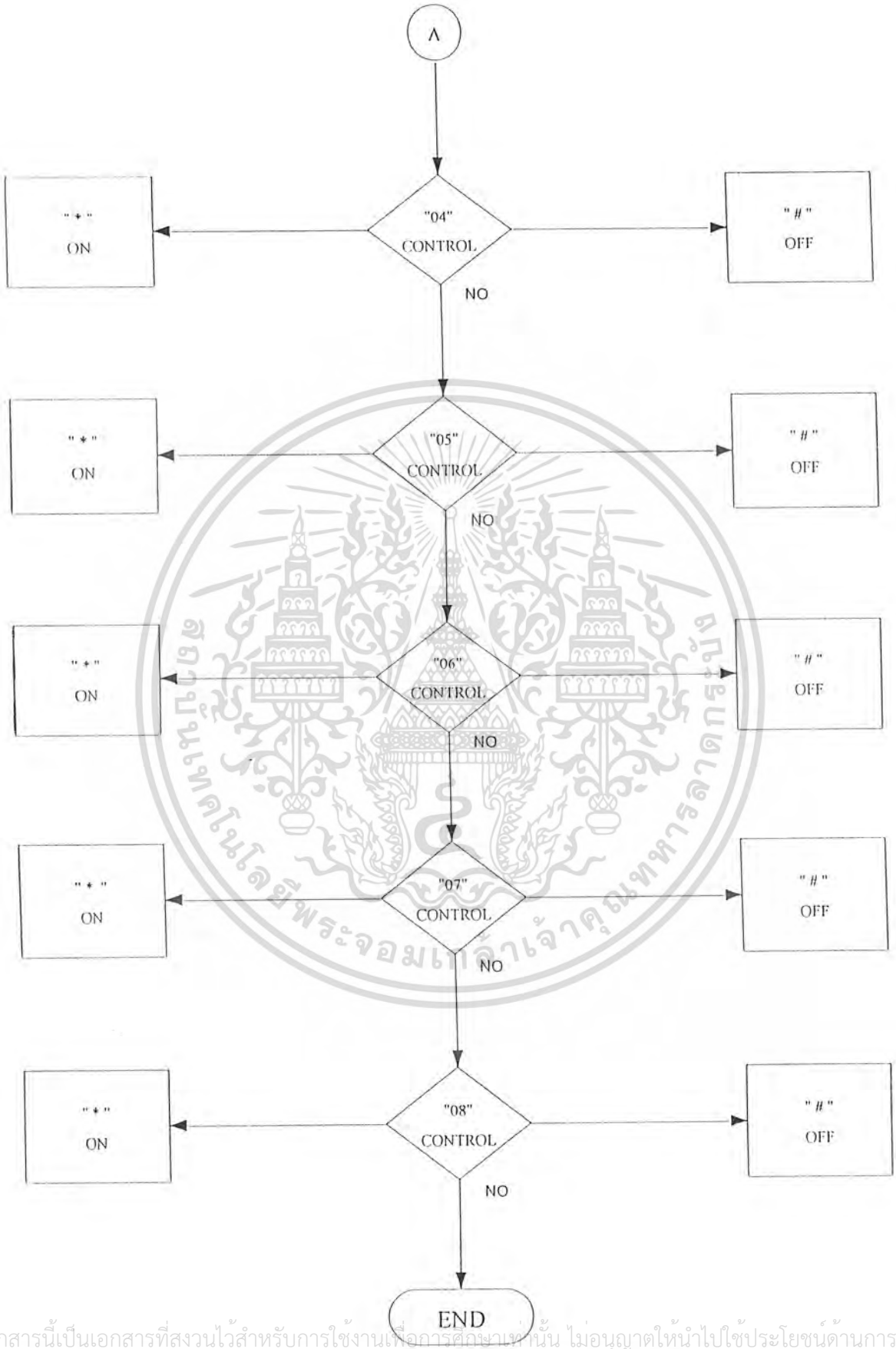
จากการออกแบบและการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปเป็น Flow Chart ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.1และรูปที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



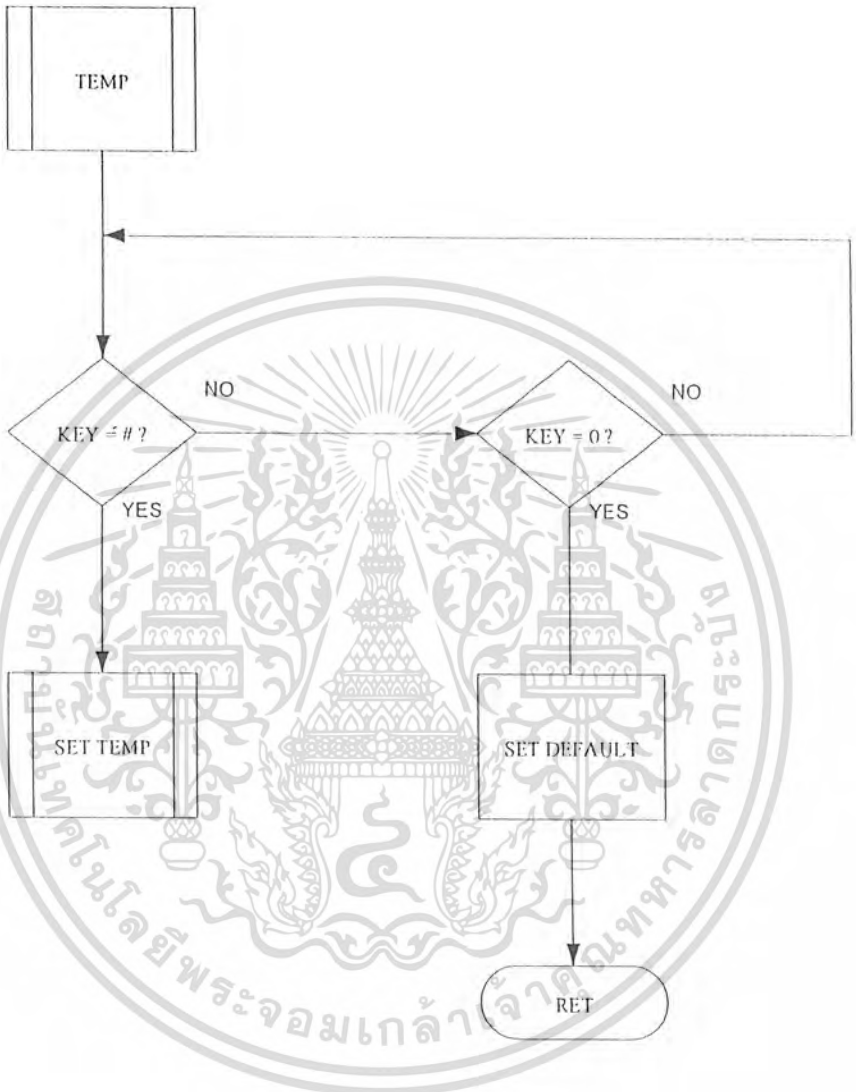
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์



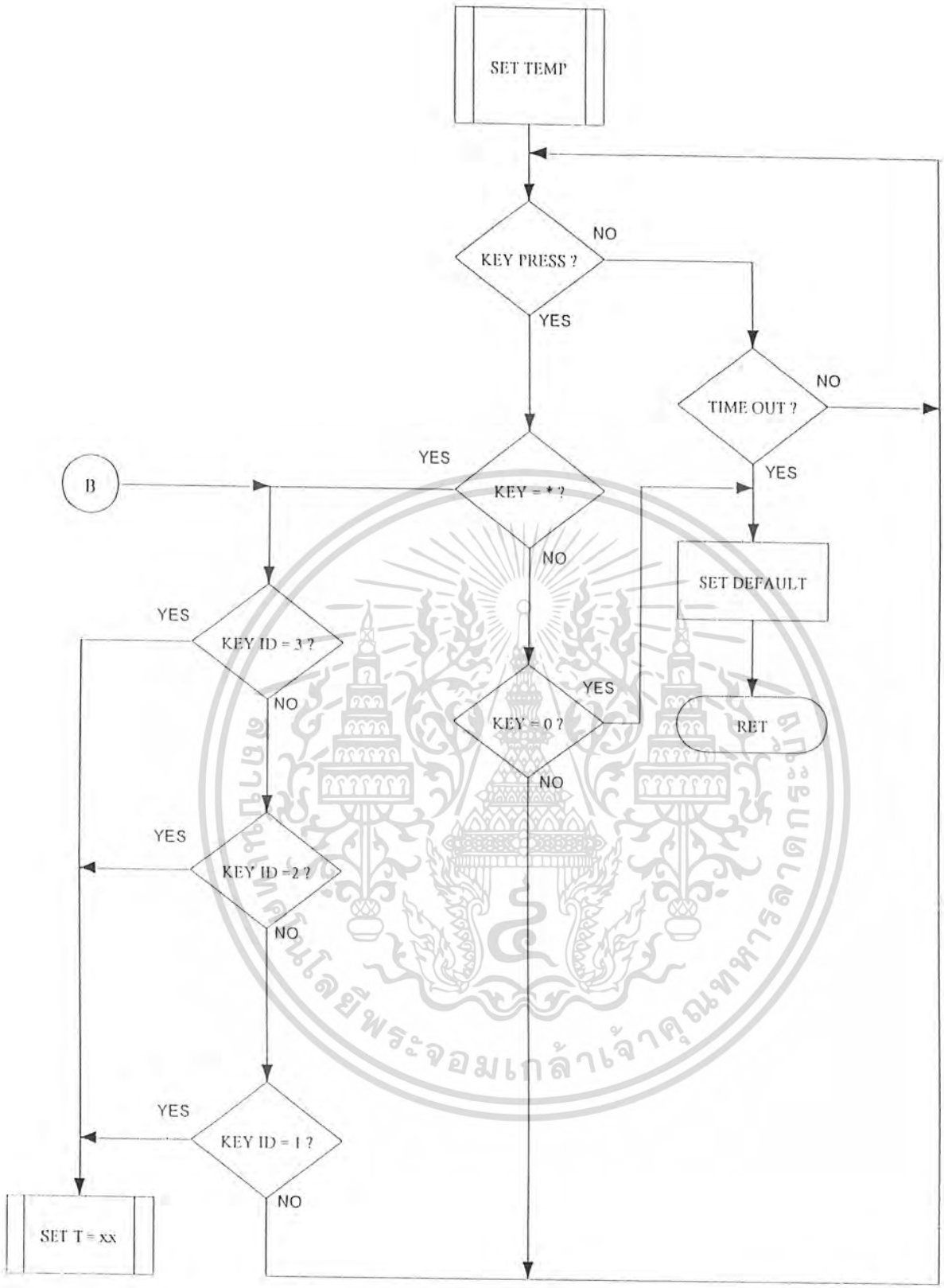
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงการทำงานของเครื่องควบคุมปิด/เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านสายโทรศัพท์ (ต่อ)



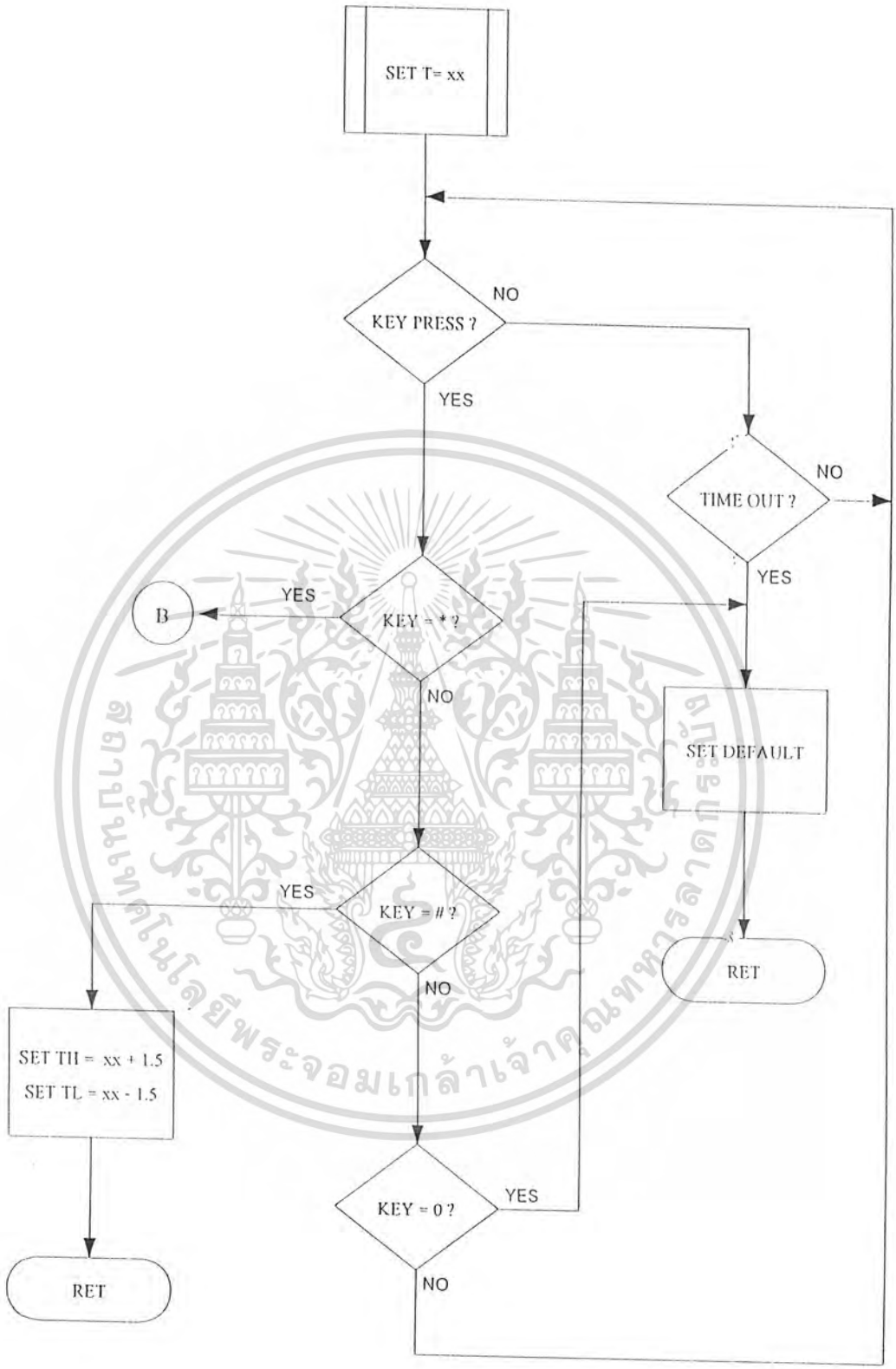
รูปที่ 5.2 FlowChart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 FlowChart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 FlowChart แสดงส่วนควบคุมอุณหภูมิ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*************************************************************************
; FILE NAME : PROJ1.ASM
; DISCRIBTION : THIS PROGRAM USED TO CONTROL ELECTRIC DEVICES
;                    VIA TELEPHONE LINE, AND CONTROL AIRCONDITION
;                    TEMPATURE
; ASSEMBLE : SXA51
;*************************************************************************
            DS    8          ;DEFAULT REGISTER BANK 0
            DS    24         ;INTERNAL RAM AREA
            DS    8          ;BIT ADDRESS AREA
            DS    8          ;SYSTEM BIT ADDRESS AREA
            DS    2
            ;##### BUFFER AREA #####
TEMPBUF:    DS    4          ;TEMPERATURE BUFFER
T_H_BUF:    DS    1          ;SET T_HIGH BUFFER
T_L_BUF:    DS    1          ;SET T_LOW BUFFER
DLYBUF:     DS    2          ;DELAY BUFFER
KEYBUF:     DS    1          ;READ KEY BUFFER
TIMECYC:    DS    1          ;T_0 COUNT 15 TIME/SEC.
COUNT_SEC:  DS    1          ;COUNT UP SECOND
DTMFBUF:    DS    4
C_SEC:      DS    1
KEY_COUNT:  DS    1
            ;##### SYSTEM FLAGS #####
STD         BIT   P1.4
PD          BIT   P1.5
CE_ISD      BIT   P2.0
HOOK        BIT   40H
ERROR       BIT   41H
ON_RELAY    BIT   42H
ENDSOUND    BIT   43H
TIME        BIT   44H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP_1      BIT   45H
LOOP_2      BIT   46H
LOOP_3      BIT   47H
CH1_SEL     BIT   50H
HOMEFLG     BIT   51H
OTFLG       BIT   52H        ;TIMER 1 OVER TIME FLAG
TEMP20      BIT   53H
NO_PASS     BIT   54H
TEMP_MON1   BIT   55H
TIME_OUT    BIT   56H
CLR_ALL_EL  BIT   P2.1

TCLK        EQU   P2.3
TRST        EQU   P2.4
TDQ         EQU   P1.6
THIGH       EQU   P2.5
TLOW        EQU   P2.6
COMP        EQU   P2.7
TIMEVAE     EQU   4096

            ORG   0000H
            LJMP  START

            ORG   0003H
            LJMP  STOP

            ORG   000BH
            LJMP  COUNTER

            ORG   0013H
            LJMP  HOME_INT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ORG   001BH
        LJMP  COUNT_CYC

        ORG   0100H

START:      MOV   DLYBUF,#05
        CALL  LDELAY
        CLR   EA
        SETB  P2.1
        SETB  P2.0
        SETB  P2.2
        CLR   COMP
        CLR   HOOK
        CLR   TIME_OUT
        CLR   LOOP_1
        CLR   LOOP_2
        CLR   HOMEFLG
        CLR   TIME
        ANL   P1,#7FH

MAIN1:      SETB  EA
        SETB  IT1
        SETB  EX1
        LCALL COUNT_RING
MAIN2:      JNB   HOOK,$ ;TEMP_MON
MAIN3:      LCALL OFF_HOOK
        LCALL PASSWORD
        JNB   NO_PASS,PASS_W
        LCALL ON_HOOK
        LJMP  START
PASS_W:     LJMP  RD_KEY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TEMP_MON:    JB    LOOP_2,WAIT102
             MOV   C_SEC,#0AH          ;TIME INTERVAL = 10 SEC
             CALL  WAIT_SEC            ;FOR CHECK THERMOSTAT
             JB    OTFLG,CHK_TEMP
             SETB  LOOP_2
             LJMP  MAIN2

WAIT101:     MOV   C_SEC,#0AH          ;TIME INTERVAL = 10 SEC
             CALL  WAIT_SEC            ;FOR CHECK THERMOSTAT
WAIT102:     JB    OTFLG,CHK_TEMP
             LJMP  MAIN2
CHK_TEMP:    CLR   TR1
             CLR   OTFLG
             CLR   LOOP_2
             SETB  TEMP_MON1
             CALL  TEMP
             CLR   TEMP_MON1
             JB    THIGH,OFF_COM
             JB    TLOW,ON_COM
             LJMP  WAIT101
OFF_COM:     CLR   COMP
             CALL  DELAY
             LJMP  WAIT101
ON_COM:      SETB  COMP
             CALL  DELAY
             LJMP  WAIT101

