สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย

The Controlling of Electrical Equipment by Wireless Microcontroller

T 050095

โดย

นายคันทต ศรีวิเชียร

นายชัชวาลย์ สุภัคธนาการ

นาย ธีระวุฒิ ชุมทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50095
วัน,เดือน,ปี 21 เม.ย. 2547

b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย

The Controlling of Electrical Equipment by Wireless Microcontroller

โดย

นายคันทต ศรีวิเชียร 43015004

นายชัชวาลย์ สุภัคธนาการ 43015007

นาย ธีระวุฒิ ชุมทอง 43015017

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรพล บุญจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย

The Controlling of Electrical Equipment by Wireless Microcontroller

ผู้จัดทำ.

1. นายคันทต ศรีวิเชียร 43015004
2. นายชัชวาลย์ สุภัคธนาการ 43015007
3. นายธีระวุฒิ ชุมทอง 43015017

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุรพล บุญจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคู่สายโทรศัพท์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบไร้สาย

The Controlling of Electrical Equipment by Wireless Microcontroller.

โดย	นายคันทต	ศรีวิเชียร	43015004
	นายชัชวาลย์	สุภัคธนาการ	43015007
	นายธีระวุฒิ	ชุมทอง	43015017

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ โดยการอาศัยสัญญาณจากแป้นคีย์ของโทรศัพท์หรือว่าสัญญาณโทนใช้ในการควบคุม เป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นโทรศัพท์เพื่อเข้าสู่ระบบควบคุมที่ต้องการอาศัยอุปกรณ์การถอดรหัส (DTMF) เพื่อให้ o/p ออกมาเป็นเลขฐาน 2 (binary) และเข้าสู่ MCS – 51 และทำการสั่งงานในแต่ละขั้นตอน เมื่อมีการต่อโทรศัพท์เข้ามา เครื่องโทรศัพท์จะทำการติดต่อเข้าสู่ระบบการถอดรหัสผ่าน หลังจากกดรหัสผ่านแล้ว ก็จะเข้าสู่ระบบเครื่องก็จะบอกให้ผู้ใช้กดเลขหมายเลข เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อทำการเลือกแล้ว เครื่องส่งจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับ โดยผ่านทางคลื่นวิทยุหลังจากนั้น เครื่องรับจะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องส่ง เมื่อ address ของเครื่องรับและเครื่องส่งตรงกัน เครื่องรับก็จะทำการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์

ABTRACT

This project is designed for controlling the operation of electrical equipment via the telephone line which employs the signal from the keypad or the ring tone this signal is called DTMF. The machine needs to have a DTMF decode conductor in order to make the o/p into binary, then MCS-51 and on the process respectively.

When the line signaling puts though the telephone receiver operates to the decode process. Next the user has to press the number in order selected a kind of electrical equipment. After the user had selected, the machine conducted the order to receiver by employing the radio wave. If the address of both machines are correct, the receiver will check the status of electrical equipment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและแนวทางการทำโครงงาน	
	2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับ	4
	2.2 สัญญาณพื้นฐาน	7
	2.3 ไอซีถอดรหัสความถี่ MT 8870 DTMF	10
	2.4 ความถี่ DTMF ไอซีผลิตความถี่ MC 145412	16
	2.5 ไอซีตอบรับและบันทึกเสียง ISD 25120	20
	2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	24
	2.7 การประยุกต์ใช้งาน	30
	2.8 การมอดูเลตชันแบบ FM	31
	2.9 วงจรฟลิปฟลอป	35
	2.10 วงจรกรองความถี่แบบเป็นช่วง	38
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	
	3.1 ส่วนประกอบภายในเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและการทำงานของวงจร	42
	3.2 ส่วนประกอบเครื่องรับเครื่องส่งแบบ FM	48
	3.3 วงจรดีฟลิปฟลอป และวงจรขับดีเลย์	50
	3.4 สูตรและวิธีการคำนวณวงจร BPF	54
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	
	4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	58
	4.2 วงจรถอดรหัส DTMF เป็นเลขฐานสอง (BCD CODE)	58
	4.3 วงจรจำลองสัญญาณ Ring Tone	59
	4.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ Ring Tone	60
	4.5 วงจรแมชชิ่งพร้อมวงจรขยายสัญญาณเสียง	61
	4.6 วงจรเครื่องรับส่งและเครื่องส่ง FM	62
	4.7 วงจร BAND PASS FILTER	64
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	66
	กิตติกรรมประกาศ	
	บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	13
ตารางที่ 2.2	คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD 25xx	21
ตารางที่ 2.3	จำนวนหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์	26
ตารางที่ 2.4	แสดงดัชนีการมอดูเลต FM สัมพันธ์กับแอมพลิจูดพาหะและไซด์แบนด์	34
ตารางที่ 3.1	แอดเดรสของไอซีบันทึกเสียง	47
ตารางที่ 3.2	ตารางความจริง	52
ตารางที่ 3.3	ตารางความจริงของไอซีเบอร์ 7474/5474	54
ตารางที่ 4.1	ผลการทดลองของวงจรถอดรหัส DTMF	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	แสดงรายละเอียดการทำงานของเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคลื่นวิทยุ	1
รูปที่ 2.1	แสดงบล็อกไดอะแกรมเครื่องโทรศัพท์	5
รูปที่ 2.2	แสดงตำแหน่งความถี่หมายเลขโทรศัพท์	6
รูปที่ 2.3	แสดงระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	9
รูปที่ 2.4	โครงสร้างภายในของไอซี MT 8870	11
รูปที่ 2.5	แสดงรายละเอียดขาของไอซี MT 8870	11
รูปที่ 2.6	แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองสัญญาณความถี่	12
รูปที่ 2.7	วงจรตรวจสอบสัญญาณ	14
รูปที่ 2.8	วงจร Differential input	15
รูปที่ 2.9	วงจร Oscillator	15
รูปที่ 2.10	แสดงแผนภูมิเวลาของไอซี MT 8870	16
รูปที่ 2.11	โครงสร้างภายในไอซี MC 145412	17
รูปที่ 2.12	แสดงรายละเอียดต่างๆ ของไอซี MC 145412	18
รูปที่ 2.13	โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	24
รูปที่ 2.14	การจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
รูปที่ 2.15	ตำแหน่งขาของไอซี 8031	28
รูปที่ 2.16	โครงสร้างภายในหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	29
รูปที่ 2.17	การผสมคลื่นแบบ FM	31
รูปที่ 2.18	อัตราการเบี่ยงเบนในคลื่น FM	32
รูปที่ 2.19	ความถี่ไซด์แบนด์ของสัญญาณ FM	33
รูปที่ 2.20	แสดงสัญญาณพัลส์บวก	36
รูปที่ 2.21	แสดงสัญญาณพัลส์ลบ	36
รูปที่ 2.22	กราฟคุณสมบัติของวงจรกรองช่วงความถี่	38
รูปที่ 2.23	วงจรกรองความถี่เป็นช่วง	39
รูปที่ 2.24	กราฟตอบสนองความถี่ของวงจรกรองช่วงความถี่	40
รูปที่ 3.1	แสดงวงจรตรวจสัญญาณ Ringing Tone	42
รูปที่ 3.2	แสดงสัญญาณเข้าและออกจากวงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone	43
รูปที่ 3.3	วงจรควบคุมการยกหู และวางหู	44
รูปที่ 3.4	แสดงการต่อวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF	45
รูปที่ 3.5	วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone	45
รูปที่ 3.6	วงจรสร้างสัญญาณ DTMF	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

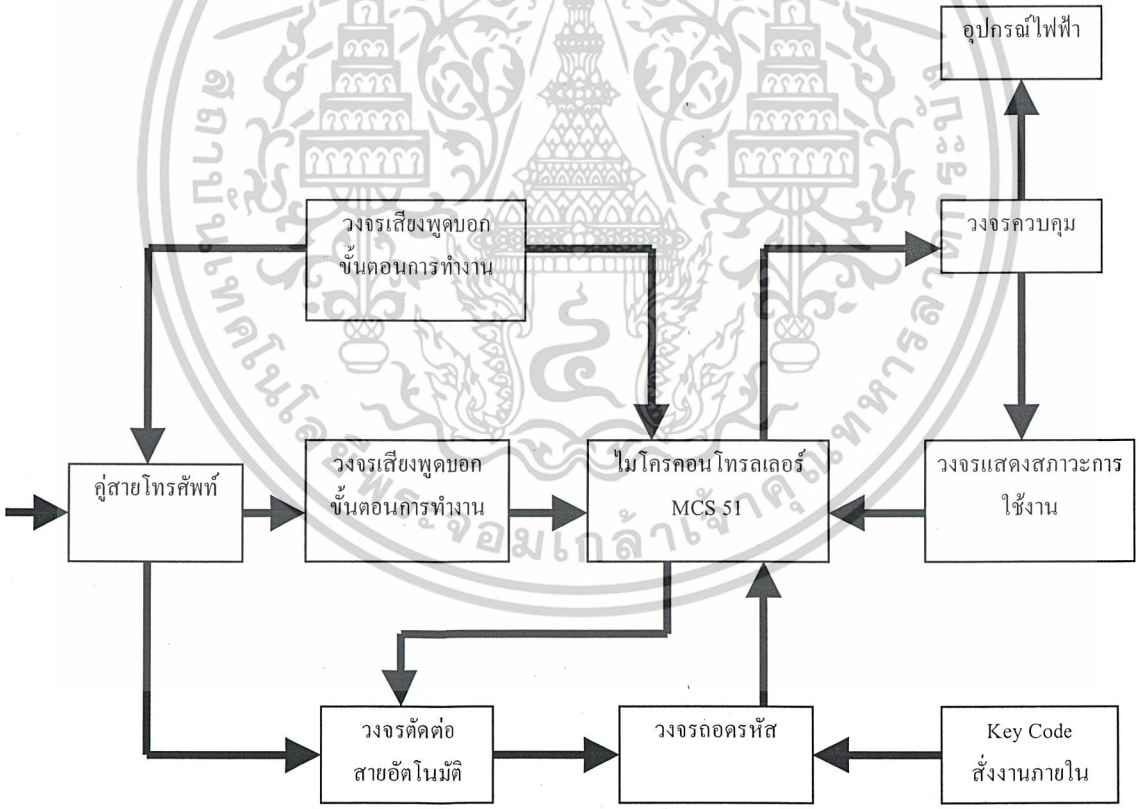
สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.7	แสดงรูปการต่อวงจรภาคจ่ายไฟ	48
รูปที่ 3.8	บล็อกไดอะแกรมของภาครับ	49
รูปที่ 3.9	บล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง	50
รูปที่ 3.10	แสดงวงจรดีฟลิปฟลอปพร้อมตารางการทำงานอย่างย่อ	51
รูปที่ 3.11	การต่ออาร์-เอส ฟลิปฟลอปและเจ-เค ฟลิปฟลอปเป็นดีฟลิปฟลอป	53
รูปที่ 3.12	แสดงสัญลักษณ์และรูปคลื่นการทำงานของไอซีเบอร์ 7474/5474	53
รูปที่ 3.13	รูปวงจร BPF (Band Pass Filter)	57
รูปที่ 4.1	วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone	59
รูปที่ 4.2	สัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาทางขาคอเลคเตอร์	59
รูปที่ 4.3	วงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing	60
รูปที่ 4.4	สัญญาณ Ringing Tone	60
รูปที่ 4.5	รูปวงจรแมชชิ่งพร้อมวงจรขยายสัญญาณเสียง	61
รูปที่ 4.6	สัญญาณที่เข้ามาทางวงจรขยายเสียง	61
รูปที่ 4.7	สัญญาณที่ออกมาทางเอาท์พุทของวงจรที่เข้ามาที่อินพุทของวงจรแมชชิ่ง	62
รูปที่ 4.8	สัญญาณที่ออกเอาท์พุทของวงจรแมชชิ่ง	62
รูปที่ 4.9	วงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง FM	63
รูปที่ 4.10	สัญญาณข้อมูลที่เข้ามาทางอินพุทของเครื่องส่ง	63
รูปที่ 4.11	สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องส่ง	64
รูปที่ 4.12	สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องรับ	64
รูปที่ 4.13	วงจร BPF (Band Pass Filter)	65
รูปที่ 4.14	สัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจร BPF (Band Pass Filter)	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันชีวิตของมนุษย์ภายในสังคมต้องมีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมคือมีการพัฒนาเป็นสังคมอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นชีวิตเต็มไปด้วยความรีบร้อนและเร่งรีบต้องทำงานแข่งกับเวลามีหลายเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทกับชีวิตของคนในสังคมมากขึ้นในปัจจุบันโทรศัพท์ก็เป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่อาจกล่าวได้ว่ามีความจำเป็นต่อชีวิตประจำวันมากขึ้นแล้วแต่ละการประยุกต์ใช้งานในที่นี้เสนอให้นำโทรศัพท์มาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือนเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับเจ้าของบ้านและช่วยในการประหยัดพลังงานโดยสิ้นเปลืองซึ่งจากการศึกษาพบปัญหาคือการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ในขณะที่ออกไปทำธุระนอกบ้านหรืออาจต้องการความสะดวกในกรณีที่อยู่นอกบ้านแล้วขณะเดินทางกลับบ้านอาจมีการสั่งให้อุปกรณ์ในบ้านทำงานเช่นเปิดไฟเพื่อให้แสงสว่างจากไฟหน้าบ้านหรืออาจเปิดแอร์ทิ้งไว้ก่อนแล้วแต่ละกรณี เพื่อให้ปัญหาเหล่านี้หมดไปจึงได้คิดอุปกรณ์ชิ้นนี้ซึ่งจะทำให้ปัญหาต่างๆ หมดไป



รูปที่ 1.1 แสดงรายละเอียดการทำงานเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.1.1 เพื่อศึกษาการทำงานของระบบโทรศัพท์

1.1.2 เพื่อทำการศึกษาในการใช้คำสั่ง MCS-51 และการออกแบบและการประยุกต์ใช้งาน

1.1.3 เพื่อทำการประยุกต์ใช้และนำความรู้เกี่ยวกับคลื่นวิทยุมาใช้งาน

1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านคลื่นวิทยุ โดยมีตัวโทรศัพท์เป็นตัวควบคุม และเครื่องจะรับคำสั่งจากการกดคีย์บนโทรศัพท์ซึ่งจะมีการถอดรหัส จากการกดคีย์บนโทรศัพท์ และจะนำสัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสไปประมวลผลเพื่อทำการส่งรหัสไปยังตัวรับโดยผ่านคลื่นวิทยุและตัวรับจะทำการกดรหัสเพื่อทำไปตามคำสั่ง ปิดเปิด อุปกรณ์ที่ต้องการ

1.3 ขั้นตอนในการควบคุมเครื่องของผู้ควบคุม

- กดหมายเลขโทรศัพท์ของเครื่องควบคุม
- เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณ Ringing Tone ดังเป็นเวลาที่ได้กำหนดไว้ เครื่องควบคุมจะมีเสียง “ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติ กรุณากดรหัสผ่าน”
- เมื่อผู้ควบคุมทำการกดรหัสผ่านถูกต้องเครื่องควบคุมจะมีเสียงตอบกลับมาว่า “รหัสผ่านถูกต้อง กรุณาเลือกหมายเลขของอุปกรณ์ไฟฟ้า” และเครื่องจะทำงานในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าผู้ควบคุมกดรหัสผ่านไม่ถูกต้องเครื่องควบคุมจะมีเสียงตอบกลับมาว่า “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง กรุณากดรหัสใหม่” ถ้ากดรหัสไม่ถูกต้อง 3 ครั้ง เครื่องควบคุมจะมีเสียงตอบกลับมาว่า “จบการทำงาน ขอบคุณครับ” และเครื่องควบคุมจะวางหูยกเลิกการติดต่อ
- กดแป้นคีย์โทรศัพท์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในช่องที่เราต้องการ (หมายเลข 1-8) และนอกเหนือจากนี้ก็จะได้ยินเสียง “ฟังก์ชันนี้ไม่ได้ใช้งาน กรุณากดหมายเลขควบคุมใหม่อีกครั้ง”
- เมื่อกดรหัสเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว เครื่องควบคุมจะมีเสียงตอบกลับมาว่า “เครื่องใช้ไฟฟ้าตัวที่ X กำลังเปิดอยู่ กรุณาเลือกรหัสควบคุม กด 1 เปิด,กด 0 ปิด
- ผู้ควบคุมทำการกดเลือกรหัสควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.4 ขั้นตอนในการทำงานของเครื่องควบคุม

- เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาที่คู่สายโทรศัพท์
- ทำการตรวจสัญญาณกระดิ่งว่าครบจำนวน 5 ครั้งตามที่โปรแกรมไว้หรือไม่ โดยนับที่สัญญาณ Ringing Tone ถ้านับสัญญาณครบแล้ว จะทำงานในขั้นตอนต่อไป
- เครื่องควบคุมจะทำการยกหูโทรศัพท์พร้อมกับส่งสัญญาณเสียง “ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติ กรุณากดรหัสผ่าน”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องควบคุมทำการตรวจสอบรหัสผ่านว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องจะส่งสัญญาณเสียง “รหัสผ่านไม่ถูกต้อง กรุณากดรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง” ถ้าถูกต้องจะส่งสัญญาณเสียง “รหัสผ่านถูกต้อง กรุณาเลือกหมายเลขของอุปกรณ์ไฟฟ้า” ถ้ากดรหัสผ่านไม่ถูกต้องครบ 3 ครั้ง เครื่องควบคุมจะส่งสัญญาณเสียง “จบจากการทำงาน ขอบคุณครับ”
- เครื่องควบคุมจะทำการถอดรหัสจากแป้นคีย์โทรศัพท์ที่รับเข้ามา (หมายเลข 1-8) ว่าผู้ควบคุมทำการเลือกอุปกรณ์ช่องใด
- ส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าช่องนั้น
- หยุดรอรับคำสั่งต่อไป ถ้าคำสั่งที่เข้ามาต้องการให้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าช่องอื่นอีกให้ไปทำงานในขั้นตอนก่อนหน้านั้น
- วางหูโทรศัพท์ จบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารการเชื่อมโยงการนำเสียงพูดระหว่างผู้ใช้ที่อยู่อีกสถานที่แห่งหนึ่งกับบุคคลที่ต้องการที่จะติดต่อด้วย ณ สถานที่อีกแห่งเสมือนบุคคลทั้งสองอยู่ใกล้กัน

2.1.1 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการระหว่างสมาชิก และผู้รู้เลขหมายสมาชิกสามารถเรียกคู่สนทนาธุระต่าง ๆ โดยลดการเดินที่ไม่จำเป็นได้

การเรียกทางโทรศัพท์ คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ ระหว่างผู้เรียกและผู้รับ

ผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียก จะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ โดยวิธีการหมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับ เมื่อโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของชุมสายอัตโนมัติ

ผู้เรียก คือ ผู้ที่ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์ เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก

คู่สายสมาชิก คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูด แจกจ่ายออกมาจากสถานีติดตั้งเครื่องชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น ไปยังบ้านของผู้เช่าหรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกและสมาชิกผู้รับ โดยอัตโนมัติ

เครื่องโทรศัพท์ คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิก ใช้พูดและฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์

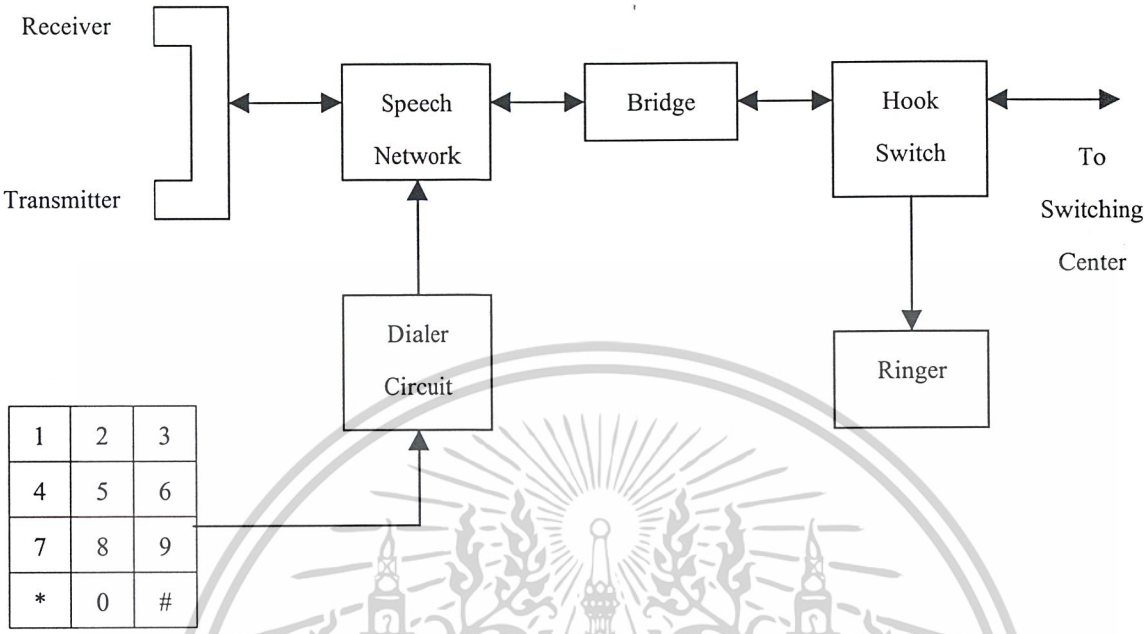
2.1.2 เครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักใหญ่ ๆ 7 อย่างด้วยกันคือ

