สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายจักรวาล วิจารณบุตร

นายจักราวุธ ทับเกตุ

นายธนาวี บุญโท

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....37157
วัน, เดือน, ปี.....- 4 ก.ย. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายจักรวาล วิจารณบุตร 39014073

นายจักราวุธ ทับเกตุ 39014074

นายธนาวี บุญโท 39014222

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ**

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นายจักรวาล วิจารณบุตร 39014073
2. นายจักราวุธ ทับเกตุ 39014074
3. นายธนาวี บุญโท 39014222

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นายจักรวาล วิจารณบุตร 39014073
นายจักราวุธ ทับเกตุ 39014074
นายธนาวี บุญโท 39014222

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอโครงงานเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ โดยมีการทำงานสามารถติดต่อ 1 คู่สายภายนอก 8 คู่สายภายใน โดยรับการกดเลขหมายจากแป้นโทรศัพท์ เชื่อมต่อกับโทรศัพท์ภายในโดยใช้วงจรเชื่อมต่อคู่สายภายใน (MT88510) และใช้อนาล็อกสวิทช์แบบเมตริกซ์ (MT8816) ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

Abstract

This project is Private Automatic Branch Exchange. Object is separate between external line and internal line telephone system and expand internal connection by automatic CPU control. CPU will receive DTMF signal for service program.

This thesis is presented Private Automatic Branch Exchange. It can be operate as 1 external line 8 internal line. The Subscriber Line Interface Circuit and Analog Switch have been use for switching with controlled by microcontroller MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	2
2.2 เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดกดปุ่ม	3
2.3 สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย	5
2.4 ระบบติดต่อของโทรศัพท์	6
2.5 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบสัญญาณโทนคู่	7
2.6 ระบบชุมสายโทรศัพท์ขนาดย่อย	14
2.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	29
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	35
3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ	35
3.2 วงจรส่วนประมวลผล	38
3.3 วงจรติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก	38
3.4 วงจรสวิทชิ่ง	38
3.5 วงจรติดต่อกับโทรศัพท์	39
3.6 วงจรบันทึกเสียง	39
3.7 แหล่งจ่ายไฟ	42
3.8 การทำงานของโปรแกรมแสดงดังโฟลวชาร์ท	40
บทที่ 4 ผลการทดลอง	50
4.1 ผลการทดลองวงจรติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์	52
4.2 ผลการทดลองวงจรสวิทช์	52
4.3 ผลการทดลองวงจรติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก	52
บทที่ 5 บทสรุปผลและวิจารณ์	53
บรรณานุกรม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์	2
รูปที่ 2.2 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ	4
รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ	6
รูปที่ 2.5 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ	6
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก	7
รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870	9
รูปที่ 2.8 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	10
รูปที่ 2.9 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย	12
รูปที่ 2.10 แสดงวงจรการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ พร้อมวิธีการคำนวณ	12
รูปที่ 2.11 แสดงวงจรขยายความแตกต่างด้านอินพุต	13
รูปที่ 2.12 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่	14
รูปที่ 2.13 แสดงระบบของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	15
รูปที่ 2.14 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051	16
รูปที่ 2.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255	18
รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะการจัดขาของ W51300	21
รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมภายในของ W51300	23
รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการจัดขาของ W55FXX	26
รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมภายในของ W55FXX	28
รูปที่ 2.20 การประยุกต์ใช้งานไอซีบันทึกเสียง	29
รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	30
รูปที่ 2.22 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ	31
รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมการเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก	33
รูปที่ 2.24 ส่วนผลิตสัญญาณภายในโทรศัพท์ทั้งหมด	33
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังวงจรโดยรวม	35
รูปที่ 3.2 ควอท 2 อินพุตแนนด์ชมิททริกเกอร์	36
รูปที่ 3.3 วงจรสร้างสัญญาณไม่ว่าง	36
รูปที่ 3.4 แอมปลิฟายเออร์ คลาสเอผ่านหม้อแปลง	37
รูปที่ 3.5 โปรแกรมรวมของระบบ	40
รูปที่ 3.6 โปรแกรมสวิทชิ่ง	41
รูปที่ 3.7 โปรแกรมตรวจสอบสัญญาณโทนคู่	42
รูปที่ 3.8 โปรแกรมบันทึกเสียง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 3.9 โปรแกรมตรวจสอบสายนอกยกหูอัตโนมัติ	44
รูปที่ 3.10 วงจรหน่วยประมวลผล	45
รูปที่ 3.11 วงจรสวิทช์และวงจรติดต่อกับโทรศัพท์	46
รูปที่ 3.12 วงจรบนทึกเสียง	47
รูปที่ 3.13 วงจรติดต่อโทรศัพท์สายนอก	48
รูปที่ 3.14 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	49
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณให้หมุน	50
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณเรียกกลับ	50
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณไม่ว่าง	51
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ผ่านออปโตคูเปิล	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความถี่ สัญญาณโทนคู่	8
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	11
ตารางที่ 2.3 แสดงการต่อพอร์ตต่างๆ	19
ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคของ W51300	22
ตารางที่ 2.5 แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคของ W55FXX	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันนี้ ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันมากขึ้นมีความต้องการในการใช้บริการทางการติดต่อสื่อสารเพิ่มมากยิ่งขึ้นในอนาคตเพราะฉะนั้นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางการติดต่อสื่อสารจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการที่จะรองรับการเพิ่มปริมาณการสื่อสารที่จะเกิดขึ้น แต่เดิมในการติดต่อสื่อสารในระบบโทรศัพท์ระหว่างภายในกับภายนอกนั้น จะแยกระบบอุปกรณ์การติดต่อระหว่างภายในกับภายนอกออกจากกัน เช่น มีโทรศัพท์ติดต่อกับชุมสายภายนอกได้ 2-4 คู่สาย และมีการใช้อินเตอร์คอม(Intercom) สำหรับการติดต่อกับภายใน ซึ่งจะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาโดยจัดทำเป็นชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ (PABX) ขึ้น ซึ่งเป็นชุมสายขนาดเล็กสามารถควบคุมได้โดยใช้พนักงานควบคุมเพียงคนเดียว (Operator) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุมสายขึ้นโดยไม่ต้องมีพนักงานตัดต่อให้ ทำให้สะดวกรวดเร็วในการติดต่อ

ในการพัฒนาทางด้านอุปกรณ์การสื่อสารอย่างหนึ่งก็คือ การพัฒนาทางด้านระบบชุมสายโทรศัพท์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีการพัฒนาจากยุคของชุมสายโทรศัพท์ระบบครอสบาร์ (Crossbar) ซึ่งเป็นยุคเริ่มต้นของระบบชุมสายโทรศัพท์ มาจนถึงปัจจุบันนี้ ได้มีการพัฒนาจนเป็นระบบชุมสายแบบ ISDN (Integrated Service Digital Network) ซึ่งสามารถรวมการให้บริการต่างๆแบบดิจิตอลไว้ในโครงข่ายเดียวกันได้ ทำให้ความสามารถของระบบเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ชุมสายโทรศัพท์สาขาปลายทางอัตโนมัติหรือ PABX (Private Automatic Branch Exchange) ก็เป็นอุปกรณ์ภายในสำนักงานชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ภายในชุมสายได้เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

อุปกรณ์ที่สำคัญเกือบจะทั้งหมดที่ผู้ใช้มีในระบบโทรศัพท์ก็คือ เครื่องโทรศัพท์ (Subscriber set) อุปกรณ์โทรศัพท์มีหน้าที่สร้างสัญญาณส่งไปยังชุมสาย (Dialing) เพื่อให้ชุมสายทราบถึงหมายเลขที่กำลังติดต่อ ส่วนสัญญาณ (Ringing) , ส่วนส่ง (Transmitting) , ส่วนรับ (Receiving) ซึ่งส่วนทั้งหมดนี้จะอยู่ที่ผู้ใช้อุปกรณ์โทรศัพท์

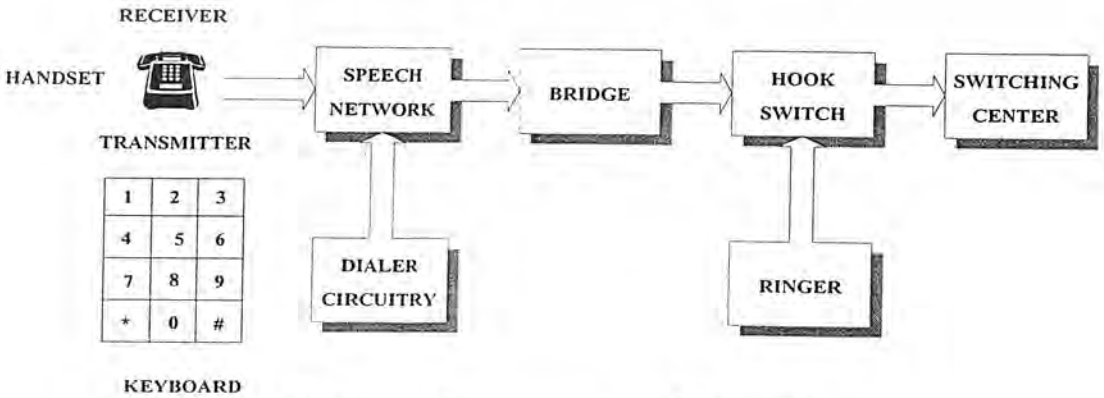
เครื่องโทรศัพท์จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ๆ 7 องค์ประกอบด้วยกัน คือ

1. ส่วนรับ (Receiver)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. สปีช เน็ทเวิร์ค (Speech network)
4. ฮุคสวิทช์ (Hook Switch)
5. กระดิ่ง (Ringer)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงกระแสไฟตรง (Bridge Rectifier)

บล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการต่อร่วมกันขององค์ประกอบหลักทั้ง 7 ภายในเครื่องโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งส่วนรับปกติจะติดอยู่ที่ ตัวพูดหูฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ซึ่งในส่วนส่งจะมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางเสียง (Voice Signal) ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไปที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching Center) แต่สำหรับส่วนรับ มีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นประกอบด้วยสัญญาณแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิทชิ่งเซ็นเตอร์และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับสปีชเน็ทเวิร์ค จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับภายในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่างสวิทชิ่งเซ็นเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันได้



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดสวิทช์มีอยู่ 2 สภาวะ คือ ออนฮุค กับออฟฮุค ทั้ง 2 สภาวะขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณว่าง (Dial) หรือใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสภาวะออฟฮุคปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูค่าแรงดันจะเป็นตัวบอกให้อุปกรณ์สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ปิดสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณให้หมุน (Dial Signal) ฮุคสวิทช์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะออนฮุค และต่อสายโทรศัพท์กับสปีชเน็ทเวิร์กในสภาวะออฟฮุค

ในสภาวะออฟฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับไฟตรงจากแหล่งจ่ายไฟที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนสภาวะออฟฮุคจะปรากฏสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีผู้เรียกเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ประมาณ 80 โวลต์อาร์เอ็มเอส ความถี่ 20-30 เฮิร์ทซ ซึ่งปกติจะถูกสร้างสัญญาณขึ้นที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้สัญญาณกระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ทำงาน

มีอยู่ 2 วิธีที่จะใช้ส่งไดอัลไปที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ คือ

1. สร้างพัลส์ (Pulse generation)
2. สร้างโทน (Tone generation)

แบบหมุน (Rotary type Dialer) จะสร้างพัลส์ส่งไปตามสายและพัลส์จะถูกส่งไปและนับที่สวิทชิ่งเซ็นเตอร์ ส่วนแบบกด (Tone Dialer) จะสร้างเสียงที่เกิดจากการรวมกันของความถี่ที่แตกต่างกัน สวิทชิ่งเซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์คือ เซ็นเตอร์ออฟฟิซ (Center office) ซึ่งเซ็นเตอร์ออฟฟิซ นี้จะต่อรวมเป็นกลุ่มในเขตหรือเส้นทาง เพื่อความเหมาะสมของสวิทชิ่งเซ็นเตอร์ เราต้องจัดลำดับของสวิทชิ่งเซ็นเตอร์ให้ต่อร่วมกับ เซ็นเตอร์ออฟฟิซทั้งหมด

ซึ่งรวมไปถึงการต่อรวมกันระหว่างผู้ใช้กับผู้เรียกซึ่งปกติจะเลือกเส้นทางผ่านผ่านลำดับของคู่สายที่ต่ำที่สุดระหว่างเครื่องโทรศัพท์และเซ็นเตอร์ออฟฟิซอาจมีรีโมทคอนเซ็นเตเตอร์และตู้ชุมสายส่วนตัว (PBXs) คอนเซ็นเตเตอร์มีหน้าที่ลดการเชื่อมต่อระหว่างทุกๆ คู่สายกับ เซ็นเตอร์ออฟฟิซ โดยวิธีการมัลติเพล็กซ์ (Multiplexing) และรูปแบบของทรังค์แชริ่ง (Trunk sharing)

ตู้ชุมสายสาขาส่วนตัวทำหน้าที่เหมือนสวิทชิ่งเซ็นเตอร์สำหรับผู้ใช้โทรศัพท์กลุ่มย่อย เช่น ภายในสำนักงานธุรกิจจะมีตู้ไว้สำหรับใช้ในบริษัท

2.2 เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดกดปุ่ม (Push Button Dial Telephone Set)

2.2.1 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

ในระบบสวิทช์ สัญญาณเรียกของผู้เช่า (Subscriber's address signal) เป็นสัญญาณจังหวะไฟตรงที่เท่ากับจำนวนครั้งของการหมุนของหน้าปัดเพื่อให้แผงสวิทช์ทำงาน

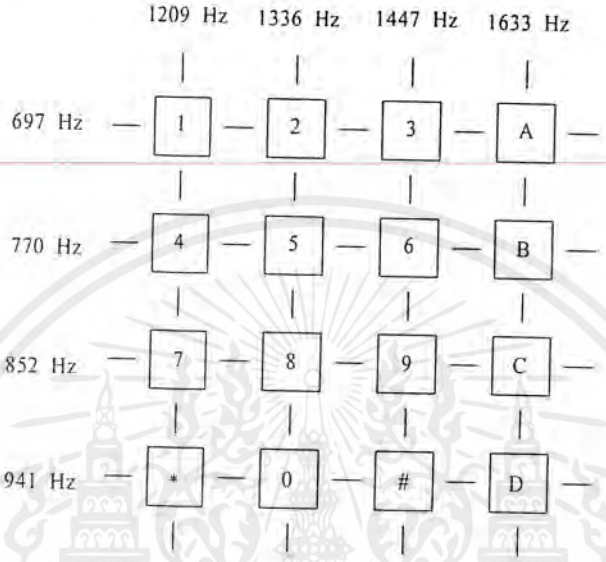
จากการพัฒนาทางด้านแผงสวิทช์อิเล็คทรอนิกส์ เราจึงมีระบบสัญญาณหลายความถี่ (Multi Frequency system) ขึ้น ระบบนี้มีลักษณะดังนี้

1. เวลาของการหมุนหมายเลขได้ลดลงมาก
2. การหมุนหมายเลขง่ายกว่า
3. สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นนอกจากปุ่มกดหมายเลข เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นได้ด้วย
4. เราใช้สัญญาณความถี่ของเสียง (Voice frequency signal) ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบสัญญาณ

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดเป็นแบบกดปุ่ม แล้วใช้กรรมวิธีของสัญญาณความถี่โทนคู่ (Dual Tone Multi Frequency: DTMF) ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์นั้นโดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว 3 คอลัมน์ และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจมีปุ่มถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่มแนวตั้งที่ 4 ขึ้นมาอีกดังแสดงตามรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการจัดปุ่มและระบบสัญญาณ

ความถี่ที่ใช้แต่ละแถวและคอลัมน์จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ทั้ง 4 แถว เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์ เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง การกดปุ่มที่หมายเลขใดๆ จะทำให้วงจรหรืออิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดหมายเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมาคือ 770 เฮิร์ทซ และ 1336 เฮิร์ทซ เป็นต้น

2.2.3 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่มมีดังนี้

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ผลก็คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้ง (Holding time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับทราฟฟิกได้มากขึ้น
2. สามารถใช้วงจรทางอิเลคทรอนิกส์แทนอุปกรณ์ทางด้านกลไก จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย
3. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบควบคุมด้วยโปรแกรม (Stored Program Control:SPC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สัญญาณพื้นฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

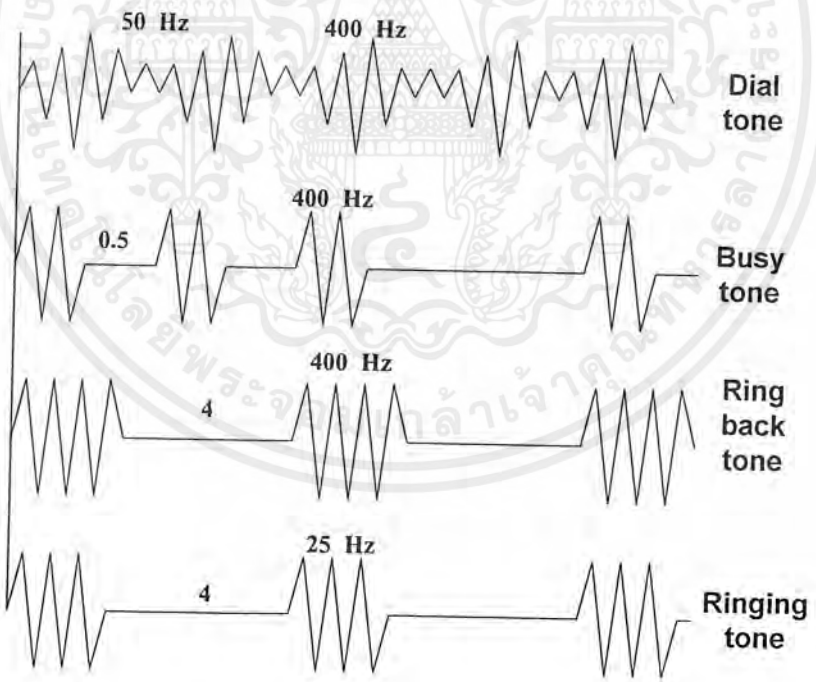
สัญญาณสมาชิก (Subscriber signal) สัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งต่อสภาวะต่างๆ ว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้ยินสัญญาณนั้น ประกอบด้วย

2.3.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone: DT) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกรู้ว่ากดปุ่มเลขหมายผู้รับได้ เป็นสัญญาณต่อเนื่อง 400 เฮิร์ทซ มอดดูเลตด้วยความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ทซแบบเอเอ็ม

2.3.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone: BT) ใช้เพื่อเตือนผู้เรียกว่าผู้รับไม่ว่าง ควรวางหูก่อนสักระยะหนึ่งแล้วจึงเริ่มเรียกใหม่ เป็นสัญญาณ 400 เฮิร์ทซ ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

2.3.3 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone: RBT) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณ 400 เฮิร์ทซ ช่วงเวลาของการส่งประมาณ 1 วินาที เงียบ 4 วินาที

2.3.4 สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone: RGT) ใช้เมื่อมีการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อสำเร็จด้วยกริ่งเรียกเรียกผู้รับมาตอบ การเรียกเป็นสัญญาณ 25 เฮิร์ทซ ช่วงเวลาการส่งและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณเรียกกลับ



รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณพื้นฐานในเครื่องชุมสายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

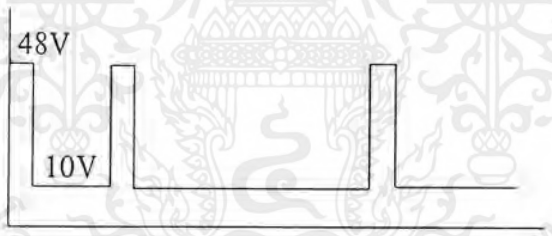
2.4 ระบบติดต่อของโทรศัพท์

2.4.1 ระบบติดต่อผู้เรียก

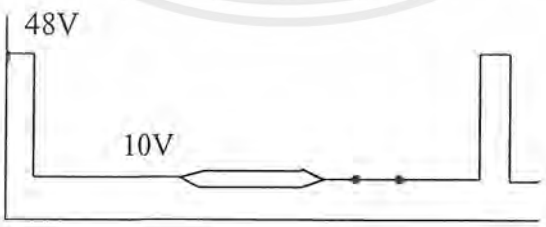
เมื่อผู้เรียกยกหูขึ้น เพื่อจะทำการเรียกจะทำให้ไฟกระแสตรงที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก (ถ้าไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก ทำให้ผู้เรียกวางหูและเริ่มทำการเรียกใหม่) เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะทำการกดหมายเลขของผู้รับปลายทางเป็นสัญญาณโทนคู่ วงจรคู่สายของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการแปลรหัสและปฏิบัติการ พร้อมกันนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะตัดสัญญาณให้หมุนทันทีที่สัญญาณโทนคู่ที่กดหมายเลขตัวแรก

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์รับหมายเลขของผู้รับ ก็จะทำการแปรตัวเลขระบุจากปลายทางจากรหัสชุมสายที่กดหมายเลขมา เมื่อรู้ตำแหน่งของผู้รับแล้วเครื่องชุมสายโทรศัพท์จะจองผ่านระหว่างผู้เรียกและผู้รับแล้วส่งสัญญาณกริ่งเรียกกลับไปยังผู้เรียก และในขณะเดียวกันวงจรคู่สายก็ส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับด้วย

เมื่อผู้รับมาตอบรับการเรียก สัญญาณตอบรับจะถูกส่งไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะทำการตัดสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับและยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก และทำให้ทางผ่านระหว่าง สัญญาณเรียกกลับ และผู้เรียกว่าง ขณะเดียวกันก็จะสร้างทางผ่านด้านผู้รับ การสนทนาจึงสามารถเริ่มต้นได้



รูปที่ 2.4 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับไม่สำเร็จ

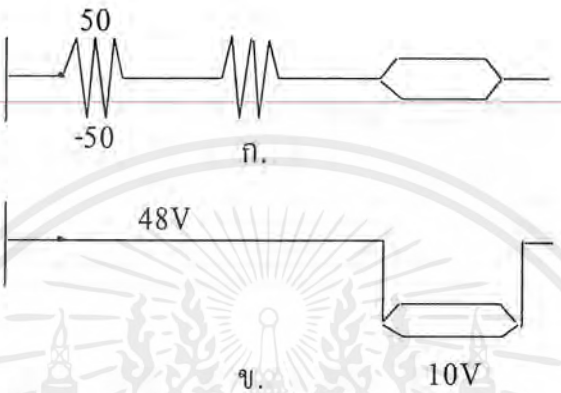


รูปที่ 2.5 แสดงผู้เรียกทำการเรียกผู้รับสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ระบบติดต่อผู้ถูกเรียก

เมื่อผู้รับถูกเรียกจากผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะส่งกริ่งเรียกขนาด 100 โวลต์ดีซี ไปยังผู้รับ เพื่อทำการเรียกผู้รับดังรูปที่ 2.4 เมื่อผู้รับตอบการเรียกจะทำให้ไฟกระแสตรงเปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ทำให้วงจรคู่สายตัดสัญญาณกริ่งเรียกระหว่างผู้เรียกกับผู้รับ การสนทนาจึงสามารถเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 2.5 สถานะวางหูของผู้เรียกจะเลือกทางเสียงผู้พูดผ่านและทำให้ผู้รับวางหูตาม วงจรคู่สายจะตรวจรู้ว่าเป็นการเลิกสนทนาติดต่อ



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของสัญญาณทางผู้รับเมื่อถูกเรียก

ก. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน AC

ข. ทำการวัดสัญญาณทางด้าน DC

2.5 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของระบบโทรศัพท์ระบบสัญญาณโทนคู่

2.5.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่ (DTMF Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบสัญญาณโทนคู่นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ ระบบนี้มีข้อดีเหนือระบบพัลส์อยู่หลายอย่าง เช่น การหมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายเสียงระดับใดๆก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแบบแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน16 ค่า โดยแต่ละค่าประกอบด้วยสัญญาณคลื่นรูปซายน์ (Sine Wave) 2 แบบ แบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group Frequency) และอีกแบบหนึ่งมาจากกลุ่มความถี่สูง(High Group Frequency) ลักษณะของความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่แสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มของความถี่ต่ำ (Hz)	กลุ่มของความถี่สูง(Hz)			
	1209	1336	1447	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

ตารางที่ 2.1 ความถี่สัญญาณโทนคู่

2.5.2 การถอดรหัสความถี่ระบบสัญญาณโทนคู่ (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึงการแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล

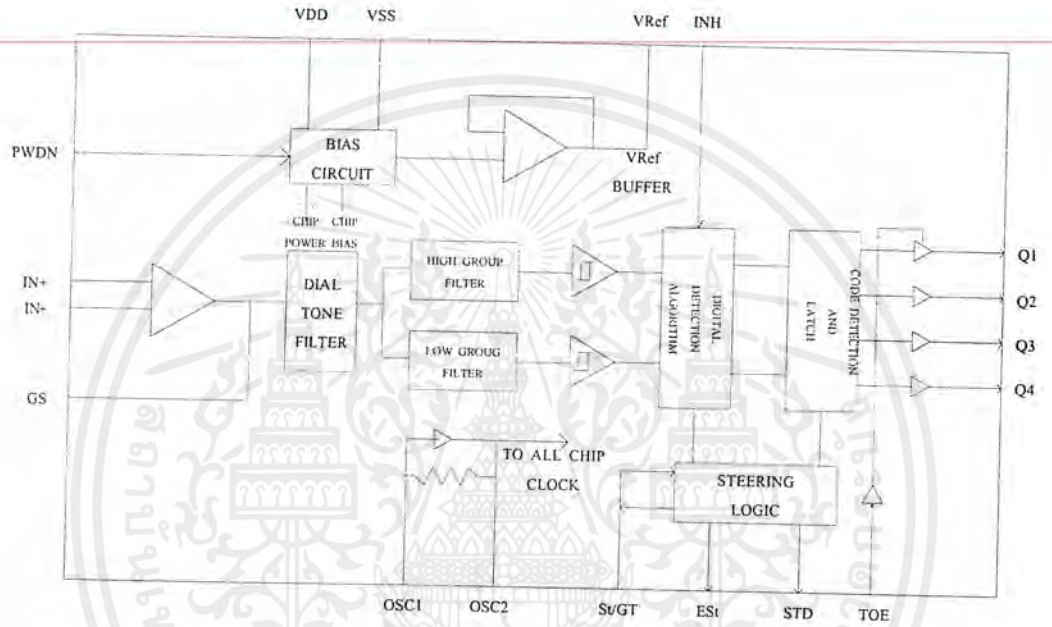
ข้อกำหนดต่างๆที่จำเป็นที่จะไม่ทำให้การถอดรหัสสัญญาณโทนคู่เกิดความผิดพลาดขึ้นซึ่งผู้ออกแบบวงจรจะต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามามีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2 % และจะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3 % จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ไปได้
2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที
3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อสัญญาณโทนคู่ที่รับเข้ามาในวงจร จะต้องมีช่วงเวลาห่างกับสัญญาณสัญญาณโทนคู่ที่เข้ามาก่อนหน้านี้ เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที
4. วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณโทนคู่ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 เดซิเบล ได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณโทนคู่ มีแอมปลิจูดแตกต่างกันมากกว่า 6 เดซิเบล
5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลาไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูด หรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ก็ไม่ทำให้การถอดรหัสเกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การทำงานของไอซีเบอร์ MT8870

โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ MT8870 ภายในประกอบด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ (Switch Capacitor Filter) สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส ใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ข้างนอกและเอาท์พุตเป็นวงจรแลตช์ (Latch) 3 สถานะ



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

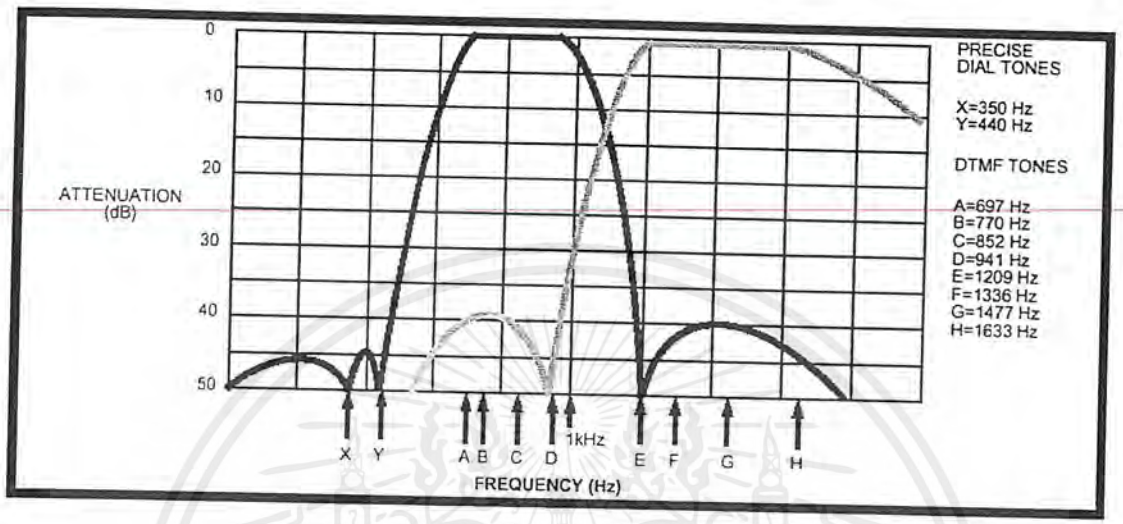
ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญๆ คือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decode Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Section)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Amplifier)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คิดช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำโดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 ชนิด คาปาซิเตอร์ (Sixth Order Switched Band Pass Filter) ซึ่งความถี่แยกได้ 2 ช่วงคือ ความถี่สูงและความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.8 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ทางโทรศัพท์ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะถูกผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกมาเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานหรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (Early Steering Time) ก็จะทำงาน (Active) สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่นั้น แสดงดังรูปที่ 2.10