COUNT_RING:  SETB  ET0
             CLR   TIME
             MOV   TMOD,#00010110B     ;T0 AS COUNTER MODE 2
             MOV   TH0,#0FFH           ;T1 AS TIMER MODE 1
             MOV   TL0,#0FAH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB   TR0
        RET

TIMER:      SETB   TIME
        SETB   ET0
        CLR    TIME_OUT
        MOV    TMOD,#00010001B      ;T0 AS TIMER MODE 1
        MOV    TH0,#0ECH            ;T1 AS TIMER MODE 1
        MOV    TL0,#77H
        MOV    R6,#0
        MOV    R7,#200
        CLR    TF0
        SETB   TR0
        RET

COUNTER:    PUSH   ACC
        PUSH   PSW
        PUSH   DPH
        PUSH   DPL
        PUSH   00
        PUSH   01
        PUSH   02
        PUSH   03
        PUSH   04
        PUSH   05
        PUSH   06
        PUSH   07
        JB     TIME,COUNT
        SETB   HOOK
        CLR    ET0
        SJMP   CONT11
COUNT:      JNB    STD,CONT1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   R6,#0
CONT1:      DJNZ  R7,CONT
        MOV   R7,#200
        INC   R6
        CINE  R6,#20,CONT
        MOV   R7,#200
        LCALL ON_HOOK
        SETB  TIME_OUT
CONT:       MOV   TH0,#0ECH
        MOV   TL0,#77H
        CLR   TF0
CONT11:     POP   07
        POP   06
        POP   05
        POP   04
        POP   03
        POP   02
        POP   01
        POP   00
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   PSW
        POP   ACC
        RETI

HOME_INT:   PUSH  ACC
        PUSH  PSW
        CLR   EX1
        CLR   TR0
        CLR   ET0
        SETB  HOMEFLG
        SETB  HOOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   PSW
        POP   ACC
        RETI

OFF_HOOK:   CLR   EX1
        CLR   TR1
        CLR   TR0
        SETB  P1.7
        MOV   DLYBUF,#05H
        CALL  LDELAY
        RET

ON_HOOK:    CLR   EA
        CLR   EX0
        CLR   EX1
        CLR   ET0
        CLR   ET1
        CLR   HOOK
        CLR   TIME
        CLR   OTFLG
        CLR   P1.7
        CALL  DELAY
        RET

PASSWORD:   LCALL  TRACK1
        MOV   R4,#03
        MOV   C_SEC,#06     ;WAIT FOR PASSWORD 6 SECOND
        CALL  WAIT_SEC
WAIT_PW:    JB    OTFLG,PW_OT
PW1:        JNB   STD,WAIT_PW
K_PW1_UP:   JNB   STD,GET_PW1
        SJMP  K_PW1_UP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GET_PW1:    CLR   TR1
            CLR   OTFLG
            MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            MOV   DTMFBUF,A

PW2:        JNB   STD,$
K_PW2_UP:   JNB   STD,GET_PW2
            SJMP  K_PW2_UP
GET_PW2:    MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            MOV   DTMFBUF+1,A

PW3:        JNB   STD,$
K_PW3_UP:   JNB   STD,GET_PW3
            SJMP  K_PW3_UP
GET_PW3:    MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            MOV   DTMFBUF+2,A

PW4:        JNB   STD,$
K_PW4_UP:   JNB   STD,GET_PW4
            SJMP  K_PW4_UP
GET_PW4:    MOV   A,P1
            ANL   A,#0FH
            MOV   DTMFBUF+3,A

CHK_PW:     MOV   A,DTMFBUF
            CJNE  A,#1,WRONG   ;1
            MOV   A,DTMFBUF+1
            CJNE  A,#2,WRONG   ;2
            MOV   A,DTMFBUF+2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CJNE   A,#3,WRONG   ;3
            MOV    A,DTMFBUF+3
            CJNE   A,#4,WRONG   ;4

    CORRECT:    CLR   NO_PASS
            RET

    WRONG:      DJNZ  R4,PWW
            SETB  NO_PASS
            RET

    PW_OT:      CLR   TR1
            SETB  NO_PASS
            RET

    PWW:        LCALL  TRACK2
            LJMP  PW1

;           END CHECK PASSWORD

;***********************************************
;*      CONTROL RELAY 1-8      *
;***********************************************
;PRESS=>  1-8 => * ON RELAY
;PRESS=>  1-8 => # OFF RELAY
;PRESS=>  0  => # OFF ALL RELAY
;***********************************************

    RD_KEY1:    MOV   C_SEC,#06    ;WAIT KEY PRESS 6 SECOND
    RD_KEY2:    JB    LOOP_3,OTHER_CH
            LCALL  TRACK3
            CALL   WAIT_SEC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SJMP   RD_KEY3
OTHER_CH:    LCALL  TRACK6
        CALL   WAIT_SEC
RD_KEY3:     JB     OTFLG,OUT_PROG
PRESS1:      JNB    STD,RD_KEY3
KEY_UP1:     JNB    STD,GET_KEY1
        SJMP   KEY_UP1

GET_KEY1:    CLR    TR1
        CLR    OTFLG
        SETB   LOOP_3
        MOV    A,P1
        ANL    A,#0FH
        MOV    DTMFBUF,A

PRESS2:      JNB    STD,$
KEY_UP2:     JNB    STD,GET_KEY2
        SJMP   KEY_UP2

GET_KEY2:    MOV    A,P1
        ANL    A,#0FH
        MOV    DTMFBUF+1,A

CHK_PRESS:   MOV    A,DTMFBUF
        CJNE   A,#09,CHK_PRESS1
        LJMP   ERR

CHK_PRESS1:  CJNE   A,#10,CHK_PRESS2
        MOV    A,DTMFBUF+1
        CJNE   A,#10,OFF_ALL_CH
        LJMP   OUT_PROG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OUT_PROG:    LCALL  ON_HOOK
             LJMP   START

OFF_ALL_CH:  CJNE   A,#12,ERR_CLR
             CLR    P2.1
             LCALL  DELAY
             SETB   P2.1
             CALL   TRACK5
             MOV    DLYBUF,#02H
             CALL   LDELAY
             CLR    LOOP_3
             LJMP   RD_KEY1

ERR_CLR:     SETB   ERROR
             SETB   LOOP_3
             LJMP   RD_KEY1
CHK_PRESS2:  CJNE   A,#11,CHK_PRESS3
             SJMP   ERR

CHK_PRESS3:  CJNE   A,#12,GET_CH
             LJMP   ERR

GET_CH:      MOV    A,DTMFBUF+1
CH_ON:       CJNE   A,#11,OFF_CH   ;KEY = * THEN ON CHANNEL
             SETB   ON_RELAY
             CALL   SET_RELAY
             SJMP   GET_CH1
OFF_CH:      CJNE   A,#12,ERR      ;KEY = # THEN OFF CHANNEL
             CLR    ON_RELAY
             CALL   SET_RELAY
             CLR    ERROR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GET_CH1:    MOV   A,DTMFBUF
            CJNE  A,#01,AIR_OFF
            JNB   ON_RELAY,AIR_OFF
            CALL  AIR_ON
            CALL  TEMP
            SETB  LOOP_2
            LJMP  RD_KEY1

AIR_OFF:    LCALL TRACK4
            LCALL DELAY
            SETB  LOOP_2
            LJMP  RD_KEY1

ERR:        SETB  ERROR
            SETB  LOOP_3
            LJMP  RD_KEY1

SET_RELAY:  MOV   A,DTMFBUF
            DEC   A
            JNB   ON_RELAY,SET_RELAY1
            SETB  ACC.3
SET_RELAY1: MOV   P0,A
            CLR   P2.2
            CALL  DELAY
            SETB  P2.2
            CLR   ACC.3
            RET

TEMP:       PUSH  ACC
            PUSH  PSW
            PUSH  DPH
            PUSH  DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        PUSH   00
        PUSH   01
        PUSH   02
        PUSH   03
        PUSH   04
        PUSH   05
        PUSH   06
        PUSH   07

TEMP_MAIN:   JB    TEMP_MON1,RD_TEMP_MON
        MOV    R2,#0CH       ;COMMAND FOR WRITE CONFIG
        MOV    R3,#00000011B  ;SET DS1620 COMMUNICATE
        CALL   DTWR8         ;WITH CPU, 1 SHOT MODE
        CALL   DEFAULT
        CALL   RD_TEMP_1ST
        JB     TEMP20,OUT_TEMP20
RD_KEY:      CALL   SOUND_SQ      ;PRESS "#" TO SET TEMP.
        CALL   SOUND_ZERO    ;PRESS "0" TO EXIT
WAIT_KEY:    MOV    C_SEC,#05
        CALL   WAIT_SEC
WAIT_KEY1:   JB     OTFLG,OUT_TEMP
        JNB    STD,WAIT_KEY1
WAIT_KEY12:  JNB    STD,WAIT_KEY11
        SJMP   WAIT_KEY12

RD_TEMP_MON:  CALL   RD_TEMP
        LJMP   OUT_TEMP20

WAIT_KEY11:  CLR    TR1
        CLR    OTFLG
        MOV    A,P1
        ANL    A,#00001111B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE   A,#0AH,$+6
        LJMP   OUT_TEMP
        CJNE   A,#0CH,RD_KEY
        CALL   SET_TEMP
OUT_TEMP20:   POP    07
        POP    06
        POP    05
        POP    04
        POP    03
        POP    02
        POP    01
        POP    00
        POP    DPL
        POP    DPH
        POP    PSW
        POP    ACC
        RET             ;RETUEN TO SET CHANNEL 2....

OUT_TEMP:     CLR   TR1
        CLR   OTFLG
        CALL   DEFAULT
        POP    07
        POP    06
        POP    05
        POP    04
        POP    03
        POP    02
        POP    01
        POP    00
        POP    DPL
        POP    DPH
        POP    PSW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   ACC
        RET             ;RETURN TO SET CHANNEL 2....

START_CONV:   MOV   R2,#0EEH     ;COMMAND FOR START CONVERT
        CALL  DTWR

CONV_DONE:    MOV   R2,0ACH      ;READ CONFIG (DONE BIT)
        CALL  DTRD8
        MOV   A,TEMPBUF
        JNB   ACC.7,CONV_DONE ;WAIT UNTIL FINISH CONV.
        RET

RD_TEMP_1ST:  MOV   R7,#02H
RD_TEMP_1ST1: CALL  START_CONV
        MOV   R2,#0AAH     ;COMMAND FOR READ TEMP.
        CALL  DTRD16       ;CLEAR DS1620 FIRST BUFFER
        MOV   TEMPBUF,#00H
        DJNZ  R7,RD_TEMP_1ST1
        CALL  RD_TEMP
        RET

RD_TEMP:      CALL  START_CONV
        MOV   R2,#0AAH     ;CMMAND FOR READ TEMP.
        CALL  DTRD16
        RET

WAIT_SEC:     MOV   TMOD,#00010110H      ;T0 AS COUNTER MODE 2
        MOV   TH1,#HIGH TIMEVAR    ;T1 AS TIMER MODE 1
        MOV   TL1,#LOW TIMEVAR
        MOV   TIMECYC,#00H
        MOV   COUNT_SEC,#00H
        CLR   OTFLG
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB   ET1          ;ENABLE T_0 INTERRUPT
        SETB   TR1          ;START T_0 TIMER
        RET

COUNT_CYC:   PUSH   ACC
        PUSH   PSW
        PUSH   DPH
        PUSH   DPL
        MOV    TH1,#HIGH TIMEVAR   ;LOAD NEW COUNT VAR.
        MOV    TL1,#LOW TIMEVAR
        INC    TIMECYC          ;COUNT FOR 15 CYCLES
        MOV    A,TIMECYC
        CJNE   A,#15,OUT_COUNT_CYC
        MOV    TIMECYC,#00H     ;RESET COUNT CYCLE
        INC    COUNT_SEC
        MOV    A,COUNT_SEC
        CJNE   A,C_SEC,OUT_COUNT_CYC
        MOV    COUNT_SEC,#00H
        SETB   OTFLG
OUT_COUNT_CYC: POP    DPL
        POP    DPH
        POP    PSW
        POP    ACC
        RETI

DEFAULT:     MOV    T_H_BUF,#02EH  ;SET T_HIGH = 23 DEG.C
        MOV    T_L_BUF,#026H  ;SET T_LOW = 19 DEG.C
        CALL   USER_TEMP
        RET              ;RETURN TO TEMP_MAIN

;***********************************************
; PROCEDURE TO SET THEMPERATURE VIA TELEPHONE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; IN =
; OUT =
; REG.= A, R7,
;************************************************

SET_TEMP:    MOV   DLYBUF,#03H
             CALL  LDELAY
KEY_LOOP:    MOV   KEY_COUNT,#04
PRS_STAR:    CALL  SOUND_STAR        ;PRESS "*" TO CHANGE TEMP.
             CALL  SOUND_ZERO        ;PRESS "0" TO EXIT
             MOV   C_SEC,#05
             CALL  WAIT_SEC
WAIT_KEY2:   JB    OTFLG,OT_OUT      ;WAIT UNTIL TIME OUT
             JNB   STD,WAIT_KEY2     ;WAIT FOR CONVERT DTMF
WAIT_KEY22:  JNB   STD,WAIT_KEY21
             SJMP  WAIT_KEY22
WAIT_KEY21:  CLR   TR1
             CLR   OTFLG
             MOV   A,P1
             ANL   A,#00001111B
             CJNE  A,#0BH,$+3
             DEC   KEY_COUNT
             LJMP  CHK_KEY
             CJNE  A,#0AH,PRS_STAR   ;KEY = 0 THEN EXIT
OT_OUT:      CLR   TR1
             CLR   OTFLG
             CALL  DEFAULT
             RET                     ;RETURN TO TEMP_MAIN

CHK_KEY:     MOV   A,KEY_COUNT
             CJNE  A,#03,CHK23
             LJMP  KEY21
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK23:      CJNE   A,#02,CHK25
            LJMP   KEY23
CHK25:      CJNE   A,#01,KEY_LOOP
            LJMP   KEY25


KEY21:      CALL   SOUND21          ;TO SET 21 DEG.C
            MOV    DLYBUF,#03H
            CALL   LDELAY
            LJMP   ITEMS

KEY23:      CALL   SOUND23          ;TO SET 23 DEG.C
            MOV    DLYBUF,#03H
            CALL   LDELAY
            LJMP   WHAT_KEY

KEY25:      CALL   SOUND25          ;TO SET 25 DEG.C
            MOV    DLYBUF,#03H
            CALL   LDELAY
            LJMP   WHAT_KEY

ITEMS:      CALL   SOUND_SQ         ;PRESS "#" TO CONFIRM
            CALL   SOUND_STAR       ;PRESS "*" TO NEXT TEMP
            CALL   SOUND_ZERO       ;PRESS "0" TO EXIT
            LJMP   WHAT_KEY

WHAT_KEY:   CALL   WAIT_SEC
WAIT_KEY3:  JB     OTFLG,OT_OUT1    ;WAIT UNTIL TIME OUT
            JNB    STD,WAIT_KEY3    ;WAIT FOR CONVERT DTMF
WAIT_KEY32: JNB    STD,WAIT_KEY31
            SJMP   WAIT_KEY32
WAIT_KEY31: CLR    TR1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR   OTFLG
        MOV   A,P1
        ANL   A,#00001111B
        CJNE  A,#0BH,$+8          ;PRESS "*" TO NEXT TEMP
        DEC   KEY_COUNT
        LJMP  CHK_KEY
        CJNE  A,#0CH,$+6          ;PRESS "#" TO SET NEW TEMP
        LJMP  TEMP_OK
        CJNE  A,#0AH,WHAT_KEY     ;PRESS "0" TO EXIT
OT_OUT1:    CLR   TR1
        CLR   OTFLG
        CALL  DEFAULT
        RET                       ;RETURN TO TEMP_MAIN

TEMP_OK:    MOV   DLYBUF,#02
        MOV   A,KEY_COUNT
        CJNE  A,#03,SET23
        MOV   T_H_BUF,#02DH
        MOV   T_L_BUF,#027H
        CALL  SOUND21
        CALL  LDELAY
        LJMP  USER_TEMP

SET23:      CJNE  A,#02,SET25
        MOV   T_H_BUF,#031H
        MOV   T_L_BUF,#02BH
        CALL  SOUND23
        CALL  LDELAY
        LJMP  USER_TEMP

SET25:      CJNE  A,#01,$+12
        MOV   T_H_BUF,#035H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   T_L_BUF,#02FH
        CALL  SOUND25
        CALL  LDELAY
        LJMP  USER_TEMP

USER_TEMP:
SET_T_HIGH:  MOV   R2,#01H      ;COMMAND FOR WRITE T_HIGH
        MOV   R3,#00H      ;TEMPERATURE IS POSITIVE
        MOV   R4,T_H_BUF   ;T_HIGH
        CALL  DTWR16

SET_T_LOW:   MOV   R2,#02H      ;COMMAND FOR WRITE T_LOW
        MOV   R3,#00H      ;TEMPERATURE IS POSITIVE
        MOV   R4,T_L_BUF   ;T_LOW
        CALL  DTWR16
OUT_SET_TEMP:  RET              ;RETURN TO SET TEMP_MAIN

SOUND_STAR:  PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#0FBH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#0A0H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#0B6H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#058H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#08EH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#06DH
        LCALL PLAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

SOUND_SQ:    PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#0FBH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#097H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#0B6H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#087H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#08EH
        LCALL PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

SOUND_ZERO:  PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#047H
        LCALL PLAY
        MOV   A,#3FH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#0B6H
        LCALL PLAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   A,#0F0H
        LCALL  PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

SOUND21:    PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#07FH
        LCALL  PLAY
        MOV   A,#00
        LCALL  PLAY
        MOV   A,#076H
        LCALL  PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

SOUND23:    PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#07FH
        LCALL  PLAY
        MOV   A,#0EH
        LCALL  PLAY
        MOV   A,#076H
        LCALL  PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   ACC
        RET

SOUND25:    PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#07FH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#1DH
        LCALL PLAY
        MOV   A,#076H
        LCALL PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

;***********************************************
;PROCEDURE TO WRITE COMMAND & DATA 8, 16 BITS
;WRITE COMMAND,DATA TO DS1620
;IN  = R2   COMMAND
;     R3,R4 DATA
;REG = A,R2,R3,R4,R5,R6
;***********************************************

DTWR:       CLR   TCLK      ;CLK=0
        CALL  DTDEL
        SETB  TRST      ;RST=1
        CALL  DTDEL
        MOV   A,R2      ;COMMAND
        CALL  DTWRS
        CLR   TRST      ;RST=0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL   DTDEL
        RET

DTWR8:      CLR   TCLK        ;CLK=0
        CALL   DTDEL
        SETB   TRST        ;RST=1
        CALL   DTDEL
        MOV    A,R2        ;COMMAND
        CALL   DTWRS
        MOV    A,R3        ;DATA
        CALL   DTWRS
        CLR    TRST        ;RST=0
        CALL   DTDEL
        CALL   DTDELE
        RET