1. ส่วนรับ (Receiver)
2. ส่วนส่ง (Transmitter)
3. กระดิ่ง (Ringer)
4. สปีช เน็ตเวิร์ค (Speech Network)
5. ฮุค สวิตซ์ (Hook Switch)
6. ไดอัลเลอร์ (Dialer)
7. วงจรแปลงสัญญาณไฟตรง (Bridge Rectifier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงได้บล็อคไดอะแกรมในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องโทรศัพท์

ตำแหน่งของส่วนส่งและส่วนรับ ปกติจะติดอยู่ที่ตัวพูด-หูฟัง (Handset) ของเครื่องโทรศัพท์ ซึ่งในส่วนส่งมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical Signal) ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกส่งไป สวิตซ์ชิ่งเซ็นเตอร์ (Switching Center) แต่ส่วนรับมีหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณที่ส่วนรับนั้นจะประกอบด้วยสัญญาแถบความถี่เสียง (Voiceband Signal) จากสวิตซ์ชิ่ง เซ็นเตอร์และจะคอยลดทอนการป้อนกลับจากส่วนส่ง

สำหรับ Speech Network จะมีหน้าที่แยกสัญญาณส่งและรับในเครื่องโทรศัพท์ ดังนั้นสัญญาณทั้งหมดระหว่าง สวิตซ์ชิ่ง เซ็นเตอร์และเครื่องรับโทรศัพท์ อาจจะส่งไปในคู่สายเดียวกันได้

ชุดสวิตซ์มีอยู่ 2 สถานะคือ ออน-ฮุค และ ออฟ-ฮุค ทั้ง 2 สถานะนี้ขึ้นอยู่กับว่า สัญญาณว่าง (Idle) หรือ ใช้งาน (Busy) ตามลำดับ ในสถานะออฟ-ฮุค ปกติจะทำงานก็ต่อเมื่อเรายกหู เมื่อยกหูกระแสที่ส่งจะบอกให้อุปกรณ์สวิตซ์ชิ่งเซ็นเตอร์รับรู้ว่าอยู่ในสถานะ ออฟ-ฮุค สวิตซ์ชิ่งเซ็นเตอร์จะปิดกันสัญญาณกระดิ่ง (Ringing Signal) และเตรียมรับสัญญาณ Dial Tone ฮุคสวิตซ์จะต่อสายโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเมื่ออยู่ในสถานะออน-ฮุคและต่อสายโทรศัพท์กับ สปีช เน็ตเวิร์ค ในสถานะออฟ-ฮุคในสถานะออฟ-ฮุค วงจรโทรศัพท์จะรับ DC Bias จาก Power Supply ที่สวิตซ์ชิ่ง เซ็นเตอร์ ส่วนสถานะออน-ฮุค จะปรากฏสัญญาณกระดิ่ง เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งถูกสร้างขึ้นที่สวิตซ์ชิ่งเซ็นเตอร์และถูกส่งมาทำให้กระดิ่งในโทรศัพท์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแปลงสัญญาณไฟตรงทำหน้าที่ผ่านกระแสไฟตรงจากคู่สายโทรศัพท์ไปเลี้ยงวงจรโทรศัพท์ เมื่อฮุคสวิตซ์อยู่ในสภาวะยก และทำหน้าที่ให้สัญญาณทั้งด้านบวกและด้านลบ ผ่านในวงจรโทรศัพท์ได้

การส่งหมายเลขโทรศัพท์สามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลซ์ ที่แสดงถึงหมายเลขต่างๆ กัน และอีกวิธีหนึ่ง เป็นการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กัน โดยค่าตัวเลขจะถูกแทนค่าด้วยความถี่ 2 ค่าที่มอดูเลตกัน

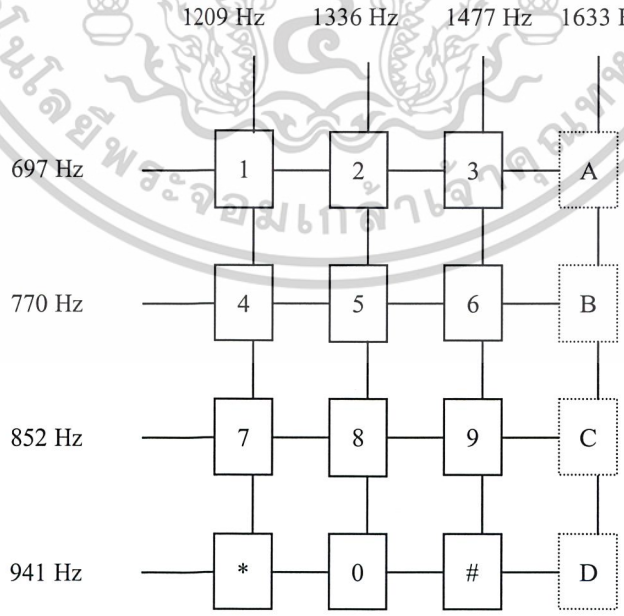
2.1.3 เครื่องโทรศัพท์หน้าปัดแบบกดปุ่ม (Push-Button Dial Telephone Set)

ระบบหน้าปัดแบบกดปุ่ม ในระบบสวิตซ์ สัญญาณเรียกของผู้เช่า เป็นสัญญาณจังหวะไฟตรงที่เท่ากับจำนวนครั้งของการหมุนของหน้าปัดเพื่อให้แผงสวิตซ์ทำงานจากการพัฒนาแผงสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์จึงมีระบบสัญญาณหลายความถี่ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- เวลาของการหมุนของหมายเลขได้ลดลงมาก
- การหมุนหมายเลขง่ายกว่า
- สามารถเพิ่มปุ่มกดอื่นนอกจากปุ่มกดหมายเลข เพื่อส่งสัญญาณบริการประเภทอื่น
- เราใช้สัญญาณความถี่ของเสียง ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้

2.1.4 ระบบสัญญาณของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดแบบกดปุ่มและใช้กรรมวิธีของ Dual Tone Multi Frequency (DTMF) ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว แถวละ 3 คอลัมน์ ในโทรศัพท์บางรุ่นอาจมี 16 ปุ่ม โดยเพิ่ม คอลัมน์ที่ 4 เข้ามา ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งความถี่ของหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถวและคอลัมน์นั้น จะมีความถี่ที่ต่างกัน ความถี่ทั้ง 4 แถวเรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ และความถี่ทั้ง 4 คอลัมน์ เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่สูง การที่กดปุ่มหมายเลขใดๆ จะทำให้วงจรภายในผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่

ข้อดีในการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ลงได้ ทำให้มีผลคือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรองรับ Traffic ได้มากขึ้น
2. สามารถใช้วงจรทาง Solid State Electronics แทนอุปกรณ์ทางด้าน Machanics ทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลข
3. สามารถเพิ่มปุ่มกดเพิ่มได้ เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณบริการประเภทอื่นๆ
4. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

2.2 สัญญาณพื้นฐาน

สัญญาณ คือ ข่าวสารที่ใช้ติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสาย หรือข่าวสารที่ติดต่อกันระหว่างชุมสายกับชุมสาย

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)
2. การส่งที่อยู่ข่าวสาร (Transmitting Address Information)
3. การตรวจตรา (Supervising)
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting Information Signaling)

สัญญาณต่างๆ ที่ควรทราบในระบบโทรศัพท์

1. สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

   สัญญาณที่ส่งระหว่างผู้เช่ากับชุมสายมีสัญญาณต่างๆ ดังนี้

   1.1 ออฟ-ฮุค คือ สภาพที่ผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพ Close Loop (Low Impedance)

   1.2 ออน-ฮุค คือ สภาพที่ผู้เช่าวางหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)

   1.3 Dilling คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูงต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม สัญญาณจะออกจะเป็นความถี่ DTMF ไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

2.1 Dial Tone เมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาจะได้ยินเสียงดังต่อเนื่องกันไปสักครู่หนึ่ง เพื่อเป็นการบอกว่าเครื่องโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการรับการกดคีย์ หรือหมุนตามหมายเลขที่ต้องการเรียก นั่นคือเสียงที่เราได้ยินเมื่อยกหูโทรศัพท์ ก็จะได้ยินเสียง Dial Tone ที่มีความถี่ของเสียงประมาณ 400 Hz

2.2 Ring Back Tone เมื่อเรากดคีย์หรือหมุนหมายเลขที่ต้องการแล้วจากนั้นปรากฏว่าเราได้ยินเสียงดังเป็นจังหวะที่ดัง 1 วินาทีและหยุด 4 วินาทีสลับกันไป ซึ่งแสดงว่าหมายเลขที่เราทำการเรียกไปนั้นว่างพร้อมที่จะสนทนา เพียงแต่รอการยกหูโทรศัพท์เพียงอย่างเดียว โดยสำหรับความถี่ของสัญญาณ Ring Back Tone นี้มีความถี่ประมาณ 480 Hz

2.3 Ringing Tone เมื่อเราทำการกดคีย์และขณะที่ได้ยินสัญญาณสัญญาณ Ring Back Tone แล้วในเวลาเดียวกันนั้นทางคู่สายปลายทางที่เราทำการเรียกไปนั้นก็จะมีเสียงสัญญาณ Ringing Tone เป็นเสียงของสัญญาณกระดิ่งดังเป็นจังหวะ 1 วินาทีและหยุด 4 วินาที โดยสัญญาณกระดิ่งที่วัดได้จากคู่สายปลายทางนี้จะมีสัญญาณไฟ AC เข้ามาด้วยมีแรงดันประมาณ 70-100 Vpp และมีความถี่ประมาณ 25 Hz

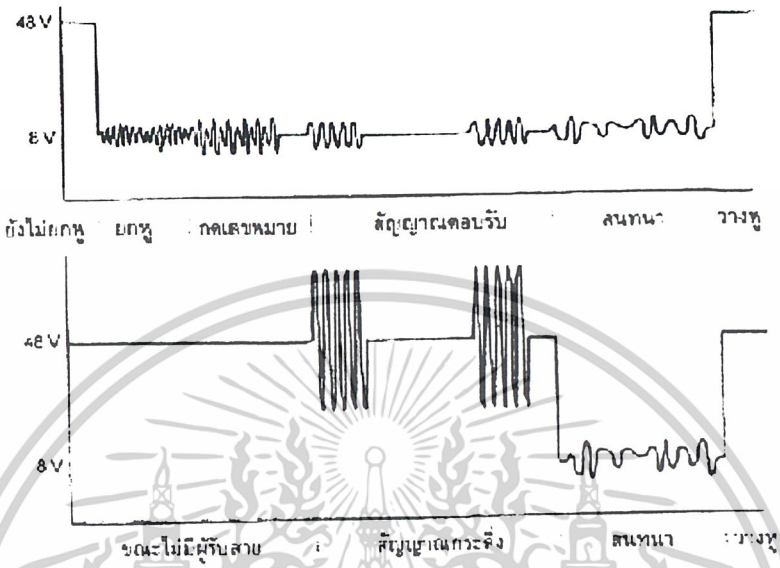
2.4 Busy Tone เมื่อกดคีย์หรือหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อแล้ว ปรากฏว่า ได้ยินเสียงเป็นจังหวะที่มีความดังสั้นๆ 0.5 วินาทีและหยุดประมาณ 0.5 วินาที สลับกันไปมาซึ่งแสดงว่าเลขหมายที่เราต้องการจะติดต่อด้วยขณะนั้นกำลังถูกใช้งานอยู่ คือกำลังติดต่อหมายอื่นอยู่ให้วางหูคอยสักครู่ แล้วจึงเรียกกลับไปใหม่ สัญญาณ Busy Tone มีความถี่ประมาณ 425 Hz

สัญญาณ Tone อื่นๆ เช่น Nu Tone เมื่อกดคีย์หรือหมุนเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อแล้ว ปรากฏว่า ได้ยินเสียงเป็นจังหวะที่มีความดังสั้นๆ 3 ครั้งและยาว 1 ครั้งสลับกันไป โดยสัญญาณดังกล่าวนั้นแสดงว่าหมายเลขที่เราต้องการติดต่อนั้นยังไม่ทำการติดตั้ง หรืออีกนัยคือเลขหมายนั้นได้ถูกยกเลิกการใช้งานไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

ในระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์สามารถแสดงรูปสัญญาณได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงระบบการติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

จากรูปที่ 2.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ทางเครื่องส่ง

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์
- เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ศักดาจะลดลงเหลือประมาณ 8 โวลท์ พร้อมทั้งมีสัญญาณ Dial Tone เมื่อกดรหัสสัญญาณความถี่หมายเลขโทรศัพท์แล้ว สัญญาณ Dial Tone จะหายไป
- กดรหัสสัญญาณหมายเลขโทรศัพท์ รหัสสัญญาณโทรศัพท์จะเป็นสัญญาณ DTMF
- ขณะที่รอการรับสายจากผู้ถูกเรียก จะมีสัญญาณตอบรับ 2 แบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่ คือ Busy Tone และ Ring Back Tone
- เมื่อผู้ถูกเรียกรับสายแล้ว สัญญาณจะอยู่ที่ระดับสัญญาณกระแสตรง 8 โวลท์ และมีการกระเพื่อมตามลักษณะความถี่เสียงและความดังของเสียงพูด
- เมื่อผู้เรียก วางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์ จะกลับไปที่ 48 โวลท์ดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเครื่องรับ

- ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์ จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง 48 โวลท์
- เมื่อมีผู้เรียก เรียกเข้ามา จะมีสัญญาณ Ringing Tone เข้ามา ซึ่งจะตรงกับสัญญาณ Ring Back Tone ของผู้เรียก
- เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูรับโทรศัพท์ ขนาดของศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์ จะเหลือประมาณ 8 โวลท์ และจะมีการกระเพื่อม ตามลักษณะความถี่เสียงและความดังของเสียงพูด
- เมื่อผู้ถูกเรียกวางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์จะกลับไปที่ 48 โวลท์ ดังเดิม

2.3 ไอซีถอดรหัสความถี่ MT8870 DTMF

ไอซีถอดรหัสความถี่หมายถึง การแปลงรหัสของสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มของตัวเลขแบบโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิดโทนหรือ DTMF) ให้ระบบตัวเลขแบบทางดิจิตอลของไอซี MT8870 ใช้การแปลงความถี่ทางโทรศัพท์ให้เป็นเลขฐาน 2 ที่มีขนาด 4 บิท

2.3.1 คุณสมบัติของไอซี MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF (DTMF Receiver &Decoder)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับไอซี TTL
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.3.2 การนำไอซี MT8870 ไปใช้งานในแบบต่างๆ

- สามารถนำไปใช้งานในด้านรีโมทคอนโทรล
- สามารถนำไปใช้งานในด้านโทรศัพท์ทางไกล
- สามารถนำไปใช้งานในเครื่องเครดิตการ์ด
- สามารถนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์
- สามารถนำไปใช้งานในชุมสายขนาดย่อย PABX
- สามารถนำไปใช้งานในโทรศัพท์ทั่วไป
- สามารถนำไปใช้งานในด้านควบคุมอุปกรณ์โทรศัพท์
- สามารถนำไปใช้งานในเครื่องป้องกันภัย
- สามารถนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

นอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้ในด้านต่างๆ อีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 โครงสร้างของ MT8870

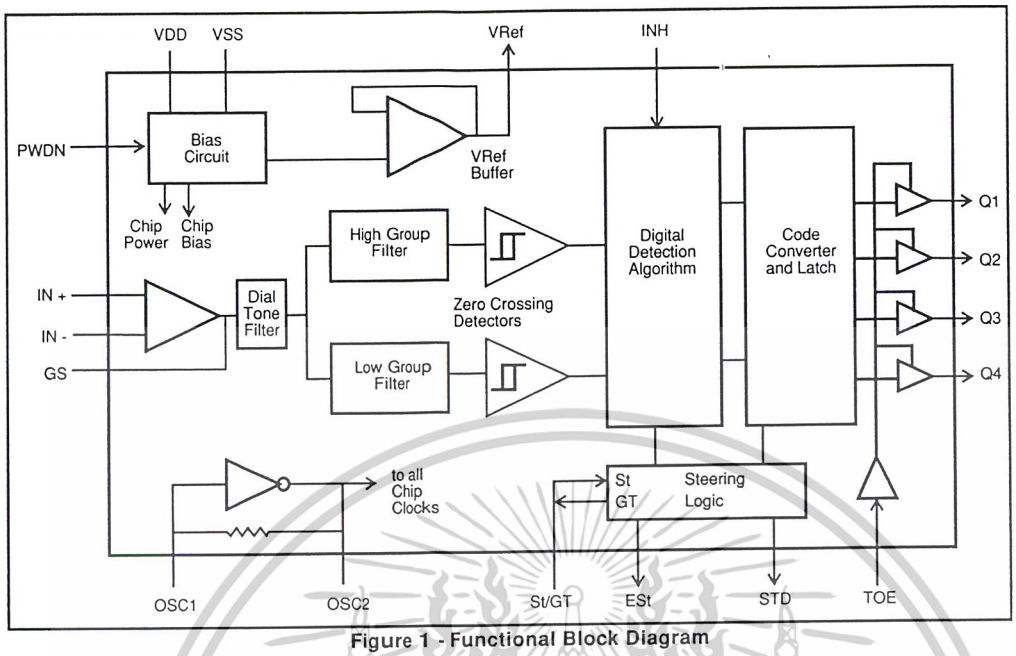
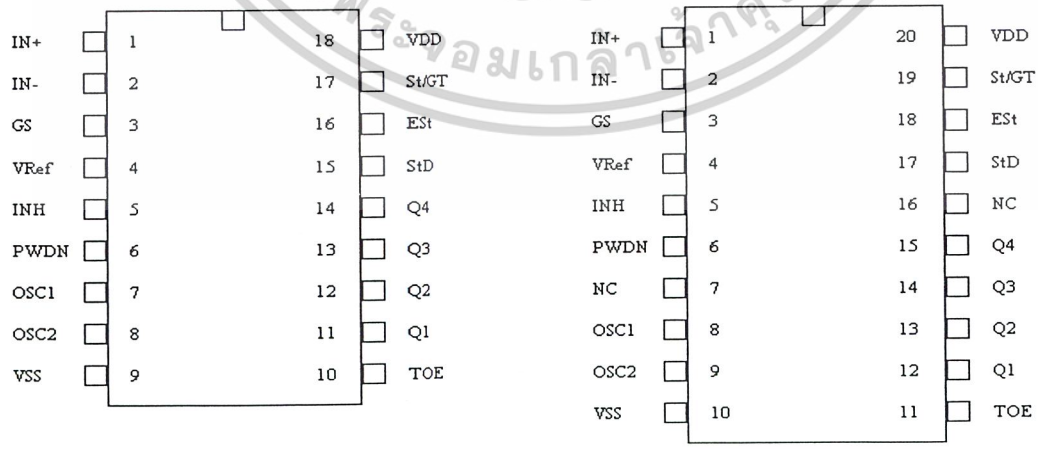


Figure 1 - Functional Block Diagram

รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของไอซี MT8870

โครงสร้างภายในของไอซี MT8870 นั้นประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันสัญญาณทางดิจิตอล และเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยีของ ISO-CMOS เป็นส่วนของวงจรกรองความถี่ ที่ใช้เทคนิคของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับวงจรกรองความถี่ต่ำและสำหรับวงจรกรองความถี่สูง ส่วนวงจรถอดรหัสทางดิจิตอลใช้เทคนิคทางดิจิตอลเพื่อตรวจรับและทำการถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่เป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท และเช็คช่วงเวลาของสัญญาณที่เข้ามาทางภาคอินพุทของออปแอมป์ ซึ่งสามารถที่จะปรับอัตราการขยายภายนอกได้ เอาท์พุทเป็น วงจรแลตท์ 3 สถานะ ดังรูปที่ 2.4



18 PIN PLASTIC DIP/SOIC

20 PIN SSOP

รูปที่ 2.5 แสดงรายละเอียดขาของไอซี MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ฟังก์ชันการทำงานภายในของไอซี MT8870

ภายในการทำงานของไอซี MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่างๆ 4 ส่วน

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่างทางความถี่ (Differential Input)