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาที่ตามกำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้ความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะไม่รับโดยถือว่าสัญญาณไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลานานเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุภายนอก สัญญาณที่ขา EST เป็นระดับสัญญาณสูง (High) นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ทางโทรศัพท์เข้ามา จากรูปที่ 2.9 เมื่อขา EST เป็นระดับสูงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงถึงค่า เทรชโฮลด์ (Treshold) วงจรถอดรหัสจึงถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต

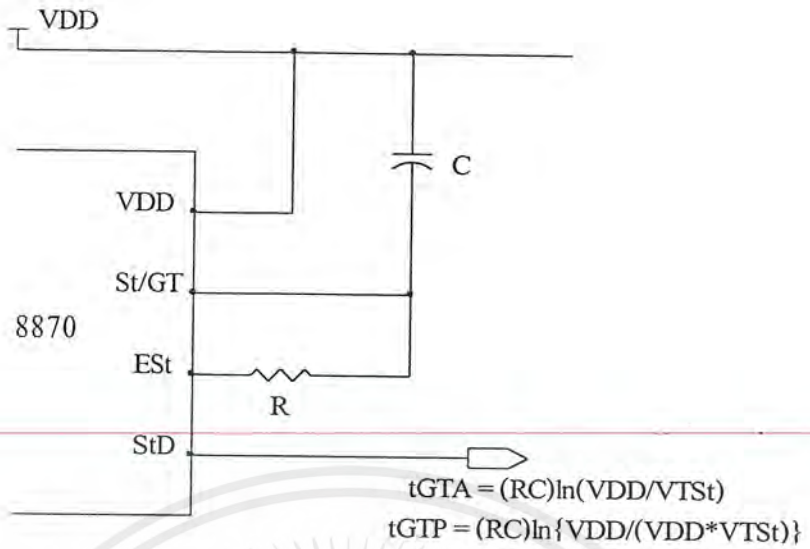
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	ON	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

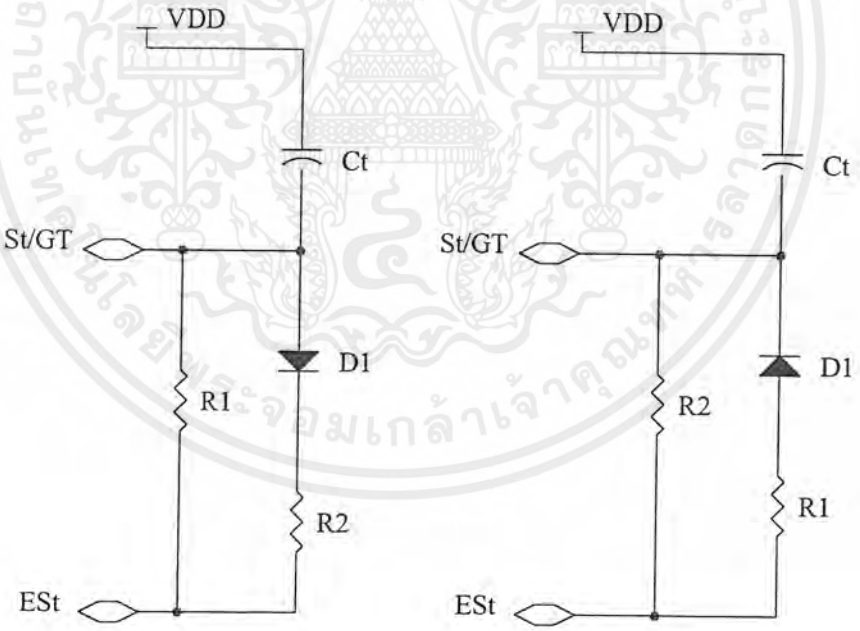
L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย



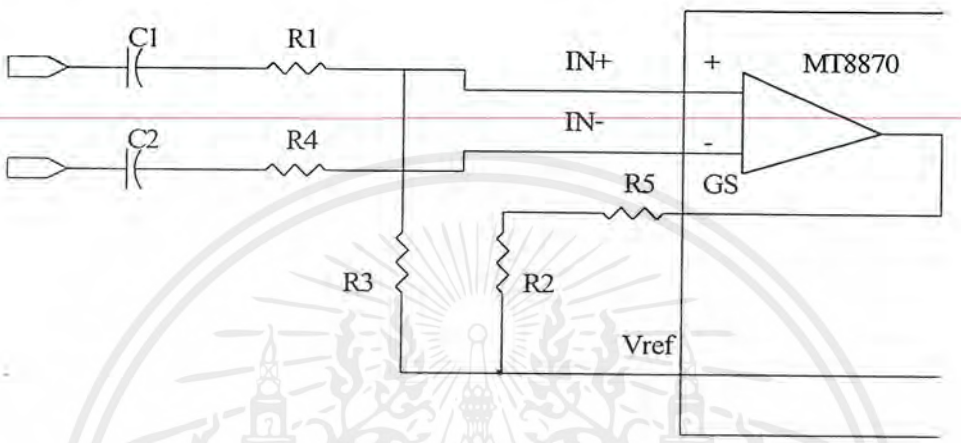
a) decreasing tGTAt(GTP>tGTA) b) decreasing tGTAt(GTP<tGTA)

รูปที่ 2.10 แสดงวงจรการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ พร้อมวิธีการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปอีกดังรูปที่ 2.11



DIFFERENTIAL INPUT AMPLIFIER

$C_1 = C_2 = 10$ nF

$R_1 = R_2 = R_5 = 100\ k\Omega$

All resisters are $\pm$ 1 % tolerance

$R_2 = 60\ k\Omega$, $R_3 = 37.5\ k\Omega$

VOLTAGE GAIN (A_v, diff) = R_5/R_1

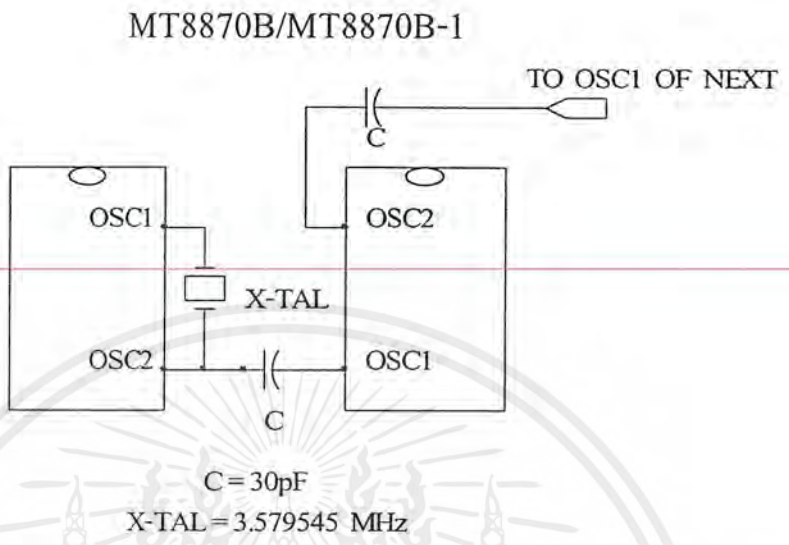
INPUT IMPEDANCE (Zindiff) = $2\sqrt{R_1^2\left(R_1 + (1/\omega_c)^2\right)}$

รูปที่ 2.11 แสดงวงจรขยายความแตกต่างด้านอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรสร้างสัญญาณเวลาอยู่ภายในแล้วเพียงแต่ต่อคริสตอล (Crystal) ขนาด 3.579 เมกกะเฮิร์ทซ ก็จะใช้งานได้ทันทีดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงการต่อวงจรกำเนิดความถี่

2.6 ระบบชุมสายโทรศัพท์ขนาดย่อย

2.6.1 ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

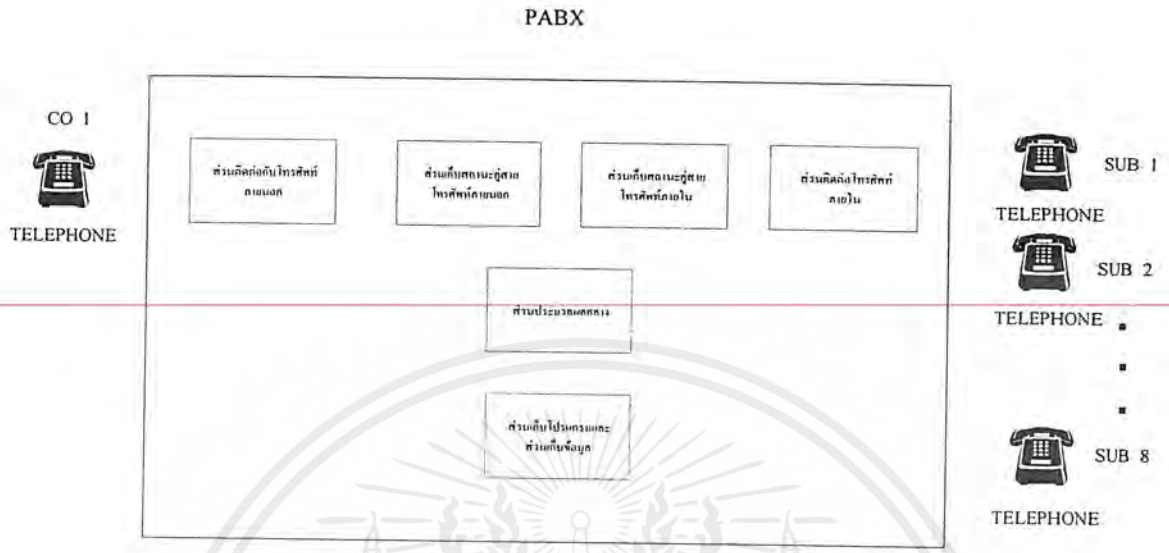
ระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ตั้งใจจะพัฒนาขึ้นนี้ โดยหลักการจะใช้ MCS-51 ในการควบคุมการสวิทช์ เพื่อให้โทรศัพท์แต่ละตัวติดต่อกันได้ตัวบอร์ดประมวลผลจะมีการส่งข้อมูลออกพอร์ท เพื่อไปควบคุมสัญญาณเสียงที่สร้างขึ้นในวงจรสร้างสัญญาณ (Dial, Busy, Ringing) โดยผ่านส่วนควบคุมเพื่อส่งสัญญาณเสียงที่ต้องการให้กับเครื่องโทรศัพท์

ดังรูปที่ 2.13 แสดง บล็อกไดอะแกรมของระบบชุมสายโทรศัพท์ได้ดังนี้

- ส่วนประมวลผล จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิตทำงานผ่าน อินพุต เอาท์พุตพอร์ท เป็นส่วนประมวลผล
- ส่วนติดต่อกับโทรศัพท์ (Subscriber Line Interface Circuit:SLIC) เป็นส่วนเชื่อมต่อ คู่สายกับโทรศัพท์ภายในโดยการแปลงสัญญาณทิปและริงค์เทียบกับกราวด์ยังทำหน้าที่ในการจ่ายไฟเลี้ยงกระแสตรงให้แก่โทรศัพท์อีกด้วย
- ส่วนควบคุมการนับและเวลา (Clock , Counter) นับเวลาเป็นฐาน 2 จำนวน 3 บิต เพื่อเป็นแอดเดรสในการจัดเวลา
- ส่วนกำเนิดสัญญาณโทรศัพท์ต่างๆ (Busy , Dial , Ringing, Ring back) ให้แก่โทรศัพท์
- ส่วยควบคุมรีเลย์ ให้เชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับระบบชุมสายย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนรับสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์และแปลงความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มสัญญาณโทนคู่ให้เป็นเลขฐานสอง ส่งไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับรู้



รูปที่ 2.13 แสดงระบบของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

จากรูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นระบบของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ ส่วนประมวลผลกลางหรือซีพียู ส่วนติดต่อกับคู่สายภายในและคู่สายภายนอก ส่วนเก็บสถานะของสัญญาณ หน่วยความจำข้อมูลและหน่วยความจำโปรแกรม โดยแต่ละส่วนจะได้อธิบายเป็นหัวข้อไป

2.6.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ

การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่พัฒนาขึ้นได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งได้เลือกใช้เบอร์ 80C52 เนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้

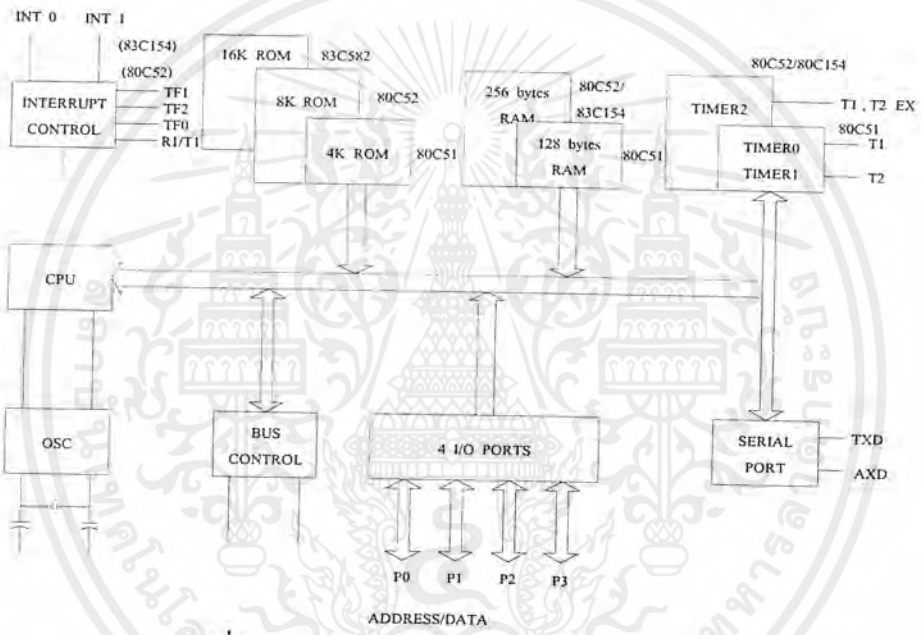
1. สามารถนำข้อมูลมาแอนด์(AND) ,ออร์(OR) หรือทำคอมพรีเมนต์ (Complement) แบบทีละ 8 บิตและ 1 บิต
2. สามารถใช้กับหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะให้ MCS-51 ได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
3. สามารถต่อกับหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
4. ใน 8051 และ 8751 มีหน่วยเก็บความจำโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์ (ใน 8052 และ 8752 มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม 8 กิโลไบต์) อยู่ภายในวงจรทำให้ไม่ต้องต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายนอก
5. มีพอร์ทแบบขนานจำนวน 32 บิตสำหรับข้อมูลเข้าออกที่ข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (8052 มี 3 ชุด) ที่ทำงานในโหมดต่างๆได้ถึง 4 โหมด
7. มีการรับ-ส่งข้อมูลอนุกรม (Serial แบบ Full duplex) ที่สามารถเลือกรูปแบบได้ 4 แบบ
8. มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม(Interrupt Request Signal) 6 แหล่งซึ่งสามารถกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะได้ต่างๆ กัน 5 ตำแหน่ง

2.6.3 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบด้วยเกท(GATE) ต่างๆ ซึ่งเกทเหล่านี้จะถูกนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่ต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (Clock Signal Generator) โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยต่างๆ ดังไดอะแกรมในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.14 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของ 8051

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนประมวลผล (Central Processing Unit: CPU) ส่วนนี้จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งออกจากตัว 8051 ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt Control) และส่วนควบคุมบัส (Bus Control) ก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วยการสร้างสัญญาณจากส่วนซีพียูในส่วนนี้ ยังมีอีกตัวคือส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลทางคณิตศาสตร์เช่น บวก ลบ คูณ หาร ข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์

ส่วนที่ 2 คือหน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับบันทึกข้อมูล จะมีแอดเดรสแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำเอาข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียน (Write) และการนำเอาข้อมูลออกมาจากหน่วยความจำเรียกว่าการอ่าน (Read) ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วๆ ไปรวมทั้ง 8051 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มูลและตำแหน่งจะมีค่าได้เพียง 8 หลักของเลขฐานสอง (8 บิตเท่ากับ 1 ไบต์) การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. แอดเดรสหรือค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง
2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1.
3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล

ส่วนที่ 3 คือ อุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุต (Input/Output device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้

2.6.4 การเก็บสถานะสัญญาณ-การติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลาง

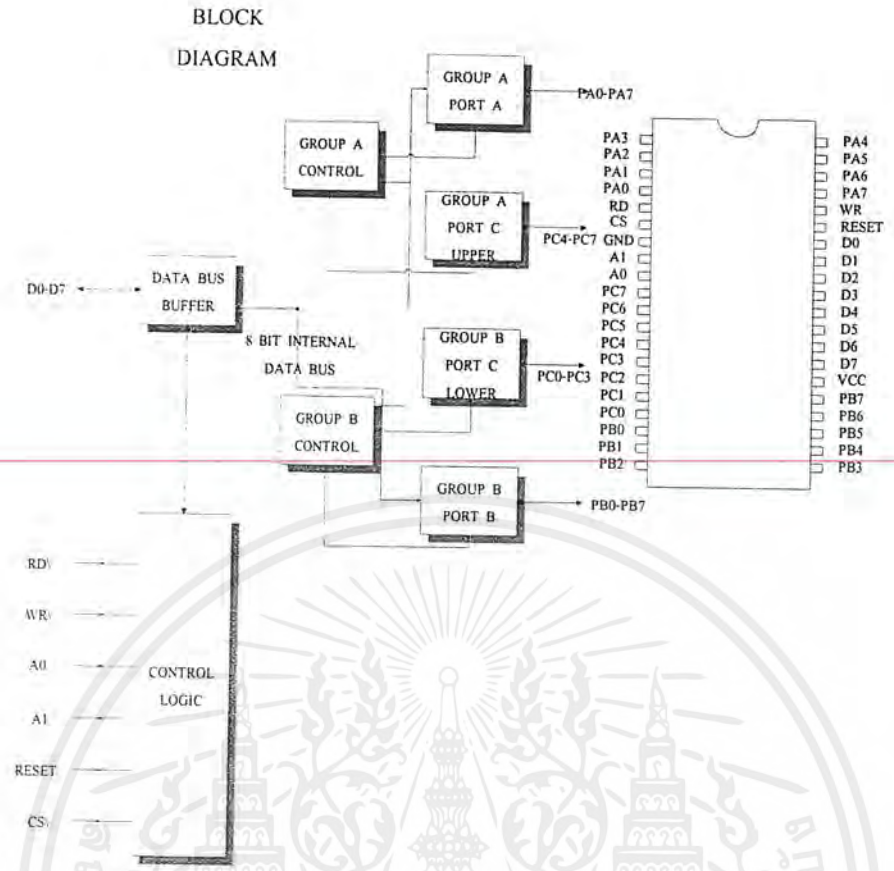
ใช้ 8255 เป็นพอร์ทอินพุต/เอาท์พุต ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

8255 (Programmable Peripheral Interface)

เป็นชิพขนาด 40 ขา ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ 8255 ถูกออกแบบมาใช้งานกับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 บล็อกไดอะแกรมของ 8255 แสดงดังรูปที่ 2.15 ซึ่งมีส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 4 กลุ่มคือ PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC3, PC4-PC7 กลุ่มของสัญญาณควบคุมมี 2 กลุ่มซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมการทำงานของทั้ง 3 พอร์ท ส่วนพักข้อมูลใช้สำหรับติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ทางบัสข้อมูล และสัญญาณควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูลกับรีจิสเตอร์ที่อยู่ภายใน 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37157



รูปที่ 2.15 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255

2.6.5 สัญญาณต่างๆ ของ 8255

หน้าที่ของแต่ละขาของ 8255 มีดังนี้

1. D0-D7 เป็นขาข้อมูลที่ใช้ต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์
2. CS (Chip Select Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 ซีพียูสามารถติดต่อกับ 8255 ได้
3. RD (Read Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS 8255 จะส่งข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล
4. WR (Write Input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 0 พร้อมกับ CS ข้อมูลที่อยู่บนบัสของระบบจะถูกเขียนลงไปใน 8255
5. A0-A7 (Address Input) ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ที่ซีพียูต้องการติดต่อ
6. Reset เมื่อขานี้มีค่าลอจิกเป็น 1 8255 จะอยู่ในช่วงรีเซ็ต พอร์ททุกพอร์ทจะอยู่ในโหมดของอินพุตพอร์ท
7. PA0-PA7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
8. PB0-PB7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก
9. PC0-PC7 เป็นพอร์ทข้อมูลที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การติดต่อ 8255 กับซีพียู

การต่อ 8255 กับซีพียูนั้น 8255 เป็นอุปกรณ์อินพุตเอาท์พุต ซึ่งเหมือนกับอุปกรณ์ภายนอกชนิดอื่นๆ ขา A0 และ A1 จะต่อโดยตรงกับขา A0,A1 ของซีพียู ขา CS ของ 8255 จะต่ออยู่กับภาคถอดรหัสของแอดเดรส ดังตารางที่ 2.3 จะแสดงการต่อพอร์ทต่างๆ

	A1	A0	RD	WR	CS
Input Operation (READ)					
Port A Data Bus	0	0	0	1	0
Port B Data Bus	0	1	0	1	0
Port C Data Bus	1	0	0	1	0
Output Operation (WRITE)					
Data Bus Port A	0	0	1	0	0
Data Bus Port B	0	1	1	0	0
Data Bus Port C	1	0	1	0	0
Data Bus Control	1	1	1	0	0
Disable Function					
Data Bus 3-Strate	X	X	X	X	1
Illegal condition	1	1	0	1	0
Data Bus 3-State	X	X	1	1	0

ตารางที่ 2.3 แสดงการต่อพอร์ทต่างๆ

การทำงานของพอร์ท A,B,C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ทควบคุม โดยแต่ละบิตจะแสดงความหมายดังรูปที่ 2.15 ซึ่งสามารถแสดงการทำงานได้ 3 โหมด

2.6.7 ไอซีบันทึกเสียง W51300

W51300 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการบบันทึกเสียง ที่ภายในประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) และแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นอนาล็อก (D/A) นอกจากนั้นแล้วยังมีวงจรกรองสัญญาณในช่วงระหว่างที่มีการแปลงกลับสัญญาณได้อย่างราบเรียบ

วงจรปรีแอมป์สำหรับไมโครโฟน และสุดท้ายวงจรขยายเสียงออกสู่ลำโพง โดยที่ความราบเรียบของสัญญาณเสียงที่เข้ามาทางอินพุตและระดับความดังของเสียงจะถูกขับออกสู่ลำโพงนั้นสามารถกำหนดได้จากค่าของอุปกรณ์ที่ต่อเพิ่มเติมภายนอกอีกเพียงไม่กี่ตัวเท่านั้นเอง ส่วนความยาวหรือระยะเวลาในการ

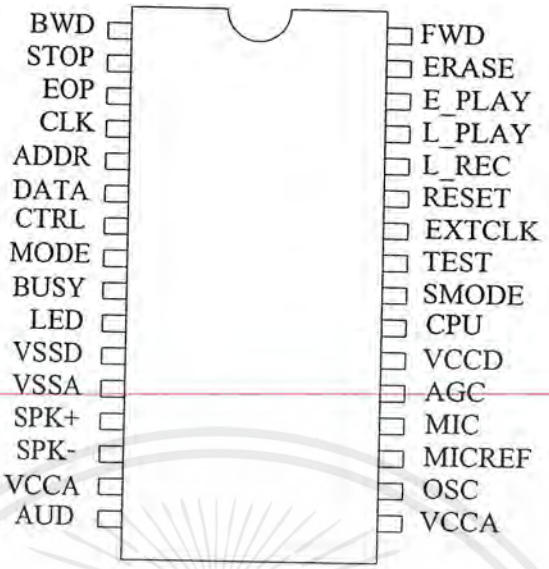
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกนั้นก็ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของหน่วยความจำที่ต่อร่วมอยู่ภายนอกโดยตัวถังบรรจุของ W51300 นั้นเป็นแบบ 32 ขา ซึ่งมีลักษณะการจัดขาใช้งานตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.16

สำหรับหน่วยความจำที่จะทำหน้าที่จัดเก็บข้อความที่บันทึกลงไปและใช้เล่นกลับออกมาเพื่อฟังข้อความนั้นเป็นหน่วยความจำแบบนอนโวแลนไทน์แฟลชอีพรอม ที่สามารถเก็บบันทึกข้อมูลไว้ได้โดยไม่ต้องการแหล่งจ่ายไฟสำรองภายนอกซึ่งหน่วยความจำที่ถูกออกแบบใช้งานร่วมนี้จะมีคุณสมบัติดีกว่าหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบคาร์ทริดจ์ หรือแบบการ์ดและมีความจุข้อมูลสูงถึง 16 เมกกะบิตเมื่อต่อกันแบบคาสเคดซึ่งเมื่อมองดูในลักษณะของเครื่องบันทึกเสียงแบบโซลิดสเตตแล้วนับว่าสามารถบันทึก ข้อมูลได้ยาวนานมาก ในที่นี้ W51300 มีความยืดหยุ่นสำหรับการใช้งานมากในส่วนของการเลือกฟังก์ชันการบันทึก/ลบข้อมูล ทั้งแบบเดินหน้าและถอยหลัง พร้อมกันนี้ยังสนับสนุนการเชื่อมต่อระบบ ไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อการประยุกต์ใช้งานที่กว้างขึ้นกว่าเดิมได้อีกด้วย ในตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติทางเทคนิคของ W51300 ตัวนี้และยังมีคุณสมบัติเด่นๆ อีกหลายประการดังนี้

- สามารถปรับปรุงอัลกอริทึมให้มีอัตราการแซมปลิงความถี่ที่ 24 กิโลเฮิร์ทซได้เมื่อตัวต้านทาน R_{osc} = 620 กิโลโอห์ม
- สามารถใช้งานร่วมกับแฟลชอีพรอมของวินบอร์นได้โดยตรง
- มีส่วนการทำงานในฟังก์ชันต่างๆ ประกอบเสร็จภายในเรียบร้อยแล้ว
- ขาอินพุตควบคุมหน้าที่การทำงาน 8 อินพุตที่มีการแก้ไขเพื่อให้แน่ใจได้ว่าจะไม่เกิดการผิดพลาดจากสัญญาณรบกวนขณะทำงานอย่างแน่นอน
- สามารถเซ็ตการทำงานได้ทั้งแบบซิงเกิล/มัลติวอยซ์ได้ และเซ็ตการทำงานแบบปกติหรือต่อร่วมกับซีพียูได้
- หน่วยความจำภายนอกต่อแบบคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อความจุข้อมูลที่สูงขึ้น
- จัดแบ่งการทำงานในฟังก์ชันบันทึก, ลบ, เล่นกลับได้อย่างอิสระ
- มีฟังก์ชันตรวจจับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำที่ค่า 3.0 โวลต์
- มีเอาท์พุตที่ต่อลำโพงโดยตรงได้และเอาท์พุตกระแส (5 มิลลิแอมป์) สำหรับประยุกต์ใช้ได้
- กินกำลังงานต่ำโดยขณะทำงานใช้กระแส 15 มิลลิแอมป์ และสแตนด์บาย 0.01 ไมโครแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะการจัดขาของ W51300

ในรูปที่ 2.16 เป็นบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในของ W51300 จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการแบ่งออกให้เห็นในส่วนของการทำงานทางอนาล็อกและการทำงานทางดิจิตอลโดยมีบล็อกเอดีเอ็มมอดูเลเตอร์เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อการทำงานของทั้งสองส่วนให้สอดคล้องกันโดยในส่วนอนาล็อกนั้นประกอบไปด้วย วงจรปรีแอมป์อินพุตที่ส่วนควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติที่กำหนดค่าอัตราการขยายจากการต่ออุปกรณ์ร่วมภายนอกเล็กน้อยที่ขา AGC นอกจากนั้นแล้วยังมีส่วนควบคุมจัดรูปสัญญาณและกรองสัญญาณ สุดท้ายเป็นภาคขยายซึ่งต่อลำโพงได้โดยตรงและให้เอาท์พุตออกเป็นไลน์กระแสได้ด้วย สำหรับในส่วนของดิจิตอลก็จะรวมกันอยู่ในบล็อกเดียว ซึ่งมีทั้งส่วนที่ต่อการ สื่อสารกับไมโครโปรเซสเซอร์ภายนอกและส่วนเชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก และยังมีอินพุตสำหรับการเซ็ตควบคุมฟังก์ชันการทำงานในแต่ละหน้าที่เวลาการประยุกต์ใช้งานในแบบแมนนวล อีกประมาณ 8 อินพุตด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
เพาเวอร์ซัพพลาย	V_{CC}-V_{SS}	(0.3 ถึง +7.0)	โวลต์
แรงดัน DC ที่ขาอินพุต	V_{in}	(V_{SS} -0.3 ถึง V_{CC} +0.3)	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_{OPR}	0 ถึง 70	องศาเซลเซียส
แรงดันขณะทำงาน	V_{CC}-V_{SS}	0.3 ถึง 5.5	โวลต์
กระแสขณะสแตนด์บาย	I_{SB}	0.01	ไมโครแอมป์
กระแสขณะทำงาน(ไม่มีโหลด)	I_{OP}	15 ถึง 25	มิลลิแอมป์
ความถี่ออสซิลเลเตอร์(Rosc = 620 กิโลโอห์ม)	F_{OSC}	620 ถึง 920	กิโลเฮิร์ทซ
แรงดันอินพุตไมโครโฟน(p-p)	V_{MIC}	20	มิลลิโวลต์
ค่าความต้านทานอินพุตไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
กำลังขับทางเอาท์พุตลำโพง(16 โอห์ม rms)	P_{OUT}	50	มิลลิวัตต์
แรงดันเอาท์พุตลำโพง	V_{OUT}	1.2	โวลต์พีค-ทู-พีค
กระแสเอาท์พุตลำโพง	I_{AUD}	(-4.0 ถึง -6.0)	มิลลิแอมป์
ค่าความต้านทานของลำโพง	R_{SP}	8 ถึง 16	โอห์ม