DTWR16:     CLR   TCLK        ;CLK=0
        CALL   DTDEL
        SETB   TRST        ;RST=1
        CALL   DTDEL
        MOV    A,R2        ;COMMAND
        CALL   DTWRS
        MOV    A,R4        ;DATA LOW BYTE
        CALL   DTWRS
        MOV    A,R3        ;DATA HIGH BYTE
        CALL   DTWRS
        CLR    TRST        ;RST=0
        CALL   DTDEL
        CALL   DTDELE
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DTWRS:      MOV   R5,#8        ;WRITE COMMAND/DATA
```

```
DTWRS1:     RRC   A
            MOV   TDQ,C
            NOP
            SETB  TCLK        ;RISING EDGE CLOCK
            CALL  DTDEL
            CLR   TCLK
            CALL  DTDEL
            DJNZ  R5,DTWRS1
            RET

DTDEL:      MOV   R6,#4       ;LDELAY
            DJNZ  R6,$
            RET

DTDELE:     MOV   R5,#40H     ;END LDELAY (FOR EEPROM)
DTDELE1:    MOV   R6,#0
            DJNZ  R6,$
            DJNZ  R5,DTDELE1
            RET

; ***********************************************
; PROCEDURE TO READ DATA 8, 16 BITS
; WRITE COMMAND , READ DATA TO/FROM DS1620
; IN  = R2   COMMAND
; OUT = R3,R4 DATA (9 BIT)
; REG = A,R2,R3,R4,R5,R6
;***********************************************

DTRD8:      CLR   TCLK        ;CLK=0
            CALL  DTDEL
            SETB  TRST        ;RST=1
            CALL  DTDEL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   A,R2        ;COMMAND
        CALL  DTWRS
        CALL  DTRDS
        MOV   TEMPBUF,A
        CLR   TRST        ;RST=0
        CALL  DTDEL
        RET

DTRD16: CLR   TCLK        ;CLK=0
        CALL  DTDEL
        SETB  TRST        ;RST=1
        CALL  DTDEL
        MOV   A,R2        ;COMMAND
        CALL  DTWRS
        CALL  DTRDS
        MOV   TEMPBUF,A
        CALL  DTRDS
        ANL   A,#00000001B
        MOV   TEMPBUF+1,A
        CLR   TRST        ;RST=0
        CALL  DTDEL
        RET

DTRDS:  MOV   R5,#8       ;READ DATA SUB
        CLR   A
DTRDS1: CLR   TCLK
        CALL  DTDEL
        MOV   C,TDQ
        RRC   A
        SETB  TCLK
        CALL  DTDEL
        DJNZ  R5,DTRDS1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RET

DELAY:  PUSH  ACC
        PUSH  PSW
        PUSH  02
        PUSH  03
        MOV   R2,#0
DELAY1: MOV   R3,#0
        DJNZ  R3,$
        DJNZ  R2,DELAY1
        POP   03
        POP   02
        POP   PSW
        POP   ACC
        RET

DELAY2: PUSH  ACC
        PUSH  PSW
        PUSH  02
        MOV   R2,#0
        DJNZ  R2,$
        POP   02
        POP   PSW
        POP   ACC
        RET

LDELAY: PUSH  ACC
        PUSH  PSW
        PUSH  05
        PUSH  06
        PUSH  07
        MOV   R5,DLYBUF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LWAIT2:     MOV   R6,#0FFH
LWAIT1:     MOV   R7,#0FFH
            DJNZ  R7,$
            DJNZ  R6,LWAIT1
            DJNZ  R5,LWAIT2
            POP   07
            POP   06
            POP   05
            POP   PSW
            POP   ACC
            RET

;*****************************************************
;*  VOICE PLAYBACK DEVICES CONTROL                   *
;*****************************************************
;IN=A

    PLAY:     SETB  PD
              LCALL DELAY
              CLR   PD
              MOV   P0,A
              CLR   CE_ISD
              LCALL DELAY2
              SETB  CE_ISD
              SETB  EA
              SETB  EX0
              JNB   ENDSOUND,$
              CLR   EX0
              CLR   ENDSOUND
              LCALL DELAY
              RET
    STOP:     SETB  ENDSOUND
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RETI
TRACK1:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#0C2H
        LCALL PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET
TRACK2:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,#0D6H
        LCALL PLAY
        POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET
TRACK3:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   R1,#0
N1:       MOV   A,R1
        MOV   DPTR,#ANS3
        MOVC  A,@A+DPTR
        CJNE  A,#0FFH,N2
        SJMP  END_S3
N2:       LCALL PLAY
        INC   R1
        SJMP  N1
END_S3:     POP   DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET
TRACK4:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   A,DTMFBUF
S42:      MOV   DPTR,#ANS0
        MOVC  A,@A+DPTR
        LCALL PLAY
        JB    ON_FELAY,S44
        MOV   A,#05EH
        SJMP  END_S4
S44:      MOV   A,#65H
END_S4:     LCALL PLAY
END_S41:    POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET
TRACK5:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   R1,#0
N51:      MOV   A,R1
        MOV   DPTR,#ANS5
        MOVC  A,@A+DPTR
        CJNE  A,#0FFH,N52
        SJMP  END_S5
N52:      LCALL PLAY
        INC   R1
        SJMP  N51
END_S5:     POP   DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

TRACK6:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   R1,#0
N61:      MOV   A,R1
        MOV   DPTR,#ANS6
        MOVC  A,@A+DPTR
        CJNE  A,#0FFH,NEXT_WORD
        SJMP  END_S61
NEXT_WORD:    CJNE  A,#01H,N62
        SJMP  END_S60
N62:      LCALL PLAY
N63:      INC   R1
        SJMP  N61
END_S60:    MOV   DLYBUF,#03
        CALL  LDELAY
        SJMP  N63
END_S61:    POP   DPL
        POP   DPH
        POP   ACC
        RET

AIR_ON:     PUSH  ACC
        PUSH  DPH
        PUSH  DPL
        MOV   R1,#0
AIR1:     MOV   A,R1
        MOV   DPTR,#AIR_TAB
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVC   A,@A+DPTR
        CJNE   A,#0FFH,INST1
        SJMP   END_AIR
INST1:     CJNE   A,#01H,AIR2
        SJMP   AIR3
AIR2:      LCALL  PLAY
AIR21:     INC    R1
        SJMP   AIR1
AIR3:      MOV    DLYBUF,#03H
        CALL   LDELAY
        SJMP   AIR21
END_AIR:   POP    DPL
        POP    DPH
        POP    ACC
        RET

ANS0:      DB     000H,000H,007H,00EH,015H,01DH
        DB     026H,02FH,038H,0FFH
ANS3:      DB     058H,0AAH,0B6H,065H,0FBH,0A0H
        DB     0B6H,05EH,0FBH,097H,0FFH
ANS5:      DB     05EH,0AAH,04FH,0FFH
ANS6:      DB     058H,0AAH,06DH,001H,0B6H,0F0H
        DB     047H,03FH,03FH,0FFH
AIR_TAB:   DB     065H,0AAH,08EH,0FFH

        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88632B

Central Office Interface Circuit

Preliminary Information

ISSUE 3 September 1997

Features

- Supports Loop Start and Ground Start protocols
- 2-4 Wire conversion
- Programmable Input Impedance, Network Balance Impedance and gains
- Three relay drivers
- Line state detection outputs
- 15mA operation allowing long line length capability
- On-hook reception for Caller Line Identification
- Meets FCC Part 68 Leakage Current Requirements

Applications

Interface to Central Office telephone line for

- PBX
- Key Telephone System
- Terminal Equipment
- Digital Loop Carrier
- Wireless Local Loop

Ordering Information

MH88632B 40 Pin SIL Package
MH88632BT 40 Pin 90° Package
0°C to 70°C

Description

The Mitel MH88632B Central Office Interface Circuit provides a complete analog and signalling link between audio switching equipment and a subscriber line. The device is available in a single in line package for high packing densities or in a 90° package for reduced card clearance.

The device is fabricated using thick film hybrid technology for optimum circuit design and very high reliability.

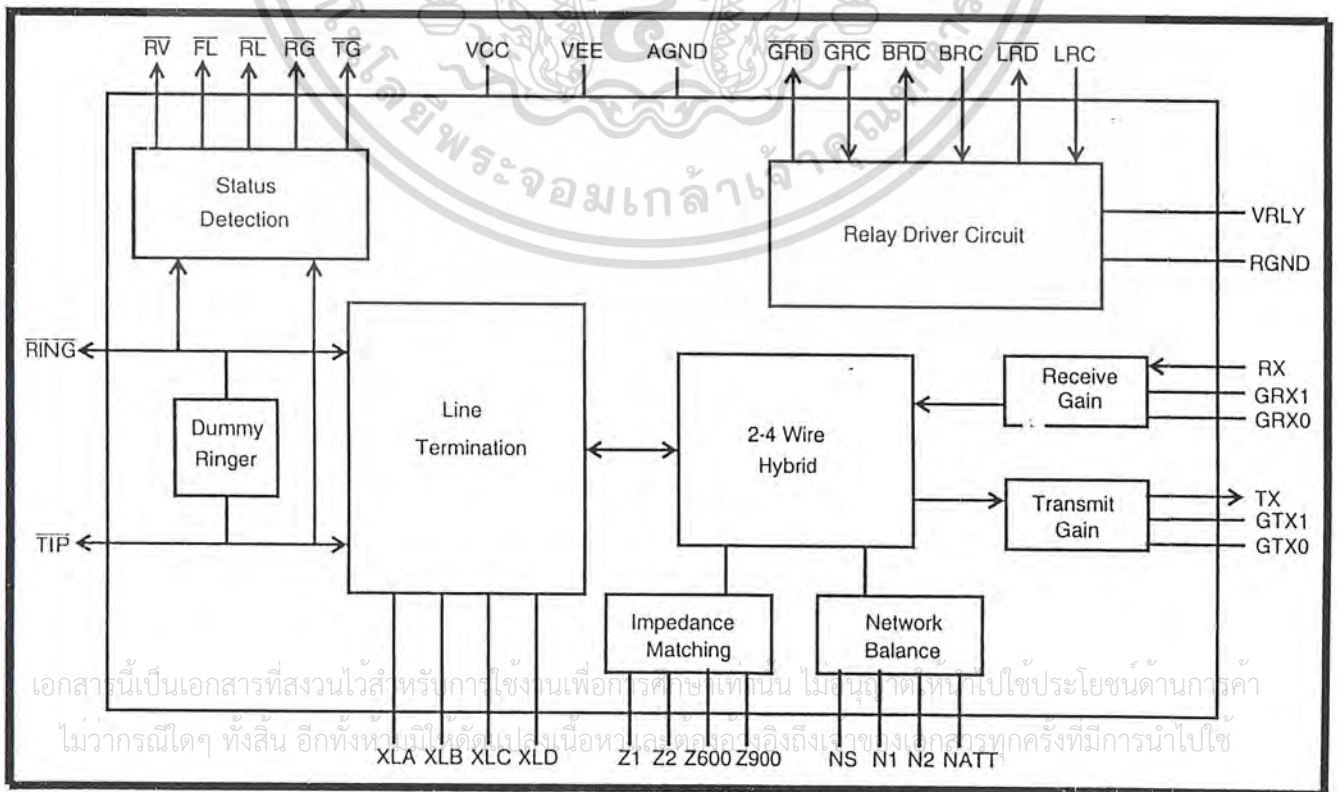


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

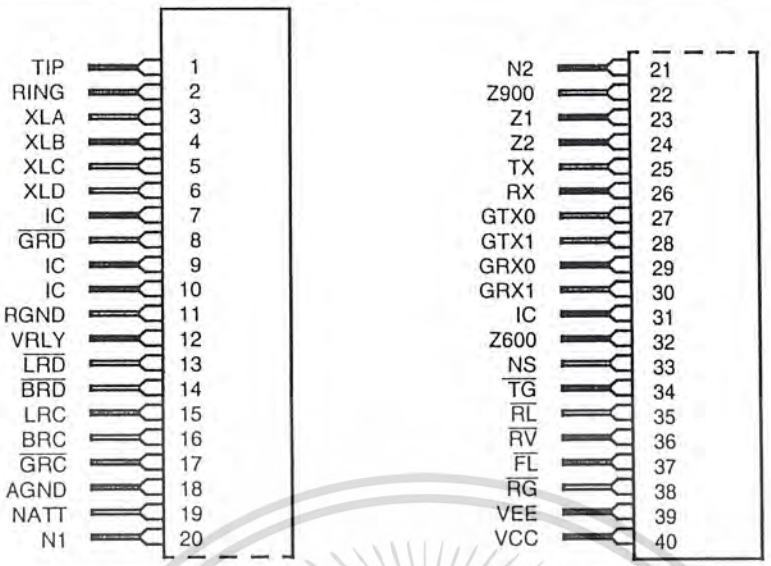


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the Tip lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
2	RING	**Ring Lead.** Connects to the Ring lead of a telephone line usually via an external protection circuit.
3	XLA	**Loop Relay Contact A.** Connects to XLB through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
4	XLB	**Loop Relay Contact B.** Connects to XLA through relay contacts (K1A) when the relay is energized.
5	XLC	**Loop Relay Contact C.** Connects to XLD through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
6	XLD	**Loop Relay Contact D.** Connects to XLC through relay contacts (K1B) when the relay is energized.
7	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
8	$\overline{GRD}$	**Ground Ring Lead Relay Drive (Output).** Connects to the Ground Ring Lead Relay coil (K3) and is controlled by $\overline{GRC}$.
9	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
10	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
11	RGND	**Relay Ground.** Return path for relay supply voltage.
12	VRLY	**Relay Positive Supply Voltage.** Normally +5V. Connects to all relay coils and the relay supply voltage.
13	$\overline{LRD}$	**Loop Relay Drive (Output).** Connects to the Loop Relay coil (K1) and is controlled by LRC.
14	$\overline{BRD}$	**Bias Relay Drive (Output).** Connects to the Bias Relay coil (K2) and is controlled by $\overline{BRC}$.
15	LRC	**Loop Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{LRD}$. The Loop Relay (K1) is used for placing the Line Termination across Tip and Ring.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (continued)

16	BRC	**Bias Relay Control (Input).** A logic 1 activates $\overline{BRD}$. The Bias Relay (K2) is used to connect Tip and Ring to -48V via bias resistors. This input should be connected to logic 0 when not used.
17	$\overline{GRC}$	**Ground Ring Relay Control (Input).** A logic 0 activates $\overline{GRD}$. The Ground Ring Lead Relay (K3) is used to connect Ring to AGND via a bias resistor. This input should be connected to logic 1 when not used.
18	AGND	**Analog Ground.** 4-Wire Ground. Normally connects to system ground. This pin must be connected to the system ground in Ground Start applications.
19	NATT	**Network Balance AT&T Node.** Used when setting the Network Balance Impedance to AT&T compromise network.
20	N1	**Network Balance Node 1.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required or when NATT is used.
21	N2	**Network Balance Node 2.** Used when a Network Balance Impedance which differs from the Input Impedance is required.
22	Z900	**Input Impedance 900Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 900Ω.
23	Z1	**Input Impedance Node 1.** Used when setting the Input Impedance.
24	Z2	**Input Impedance Node 2.** Used when a user defined Input Impedance is required.
25	TX	**Transmit (Output).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog output.
26	RX	**Receive (Input).** 4-Wire ground (AGND) referenced analog input.
27	GTX0	**Transmit Gain Node 0.** Connects to GTX1 for 0dB transmit gain.
28	GTX1	**Transmit Gain Node 1.** Connects to GTX0 for 0dB transmit gain or via a resistor to AGND for transmit gain programming.
29	GRX0	**Receive Gain Node 0.** Connects to GRX1 for 0dB receive gain.
30	GRX1	**Receive Gain Node 1.** Connects to GRX0 for 0dB receive gain or via a resistor to AGND for receive gain programming.
31	IC	**Internal Connection.** No connection should be made to this pin.
32	Z600	**Loop Impedance 600Ω Node.** Connects to Z1 when selecting an Input Impedance of 600Ω.
33	NS	**Network Balance Setting (Input).** Used to select the Network Balance impedance.
34	$\overline{TG}$	**Tip Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Tip lead is at ground (AGND) potential.
35	$\overline{RL}$	**Reverse Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that reverse loop current is present.
36	$\overline{RV}$	**Ringing Voltage Detect (Output).** A logic low indicates that ringing voltage is across the Tip and Ring leads.
37	$\overline{FL}$	**Forward Loop Detect (Output).** In the on-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop battery is present. In the off-hook state, a logic 0 output indicates that forward loop current is present.
38	$\overline{RG}$	**Ring Lead Ground Detect (Output).** A logic 0 output indicates that the Ring lead is at ground (AGND) potential.
39	VEE	**Negative Supply Voltage.** -5V DC
40	VCC	**Positive Supply Voltage.** +5V DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MH88632B is a Central Office Interface Circuit (COIC). It is used to correctly terminate a Central Office 2-Wire telephone line. The device provides a signalling link and a 2-4 Wire line interface between the telephone line and subscriber equipment. The subscriber equipment can include Private Branch Exchanges (PBX's), Key Telephone Systems, Terminal Equipment, Digital Loop Carriers and Wireless Local Loops.

All descriptions assume that the device is connected as in the application circuit shown in Figure 3.

Isolation Barrier

The MH88632B provides an isolation barrier which is designed to meet FCC Part 68 (November 1987) Leakage Current Requirements.

External Protection

An external protection circuit may be required to assist in preventing overvoltage damage to the device and the subscriber equipment in which it is incorporated. The type of protection required is dependant on the application and the regulatory standards. Please contact the governing regulatory body and local approvals testing houses for more assistance.

This protection is shown in block form in Figure 3.

Suitable Markets

The programmability offered by the MH88632B enhances its suitability for use throughout the world. However, care should be taken that all regulatory requirements, e.g. isolation and DC termination, are being fulfilled for the particular application in which the device is intended to be used.

Line Termination

When LRC is at a logic 1, $\overline{LRD}$ is taken to a logic 0 which energizes the Loop Relay (K1), connecting XLA to XLB and XLC to XLD. This places a line termination across Tip and Ring. The device can be considered to be in an off-hook state and DC loop current will flow. The line termination consists of a DC resistance and an AC impedance. When LRC is at a logic 0, the Line Termination is removed from across Tip and Ring.

An internal Dummy Ringer is permanently connected across Tip and Ring which is a series AC load of (17kΩ+330nF). This represents a mechanical telephone ringer and allows ringing voltages to be sensed. This load can be considered negligible when the line has been terminated.

Depending on the Network Protocol being used the line termination can seize the line for an outgoing call, terminate an incoming call, or if applied and disconnected at the correct rate can be used to generate dial pulse signals.

The DC line termination circuitry provides the line with an active DC load which is equivalent to a DC resistance of between 190Ω and 290Ω dependant on the loop current.