2.3.5 ภาคกรองความถี่ (Filter Section)

ในส่วนที่จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงที่ความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่แบบอันดับ ชนิดที่เป็นสวิตซ์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switch Capacitor Band Filter) ที่ยกกำลังสองได้สองช่วงคือ ช่วงที่ความถี่สูงและช่วงที่ความถี่ต่ำดังแสดงดังรูปที่ 2.6

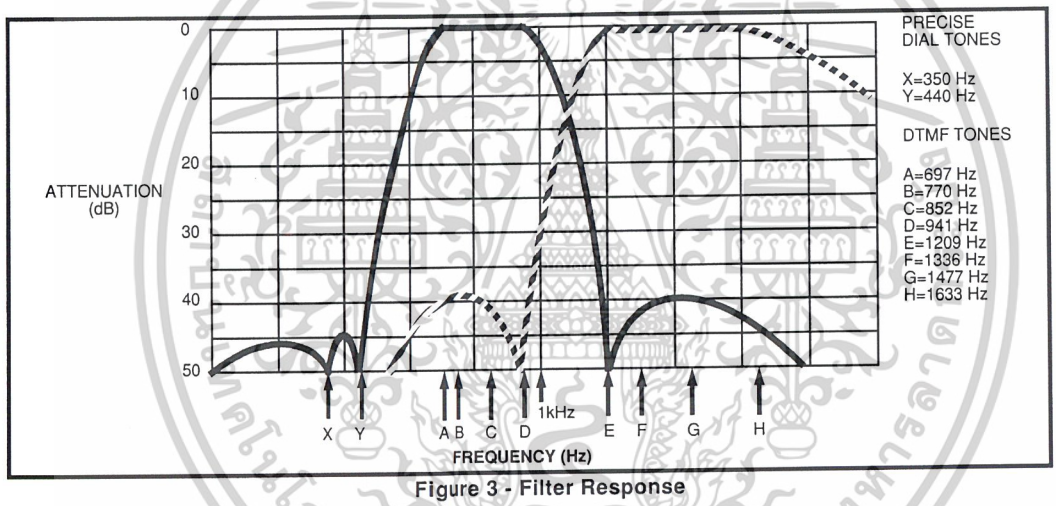


Figure 3 - Filter Response

รูปที่ 2.6 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองสัญญาณความถี่

ภาคถอดรหัส (Decoder Section)

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองไว้เรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าสู่วงจรถอดรหัสความถี่ที่เป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล และมีวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อที่จะป้องกันความถี่อื่นที่จะเข้ามาผสมและเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องแล้ว สัญญาณที่ขา ES (Early Steering) ก็จะแอคทีฟค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ ดังแสดงในรูปตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

Digital	On	NIX	Est	Q4	Q3	Q2	Q1
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	0	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

2.3.6 ภาคตรวจสอบรหัสสัญญาณ (Steering Circuit)

a) Decreasing t_{GTP} ;($t_{GTP} < t_{GTA}$)

$t_{GTP} = (R_P C_1)\ln[V_{DD}/(V_{DD}-V_{TSt})]$

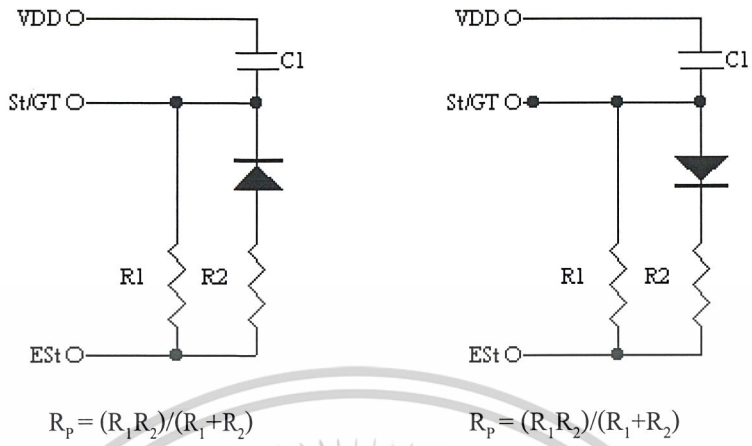
$t_{GTA} = (R_1 C_1)\ln(V_{DD}/V_{TSt})$

b) Decreasing t_{GTA};($t_{GTP} > t_{GTA}$)

$t_{GTP} = (R_1 C_1)\ln[V_{DD}/(V_{DD}-V_{TSt})]$

$t_{GTA} = (R_p C_1)\ln(V_{DD}/V_{TSt})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



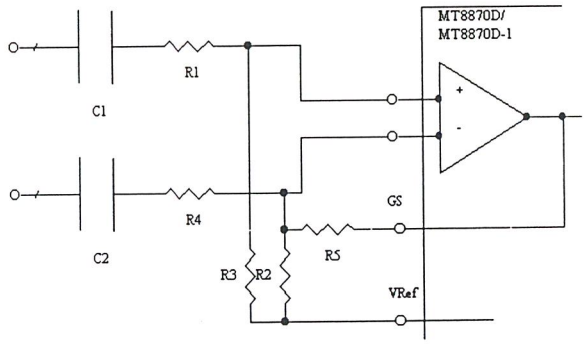
รูปที่ 2.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณและแสดงการกำหนดในเวลาการ์ดไทม์ (Guard Time)

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุทจะมี การตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดให้มีระยะเวลาความถี่ห่างกันพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะได้รับสัญญาณของความถี่ไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาที่จะยาวนานเท่าไรนั้น เราก็สามารถที่จะใช้วงจร RC ต่อออกมาภายนอกได้ สัญญาณที่ขาของ Est (Early Steering) จะเป็นขา High นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF ที่จะเข้าที่รูปข้างต้น เมื่อขา Est เป็นสภาวะ High ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้น จะมีค่าเทรชโฮลด์ของวงจรถอดรหัสซึ่งจะถอดเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท รายละเอียดของการทำงานให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทม์มิ่ง (Timing Diagram) จะสามารถเข้าใจได้ง่ายกว่า สำหรับค่าการ์ดไทม์ (Guard Time) นั้นหมายถึงช่วงคาบเวลาของความถี่ ซึ่งจะนานเท่ากันหรือมากกว่าที่ค่าช่วงเวลาตั้งไว้ จึงยอมให้มีการรับสัญญาณของความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้เวลาที่เรานั้นได้สร้างวงจรตั้งไว้โดย RC หรือเป็นการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่ที่เข้ามานานเท่ากันหรือมากกว่าค่าที่ตั้งเวลาไว้ จึงจะสามารถเปลี่ยนค่าเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณของความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสที่เป็นตัวเลขออกไปได้

2.3.7 วงจรขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ ที่สามารถที่จะปรับอัตราของการขยายโดยการต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปดังรูปที่ 2.8 เป็นการแสดงการต่อวงจรภายนอกที่ทางอินพุทนั้นสามารถทำการคำนวณค่าอัตราของการขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 วงจร Differential Input

อัตราขยาย (Av Diff) = R5/R1

ค่าของอินพุทและค่าของอิมพีแดนซ์ = (Zin Diff) = $2 * [R1^2+(1/WC)^2]^{1/2}$

โดยที่ ค่า

C1 = C2 = 10nF

R1 = R4 = R5 = 100kΩ

R2 = 60kΩ

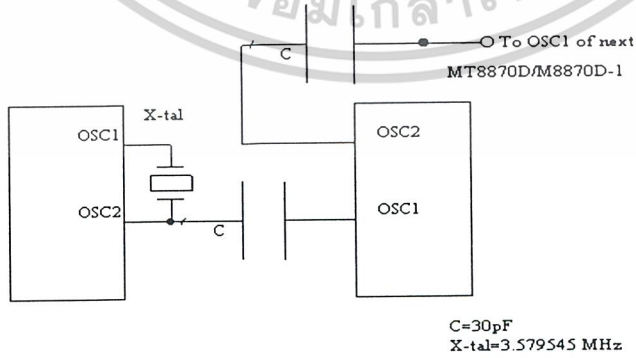
R3 = 37.5kΩ

โดยหาค่า R3 จาก

R3 = (R2*R5)/(R2+R5)

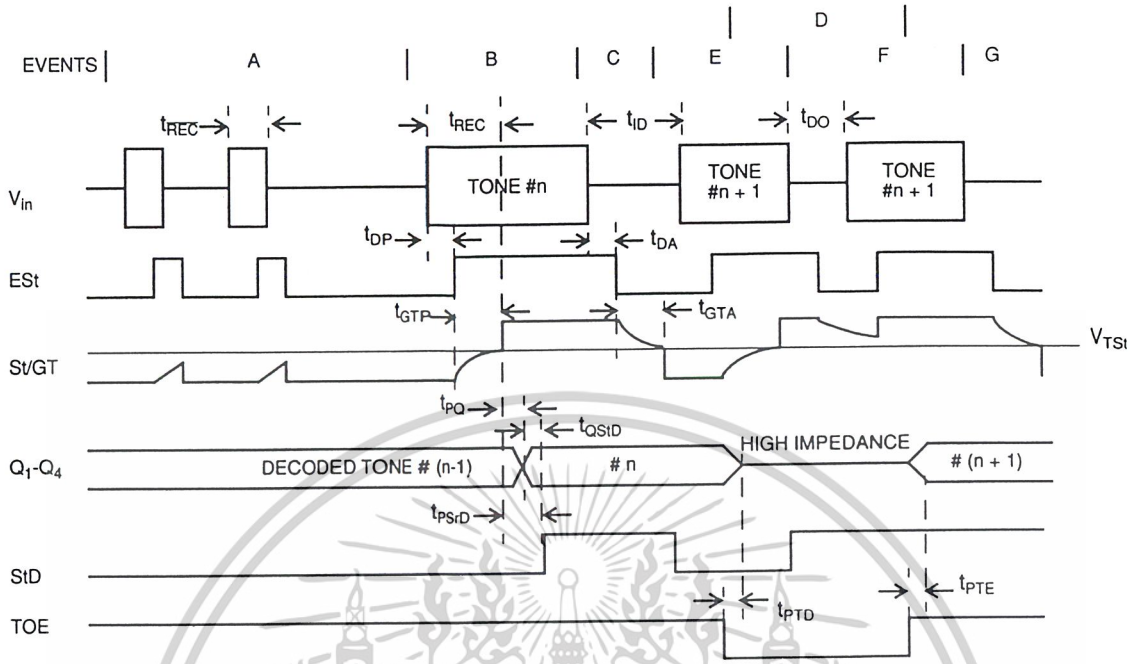
2.3.8 ภาคกำเนิดสัญญาณความถี่ออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

โดยในภาคนี้จะเป็นวงจรกำเนิดความถี่ป้อนให้กับไอซี MT8870 อยู่ตลอดเวลา โดยต่ออุปกรณ์คริสตัลขนาด 3.58 MHz ก็จะสามารถใช้งานได้ทันทีโดยการต่อวงจรกำเนิดความถี่ดังแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วงจร Oscillator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงแผนภูมิเวลาของ MT8870 (Timing Diagram)

2.4 ความถี่ DTMF ไอซีผลิตMC145412

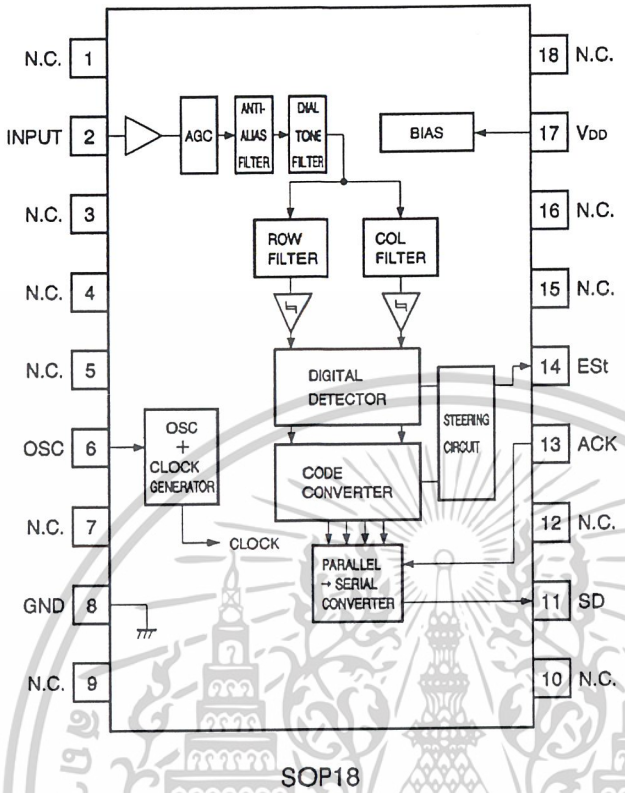
2.4.1 คุณสมบัติของ MC145412

- การส่งเลขหมายจะส่งลักษณะของ DTMF และ PULSE
- สามารถจดจำเลขหมายในหน่วยความจำ
- มีระบบการเรียกซ้ำอัตโนมัติ
- การกดสัญลักษณ์ [*] และ [#] ต้องกดซ้ำสองครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.2 โครงสร้างของ MC145412



รูปที่ 2.11 โครงสร้างภายในของไอซี MC145412

2.4.3 ข้อมูลทั่วไปของ MC145412

- สามารถที่จะทำงานได้ทั้งแบบ Pulse และ Tone โดยการเลือกที่ขา MS
- มีหน่วยความจำ 10 ช่อง แต่ละช่องมี 18 หลัก
- มีการ Redial หมายเลขสุดท้ายที่โทรออก
- เมื่อให้พลังงานแก่ไอซีจะมีการใช้เวลา 64 ms ในการตรวจสอบออสซิลเลเตอร์และแบบของแป้นกด หากขา COL4 มีอิมพีแดนซ์เป็น 1 จะบอกให้รู้ว่าใช้แป้นกดแบบ 3*4 ขา COL4 มีอิมพีแดนซ์เป็น 0 จะเป็นการบอกให้ไอซีรู้ว่าใช้แป้นกดแบบ 4*4

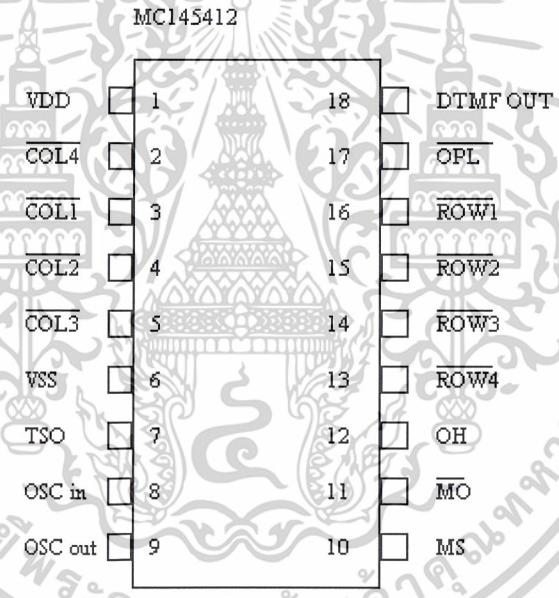
การส่งสัญญาณหมายเลข ออสซิลเลเตอร์จะทำงานหลังจากกดปุ่มแรก 32 ms ภายในเวลา 32 ms นี้จะไม่มีการทำงานของ RAM และวงจรภายในไอซีทั้งหมด หลังจากนั้น ขา MS จะถูกตรวจสอบโหมดการทำงาน (ว่าเป็น 10 pps, 20 pps หรือ DTMF) หลังจากนั้นการกดปุ่มใดๆ ก็จะถูกตรวจสอบและเก็บไว้ใน LNR (Last Number Redial) ตามด้วย Stop Code กระบวนการนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบ 18 หลัก หากมีการใส่หลักที่ 19 ตามไปมันจะไปเขียนทับหลักที่ 1 แล้วตามด้วย Stop Code เมื่อมีการส่งสัญญาณเลขหมาย ไอซีจะส่งข้อมูลที่มาจากหน่วยความจำออกไป จนกระทั่งเจอ Stop Code หรือครบ 18 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
50095

ในระหว่างการส่งสัญญาณ DTMFโดยใช้มือกดแป้น จะมีสัญญาณ DTMF ที่น้อยที่สุดส่งออกมา คือ 60 ms จากนั้นจะส่งออกมาเรื่อยๆ ทีละ 32 ms จนกว่าจะยกมือขึ้นจากแป้น ขา DTMF OUT ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถไปขับทรานซิสเตอร์แบบ PNP ได้ ซึ่งทรานซิสเตอร์นี้สามารถนำไปมอดูเลตแรงดัน Tip กับ Ring ที่ความถี่ DTMF ได้ ถ้าปุ่มแรกที่กดเป็นปุ่ม redial หรือ recall ไอซีก็จะดึงข้อมูลที่ต้องการออกมาจากหน่วยความจำ

ไอซี MC145412 สามารถที่จะต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอกได้ แหล่งจ่ายไฟนี้ใช้สำหรับการเก็บรักษาหน่วยความจำ และการโปรแกรมขณะยังไม่ยกหูโทรศัพท์ หากมีส่วนนี้ในวงจรและทำการกดปุ่มในขณะที่ยังไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ออสซิลเลเตอร์ก็จะเริ่มทำงาน เลขหมายที่ถูกกดจะถูกเก็บไว้ใน LNR เช่น เดียวกันกับการโปรแกรมขณะยกหูโทรศัพท์

2.4.4 รายละเอียด ขา MC145412



รูปที่ 2.12 รายละเอียดขาต่างๆ ของ MC145412

คุณสมบัติของขาต่างๆ ของ MC145412

- Vdd, Vss (ขา 1,6) -Power Supply

ไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกป้อนเข้ามายัง 2 ขานี้ โดยขา 1 จะเป็นค่าบวก มีค่าตั้งแต่ 1.7-5.5 โวลท์ ส่วนขา 6 นิยมต่อกราวด์

- MS (ขา 10) -Mode Select

เป็นขาที่ใช้เลือกโหมดการทำงานของไอซีว่าจะเป็นการส่งสัญญาณแบบไหน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ขาและโหมดการทำงานระหว่างแรงดันที่ ขา MS และโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- OH (ขา 12) -On Hook

ป้อนแรงดัน Vdd หรือปล่อยลอยไว้ เป็นการเลือกการทำงานของไอซีให้อยู่ในโหมด On Hook หากต่อกับ Vss เป็นการเลือกโหมด

- OFF-HOOKTSO (ขา 7) -Tone Signal Output TSO

กำเนิดสัญญาณความถี่ 500 Hz หลังจากที่มีการกดหมายเลข เพื่อให้ทราบว่ามีการกดหมายเลข ยกเว้นเมื่อมีการกำเนิดสัญญาณ DTMF

- DTMF OUT (ขา 18) -Dual Tone Multifrequency Output

เมื่อขา MS ถูกกำหนดแรงดันเป็น Vss ขา DTMF ตามแถวและแนวของ Key Pad ที่ถูกกด ขานี้มีค่าเป็น high impedance ในโหมดพัลส์และการโปรแกรมในขณะนั้น

- ON HOOK OPL (ขา 17) -OUTPULSING

กำเนิดสัญญาณพัลส์ 10 pps เมื่อขา MS ถูกปล่อยลอย หรือกำเนิดสัญญาณพัลส์ 20 pps เมื่อขา MS ถูกป้อนด้วยแรงดัน Vdd มีอัตราการเปิด-ปิดเป็น 60/40 ในโหมด DTMF เอาท์พุทเป็น high impedance ในระหว่างการโปรแกรมขณะ on-hook จะไม่มีเอาท์พุทออกมา

- MO (ขา 11) -Mute Output

ขานี้จะเปลี่ยนสถานะเป็น 0 เมื่อขา OPL ทำงาน หรือระหว่างกดปุ่ม off-hook หรือการหมุนเบอร์โทรศัพท์จากหน่วยความจำในโหมด

- DTMF KEYBOARD INPUTS (ขา 2,3,4,5,13,14,15,16)

การกดปุ่มที่ใช้ได้คือ การที่แถวหนึ่งแถวถูกต่อเข้ากับแนวหนึ่งแนว หรือแถวหนึ่งแถวและแนวหนึ่งแนวถูกต่อเข้ากับกราวด์ การต่อขา 2 เข้ากับ Vdd เป็นการบอกให้ IC รู้ว่ามีการใช้แป้นกดแบบ 3*4 การเลือกแบบของแป้นกดจะถูกเลือกเมื่อป้อนแรงดันให้กับไอซี

- OSC IN, OSC OUT (ขา 8,9)

วงจรกำเนิดความถี่สัญญาณภายในชิปต้องการคริสตัลขนาด 3.579545 MHz เพื่อการอ้างอิงความถี่คริสตัลถูกไบแอสโดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุภายใน