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคของ W51300

1. หน้าที่ของฟังก์ชันทางอินพุต

หากสังเกตตามรูปบล็อกไดอะแกรมภายในไอซีแล้ว ส่วนควบคุมหน้าที่การทำงานในฟังก์ชันต่างๆ จะเป็นส่วนประกอบที่อยู่ในบล็อกของดิจิตอลเป็นส่วนมากและส่วนของอนาล็อกจะเป็นเส้นทางสัญญาณที่ต้องการบันทึก/เล่นกลับเป็นหลัก และการเซ็ตฟังก์ชันการทำงานของไอซีในโหมดต่างๆ นั้นก็สามารถกระทำได้ดังจะอธิบายรายละเอียดต่อไปนี้

2. การทำงานในโหมดซิงเกิล/มัลติเซกเมนต์

W51300 นี้โดยปกติของการใช้งานแล้วสามารถเซ็ตการทำงานได้ทั้งแบบซิงเกิลหรือมัลติเซกเมนต์ได้ในการบันทึก/เล่นกลับข้อความที่ต้องการ โดยโหมดการทำงานแบบซิงเกิลหรือมัลติเซกเมนต์นี้สามารถกำหนดได้จากขา SMODE ดังนี้

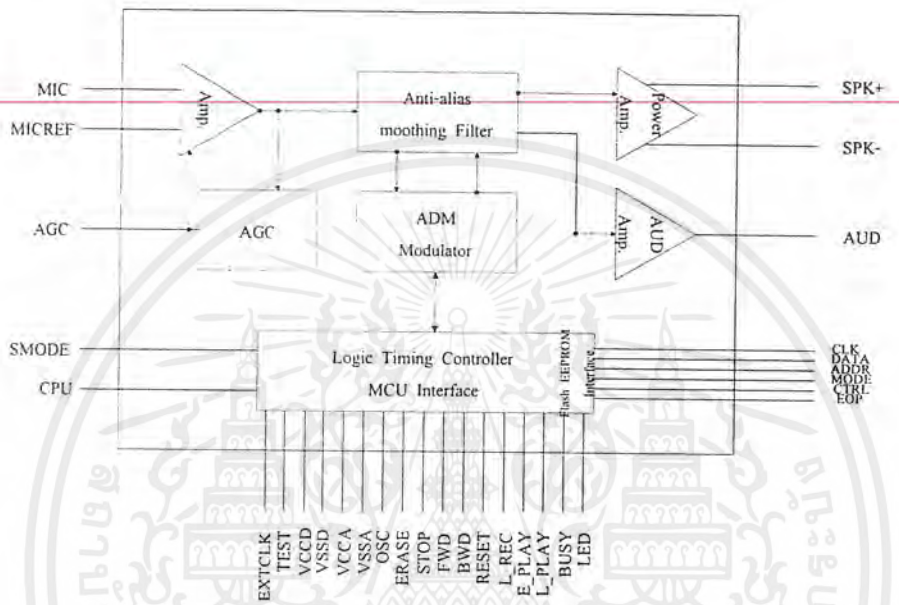
3. โหมดซิงเกิลเซกเมนต์

การทำงานในโหมดนี้ขา SMODE จะถูกต่ออยู่กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยในโหมดการทำงานนี้จะสามารถบันทึกเสียงพูดได้เพียงครั้งเดียวตลอดความจุหน่วยความจำภายนอกที่ต่อร่วมอยู่ ถ้าหากต่อคาสเคดกันมากที่สุดแล้วเสียงคำพูดที่บันทึกได้ครั้งเดียวนี้ก็จะเป็นประโยคที่ยาวสูงสุดถึง 16 เมกกะบิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โหมดมัลติเซกเมนต์

การทำงานในโหมดมัลติเซกเมนต์นี้ขา SMODE จะถูกต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหรือปล่อยลอยไว้ในโหมดนี้สามารถที่จะทำการบันทึกคำพูดลงไปในหน่วยความจำแฟลชอีพรอมภายนอกได้สูงสุด 63 เซกเมนต์หรือสูงสุด 16 เมกกะบิตของความจุหน่วยความจำที่ต่อคาสเคดกันซึ่งเปรียบเสมือนกับว่าสามารถบันทึกคำพูดได้สูงสุด 63 ประโยคทำนองนั้น และอาศัยการเลือกฟังถ้อยคำที่ได้จากการใช้ขาควบคุมการเล่นกลับแบบเดินหน้า/ถอยหลังได้อย่างง่ายดาย



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมภายในของ W51300

2.6.7.1 การเลือกทำการบันทึกข้อความ

เมื่อการทำงานถูกเซ็ตมาอยู่ในโหมดของมัลติเซกเมนต์แล้ว ถ้อยคำพูดสามารถที่จะทำการเลือกบันทึกลงไปในแต่ละเซกเมนต์ได้ ผู้ใช้งานสามารถที่จะแทรกถ้อยคำพูดหนึ่งลงไปในระหว่างเซกเมนต์สองเซกเมนต์ก่อนหน้านั้นได้ เช่นเซกเมนต์ถ้อยคำพูดมีทั้งหมด 5 เซกเมนต์คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยที่ CAP (current address/message pointer) ซึ่งเซกเมนต์ที่ต้องการแทรกในที่นี้คือเซกเมนต์ที่ 3 ดังนั้นข้อความในเซกเมนต์ที่บันทึกลงไปใหม่ก็จะถูกกำหนดตัวเลขประจำเซกเมนต์เป็นเซกเมนต์ที่ 4 และเซกเมนต์ที่ 4 และ 5 เดิมถูกบันทึกไว้จะถูกเลื่อนเปลี่ยนไปเป็นเซกเมนต์ที่ 5 และ 6 ตามลำดับ จะมีการเลื่อนเปลี่ยนในลักษณะนี้ทุกครั้งที่มีการบันทึกแทรกเซกเมนต์ใหม่เข้ามา ถ้าหมายเลขประจำเซกเมนต์ถึงค่าสูงสุดคือ 63 หรือเต็มความจุหน่วยความจำและไม่มีที่ว่างสำหรับการบันทึกข้อความใหม่แล้ว ถือว่าสิ้นสุดการบันทึกใหม่ได้และการกดปุ่มที่ขา L_REC จะไม่เป็นผล และ LED แสดงผลจะกระพริบที่ความถี่ 3 เฮิร์ทซนาน 2 วินาที เพื่อแสดงให้ทราบว่าไม่สามารถทำการบันทึกต่อไปได้อีกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7.2 การเลือกทำการลบข้อความ

เมื่อการทำงานถูกเซ็ตมาอยู่ในโหมดของมัลติเซกเมนต์แล้ว วงรอบของการลบข้อความในหน่วยความจำ ผู้ใช้งานสามารถที่จะทำการลบข้อความได้ในแต่ละเซกเมนต์เป็นลำดับกันไป โดยผู้ใช้งานสามารถที่จะทำการเล่นกลับข้อความที่ถูกบันทึกอยู่แล้วทีละข้อความเป็นลำดับกันไปเรื่อยๆ จนมาถึงข้อความที่ต้องการลบต้องทำการหยุดการเล่นกลับในข้อความนั้นแล้วทำการลบโดยการกดปุ่มที่ขาควบคุมการลบ ข้อความในตำแหน่งเซกเมนต์นั้นก็จะถูกลบทันทีพร้อมกับลำดับหมายเลขประจำเซกเมนต์จะมีการเลื่อนเปลี่ยนลำดับทันที โดยจะเลื่อนหมายเลขขึ้นมาแทนข้อความที่ถูกลบไป ในระหว่างที่กำลังทำการลบข้อความอยู่นั้น LED แสดงผลจะติดสว่างอยู่ แสดงให้ทราบว่ากำลังลบข้อความอยู่และอินพุตอื่นๆ ที่เหลือทั้งหมดจะไม่ทำงานหรือไม่มีผลในการควบคุมขณะนั้นยกเว้นปุ่มรีเซ็ต (RESET) เท่านั้นที่สามารถทำงานได้

แต่ถ้าเป็นกรณีของการลบเพื่อล้างหน่วยความจำให้สะอาดเลยนั้น ก็สามารถกระทำได้โดยการควบคุมที่ปุ่มรีเซ็ต ซึ่งปุ่มรีเซ็ตนี้จะทำงานเป็น 2 จังหวะ กล่าวคือ ในจังหวะแรกหรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นหน้าที่แรกคือเมื่อกดสวิทช์รีเซ็ตนี้เป็นจังหวะสั้นๆ จะเป็นการรีเซ็ตการทำงานของระบบเท่านั้น หรือเพื่อต้องการเริ่มการทำงานใหม่ของระบบ เป็นต้น แต่ในจังหวะที่สองหรือหน้าที่อย่างที่สองก็คือเป็นปุ่มควบคุมการลบหน่วยความจำทั้งหมด เมื่อกดปุ่มรีเซ็ตค้างไว้มากกว่า 2 วินาทีขึ้นไปจะเป็นการลบ ข้อมูลหรือข้อความที่ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำแฟลชอีพรอมที่ต่อเพิ่มเติมภายนอกจนหมดสิ้น เหมือนกับการล้างข้อมูลให้หมดเหลือแต่พื้นที่ว่างเปล่าในหน่วยความจำเพื่อทำการบันทึกใหม่ต่อไป

2.6.7.3 หน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงาน

ในการทำงานปกติขาอินพุตควบคุมหน้าที่การทำงานต่างๆ ทั้ง 8 หน้าที่ จะมีวงจรแก้ของสวิทช์ประกอบร่วมอยู่ภายในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว จึงมั่นใจได้ถึงความแน่นอนของการควบคุมการทำงานของขาอินพุตต่างๆ ซึ่งหน้าที่การทำงานของขาอินพุตทั้ง 8 อินพุตมีดังต่อไปนี้

L_REC ขาควบคุมการบันทึก L_REC นี้จะแอกทีฟที่ระดับลอจิกหนึ่ง(high) ซึ่งระดับสัญญาณถูกกระตุ้นเพื่อทำการบันทึกขาอินพุตนี้ จะถูกต่อกับตัวต้านทานพูลดาวน์ภายในไอซีมีค่าความต้านทานเท่ากับ 500 กิโลโอห์ม เมื่อขาอินพุตนี้ได้รับลอจิกหนึ่งไอซีจะเริ่มทำการบันทึกเสียงทันทีและบันทึก ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกว่าขาอินพุตนี้จะถูกปลดออกหรือไม่ได้รับลอจิกหนึ่งอีกต่อไป หรือบันทึกไปจนกว่าจะเต็มพื้นที่ในหน่วยความจำภายนอกที่ต่อเพิ่มเติม เมื่อหน่วยความจำเต็มหมดขาอินพุตนี้ก็จะไม่ตอบสนองการกระตุ้นอีก

E_PLAY ขาอินพุตควบคุมการเล่นกลับแบบเป็นเซกเมนต์ข้อความ ขาอินพุตนี้จะแอกทีฟลอจิกหนึ่ง เช่นเดียวกัน และมีตัวต้านทานพูลดาวน์ภายในค่า 500 กิโลโอห์ม ในโหมดซิงเกิลเซกเมนต์จะเป็นการทำงานจบแล้วก็จะหยุดทำงานเป็นจังหวะ หมายถึงเมื่อขาอินพุตนี้ได้รับการกระตุ้นและระหว่างที่กำลังมีการเล่นกลับข้อความอยู่นั้น เมื่อทำการหยุดเล่นด้วยการกดที่ขา STOP ไอซีก็จะยังอยู่ในสภาพเดิม เมื่อมีการกดเล่นกลับอีกก็จะเล่นซ้ำข้อความเดิม แต่ในโหมดมัลติเซกเมนต์ เมื่อขาอินพุตนี้ได้รับการกระตุ้นและมีการเล่นกลับข้อความที่บันทึกไว้ หากในขณะที่กำลังเล่นกลับอยู่นั้นเมื่อกดสวิทช์อินพุต E_PLAY นี้ซ้ำอีกครั้งสั้นๆ ก็จะเป็นการข้ามไปเล่นกลับในข้อความลำดับต่อไปและเมื่อกระโดดข้ามมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล่นกลับจนถึงข้อความสุดท้ายก็จะวนกลับไปเล่นข้อความที่หนึ่งใหม่วนรอบไปเรื่อยๆ ขาเล่นกลับอินพุตนี้ใช้ในการสแกนหาข้อความที่ต้องการฟังให้เร็วขึ้นในลักษณะเรียงลำดับข้อความ

L_PLAY ขาอินพุตนี้เปรียบเสมือนกับการควบคุมการเล่นกลับแบบต่อเนื่องวนลูป กล่าวคือเมื่อขาอินพุตนี้ถูกกระตุ้นก็จะเกิดการเล่นกลับวนลูป การเล่นกลับข้อความนี้จะเป็นการเล่นกลับข้อความแบบเชื่อมต่อข้อความที่มีอยู่ในหน่วยความจำเป็นลำดับ โดยจัดให้อยู่ในบรรทัดเดียวกันจากข้อความแรกจนถึงข้อความสุดท้าย แล้วจะวนกลับมาเล่นกลับในข้อความแรกอีกครั้งเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

STOP เป็นขาอินพุตควบคุมการหยุดเล่นกลับข้อความ เมื่อกดสวิทช์นี้แล้วจะเป็นการหยุด ข้อความที่กำลังเล่นกลับอยู่เพื่อรอการกดเล่นกลับอีกครั้งหรือในข้อความใหม่ โดยที่สวิทช์ควบคุมการหยุดนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเล่นกลับข้อความอยู่แล้วเท่านั้น หากไม่มีการเล่นกลับข้อความหรือการบันทึกอยู่ขาอินพุตนี้จะไม่ทำงานแม้จะได้รับการกระตุ้นก็ตาม

ERASE เป็นขาอินพุตควบคุมการลบข้อความในหน่วยความจำ และแอกทีฟลอจิกหนึ่ง เช่นเดียวกัน โดยเมื่อกดสวิทช์เพื่อลบข้อมูล ข้อความที่กำลังเล่นกลับอยู่ในขณะนั้นจะถูกลบทันทีเป็นเซกเมนต์โดยที่จะไม่มีผลกับเซกเมนต์ข้อความอื่นๆโดยเด็ดขาด

FWD เมื่อขาอินพุตนี้ถูกกระตุ้นในระยะเวลาไม่เกิน 1 วินาที จะเป็นการเลื่อนแทรกข้อความในหน่วยความจำเป็นลำดับและหนึ่งเซกเมนต์ข้อความไปในทิศทางเดินหน้าทั้งฟังก์ชันการบันทึกและการเล่นกลับ แต่ถ้าหากกระตุ้นนานเกินกว่า 1 วินาที จะเป็นการเลื่อนแทรกข้อความไปยังเซกเมนต์ ข้อความสุดท้ายทั้งการบันทึกและการเล่นกลับเช่นกัน

BWD จะทำงานเช่นเดียวกันกับ FWD แต่ทิศทางการเลือกกลับจะกลับจากอันดับท้ายขึ้นมาหาอันดับเซกเมนต์ข้อความต้นๆและสุดท้ายของวงรอบการเลือกย้อนหลังก็คือมาสิ้นสุดที่เซกเมนต์ ของข้อความแรก

RESET เป็นขาควบคุมการเริ่มต้นทำงานใหม่ของไอซี เมื่อขานี้ถูกกระตุ้นด้วยการแอกทีฟลอจิกหนึ่ง ภายในระยะเวลาไม่เกิน 2 วินาทีจะเป็นการเพาเวอร์ออนระบบต่างๆ ของไอซีและเป็นการรีเซ็ตการทำงานทุกขั้นตอนมาอยู่ที่ลำดับเซกเมนต์ที่ 1 แต่ถ้าหากกระตุ้นขารีเซ็ตนี้ด้วยแอกทีฟลอจิกหนึ่งเกินกว่า 2 วินาทีขึ้นไปจะเป็นการลบข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในไอซีและในหน่วยความจำภายนอกที่ต่อเพิ่มเติมก็จะถูกลบจนหมดเป็นหน่วยความจำที่ว่างเปล่ารอการบันทึกใหม่อย่างเดียว

การเตือนแบตเตอรี่ต่ำ

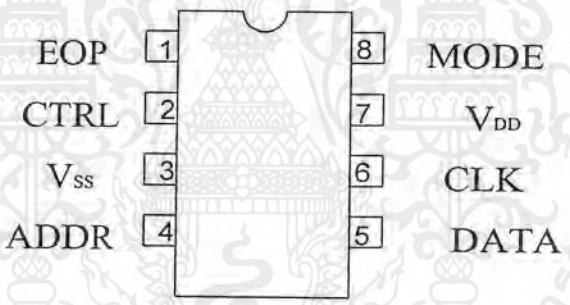
ฟังก์ชันการเตือนเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ต่ำ มีไว้เพื่อใช้เตือนและป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นขณะทำการบันทึกข้อความเสียงพูด จากการผิดปกติหรือล้มเหลวของแหล่งจ่ายกำลัง ไม่ว่าจะเป็นการหยุดจ่ายแรงดันกะทันหันหรือแม้แต่แรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่าระดับที่วงจรสามารถทำงานได้ก็จะเกิดการเตือนขึ้นมาทันทีโดยก่อนที่จะมีการบันทึก การลบหรือแม้แต่การรีเซ็ตการทำงานของระบบ แรงดันแบตเตอรี่จะต้องถูกทำการตรวจสอบระดับแรงดันก่อนโดยตัวไอซีเอง ถ้าแรงดันแบตเตอรี่ตกลงถึง 3 โวลต์หรือต่ำกว่า การทำงานทุกอย่างจะหยุดทันทีและ LED แสดงผลก็จะกระพริบในอัตรา 3 เฮิร์ทซ นาน 2 วินาที เพื่อแสดงผลให้ทราบถึงข้อผิดพลาดดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อลำโพงทางเอาท์พุต

W51300 ถูกออกแบบมาให้มีเอาท์พุตขับลำโพงภายนอกได้ 2 แบบคือแบบขับแรงดันเอาท์พุตออกสู่ลำโพงและแบบขับกระแสเอาท์พุตการขับลำโพงโดยตรงนั้นจะเป็นการขับแรงดันออกทางเอาท์พุตโดยอาศัยวงจรขยายแรงดันภายในตัวไอซีที่มีมาอยู่แล้วเป็นตัวขับ จึงสามารถขับลำโพงได้โดยตรงโดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมแต่อย่างใด อย่างเช่นตัวต้านทานหรือทรานซิสเตอร์ เป็นต้น ที่เอาท์พุตขับลำโพงโดยตรงนี้จะขับกระแสเอาท์พุตออกสูงสุด 56 มิลลิแอมป์ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ส่วนการขับกระแสเอาท์พุตก็เช่นกันกับมาตรฐานการขับลำโพงทั่วๆ ไปโดยเฉพาะขับไอซีพาวเวอร์แอมป์ของวินบอร์น ได้โดยง่ายดายโดยที่กระแสเอาท์พุตนี้จะมีค่าเท่ากับ 5 มิลลิแอมป์ที่แรงดัน 4.5 โวลต์

เมื่อมีไอซีในส่วนควบคุมหลักที่เปรียบเสมือนเป็นตัวเครื่องเล่น/บันทึกเสียงแล้ว การจะเก็บข้อความไว้ได้ก็ต้องมีไอซีที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำที่เปรียบเสมือนกับเป็นตลับคาสเซ็ตไว้คอยบันทึกข้อความคำพูดเก็บไว้ใช้เล่นกลับและบันทึกใหม่ได้และหากจะดีที่สุดก็ต้องเป็นหน่วยความจำที่มีขนาดความจุที่มากหน่อย เพราะถ้าหากน้อยเกินไปจะบันทึกแค่คำพูดที่สำคัญๆ ไม่ทันจบเลยก็สุดพื้นที่เก็บแล้ว และนี่คือสิ่งที่ต้องใช้งานร่วมกับตัวควบคุมหลักที่เป็นหน่วยความจำอีสแคว์รพรอมแบบแฟลช



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการจัดขาของ W55FXX

2.6.8 ไอซี W55FXX แฟลชอีอีพรอม

W55FXX คือไอซีที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำภายนอกแบบแฟลชอีสแคว์รพรอมที่มีอินพุต/เอาท์พุตเป็นแบบอนุกรม โดยปกติแล้วจะถูกใช้เป็นหน่วยความจำร่วมกับไอซีบันทึกเสียง W51300 และอีกลักษณะหนึ่งก็คือจะถูกใช้เป็นหน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว(ROM) กับระบบเสียงตอบรับ เป็นต้น และที่พิเศษก็คือสามารถที่จะทำการบันทึกหรือโปรแกรมและลบข้อมูลได้โดยอาศัยแหล่งจ่ายไฟปกติที่ใช้เลี้ยงตัวไอซี ไม่ต้องมีวงจรปั๊มแรงดันเพื่อกรณีดังกล่าวแยกต่างหาก จึงสะดวกต่อการใช้งาน ในรูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการจัดขาใช้งานบนตัวถังบรรจุแบบ 8 ขา และมีคุณสมบัติเด่นดังต่อไปนี้

- ขนาดหน่วยความจำที่มีได้ตั้งแต่ 512 กิโลไบต์/1 เมกกะไบต์/2 เมกกะไบต์
- สามารถต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มขนาดความจุหน่วยความจำหรือเพิ่มระยะเวลาในการบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

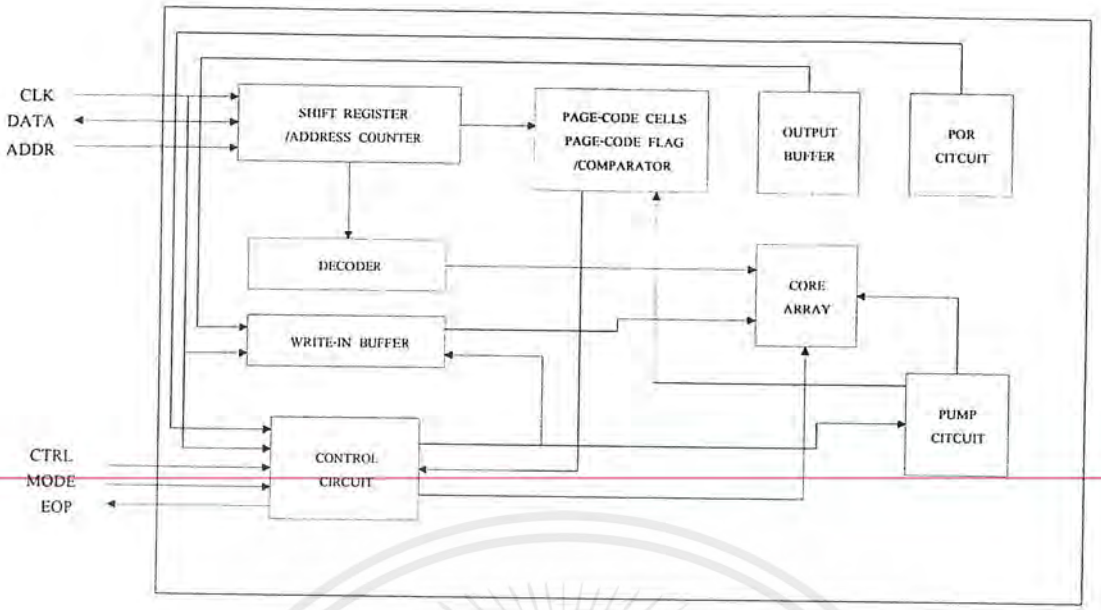
- วงรอบการทำงานของเฟรมการเขียนมีความเร็วมาก ที่ขนาดเฟรม 32 บิต ระยะเวลาการโปรแกรมเท่ากับ 400 ไมโครวินาที
- ระยะเวลาของการลบข้อมูลในชิพ 50 มิลลิวินาที (สูงสุด)
- ระยะเวลาในการเข้าถึงการอ่านข้อมูลเท่ากับ 500 นาโนวินาที (สูงสุด)
- วงรอบการโปรแกรม/ลบข้อมูลต่ำสุด 10,000 ครั้ง
- ระยะเวลาของการรักษาข้อมูลไว้ในไอซีได้ 10 ปี
- กินกำลังงานต่ำทั้งขณะทำงานและสแตนด์บาย

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ย่านแรงดันทำงาน	V_{DD}	2.4 ถึง 5.5	โวลต์
กระแสขณะสแตนด์บาย	I_{SB}	2 ถึง 4	ไมโครแอมป์
กระแสขณะทำงาน	I_{OP}	5 ถึง 10	มิลลิแอมป์
แรงดัน DC อินพุต (ทุกอินพุต)	V_{DC}	(-0.5 ถึง V_{CC} +10)	โวลต์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต (ขา CTRL , MODE)	I_{u1}	4.5	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต (ขาDATA)	I_{u2}	-4.5	ไมโครแอมป์
อุณหภูมิขณะทำงาน	T_{OPR}	0 ถึง +70	องศาเซลเซียส
แรงดันทรานเซียนท์ (< 220 นาโนวินาที)	V_{TRAN}	(-1.0 ถึง V_{DD} +10)	โวลต์

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคของ W55FXX

ส่วนในตารางที่ 2.5 แสดงคุณลักษณะทางเทคนิคของ W55FXX เพื่อที่จะได้ทราบข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการของขาใช้งานแต่ละขาได้อย่างถูกต้องและในรูปที่ 2.19 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนการทำงานต่างๆ ภายในไอซี โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าแฟลชอีสแคว์พรอมนี้ ทำไมจึงไม่ต้องการแหล่งโปรแกรมแรงดันที่ต่างระดับกันจากภายนอก เพื่อทำการควบคุมการโปรแกรมข้อมูลและการลบข้อมูลในพื้นที่หน่วยความจำ ก็เพราะว่าแฟลชอีสแคว์พรอมเบอร์นี้ได้มีวงจรปั๊มแรงดันประกอบร่วมอยู่ด้วยภายในแล้ว จึงสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกเพราะไม่ต้องจัดหาแหล่งจ่ายหลายๆ แหล่งมาป้อนให้ และยังเลือกการต่อใช้งานไอซีนี้ได้ 2 ลักษณะคือเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและลบบันทึกใหม่ได้ (RAM) หรือจะต่อใช้งานแบบอ่านเพียงอย่างเดียว(ROM) ก็ย่อมทำได้

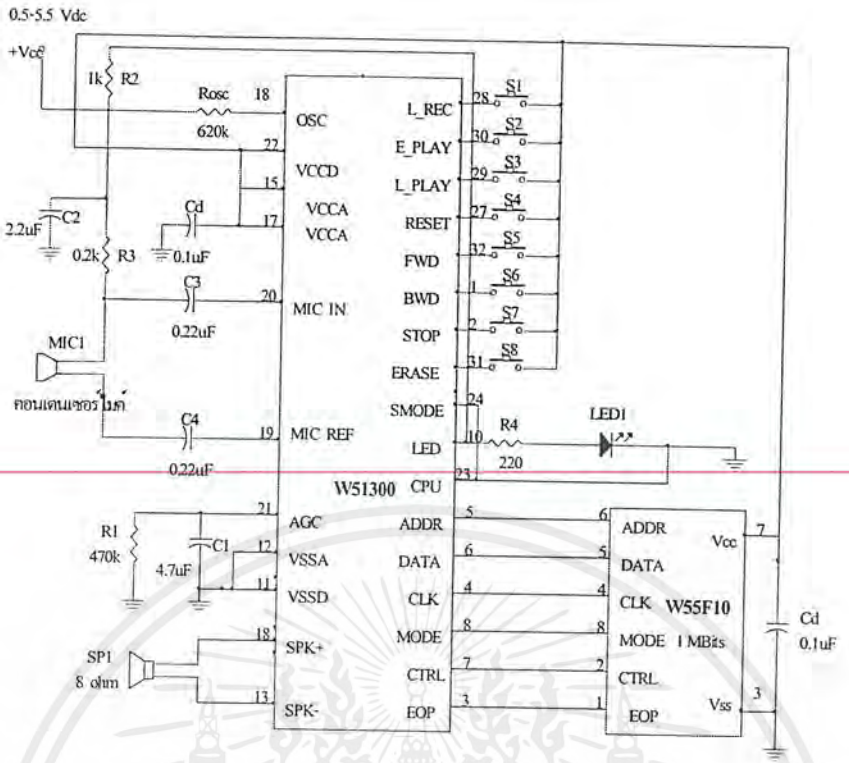
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมภายในของ W55FXX

ในรูปที่ 2.20 เป็นวงจรประยุกต์ใช้งานของ W51300 ร่วมกับ W55F10 (1Mbits) เพื่อใช้งานเป็นวงจรบันทึกเสียงโดยมีสวิทช์ S_1-S_8 ทำหน้าที่ควบคุมฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วตั้งแต่ต้น และด้วยคุณสมบัติของไอซีรวมทุกอย่างไว้ภายในหมดแล้วจึงทำให้ต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยตั้งแต่ไมโครโฟนจะใช้แบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนต่อเข้ากับอินพุตของไอซีมี C_3,C_4 คับปลิงสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์สำหรับไมโครโฟนและ R_2,R_3 เป็นตัวไบแอสให้กับไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์ ส่วน R_1,C_1 กำหนดอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ไมโครโฟนเอาท์พุตที่ต่อกับลำโพงจะถูกต่อเข้าไปได้โดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องมีวงจรขยายภายนอกเพิ่มเติม สำหรับหน่วยความจำ W55F10 ในที่นี้ใส่ไว้เพียงตัวเดียวเท่านั้น หากต้องการระยะเวลาในการเก็บข้อมูลที่ยาวนานกว่านี้ก็สามารถที่จะต่อดาสเคดกันโดยตรงเพิ่มเข้าไปได้จนถึงค่าความจุสูงสุดคือ 16 เมกกะบิต ดังนั้นหากใช้เบอร์ที่มีความจุขนาด 1 เมกกะบิตนี้ต่อดาสเคดกันก็จะใช้ต่อได้ทั้งหมด 16 ตัว จึงจะมีความจุสูงสุด 16 เมกกะบิตและสามารถแบ่งเซกเมนต์การบันทึกข้อความได้สูงสุด 63 เซกเมนต์ดังที่ได้อธิบายมาในตอนต้นแล้วในฟังก์ชันการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การประยุกต์ใช้งานไอซีบันทึกเสียง