AC Input Impedance

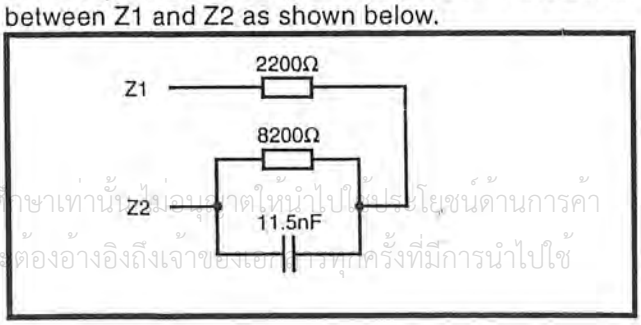
The Input Impedance (Zin) is the AC impedance that the MH88632B places across Tip and Ring in order to terminate the telephone line. It can be user defined, set to 600Ω or set to 900Ω.

To select a 600Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z600. No connection should be made to Z2 or Z900.

To select a 900Ω Input Impedance, Z1 should be connected directly to Z900. No connection should be made to Z2 or Z600.

In order to user define the Input Impedance an impedance network should be placed between Z1 and Z2. This should be equivalent to 10 times the required Input Impedance and must be greater than 100Ω at 3.4kHz. No connection should be made to Z600 or Z900.

For example, to implement an Input Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF) an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) should be connected between Z1 and Z2 as shown below.



เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User defined Input Impedances can be used to satisfy most national requirements. See Table 1.

All connections should be kept as short as possible.

Network Balance Impedance

The MH88632B's Network Balance Impedance can be selected to mirror the Input Impedance, to be AT&T compromise or set to a user defined value. Thus, the Network Balance Impedance can comply with most national requirements.

With NS at logic 0, the Network Balance Impedance is selected to mirror the Input Impedance of the device. No connection should be made to NATT, N1 and N2.

To select a Network Balance Impedance equal to AT&T Compromise (i.e. 350Ω+(1kΩ//210nF)), NS should be set to a logic 1 and a direct connection made between NATT and N1. No connection should be made to N2.

To set a user defined Network Balance Impedance NS is set to a logic 1. An impedance network which is 10 times the required Network Balance Impedance must be placed between N1 and AGND. Another impedance network must be placed between N1 and N2 which is 10 times the selected input impedance of the device.

For example, to implement a Network Balance Impedance of 220Ω+(820Ω//115nF), an impedance network of 2200Ω+(8200Ω//11.5nF) must be connected between N1 and AGND. An impedance network equal to 10 times the selected Input Impedance must be connected between N1 and N2. See Table 2.

All connections should be kept as short as possible.

2-4 Wire Conversion

The device converts the balanced 2-Wire input, presented by the line at Tip and Ring, to a ground referenced signal at TX. This circuit operates with or without loop current; signal reception with no loop current is required for on-hook reception enabling the detection of Caller Line Identification signals.

Conversely the device converts the ground referenced signal input at RX, to a balanced 2-Wire signal across Tip and Ring.

The 4-Wire side (TX and RX) can be interfaced to a filter/codec, such as the Mitel MT896X, for use in digital voice switched systems.

During full duplex transmission, the signal at Tip and Ring consists of both the signal from the device to the line and the signal from the line to the device. The signal input at RX, being sent to the line, must not appear at the output TX. In order to prevent this, the device has an internal cancellation circuit. The measure of attenuation is Transhybrid Loss (THL).

Programmable Transmit and Receive Gain

The Transmit Gain (GTX) of the MH88632B is the gain from the balanced signal across Tip and Ring to the ground referenced signal at TX. It is programmed by making a connection to GTX1. A direct connection from GTX1 to GTX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GTX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{TX}) between GTX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{TX} = \frac{5000}{10^{(-GTX/20)} - 0.5}$$

$$GTX = -20 \log\left(0.5+\frac{5000}{R_{TX}}\right)$$

The Receive Gain (GRX) of the MH88632B is the gain from the ground referenced signal at RX to the balanced signal across Tip and Ring. It is programmed by making a connection to GRX1. A direct connection from GRX1 to GRX0 selects a gain of 0dB. A direct connection from GRX1 to AGND selects a gain of +6dB. Other gains can be programmed by connecting a resistor (R_{RX}) between GRX1 and AGND. The value of resistor is selected using the following formulae.

$$R_{RX} = \frac{5000}{10^{(-GRX/20)} - 0.5}$$

$$GRX = -20 \log\left(0.5+\frac{5000}{R_{RX}}\right)$$

For the correct programming of Transmit and Receive Gains the selected Input Impedance must match the specified telephone line characteristic impedance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Both Gains are programmable in the range -12dB to +6dB. This wide range is capable of accommodating most system loss plans. See Tables 3 and 4.

Caller Line Identification

Caller Line Identification (CLI) provides the called party with the calling party telephone number. The Central Office will utilise the voice path of a regular loop-start telephone line when the MH88632B is in the on-hook state. The CLI information is typically a Frequency Shift Keyed (FSK) data signal which is output at TX.

Supervisory Features

Line Status Detection Outputs

The MH88632B supervisory circuitry provides the signalling status outputs which are monitored by the system controller. The supervisory circuitry is capable of detecting: ringing voltage; forward and reverse loop battery; forward and reverse loop current; grounded tip lead; and grounded ring lead.

If these Supervisory Features and the Control Features are used as indicated in Figure 3 they can implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

1. Ringing Voltage Detect Output ($\overline{RV}$)

The $\overline{RV}$ output provides a logic 0 when ringing voltage is detected across Tip and Ring. This detector includes a filter which ensures that the output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency. Typically this output switches to a logic 0 after 50ms of applied ringing voltage and remains at a logic 0 for 50ms after ringing voltage is removed.

2. Forward Loop and Reverse Loop Detect Outputs ($\overline{FL}$ & $\overline{RL}$)

The $\overline{FL}$ output provides a logic 0 when either forward loop battery or forward loop current is detected, that is the Ring pin voltage is negative with respect to Tip pin voltage.

The $\overline{RL}$ output provides a logic 0 when either reverse loop battery or reverse loop current is detected, that is the Tip pin voltage is negative with respect to Ring pin voltage.

3. Tip Ground and Ring Ground Detect Outputs ($\overline{TG}$ & $\overline{RG}$)

The $\overline{TG}$ output provides a logic 0 when the Tip pin is at ground (AGND) potential.

The $\overline{RG}$ output provides a logic 0 when the Ring pin is at ground (AGND) potential.

Control Inputs

The MH88632B accepts control signals from the system controller at the inputs Loop Relay Control (LRC), Bias Relay Control (BRC) and Ground Ring Relay Control ($\overline{GRC}$). These energize the relay drive outputs Loop Relay Drive ($\overline{LRD}$), Bias Relay Drive ($\overline{BRD}$) and Ground Ring Relay Drive ($\overline{GRD}$) respectively. Each output is active low and has an internal clamp diode to VRLY.

The intended use of each of these relay drivers is shown in Figure 3. LRC is being used to add and remove the Line Termination from across Tip and Ring. BRC is used to connect Tip and Ring to -48V via external bias resistors. $\overline{GRC}$ is controlling the connection of Ring to AGND via an external bias resistor.

If these Control Features and the Supervisory Features are used as intended they can be used to implement common Network Protocols such as Loop-Start Signalling and Ground-Start Signalling.

Mechanical Information

See Figure 9 for mechanical specifications for the MH88632B and Figure 10 for mechanical specifications for the MH88632BT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

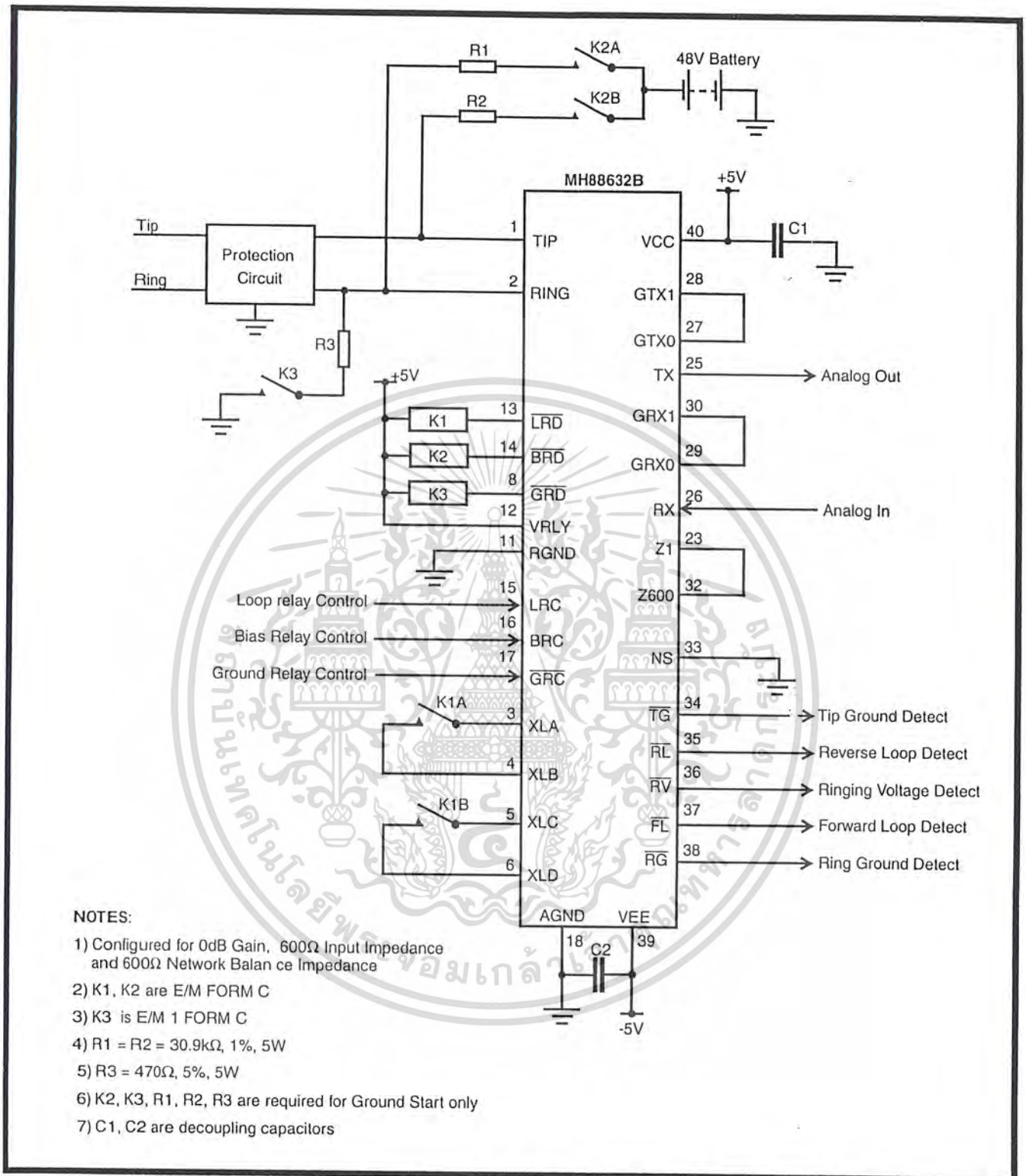


Figure 3 - Typical Combined Loop Start and Ground Start Appliation Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Impedance Settings

Z2	Z1	Z600	Z900	Resulting input impedance (Zin)
NA	Connect Z1 to Z600		NA	600Ω
NA	Connect Z1 to Z900	NA	Connect Z1 to Z900	900Ω
Connect network from Z1 to Z2		NA	NA	0.1 x impedance between Z1 & Z2

Note: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Input Impedance

Network Balance Settings

NS (Input)	N2	N1	NATT	Resulting input impedance (Zin)
Low	NA	NA	NA	Equivalent to Zin
High	NA	Connect N1 to NATT		AT&T compromise (350Ω + 1kΩ // 210nF) Zin must be 600Ω
High	Connect network from N1 to AGND equivalent to 10 x NETBAL. Connect network from N1 to N2 equivalent to 10 x Zin.		NA	0.1 x impedance between N1 & N2

Notes: NA indicates high impedance (10kΩ) connection to this pin does not effect the resulting Network Balance Impedance.
Low indicates Logic 0.
High indicates Logic 1.

Transmit Gain Programming

Transmit Gain (dB)	R_{TX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
+4.0	38.3k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
+3.7	32.4k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
0.0	GTX0 to GTX1	
-3.0	5.49k	
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the receive path of PCM to 2-Wire.

Receive Gain Programming

Receive Gain (dB)	R_{RX} Resistor Value (Ω)	Notes
+6.0	No Resistor	
0.0	GRX0 to GRX1	
-3.0	5.49k	
-3.7	4.87k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel A-law codec (i.e. MT8967)
-4.0	4.64k	Results in 0dB overall gain when used with Mitel μ-law codec (i.e. MT8966)
-6.0	3.32k	
-12.0	1.43k	

Note: Overall gain refers to the transmit path of 2-wire to PCM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Sym	Min	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	-0.3 0.3	7 -7	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}	-0.3	20	V	
3	Storage Temperature	T_S	-55	+125	°C	
4	Ring Trip Current	I_{TRIP}		180	mArms	250ms 10% duty cycle or 500ms single shot

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

Recommended Operating Conditions

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Comments
1	DC Supply Voltage	V_{CC} V_{EE}	4.75 -4.75	5 -5	5.25 -5.25	V V	
2	DC Relay Voltage	V_{RLY}		5	15	V	
3	Operating Temperature	T_{OP}	0	25	70	°C	

‡Typical figures are at 25 C with nominal 5V supplies and are dr design aid only.

DC Electrical Characteristics†

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1		Supply Current	I_{DD} I_{EE}		14 10	15 13	mA mA	
2		Power Consumption	PC		120	147	mW	
3	$\overline{FL}$ $\overline{RL}$ $\overline{RG}$ $\overline{TG}$ $\overline{RV}$	Low Level Output Voltage High Level Output Voltage	V_{OL} V_{OH}	 2.4		0.5	V V	I_{OL} = 4mA I_{OH} = 0.4mA
4	$\overline{LRD}$ $\overline{BRD}$ $\overline{GRD}$	Sink Current, Relay to V_{CC} Clamp Diode Current	I_{OL} I_{CD}	100 150			mA mA	V_{OL} = 0.35V
5	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	Low Level Input Voltage High Level Input Voltage	V_{IL} V_{IH}	 2		0.8	V V	
6	NS LRC BRC $\overline{GRC}$	High Level Input Current Low Level Input Current	I_{IH} I_{IL}			1 1	µA µA	

† Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡ Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are br design aid only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Loop Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Ringing Voltage	V_R	20	90	130	Vrms	
2	Ringing Frequency		17	20	68	Hz	
4	Operating Loop Current		15		90	mA	
5	Off-Hook DC Resistance		190	275	290	Ω	
6	Leakage Current (Tip-Ring to AGND)				7	mArms	@1000VAC
7	$\overline{FL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 12 6		 21 12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
8	$\overline{RL}$ Threshold Tip-Ring Voltage Detect (On-hook) Tip-Ring Current Detect (Off-hook)		 -12 -6		 -21 -12	 V mA	 LRC = 0V LRC = 5V
9	$\overline{TG}$ and $\overline{RG}$ Detect Threshold		-12		-14	V	

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated.
‡Typical figures are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only.

AC Electrical Characteristics†

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	2-wire Input Impedance	Zin		600		Ω	
				900		Ω	
	Note 1			Ext.		Ω	
2	Return Loss at 2-Wire (Zin = 600Ω)	RL					Test Circuit Fig. 6
			20	40		dB	200-500 Hz
			26	48		dB	500-1000 Hz
			20	46		dB	1000-3400 Hz
3	Return Loss at 2-Wire (Zin = 900Ω)	RL	22			dB	200-500 Hz
			26			dB	500-1000 Hz
			24			dB	1000-3400 Hz
4	Longitudinal to Metallic Balance						Test Circuit Fig. 8
			58	64		dB	200 Hz
			58	63		dB	1000 Hz
			55	61		dB	2000 Hz
			53	57		dB	3000 Hz
	Note 2		51	54		dB	4000 Hz
5	Metallic to Longitudinal Balance						Test Circuit Fig. 7
			60	62		dB	200-1000 Hz
	Note 2		40	62		dB	1000 -4000 Hz
6	Transhybrid Loss	THL	18	25		dB	200-3400 Hz
	(Zin = Net = 600Ω) Note 2 & 3		21	33		dB	500-2500 Hz
7	Transhybrid Loss	THL	18			dB	200-3400 Hz
	(Zin = Net = 900Ω) Note 2 & 3		21			dB	500 -2500 Hz
8	Transhybrid Loss	THL	18			dB	200-3400 Hz
	(Zin =600Ω, Net = AT&T) Note 2 & 3		21	30		dB	500-2500 Hz
9	Input Impedance At RX			10		kΩ	
10	Output Impedance at TX				5	Ω	
11	Transmit Gain, (2-Wire/TX):						Test Circuit Fig. 5
	Default Gain(0dB)		-0.2		0.2	dB	Input 0.5V
	Programmable Range		-12	0	6	dB	1000Hz
							1000Hz

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† (continued)

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
12	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 5 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
13	Receive Gain, (RX/2-Wire):						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Default Gain (0dB)		-0.2	0	0.2	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
14	Frequency response gain (relative to gain at 1kHz)						Test Circuit Fig. 4 Input 0.5V
	Note 2		-1.3	0	0.1	dB	200 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	300 Hz
			-0.3	0	0.1	dB	3000 Hz
			-0.7	0	0.1	dB	3400 Hz
15	Signal Output Overload Level						THD < 5%
	at 2-wire		4			dBm	Ref. 600Ω
	at TX		4			dBm	Ref. 600Ω
16	Total Harmonic Distortion	THD					Input 0.5V, 1kHz
	at 2-Wire			0.2	1	%	
	at TX			0.4	1	%	
17	Idle Channel Noise	Nc					
	at 2-Wire			10	13	dBrn C	
	at TX			11	13	dBrn C	
18	Common Mode Rejection Ratio	CMRR	48	65		dB	540Hz Test Circuit Fig. 8
19	Power Supply Rejection Ratio at 2-Wire and TX	PSRR					Ripple 0.1V, 1kHz
	V_{CC}		20	42		dB	
	V_{EE}		20	28		dB	
20	On-Hook Transmit Gain (2-Wire/TX) Default Gain 0dB		-1	0	1	dB	1000Hz
	Programmable Range		-12		6	dB	1000Hz
21	On-Hook frequency Response Gain (relative to off-hook gain)		-1	0	1	dB	Input 0.5V, 1kHz

†Electrical Characteristics are over recommended operating conditions unless otherwise stated
‡Typical figure are at 25°C with nominal 5V supplies and are for design aid only
*All test conditions use a test source impedance which matches the device's input impedance
dBm is referenced to 600Ω unless otherwise stated
Notes: Impedance set by external network equal to 10 times the required input impedance
Test conditions use a transmit and receive gain set to 0dB default
"Net" indicates network balance impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