2.4.5 การใช้งาน MC145412

- การส่งหมายเลขโดยการกดแป้นสามารถทำได้โดยการกดเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการได้เลย
- การเก็บหมายเลขได้ในหน่วยความจำทำได้โดยการกดหมายเลขที่ต้องการแล้วตามด้วย [*] และ [A] โดยที่ A คือหมายเลขของช่องหน่วยความจำ
- การส่งหมายเลขจากหน่วยความจำทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [A] โดยที่ A คือ หมายเลขของช่องหน่วยความจำ
- การส่งหมายเลขสุดท้ายที่โทรออกจากหน่วยความจำทำได้โดยการกด [*] แล้วตามด้วย [O]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเปลี่ยนระบบการส่งจากพัลส์เป็นโทนหรือโทนเป็นพัลส์ในระหว่างการส่งสัญญาณออกไป สามารถกดปุ่ม MS เพื่อที่จะเปลี่ยนระบบการส่งได้เลยหากแต่ว่าเลขหมายหลังจากเปลี่ยนระบบการส่งจะไม่สามารถเข้าไปเก็บใน LNR
- การส่งสัญญาณ * และ # (สามารถทำได้เฉพาะในการทำงานแบบโทนเท่านั้น) สามารถทำได้โดยการกดปุ่มที่ต้องการส่งซ้ำ 2 ครั้ง เช่น [*][*] หรือ [#][#]
- การเรียกซ้ำอัตโนมัติ การโทรออกจากหน่วยความจำ ไม่ว่าจะเป็นการโทรจากช่องเก็บหมายเลขไว้ หรือ การโทรจากเลขหมายสุดท้ายที่โทรออก จะเป็นการเรียกซ้ำอัตโนมัติ คือ เป็นการเรียกซ้ำต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะมีคนรับสาย เพื่อใช้ในกรณีต้องการติดต่อให้เร็วที่สุด แต่คู่สายยังไม่ว่างและว่าง แต่ถ้าไม่ต้องการที่จะให้เครื่องเรียกซ้ำอัตโนมัติ ก็สามารถทำได้ด้วยการวาง hand set เข้าที่เดิม

2.5 ไอซีตอบรับและบันทึกเสียง ISD25120

2.5.1 คุณสมบัติของ ISD25120

- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
- ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้
- มีประสิทธิภาพในการบันทึก และเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับด้วยสวิตซ์หรือควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- ระยะเวลาในการบันทึกและเล่นกลับได้ 120วินาที
- ต่อคาสเคดกันได้โดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำได้นานถึง 100 ปี ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน จนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพงก็ถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียวในโหมดการบันทึกจะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลล์แบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย (nonvolatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปแบบของสัญญาณอนาลอกจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยจัดเก็บความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำก็จะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาลอกอยู่เช่นเดิม จึงทำให้การเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนกับต้นกำเนิดเสียงมาก เพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง

สัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ทั้งหมดนี้เป็นข้อแตกต่าง ISD25120 ที่ไม่เหมือนกับ ISD 12xx/14xx นอกจากนั้นอัตราการทำงานของไอซีในตระกูล ISD25xxx ก็แตกต่างกันดังจะแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ที่ตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD25xxx

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก	การสุ่มสัญญาณทางอินพุท	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน
ISD2545	45 วินาที	10.6 kHz	4.5 kHz	13565.3 kHz
ISD2560	60 วินาที	8.0 kHz	3.4 kHz	1024 kHz
ISD2575	75 วินาที	6.4 kHz	2.7 kHz	819.2 kHz
ISD2590	90 วินาที	5.33 kHz	2.3 kHz	682.7 kHz

2.5.2 การทำงานเบื้องต้นและรายละเอียดขาของไอซี ISD25120

การทำงานเบื้องต้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้กันเสียก่อน เพราะหากกล่าวถึงการทำงานธรรมดาก็คือ การทำงานของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำเอาไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย (ไอซีไม่เสียหายก่อนจะใช้งานได้)

- Address/Mode Inputs (A0-A9/M0-M9) ขา 1-10

ขาแอดเดรสและโหมดอินพุทจะมีอยู่สองฟังก์ชั่นที่ขึ้นอยู่กับระดับของสอง MSB ของแอดเดรส ถ้าแอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งของสอง MSBs เป็น “0” อินพุทก็จะปรากฏที่แอดเดรสบิททั้งหมดและใช้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึกและเล่นกลับ และขาแอดเดรสจะเกิดการแลตช์ โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น “1” ขาแอดเดรส/โหมดอินพุทจะมาขึ้นอยู่กับโหมดบิททั้งหมดและเกิดการแลตช์เมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา CE

- Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11

จะเป็นขารับอินพุทจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาท์พุทของวงจรขยายภายในและขับออกสู่ขาเอาท์พุทลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น “1” วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่บันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมดสิ้นแล้วมีการต่อคาสเคด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2590 กันหลายๆ ตัว ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาท์พุทลำโพงของตัวก่อนหน้านี้หรือจากตัวอันดับแรก

- Ground Inputs (Vssa,Vssd) ขา 12 และ ขา 13

โดยในไอซี ISD25120 จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณอนาลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอล ขากราวด์ทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ทั้งสองนี้จะเลือกต่อกับกราวด์ของเพาเวอร์ซัพพลายในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันที่แตกต่างกันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

- Speaker Output (SP+,SP-) ขา 14 และ ขา 15

เป็นขาเอาท์พุทต่อออกลำโพง ในไอซี ISD25120 นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาท์พุทได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่โหลดลำโพง 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาท์พุททั้งสองนี้จะไม่ต่อขนานกันโดยตรงเด็ดขาดเมื่อต้องถูกใช้ต่อคาสเคดกันหลายๆ ตัว และไม่เหมาะในการต่อลำโพงขนานกันทางเอาท์พุทหลายตัว โดยเฉพาะในบางครั้งขาเอาท์พุทลำโพงสามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุคัปปลิ้งอยู่ภายในเรียบร้อย

- Voltage Inputs (Vcca,Vccd) ขา 16 และ ขา 28

เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรอนาลอกและวงจรดิจิตอล ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์ และต้องเป็นแรงดันไฟเลี้ยงที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

- Microphone Input (MIC) ขา 17

จะรับสัญญาณอินพุทที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟนแล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราการขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง –15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 นี้ค่าความจุของตัวเก็บประจุคัปปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซีเพื่อทำให้เกิดการคัตออฟที่ความถี่ต่ำ

- Microphone Reference Input (MIC REF) ขา18

จะต่อขา 18 นี้เข้ากับกราวด์อนาลอก (Vssa) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุทขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า 10 เดซิเบล

- Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19

เป็นขาอินพุทเพื่อควบคุมการปรับอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุทจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุดที่ขา AGC นี้ จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกหนึ่งตัวผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงกราวด์อนาลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ค่าความต้านทาน 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

- Analog Input (ANA IN) ขา 20

จะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรปรีแอมป์ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอก คัปปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปทำการบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุคัปปลิ้งภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กันกับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำแบบคัตออฟ

- Analog Output (ANA OUT) ขา 21

เป็นขาเอาท์พุทของวงจรปรีแอมป์ขยายสัญญาณจากไมโครโฟนที่ได้รับการควบคุมอัตราการขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

- Overflow Output (OVF) ขา 22

สัญญาณพัลส์ “0” จะปรากฏออกมาทางขาเอาท์พุทนี้เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับหรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นสภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาท์พุทจากขา OVF นี้จะจ่ายให้กับขา CE อินพุทจนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์เพื่อทำการรีเซท และเริ่มวงรอบการเล่นกลับใหม่อีกครั้ง พัลส์ที่ขา OVF นี้ สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD2590 ในตัวถัดไปได้ เมื่อถูกต่อคาสเคดกันอยู่หลายตัว

- Chip Enable Input (CE) ขา 23

ขา CE จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ “0” เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาแอดเดรสอินพุทและขา P/R อินพุทจะถูกแลดช์จากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

- Power Down Input (PD) ขา 24

ในขณะที่ไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น “1” ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมากๆ แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น “0” ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลง ปรากฏขึ้นที่ขา PD ปกติจะเป็น “1” อยู่ในขณะนั้นก็จะถูกรีเซทและจะเริ่มกระบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

- End of Message/RUN Output (EOM) ขา 25

เป็นส่วนของอุปกรณ์ nonvolatile ภายในตัวไอซีที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกขา EOM นี้จะให้เอาท์พุทออกมาเป็น “0” เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมดแล้ว

- External Clock Input (XCLK) ขา 26

เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าความถี่สัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาการสุ่มสัญญาณถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับอุณหภูมิภายนอกหรือย่านแรงดันไฟเลี้ยงที่ไม่คงที่ การใช้งานปกติแล้วจะต่อขา 25 นี้เข้ากับกราวด์ของไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Playback/Record Input (P/R) ขา 27

เมื่อขาอินพุทควบคุมการเล่นกลับและบันทึกได้รับพัลส์ “1” จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ “0” จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของขา CE จะเป็นการแลตช์อินพุทที่ขา P/R

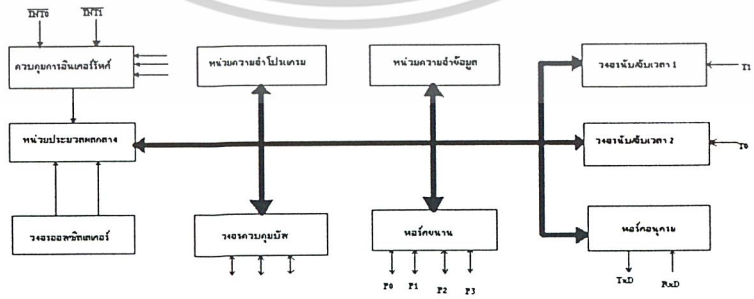
เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แต่ภายในตัวไอซีเพียงอย่างเดียว มีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมด้วยน้อยมากก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีในตระกูลนี้ไปใช้งาน

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีอุปกรณ์สนับสนุนประกอบอยู่ภายใน ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งทำให้การใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกมาเพิ่มเติมมากเหมือนกับ ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปนอกจากนี้ หากต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ 8255 หรือหน่วยความจำภายนอก เป็นต้น

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจำนวน 128 ไบต์
- หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมขนาด 4 กิโลไบต์
- อุปกรณ์ควบคุมการขัดจังหวะ (Interrupt)
- ตัวตั้งเวลาและตัวนับขนาด 16 บิต 2 ชุด
- พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมดูเพลกซ์เต็มซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้พร้อมกัน
- พอร์ตขนานสำหรับติดต่ออุปกรณ์ภายนอกได้ 4 พอร์ตๆละ 8 บิต
- วงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายใน



รูปที่ 2.13 โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยว ไม่ต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกสามารถทำงานได้ มีความสะดวกในการใช้งาน และเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิกได้ โดยไม่ต้องศึกษาการทำงานของวงจรเหมือนกับภาษาแอสเซมบลี นอกจากนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือมีอินพุทและเอาท์พุทภายในตัวเอง พอร์ตของอินพุทและการเชื่อมต่อเอาท์พุทจากบัฟเฟอร์และสายควบคุมอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับตำแหน่งที่อยู่และชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษและเพื่อจัดการข้อมูลด้วยวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย ปกติวงจรนับจะสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือ วงจรตั้งเวลา/วงจรนับ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง 8 บิตที่ควบคุมได้ง่าย
- เพิ่มการทำงานลอจิกครั้งละ 1 บิตได้
- สายอินพุทและเอาท์พุทมีจำนวน 32 เส้นใช้เลือกตำแหน่งแยกต่างหากจากกันได้
- มีแรมบรรจุไว้ภายในขนาด 128 ไบต์หรือ 256 ไบต์
- วงจรตั้งเวลา/วงจรนับมีขนาด 2, 3 หรือ 16 บิต
- กำหนดรับส่งข้อมูลอนุกรมได้สองทิศทาง (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter ; UART)
- การขัดจังหวะแบ่งออกเป็น 2 ระดับจาก 5 หรือ 6 แหล่ง
- มีสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัว
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน 4 หรือ 8 กิโลไบต์ (หน่วยความจำแบบอีอีพรอม เบอร์ 8751 และเบอร์ 8752)
- มีตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์
- คำสั่งมีทั้งหมด 111 คำสั่ง (64 รอบ)
- ทำงานด้วยเลขฐานสิบและเลขฐานสิบหก
- ตัวแปลภาษาเบสิกมีขนาด 8 กิโลไบต์ (8052–AH–BASIC)
- ควบคุมหน่วยความจำอีอีพรอมภายในตัวด้วยภาษาเบสิก (8052–AH–BASIC)

โดยไม่ต้องส่งให้โรงงานโปรแกรมให้ เพราะสามารถจะเขียนและทดสอบโปรแกรมด้วยหน่วยความจุภายนอกแทน ไม่มีรอมภายใน

2.6.1 ภายในหน่วยความจำ

ถ้าต้องการป้องกันการอ่านจากภายนอก ก็สามารถเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 และไมโครคอนโทรลเลอร์ 8752 มีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมภายในที่จัดค่าเวลาการอ่านข้อมูล เพื่อกันการลอกเลียนแบบโปรแกรม โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 หน่วยความจำนี้สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรกมีความจุต่ำกว่า 4 หรือ 6 กิโลไบต์บรรจุอยู่ในรอมซึ่งส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 ที่ไม่มีรอมภายในและอาจใช้หน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็นรอม,แรมหรืออีพรอม ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล จะใช้เป็นที่เก็บตัวแปร การคำนวณหาผลลัพธ์ได้ทันที การจัดการกับข้อมูลที่มีขนาด 16 บิต หรือ คำ ตารางที่ใช้ค้นหาค่าต่างๆและหน้าที่อื่นที่คล้ายกัน หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลโดยใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 640 กิโลไบต์ ซึ่งเลือกใช้รอมหรือแรมก็ได้และยังมีรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของแรมได้ 128 หรือ 256 กิโลไบต์

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	หน่วยความจำโปรแกรมภายใน	ตัวจับเวลา/ตัวนับ	การขัดจังหวะการทำงาน
8052AH	ROM 8 กิโลไบต์	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6
8051	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8051	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8032AH	-	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6
8031AH	-	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8031	-	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8751H	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 128 ไบต์	2/16 บิต	5
8752H	ROM 4 กิโลไบต์	RAM 256 ไบต์	3/16 บิต	6

ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 มีดังนี้

Internal = หน่วยความจำภายใน

External = หน่วยความจำภายนอก

Program Counter = วงจรนับลำดับโปรแกรม

Program Memory = หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม

Internal Data Ram = แรมภายในที่เก็บข้อมูล

Special Function Register = รีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ

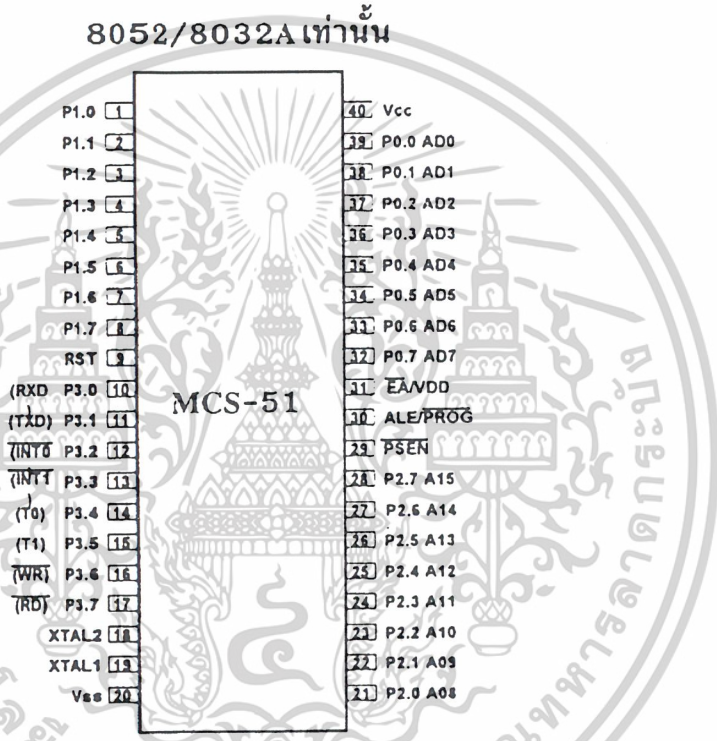
Internal Data Memory = หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูล

External Data Memory = หน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 รีจิสเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะมีรีจิสเตอร์ซึ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆ และมีแอคคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ B ซึ่งใช้ในการคูณและหาร รีจิสเตอร์สถานะ เป็นตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล 2*8 บิตและ 1*16 บิต พอร์ตหมายเลขศูนย์ถึงพอร์ตหมายเลขสามและมีรีจิสเตอร์เป็นตัวชี้ข้อมูล ซึ่งใช้ส่งและรับขอมูลบบอนุกรม มีรีจิสเตอร์ 16 บิต ที่เป็นวงจรตั้งเวลา
และวงจรนับรีจิสเตอร์ซึ่งจะจองไว้สำหรับใช้สำหรับตัวที่ 3 เป็นรีจิสเตอร์คำสั่งสำหรับหน้าที่พิเศษ เช่น การขัดจังหวะ Read Time Clocกิโลไบต์: RTC เป็นต้น และอินพุท, เอาท์พุทแบบอนุกรม



รูปที่ 2.14 การจัดวางขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

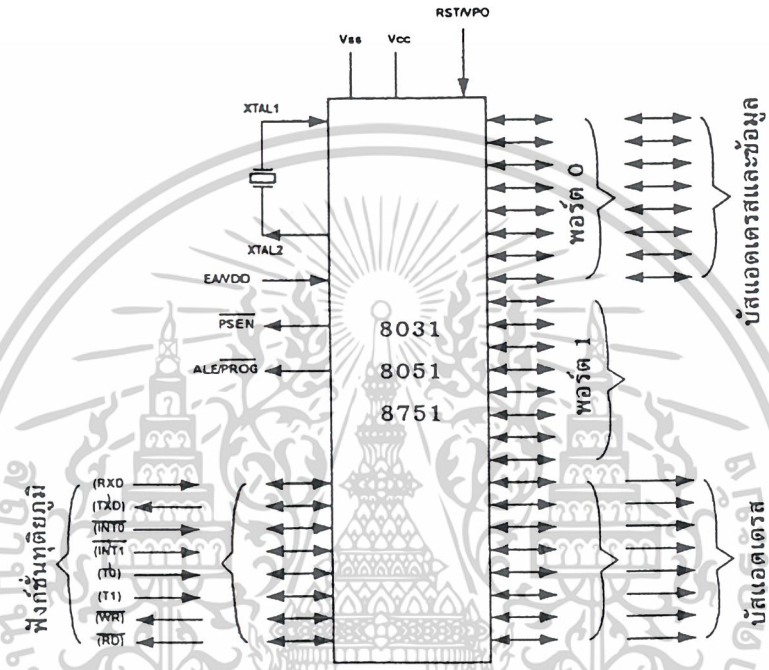
2.6.3 ความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 เทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 6502 และไมโครโปรเซสเซอร์ Z80

คำสั่งทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 จะทำงานด้วยรอบคำสั่งเดียวกับภาษาเครื่อง คือภายในระยะเวลาของสัญญาณนาฬิกา 12 ลูก และเมื่อใช้ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้นแล้วหนึ่งรอบคำสั่งของภาษาเครื่องจะเท่ากับ 1 ไมโครวินาที ซึ่งความเร็วในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51 เท่ากับไอซี 6502 หน่วยประมวลผลกลางซึ่งใช้ความถี่ 2 เมกะเฮิรตซ์ หรือจะเท่ากับไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 มีหน่วยประมวลผลกลางที่จะใช้ความถี่ 8 บิต ต่อหนึ่งครั้ง เพื่อให้ความสะดวกในการเขียนโปรแกรมโดยไม่ต้องลำบากในการปิดกั้น (Mask) บิตที่ไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 สายต่างๆ ของบัสและพอร์ต