2.7 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

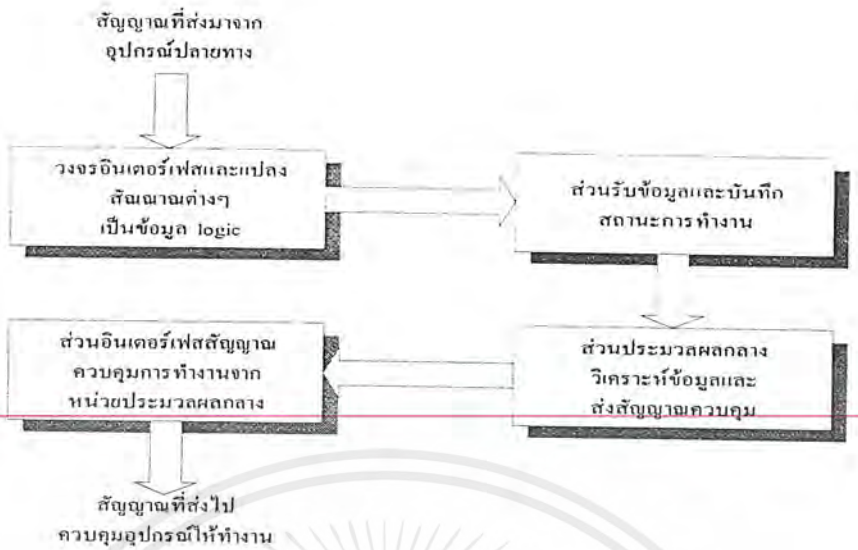
2.7.1 หลักการออกแบบฮาร์ดแวร์

ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ได้วิจัยและพัฒนาขึ้นมาจัดอยู่ในประเภทชุมสายอิเลคทรอนิกส์ (Electronic Exchange) โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบการส่งและรับข้อมูลผ่านพอร์ทอินพุต/เอาท์พุต โดยมีวงจรติดต่อ (Interface) มาใช้เพื่อแปลงสถานะต่างๆ ให้เป็นระดับสัญญาณทางตรรกะ (Logic) แล้วส่งเข้าพอร์ทเก็บข้อมูลบันทึกสถานะการทำงานเพื่อส่งให้ส่วนประมวลผลกลางให้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและส่งสัญญาณ ควบคุมการทำงานทั้งหมดผ่านวงจรอินเตอร์เฟสดังรูปที่ 2.21

ในส่วนรายละเอียดของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นจะมีขนาด (Capacity) ที่สามารถให้บริการกับสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ได้ 1 คู่สาย และให้การบริการกับโทรศัพท์คู่สายภายในได้ 8 คู่สายซึ่งจะมีบริการพิเศษต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ติดต่อกับคู่สายภายใน
- โทรออกภายนอก
- โอนสายภายใน
- พักสายเพื่อไปสนทนากับคู่สายอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

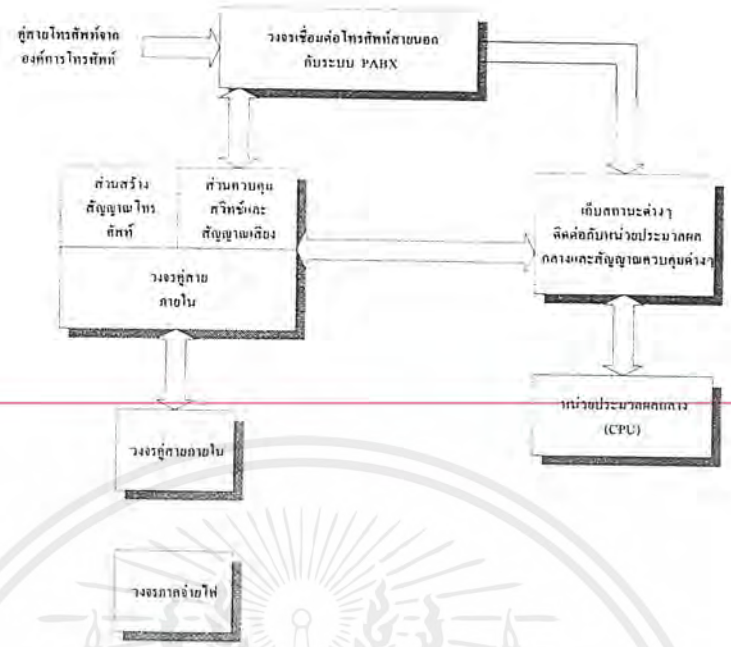


รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

2.7.2 การกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์

1. การกดปุ่มหมายเลขของคู่สายภายใน (หมายเลข 1-8) เพื่อที่จะทำการติดต่อระหว่างคู่สายภายในของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติโดยจะมีการนำหมายเลขมา ตรวจสอบ ถ้าหมายเลขที่กดเป็นหมายเลขของคู่สายภายใน โปรแกรมย่อยการบริการการติดต่อภายในก็จะให้บริการในส่วนนี้
2. การกดหมายเลข 9 เพื่อตัดสายนอก ถ้าหมายเลขที่กดเริ่มแรกเป็นเลข 9 โปรแกรมย่อยให้บริการการเรียกออกสายนอก จะทำการเชื่อมต่อคู่สายภายนอกให้ (ซึ่งมี 1 คู่สาย) เข้ากับคู่สายภายในที่กด 9 ก็จะสามารถทำการติดต่อกับภายนอกได้
3. การกดคีย์ "#", "*" สำหรับใช้บริการฟังก์ชันพิเศษ เมื่อมีการกดปุ่มเหล่านี้โปรแกรมย่อยให้บริการฟังก์ชันพิเศษก็จะให้บริการ โดยถ้าเป็นคีย์ "#" จะใช้สำหรับการประชุมร่วมสามคู่สาย ถ้าเป็นคีย์ "*" จะใช้สำหรับการโอนสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 บล็อกไดอะแกรมโครงสร้างของเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

เนื่องจากระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ถูกออกแบบให้เป็นลักษณะชุมสายแบบควบคุมด้วยโปรแกรม ซึ่งมีลักษณะการทำงานของระบบทั้งหมดจะเป็นไปตามซอฟท์แวร์ที่เขียนขึ้น ดังรูปที่ 2.22 แสดงบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยแบ่งออกเป็นส่วนประกอบหลักๆ 2 ส่วนคือ

2.7.3 ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ส่วนของฮาร์ดแวร์แสดงในบล็อกไดอะแกรมเป็นระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่ได้ทำขึ้นประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- ส่วนวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก
- ส่วนควบคุมสวิทช์และควบคุมการส่งสัญญาณเสียงโทรศัพท์
- ส่วนวงจรโทรศัพท์คู่สายภายใน
- ส่วนหน่วยประมวลผลกลาง ส่วนเก็บสถานะสัญญาณ/ติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลางและสัญญาณควบคุมต่างๆ
- ส่วนจ่ายไฟ

2.7.4 ส่วนซอฟท์แวร์ (Software)

ส่วนของซอฟท์แวร์เป็นโปรแกรมที่เขียนควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ไม่ว่าเป็นการบริการทั่วๆ ไป เช่น การยกหู การวางหู การต่อออกสายนอก เป็นต้น ตลอดจนการให้บริการพิเศษต่างๆ เช่น การพักสาย การโอนสาย การประชุมร่วม 3 คู่สาย โดยการโปรแกรมที่เขียนนี้จะถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบอีพรอมซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมการทำงานให้ระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ มีความยืดหยุ่น ความสามารถเพิ่มขึ้นได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายใน รูปที่ 2.23 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรคู่สายโทรศัพท์ภายใน ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ

- วงจรตรวจสอบสถานะ/ติดต่อกับหน่วยประมวลผลและส่งสัญญาณควบคุม
- วงจรตรวจสอบการกดหมายเลขโทรศัพท์
- วงจรเชื่อมต่อของสัญญาณเสียง
- วงจรควบคุมการส่งสัญญาณโทรศัพท์และรีเลย์

2.7.5 ส่วนวงจรประจำเครื่องคู่สายภายนอก

สำหรับส่วนนี้ จะเป็นส่วนติดต่อกับโทรศัพท์สายนอก (External line) มีส่วนประกอบดังบล็อกไดอะแกรม

วงจรประจำโทรศัพท์สายนอก จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ

- วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า
- วงจรเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียง
- วงจรควบคุมสวิทช์และรีเลย์

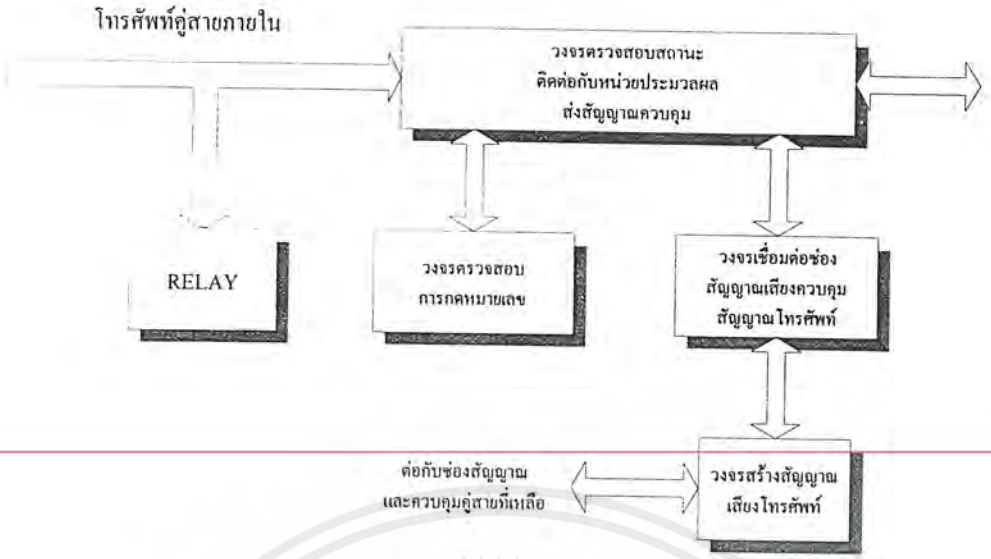
วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกเข้า

หน้าที่และการทำงาน

ส่วนสร้างสัญญาณของโทรศัพท์

วงจรผลิตสัญญาณเราใช้วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์(Astable Multivibrator) เป็นตัวผลิตสัญญาณทั้งหมด ลักษณะของสัญญาณต่างๆ ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมในการออกแบบการสร้างสัญญาณเสียงโทรศัพท์ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติดังรูป 2.23 การสร้างสัญญาณแต่ละแบบจะต้องใช้วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์หลายตัวในการสร้าง เช่น การสร้างสัญญาณไม่ว่างจะเป็นสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ทซ ติด 0.5 ดับ 0.5 วินาที ดังนั้นเราจะใช้วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ตัวที่ 1 ในการสร้างจังหวะเปิด ปิด 0.5 วินาที ไปเป็นตัวเปิด ปิดของวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ตัวที่ 2 ที่สร้างสัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ทซ เราก็จะได้สัญญาณความถี่ 400 เฮิร์ทซ ติด 0.5 ดับ 0.5 วินาที ลักษณะของสัญญาณอื่นๆ ก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงบล็อกไดอะแกรมการเชื่อมต่อโทรศัพท์สายนอก

สัญญาณพร้อมให้หมุน (Dial Tone)

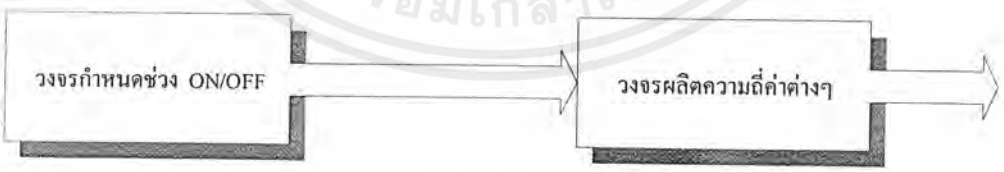
คือสัญญาณที่เครื่องให้ชุมสายโทรศัพท์แจ้งแก่ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่าเครื่องชุมสายพร้อมแล้วที่จะให้ผู้ใช้โทรศัพท์กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อด้วย ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ ดังต่อเนื่องกันตลอด

แสดงการคำนวณส่วนสร้างสัญญาณโดยไอซีไทม์เมอร์สร้างเป็นออสซิลเลเตอร์กำหนดสัญญาณที่มีความถี่ 400 เฮิร์ทซโดยที่ความถี่ของสัญญาณคำนวณจาก

$t_1 = 0.369 \cdot (R_a+R_b) \cdot C_t$

$t_2 = 0.369 \cdot R_b \cdot C_t$

$F = 1/(t_1 + t_2)$



รูปที่ 2.24 ส่วนผลิตสัญญาณภายในโทรศัพท์ทั้งหมด

สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เป็นสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากการกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อ แต่หมายเลขที่ถูกเรียกไม่พร้อมรับการเรียกเข้าโดยชุมสายติดต่อจะส่งสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซดังและสลับกันทุกๆ 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เป็นสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์แจ้งผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากการกดหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อและให้ทราบว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ ดังประมาณ 1 วินาที และดับประมาณ 4 วินาที

วงจรผลิตสัญญาณพร้อมให้หมุน, สัญญาณไม่ว่างและ สัญญาณกระดิ่งจะใช้ไอซี 555 จำนวน 2 ตัวโดยที่ 555 ตัวที่หนึ่งจะผลิตสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซเป็นสัญญาณให้หมุนและ 555 ตัวที่สองจะสร้างสัญญาณที่มีช่วงเวลาเปิด (T_{ON}) 4 วินาที และช่วงเวลาปิด (T_{OFF}) 1 วินาที สัญญาณที่ได้จะผ่านนอทเกท (NOT GATE) เพื่อกลับไปเป็นช่วงเวลาเปิด 1 วินาทีและช่วงเวลาปิด 4 วินาที โดยนำเอาสัญญาณนี้ไปแอนด์กับสัญญาณ 400 เฮิร์ทซ เป็นสัญญาณเรียกกลับนำไปใช้งาน

สัญญาณเรียกหรือสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

เป็นสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์ภายใน ทำให้กระดิ่งโทรศัพท์ดังขึ้นเพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วย ลักษณะของสัญญาณเป็นสัญญาณคลื่นซายน์ที่มีขนาดแอมปลิจูดประมาณ 90 โวลต์ มีความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ทซดังประมาณ 1 วินาที และเงียบประมาณ 4 วินาที วงจรสร้างสัญญาณกระดิ่งจะสร้างสัญญาณกระดิ่งความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ทซ ที่มีคาบเวลาการปิด-เปิดสัญญาณเป็นลักษณะ 1:4 จากวงจรไอซี 555 ตัวที่ 1 จะทำหน้าที่สร้างความถี่ประมาณ 50 เฮิร์ทซ ส่วน 555 ตัวที่ 2 จะสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีลักษณะของเวลา ปิด เปิด ของสัญญาณในอัตราส่วน 4:1 โดยจะถูกป้อนเข้านอทเกทเพื่อกลับให้เป็น 1:4 และนำไปแอนด์กับสัญญาณ 50 เฮิร์ทซ จากเอาท์พุตของ 555 ตัวที่ 1 ก็จะได้สัญญาณกระดิ่ง เพื่อนำไปป้อนให้กับภาคติดต่อกับโทรศัพท์

การติดต่อภายใน (Internal call) ของระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

- เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ 1(SUB A) ยกหู (OFF HOOK) วงจรตรวจจับการยกหูก็จะทำการส่งสัญญาณไปยังซีพียู ซีพียูจะทำการตรวจสอบว่าเป็นหมายเลขอะไร ชนิดอะไร
- เมื่อเมื่อตรวจสอบแล้ว ซีพียูจะส่งสัญญาณพร้อมให้หมุน เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ 1 ได้สัญญาณพร้อมให้หมุน แล้วซีพียูจะรอรับเลขหมายที่จะทำการติดต่อจากผู้ใช้โทรศัพท์ 1 ว่าเป็นการต่อแบบสายนอกหรือแบบสายใน และจะส่งให้ซีพียูทำการวิเคราะห์ เมื่อวิเคราะห์แล้วว่าเป็นการเรียกแบบสายใน ซีพียู จะทำการตรวจสอบว่าเลขหมายที่ถูกเรียก (SUB B) ว่างหรือไม่
- เมื่อซีพียูตรวจสอบดูแล้วว่าผู้ถูกเรียกว่าง ซีพียูจะส่งสัญญาณเรียก ให้กับผู้ถูกเรียกแล้วส่งสัญญาณเรียกกลับให้กับผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกรู้ว่าขณะนี้กำลังต่อกับหมายเลขที่ติดต่ออยู่เมื่อผู้ถูกเรียก ยกหูซีพียูจะสั่งยกเลิกการส่งสัญญาณเรียก ให้กับผู้ถูกเรียกและยกเลิกการส่งสัญญาณสัญญาณเรียกกลับให้กับผู้เรียก แล้วทำการต่อเส้นทางเสียง(SPEECH PATH) ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก ก็จะเสร็จสิ้นการติดต่อการทำงานของระบบ

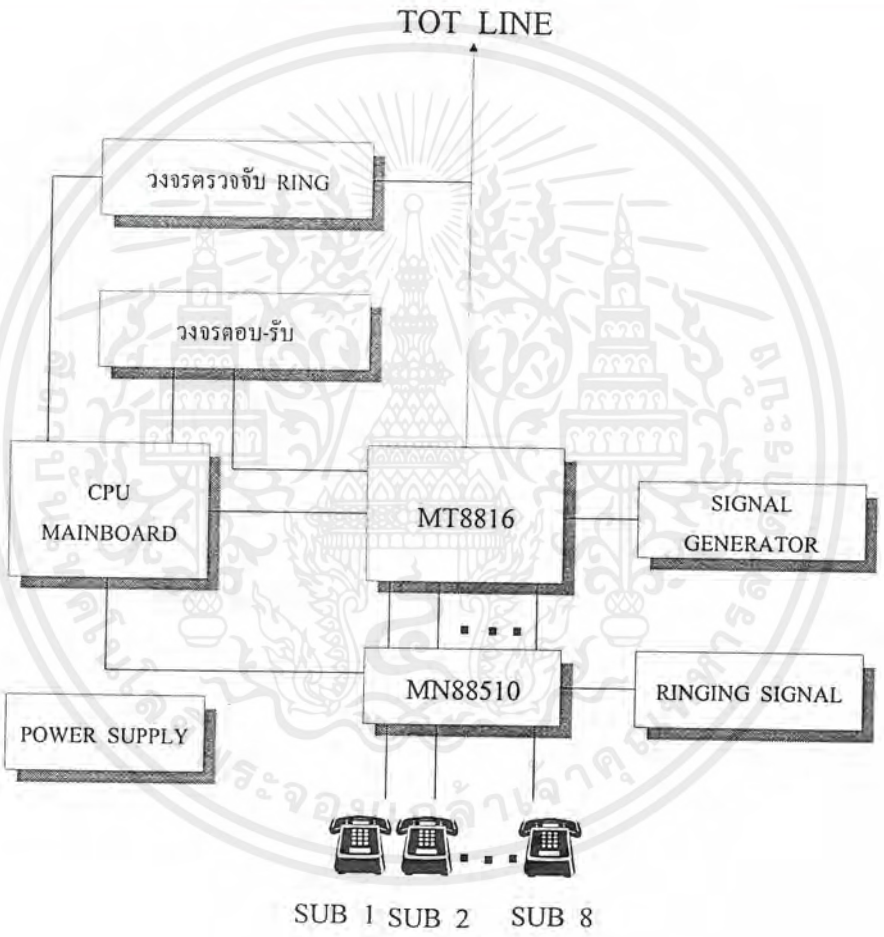
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ

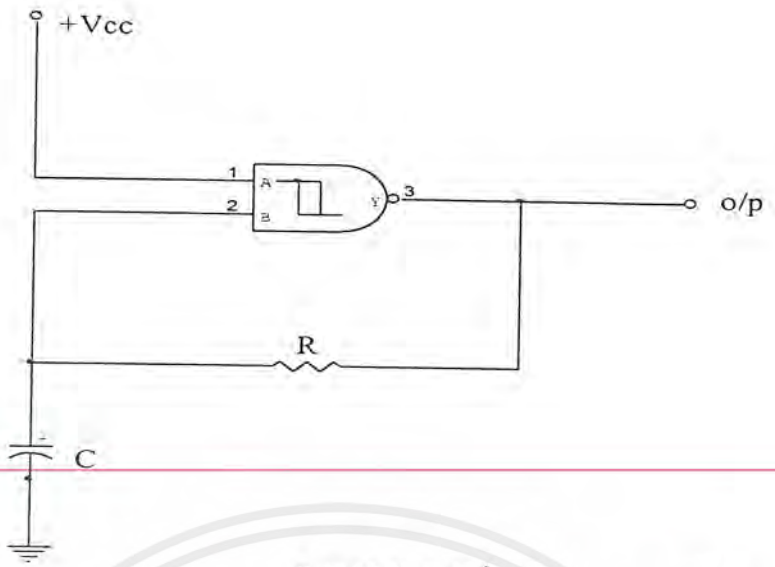
3.1.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

คือสัญญาณที่มีความถี่ 425 เฮิร์ทซ มอดูเลทกับสัญญาณ 50 เฮิร์ทซเพื่อที่จะให้เกิดความแตกต่างระหว่างสัญญาณของชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ จึงกำหนดให้สัญญาณให้หมุนเป็นสัญญาณที่มีความถี่ 400 เฮิร์ทซโดยใช้ไอซี 4093 ซึ่งเป็นแนนด์ชมิททริกเกอร์ (Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger) กำหนดความถี่จากค่า R, C ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังวงจรโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$F \approx (6.69 \times 10^{-4})/RC \qquad (3.1)$$

C: μF

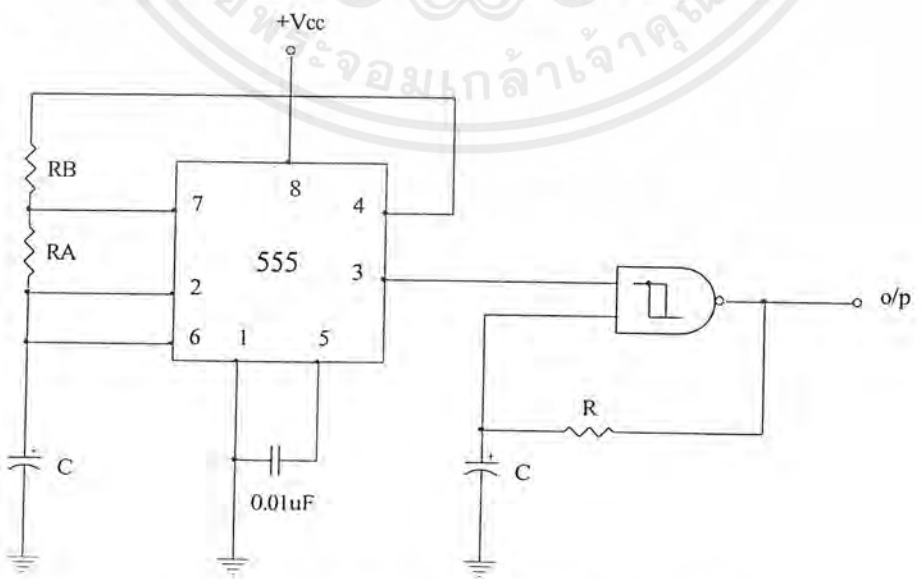
R: kΩ

รูปที่ 3.2 ควอท 2 อินพุต แนนด์ ชมิททริกเกอร์

เลือกใช้ค่าตัวเก็บประจุเท่ากับ 1 ไมโครฟารัด จะได้ค่าความต้านทานเท่ากับ 1.67 กิโลโอห์ม เนื่องจากสูตรที่ใช้เป็นการประมาณค่าในวงจรจริงจึงใช้ค่าความต้านทาน 1.9 กิโลโอห์ม จึงจะได้ความถี่ 400 เฮิร์ทซ

3.1.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ ดังและดับทุกๆ 1 วินาที หรือสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที

สร้างโดยใช้ไอซี 555 สร้างความถี่ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที (2 เฮิร์ทซ) นำเอาท์พุตที่ขา 3 มาต่อแทน V_{cc} ของวงจรชมิททริกเกอร์ ที่กำเนิดความถี่ 400 เฮิร์ทซ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรสร้างสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณของไทม์เมอร์ใช้สูตร

$T_{HIGH} \approx 0.7(R_A + R_B)C$ (3.2)

$T_{LOW} \approx 0.7R_BC$ (3.3)

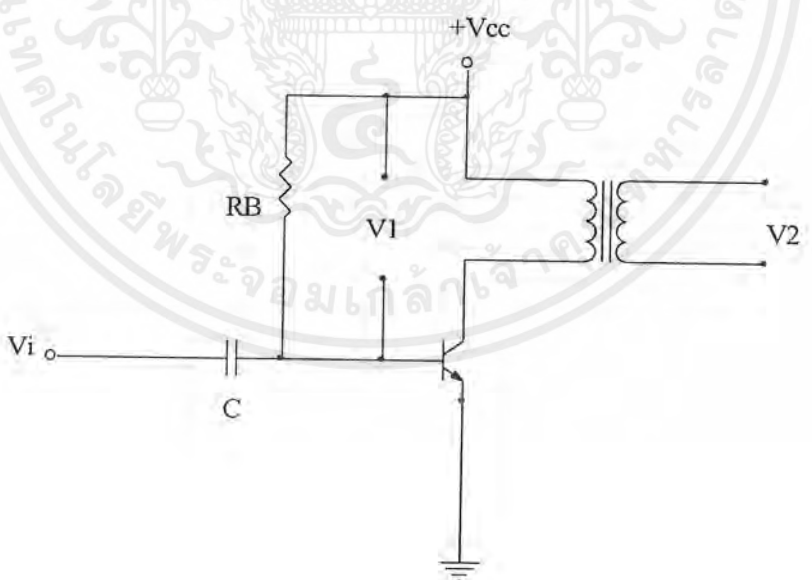
เลือกตัวเก็บประจุที่ 100 ไมโครฟารัด โดยที่ T_{HIGH} เท่ากับ T_{LOW} คือ 0.5 วินาทีได้ค่า R_B เท่ากับ 7 กิโลโอห์ม และค่า R_A เท่ากับ 1 กิโลโอห์ม

3.1.3 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

โดยใช้ไอซี 555 สร้างความถี่ติด 4 วินาทีและหยุด 1 วินาที นำเอาท์พุตที่ขา 3 ผ่าน นอทเกท จะได้สัญญาณติด 1 วินาที หยุด 4 วินาทีมาต่อแทน V_{CC} ของวงจรชมิดท์ทริกเกอร์ ที่กำเนิดความถี่ 400 เฮิร์ทซ

การคำนวณของไทม์เมอร์จากสมการที่ 3.2 และ 3.3 โดย T_{HIGH} เท่ากับ 4 วินาที T_{LOW} เท่ากับ 1 วินาที และใช้ค่าตัวเก็บประจุเท่ากับ 100 ไมโครฟารัด ได้ $R_B \approx 14$ กิโลโอห์มและ $R_A \approx 43$ กิโลโอห์ม

3.1.4 สัญญาณเรียก (Ringing Signal) หรือสัญญาณกระดิ่ง เป็นสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ ส่ง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที มีค่าแรงดันประมาณ 90 โวลต์อาร์เอ็มเอส หรือ 125 โวลต์พีคทูพีค โดยการนำสัญญาณในข้อ 3.1.3 มาขับโดยวงจร Transformer Couple Class A Amplifier ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แอมปลิฟายเออร์ คลาสเอผ่านหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณที่หม้อแปลง

$$V_2/V_1 = N_2/N_1$$

$V_2 = 125$ V, $N_2 = 220$, $N_1 = 12$ ดังนั้น $V_1 = 6.8$ V

แต่จากการทดลอง V_1 มีค่าประมาณ 5 โวลต์ถึงจะได้เอาท์พุตที่ 126 โวลต์ ดังนั้นจะใช้ค่า V_1 เท่ากับ 5 โวลต์ จึงใช้คลาสเอ เป็นบัฟเฟอร์ และใช้ทรานซิสเตอร์ TIP141 เพราะทนกระแสได้สูง

3.2 วงจรส่วนประมวลผล

ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C52, External RAM ขนาด 4 กิโลไบต์ มีวงจรอินเตอร์เฟสทำหน้าที่ติดต่อระหว่างซีพียู กับภายนอกโดยควบคุมการทำงานของพอร์ทต่างๆ การถอดรหัสการอินเตอร์รัพต์จะใช้ไอซี 74LS138 ในการถอดรหัสและพอร์ท ในโครงงานนี้ใช้ไอซี 8255 เป็นพอร์ทและเก็บสถานะของพอร์ทใช้งานต่างๆ ทั้งหมด 6 ตัว โดยตัวที่ 1 ควบคุมการทำงานของวงจรถอดรหัสสัญญาณโทรศัพท์ (DTMF Decoder) ไอซีเบอร์ MT8870 5 ตัวและรับค่าสัญญาณโทนคู่ ตัวที่สองควบคุมการสวิทช์ของเส้นทางเสียงระหว่างสายนอก-ใน และสัญญาณโทนต่างๆรวมทั้งสัญญาณตอบรับ ตัวที่สามควบคุมวงจรติดต่อกับโทรศัพท์ ทั้ง 8 ตัวส่วนอีกสามตัวใช้ควบคุมภาคต่างๆและเผื่อสำรองไว้ใช้งาน