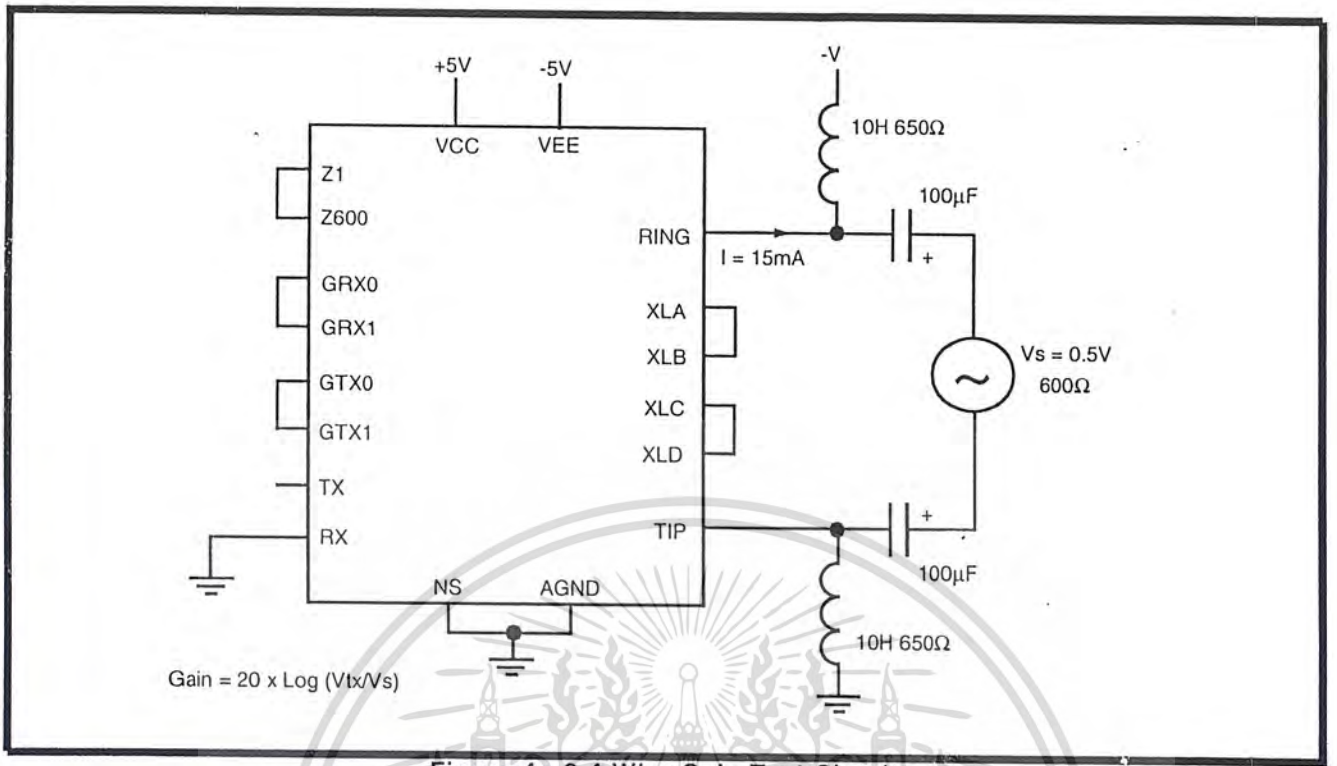


Figure 4 - 2-4 Wire Gain Test Circuit

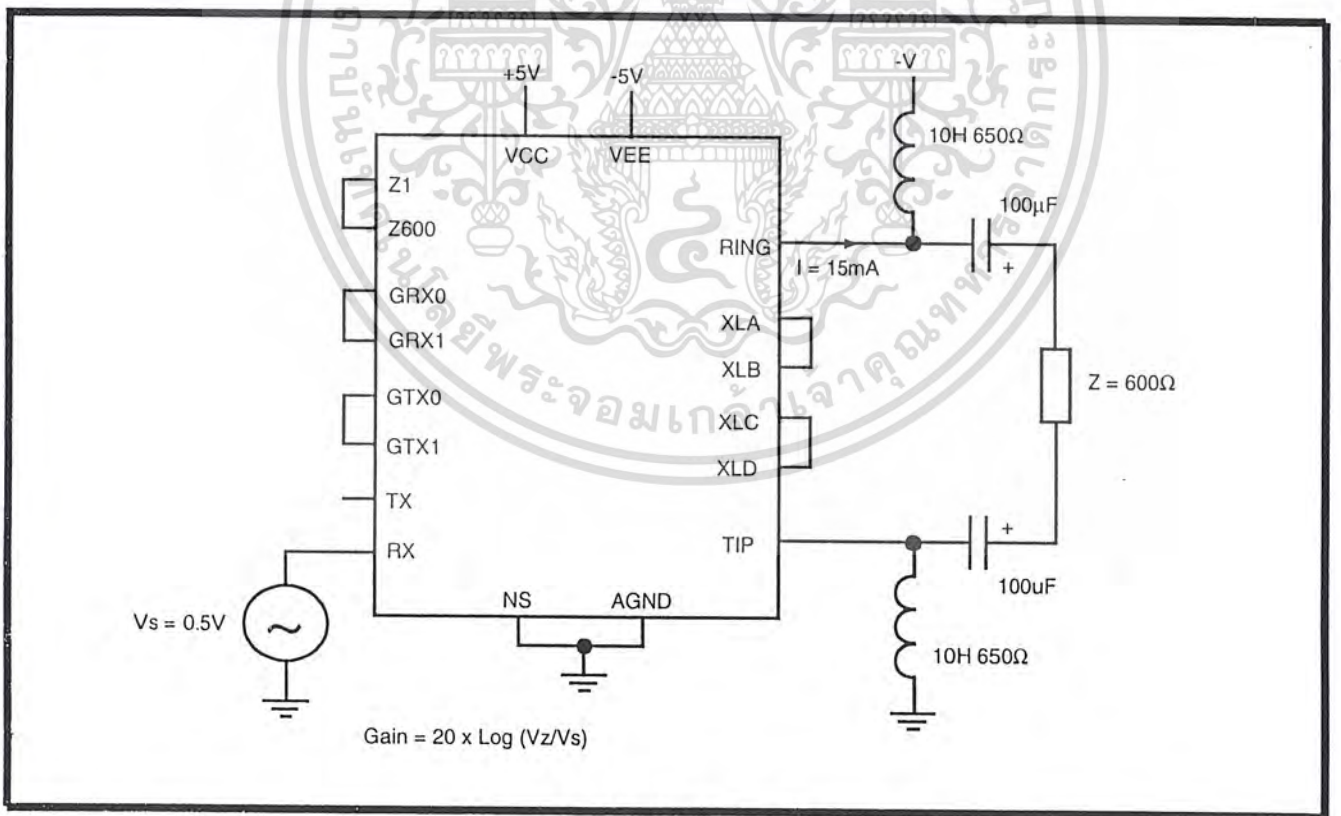


Figure 5 - 4-2 Wire Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

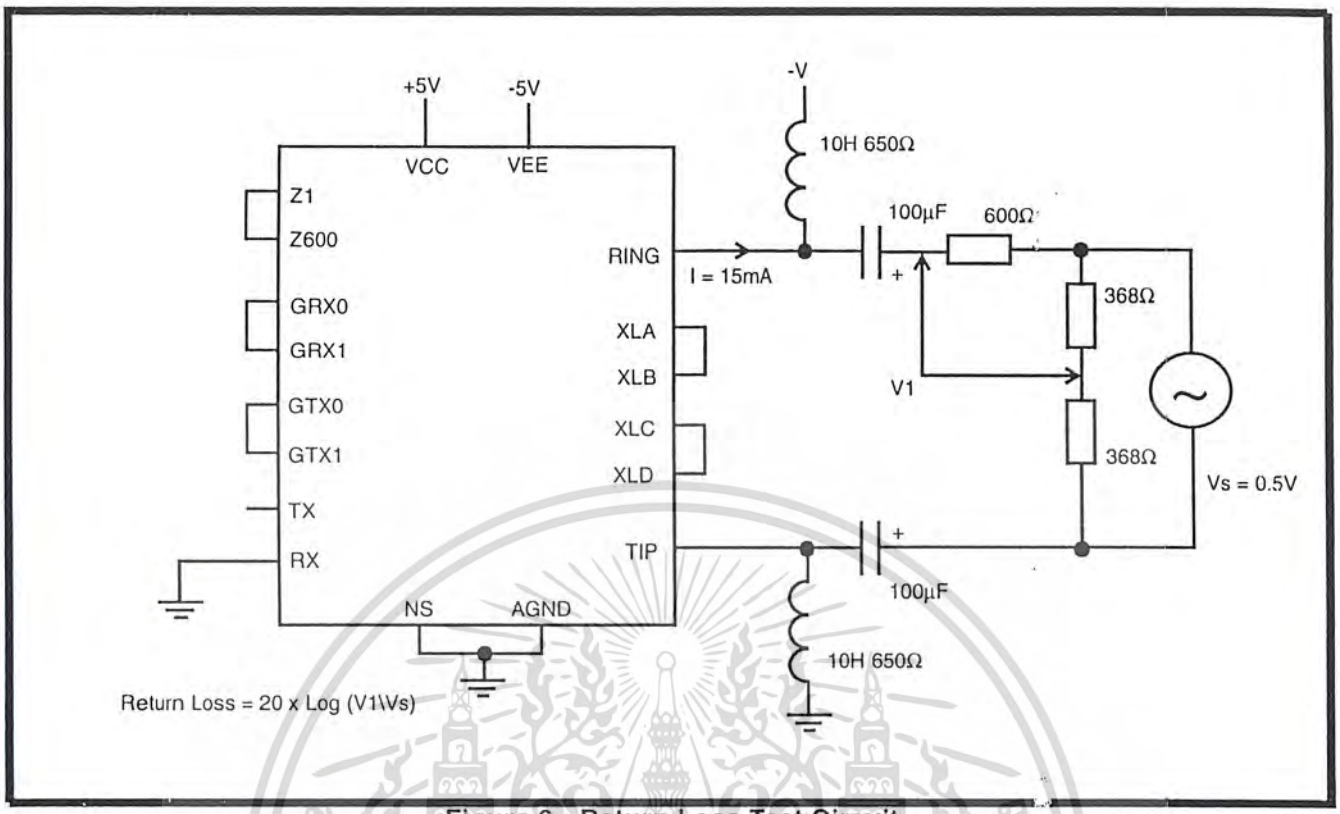


Figure 6 - Return Loss Test Circuit

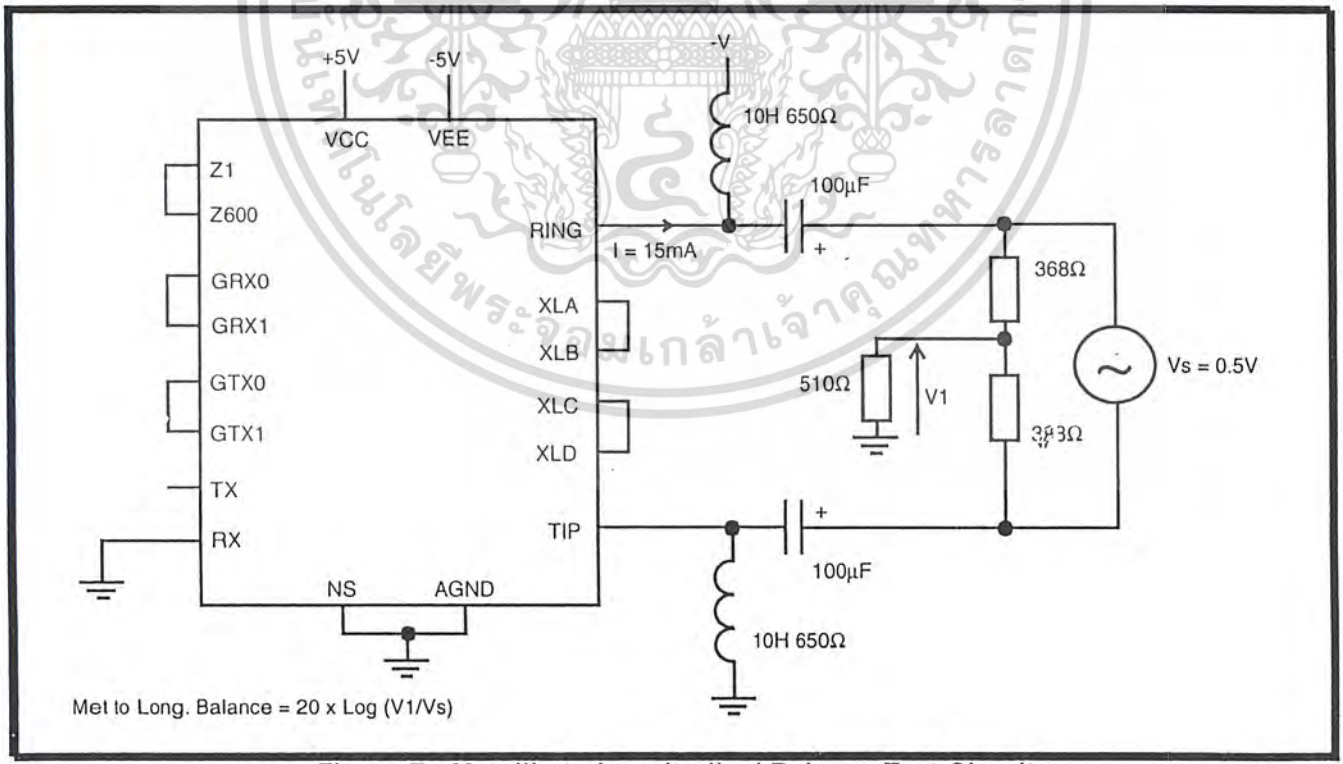


Figure 7 - Metallic to Longitudinal Balance Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