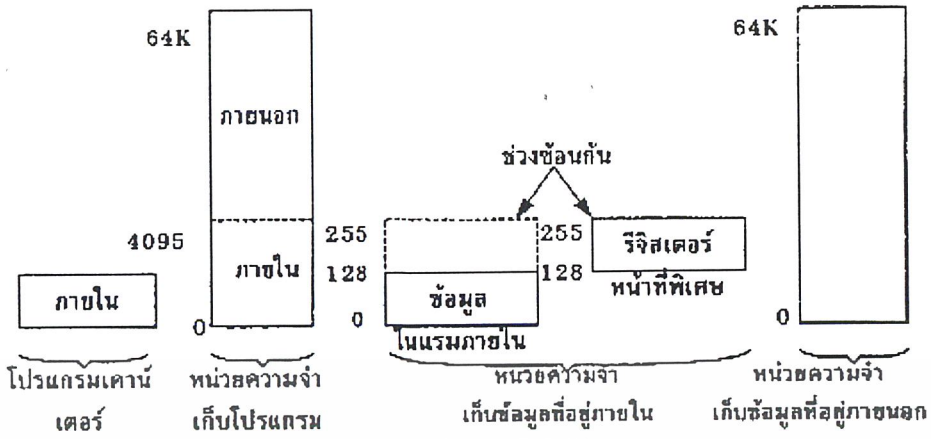
โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MCS–51 โดยให้มีบัสสองทิศทาง 4 เส้น และพอร์ตขนาด 8 บิตตามทฤษฎี แต่ที่จริงแล้วนั้นจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีการใช้หน่วยความจำ และภายในตัวรอมหรือแรม เมื่อไม่ใช้หน่วยความจำภายใน พอร์ต 0 และ 2 ใช้เป็นบัสของข้อมูลและตำแหน่ง ดังนั้นพอร์ต 2 พอร์ต ใช้งานเป็นอินพุทและเอาท์พุท ซึ่งพอร์ต 2 เป็นสายสัญญาณ



รูปที่ 2.15 ตำแหน่ง A15...A8 ส่วนพอร์ต 0 ทำหน้าที่เป็นสายสัญญาณตำแหน่ง A7...A0 ออกจากบิตข้อมูล D7...D0

เอาท์พุทของขา RD และ WR มาจากสายสัญญาณเอาท์พุทของพอร์ต P3 โดยโปรแกรมภายในใช้สัญญาณ RD และ WR เพื่อการเขียนข้อมูลและอ่านข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก และจะไม่ทำงานเมื่อมีภาษาเครื่องเก็บอยู่ในหน่วยความจำภายในและถ้าหากขา PSEN เป็นขารับสัญญาณสำหรับเปิดให้มีการอ่านหน่วยความจำภายนอก ถ้าสังเกตทุกๆรอบคำสั่งระหว่างการทำงานด้วยโปรแกรมในรอมหรือหน่วยความจำแบบอีอีพรอม สัญญาณ PSEN ทำงานถึงสองครั้งเหมือนสัญญาณ ALE เพราะว่ามีการอ่านข้อมูลจำนวน 2 ไบต์ และในแต่ละรอบคำสั่งขา PSEN นี้ ซึ่งจะไม่ทำงานเมื่อมีภาษาเครื่องเก็บอยู่ในหน่วยความจำภายใน ถ้าหน่วยความจำภายนอกไม่มีข้อมูลบรรจุอยู่ขา PSEN ก็จะไม่ทำงานเช่นกัน และส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052AH จะไม่ใช้สัญญาณขา PSEN เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 โครงสร้างภายในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS–51

ขา EA เป็นขาอินพุทที่จะใช้ร่วมกับตำแหน่งสัญญาณภายนอก โดยจะมีค่าเป็นลอจิก “0” และเมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ทำการอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ซึ่งโดยปกติแล้วนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านหน่วยความจำภายในน้อยกว่าอ่านจากหน่วยความจำภายนอก ขา EA ยังเป็นขาอินพุทสำหรับป้อนแรงดันไฟฟ้า 21 โวลต์ เพื่อจะเขียนโปรแกรมให้กับหน่วยวามจำแบบอีอีพรอม และสำหรับกรณีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8751 หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ 8752

2.6.5 วงจรนับ/วงจรตั้งเวลา

จากตารางที่ 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8052 มีวงจรนับและเป็นวงจรตั้งเวลาชนิด 16 บิต มากกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 อยู่หนึ่งตัว ในการทำงานของวงจรนับและวงจรตั้งเวลาเป็นดังนี้เมื่อทำงานเป็นวงจรตั้งเวลา

รีจิสเตอร์วงจรนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งเมื่อมีสัญญาณป้อนให้ทางอินพุท T0, T1 หรือ T2 มีเฉพาะไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052 เป็นขอบสัญญาณขาลง อัตราการนับสัญญาณสูงสุดคือ 1/24 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรนับและวงจรตั้งเวลา 0 และ 1 มีวิธีโปรแกรมให้ทำงานได้ต่างกันถึง 4 แบบ ซึ่งรวมทั้งการทำงานเป็น 8 บิต หรือ 16 บิต และการบรรจุค่าพรีเซตหนึ่งค่าได้เองอย่างอัตโนมัติ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 1 ซึ่งเลือกโปรแกรมให้ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณของอัตราการส่งบิตออกไปยังพอร์ตอนุกรม สำหรับใช้เชื่อมต่อ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 2 เฉพาะไมโครคอนโทรลเลอร์ 8052 เท่านั้นและมีการทำงานย่อยๆ อีก 3 ชนิด ดังนี้

1. วงจรนับ 16 บิตที่สามารถโหลดค่ากลับคืนเองอย่างอัตโนมัติ
2. วงจรนับที่จองไว้ชนิด 16 บิต
3. วงจรกำเนิดสัญญาณของการส่งบิต เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 พอร์ตชนิดอนุกรมอยู่ภายใน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งหมดในตระกูล MCS-51 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลชนิดสองทาง ทำให้รับและส่งข้อมูลพร้อมกัน ตัวรับส่งข้อมูลชนิดอะซิงโครนัส (Asynchronous Receiver) มีบัฟเฟอร์สำหรับข้อมูลเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความเร็วในการสื่อสารพอร์ตชนิดอนุกรมนั้นสามารถเลือกโปรแกรม เพื่อเลือกใช้การทำงานแบบใดแบบหนึ่งใน 4 แบบด้วยการใช้โปรแกรมควบคุมอัตราการส่งข้อมูลและรูปแบบข้อมูล อัตราการส่งข้อมูลที่เลือกใช้ได้สูงถึง 19,200 บิต/วินาที ด้วยความเร็วของสัญญาณนาฬิกา 1 เมกะเฮิรตซ์ สำหรับใช้ในระบบเครือข่าย (Networks) และระบบการสื่อสารของไมโครคอนโทรลเลอร์ หลายตัวร่วมกันจะเลือกความเร็วของสัญญาณนาฬิกาด้วยวงจรนับและวงจรตั้งเวลา

2.6.7 การขัดจังหวะและชุดคำสั่ง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 รับการขัดจังหวะได้ 5 แหล่ง ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ 5052 รับการขัดจังหวะจากอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ถึง 6 แหล่ง คือ ขา INT0 และขา INT1 ซึ่งกำหนดให้ใช้ระดับพัลส์หรือขอบขาพัลส์ก็ได้ วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 0 และ 1 ซึ่งสำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะเพิ่มวงจรตั้งเวลาหรือ วงจรนับตัวที่ 2 และตัวสุดท้ายจากพอร์ตอนุกรมสามารถกำหนดลำดับความสำคัญของการขัดจังหวะได้ 2 ระดับไม่ต้องอาศัยวงจรภายนอกเข้ามาช่วยแต่ละแหล่ง การขัดจังหวะ 5 หรือ 6 แหล่งนั้นสามารถกำหนดให้เป็นเวคเตอร์เฉพาะ ตัวชี้ตำแหน่ง ดังนั้นเมื่อมีการขัดจังหวะเข้ามาตัวไมโครโปรเซสเซอร์จะกระโดดไปที่ส่วนของโปรแกรมที่ทำงานตามวัตถุประสงค์ของการขัดจังหวะนั้น และหลังจากเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของโปรแกรมการนับลงในสแตก

2.7 การประยุกต์ใช้งาน ไอซี ISD 25120

การประยุกต์ใช้งานไอซี ISD25120 นี้ง่ายมากดังการทำงานของแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายมาแล้ว จากวงจรที่มีความเรียบง่ายและอุปกรณ์ต่อร่วมที่น้อยมาก สังเกตวงจรนับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อได้โดยตรงกับไอซีเลย ไมโครโฟนนั้นหากใช้แบบไดนามิกไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับ อินพุทไมโครโฟนหรือไอซีได้โดยตรง หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะต้องมีการไบอัสค่าแรงดันให้กับไมโครโฟนอย่างเหมาะสม

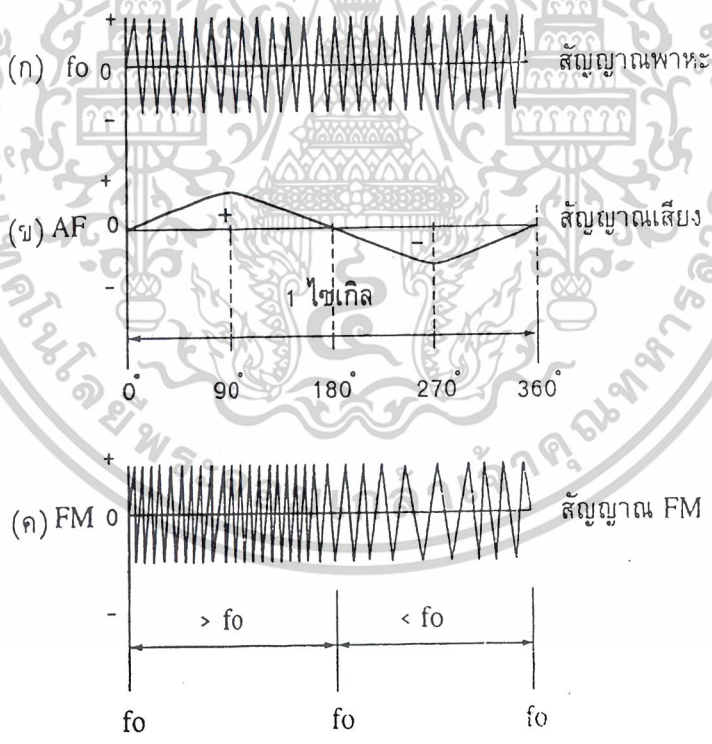
การประยุกต์ใช้งานไอซีนอกเหนือจากนั้นคือ การประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม และการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถที่จะทำให้ ISD25120 ทำการบันทึกและเล่นกลับได้ในหลากหลายของฟังก์ชัน การทำงานขึ้นอยู่กับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การมอดูเลชันแบบ FM

การผสมคลื่นแบบ FM (FM : frequency modulation) หมายถึงการนำเอาสัญญาณความถี่ข้อมูลเข้าไปผสมหรือมอดูเลตกับสัญญาณความถี่พาหะ เมื่อทำการผสมแล้วอิทธิพลจากแอมพลิจูดของคลื่นข้อมูลจะทำให้ความถี่วิทยุซึ่งเป็นพาหะนั้นเบี่ยงเบนเปลี่ยนไปจากความถี่เดิม เมื่อเรากำเนิดความถี่พาหะขึ้นมาจะเรียกว่าความถี่กึ่งกลาง (center frequency) การเอาสัญญาณความถี่เสียงที่เป็นไซน์เข้าไปผสมนั้นเมื่อแมพลิจูดสัญญาณข้อมูลมีขนาดเพิ่มขึ้นทางบวกจะทำให้คลื่นพาหะค่อยๆ เพิ่มความถี่สูงขึ้นกว่าความถี่กึ่งกลาง แต่ถ้าแอมพลิจูดของสัญญาณข้อมูลมีขนาดลดลงคลื่นพาหะจะค่อยๆ ลดความถี่ต่ำลงจนกระทั่งสัญญาณข้อมูลลดลงเป็นศูนย์ ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะมีค่าเท่ากับความถี่กึ่งกลาง

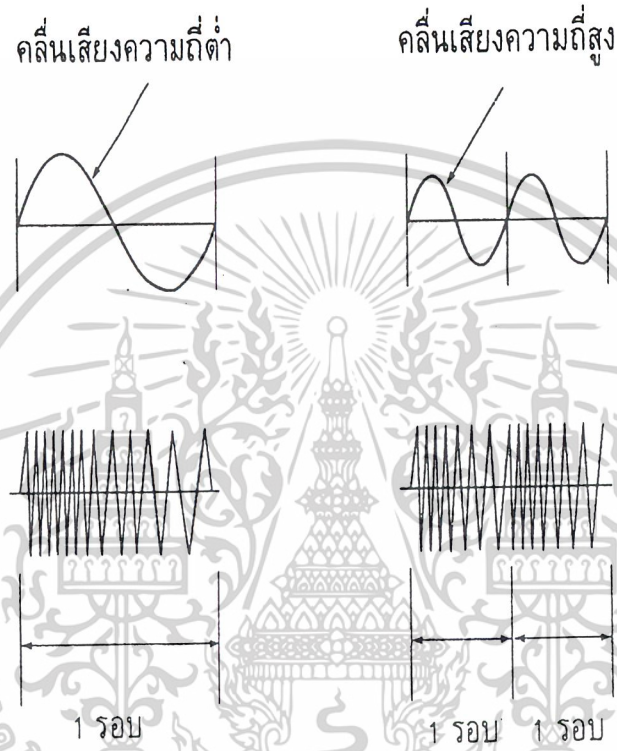
ในทำนองเดียวกันเมื่อสัญญาณข้อมูลผ่านระดับศูนย์เริ่มเข้าสู่ช่วงลบ คลื่นพาหะก็จะค่อยๆ ลดความถี่ลง เมื่อสัญญาณข้อมูลมีแอมพลิจูดเป็นลบสูงสุดแล้วก็จะค่อยๆ ลดลงวิ่งเข้าหาระดับศูนย์ (เพิ่มขึ้นทางบวก) ความถี่ของคลื่นพาหะก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนเท่ากับความถี่กึ่งกลางอีกครั้ง จึงเห็นได้ว่าความถี่ของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงเบี่ยงเบน (deviation) สูงขึ้นหรือต่ำลงครบรอบเท่ากับคลื่นข้อมูล 1 ไซเกิลพอดี



รูปที่ 2.17 การผสมคลื่นแบบ FM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

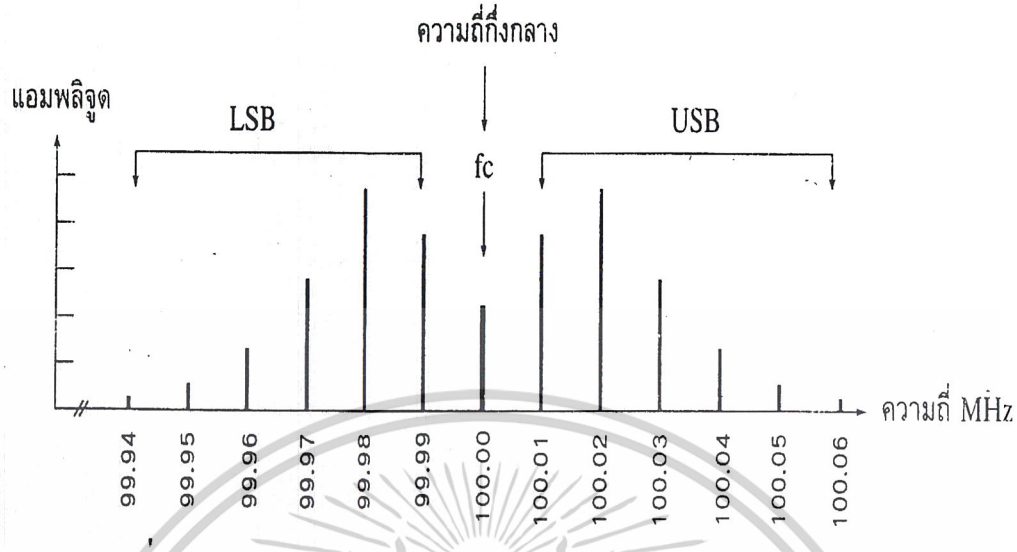
สัญญาณข้อมูลความถี่ต่ำจะมีอัตราการครบรอบไซเกิบของคลื่นช้า เมื่อเข้าไปผสมแบบ FM แล้วจะทำให้อัตราการเบี่ยงเบนของความถี่ครบรอบต่ำ และถ้าสัญญาณข้อมูลความถี่สูงจะมีการครบรอบไซเกิลเร็ว เมื่อเข้าไปผสมแบบ FM แล้วอัตราการเบี่ยงเบนของคลื่น FM ก็จะสูงตามด้วย ดังนั้นอัตราการเบี่ยงเบนของคลื่นพาหะใน FM จึงขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นที่นำมาผสม ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 อัตราการเบี่ยงเบนในคลื่น FM

การผสมคลื่นในระบบ FM จะมีไซด์แบนด์เกิดขึ้นหลายคู่ ส่วนจะมีกี่คู่นั้นขึ้นอยู่กับดัชนีการอดูเลต โดยไซด์แบนด์คู่ที่ 1 มีความถี่เท่ากับ $fc \pm fm$ ไซด์แบนด์คู่ที่ 2 มีความถี่เท่ากับ $fc \pm 2fm$ ไซด์แบนด์คู่ที่ 3 มีความถี่เท่ากับ $fc \pm 3fm$ ... เป็นต้น จำนวนไซด์แบนด์ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนมากจนถือว่าเป็นอนันต์ ไซด์แบนด์ที่มีความสำคัญจะอยู่ในคู่ลำดับที่ใกล้ๆ กับความถี่กลางของพาหะ สัญญาณไซด์แบนด์ที่อยู่ห่างจากความถี่กลางมากๆ จะมีขนาดและกำลังเพียงเล็กน้อยจนสามารถจะละเลยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ความถี่ไซด์แบนด์ของสัญญาณ FM 100 MHz ผสมกับความถี่ 10 kHz

ตัวอย่างการเกิดไซด์แบนด์ในสัญญาณ FM เช่น ถ้านำเอาสัญญาณข้อมูลความถี่ 10 kHz เข้าผสมกับพาหะความถี่ 100 MHz ดังแสดงในรูปที่ 2.18 จะเกิดไซด์แบนด์คู่ที่ 1 คือ USB = 100.1 MHz และ LSB = 99.99 MHz ไซด์แบนด์คู่ที่ 2 คือ คือ USB = 100.2 MHz และ LSB = 99.98 MHz ไซด์แบนด์คู่ที่ 2 คือ คือ USB = 100.3 MHz และ LSB = 99.97 MHz ไซด์แบนด์จะเกิดทั้งด้าน USB และLSB ไปเรื่อยๆ ถ้าจะกล่าวโดยสรุปถึงการเกิดไซด์แบนด์ของสัญญาณ FM ก็คือ ความถี่ผลบวกและผลลบของความถี่พาหะกับความถี่ฮาร์มอนิกเลขคู่ และฮาร์มอนิกเลขคี่ของคลื่นข้อมูลข่าวสารที่เข้าผสมนั่นเอง ความถี่ไซด์แบนด์ของ FM จะเกิดขึ้นกว้างขวางมาก คลื่น FM ชนิดนี้จึงถูกเรียกว่า FM แบนด์กว้าง (wide band FM)

การผสมคลื่นระบบ FM โดยกำลังของคลื่นพาหะจะกระจายเข้าไปอยู่ในไซด์แบนด์ ซึ่งขนาดแอมพลิจูดของคลื่นพาหะและแอมพลิจูดของไซด์แบนด์ดูได้จากตารางที่ 1.1 เมื่อคลื่นพาหะไม่ถูกผสมดัชนีการมอดูเลตเป็น 0 กำลังทั้งหมดจะอยู่ที่คลื่นพาหะ แอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะมีค่าเป็น 1 ไม่มีไซด์แบนด์เกิดขึ้นเลย แต่ถ้าดัชนีการมอดูเลตมีค่าเป็น 2 แอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะลดลงเหลือเพียง 0.224 เกิดไซด์แบนด์ขึ้น 4 คู่ คู่ที่ 1 มีแอมพลิจูด 0.577 คู่ที่ 2 มีแอมพลิจูด 0.353 คู่ที่ 3 มีแอมพลิจูด 0.129 และคู่ที่ 4 มีแอมพลิจูด 0.324 เป็นต้น ต่อไปให้พิจารณาดูดัชนีการมอดูเลตที่มีค่าเป็น 3 จะเห็นไซด์แบนด์เกิดขึ้นถึง 6 คู่ ส่วนดัชนีการมอดูเลตที่มีค่าเป็น 5 จะเห็นไซด์แบนด์เกิดขึ้นกระจายออกมากขึ้นถึง 8 คู่ โดยมีขนาดแอมพลิจูดต่างๆ กัน และถ้าสังเกตต่อไปอีกตรงขนาดแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเห็นว่า เมื่อดัชนีการมอดูเลตมีค่าสูงขึ้นแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะลดลงจนถึง 0 และบางจุดจะมีค่าลบ ขณะเดียวกันจะเกิดจำนวนคู่ของไซด์แบนด์มากขึ้นด้วยขนาดแอมพลิจูดต่างๆ กัน นั่นก็คือกำลังงานในคลื่นพาหะจะกระจายเข้าไปอยู่ในไซด์แบนด์รอบๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงดัชนีการมอดูเลต FM สัมพันธ์กับแอมพลิจูดของพาหะและไซด์แบนด์