3.3 วงจรติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก

เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งจากชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เข้ามาจะทำการแปลงให้เป็นพัลส์ขนาด 5 โวลต์ โดยออปโตคูเปิล ใช้เบอร์ 4N35 โดยส่งพัลส์ไปอินเตอร์รัพต์ที่ซีพียูแล้วซีพียู ส่งสัญญาณมาขับรีเลย์ให้ยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติโดยผ่านแมชชิ่งอิมพีแดนซ์ 600 Ω แล้วควบคุมให้วงจรตอบรับทำงาน ซึ่งขณะนี้จะรอรับสัญญาณโทนคู่ที่จะเข้ามาด้วย ซึ่งการทำงานส่วนใหญ่จะอยู่ที่ส่วนสวิทชิ่ง (IC 8816) ในการเชื่อมต่อสัญญาณ

3.4 วงจรสวิชชิ่ง

การใช้งานจะต้องให้ขาของ CS = 1 และให้ขา RESET = 0 ขา DATA จะเป็นตัวกำหนดว่าจะทำการต่อหรือเลิกติดติอออกตามแชนแนลที่เลือกใช้งาน โดยมีขา STOBE เป็นสัญญาณในการติดต่อ โดยเราจะให้ขาทางด้าน X และขาทางด้าน Y ตัวใดต่อถึงกัน จะใช้การระบุแอดเดรส โดย Ax0-Ax3 และ Ay0-Ay2 จำนวน 7 บิต โดยทางด้าน X ได้ 16 เส้นและทางด้าน Y ได้ 8 เส้น(8x16)

ในระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติคู่สายภายใน 8 เส้นนี้ จะใช้ด้าน X เพื่อต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายในโดยใช้งานประกอบกับไอซีเบอร์ 88510 โดยในทางด้าน Y 8 สายจะประกอบกับไอซีเบอร์ 8870 จำนวน 5 ตัว และสัญญาณต่างๆ ในโทรศัพท์อีก 3 สาย และอีก 1 สายต่อกับ Voice Playback จึงจำเป็นต้องใช้ไอซีเบอร์นี้ 2 ตัว โดยทางด้าน X ทั้งสองตัวจะขนานกันเพื่อการขยายระบบต่อไป

จากการทดลองช่องสัญญาณบางช่องที่ไม่ได้ถูกเลือกมีสัญญาณรบกวนมาแทรกเข้า เมื่อใช้ออสซิลโลสโคป จับดูช่องที่เราต้องการจะเห็นมีสัญญาณรบกวนจากช่องอื่น การต่อใช้งานจะเป็นไปตามรูป A ในภาคผนวกด้านหลัง โดยการตัดต่อนี้จะเป็นไปตาม Address Decode Truth Table ที่อยู่ใน Data Sheet ของไอซีเบอร์ 8816 ของภาคผนวกในด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรติดต่อกับโทรศัพท์

ใช้งานเป็นไอซีที่ตรวจสอบการทำงานของโทรศัพท์ว่ามีการยกหูโทรศัพท์หรือวางหูโทรศัพท์หรือไม่ ซึ่งไอซีเบอร์นี้เราจำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยงมีขนาด -48 โวลต์ และการควบคุมการต่อโทรศัพท์เข้ากับสัญญาณ Ringing การใช้งานจะใช้ไอซีเบอร์ 88510 1 ตัว ต่อเข้าเครื่องโทรศัพท์ภายใน 1 เครื่อง และเราจะใช้ Relay เป็นตัวตัดต่อเพื่อจ่ายไฟเลี้ยงและสัญญาณ Ringing

3.6 วงจรบันทึกเสียง

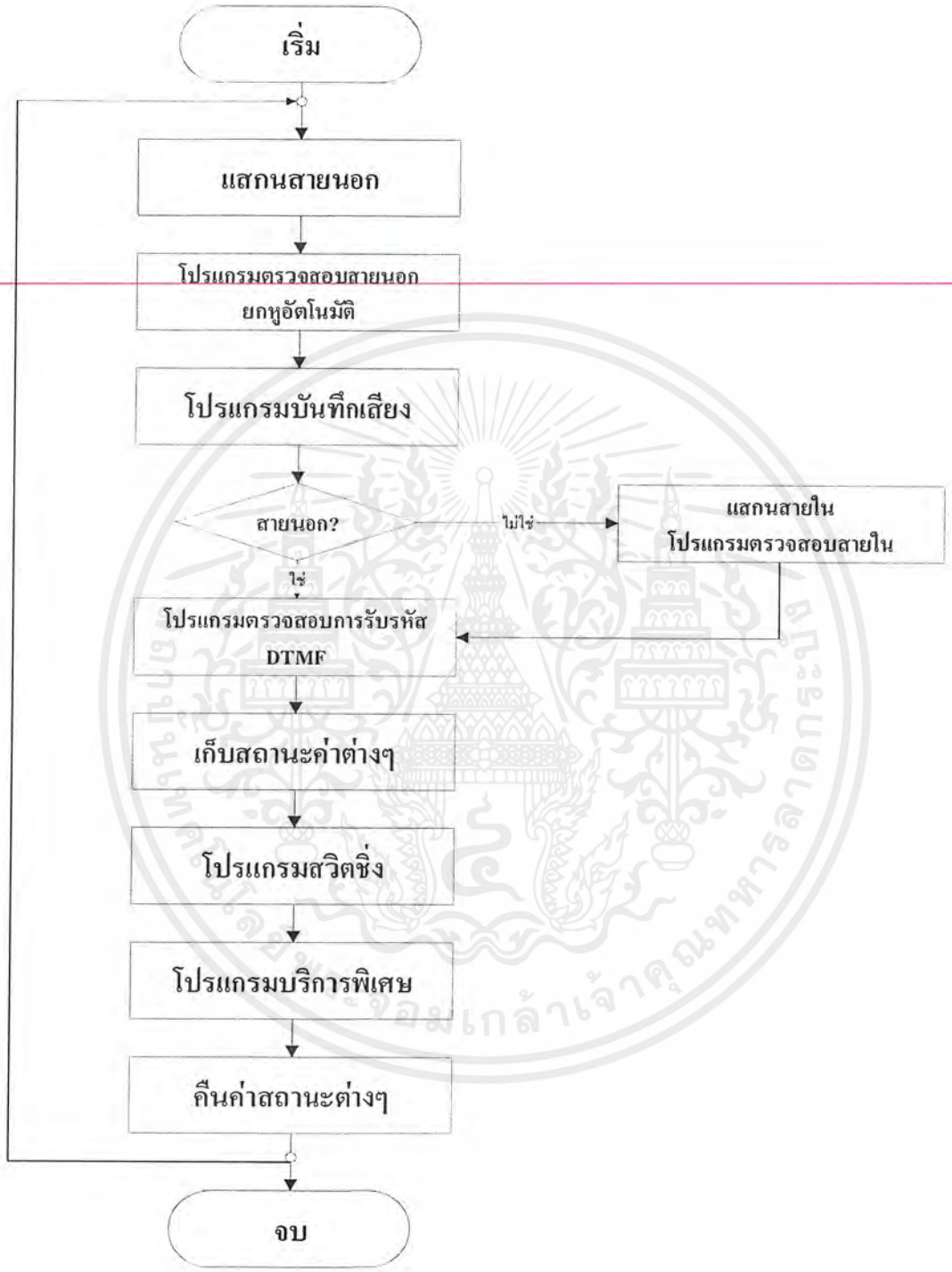
ใช้ไอซีบันทึกเสียงเบอร์ W51300 ต่ออนุกรมกับแฟลชอีพรอมเบอร์ W55FXX ซึ่งเป็นอุปกรณ์ใหม่คุณภาพสูง ซึ่งได้อธิบายคุณสมบัติการทำงานของวงจรจากบทที่แล้ว

3.7 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟตรงในวงจรมีขนาดต่างๆ คือ ±5 โวลต์, ±12 โวลต์ และ -48 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การทำงานของโปรแกรมแสดงดังโฟลวชาร์ทดังนี้



รูปที่ 3.5 โปรแกรมรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 โปรแกรมสวิทชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 โปรแกรมตรวจสอบสัญญาณ DTMF

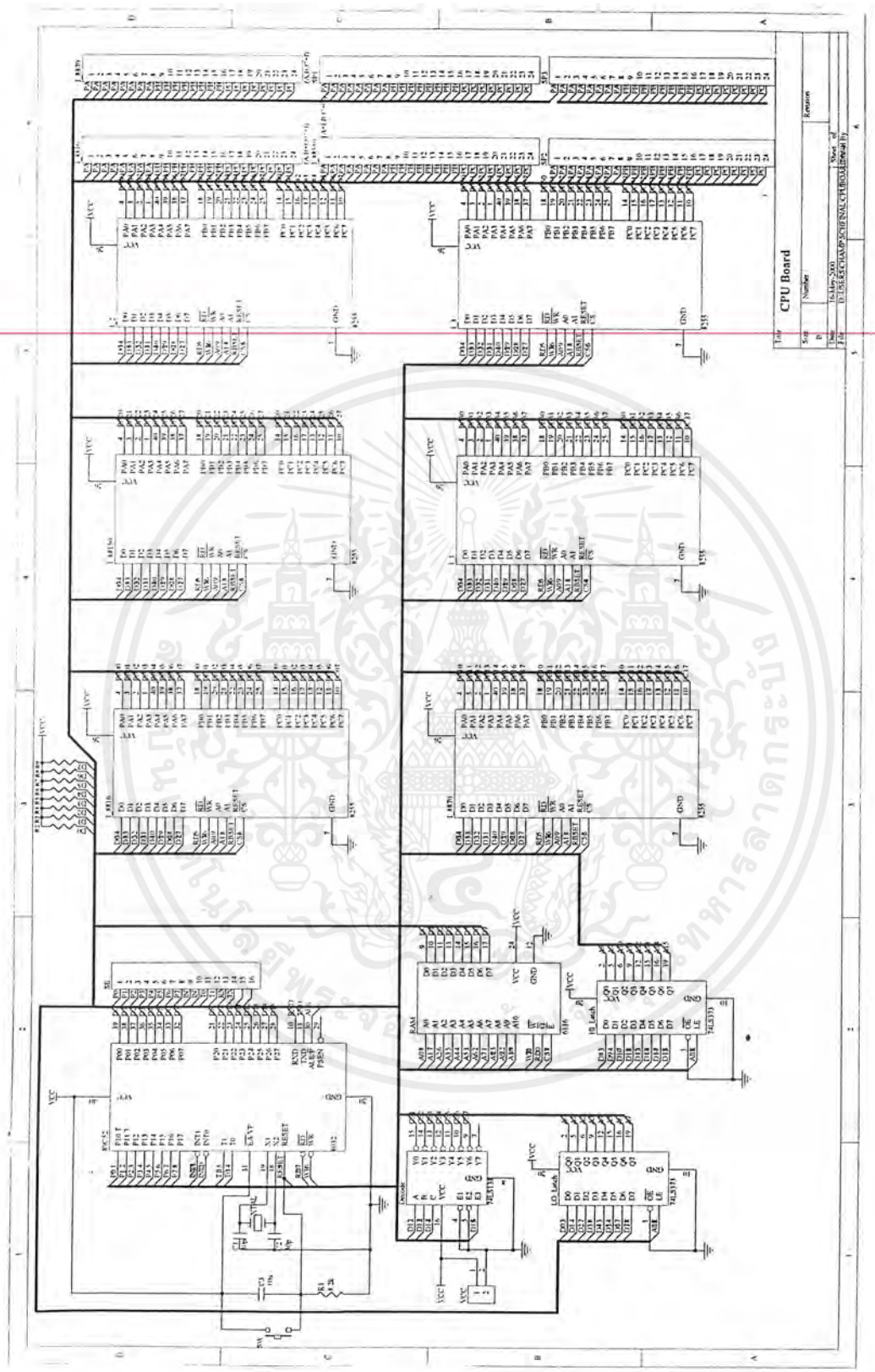
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 โปรแกรมบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

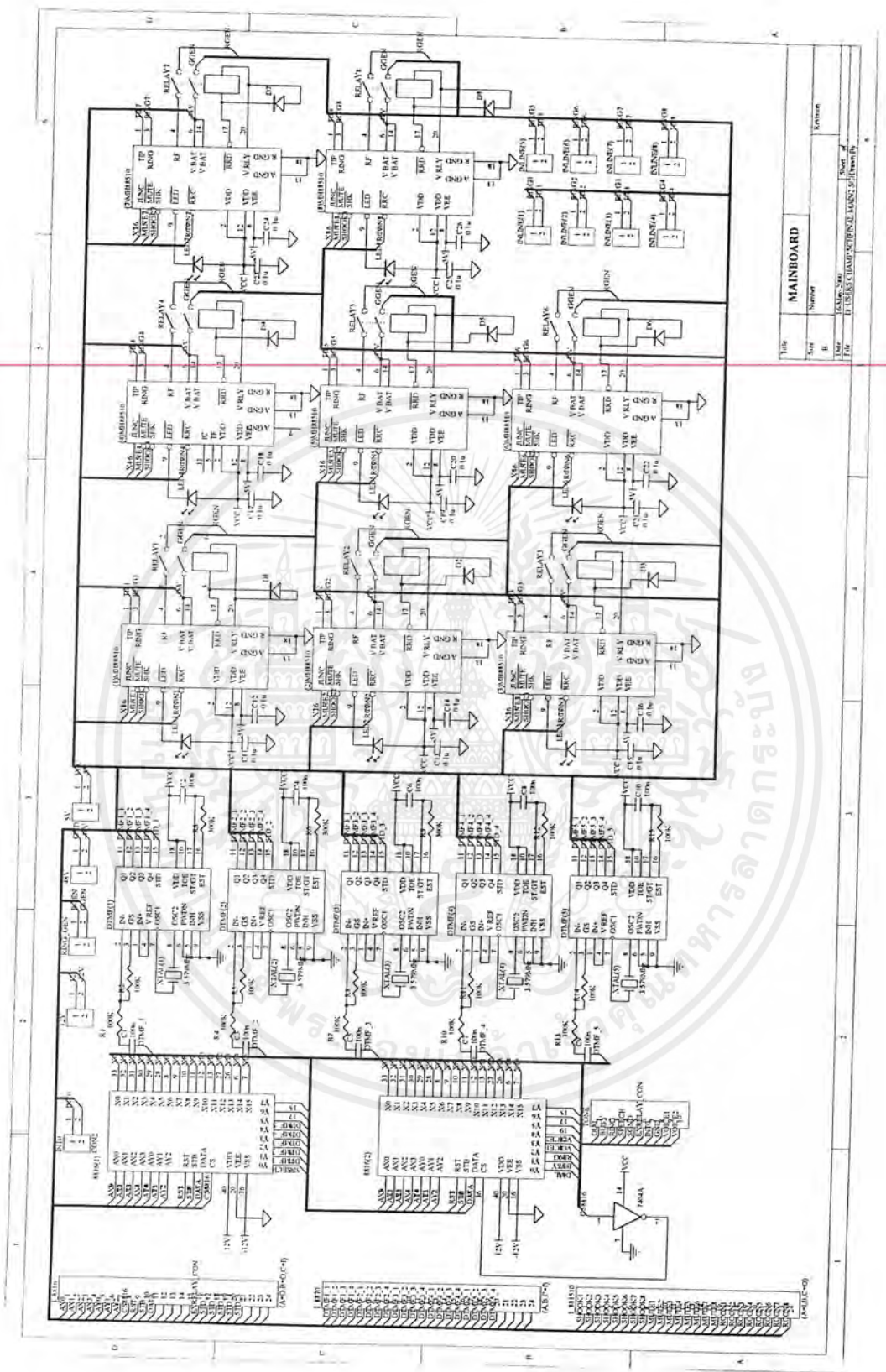
รูปที่ 3.9 โปรแกรมตรวจสอบสายนอกยกหูอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



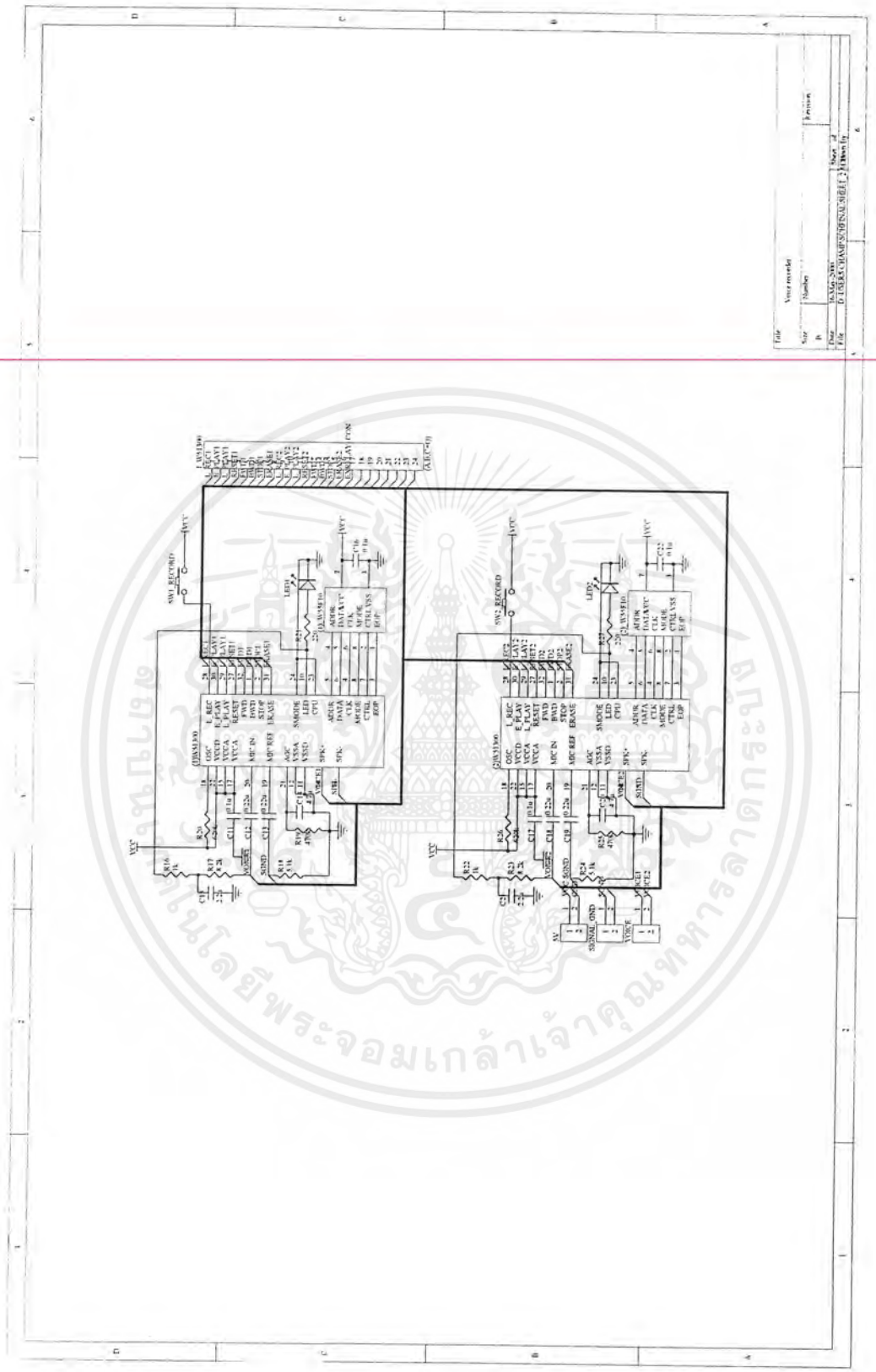
รูปที่ 3.10 วงจรหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



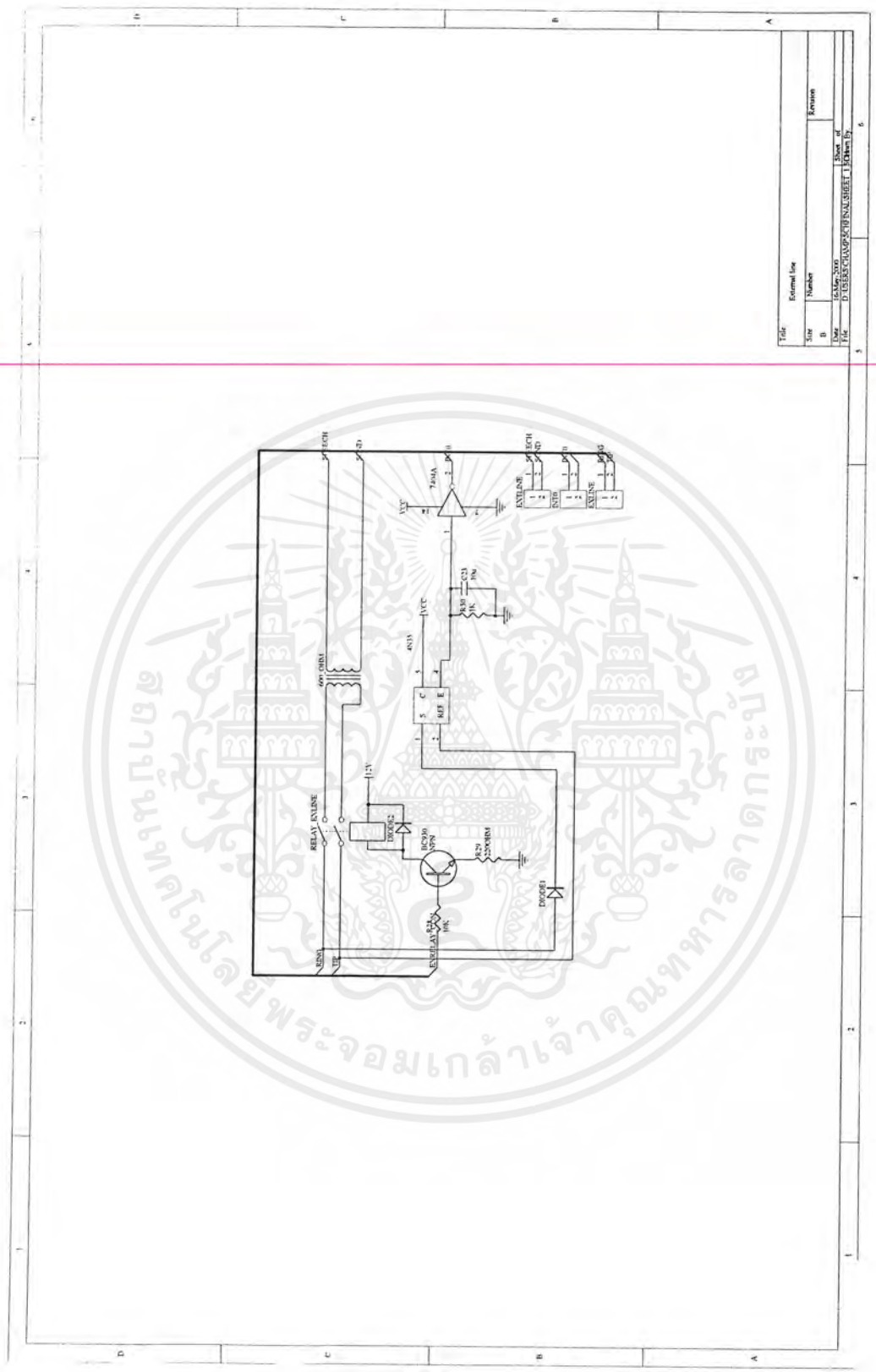
รูปที่ 3.11 วงจรสวิทช์และวงจรติดต่อกับโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



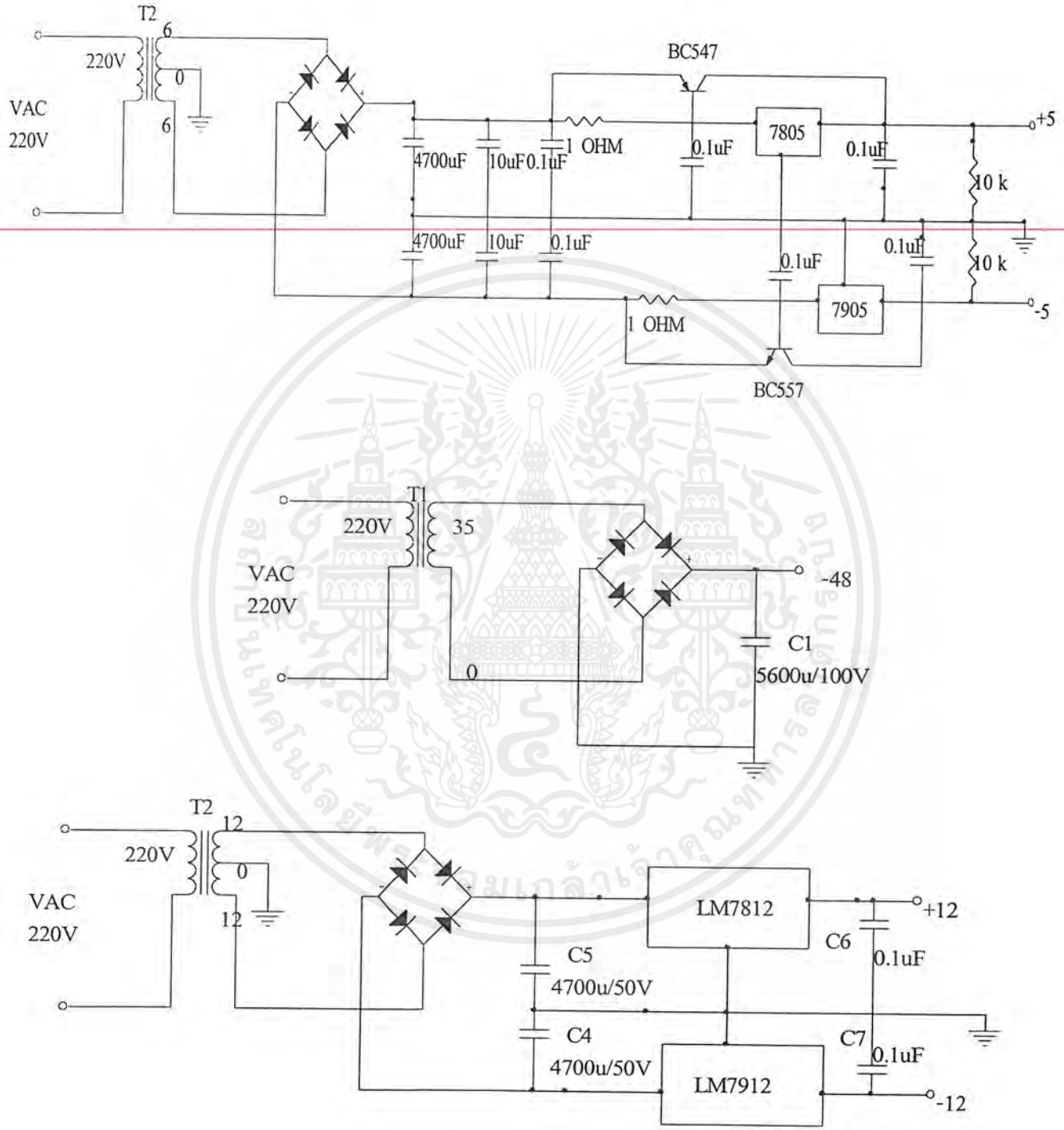
รูปที่ 3.12 วงจรบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรติดต่อโทรศัพท์สายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

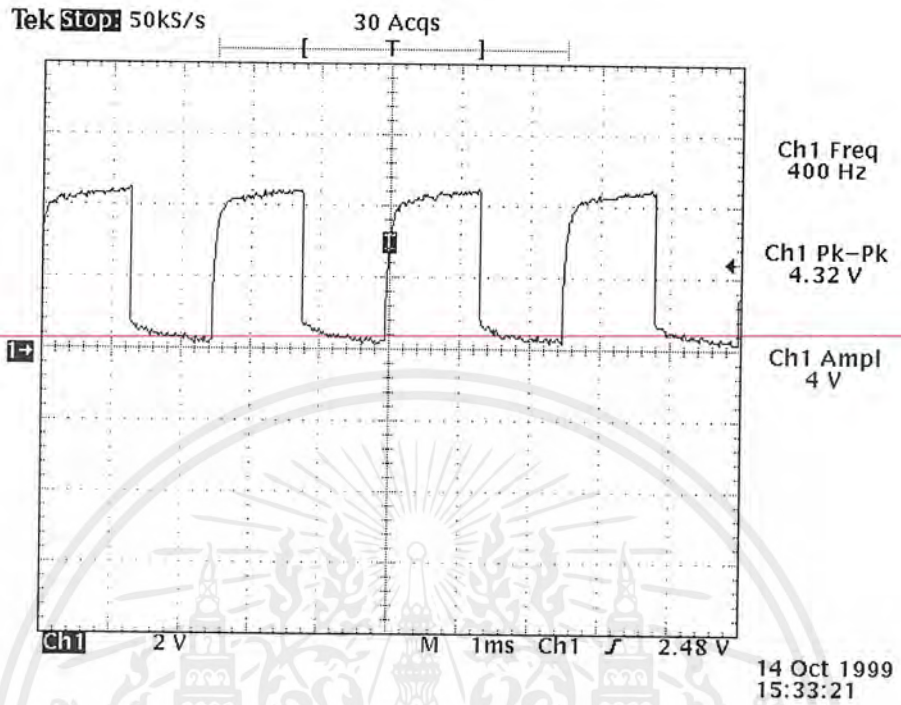


รูปที่ 3.19 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

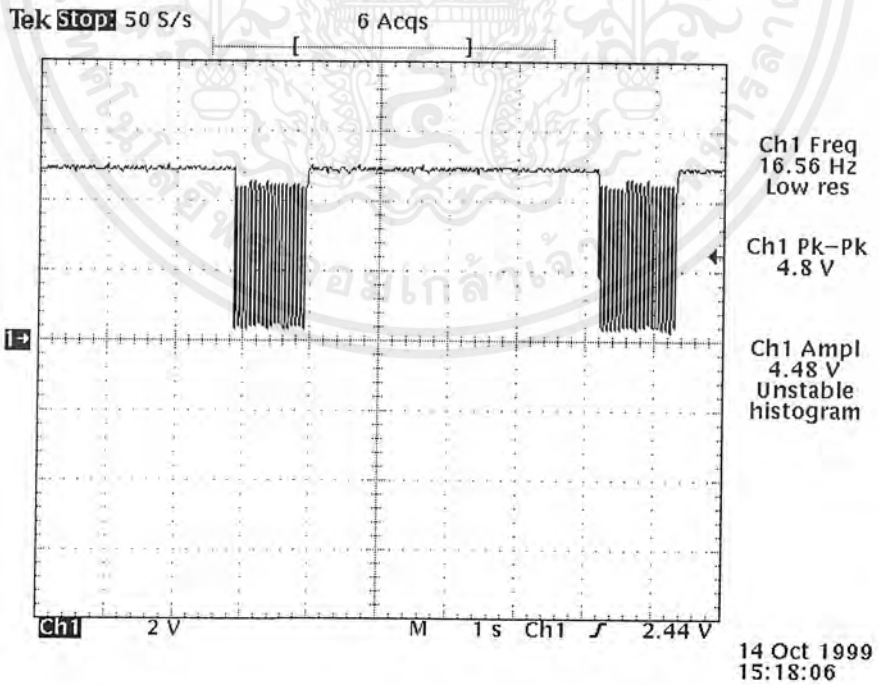
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