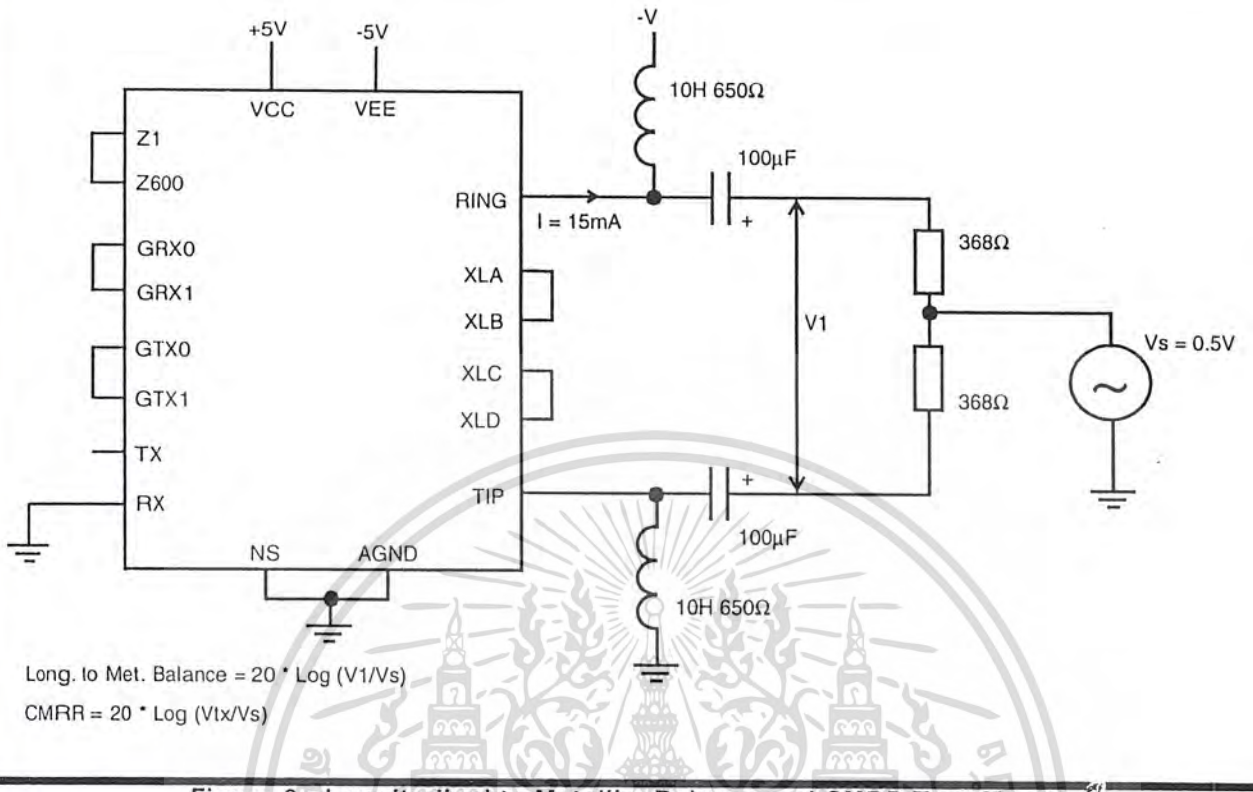


Figure 8 - Longitudinal to Metallic Balance and CMRR Test Circuit

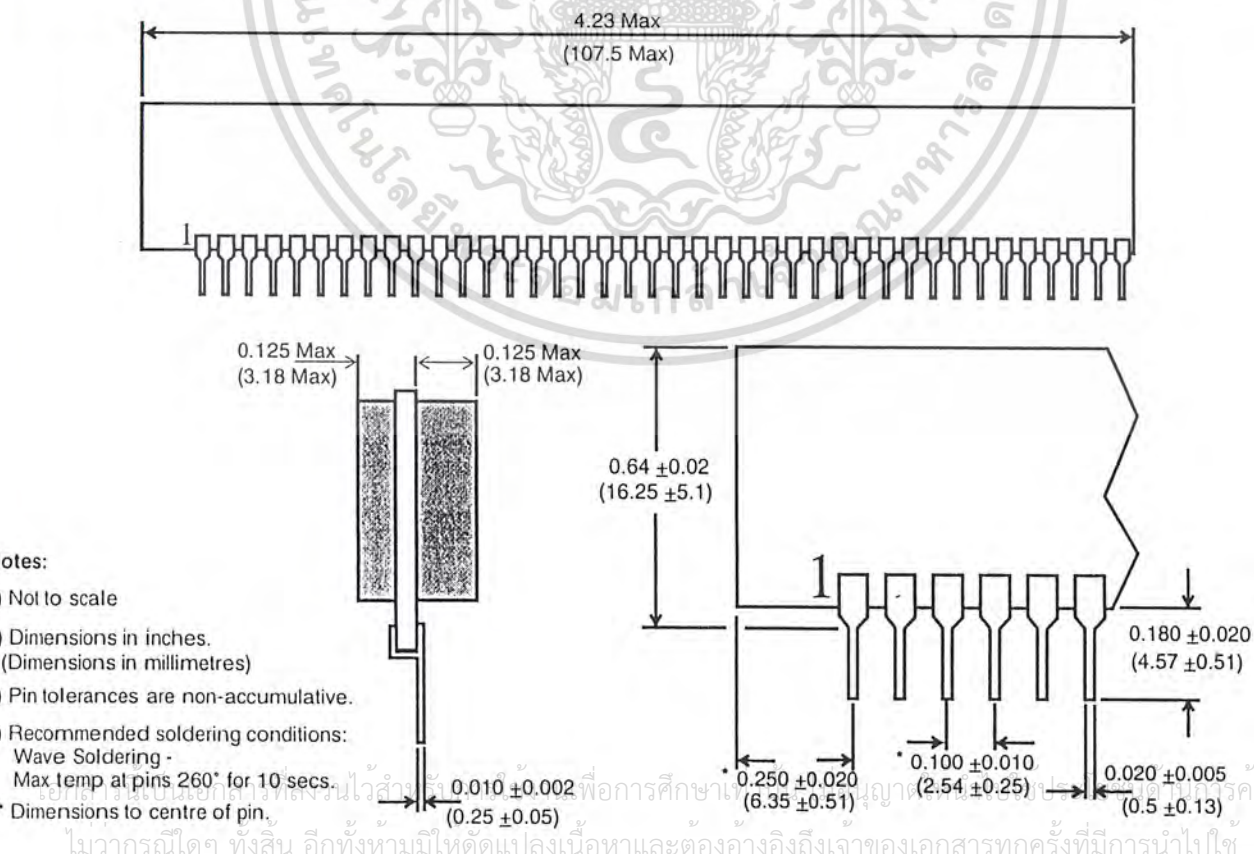


Figure 9 - MH88632B Mechanical Information

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

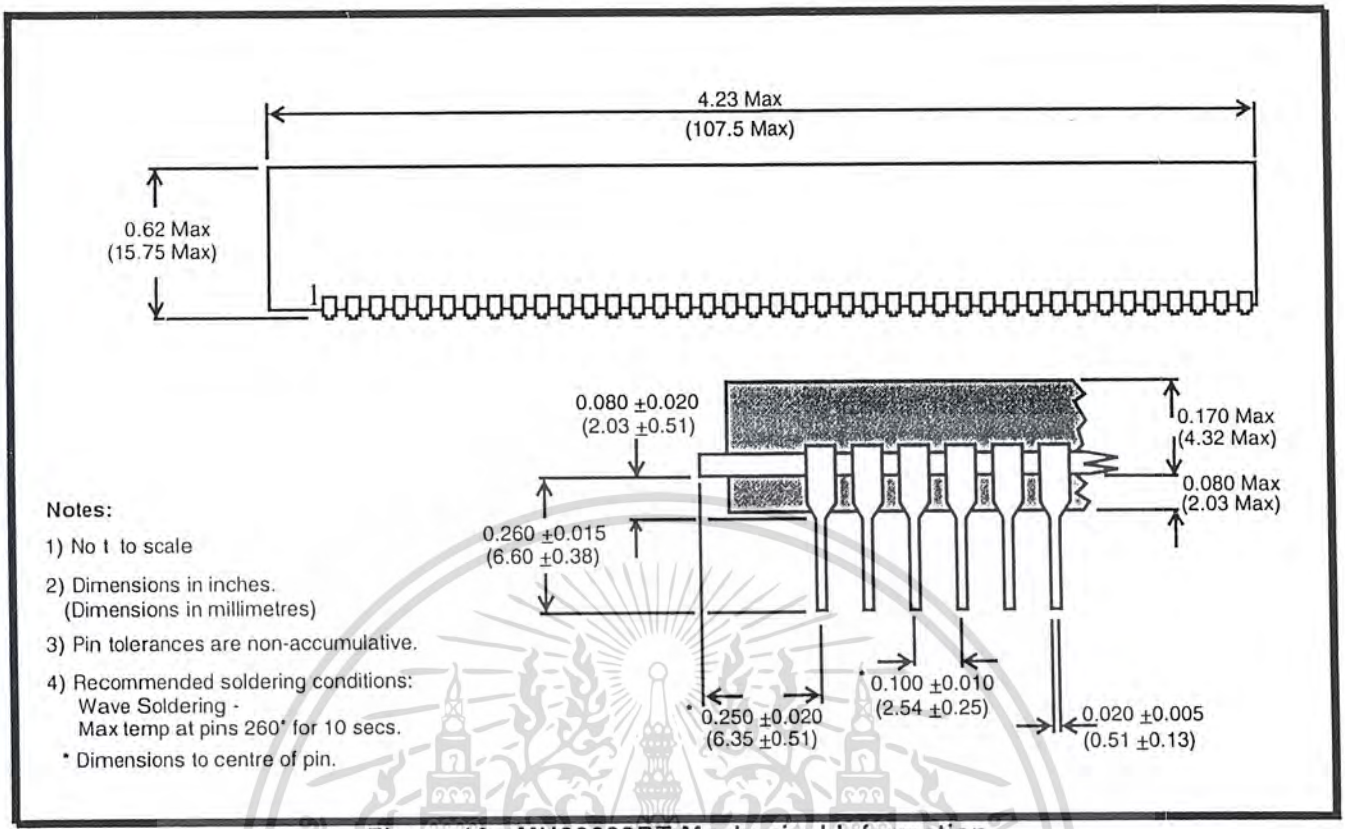


Figure 10 - MH88632BT Mechanical Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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

Ordering Information
MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

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

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

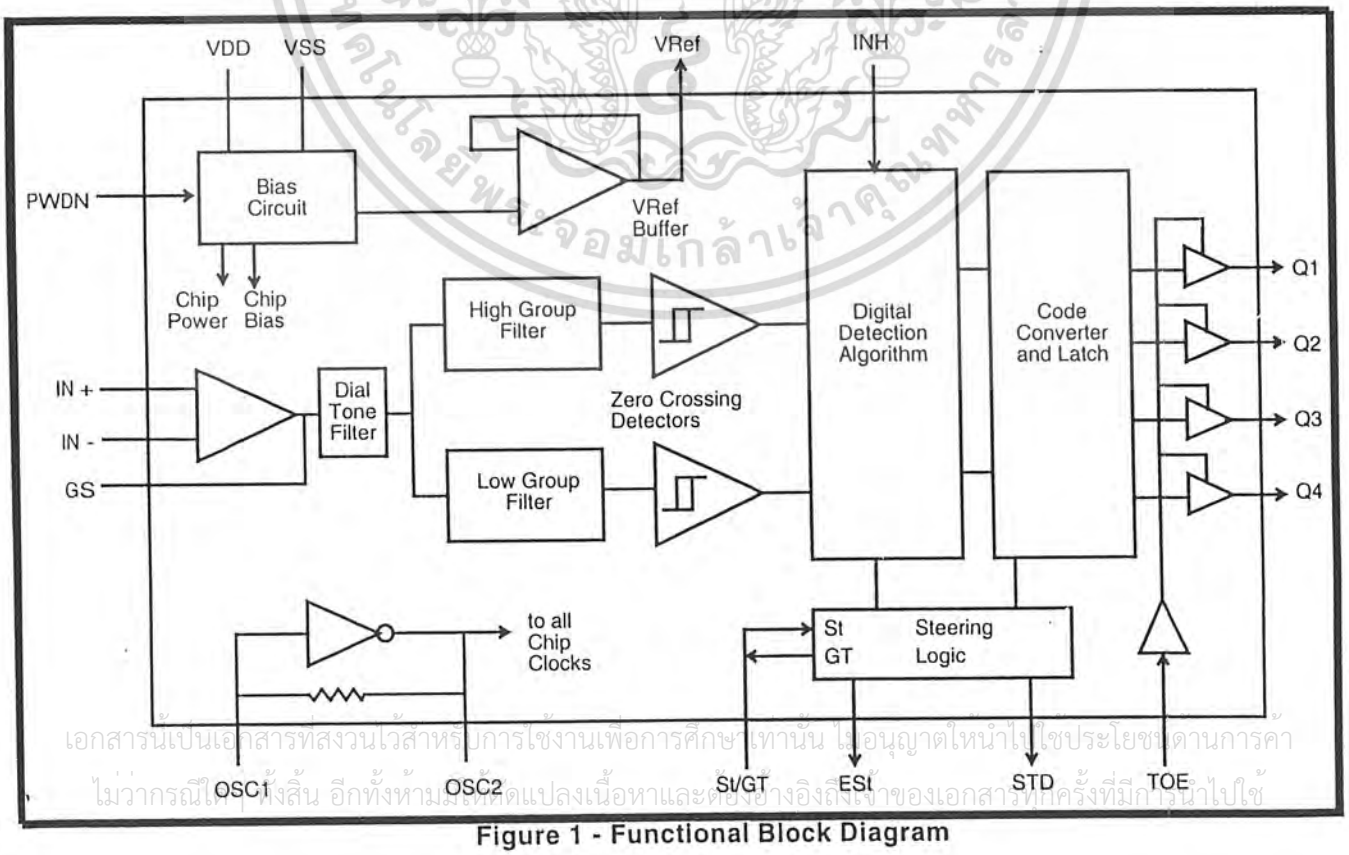
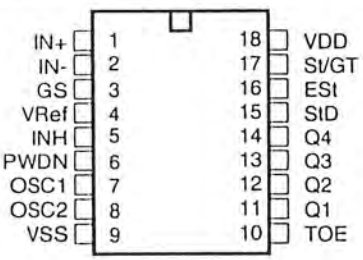
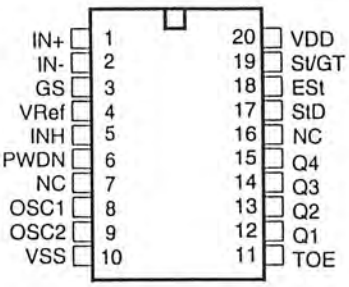


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



18 PIN PLASTIC DIP/SOIC



20 PIN SSOP

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ได้รับการเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้เขียนเอกสาร ขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินคดีตามกฎหมายกับผู้ที่นำเอกสารนี้ไปใช้ในทางที่ผิด และขอขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับการอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

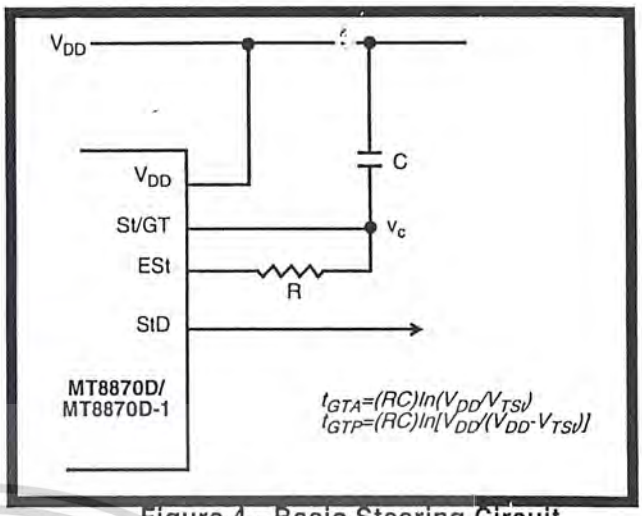


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

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

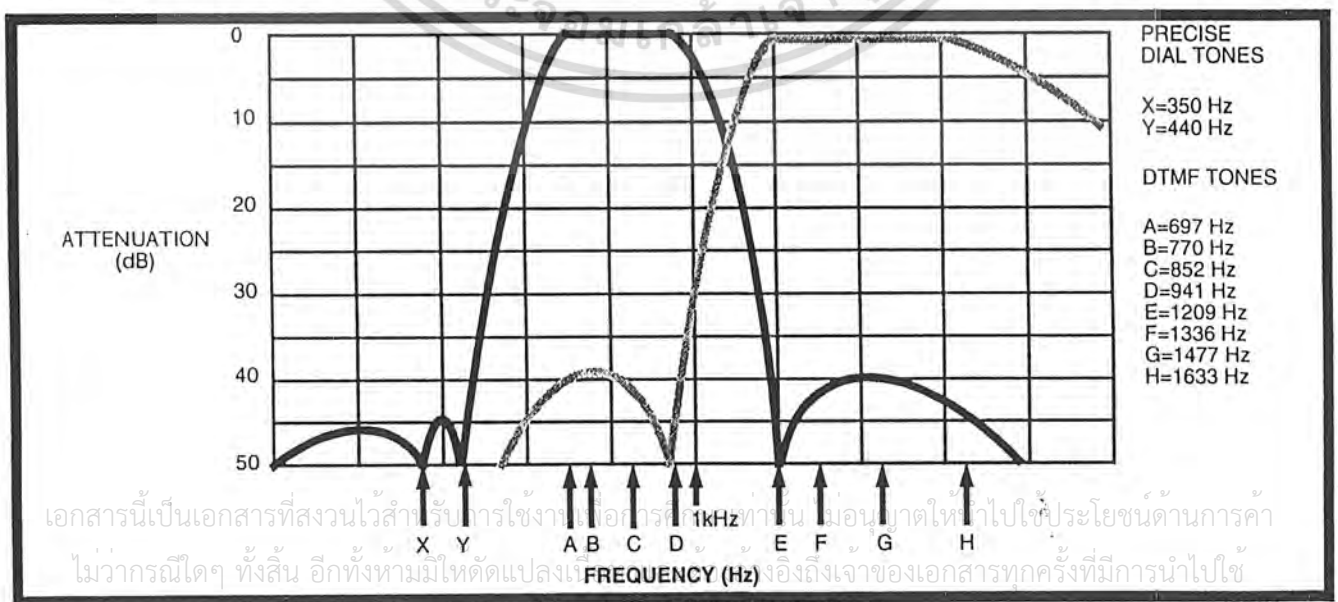


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Guard Time Adjustment

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

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

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table

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

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

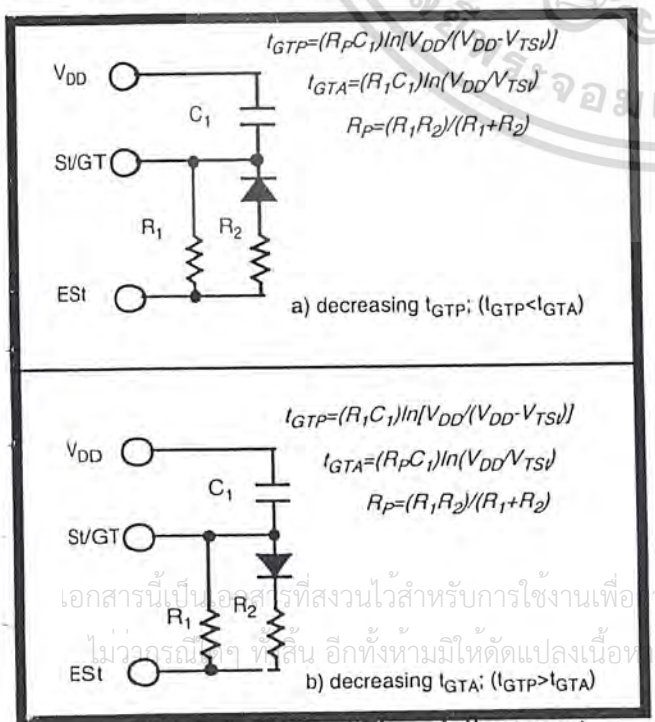


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

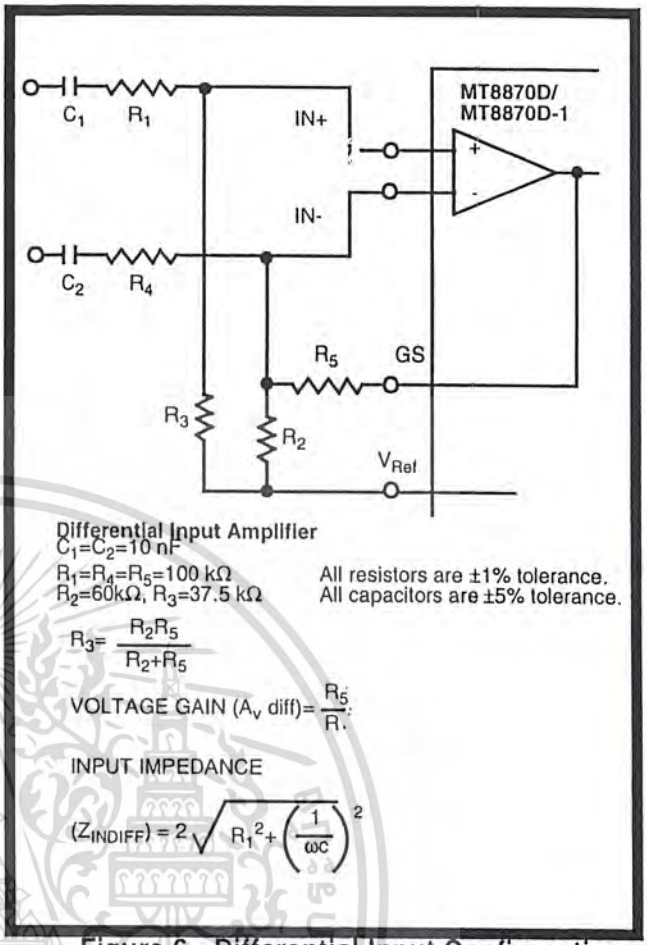


Figure 6 - Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

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

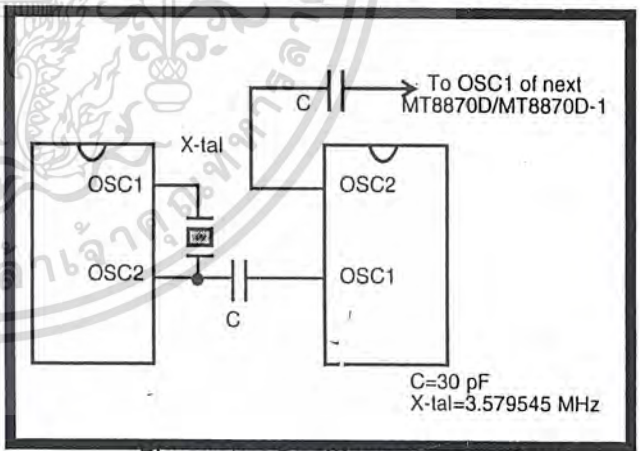


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\Pi fR1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารต้นฉบับทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