ดัชนีการมอดูเลต	ขนาดของพาหะ	ขนาดของไซด์แบนด์คู่ที่								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000									
0.01	0.999	0.005								
0.02	0.999	0.010								
0.05	0.999	0.025								
0.1	0.998	0.050								
0.2	0.990	0.100								
0.5	0.938	0.242	0.310							
1.0	0.765	0.440	0.115	0.003						
2.0	0.224	0.577	0.353	0.129	0.034					
3.0	-0.260	0.339	0.486	0.309	0.132	0.043	0.012			
4.0	-0.397	-	0.364	0.430	0.281	0.132	0.049	0.015		
5.0	-0.178	0.066	0.047	0.365	0.391	0.261	0.131	0.053	0.018	
6.0	0.151	-	-	0.115	0.350	0.362	0.246	0.130	0.057	0.021
		0.223	0.243							
		-								
		0.277								

ที่มา : ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์. เครื่องส่งวิทยุและโทรทัศน์. กรุงเทพมหานคร:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, (มปท.) หน้า 46

เนื่องจากการผสมสัญญาณแบบ FM นั้นมีความถี่แถบข้างเกิดขึ้นเป็นแถบกว้าง การนำไปใช้ทางปฏิบัติจะเกิดรบกวนกันถ้าหากสถานีส่งมีความถี่ใกล้กัน จึงต้องกำหนดมาตรฐานสำหรับสถานีวิทยุ FM ขึ้นว่าให้มีแถบข้างปลายบน USB สูงสุด 75 kHz และแถบข้างปลายล่าง LBS 75 kHz นั่นคือขอบเขตการเบี่ยงเบนจากความถี่กึ่งกลางของสถานียอมให้มีค่าบวกลบ 75 kHz ความกว้างของแต่ละสถานีที่ใช้มอดูเลตจึงมีค่า 150 kHz (0.15 MHz) และเพื่อไม่ให้สถานีที่มีความถี่ใกล้กันรบกวนกันจึงต้องกำหนดแถบกันชนไว้ข้างละ 25 kHz ดังนั้นสถานีวิทยุ FM 1 สถานี ต้องใช้แถบความถี่ 200 kHz (0.2MHz) ที่กล่าวมานี้เป็นมาตรฐานของสัญญาณ FM ที่กระจายเพื่อส่งข่าวสาร การศึกษา และธุรกิจบันเทิงในย่านความถี่ 88 - 108 MHz ยังมีสัญญาณ FM ที่ใช้ในการสื่อสารอย่างอื่น ซึ่งประหยัดแถบความถี่มากโดยกำหนดขอบเขตของการเบี่ยงเบนความถี่ไว้เพียงเล็กน้อย เรียกว่า FM แถบความถี่แคบ (narrow band FM) คุณภาพจะสู้ FM แถบความถี่กว้างไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การมอดูเลชัน FM

ในการมอดูเลตสัญญาณ FM ตามมาตรฐานยอมให้เบี่ยงเบนทางความถี่สูงสุด 75 kHz ถ้ามีการเบี่ยงเบนความถี่ถึง 75 MHz คือการมอดูเลตมีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ การหาค่าเปอร์เซ็นต์การมอดูเลตจึงต้องวัดค่าความถี่จากคลื่น FM ว่าเบี่ยงเบนไปเท่าใด ซึ่งจะมีวิธีคิดดังนี้

สูตร เปอร์เซ็นต์การมอดูเลตชัน (FM) = $\frac{\text{ความถี่เบี่ยงเบน (kHz)}}{75} \times 100$

2.8.1 การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM

การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM (FM demodulation) อาจจะเรียกว่า FM ดิสคริมิเนเตอร์ (FM discriminator) หรือ FM ดีเทกเตอร์ แม้จะเรียกชื่อต่างๆ กันแต่ก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ การคืนรูปสัญญาณข้อมูลที่ถูกผสมมากับคลื่นพาหะแบบ FM การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM วงจรเฉพาะและทำได้หลายวิธี เช่น เรโชดีเทกเตอร์ (ratio detector) ควอดราเจอร์ดีเทกเตอร์ (quadrature detector) เป็นต้น การดีมอดูเลชันสัญญาณ FM จะใช้วิธีกลับกันกับตอนมอดูเลชันสัญญาณ คือทำความถี่ที่เบี่ยงเบนจากความถี่กึ่งกลางของ FM ให้เป็นแอมพลิจูดของสัญญาณเสียงและทำอัตราการเบี่ยงเบนครบรอบเป็นความถี่ของสัญญาณเสียง สัญญาณเสียงที่ได้จึงเกิดจากความถี่และอัตราการเบี่ยงเบนของสัญญาณ FM

จากหลักการดีมอดูเลชันสัญญาณ FM จะเห็นว่าสัญญาณรบกวนที่มีต่อสัญญาณ FM จะเกิดได้ค่อนข้างยาก การรบกวนอาจจะทำให้ยอดแอมพลิจูดของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลงไปได้ แต่ก่อนจะทำการดีมอดูเลชันทางเครื่องรับก็จะมีวิธีทำให้ยอดแอมพลิจูดสม่ำเสมอได้ ซึ่งไม่กระทบกระเทือนถึงสัญญาณเสียง คุณภาพของข้อมูลที่ได้จากระบบ FM จึงถือว่ามีคุณภาพดี

2.9 วงจรฟลิปฟลอป

ในวงจรดิจิตอลนั้น นอกจากจะประกอบด้วยเกตต่างๆ แล้ว ยังมีวงจรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีก เช่น วงจรฟลิปฟลอป วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ วงจรหน่วงเวลา วงจรหน่วยความจำ เป็นต้น เมื่อนำเอาวงจรเหล่านี้มาประกอบกันก็จะเป็นวงจรดิจิตอลระบบใหญ่ๆ ได้ วงจรฟลิปฟลอปสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากมาย เช่น ใช้เป็นวงจรหารความถี่ วงจรหน่วยความจำ วงจรเลื่อนสัญญาณ และวงจรควบคุมต่างๆ ต่อไปนี้จะกล่าวถึงวงจรฟลิปฟลอป เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษา และทำความเข้าใจในวงจรดิจิตอลอื่นๆ ที่ประกอบด้วยวงจรฟลิปฟลอปต่อไป

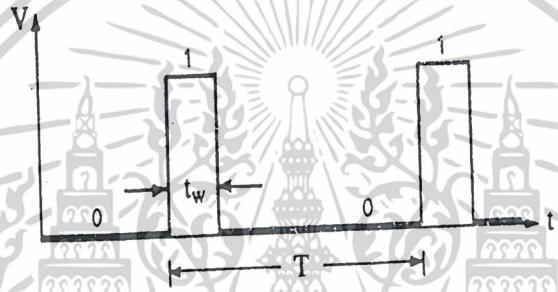
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณพัลส์

สัญญาณพัลส์ คือ สัญญาณที่ได้จากการเปลี่ยนระดับลอจิกจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่ง และจะเปลี่ยนกลับมายังระดับลอจิกเดิมในช่วงเวลาขณะใดขณะหนึ่ง ในที่นี้จะแบ่งสัญญาณพัลส์ออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

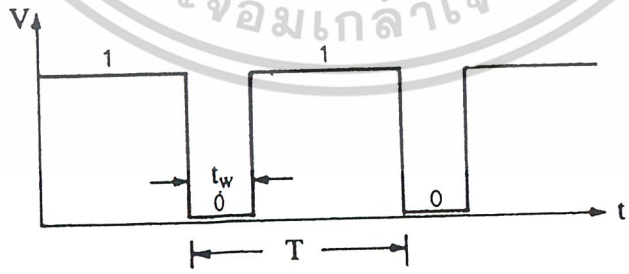
1. สัญญาณพัลส์บวก (positive pulse)
2. สัญญานพัลส์ลบ (negative pulse)

สัญญาณพัลส์บวก หมายถึง สัญญาณพัลส์ซึ่งปกติระดับลอจิกเป็น "0" และขณะเกิดพัลส์จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับไปยังลอจิก "1" ชั่วขณะ แล้วกลับมาอยู่ในระดับลอจิก "0" เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แสดงสัญญาณพัลส์บวก

สัญญาณพัลส์ลบ หมายถึง สัญญาณพัลส์ซึ่งปกติระดับลอจิกเป็น "1" และขณะเกิดพัลส์จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับไปยังลอจิก "0" ชั่วขณะ แล้วกลับมาอยู่ในระดับลอจิก "1" เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงสัญญาณพัลส์ลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.20 และ 2.21 หากสังเกตจะเห็นว่า ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณพัลส์แบบใดจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกอยู่ 2 ครั้งด้วยกันคือ เปลี่ยนจากระดับลอจิก "0" ไปยัง "1" และจากระดับลอจิก "1" ไปยัง "0" ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากลอจิก "0" ไปยังลอจิก "1" เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า คมบวกของพัลส์ (positive going) และขณะมีการเปลี่ยนแปลงจากลอจิก "1" มายัง "0" เรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า คมลบของพัลส์ (negative going) ส่วนช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงครบ 1 พัลส์เรียกว่าความกว้างของพัลส์ (pulse width) ในที่นี้ใช้ตัวย่อแทนด้วย t_w เวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงครบ 1 คาบของพัลส์จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณพัลส์ และสามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$T = \frac{1}{f}$$

ถ้า T คือ คาบของสัญญาณพัลส์ (วินาที)

f คือ ความถี่ของสัญญาณพัลส์ (เฮิรตซ์)

ดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความกว้างของพัลส์กับพีเรียดหรือคาบเวลา ซึ่งโดยทั่วๆ ไปมักจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$D = \left[\frac{tw}{T}\right] \times 100\ \%$$

กำหนดให้ D = ดิวตี้ไซเกิล (เปอร์เซ็นต์)

t_w = ความกว้างของพัลส์ (วินาที)

T = พีเรียดหรือคาบเวลา (วินาที)

คุณสมบัติโดยทั่วๆ ไปของฟลิปฟลอป

ฟลิปฟลอปมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าวงจรไปสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ มีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ เมื่อวงจรได้รับสัญญาณอินพุทที่เหมาะสม จะทำให้เอาท์พุทของวงจรคงสถานะนั้นๆ ตลอดไป ถึงแม้ว่าสัญญาณอินพุทจะคงอยู่หรือไม่ก็ตาม และถ้าต้องการให้เอาท์พุทเปลี่ยนสถานะจะต้องป้อนสัญญาณอีกแบบหนึ่งที่เหมาะสมทางด้านอินพุทอีกครั้งหนึ่ง โดยทั่วๆ ไปแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

- แบบป้อนสัญญาณอินพุทโดยตรง ซึ่งบางครั้งเรียกว่าวงจร "แลตซ์" (latches) ซึ่งจะมีอินพุทเพียง 2 อินพุทเท่านั้น
- แบบป้อนสัญญาณอินพุทควบคู่กับสัญญาณควบคุมฟลิปฟลอป แบบนี้อาจจะมีอินพุทมากกว่า 2 อินพุทก็ได้ และสามารถป้อนสัญญาณอินพุทกำหนดสถานะของเอาท์พุทได้โดยตรง โดยใช้อินพุทรีเซต (reset) เซต (set) หรือพรีเซต (preset) โดยไม่จำเป็นต้องป้อนสัญญาณที่อินพุทเหล่านี้พร้อมกับสัญญาณควบคุม ซึ่งหากแบ่งตามประเภทสัญญาณที่ใช้ทริกอินพุทให้ฟลิปฟลอปทำงานก็สามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ

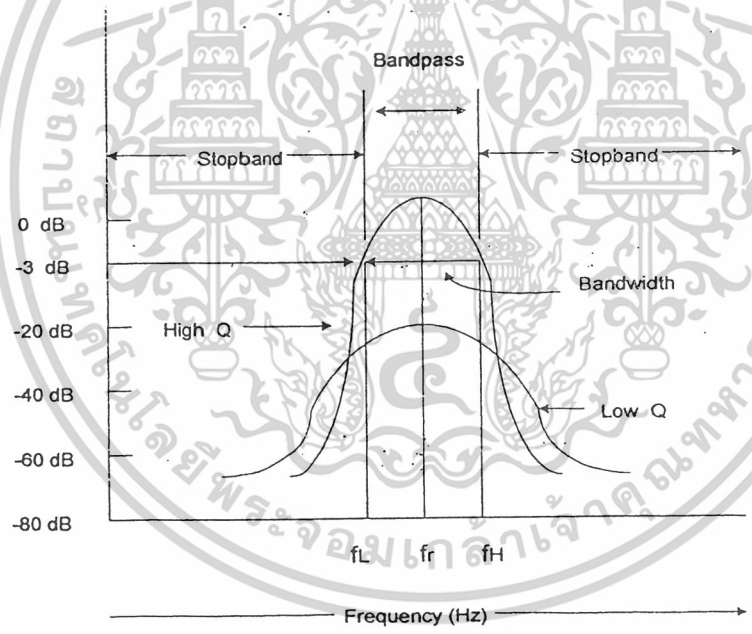
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้คมบวกของสัญญาณควบคุม (positive-edge triggering)
2. ใช้คมลบของสัญญาณควบคุม (negative-edge triggering)
3. ใช้พัลส์บวกของสัญญาณควบคุม (positive pulse triggering)
4. ใช้พัลส์ลบของสัญญาณควบคุม (negative pulse triggering)

แบบที่ 3 และ 4 เอาท์พุทของฟลิปฟลอปจะเปลี่ยนสถานะได้ต้องให้สัญญาณควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงผ่านไปทั้งพัลส์เสียก่อน เช่น ฟลิปฟลอปแบบแม่-ลูก เป็นต้น

2.10 วงจรกรองความถี่เป็นช่วง (BAND-PASS FILTER)

วงจรกรองความถี่เป็นช่วงหรือแบนด์พาสฟิลเตอร์ คือ วงจรที่ยอมให้สัญญาณบางความถี่ผ่านได้ เท่านั้น รูปที่ 2.22 แสดงคุณสมบัติการตอบสนองต่อความถี่ของวงจรกรองความถี่เป็นช่วง



รูปที่ 2.22 กราฟคุณสมบัติของวงจรกรองช่วงความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะพบว่า ณ ความถี่ที่เอาท์พุทมีขนาดสูงสุด เราเรียกว่า ความถี่เรโซแนนท์ (resonant frequency) และที่ความถี่ซึ่งแรงดันเอาท์พุทลดลงเหลือ 70.7% ทั้งด้านที่ความถี่สูงขึ้น และที่ความถี่ลดลง เรียกว่า f_H และ f_L ตามลำดับโดยที่ผลต่างของความถี่ทั้งสองนี้ (f_H - f_L) จะแสดงแบนด์วิดท์ (BW) ของวงจรถ้า BW มีขนาดต่ำกว่า 10% ของความถี่เรโซแนนท์ (f_r) จะเรียกวงจรนี้ว่า วงจรฟิลเตอร์ช่วงแคบ แต่จะเรียกเป็นวงจรฟิลเตอร์ช่วงกว้างถ้าหากแบนวิดท์มีค่าสูงกว่า 10% ของ f_r นอกจากนี้ยังให้นิยามสำหรับค่า Q (quality factor) ว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างความถี่เรโซแนนท์ และแบนด์วิดท์ ดังสมการ

$$Q = \frac{f_r}{BW}$$

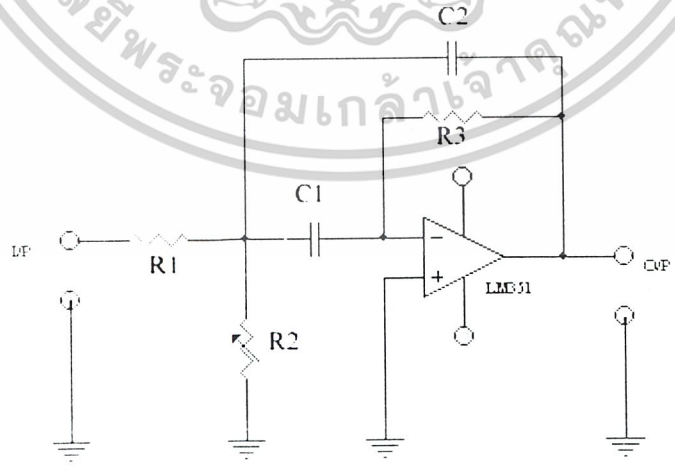
วงจรที่มีค่า Q สูงมากเท่าใด แบนด์วิดท์ก็จะยิ่งแคบเท่านั้น และเอาท์พุทจะมีขนาดสูงขึ้นด้วย

วงจรในรูปที่ 2.23 แสดงวงจรกรองความถี่เป็นช่วง ซึ่งใช้การรวมวงจรความถี่สูงและวงจรกรองความถี่ต่ำเข้าด้วยกัน (โดยวงจรใดมาก่อนกันก็ได้) R1 และ C2 คืออุปกรณ์ในการกรองความถี่ต่ำผ่าน ส่วน C1 และ R2 ใช้กรองความถี่สูง และสามารถหาความถี่เรโซแนนท์ f_r จากสมการโดยที่

$$Rp = R_1 / R_2$$

$$= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$fr \quad \frac{1}{2\sqrt{R_p R_3 C_1 C_2}}$$



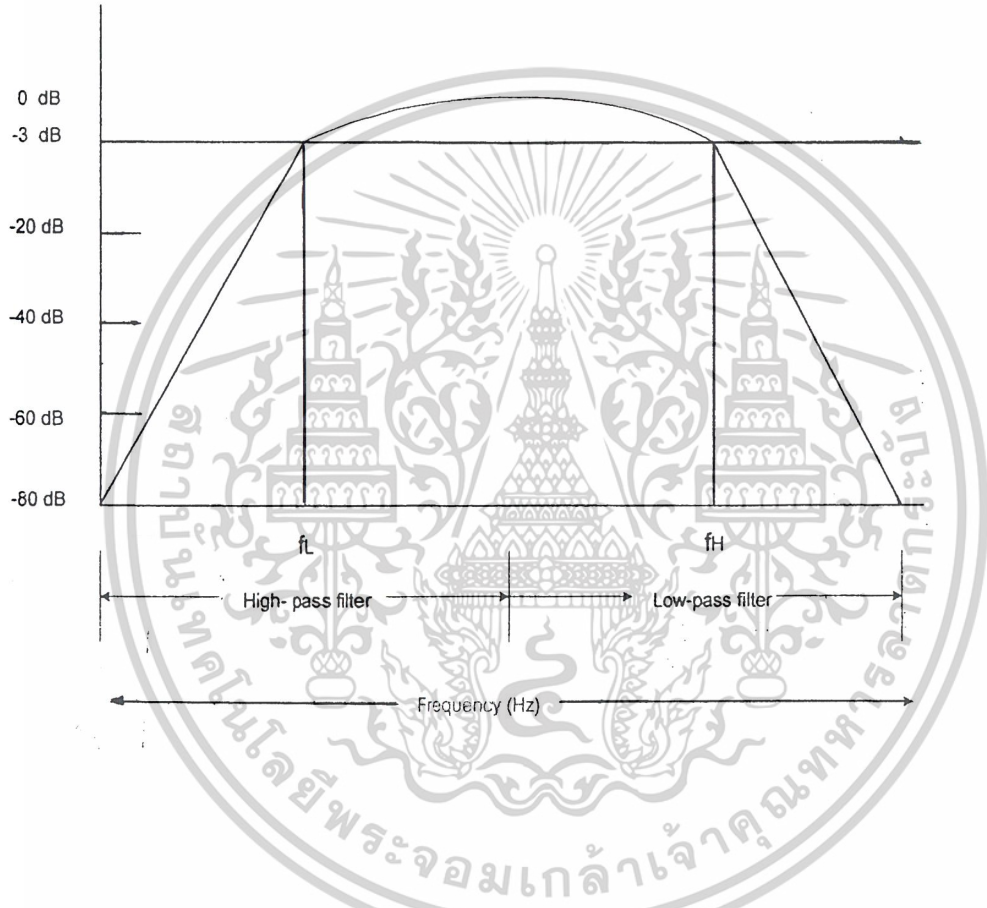
รูปที่ 2.23 วงจรกรองความถี่เป็นช่วง (Band pass-filter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหาค่า Q จากสมการ

$$Q = 0.5\sqrt{\frac{R_3}{R_p}}$$

จากสมการในการคำนวณหา f_r และ Q จะพบว่าตัวต้านทาน R3 จะมีบทบาทสำคัญมาก ตัวอย่างเช่น เมื่อตัวต้านทานป้อนกับ R3 นี้มีค่าต่ำ f_r จะมีค่าสูง Q มีค่าต่ำเป็นต้น



รูปที่ 2.24 กราฟตอบสนองความถี่ของวงจรกรองช่วงความถี่

ในกรณีที่ต้องการวงจรกรองความถี่เป็นช่วงๆ ซึ่งมีความกว้างมากๆ เราสามารถนำวงจรกรองความถี่ต่ำและวงจรกรองความถี่สูงมาต่อร่วมกันได้เลย โดยใช้ f_c สำหรับวงจรกรองความถี่ต่ำเป็น f_H และ f_C ของวงจรกรองความถี่สูงเป็น f_L ซึ่งจะได้กราฟแสดงการตอบสนองต่อความถี่ดังรูปที่ 2.22

สำหรับวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์เลือกใช้วงจร Multiple feedback order 2 ที่มีการจัดวงจรดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าให้ค่า Q เป็นค่า Quality factor ของวงจร

ω_o เป็นความถี่ศูนย์กลาง

H เป็นแกนของวงจร

ทรานเฟอร์ฟังชั่นของวงจรแสดงได้คือ

$$\frac{V_o(S)}{Vi(S)} = \frac{H\left(\frac{\omega_0}{Q}\right)S}{S^2 + \left(\frac{\omega_0}{Q}\right)S + \omega_o^2}$$

$$\omega^2 0 = \frac{1}{R_3 C_1 C_2}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$Q = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R_3}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}\left(\sqrt{\frac{C_1}{C_2}} + \frac{C_2}{C_1}\right)}$$

$$H = \frac{R_3 C_3}{R_1(C_1 + C_2)}$$

สำหรับการออกแบบจะกำหนดค่า Q , ω_o, H และกำหนดค่า C1, C2 โดยให้ C1 = C2 ค่า R1, R2 และ R3 หาได้จาก

$$R_1 = \frac{Q}{|H|\omega_o C_1}$$

$$R_2 = \frac{Q}{(2Q^2 - |H|)\omega_o C_1}$$

$$R_3 = \frac{2Q}{\omega_o C_1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

เครื่องควบคุมนี้จะต่อกับคู่สายโทรศัพท์ เพื่อสั่งงานต่างๆ โดยอาศัยสัญญาณโทนที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์เริ่มแรกเครื่องควบคุมจะตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มทำงาน จากนั้นเครื่องควบคุมจะสวิตซ์ให้อยู่ในสภาวะยกหูโทรศัพท์ ในช่วงนี้จะได้ยินเสียงบอกให้ผู้ควบคุมกดรหัสผ่านว่า "ขณะนี้ท่านได้เข้าสู่ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า กรุณากดรหัสผ่าน" ถ้ากดรหัสถูกต้องก็สามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

รหัสหรือสัญญาณโทนที่ใช้ในการควบคุมเป็นสัญญาณ DTMF ที่ได้จากแป้นคีย์โทรศัพท์ เพื่อที่จะเข้าสู่ระบบควบคุมะต้องอาศัยอุปกรณ์ถอดรหัส (Decode) สัญญาณ DTMF เพื่อให้เอาท์พุท ออกมาเป็นเลขฐานสอง (BCD Code) เพื่อเข้าสู่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้การสั่งการในแต่ละขั้นตอนได้ ในทุกครั้งที่สั่งงานเสร็จในแต่ละหน้าที่จะมีเสียงพูดตอบกลับไป

การทำงานภายในเครื่องประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

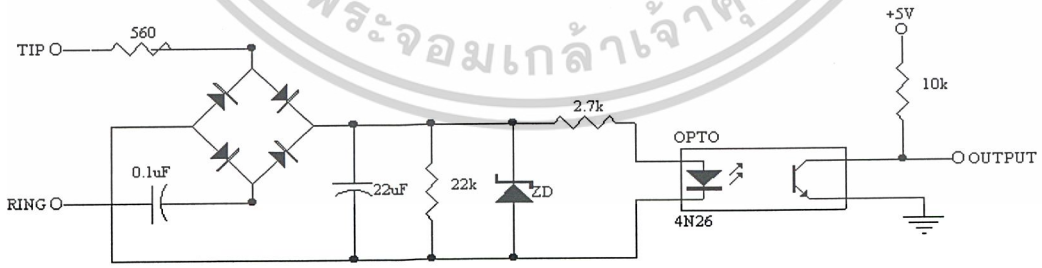
1. ส่วนประกอบในส่วนของอุปกรณ์ (Hard Ware)
2. ส่วนของ Program (Soft Ware)

3.1 ส่วนประกอบภายในเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าและการทำงานของวงจร

ภายในเครื่องควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้ามีส่วนประกอบดังนี้

3.1.1 ส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone

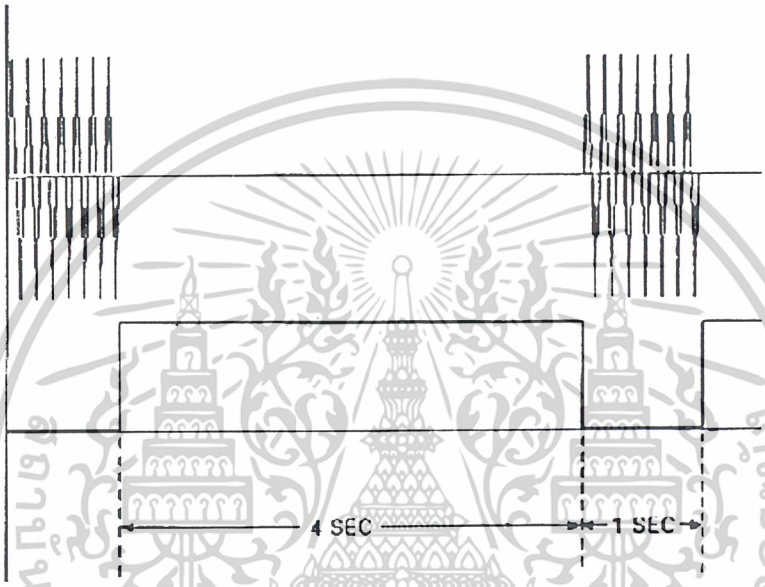
ในส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone มีวงจรดังรูปที่3.1



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 แสดงวงจรส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ว่ามีสัญญาณเข้ามาหรือไม่ ถ้าวงจรตรวจจับพบว่ามีสัญญาณเข้ามาก็จะทำการตรวจนับสัญญาณกระดิ่ง ว่าดังครบตามจำนวนที่ได้กำหนดไว้หรือยัง ถ้าครบแล้วก็จะทำการส่งสัญญาณไปที่ขาอินเตอร์รัพของ MCS-51 เพื่อที่จะให้ MCS-51 สั่งการในสภาวะที่เสมือนกับการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ซึ่งการทำงานของวงจรสามารถจะอธิบายได้ดังนี้ คือ



รูปที่ 3.2 แสดงสัญญาณเข้าและออกจากวงจรส่วนตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone

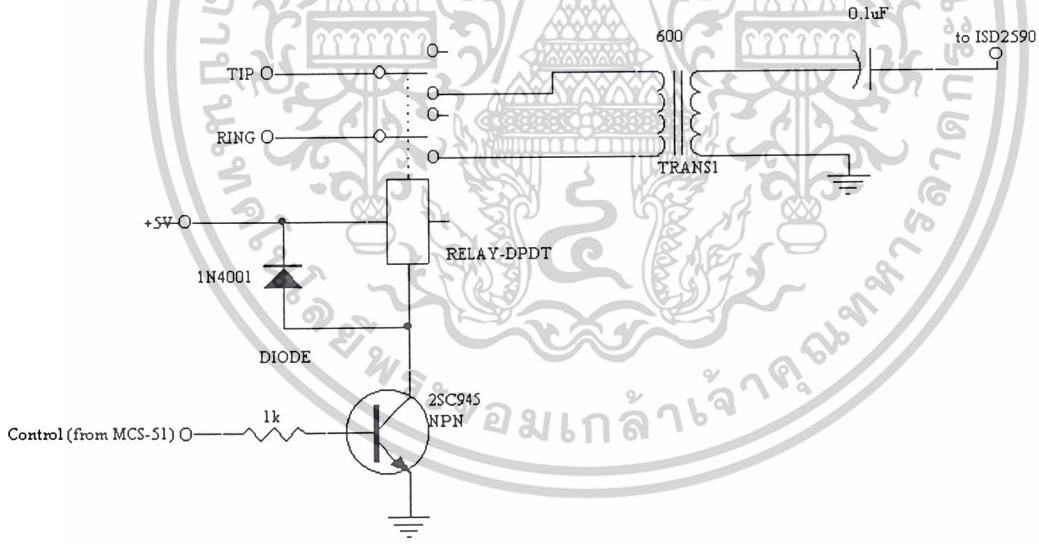
ส่วนของวงจรบริดจ์จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณกระดิ่งขนาด 75V 25 Hz ซึ่งเป็นสัญญาณไฟสลับให้เป็นสัญญาณไฟตรงที่มีเพียงขั้วเดียว เนื่องจากว่าสัญญาณไฟสลับนั้นมีขั้วที่ไม่แน่นอน ทำให้การเช็คระดับเป็นไปได้ยากโดยสามารถที่จะคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านวงจรบริดจ์ได้เท่ากับ 75 x 1.414 = 106.05 V แล้วทำการลดทอนขนาดของสัญญาณและสร้างสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณดิจิตอลหนึ่งพัลส์ต่อสัญญาณกระดิ่งหนึ่งครั้ง โดยในขณะที่ไม่มีสัญญาณกระดิ่ง โฟโต้ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะที่ไม่ทำงานผลที่ได้จะเป็นลอจิก “1” และเมื่อสัญญาณกระดิ่งเข้ามาโฟโต้ทรานซิสเตอร์ก็จะทำงาน ทำให้ผลที่ได้ออกมาเป็นลอจิก “0” ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และสัญญาณลอจิกที่ได้จะถูกส่งต่อให้กับส่วนของวงจรนับ โดยเริ่มจากการส่งสัญญาณลอจิกมาทริกให้แก่วงจร Timer ชุดแรก เพื่อที่จะทำให้วงจรในส่วน Counter และวงจร BCD to Decimal ทำการ reset ระบบให้เริ่มต้นใหม่ที่ “0” และสัญญาณลอจิกอีกส่วนหนึ่งจะถูกป้อนให้กับวงจร Timer ชุดที่สอง เพื่อที่จะทำให้ผลของสัญญาณลอจิกที่ออกมาดี ปราศจากสัญญาณรบกวนต่างๆ จะทำให้ระบบเกิดความเที่ยงตรงและแน่นอนยิ่งขึ้น หลังจากนั้นสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุทของ Timer ชุดที่สอง ก็จะถูกป้อนให้เป็นอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวงจร Counter แบบนับ 16 จะได้ BCD เอาท์พุทออกมาป้อนให้กับวงจรในส่วนของการเปลี่ยนแปลง BCD to Decimal และสามารถที่จะเลือกจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งได้จากการเซ็ทสวิทซ์ว่าจะให้ส่วนของวงจร Counter นับเท่าไร และเมื่อนับจำนวนของสัญญาณกระดิ่งครบตามจำนวนที่ได้ตั้งเอาไว้แล้วนั้น ต่อไปก็จะส่งไปยัง MCS-51 เพื่อที่จะให้ MCS-51 สั่งการเสมือนว่าเป็นการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

3.1.2 ส่วนควบคุมการยกหู/วางหู (Control Handset)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่เสมือนการยกหูโทรศัพท์ เมื่อครบจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งที่ตั้งไว้ โดยการควบคุมจากส่วนประมวลผลหรือ MCS-51 เป็นการสร้างสภาวะเลียนแบบการยกหูโทรศัพท์ ด้วยการต่อค่าความต้านทานที่มีค่าเท่ากับความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์เมื่อมีผู้ทำการยกหู โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะเป็นแมทช์ซิ่งทรานฟรอเมอร์ที่มีค่าความต้านทานประมาณ 600 โอห์ม เพื่อให้เท่ากับขณะทำงานจริง ดังวงจรในรูปที่ 3.3 เมื่อหน้าสัมผัสของรีเรย์ปิด จะทำให้วงจรคู่สายโทรศัพท์มีค่าความต้านทานทางกระแสตรงต่ำก็จะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้ทางชุมสายรับรู้การยกหูของเครื่อง ทางชุมสายก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง การสลับสายที่ต่ออยู่ด้วยหม้อแปลงนอกจากจะทำหน้าที่ทำให้ความต้านทานของวงจรต่ำแล้ว ยังทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรถ่ายทอดสัญญาณเข้าสู่คู่สายในเวลาเดียวกันด้วย

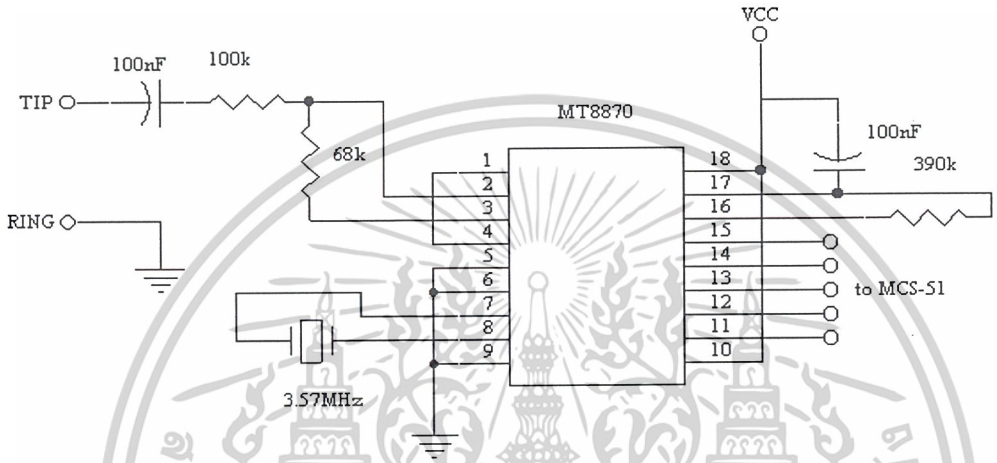


รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมการยกหู/วางหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนการถอดรหัสสัญญาณ DTMF

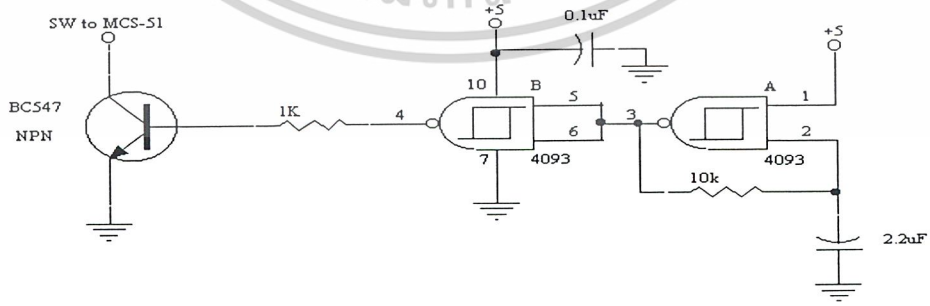
ใช้ IC เบอร์ MT8870 ของ Mitel ซึ่งเป็น IC เฉพาะงานดังนั้นการออกแบบวงจรจึงสร้างจาก Data Sheet ที่ทางบริษัทให้มา ซึ่งมีการต่ออุปกรณ์ต่อร่วม ให้เรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปใช้งานได้เลย ซึ่งวงจรจะแสดงให้ดูดังรูปที่ 3.4 ซึ่งอินพุทจะต่อเข้ากับขั้วของสายโทรศัพท์ กับกราวด์ โดยใช้คริสตอลความถี่ 3.579 MHz ให้กับ OSC ภายใน IC ต่อร่วมที่ขา 7 และ ขา 8 ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณ DTMF

ซึ่งการถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะได้ออกมาเป็นรหัสไบนารี่ 4 บิท พร้อมกับที่ขา STD จะมีพัลส์ช่วงสั้นๆ ออกไป เมื่อมีการถอดรหัสเกิดขึ้น

3.1.4 ส่วนการจำลองสัญญาณ Ringing Tone

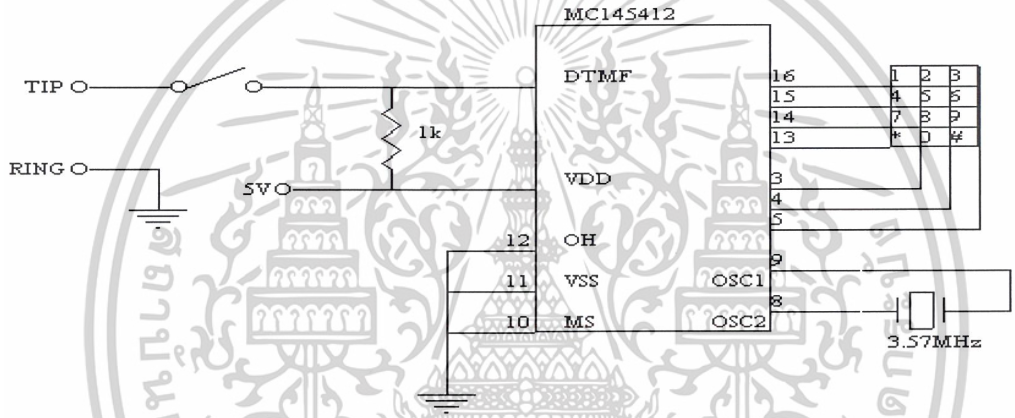


รูปที่ 3.5 วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone นี้นำมาใช้สำหรับเครื่องควบคุมในกรณีที่มีการใช้งานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรง โดยมีรูปแบบของวงจรที่มีลักษณะเป็นพัลส์ที่ผ่านการเรคติไฟเออร์ ซึ่งการทำงานในส่วนนี้จะประกอบด้วย IC เบอร์ 4093 ที่มีลักษณะวงจรภายในลอจิกเป็น Nand Gate Smittriger 2 Input โดยตัวของวงจรนั้นทำหน้าที่เพื่อให้กำเนิด ความถี่พัลส์ให้ออกเอาท์พุทมาทางขา 4 ของ IC 4093 โดยช่วงห่างของสัญญาณพัลส์กำหนดโดยการกดสวิตซ์ กดติดปล่อยดับ ตามจำนวนที่ทำการตั้งการตรวจจับสัญญาณ Ringing Tone ไว้ โดยเมื่อครบจำนวนของพัลส์แล้ว ทรานซิสเตอร์ก็จะทำงาน เหมือนกันกับออปโต้ทรานซิสเตอร์ 4N26

3.1.5 ส่วนของการสร้างรหัสสัญญาณ DTMF



รูปที่ 3.6 วงจรสร้างรหัสสัญญาณ DTMF

วงจรสร้างรหัสสัญญาณ DTMF นี้นำใช้สำหรับเครื่องควบคุมในกรณีที่มีการใช้งานควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยตรง โดย IC เบอร์ MC145412 เป็นตัวกำเนิดสัญญาณ DTMF

3.1.6 ส่วนของการตอบรับและบันทึกเสียง

เป็นภาคส่งเสียงเพื่อให้ผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน โดยจะมีเสียงคอยบอกตลอดเวลา ให้เราทำตามได้อย่างสะดวก คล้ายๆ กับโทรศัพท์ตอบรับทั่วไป ออกแบบโดยใช้ IC บันทึกเสียงเบอร์ ISD 25120ซึ่งอัดความยาวได้สูงสุดถึง 120 วินาที สามารถแบ่งช่องการเล่นได้เป็นหลายๆ ช่อง หลายๆ ข้อความได้ โดยแบ่งได้สูงสุดถึง 2^8 ข้อความ และ IC เบอร์ ISD 25120 เป็น IC ใช้งาน ทำให้มีอุปกรณ์ต่อร่วมน้อยมาก เราจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มากำหนดแต่ละช่องของข้อความที่ขาแอดเดรสต่างๆ และทำการขยายเสียงเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้เสียงที่ได้ยินมีความชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเล่นในแต่ละข้อความทำได้โดยการกำหนดให้ PD (ขา24) เป็น “0” โดยจะให้ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกำหนดการเล่นในแต่ละข้อความ โดยติดต่อออกมาทางพอร์ท P0.4 แล้วให้ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์รับทราบว่าการเล่นสิ้นสุดข้อความโดยขา EOM (ขา25) โดยจะติดต่อที่พอร์ท P0.5 ของ CPU

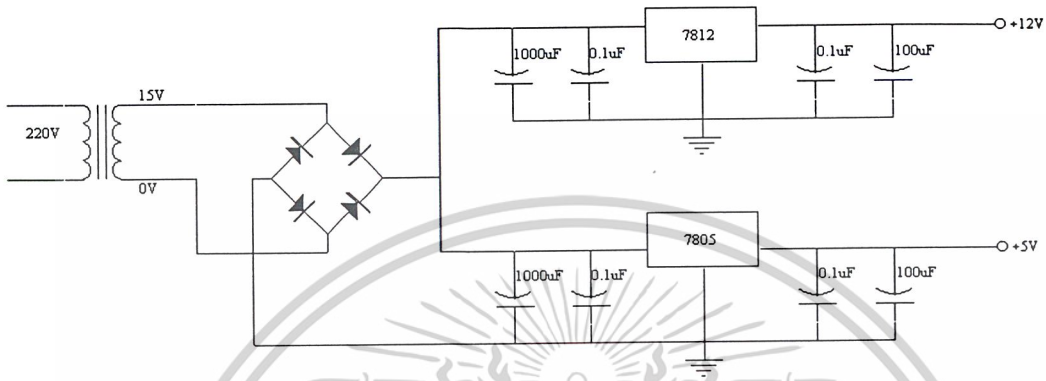
ตารางที่3.1 แอดเดรสของไอซีบันทึกเสียง (ISD 25120)