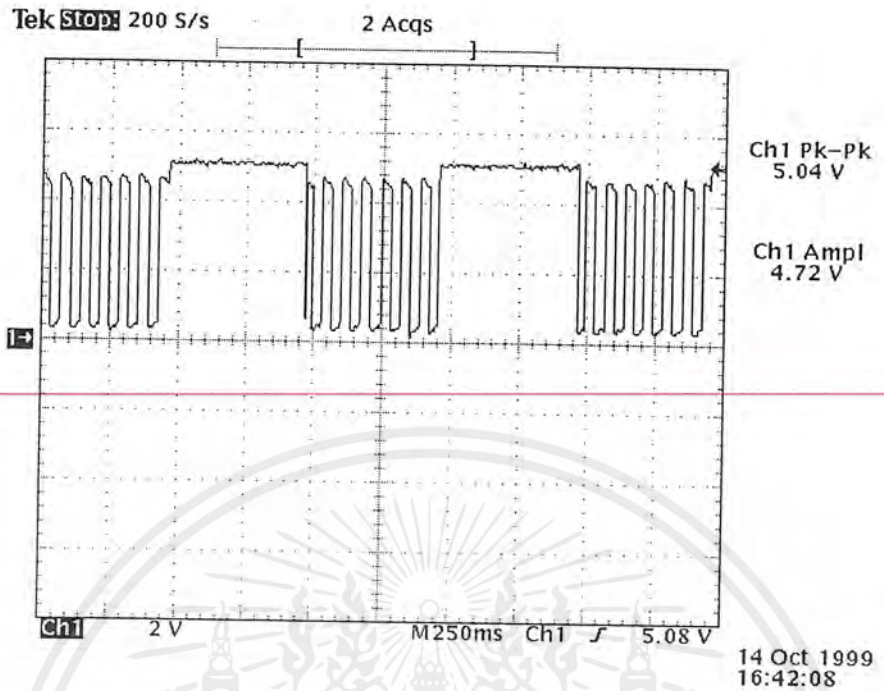


รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

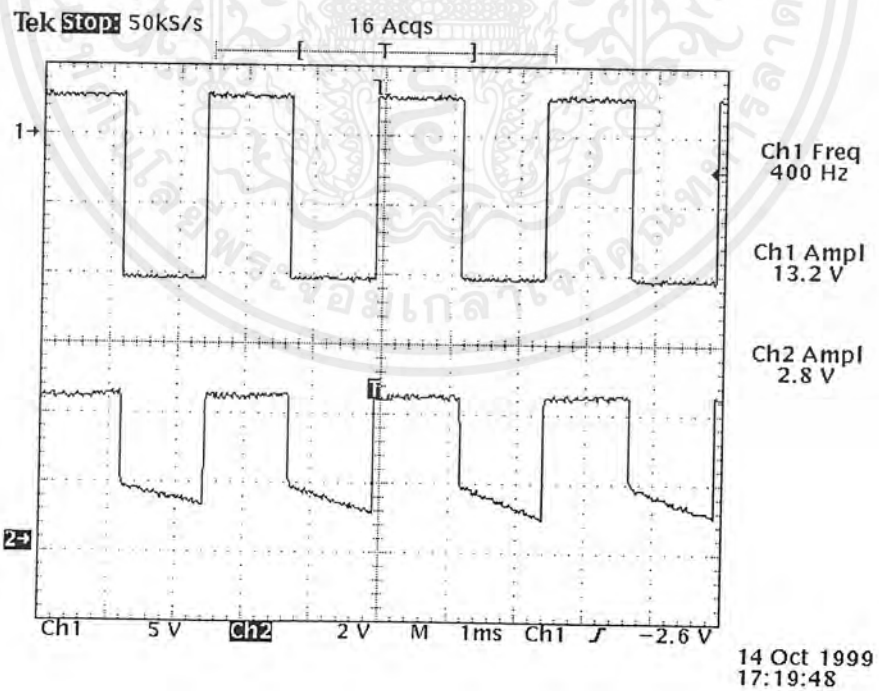


รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)



รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ผ่านออปโตคูเปิล (4N35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ผลการทดลองวงจรติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์

การทดลองวงจรติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ซึ่งมีหน้าที่การทำงานหลักๆอยู่ 3 อย่างด้วยกันคือ จ่ายไฟเลี้ยงให้กับโทรศัพท์ ตรวจสอบการยกหู และการส่งสัญญาณเรียกให้กับโทรศัพท์

ในส่วนของการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับโทรศัพท์จะสามารถใช้ไฟเลี้ยงได้หลายระดับ(มีไฟเลี้ยงได้กว้าง) โทรศัพท์ก็สามารถทำงานได้ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ค่าแรงดันระหว่างสายทิปกับริงค์จะตกมาอยู่ประมาณ 6 โวลต์ ไอซี MH88510 จะขับ LED ให้สว่างและมีเอาท์พุตในระหว่างวางหูเป็น 3 โวลต์และระหว่างยกหูเป็น –4 โวลต์ จึงต้องใช้ค่าความต้านทาน 100 กิโลโอห์มพูลอัพจึงจะได้เอาท์พุตในระหว่างวางหูเป็น 4.5 โวลต์และเอาท์พุตระหว่างยกหูเป็น 0.4 โวลต์จึงจะสามารถส่งเข้าส่วนประมวลผลได้

การส่งสัญญาณเรียกให้กับโทรศัพท์สามารถต่อเข้ากับไอซีโดยตรง โดยมีรีเลย์ภายนอกในการปิดเปิด เมื่อมีการส่งสัญญาณเรียกผ่านไอซีตัวไอซีจะมีการป้องกันการยกหูเพื่อป้องกันสัญญาณเรียกผ่านไปในเส้นทางเสียง

4.2 ผลการทดลองวงจรสวิทช์

การทดลองวงจรสวิทช์ซึ่งในโครงงานใช้ไอซีเบอร์ MT8816 เป็นไอซีเมตริกซ์อนาล็อกสวิทช์ 8x16 ครอสพอยส์ มีขาควบคุมการสวิทช์ 7 บิต ($2^7 = 128$) การทำงานสามารถทำตามที่ต้องการได้เป็นอย่างดี แต่คุณภาพของเสียงที่ผ่านการสวิทช์จะมีขนาดที่เล็กลง อาจสังเกตได้จากการรับฟังที่ค่อยลงได้

4.3 ผลการทดลองวงจรติดต่อกับโทรศัพท์ภายนอก

การตรวจสอบสัญญาณเรียกจากโทรศัพท์ภายนอกโดยผ่านออปโตคูเปิล ซึ่งเป็นตัวแยกสัญญาณไฟฟ้าโดยมีสัญญาณแสงเป็นตัวแยก เมื่อมีสัญญาณเรียกจากชุมสายโทรศัพท์ภายนอกจะมีเอาท์พุตจากออปโตคูเปิลซึ่งใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ผ่านอินเวอร์ทเตอร์เพื่อให้เป็นโลจิก 0 เพื่อไปอินเตอร์รัพต์ซีพียู เมื่อซีพียูรับรู้ก็จะสั่งขับรีเลย์ให้สายโทรศัพท์ภายนอกต่อเข้ากับหม้อแปลงแมชชิ่งอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม จะเสมือนว่าเป็นการยกหู จากนั้นจึงเชื่อมต่อเส้นทางเสียงตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปผลและวิจารณ์

การสร้างระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัตินี้ใช้ไอซีเบอร์ MH88510 เป็นวงจรติดต่อกับโทรศัพท์ภายใน สามารถจ่ายไฟเลี้ยงให้กับโทรศัพท์และตรวจจับการยกหูจากไฟเลี้ยงที่ลดเหลือประมาณ 6 โวลต์ และเป็นตัวส่งสัญญาณกระดิ่งให้กับเครื่องโทรศัพท์และมีวงจรไฮบริดซึ่งทำหน้าที่บาลานซ์สัญญาณระหว่างทิปกับริงค์กับกราวด์สัญญาณเมื่อส่งสัญญาณผ่านจังก์ชัน(Junction)ของไอซีและมีการรักษาความต้านทานของสายไว้ที่ 600 โอห์ม เมื่อสัญญาณผ่านจังก์ชันจะทำให้สัญญาณมีขนาดลดลง 0.5 dB การทำงานของวงจรนี้เป็นที่น่าพอใจ ในการสวิทช์ใช้ไอซีเบอร์ MT8816 ซึ่งเป็นเมตริกซ์สวิทช์แบบอนาล็อกในการติดต่อสายนอกจำเป็นต้องใช้ 2 ครอสพ้อยส์ในการสร้างเส้นทางเสียง ทำให้ขนาดของสัญญาณมีขนาดเล็กลง(ประมาณ 1 dB ต่อ 1 ครอสพ้อยส์) สัญญาณเสียงยังสามารถรับฟังได้แต่จะเป็นเสียงที่ค่อย ในการตรวจจับสัญญาณโทนคู่จากโทรศัพท์ภายนอกจะทำได้ไม่แน่นอนเนื่องจากสัญญาณที่มีขนาดเล็กลง ในการใช้งานจริงจึงจำเป็นจะต้องต่อวงจรขยายเสียง 2 ทิศทาง

โครงงานนี้เป็นระบบชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขนาดกระทัดรัด เหมาะสำหรับการใช้งานในแผนกและสำนักงานขนาดเล็กมีสายนอก 1คู่สายและสายใน 8 คู่สาย ในโครงงานนี้ยังสามารถเพิ่มฟังก์ชันในการทำงาน เช่น การสร้างฐานเวลาจริงโดยการเพิ่มไอซีฐานเวลาเบอร์ DS1202 เพื่อเพิ่มฟังก์ชันต่างๆ เช่น การบันทึกเวลาโทรเข้า โทรออก การตั้งเวลา การล็อกไม่ให้โทรออกเวลาที่ตั้งไว้ หรือการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมซึ่งไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงในส่วนของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สมยศ จุณณะปิยะ , "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .

[2] สุรพล บุญจันทร์ , "Telephone Engineering" , เอกสารการสอน , ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .

[3] Robert B. , Louis N. , "Electronic Devices and Circuit Theory" , Prentice Hall , 1992

[4] James B. , Robert D. , "Digital Electronics", Almar Publishers Inc. , 1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****************
;PABX PROGRAM
;*****************
;---------------------------SET PORTS--------------------------
      PORT_8816_1       EQU   8000H       ;O/P
      PORT_8816_2       EQU   8001H       ;O/P
      PORT_8816_3       EQU   8002H       ;I/P
      PORT_8816_C       EQU   8003H
      PORT_8870_1       EQU   9000H       ;I/P
      PORT_8870_2       EQU   9001H       ;I/P
      PORT_8870_3       EQU   9002H       ;I/P
      PORT_8870_C       EQU   9003H
      PORT_88510_1      EQU   0A000H      ;I/P
      PORT_88510_2      EQU   0A001H      ;O/P
      PORT_88510_3      EQU   0A002H      ;O/P
      PORT_88510_C      EQU   0A003H
      PORT_W51300_1     EQU   0B000H      ;O/P
      PORT_W51300_2     EQU   0B001H      ;O/P
      PORT_W51300_3     EQU   0B002H      ;O/P
      PORT_W51300_C     EQU   0B003H
      PORT_SP1_1        EQU   0C000H
      PORT_SP1_2        EQU   0C001H
      PORT_SP1_3        EQU   0C002H
      PORT_SP1_C        EQU   0C003H
      PORT_SP2_1        EQU   0D000H
      PORT_SP2_2        EQU   0D001H
      PORT_SP2_3        EQU   0D002H
      PORT_SP2_C        EQU   0D003H
;-----------------------------------------------------------------
      HOOK_STA          EQU   20H         ;WHICH SUB HOOK OFF
      STD_STA           EQU   21H         ;STOBE OF 8870
      AX_STA            EQU   22H         ;INTERNAL DIALER STA
      BX_STA            EQU   23H         ;RECEIVER STA
      HOOK_OFF          EQU   24H         ;SUB HOOK OFF
      STA_8816          EQU   25H         ;PORT_8816_2 STATUS
      R_RELAY           EQU   26H         ;RING RELAY
      XCON_STA          EQU   27H         ;X CONNECTTION
      R_GEN             EQU   28H         ;RING GENERATOR
      MUTE              EQU   29H         ;MUTE 88510 CONTROL

      X0_STA            EQU   30H
      X1_STA            EQU   31H
      X2_STA            EQU   31H
      X3_STA            EQU   33H
      X4_STA            EQU   34H
      X5_STA            EQU   35H
      X6_STA            EQU   36H
      X7_STA            EQU   37H

      DTMF_N            EQU   41H         ;RECEIVE DTMF
                                          ;FROM WHICH SUB
      HOOK              EQU   42H         ;WHICH SUB HOOK OFF
      CS_STA            EQU   43H         ;CS OF 8816
      Y_STA             EQU   44H         ;KEEP Y STA BY BIT
      Y_CON             EQU   45H         ;Y CONNECTION BY BINARY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================
      ORG 0000H
      LJMP CONTROL_P
      ORG 0003H
      LJMP EXINT
;=============CONTROL PORT==================
      ORG 0050H
CONTROL_P:
      CALL DELAY
      CALL DELAY
      ;PORT_8816
      MOV A,#10000000B          ;A,B,C=O
      MOV DPTR,#8003H           ;CONTROL_8816
      MOVX @DPTR,A

      ;PORT_8870
      MOV A,#10010010B          ;A,B=I,C=O
      MOV DPTR,#9003H           ;CONTROL_8870
      MOVX @DPTR,A

      ;PORT_88510
      MOV A,#10010000B          ;A=I,B,C=O
      MOV DPTR,#0A003H          ;CONTROL_88510
      MOVX @DPTR,A

      ;PORT_W51300
      MOV A,#10000000B          ;A,B,C=O
      MOV DPTR,#0B003H          ;CONTROL_W51300
      MOVX @DPTR,A

      ;SP_1
      MOV A,#10000000B          ;A,B,C=O
      MOV DPTR,#0C003H          ;CONTROL_SP_1
      MOVX @DPTR,A

      ;SP_2
      MOV A,#10000000B          ;A,B,C=O
      MOV DPTR,#0D003H          ;CONTROL_SP_2
      MOVX @DPTR,A
;================ INITIAL_8816==================
      MOV A,#00000001B
      MOV DPTR,#PORT_8816_2
      MOVX @DPTR,A              ;RESET 8816
      CALL DELAY
      MOV A,#00001100B
      MOVX @DPTR,A              ;DATA=HIGH,CS=1
      MOV STA_8816,A
;=============================================
;INITIAL STATUS
      MOV HOOK_STA,#0FFH
      MOV XCON_STA,#00H         ;LINE OF Y CONNECT X_X
      MOV R_RELAY,#00H
      MOV AX_STA,#00H
      MOV BX_STA,#00H
      MOV MUTE,#0FFH
      CALL CON_MUTE
      MOV P1,#00H
      SETB EA                   ;ENABLE INT0
      SETB EX0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=================MAIN_PROGRAM=============
MAIN:
      LJMP LOOP_H_OFF
DIAL:
      LJMP DTMF                 ;RECEIVE DTMF
DT:
      LJMP CONV_DTMF            ;KEEP BX FROM DTMF
CONV:
      LJMP RING_TONE            ;SEND RING TONE,RINGING OR BUSY
RING:
      LJMP INTERNAL
INT:
BS:
      LJMP LOOP_H_ON
;==========================================
LOOP_H_OFF:
      CALL SCAN_H_OFF
HO_0:
      JNB HOOK_OFF.0,H0         ;COMPARE WITH HOOK OFF
HO_1:
      JNB HOOK_OFF.1,H1
HO_2:
      JNB HOOK_OFF.2,H2
HO_3:
      JNB HOOK_OFF.3,H3
HO_4:
      JNB HOOK_OFF.4,H4
HO_5:
      JNB HOOK_OFF.5,H5
HO_6:
      JNB HOOK_OFF.6,H6
HO_7:
      JNB HOOK_OFF.7,H7
      LJMP LOOP_H_ON            ;THERE IS NO HOOK JMP TO HOOK ON

H0:
      JB HOOK_STA.0,DIAL_0
      LJMP HO_1
H1:
      JB HOOK_STA.1,DIAL_1
      LJMP HO_2
H2:
      JB HOOK_STA.2,DIAL_2
      LJMP HO_3
H3:
      JB HOOK_STA.3,DIAL_3
      LJMP HO_4
H4:
      JB HOOK_STA.4,DIAL_4
      LJMP HO_5
H5:
      JB HOOK_STA.5,DIAL_5
      LJMP HO_6
H6:
      JB HOOK_STA.6,DIAL_6
      LJMP HO_7
H7:
      JB HOOK_STA.7,DIAL_7
      LJMP HO_0
;==========================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DIAL_0:
      CLR HOOK_STA.0                    ;KEEP HOOK_STA
      SETB AX_STA.0                     ;DIAL FROM X0
           CALL CON_8816
      MOV CS_STA,#00000001B             ;CS1
      MOV Y_STA,#00000010B              ;Y1(DIAL TONE)
      CALL CHANGE_8816_CODE             ;CHANGE TO 8816 CODE
      CALL X0_Y                         ;CONNECT DIAL TONE WITH X0
      MOV Y_STA,#00000001B              ;Y0(DTMF)
      CALL CHANGE_8816_CODE
      CALL X0_Y
      LJMP DIAL
DIAL_1:
      CLR HOOK_STA.1
      SETB AX_STA.1                     ;DIAL FROM X1
           CALL CON_8816
      MOV CS_STA,#00000001B             ;CS1
      MOV Y_STA,#00000010B              ;Y1(DIAL TONE)
      CALL CHANGE_8816_CODE             ;CHANGE TO 8816 CODE
      CALL X1_Y                         ;CONNECT DIAL TONE WITH X1
      MOV Y_STA,#00000001B              ;Y0(DTMF)
      CALL CHANGE_8816_CODE             ;CHANGE TO 8816 CODE
      CALL X1_Y
      LJMP DIAL
DIAL_2:
      CLR HOOK_STA.2
      SETB AX_STA.2                     ;DIAL FROM X1
           CALL CON_8816
      MOV CS_STA,#00000001B             ;CS1
      MOV Y_STA,#00000010B              ;Y1(DIAL TONE)
      CALL CHANGE_8816_CODE             ;CHANGE TO 8816 CODE
      CALL X2_Y                         ;CONNECT DIAL TONE WITH X2
      MOV Y_STA,#00000001B              ;Y0(DTMF)
      CALL CHANGE_8816_CODE             ;CHANGE TO 8816 CODE
      CALL X2_Y
      LJMP DIAL
DIAL_3:
DIAL_4:
DIAL_5:
DIAL_6:
DIAL_7:
;=============================================
DTMF:
STD:
      CALL SCAN_STD                     ;STROB OUTPUT FROM 8870
      JNB STD_STA.0,DT_H_ON
      CALL DISCON_8816
      CALL CON_DIAL
      JB AX_STA.0,DTMF_0
      JB AX_STA.1,DTMF_1
      JB AX_STA.2,DTMF_2
DTMF_0:
      CALL X0_Y                         ;DISCONNECT DIAL_TONE
      LJMP KEEP_DTMF0
DTMF_1:
      CALL X1_Y                         ;DISCONNECT DIAL_TONE
      LJMP KEEP_DTMF1
DTMF_2:
      CALL X2_Y                         ;DISCONNECT DIAL_TONE
      LJMP KEEP_DTMF2
;=============================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DT_H_ON:
        CALL SCAN_H_OFF
        JB AX_STA.0,DTH0
        JB AX_STA.1,DTH1
        JB AX_STA.2,DTH2