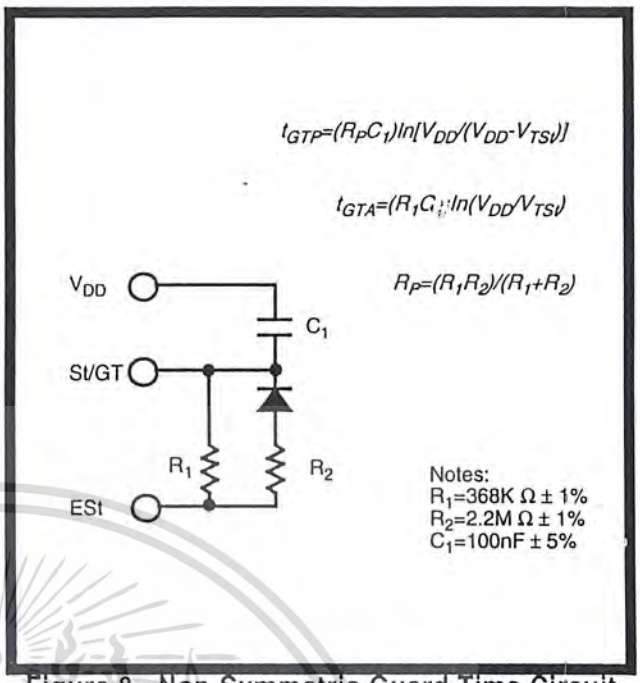
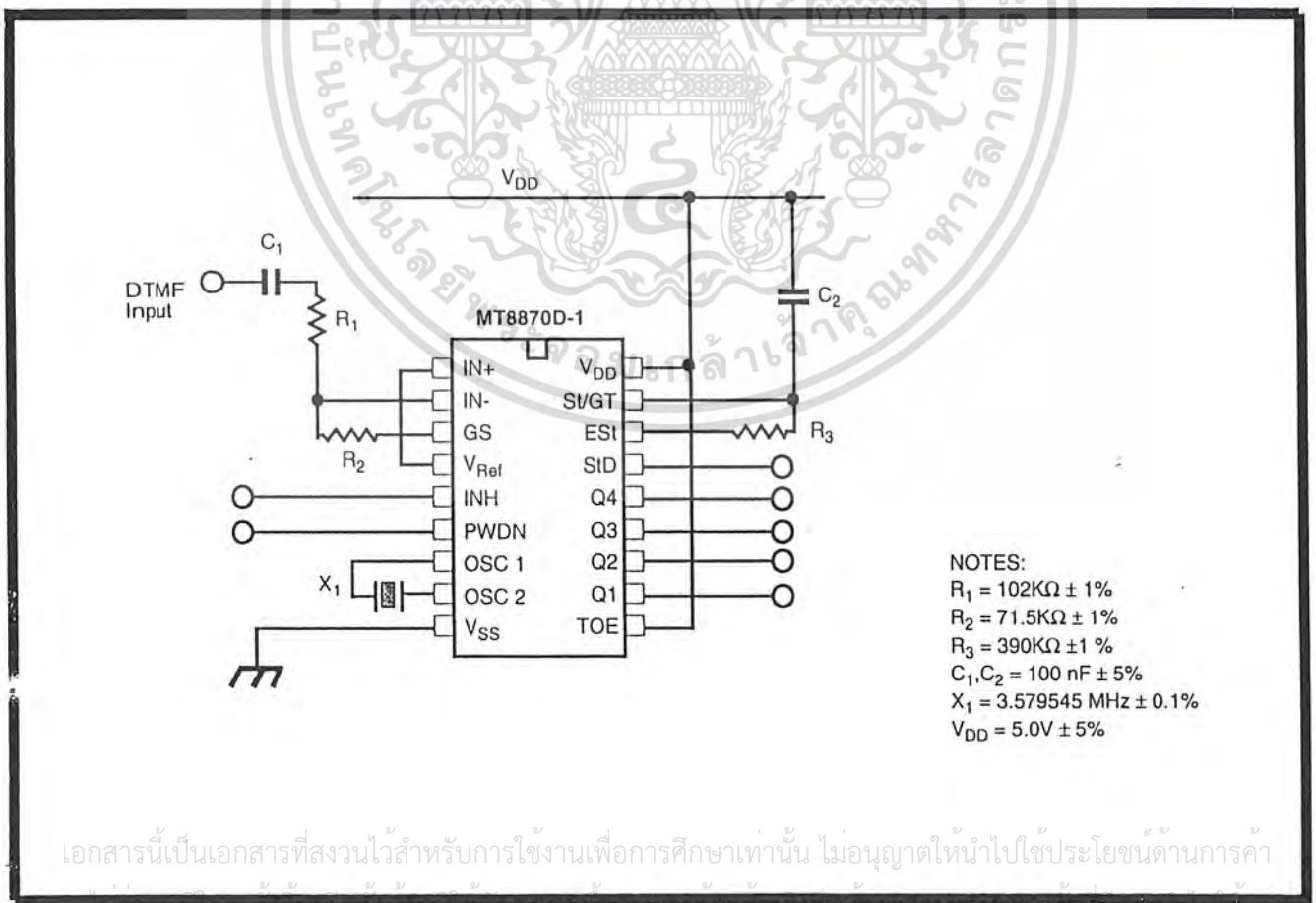


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

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

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	µA	PWDN=V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		µA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	µA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	µA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT}=0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT}=4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

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

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	0.75 V ≤ V_{IN} ≤ 4.25 V biased at V_{Ref} =2.5 V
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V ±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

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

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

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

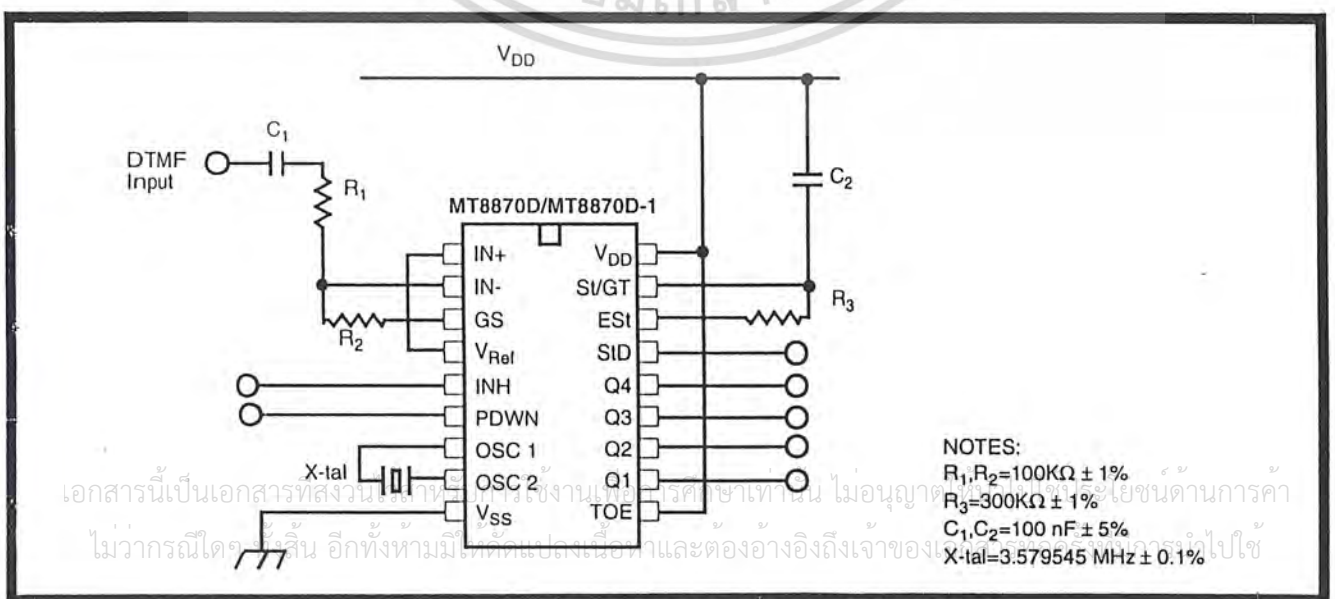
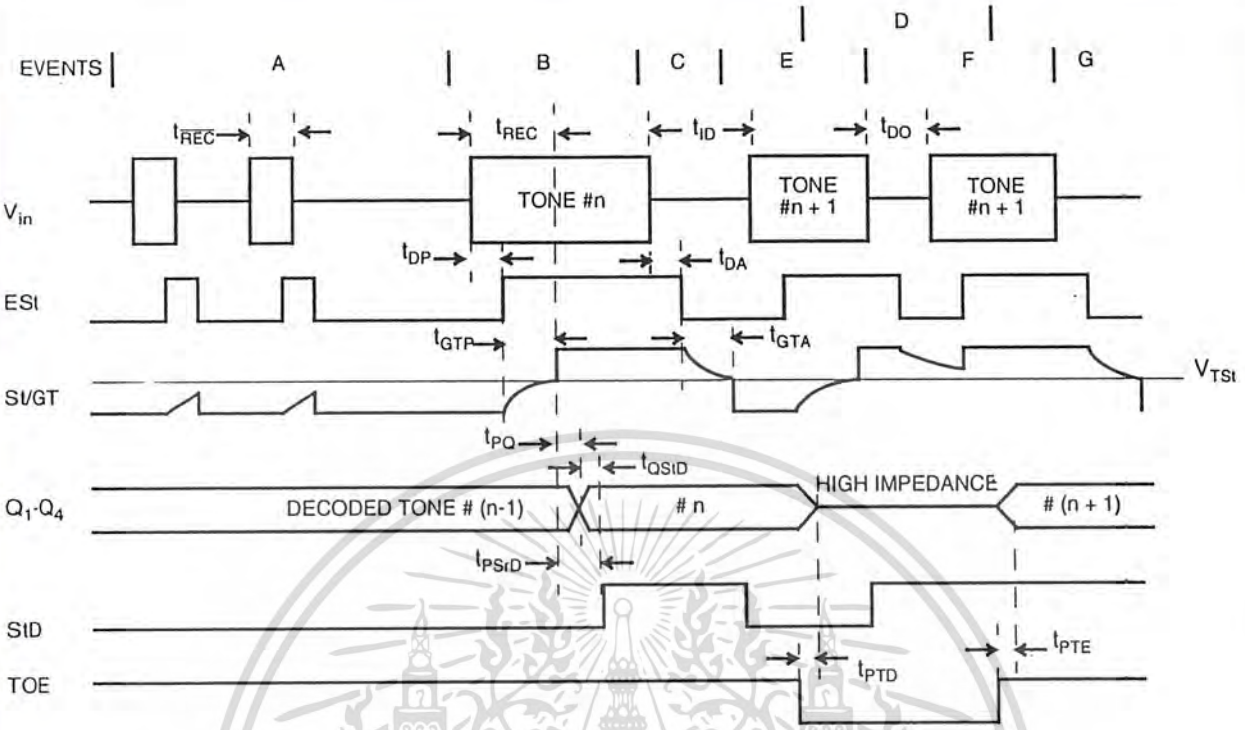


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS

C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4	4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD	DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE	TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
$t_{\overline{REC}}$	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
t_{ID}	MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA}	TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 11 - Timing Diagram

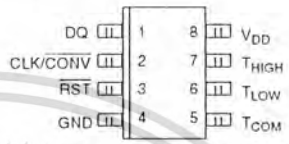
DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1620
Digital Thermometer and Thermostat

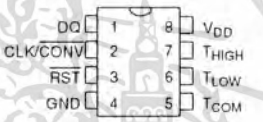
FEATURES

- Requires no external components
- Supply voltage range covers from 2.7V to 5.5V
- Measures temperatures from –55°C to +125°C in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is –67°F to +257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9–bit value
- Converts temperature to digital word in 1 second (max)
- Thermostatic settings are user–definable and non–volatile
- Data is read from/written via a 3–wire serial interface (CLK, DQ, $\overline{RST}$)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system
- 8–pin DIP or SOIC (208 mil) packages

PIN ASSIGNMENT



DS1620S 8–PIN SOIC (208 MIL)
See Mech Drawings Section



DS1620 8–PIN PDIP (300 MIL)
See Mech Drawings Section

PIN DESCRIPTION

DQ	–	3–Wire Input/Output
CLK/CONV	–	3–Wire Clock Input and Stand–alone Convert Input
$\overline{RST}$	–	3–Wire Reset Input
GND	–	Ground
T_{HIGH}	–	High Temperature Trigger
T_{LOW}	–	Low Temperature Trigger
T_{COM}	–	High/Low Combination Trigger
V_{DD}	–	Power Supply Voltage (3V – 5V)

DESCRIPTION

The DS1620 Digital Thermometer and Thermostat provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device. With three thermal alarm outputs, the DS1620 can also act as a thermostat. T_{HIGH} is driven high if the DS1620's temperature is greater than or equal to a user–defined temperature TH. T_{LOW} is driven high if the DS1620's temperature is less than or equal to a user–defined temperature TL. T_{COM} is driven high when the temperature exceeds TH and stays high until the temperature falls below that of TL.

User–defined temperature settings are stored in non–volatile memory, so parts can be programmed prior to insertion in a system, as well as used in stand–alone applications without a CPU. Temperature settings and temperature readings are all communicated to/from the DS1620 over a simple 3–wire interface.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATION–MEASURING TEMPERATURE

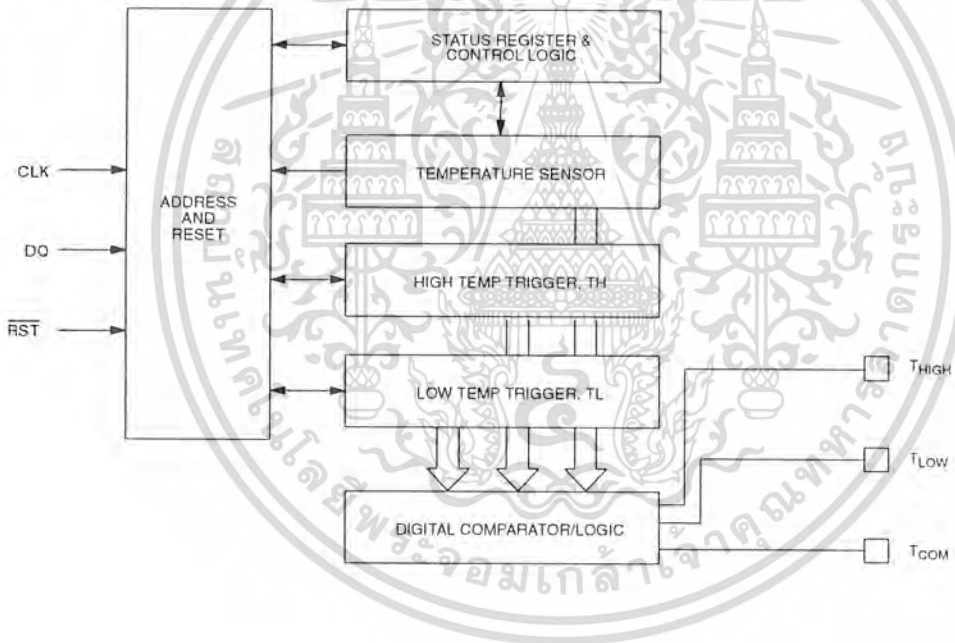
A block diagram of the DS1620 is shown in Figure 1. The DS1620 measures temperatures through the use of an on–board proprietary temperature measurement technique. A block diagram of the temperature measurement circuitry is shown in Figure 2.

The DS1620 measures temperature by counting the number of clock cycles that an oscillator with a low temperature coefficient goes through during a gate period determined by a high temperature coefficient oscillator. The counter is preset with a base count that corresponds to –55°C. If the counter reaches zero before the gate period is over, the temperature register, which is also preset to the –55°C value, is incremented, indicating that the temperature is higher than –55°C.

At the same time, the counter is then preset with a value determined by the slope accumulator circuitry. This circuitry is needed to compensate for the parabolic behavior of the oscillators over temperature. The counter is then clocked again until it reaches zero. If the gate period is still not finished, then this process repeats.

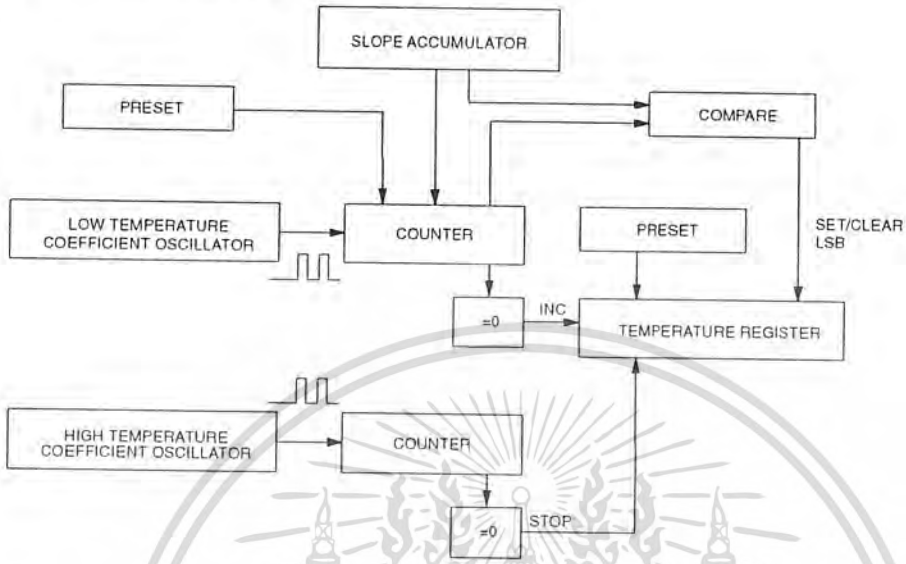
The slope accumulator is used to compensate for the nonlinear behavior of the oscillators over temperature, yielding a high resolution temperature measurement. This is done by changing the number of counts necessary for the counter to go through for each incremental degree in temperature. To obtain the desired resolution, therefore, both the value of the counter and the number of counts per degree C (the value of the slope accumulator) at a given temperature must be known.

DS1620 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY Figure 2



This calculation is done inside the DS1620 to provide 0.5°C resolution. The temperature reading is provided in a 9–bit, two's complement reading by issuing a READ TEMPERATURE command. Table 1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially through the 3–wire serial interface, LSB first. The DS1620 can measure temperature over the range of –55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS

Table 1

TEMP	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0 11111010	00FA
+25°C	0 00110010	0032h
+$^1/_2$°C	0 00000001	0001h
+0°C	0 00000000	0000h
–$^1/_2$°C	1 11111111	01FFh
–25°C	1 11001110	01CEh
–55°C	1 10010010	0192h

Since data is transmitted over the 3–wire bus LSB first, temperature data can be written to/read from the DS1620 as either a 9–bit word (taking $\overline{RST}$ low after the 9th (MSB) bit), or as two transfers of 8–bit words, with the most significant 7 bits being ignored or set to zero, as illustrated in Table 1. After the MSB, the DS1620 will output 0s.

Note that temperature is represented in the DS1620 in terms of a $^1/_2$°C LSB, yielding the following 9–bit format:

T = –25°C

Higher resolutions may be obtained by reading the temperature, and truncating the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP_READ. The value left in the counter may then be read by issuing a READ COUNTER command. This value is the count remaining (COUNT_REMAIN) after the gate period has ceased. By loading the value of the slope accumulator into the count register (using the READ SLOPE command), this value may then be read, yielding the number of counts per degree C (COUNT_PER_C) at that temperature. The actual temperature may be then be calculated by the user using the following:

$$\text{TEMPERATURE} = \text{TEMP_READ} - 0.25 + \frac{(\text{COUNT_PER_C} - \text{COUNT_REMAIN})}{\text{COUNT_PER_C}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 2

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	DQ	**Data Input/Output pin** for 3–wire communication port.
2	CLK/$\overline{CONV}$	**Clock input pin** for 3–wire communication port. When the DS1620 is used in a stand–alone application with no 3–wire port, this pin can be used as a convert pin. Temperature conversion will begin on the falling edge of $\overline{CONV}$.
3	$\overline{RST}$	**Reset input pin** for 3–wire communication port.
4	GND	**Ground pin.**
5	T_{COM}	**High/Low Combination Trigger.** Goes high when temperature exceeds TH; will reset to low when temperature falls below TL.
6	T_{LOW}	**Low Temperature Trigger.** Goes high when temperature falls below TL.
7	T_{HIGH}	**High Temperature Trigger.** Goes high when temperature exceeds TH.
8	V_{DD}	**Supply Voltage.** 2.7V – 5.5V input power pin.

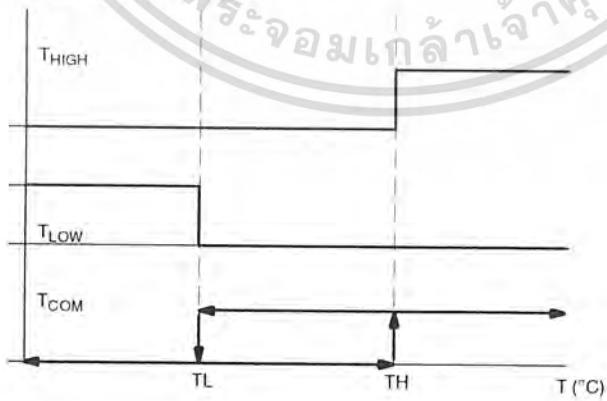
OPERATION–THERMOSTAT CONTROLS

Three thermally triggered outputs, T_{HIGH}, T_{LOW}, and T_{COM}, are provided to allow the DS1620 to be used as a thermostat, as shown in Figure 3. When the DS1620's temperature meets or exceeds the value stored in the high temperature trip register, the output T_{HIGH} becomes active (high) and remains active until the DS1620's measured temperature becomes less than the stored value in the high temperature register, TH. The T_{HIGH} output can be used to indicate that a high temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system can be used to activate a cooling system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The T_{LOW} output functions similarly to the T_{HIGH} output. When the DS1620's measured temperature equals or falls below the value stored in the low temperature register, the T_{LOW} output becomes active. T_{LOW} remains active until the DS1620's temperature becomes greater than the value stored in the low temperature register, TL. The T_{LOW} output can be used to indicate that a low temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system, can be used to activate a heating system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The T_{COM} output goes high when the measured temperature meets or exceeds TH, and will stay high until the temperature equals or falls below TL. In this way, any amount of hysteresis can be obtained.

THERMOSTAT OUTPUT OPERATION Figure 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATION AND CONTROL

The DS1620 must have temperature settings resident in the TH and TL registers for thermostatic operation. A configuration/status register is also used to determine the method of operation that the DS1620 will use in a particular application, as well as indicating the status of the temperature conversion operation. The configuration register is defined as follows:

CONFIGURATION/STATUS REGISTER

DONE	THF	TLF	NVB	1	0	CPU	1SHOT

where

DONE = Conversion Done bit. 1=conversion complete, 0=conversion in progress.

THF = Temperature High Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is greater than or equal to the value of TH. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures above TH while power has been applied.

TLF = Temperature Low Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is less than or equal to the value of TL. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures below TL while power has been applied.

NVB = Nonvolatile Memory Busy Flag. 1=write to an E^2 memory cell in progress. 0=nonvolatile memory is not busy. A copy to E^2 may take up to 10 ms.

CPU = CPU use bit. If CPU=0, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin acts as a conversion start control, when $\overline{\text{RST}}$ is low. If CPU is 1, the DS1620 will be used with a CPU communicating to it over the 3–wire port, and the operation of the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin is as a normal clock in concert with DQ and $\overline{\text{RST}}$. This bit is stored in nonvolatile E^2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with CPU=0.

1SHOT = One–Shot Mode. If 1SHOT is 1, the DS1620 will perform one temperature conversion upon reception of the Start Convert T protocol. If 1SHOT is 0, the DS1620 will continuously perform temperature conversion. This bit is stored in nonvolatile E^2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with 1SHOT=0.

For typical thermostat operation, the DS1620 will operate in continuous mode. However, for applications where only one reading is needed at certain times, and to conserve power, the one–shot mode may be used. Note that the thermostat outputs (T_{HIGH}, T_{LOW}, T_{COM}) will remain in the state they were in after the last valid temperature conversion cycle when operating in one–shot mode.

OPERATION IN STAND–ALONE MODE

In applications where the DS1620 is used as a simple thermostat, no CPU is required. Since the temperature limits are nonvolatile, the DS1620 can be programmed prior to insertion in the system. In order to facilitate operation without a CPU, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin (pin 2) can be used to initiate conversions. Note that the CPU bit must be set to 0 in the configuration register to use this mode of operation. Whether CPU=0 or 1, the 3–wire port is active. Setting CPU=1 disables the stand–alone mode.

To use the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ pin to initiate conversions, $\overline{\text{RST}}$ must be low and CLK/$\overline{\text{CONV}}$ must be high. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and then brought high in less than 10 ms, one temperature conversion will be performed and then the DS1620 will return to an idle state. If CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is driven low and remains low, continuous conversions will take place until CLK/$\overline{\text{CONV}}$ is brought high again. With the CPU bit set to 0, the CLK/$\overline{\text{CONV}}$ will override the 1–shot bit if it is equal to 1. This means that even if the part is set for one–shot mode, driving CLK/$\overline{\text{CONV}}$ low will initiate conversions.

3–WIRE COMMUNICATIONS

The 3–wire bus is comprised of three signals. These are the $\overline{\text{RST}}$ (reset) signal, the CLK (clock) signal, and the DQ (data) signal. All data transfers are initiated by driving the $\overline{\text{RST}}$ input high. Driving the $\overline{\text{RST}}$ input low terminates communication. (See Figures 4 and 5.) A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, the data must be valid during the rising edge of a clock cycle. Data bits are output on the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

falling edge of the clock, and remain valid through the rising edge.

When reading data from the DS1620, the DQ pin goes to a high impedance state while the clock is high. Taking $\overline{RST}$ low will terminate any communication and cause the DQ pin to go to a high impedance state.

Data over the 3–wire interface is communicated LSB first. The command set for the 3–wire interface as shown in Table 3 is as follows.

Read Temperature [AAh]
This command reads the contents of the register which contains the last temperature conversion result. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Write TH [01h]
This command writes to the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the T_{HIGH} output.

Write TL [02h]
This command writes to the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the T_{LOW} output.

Read TH [A1h]
This command reads the value of the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the T_{HIGH} output.

Read TL [A2h]
This command reads the value of the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the T_{LOW} output.

Read Counter [A0h]
This command reads the value of the counter byte. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Read Slope [A9h]
This command reads the value of the slope counter byte from the DS1620. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Start Convert T [EEh]
This command begins a temperature conversion. No further data is required. In one–shot mode, the temperature conversion will be performed and then the DS1620 will remain idle. In continuous mode, this command will initiate continuous conversions.

Stop Convert T [22h]
This command stops temperature conversion. No further data is required. This command may be used to halt a DS1620 in continuous conversion mode. After issuing this command, the current temperature measurement will be completed, and then the DS1620 will remain idle until a Start Convert T is issued to resume continuous operation.

Write Config [0Ch]
This command writes to the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles clock in the value of the configuration register.

Read Config [ACh]
This command reads the value in the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles output the value of the configuration register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1620 COMMAND SET Table 3

INSTRUCTION	DESCRIPTION	PROTOCOL	3–WIRE BUS DATA AFTER ISSUING PROTOCOL	NOTES
Read Temperature	Reads last converted temperature value from temperature register.	AAh	<read data>	
Read Counter	Reads value of count remaining from counter.	A0h	<read data>	
Read Slope	Reads value of the slope accumulator.	A9h	<read data>	
Start Convert T	Initiates temperature conversion.	EEh	Idle	1
Stop Convert T	Halts temperature conversion.	22h	Idle	
Write TH	Writes high temperature limit value into TH register.	01h	<write data>	2
Write TL	Writes low temperature limit value into TL register.	02h	<write data>	2
Read TH	Reads stored value of high temperature limit from TH register.	A1h	<read data>	2
Read TL	Reads stored value of low temperature limit from TL register.	A2h	<read data>	2
Write Config	Writes configuration data to configuration register.	0Ch	<write data>	2
Read Config	Reads configuration data from configuration register.	ACh	<read data>	2

NOTES:

1. In continuous conversion mode, a Stop Convert T command will halt continuous conversion. To restart, the Start Convert T command must be issued. In one–shot mode, a Start Convert T command must be issued for every temperature reading desired.
2. Writing to the E^2 typically requires 10 ms at room temperature. After issuing a write command, no further writes should be requested for at least 10 ms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

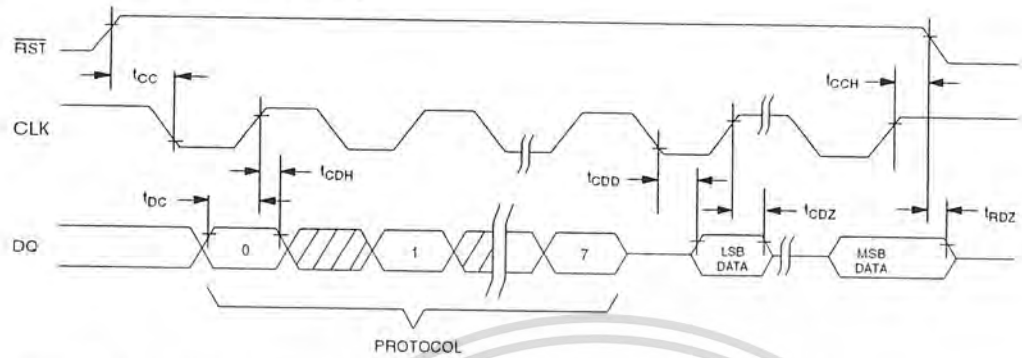
FUNCTION EXAMPLE

Example: CPU sets up DS1620 for continuous conversion and thermostatic function.

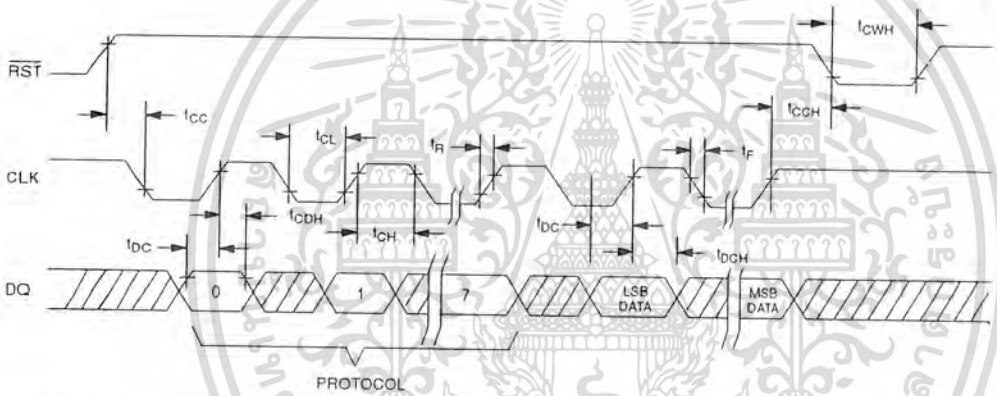
CPU MODE	DS1620 MODE (3–WIRE)	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	RX	0Ch	CPU issues Write Config command
TX	RX	00h	CPU sets DS1620 up for continuous conversion
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	01h	CPU issues Write TH command
TX	RX	0050h	CPU sends data for TH limit of +40°C
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	02h	CPU issues Write TL command
TX	RX	0014h	CPU sends data for TL limit of +10°C
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A1h	CPU issues Read TH command
RX	TX	0050h	DS1620 sends back stored value of TH for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A2h	CPU issues Read TL command
RX	TX	0014h	DS1620 sends back stored value of TL for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	EEh	CPU issues Start Convert T command
TX	RX	Toggle $\overline{RST}$	CPU issues Reset to DS1620

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

READ DATA TRANSFER Figure 4



WRITE DATA TRANSFER Figure 5



NOTE: t_{CL}, t_{CH}, t_R, and t_F apply to both read and write data transfer.

RELATED APPLICATION NOTES

The following Application Notes can be applied to the DS1620. These notes can be obtained from the Dallas Semiconductor "Application Note Book", via our website at http:\\www.dalsemi.com/, or through our faxback service at (972) 371–4441.

Application Note 67: "Applying and Using the DS1620 in Temperature Control Applications"

Application Note 85: "Interfacing the DS1620 to the Motorola SPI Bus"

Application Note 105: "High Resolution Temperature Measurement with Dallas Direct–to–Digital Temperature Sensors"

Sample Ds1620 subroutines that can be used in conjunction with AN105 can be downloaded from the website or our Anonymous FTP Site.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.5V to +7.0V
Operating Temperature	–55°C to +125°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

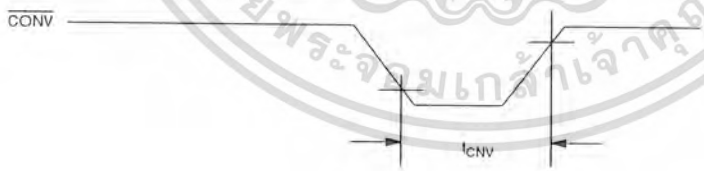
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply	V_{DD}	2.7		5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}	2.0		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0	V_{IL}	–0.3		+0.6	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	T_{ERR}	0°C to +70°C		±½	°C	10, 11
		–55°C to +0°C and 70°C to 125°C		See Typical Curve		
Logic 0 Output	V_{OL}			0.4	V	3
Logic 1 Output	V_{OH}		2.4		V	2
Input Resistance	R_I	$\overline{RST}$ to GND	1		MΩ	
		DQ,CLK to V_{DD}	1		MΩ	
Active Supply Current	I_{CC}	0°C to +70°C		1	mA	4, 5
Standby Supply Current	I_{STBY}	0°C to +70°C		1	µA	4, 5

SINGLE CONVERT TIMING DIAGRAM (STAND–ALONE MODE)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	T_{TC}		400	1000	ms	
Data to CLK Setup	t_{DC}	35			ns	6
CLK to Data Hold	t_{CDH}	40			ns	6
CLK to Data Delay	t_{CDD}			100	ns	6, 7, 8
CLK Low Time	t_{CL}	285			ns	6
CLK High Time	t_{CH}	285			ns	6
CLK Frequency	f_{CLK}	DC		1.75	MHz	
CLK Rise and Fall	t_R, t_F			500	ns	
$\overline{RST}$ to CLK Setup	t_{CC}	100			ns	6
CLK to $\overline{RST}$ Hold	t_{CCH}	40			ns	6
$\overline{RST}$ Inactive Time	t_{CWH}	125			ns	6, 9
CLK High to I/O High–Z	t_{CDZ}			50	ns	6
$\overline{RST}$ Low to I/O High–Z	t_{RDZ}			50	ns	6
Convert Pulse Width	t_{CNV}	250 ns		500 ms		
NV Write Cycle Time	t_{WR}		10	50	ms	12

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C_I		5		pF	
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	

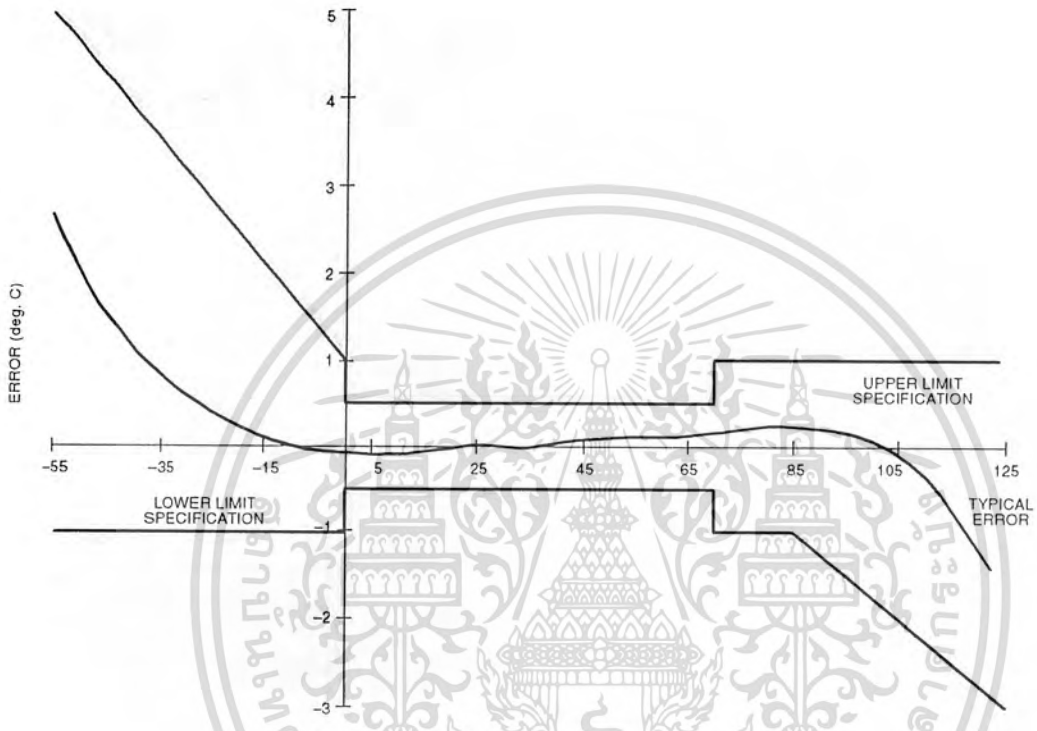
NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.
4. I_{CC} specified with DQ pin open and CLK pin at V_{DD}.
5. I_{CC} specified with V_{CC} at 5.0V and $\overline{RST}$=GND.
6. Measured at V_{IH} = 2.0V or V_{IL} = 0.8V.
7. Measured at V_{OH} = 2.4V or V_{OL} = 0.4V.
8. Load capacitance = 50 pF.
9. t_{CWH} must be 10 ms minimum following any write command that involves the E^2 memory.
10. See typical curve for specification limits outside 0°C to 70°C range.
11. Thermometer error reflects temperature accuracy as tested during calibration.
12. Writing to the nonvolatile memory should only take place in the 0°C to 70°C temperature range.
13. Valid for design revisions D1 and above. The supply range for Rev. C2 and below is 4.5V ≤ 5.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CURVE

DS1620 DIGITAL THERMOMETER AND THERMOSTAT
TEMPERATURE READING ERROR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้การสนับสนุน จากท่านอาจารย์สุรพล บุญจันทร์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ที่ให้ข้อคิดเห็นและให้คำแนะนำต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการดำเนินงานทำโครงงาน รวมทั้งขอขอบคุณการสื่อสารแห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือต่าง ๆ และสาระประโยชน์ที่ทำให้เกิดโครงงานดังกล่าวขึ้น

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ธีรวัฒน์ ประกอบผล, " การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2540

พิพัฒน์ เลาหสงคราม, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48, MCS-51" , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537

สุนทร วิทูสุรพจน์, "การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051" , สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้