DTH0:
        JB HOOK_OFF.0,JTH_ON0
        LJMP STD
DTH1:
        JB HOOK_OFF.1,JTH_ON1
        LJMP STD
DTH2:
        JB HOOK_OFF.2,JTH_ON2
        LJMP STD
;=============================================
JTH_ON0:
        LJMP H_ON_0
JTH_ON1:
        LJMP H_ON_1
JTH_ON2:
        LJMP H_ON_2
;=============================================
KEEP_DTMF0:
        CALL SCAN_STD
        JB STD_STA.0,KEEP_DTMF0
        CALL KEEP_DTMF
        CALL DISCON_8816
        CALL CON_DTMF
        CALL X0_Y
        LJMP DT
KEEP_DTMF1:
        CALL SCAN_STD
        JB STD_STA.0,KEEP_DTMF1
        CALL KEEP_DTMF
        CALL DISCON_8816
        CALL CON_DTMF
        CALL X1_Y
        LJMP DT
KEEP_DTMF2:
        CALL SCAN_STD
        JB STD_STA.0,KEEP_DTMF1
        CALL KEEP_DTMF
        CALL DISCON_8816
        CALL CON_DTMF
        CALL X2_Y
        LJMP DT
;=============================================
CONV_DTMF:
        CALL SCAN_H_OFF                 ;CHECK LINE BUSY
CONH0:
        JNB HOOK_OFF.0,CONH_0
CONH1:
        JNB HOOK_OFF.1,CONH_1
CONH2:
        JNB HOOK_OFF.2,CONH_2
        LJMP CONVERT
CONH_0:
        CLR HOOK_STA.0
        LJMP CONH1
CONH_1:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR HOOK_STA.1
        LJMP CONH2
CONH_2:
        CLR HOOK_STA.2
        LJMP CONVERT
;=============================================
CONVERT:
        MOV A,DTMF_N
IN_0:
        CJNE A,#00000001B,IN_1
        MOV BX_STA,#00000001B          ;CONNECT TO X0
        JNB HOOK_STA.0,JT_BUSY         ;CHECK LINE X0 BUSY
        LJMP CONV
IN_1:
        CJNE A,#00000010B,IN_2
        MOV BX_STA,#00000010B          ;CONNECT TO X1
        JNB HOOK_STA.1,JT_BUSY         ;CHECK LINE X1 BUSY
        LJMP CONV
IN_2:
        CJNE A,#00000011B,EXT
        MOV BX_STA,#00000100B          ;CONNECT TO X2
        JNB HOOK_STA.2,JT_BUSY         ;CHECK LINE X2 BUSY
        LJMP CONV
;=============================================
JT_BUSY:
        LJMP BUSY
;=============================================
EXT:
        CJNE A,#00001001B,JT_BUSY      ;9 IS EXTERNAL LINE
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX                    ;CONNECT TO EXTERNAL LINE
        CALL DELAY
        SETB P1.6                      ;EX LINE RELAY CONTROL
        JB AX_STA.0,EX_0
        JB AX_STA.1,EX_1
        JB AX_STA.2,EX_2
EX_0:
        CALL X0_Y
        LJMP BS
EX_1:
        CALL X1_Y
        LJMP BS
EX_2:
        CALL X2_Y
        LJMP BS
;=============================================
RING_TONE:
        CALL CON_8816
        CALL CON_RING
        JB AX_STA.0,RING_0
        JB AX_STA.1,RING_1
        JB AX_STA.2,RING_2
RING_0:
        CALL X0_Y
        LJMP RINGING
RING_1:
        CALL X1_Y
        LJMP RINGING
RING_2:
        CALL X2_Y
        LJMP RINGING
```

เอกสารนี้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;=============================================
RINGING:
      JB BX_STA.0,RINGING0
      JB BX_STA.1,RINGING1
      JB BX_STA.2,RINGING2
RINGING0:
      SETB R_RELAY.0
      CALL R_RELAY_CON
      SETB R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
      LJMP RING
RINGING1:
      SETB R_RELAY.1
      CALL R_RELAY_CON
      SETB R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
      LJMP RING
RINGING2:
      SETB R_RELAY.2
      CALL R_RELAY_CON
      SETB R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
      LJMP RING
;=============================================
;============= INTERNAL_CONNECTION===========
INTERNAL:
AX_H_ON:
      CALL SCAN_H_OFF
      JB AX_STA.0,INH0
      JB AX_STA.1,INH1
      JB AX_STA.2,INH2
INH0:
      JB HOOK_OFF.0,JTIH_ON0
      LJMP BX_H_OFF
INH1:
      JB HOOK_OFF.1,JTIH_ON1
      LJMP BX_H_OFF
INH2:
      JB HOOK_OFF.2,JTIH_ON2
      LJMP BX_H_OFF
;=============================================
JTIH_ON0:
      LJMP H_ON_0
JTIH_ON1:
      LJMP H_ON_1
JTIH_ON2:
      LJMP H_ON_2
;=============================================
BX_H_OFF:
      CALL R_DELAY
      CLR R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
      CALL DELAY
      JB BX_STA.0,INH_0
      JB BX_STA.1,INH_1
      JB BX_STA.2,INH_2
INH_0:
      CLR R_RELAY.0
      CALL R_RELAY_CON
      CALL DELAY
      CALL SCAN_H_OFF
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNB HOOK_OFF.0,JTD_RINGING0
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        SETB R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        LJMP AX_H_ON
INH_1:
        CLR R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        CALL DELAY
        CALL SCAN_H_OFF
        JNB HOOK_OFF.1,JTD_RINGING1
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        SETB R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        LJMP AX_H_ON
INH_2:
        CLR R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        CALL DELAY
        CALL SCAN_H_OFF
        JNB HOOK_OFF.2,JTD_RINGING2
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        SETB R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        LJMP AX_H_ON
;=============================================
JTD_RINGING0:
        LJMP D_RINGING0
JTD_RINGING1:
        LJMP D_RINGING1
JTD_RINGING2:
        LJMP D_RINGING2
;=============================================
D_RINGING0:
        CLR HOOK_STA.0
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP D_RING
D_RINGING1:
        CLR HOOK_STA.1
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP D_RING
D_RINGING2:
        CLR HOOK_STA.2
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP D_RING
;=============================================
D_RING:
        CALL DISCON_8816
        CALL CON_RING
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JB AX_STA.0,DISRING0
        JB AX_STA.1,DISRING1
        JB AX_STA.2,DISRING2
DISRING0:
        CALL X0_Y                       ;DISCONNECT RING TONE
        LJMP INCON
DISRING1:
        CALL X1_Y                       ;DISCONNECT RING TONE
        LJMP INCON
DISRING2:
        CALL X2_Y                       ;DISCONNECT RING TONE
        LJMP INCON
;===============================================
INCON:
        CALL CON_8816
        ;CALL SCAN_Y                    ;SCAN FOR IDLE LINE TO CONNECT
        ;MOV CS_STA,#00000010B          ;CS2
        MOV Y_STA,#10000000B            ;Y7
        MOV CS_STA,#000000001B          ;CS1
        CALL CHANGE_8816_CODE
        JB AX_STA.0,JTX0_X
        JB AX_STA.1,JTX1_X
        JB AX_STA.2,JTX2_X
;===============================================
JTX0_X:
        LJMP X0_X
JTX1_X:
        LJMP X1_X
JTX2_X:
        LJMP X2_X
;===============================================
X0_X:
        CALL X0_Y                       ;X0 CONNECT TO Y(SCANED)
        MOV X0_STA,Y_STA                ;KEEP STATUS OF X0
        JB BX_STA.1,JTCONBX1
        JB BX_STA.2,JTCONBX2
        LJMP BUSY
;===============================================
X1_X:
        CALL X1_Y
        MOV X1_STA,Y_STA
        JB BX_STA.0,JTCONBX0
        JB BX_STA.2,JTCONBX2
        LJMP BUSY
;===============================================
X2_X:
        CALL X2_Y
        MOV X2_STA,Y_STA
        JB BX_STA.0,JTCONBX0
        JB BX_STA.1,JTCONBX1
        LJMP BUSY
;===============================================
JTCONBX0:
        LJMP CONBX0
JTCONBX1:
        LJMP CONBX1
JTCONBX2:
        LJMP CONBX2
;===============================================
CONBX0:
        CALL X0_Y
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV X0_STA,Y_STA
        LJMP INT
CONBX1:
        CALL X1_Y
        MOV X1_STA,Y_STA                ;KEEP STATUS OF X1
        LJMP INT
CONBX2:
        CALL X2_Y
        MOV X2_STA,Y_STA                ;KEEP STATUS OF X2
        LJMP INT
;=============================================
BUSY:
        CALL CON_8816
        CALL CON_BUSY                   ;CONNECT TO BUSY
        JB AX_STA.0,BUSY_0
        JB AX_STA.1,BUSY_1
        JB AX_STA.2,BUSY_2

BUSY_0:
        CALL X0_Y                       ;CONNECT X0 TO BUSY TONE
        LJMP BS
BUSY_1:
        CALL X1_Y                       ;CONNECT X0 TO BUSY TONE
        LJMP BS
BUSY_2:
        CALL X2_Y                       ;CONNECT X0 TO BUSY TONE
        LJMP BS
;=============================================
LOOP_H_ON:
        CALL SCAN_H_OFF
HOOK_ON_0:
        JNB HOOK_STA.0,HOOK_0           ;CHECK HOOK_STA =>0 MEAN HOOK_OFF
(BE USED)
HOOK_ON_1:
        JNB HOOK_STA.1,HOOK_1
HOOK_ON_2:
        JNB HOOK_STA.2,HOOK_2
HOOK_ON_3:
        JNB HOOK_STA.3,HOOK_3
HOOK_ON_4:
        JNB HOOK_STA.4,HOOK_4
HOOK_ON_5:
        JNB HOOK_STA.5,HOOK_5
HOOK_ON_6:
        JNB HOOK_STA.6,HOOK_6
HOOK_ON_7:
        JNB HOOK_STA.7,HOOK_7
        LJMP LOOP_H_OFF

HOOK_0:
        JB HOOK_OFF.0,JTH_ON_0          ;CHECK HOOK_OFF IF IS 1 MEAN
CANCEL CONNECTION
        LJMP HOOK_ON_1
HOOK_1:
        JB HOOK_OFF.1,JTH_ON_1
        LJMP HOOK_ON_2
HOOK_2:
        JB HOOK_OFF.2,JTH_ON_2
        LJMP HOOK_ON_3
HOOK_3:
        JB HOOK_OFF.3,JTH_ON_3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP HOOK_ON_4
HOOK_4:
        JB HOOK_OFF.4,JTH_ON_4
        LJMP HOOK_ON_5
HOOK_5:
        JB HOOK_OFF.5,JTH_ON_5
        LJMP HOOK_ON_6
HOOK_6:
        JB HOOK_OFF.6,JTH_ON_6
        LJMP HOOK_ON_7
HOOK_7:
        JB HOOK_OFF.7,JTH_ON_7
        LJMP LOOP_H_OFF
;=============================================
JTH_ON_0:
        LJMP H_ON_0
JTH_ON_1:
        LJMP H_ON_1
JTH_ON_2:
        LJMP H_ON_2
JTH_ON_3:
        LJMP H_ON_3
JTH_ON_4:
        LJMP H_ON_4
JTH_ON_5:
        LJMP H_ON_5
JTH_ON_6:
        LJMP H_ON_6
JTH_ON_7:
        LJMP H_ON_7
;=============================================
H_ON_0:
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        SETB HOOK_STA.0                 ;RETURN STATUS HOOK_STA
        CLR AX_STA.0
        CALL DISCON_8816
        MOV CS_STA,#00000001B           ;CS1
        CALL CON_DIAL                   ;DISCONNECT DIAL TONE
        CALL X0_Y
        CALL CON_DTMF                   ;DISCONNECT DTMF
        CALL X0_Y
        CALL CON_BUSY                   ;DISCONNECT BUSY
        CALL X0_Y
        CALL CON_RING                   ;DISCONNECT RING
        CALL X0_Y
        CALL CON_EX                     ;DISCONNECT TO EXTERNAL LINE
        CALL X0_Y
        MOV Y_STA,X0_STA                ;DISCONNECT X0 WITH Y(XCON_STA)
        CALL CHANGE_8816_CODE
        CALL X0_Y
        CLR P1.6                        ;CONCEL EXTERNAL LINE RELAY
        ;MOV CS_STA,#00000010B          ;CS2
        ;CALL X0_Y
        ;MOV A,X0_STA
        ;XRL A,XCON_STA
        ;MOV XCON_STA,A
        MOV X0_STA,#00H                 ;CLEAR X0_STA
        LJMP HOOK_ON_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H_ON_1:
      CLR R_RELAY.1
      CALL R_RELAY_CON
      CLR R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
            SETB HOOK_STA.1
      CLR AX_STA.1
      CALL DISCON_8816
      MOV CS_STA,#00000001B          ;CS1
      CALL CON_DIAL                  ;DISCONNECT DIAL TONE
      CALL X1_Y
      CALL CON_DTMF                  ;DISCONNECT DTMF
      CALL X1_Y
      CALL CON_BUSY                  ;DISCONNECT BUSY
      CALL X1_Y
      CALL CON_RING                  ;DISCONNECT RING
      CALL X1_Y
      CALL CON_EX                    ;DISCONNECT TO EXTERNAL LINE
      CALL X1_Y
      MOV Y_STA,X1_STA               ;DISCONNECT X0 WITH Y(XCON_STA)
      CALL CHANGE_8816_CODE
      CALL X1_Y
      CLR P1.6                       ;CONCEL EXTERNAL LINE RELAY
      ;MOV CS_STA,#00000010B         ;CS2
      ;MOV A,X1_STA
      ;XRL A,XCON_STA
      ;MOV XCON_STA,A
      MOV X1_STA,#00H                ;CLEAR X1_STA
      LJMP HOOK_ON_2
H_ON_2:
      CLR R_RELAY.2
      CALL R_RELAY_CON
      CLR R_GEN.0
      CALL R_GEN_CON
            SETB HOOK_STA.2
      CLR AX_STA.2
      CALL DISCON_8816
      MOV CS_STA,#00000001B          ;CS1
      CALL CON_DIAL                  ;DISCONNECT DIAL TONE
      CALL X2_Y
      CALL CON_DTMF                  ;DISCONNECT DTMF
      CALL X2_Y
      CALL CON_BUSY                  ;DISCONNECT BUSY
      CALL X2_Y
      CALL CON_RING                  ;DISCONNECT RING
      CALL X2_Y
      CALL CON_EX                    ;DISCONNECT TO EXTERNAL LINE
      CALL X2_Y
      MOV Y_STA,X2_STA               ;DISCONNECT X0 WITH Y(XCON_STA)
      CALL CHANGE_8816_CODE
      CALL X2_Y
      CLR P1.6                       ;CONCEL EXTERNAL LINE RELAY
      ;MOV CS_STA,#00000010B         ;CS2
      ;MOV A,X2_STA
      ;XRL A,XCON_STA
      ;MOV XCON_STA,A
      MOV X2_STA,#00H                ;CLEAR X2_STA
      LJMP HOOK_ON_3
H_ON_3:
H_ON_4:
H_ON_5:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
H_ON_6:
H_ON_7:
;=============================================
EXINT:
      CLR EX0                          ;DISABLE INT0
      CALL R_DELAY                     ;DELAY FOR EXTERNAL
      CALL R_DELAY                     ;ABOUT 2 SEC
      CALL CON_8816
      SETB P1.6                        ;EX LINE RELAY CONTROL
      CALL DELAY
      CALL CON_8816                    ;WAIT DTMF
      CALL CON_EX
      MOV A,#00001110B                 ;CONNECT X14 TO EXTERNAL
      ORL A,Y_CON
      CALL EXCON
      CALL CON_DIAL
      MOV A,#00001110B                 ;CONNECT X14 TO DIAL TONE
      ORL A,Y_CON
      CALL EXCON
      CALL CON_DTMF
      MOV A,#00001110B                 ;CONNECT X14 TO DTMF
      ORL A,Y_CON
      CALL EXCON
EX_STD:
      CALL SCAN_STD
      JNB STD_STA.0,EX_STD
      CALL DISCON_8816
      CALL CON_DIAL
      MOV A,#00001110B                 ;DISCONNECT X14 TO DIAL TONE
      ORL A,Y_CON
      CALL EXCON
K_EX_DT:
      CALL SCAN_STD
      JB STD_STA.0,K_EX_DT
      CALL KEEP_DTMF
      CALL DISCON_8816
      CALL CON_DTMF
      MOV A,#00001110B                 ;DISCONNECT X14 TO DTMF
      ORL A,Y_CON
      CALL EXCON
      MOV A,DTMF_N
EXT_0:
      CJNE A,#00000001B,EXT_1
      MOV BX_STA,#00000001B            ;CONNECT TO X0
      JNB HOOK_STA.0,JTEX_BUSY         ;CHECK LINE X0 BUSY
      LJMP CON_EX0
EXT_1:
      CJNE A,#00000010B,EXT_2
      MOV BX_STA,#00000010B            ;CONNECT TO X1
      JNB HOOK_STA.1,JTEX_BUSY         ;CHECK LINE X1 BUSY
      LJMP CON_EX1
EXT_2:
      CJNE A,#00000011B,JTEX_BUSY
      MOV BX_STA,#00000100B            ;CONNECT TO X2
      JNB HOOK_STA.2,JTEX_BUSY         ;CHECK LINE X2 BUSY
      LJMP CON_EX2
;=============================================
JTEX_BUSY:
      LJMP EX_BUSY
;=============================================
CON_EX0:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL CON_8816
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B                ;CONNECT X14 TO RING TONE
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        SETB R_RELAY.0                  ;SEND RING TONE AND RINGING
        CALL R_RELAY_CON
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP EXHOOK0
 CON_EX1:
        CALL CON_8816
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        SETB R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP EXHOOK1
 CON_EX2:
        CALL CON_8816
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        SETB R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        LJMP EXHOOK2
 ;=============================================
 EXHOOK0:
        CALL R_DELAY
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DELAY
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CALL DELAY
        CALL SCAN_H_OFF
        JNB HOOK_OFF.0,JTEX_CON0
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        SETB R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        JMP EXHOOK0
EXHOOK1:
        CALL R_DELAY
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DELAY
        CLR R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        CALL DELAY
        CALL SCAN_H_OFF
        JNB HOOK_OFF.1,JTEX_CON1
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        JMP EXHOOK1
 EXHOOK2:
        CALL R_DELAY
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DELAY
        CLR R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        CALL DELAY
        CALL SCAN_H_OFF
        JNB HOOK_OFF.2,JTEX_CON2
        SETB R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DELAY
        SETB R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        JMP EXHOOK2
 ;=============================================
 JTEX_CON0:
        LJMP EX_CON0
 JTEX_CON1:
        LJMP EX_CON1
 JTEX_CON2:
        LJMP EX_CON2
 ;=============================================
 EX_CON0:
        CLR HOOK_STA.0
        CLR R_RELAY.0
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DISCON_8816          ;DISCONNECT X14 TO RING TONE
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX
        CALL X0_Y
        SETB EX0                  ;ENABLE INT0
        RETI
EX_CON1:
        CLR HOOK_STA.0
        CLR R_RELAY.1
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DISCON_8816          ;DISCONNECT X14 TO RING TONE
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX
        CALL X1_Y
        SETB EX0
        RETI
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EX_CON2:
        CLR HOOK_STA.0
        CLR R_RELAY.2
        CALL R_RELAY_CON
        CLR R_GEN.0
        CALL R_GEN_CON
        CALL DISCON_8816                ;DISCONNECT X14 TO RING TONE
        CALL CON_RING
        MOV A,#00001110B
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX
        CALL CON_8816
        CALL CON_EX
        CALL X2_Y
        SETB EX0
        RETI
;=============================================
EXCON:
        MOV DPTR,#PORT_8816_1
        MOVX @DPTR,A
        CALL STROB
        RET
;=============================================
EX_BUSY:
        CALL CON_8816
        CALL CON_BUSY                   ;CONNECT TO BUSY
        MOV A,#00001110B                ;CONNECT X14 TO BUSY
        ORL A,Y_CON
        CALL EXCON
        SETB EX0                        ;ENABLE INT0
        RETI
;=============================================
SCAN_H_OFF:
        MOV DPTR,#PORT_88510_1          ;HOOK PORT
        MOVX A,@DPTR
        CALL DELAY
        MOV HOOK_OFF,A
        RET
;=============================================
SCAN_STD:
        MOV DPTR,#PORT_8870_2           ;STD
        MOVX A,@DPTR
        CALL DELAY
        MOV STD_STA,A
        RET
;=============================================
KEEP_DTMF:
        MOV DPTR,#PORT_8870_1
        MOVX A,@DPTR
        CALL DELAY
        MOV DTMF_N,A
        RET
;=============================================
CON_DIAL:
        MOV Y_STA,#00000010B            ;Y1(DIAL)
        MOV CS_STA,#00000001B           ;CS1
        CALL CHANGE_8816_CODE           ;CHANGE Y_STA TO Y_CON
        RET
;=============================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CON_DTMF:
      MOV Y_STA,#00000001B          ;Y0(DTMF)
      MOV CS_STA,#00000001B         ;CS1
      CALL CHANGE_8816_CODE
      RET
;=============================================
CON_BUSY:
      MOV Y_STA,#00000100B          ;Y2(BUSY)
      MOV CS_STA,#00000001B         ;CS1
      CALL CHANGE_8816_CODE
      RET
;=============================================
CON_RING:
      MOV Y_STA,#00001000B          ;Y3(RING TONE)
      MOV CS_STA,#00000001B         ;CS1
      CALL CHANGE_8816_CODE
      RET
;=============================================
CON_EX:
      MOV Y_STA,#00010000B          ;Y4(EXTERNAL LINE)
      MOV CS_STA,#00000001B         ;CS1
      CALL CHANGE_8816_CODE
      RET
;=============================================
CON_MUTE:
       MOV DPTR,#PORT_88510_3
       MOV A,MUTE
       MOVX @DPTR,A
       RET
;=============================================
R_RELAY_CON:
       MOV DPTR,#PORT_88510_2
       MOV A,R_RELAY
       MOVX @DPTR,A
       RET
;=============================================
R_GEN_CON:
       MOV DPTR,#PORT_8870_3
       MOV A,R_GEN
       MOVX @DPTR,A
       RET
;=============================================
X0_Y:
      CALL SEND_CS
      MOV A,#00000000B              ;X0 WILL BE CONNECT TO Y THAT
                                    ;SELECTED BY Y_CON***
      ORL A,Y_CON
      MOV DPTR,#PORT_8816_1
      MOVX @DPTR,A
      CALL STROB
      RET
X1_Y:
      CALL SEND_CS
      MOV A,#00000001B              ;X1 WILL BE CONNECT TO Y THAT
SELECTED BY Y_CON***
      ORL A,Y_CON
      MOV DPTR,#PORT_8816_1
      MOVX @DPTR,A
      CALL STROB
      RET
X2_Y:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL SEND_CS
        MOV A,#00000010B                ;X2 WILL BE CONNECT TO Y THAT
                                        ;SELECTED BY Y_CON***
        ORL A,Y_CON
        MOV DPTR,#PORT_8816_1
        MOVX @DPTR,A
        CALL STROB
        RET
;=============================================
CHANGE_8816_CODE:
        MOV A,Y_STA                     ;WHICH Y WILL BE CONNECTED TO=> ?
        CJNE A,#00000001B,Y_1
        MOV Y_CON,#00000000B
        RET
Y_1:
        CJNE A,#00000010B,Y_2
        MOV Y_CON,#00010000B
        RET
Y_2:
        CJNE A,#00000100B,Y_3
        MOV Y_CON,#00100000B
        RET
Y_3:
        CJNE A,#00001000B,Y_4
        MOV Y_CON,#00110000B
        RET
Y_4:
        CJNE A,#00010000B,Y_5
        MOV Y_CON,#01000000B
        RET
Y_5:
        CJNE A,#00100000B,Y_6
        MOV Y_CON,#01010000B
        RET
Y_6:
        CJNE A,#01000000B,Y_7
        MOV Y_CON,#01100000B
        RET
Y_7:
        MOV Y_CON,#01110000B
        RET
;=============================================
SCAN_Y:
        MOV A,XCON_STA
        JNB XCON_STA.0,C2_Y0
        JNB XCON_STA.1,C2_Y1
        JNB XCON_STA.2,C2_Y2
        JNB XCON_STA.3,C2_Y3
        JNB XCON_STA.4,C2_Y4
        JNB XCON_STA.5,C2_Y5
        JNB XCON_STA.6,C2_Y6
        JNB XCON_STA.7,C2_Y7
C2_Y0:
        SETB XCON_STA.0
        MOV Y_STA,#00000001B            ;Y0
        RET
C2_Y1:
        SETB XCON_STA.1
        MOV Y_STA,#00000010B            ;Y1
        RET
C2_Y2:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB XCON_STA.2
        MOV Y_STA,#00000100B                ;Y2
        RET
C2_Y3:
        SETB XCON_STA.3
        MOV Y_STA,#00001000B                ;Y3
        RET
C2_Y4:
        SETB XCON_STA.4
        MOV Y_STA,#00010000B                ;Y4
        RET
C2_Y5:
        SETB XCON_STA.5
        MOV Y_STA,#00100000B                ;Y5
        RET
C2_Y6:
        SETB XCON_STA.6
        MOV Y_STA,#01000000B                ;Y6
        RET
C2_Y7:
        SETB XCON_STA.7
        MOV Y_STA,#10000000B                ;Y7
        RET
;=============================================
DISCON_8816:
        CLR STA_8816.2                      ;DATA=LOW
        MOV A,STA_8816
        MOV DPTR,#PORT_8816_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
CON_8816:
        SETB STA_8816.2                     ;DATA=HIGH
        MOV A,STA_8816
        MOV DPTR,#PORT_8816_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
;=============================================
STROB:
        SETB STA_8816.1
        MOV A,STA_8816
        MOV DPTR,#PORT_8816_2
        MOVX @DPTR,A
        CALL DELAY
        CLR STA_8816.1
        MOV A,STA_8816
        MOV DPTR,#PORT_8816_2
        MOVX @DPTR,A
        RET
;=============================================
SEND_CS:
        MOV A,CS_STA
        CJNE A,#00000001B,SC2
SC1:
        SETB STA_8816.3                     ;CHOOSE CS1 AND DISABLE CS2
        CLR STA_8816.4
        SJMP S_CS
SC2:
        CLR STA_8816.4
        SETB STA_8816.3
S_CS:
        MOV DPTR,#PORT_8816_2
        MOV A,STA_8816
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOVX @DPTR,A
        RET
;=============================================
DELAY:
        MOV R0,#0FFH
D1:
        MOV R1,#0FFH
D2:
        DJNZ R1,D2
        DJNZ R0,D1
        RET
;=============================================
R_DELAY:
        MOV R0,#0FFH
R_D1:
        MOV R1,#0FFH
R_D2:
        MOV R2,#8H
R_D3:
        DJNZ R2,R_D3
        DJNZ R1,R_D2
        DJNZ R0,R_D1
        RET
;=============================================
        END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88510/11

Subscriber Line Interface Circuit (SLIC)

Preliminary Information

ISSUE 1 April 1995

Features

- High Gain version MH88511
- Compatible with popular MH88500
- Operates with a wide range of battery voltages
- Constant current battery feed
- Dry line compatible
- Overvoltage and short circuit protection
- Ringing Feed
- Off-hook detection and LED indicator drive
- Dial pulse detection
- Ring trip filter with auto ring trip
- Relay driver
- Transformerless 2-2 wire conversion
- Low power consumption
- Mute of incoming audio
- Few external components

Applications

- Line Interface for:
- PABX
- Intercoms
- Key Systems

Ordering Information

MH88510	20 Pin SIL Package
MH88511	20 Pin SIL Package

0°C to 70°C

Description

The Mitel MH88510/11 Subscriber Line Interface Circuit provides a complete interface between the telephone line and a speech switch requiring only single bidirectional switch per crosspoint. The functions provided by the MH88510/11 include bidirectional differential to single ended conversion in the speech path, line battery feed, ringing feed and loop and dial pulse detection. The device is fabricated as a thick film hybrid which incorporates various technologies for optimum circuit board and very high reliability.

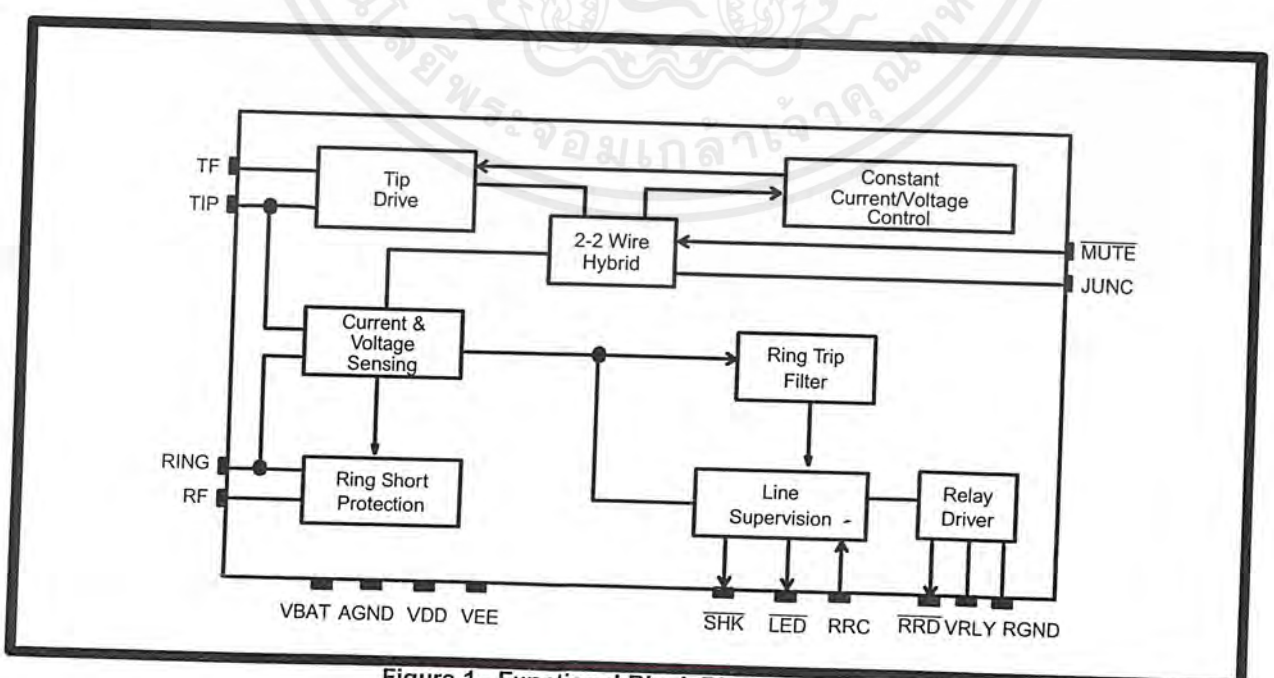


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

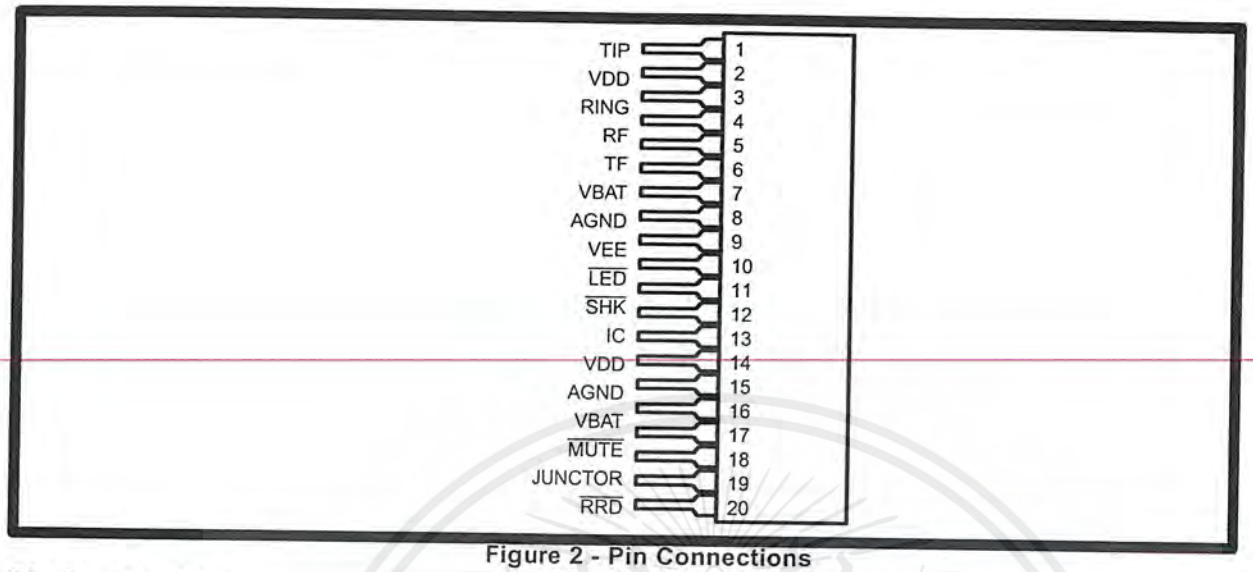


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the "Tip" lead (A-wire) of the telephone line.
2	VDD	**Positive Power Supply** Voltage. Normally +5V. This provides current for both internal circuitry as well as the loop. Not internally connected to pin 12.
3	RING	**Ring Lead.** Connects to the "Ring" lead (B-wire) of the telephone line.
4	RF	**Ring Feed.** Connect to the Ring Relay contact. See Figure 5.
5	TF	Leave open circuit
6	VBAT	**Battery Voltage Supply.** Normally -24V or -48V. Not internally connected to pin 14.
7	AGND	**Analog Ground.** Supply and battery ground. Internally connected to pin 13. For optimum performance connect pin 7 to pin 13.
8	V_{EE}	**Negative Power Supply Voltage**. Normally -5V.
9	$\overline{LED}$	**LED Drive (Output).** Drives an LED directly. A logic low indicates an off-hook condition.
10	$\overline{SHK}$	**Switch Hook Detect (Output).** A logic low indicates an off-hook condition.
11	IC	**Internal Connection**. This pin is connected internally
12	V_{DD}	**Positive Power Supply** Voltage. Normally +5V. This provides current for both internal circuitry as well as the loop.
13	AGND	**Analog Ground.** Supply and battery ground. Internally connected to pin 13. For optimum performance connect pin 13 to pin 7.
14	V_{BAT}	**Battery Voltage Supply.** Normally -24V or -48V. Not internally connected to pin 6.
15	$\overline{MUTE}$	**MUTE (Input).** A logic low will mute signals coming from Tip-Ring to the JUNC.
16	JUNC	**Receive/transmit audio speech path.** (Referenced to 0V GND).
17	$\overline{RRD}$	**Ring Relay Drive (Output).** Connects to the ring relay coil. A logic low activates the relay.
18	RGND	**Relay Ground.** Return path for relay supply votlage. Normally connected to AGND.
19	RRC	**Ring Relay Control (Input).** A logic high activates the Ring Relay Drive ($\overline{RRD}$) outputs.
20	VRLY	Relay Positive Supply Voltage. Normally +5V. Connects to the relay coil and the relay supply voltage. An internal clamp diode from VRLY to RGND is provided.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The BORSH Functions

The MH88510/11 performs all of the Borsh functions of Battery Feed, Overvoltage Protection, Ringing, Supervision and Hybrid (2-2 Wire).

Battery Feed

The MH88510/11 powers the telephone set with constant DC loop current for shortlines and automatically reverts to constant voltage for long lines. Since the Tip drive is powered down from the V_{DD} supply, loop current flows through both the V_{BAT} supply and the V_{DD} supply.

Overvoltage Protection

The MH88510/11 is protected from short term (20ms) transients (+250V) between Tip and Ring, Tip and ground, and Ring and Ground. However additional protection circuitry may be needed depending on the requirements which must be met. Normally, simple external shunt protection as shown in Figures 5 and 6 is all that is required.

Ringing

The ringing insertion circuitry has the capability to provide ringing voltage to the telephone set by simply adding an external relay, ring generator and a 200Ω limiting resistor. The internal relay driver switches ringing voltage on to the line via the external ring relay. The SLIC provides two internal 300W battery feed resistors through which the ringing current will flow. A clamp diode is included which suppresses voltage transients during relay switching caused by the relay coil. In addition, the circuit prevents connection of the ringing source during off-hook conditions. See figure 5 for typical application.

Hybrid

The 2-2 Wire hybrid circuit converts the incoming balanced signal at Tip and Ring of the telephone line into a ground referenced output signal at JUNC of the SLIC, and converts the ground referenced input signal at JUNC of the SLIC into a non-balanced output signal at Tip and Ring of the telephone line.

Line Impedance

The MH88510/11's Tip-Ring(Zin) impedance is fixed at 600Ω. For correct SLIC impedance, JUNC must be appropriately terminated. See **AC Electrical Characteristics.**

Supervision

The loop detection circuit determines whether a low enough impedance is across Tip and Ring to be recognised as an Off-Hook condition. When an off-hook condition occurs, the $\overline{SHK}$ and $\overline{LED}$ outputs toggle to a logic low level. These outputs also toggle during incoming dial pulses.

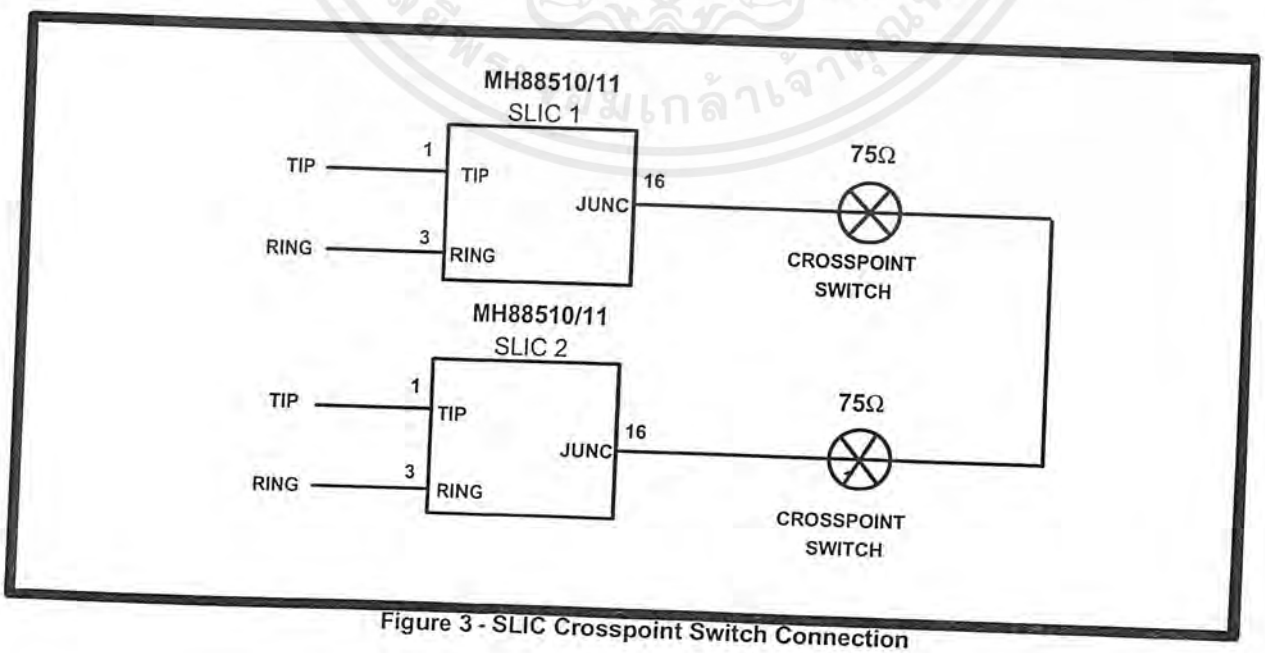


Figure 3 - SLIC Crosspoint Switch Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The $\overline{SHK}$ output has low drive capability while the $\overline{LED}$ output can drive an $\overline{LED}$ directly. The detection circuit engages a ringing filter during applied ringing. The ringing filter ensures that the $\overline{SHK}$ output toggles at the ringing cadence and not at the ringing frequency. The ring trip detection circuit also prevents false off-hook detection due to the current associated with the AC ringing voltage as well as current transients when the ringing votlage is switched in and out.

Hybrid

The 2- wire hybrid circuit converts the incoming balanced signal at Tip and Ring of the telephone line into a ground referenced output signal at JUNC of the SLIC, and converts the ground referenced input signal at JUNC of the SLIC into a non-balanced output signal at Tip and Ring of the telephone line.

Return Loss at Tip-Ring

To maximise return loss, the impedance at Tip-Ring should match the SLIC's impedance (600Ω). However, the SLIC's input impedance is dependent on the JUNC termination resistance. For a 600Ω SLIC input impedance, the JUNC must be terminated with 754Ω.

Figure 2 illustrates a typical connection between two SLICs through two crosspoint switches. Optimum return loss occurs when JUNC is terminated with 754Ω. Since the JUNC input/output is 604Ω and the crosspoint switches resistance are 75Ω + 75Ω, this configuration gives optimum return loss as shown in Figure 3.

MUTE

A logic low at the MUTE input results on, muted signals coming from Tip and Ring to the JUNC terminal while allowing signals from the JUNC terminal to Tip and Ring to be transmitted.

Tip-Ring Drive Circuit

The audio input ground referenced signal at JUNC is converted to a differential output signal at Tip and Ring. The output signal consists of the audio signal superimposed on the DC battery feed current. The Tip-Ring drive circuit is optimsed for good 2-Wire longitudinal balance.

In addition, the Tip-Ring Drive Circuit has the capability to drive a dry line (a line with no DC current flowing); the AC Electrical Characteristics apply (except for longitudinal balance), even when the loop current drops to zero. Therefore, the MH88510 has the capability to drive a line much longer than 2000Ω providing the user is not concerned with loop current, SHK detection or ringing generator current.

Short Circuit Protection

The MH88510 is protected from long term (infinite) short circuit conditions occurring between Tip and Ring, Tip and AGND, and Ring and AGND.

Line Impedance

The MH88510's Tip-Ring (Zin) impedance is fixed at 600Ω. For correct SLIC impedance, JUNC must be appropriately terminated. **See AC Electrical Characteristics.**

Transmit and Receive Gain

Transmit Gain (JUNC to Tip-Ring) and Receive Gain (Tip-Ring to JUNC) are fixed. For correct gain, the SLIC input impedance must match the line impedance and JUNC must be appropriately terminated.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

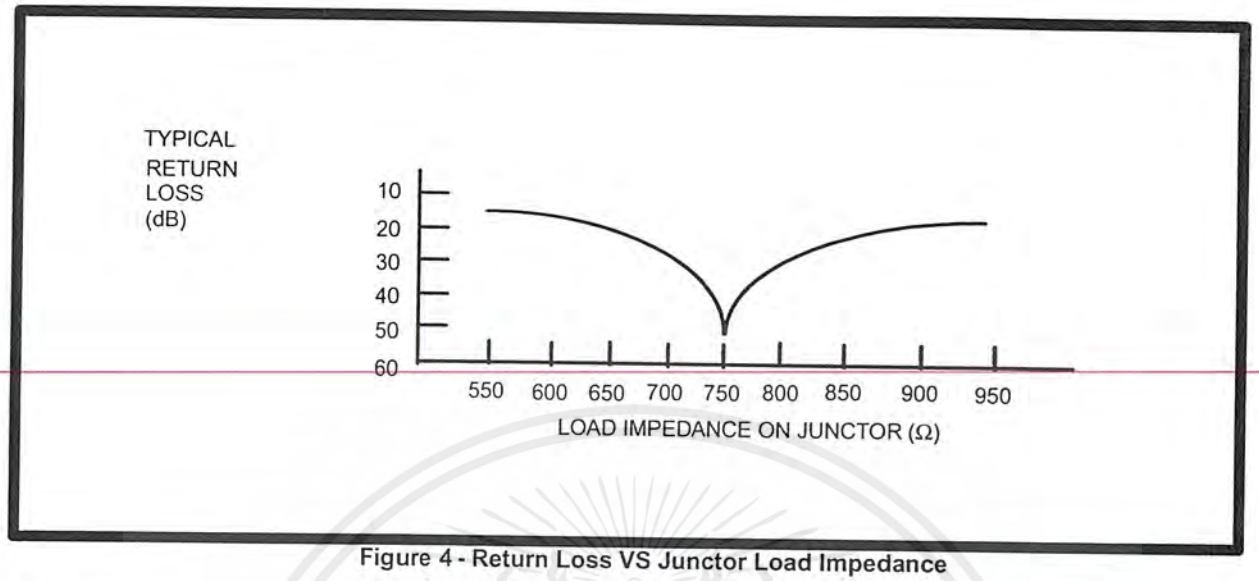


Figure 4 - Return Loss VS Junctor Load Impedance

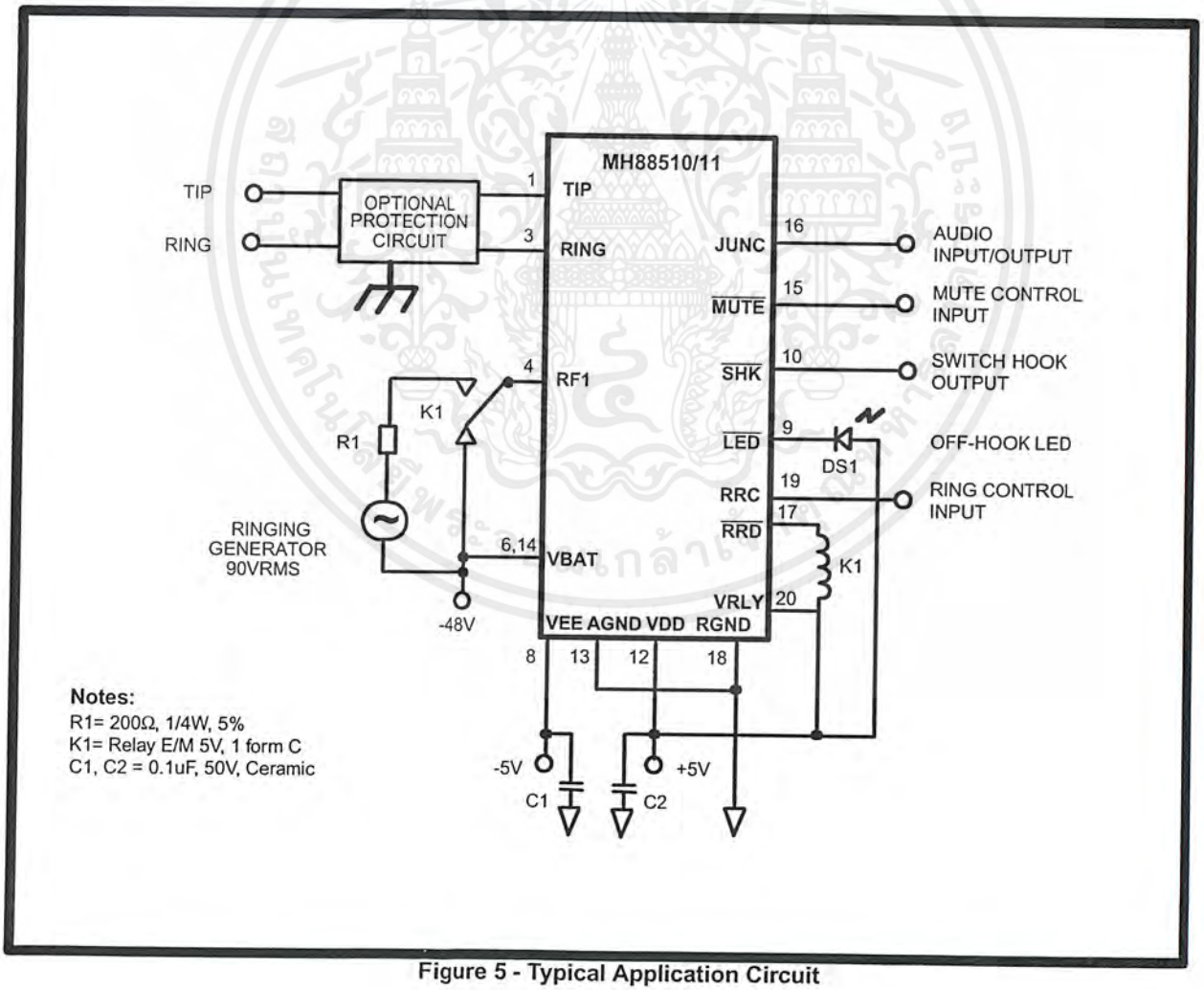


Figure 5 - Typical Application Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO-CMOS **MT8816**

8 x 16 Analog Switch Array

ISSUE3 March 1997

Features

- Internal control latches and address decoder
- Short set-up and hold times
- Wide operating voltage: 4.5V to 13.2V
- 12Vpp analog signal capability
- R_{ON} 65Ω max. @ V_{DD}=12V, 25°C
- ΔR_{ON} ≤10Ω @ V_{DD}=12V, 25°C
- Full CMOS switch for low distortion
- Minimum feedthrough and crosstalk
- Separate analog and digital reference supplies
- Low power consumption ISO-CMOS technology

Ordering Information

MT8816AE	40 Pin Plastic DIP
MT8816AP	44 Pin PLCC

-40° to 85°C

Applications

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

Description

The Mitel MT8816 is fabricated in MITEL's ISO-CMOS technology providing low power dissipation and high reliability. The device contains a 8 x 16 array of crosspoint switches along with a 7 to 128 line decoder and latch circuits. Any one of the 128 switches can be addressed by selecting the appropriate seven address bits. The selected switch can be turned on or off by applying a logical one or zero to the DATA input. V_{SS} is the ground refer-ence of the digital inputs. The range of the analog signal is from V_{DD} to V_{EE}. Chip Select (CS) allows the crosspoint array to be cascaded for matrix expansion.

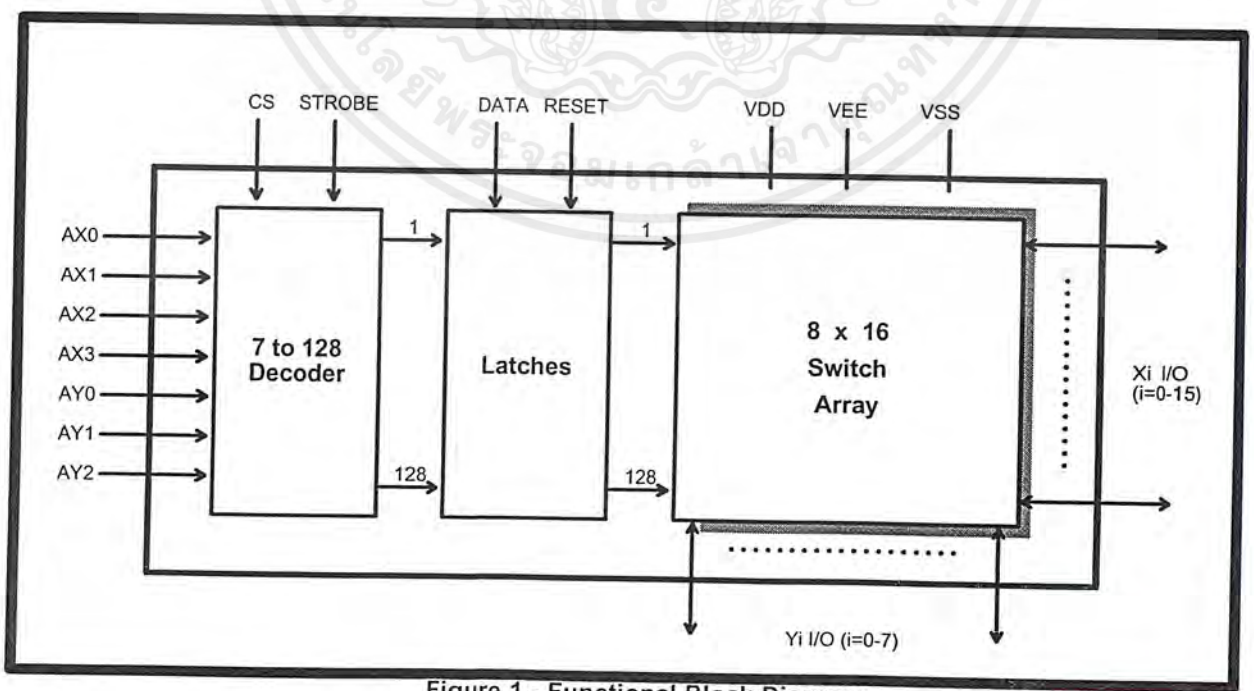


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

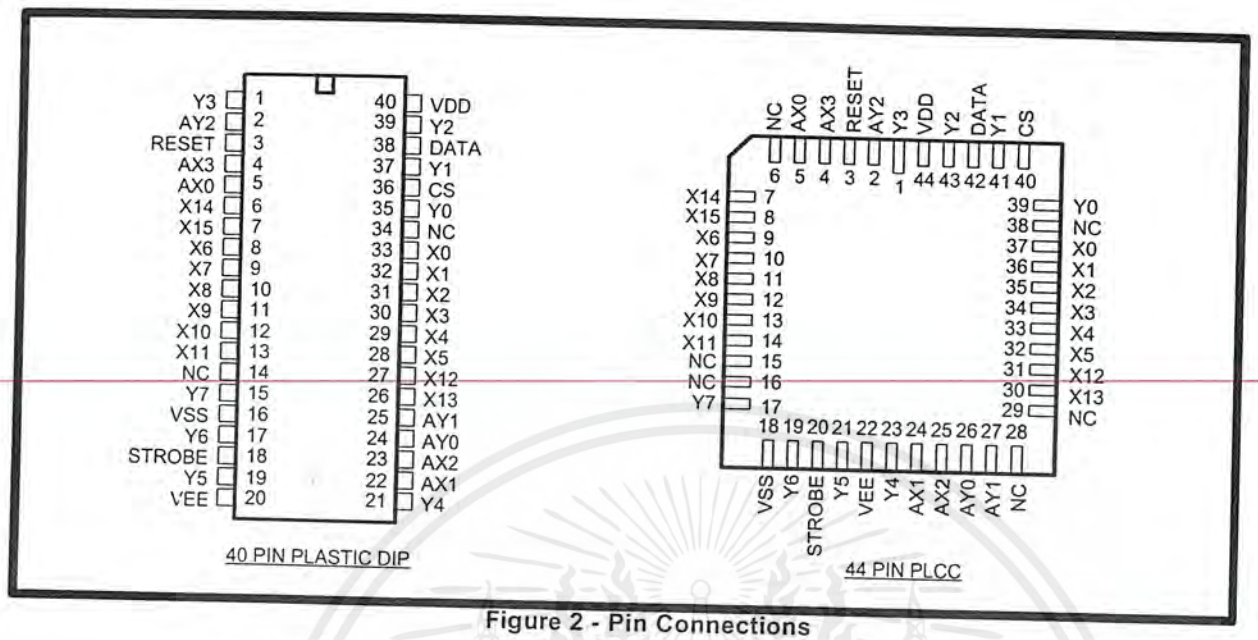


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
PDIP	PLCC		
1	1	Y3	**Y3 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y3 column of the switch array.
2	2	AY2	**Y2 Address Line (Input).**
3	3	RESET	**Master RESET (Input):** this is used to turn off all switches regardless of the condition of CS. Active High.
4,5	4,5	AX3,AX0	**X3 and X0 Address Lines (Inputs).**
6,7	7,8	X14, X15	**X14 and X15 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X14 and X15 rows of the switch array.
8-13	9-14	X6-X11	**X6-X11 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X6-X11 rows of the switch array.
14	6,15,16	NC	**No Connection**
15	17	Y7	**Y7 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y7 column of the switch array.
16	18	V_{SS}	**Digital Ground Reference.**
17	19	Y6	**Y6 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y6 column of the switch array.
18	20	STROBE	**STROBE (Input):** enables function selected by address and data. Address must be stable before STROBE goes high and DATA must be stable on the falling edge of the STROBE. Active High.
19	21	Y5	**Y5 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y5 column of the switch array.
20	22	V_{EE}	**Negative Power Supply.**
21	23	Y4	**Y4 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y4 column of the switch array.
22, 23	24,25	AX1,AX2	**X1 and X2 Address Lines (Inputs).**
24, 25	26,27	AY0,AY1	**Y0 and Y1 Address Lines (Inputs).**
26, 27	30,31	X13, X12	**X13 and X12 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X13 and X12 rows of the switch array.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description (continued)

Pin #		Name	Description
PDIP	PLCC		
28 - 33	32-37	X5-X0	**X5-X0 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the X5-X0 rows of the switch array.
34	28,29, 38	NC	**No Connection.**
35	39	Y0	**Y0 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y0 column of the switch array.
36	40	CS	**Chip Select (Input):** this is used to select the device. Active High.
37	41	Y1	**Y1 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y1 column of the switch array.
38	42	DATA	**DATA (Input):** a logic high input will turn on the selected switch and a logic low will turn off the selected switch. Active High.
39	43	Y2	**Y2 Analog (Input/Output):** this is connected to the Y2 column of the switch array.
40	44	V_{DD}	**Positive Power Supply.**

Functional Description

The MT8816 is an analog switch matrix with an array size of 8 x 16. The switch array is arranged such that there are 8 columns by 16 rows. The columns are referred to as the Y inputs/outputs and the rows are the X inputs/outputs. The crosspoint analog switch array will interconnect any X I/O with any Y I/O when turned on and provide a high degree of isolation when turned off. The control memory consists of a 128 bit write only RAM in which the bits are selected by the address inputs (AY0-AY2, AX0-AX3). Data is presented to the memory on the DATA input. Data is asynchronously written into memory whenever both the CS (Chip Select) and STROBE inputs are high and are latched on the falling edge of STROBE. A logical "1" written into a memory cell turns the corresponding crosspoint switch on and a logical "0" turns the crosspoint off. Only the crosspoint switches corresponding to the addressed memory location are altered when data is written into memory. The remaining switches retain their previous states. Any combination of X and Y inputs/outputs can be interconnected by establishing appropriate patterns in the control memory. A logical "1" on the RESET input will asynchronously return all memory locations to logical "0" turning off all crosspoint switches regardless of whether CS is high or low. Two voltage reference pins (V_{SS} and V_{EE}) are provided for the MT8816 to enable switching of negative analog signals. The range for digital signals is from V_{DD} to V_{SS} while the range for analog signals is from V_{DD} to V_{EE}. V_{SS} and V_{EE} pins can be tied together if a single voltage reference is needed.

Address Decode

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
1	Operating Temperature	T_O	-40	25	85	°C	
2	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	4.5 V_{EE}		13.2 V_{DD}-4.5	V V	
3	Analog Input Voltage	V_{INA}	V_{EE}		V_{DD}	V	
4	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}		V_{DD}	V	

DC Electrical Characteristics†- Voltages are with respect to V_{EE}=V_{SS}=0V, V_{DD} =12V unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Quiescent Supply Current	I_{DD}		1	100	µA	All digital inputs at V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
				0.4	1.5	mA	All digital inputs at V_{IN}=2.4V + V_{SS}; V_{SS}=7.0V
				5	15	mA	All digital inputs at V_{IN}=3.4V
2	Off-state Leakage Current (See G.9 in Appendix)	I_{OFF}		±1	±500	nA	$\|V_{Xi} - V_{Yj}\| = V_{DD} - V_{EE}$ See Appendix, Fig. A.1
3	Input Logic "0" level	V_{IL}			0.8+V_{SS}	V	V_{SS}=7.5V; V_{EE}=0V
4	Input Logic "1" level	V_{IH}	2.0+V_{SS}			V	V_{SS}=6.5V; V_{EE}=0V
5	Input Logic "1" level	V_{IH}	3.3			V	
6	Input Leakage (digital pins)	I_{LEAK}		0.1	10	µA	All digital inputs at V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}

† DC Electrical Characteristics are over recommended temperature range.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

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

	Characteristics	Sym	25°C		70°C		85°C		Units	Test Conditions
			Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max		
1	On-state Resistance V_{DD}=12V V_{DD}=10V V_{DD}= 5V (See G.1, G.2, G.3 in Appendix)	R_{ON}	45 55 120	65 75 185		75 85 215		80 90 225	Ω Ω Ω	V_{SS}=V_{EE}=0V,V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}$-$V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2
2	Difference in on-state resistance between two switches (See G.4 in Appendix)	ΔR_{ON}	5	10		10		10	Ω	V_{DD}=12V, V_{SS}=V_{EE}=0, V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}$-$V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2

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.

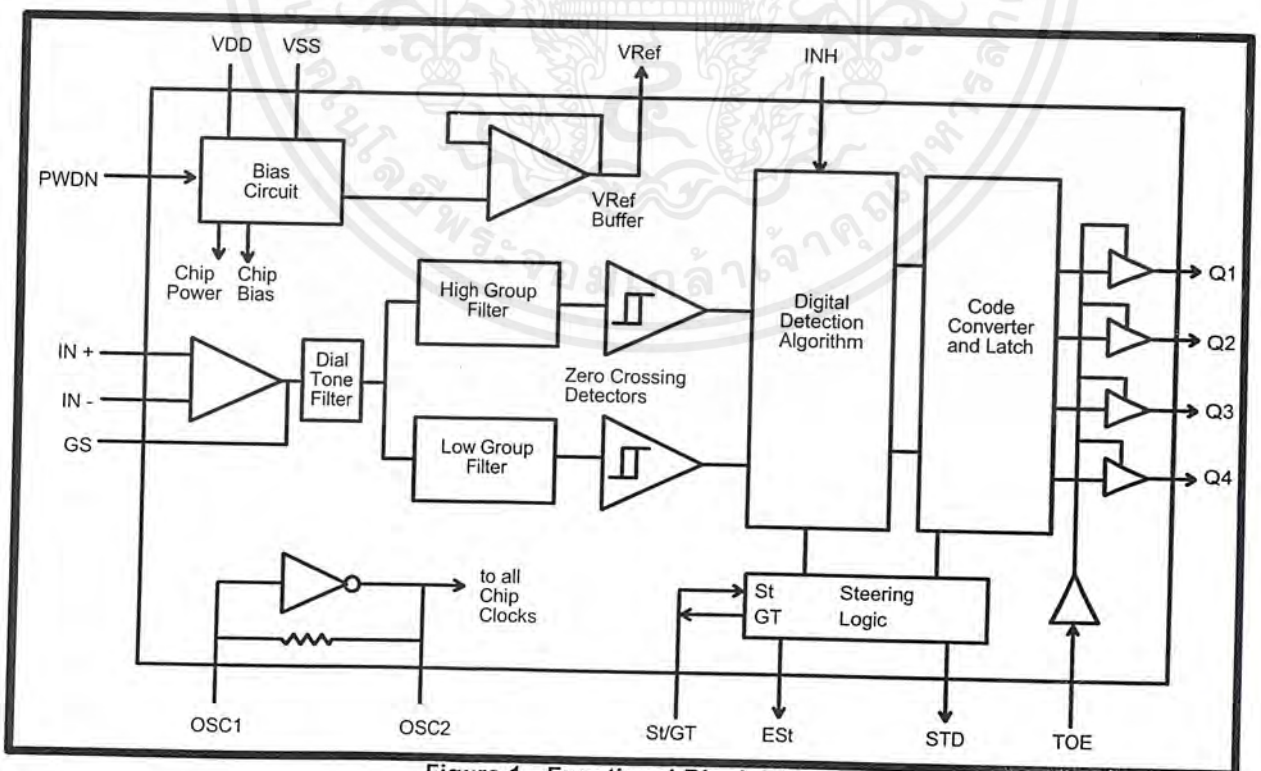


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

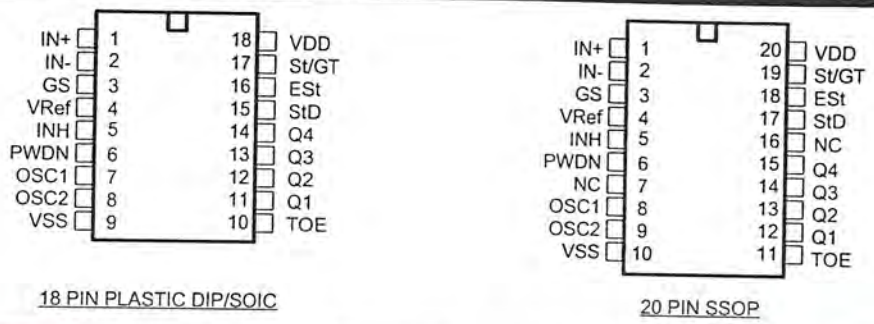


Figure 2 - Pin Connections

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

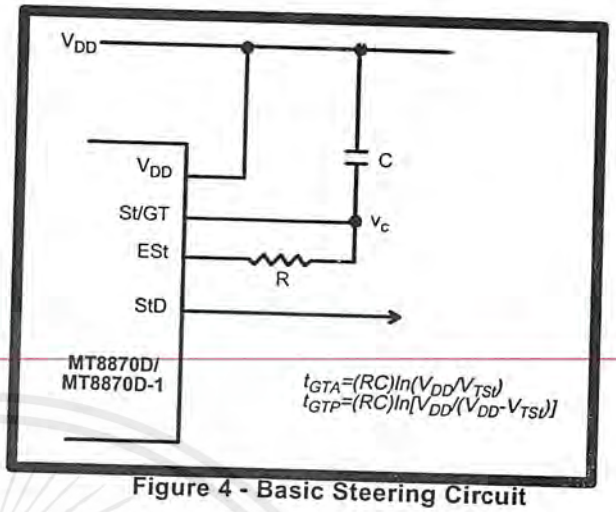


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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").

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

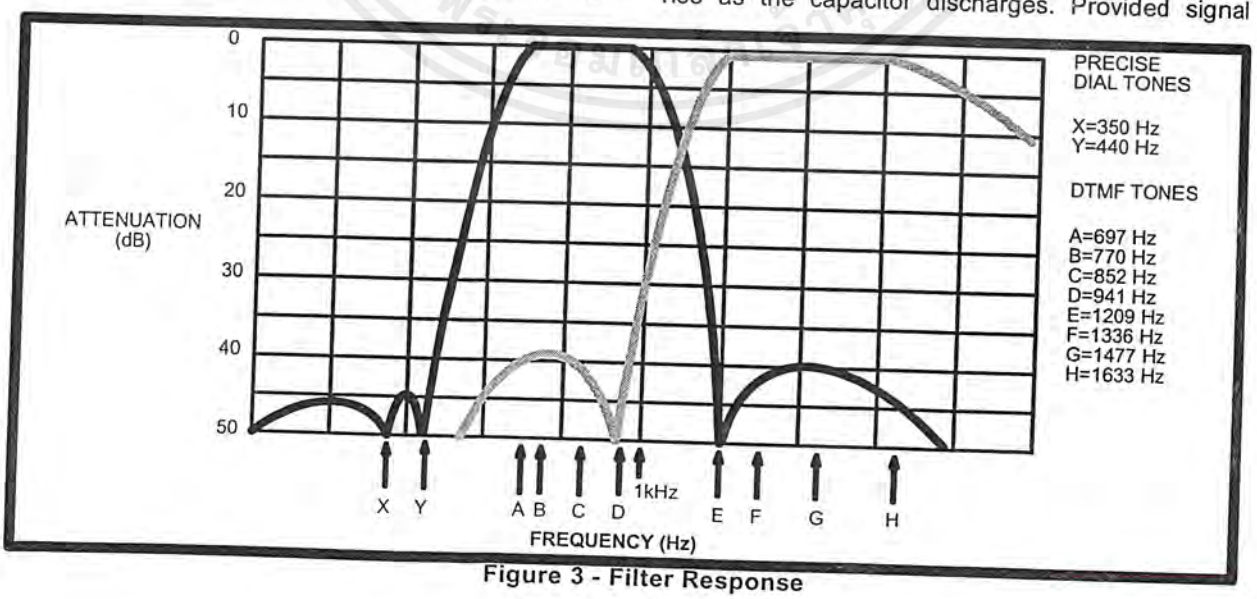


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

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.

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

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.

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.

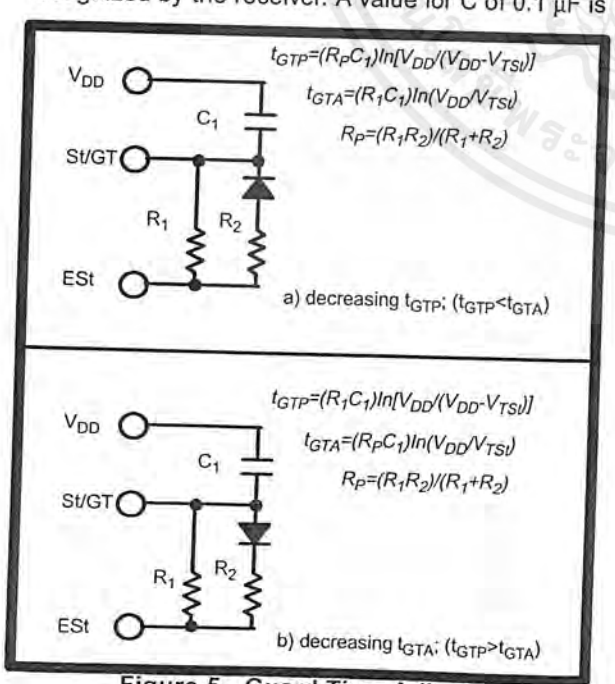


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้