DDH	สวัสดีครับ ขณะนี้ท่าน กำลังเข้าสู่ระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า กรุณากดรหัสผ่านต่างเครื่องหมายดอกจันทร์
14H	รหัสผ่านไม่ถูกต้อง กดรหัสใหม่
20H	เลือกหมายเลขในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
2BH	อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 1 กด 1 เปิด กด 2 ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 2 กด 3 เปิด กด 4 ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 3 กด 5 เปิด กด 6 ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่ 4 กด 7 เปิด กด 8 ปิด
57H	ฟังก์ชั่นนี้ไม่ได้ใช้งาน กรุณาเลือกหมายเลขใหม่
62H	หมายเลขไม่ถูกต้อง
69H	ไม่มีสัญญาณตอบรับ
6FH	ต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่น กด 1
7CH	ตัวที่ 1 ปิด
81H	ตัวที่ 1 เปิด
86H	ตัวที่ 2 ปิด
8BH	ตัวที่ 2 เปิด
90H	ตัวที่ 3 ปิด
95H	ตัวที่ 3 เปิด
9AH	ตัวที่ 4 ปิด
9EH	ตัวที่ 4 เปิด
A3	จบการทำงาน ขอบคุณครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 ส่วนของภาคจ่ายไฟ

เป็นภาคแปลงแรงดันไฟสลับ (220VAC) ให้เป็นไฟกระแสตรง 5VDC และ 12VDC ออกแบบโดยใช้ IC เรกกูเลทเบอร์ 7812 และ 7805 ซึ่งแสดงวงจรได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรภาคจ่ายไฟ

การทำงานเริ่มจากไฟกระแสสลับ (220VAC) ผ่านหม้อแปลงขนาด 15V ลดขนาดแรงดันลงเหลือ 15VAC ผ่านวงจรเรกติไฟล์กลายเป็นไฟกระแสตรงแบบเต็มคลื่น ผ่านคาปาซิเตอร์ทำการกรองความดันให้เรียบขึ้น ซึ่งจะนำไปเป็นอินพุทให้กับ IC เรกกูเลทเบอร์ 7812 และ 7805 ทำการแปลงแรงดันให้ต่ำลงจาก 15VDC ลดลงเหลือ 12V และ 5V ตามลำดับ เพื่อนำไปใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟให้วงจรต่างๆ ในเครื่องควบคุมต่อไป

3.2 ส่วนประกอบภาครับ และส่งของเครื่องรับส่ง FM

3.2.1 บล็อกไดอะแกรมภาครับและการทำงาน

การทำงานตามบล็อกไดอะแกรมของภาครับซึ่งทำหน้าที่รับสัญญาณความถี่วิทยุ (RF) ที่ส่งมาจากเครื่องส่งอีกชุดหนึ่ง มีวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ทำหน้าที่กรองเอาเฉพาะความถี่ที่ต้องการ (27.125 เมกะเฮิรตซ์) ซึ่งอาจจะมีความถี่ใกล้เคียงแทรกแซงเข้ามาได้บ้างบางส่วน แล้วทำการขยายความถี่วิทยุนี้ที่ภาคขยายอาร์เอฟ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าฟรอนต์เอ็น (front end) ทำการขยายความถี่นี้ให้แรงขึ้นในระดับหนึ่ง

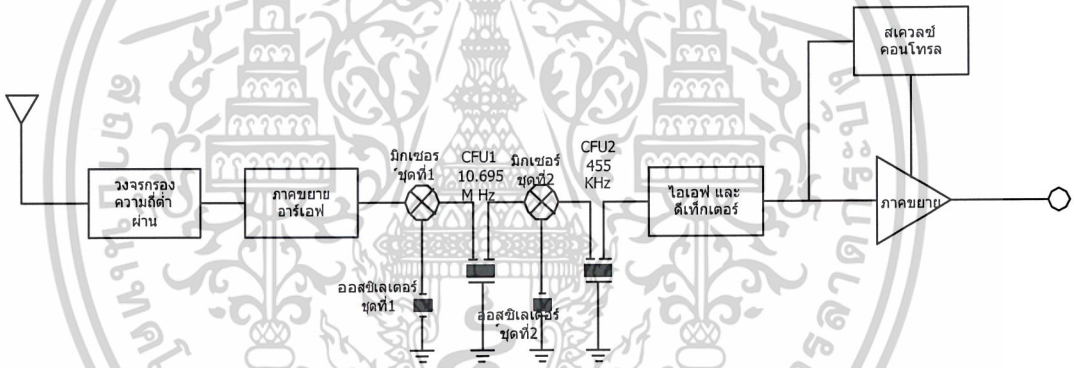
สัญญาณที่ผ่านการขยายที่ภาคขยายอาร์เอฟแล้ว จะถูกนำมารวมกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่สร้างขึ้นเองด้วยคริสตอลที่ภาคมิกเซอร์ (mixer) ความถี่ออสซิลเลเตอร์ชุดที่หนึ่งมีค่าความถี่เท่ากับ 16.430 เมกะเฮิรตซ์ การผสมกันของความถี่อาร์เอฟและความถี่ออสซิลเลเตอร์นี้จะทำให้เกิดความถี่ใหม่ขึ้นมาทั้งความถี่ที่สูงขึ้นและความถี่ต่ำลง (upper และ lower) ในภาคมิกเซอร์นี้จะเป็นการเอาความถี่มูลฐานไปหักล้างกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่อาร์เอฟ ดังนั้นความถี่ที่ออกจากภาคมิกเซอร์จะเท่ากับ 27.125 เมกะเฮิรตซ์ลบด้วย 16.430 เมกะเฮิรตซ์ จะได้ความถี่ไอเอฟเท่ากับ 10.695 เมกะเฮิรตซ์ หรือประมาณ 10.7 เมกะเฮิรตซ์

ความถี่เอาท์พุทของมิกเซอร์ชุดที่หนึ่งจะถูกเซรามิกฟิลเตอร์ CFU_1 บล็อกเอาเฉพาะความถี่ตามค่าของ CFU_1 เท่านั้น ในที่นี้ใช้ค่า 10.695 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้น ความถี่ที่สูงหรือต่ำกว่านี้จะไม่สามารถผ่านชุดฟิลเตอร์นี้ไปได้ ความถี่ไอเอฟ 10.695 เมกะเฮิรตซ์ ผ่าน CFU_1 ไปได้ และจะถูกทำการรวมความถี่เข้ากับความถี่ออสซิสเลเตอร์มูลฐานอีก ในภาคคอนเวอร์เตอร์หรือมิกเซอร์ชุดที่สอง เพื่อทำการลดทอนความถี่ไอเอฟลงมาให้เหลือ 455 กิโลเฮิรตซ์

ความถี่ไอเอฟ 10.695 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อรวมกับความถี่มูลฐานที่ภาคออสซิสเลเตอร์กำเนิดขึ้นมามีค่าเท่ากับ 10.240 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อรวมกันที่ภาคมิกเซอร์แล้ว ความถี่ไอเอฟที่ออกไปจากภาคมิกเซอร์ชุดนี้จะมีค่าความถี่เท่ากับ 455 กิโลเฮิรตซ์ผ่าน CFU_2 เพื่อบล็อกเอาเฉพาะความถี่ไอเอฟ 455 กิโลเฮิรตซ์เท่านั้น เข้าไปทำการขยายความแรกและทำการดีเท็กต์เอาความถี่เสียงออกมาที่ภาคขยายไอเอฟและดีเท็กเตอร์ สัญญาณที่ออกจากภาคนี้จะเป็นความถี่เสียงเข้าทำการขยายออกลำโพงต่อไป



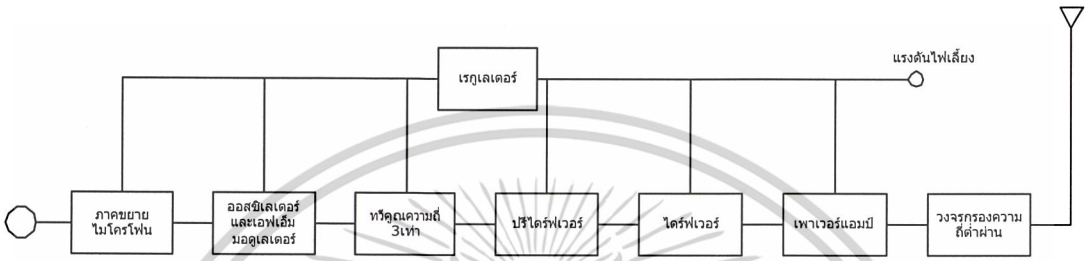
รูปที่ 3.8 บล็อกไดอะแกรมของภาครับ

3.2.2 บล็อกไดอะแกรมภาคส่งและการทำงาน

บล็อกไดอะแกรมของภาคส่งนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.9 เมื่อพิจารณาดูแล้วการทำงานจะไม่ซับซ้อนเหมือนภาครับเริ่มจากสัญญาณเสียงจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยคอนเดนเซอร์ไมค์แล้วทำการขยายสัญญาณเสียงนั้นให้มีความแรงสูงขึ้น สัญญาณที่ถูกขยายนี้จะถูกนำไปทำการมอดูเลตกับความถี่วิทยุหรือความถี่อาร์เอฟ ซึ่งถูกสร้างขึ้นจากภาคออสซิสเลเตอร์มีความถี่เท่ากับ 9.0416 เมกะเฮิรตซ์ เมื่อทวีคูณความถี่เป็นสามเท่าก็จะได้เท่ากับ 27.1248 เมกะเฮิรตซ์ หรือประมาณ 27.125 เมกะเฮิรตซ์ ตามที่ต้องการแล้วส่งไปทำการขยายที่ภาคปรีไดร์ฟเวอร์ และภาคไดร์ฟเวอร์ก่อนที่จะเข้าสู่ภาคขยายความถี่อาร์เอฟต่อไป การมอดูเลตในภาคนี้จะเป็นการมอดูเลตทางความถี่หรือเอฟเอ็ม (frequency modulation : FM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทที่ได้จากภาคขยายความถี่อาร์เอฟสุดท้าย จะผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านส่งออกสู่สายอากาศ เพื่อให้มีเฉพาะความถี่อาร์เอฟ 27.125 เมกะเฮิรตซ์เท่านั้นที่ถูกส่งออกไป และในบล็อกไดอะแกรมในสามบล็อกแรกจะใช้แรงดันไฟเลี้ยงที่ผ่านการเรกูลเลตเสียก่อน เพื่อรักษาแรงดันให้คงที่เพื่อการกำเนิดความถี่ที่เที่ยงตรง ดังได้กล่าวมาแล้ว



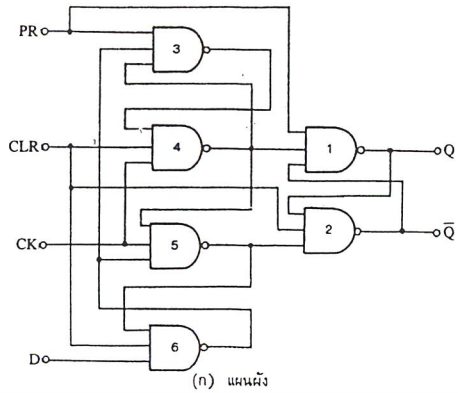
รูปที่ 3.9 บล็อกไดอะแกรมภาคส่ง

3.3 วงจรดีฟลิปฟลอป และวงจรขับดีเลย์

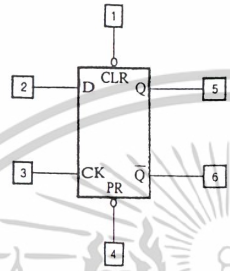
ดีฟลิปฟลอป เป็นฟลิปฟลอปที่ใช้สัญญาณควบคุมที่ง่ายที่สุด เพราะมีอินพุทป้อนสัญญาณข้อมูลเพียงขั้วเดียว ซึ่งเรียกว่า อินพุทดี (data) ฟลิปฟลอปแบบนี้เอาท์พุทจะแปรตามอินพุททันทีที่มีสัญญาณพัลส์ควบคุม

ในรูปที่ 3.10 แสดงวงจรดีฟลิปฟลอปเบอร์ 5474/7474 ซึ่งเป็น D-Type Edge Triggerred flipflop วงจรนี้จะมีเพียง 4 อินพุท คือ พรีเซต เคลียร์ คล็อค และดาต้า มี 2 เอาท์พุทคือ Q และ $\overline{Q}$ วงจรสัญลักษณ์ตารางความจริงและรูปคลื่นของสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ดีฟลิปฟลอปนี้กำหนดสถานะเริ่มแรกได้โดยใช้อินพุท เคลียร์และพรีเซต โดยการป้อง "0" ที่อินพุท เคลียร์หรือพรีเซต

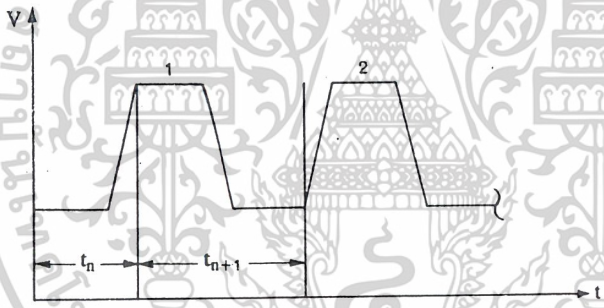
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แผนผัง



(ข) สัญลักษณ์



(ค) สัญญาณคล็อค

(ง) ตารางความจริง

t_n	t_{n+1}	
D	Q	$\bar{Q}$
0	0	1
1	1	0

รูปที่ 3.10 แสดงวงจรดีฟลิปฟลอปพร้อมตารางการทำงานอย่างย่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	อินพุท				เกตภายใน						เอาท์พุท	
	CK	D	CLR	PR	1	2	3	4	5	6	Q	$\overline{Q}$
1	0	0	1	1	X	X	0	1	1	1	Q_n	$\overline{Q}_n$
2	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
3	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1
4	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
5	0	1	1	1	Q	Q	1	1	1	0	Q_n	$\overline{Q}_n$
6	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
7	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

ตารางที่3.2 ตารางความจริง

การทำงานของวงจร

ตารางที่ 3.1 ลำดับที่ 1 ขณะ CK เป็น "0" ทำให้เอาท์พุทของเกต 4 และ 5 จะต้องเป็น "1" ถ้าอินพุท ดี เป็น "0" ทำให้เอาท์พุทของเกต 6 เป็น "1" ขณะนี้เองอินพุทของเกต 3 เป็น "1" ได้เอาท์พุทเป็น "0" ซึ่งไม่มีผลต่อเกต 4 เลย เพราะเกต 4 มีเอาท์พุทเป็น "1" อยู่แล้วจึงทำให้เกต 1 และ 2 เอาท์พุทไม่เปลี่ยนสถานะในที่นี้คือ Q_n และ $\overline{Q}_n$

ลำดับที่ 2 ถ้า PR = 0 และอินพุทอื่น ๆ คงเดิม จะเป็นผลให้เอาท์พุทของเกต 1 และ 3 เป็น "1" CK = 0 ทำให้เอาท์พุทของเกต 4 และ 5 เป็น "1" อินพุททั้ง 3 ของเกต 2 ได้ ลอจิก "1" (จากเกต 5 จากเคลียร์และจากเอาท์พุท Q) ดังนั้นเอาท์พุท $\overline{Q}$ = 0 และ Q = 1

ขณะเดียวกันสมมติว่าอินพุท CK หรือ D เป็น "1" หรือทั้งคู่เป็น "1" ขณะ PR เป็น "0" ผลที่ได้จากวงจรจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง การทำงานจะเป็นไปดังนี้ เอาท์พุท Q เป็น "1" เสมอ จะเห็นได้ว่า สถานะนี้เอาท์พุทของเกต 5 จะต้องเป็น "1" เพราะเอาท์พุทของเกต 4 หรือ 6 เป็น "1" ถ้า CK หรือ D เป็น "1" ทำให้เอาท์พุทของเกต 2 จะต้องเป็น "1" เพราะอินพุททั้ง 3 เป็น "1" ดังนั้นในที่นี้ไม่ว่า CK หรือ D จะเป็นอย่างไรก็ตามถ้า PR เป็น "1" $\overline{Q}$ ต้องเป็น "1" เสมอ

ลำดับที่ 3 แสดงการเคลียร์เอาท์พุท Q ให้เป็น "0" จะเห็นว่าเมื่อ CLR เป็น "0" และ PR เป็น "1" เอาท์พุทของเกต 4 จะต้องเป็น "1" ทำให้เอาท์พุทของเกต 2 เป็น "1" ด้วย ส่วนเกต 1 จะได้รับ "1" ทั้ง 3 อินพุท ทำให้เอาท์พุทเป็น "0" เมื่อใด CK และ D เป็น "1" หรือทั้งคู่เป็น "1" ขณะ CLR เป็น "0" ก็ไม่มีผลต่อเอาท์พุท เพราะปกติขณะจะใช้งานต้องให้ PR และ CLR เป็น "1" ทั้งคู่ ในขณะที่ป้อนข้อมูลที่ D ข้อมูลอินพุทจะผ่านฟลิปฟลอปที่คมบวกของพัลส์ CK ดูจากลำดับ 4 ควบกับลำดับที่ 1 เอาท์พุทของเกต 4 จะเป็น "1" เกต 3 จะเป็น "0" เอาท์พุทของเกต 2 จะเป็น "1" และเอาท์พุทเกต 1 เป็น "0" เมื่อมีคล็อคพัลส์ผ่านมา และทำให้ Q และ$\overline{Q}$ คงสภาพเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

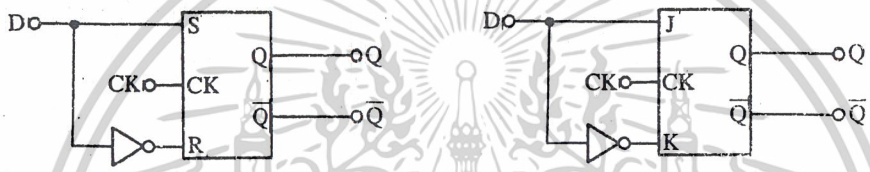
ลำดับที่ 5 ขณะอินพุท D เป็น "1" และ CK เป็น "0" และลำดับที่ 6 ขณะ CK เป็น "1" และพิจารณาตารางความจริงรูปที่ 3.10 (ง) ประกอบโดยเขียนเฉพาะอินพุท D เวลา t_n หมายถึง เวลาในรูปที่ 3.10 (ค) ก่อนมี CK ส่วนเวลา $t_n + 1$ หมายถึงเวลาขณะหลังมี CK ผ่านไปแล้ว 1 พัลส์ ซึ่งในที่นี้หมายความว่า

ถ้าอินพุท D เป็น "0" ก่อนมี CK เอาท์พุทจะเปลี่ยนเป็น "0" หลังจาก CK ผ่านไปแล้ว

ถ้าอินพุท D เป็น "1" ก่อนมี CK เอาท์พุทจะเปลี่ยนเป็น "1" หลังจาก CK ผ่านไปแล้ว

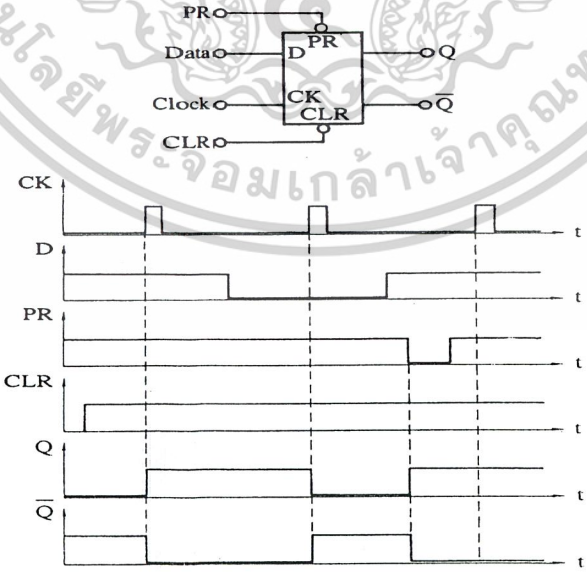
ในแผนผังรูปที่ 3.10 วงกลมที่อินพุท เคลียร์ และพรีเซต นั้นแสดงว่าวงจรนี้จะต้องป้อนด้วยลอจิก "0" (active low) สำหรับการเคลียร์หรือพรีเซต

นอกจากนี้ ในบางครั้งหากไม่มีดีฟลิปฟลอป สามารถนำเอาอาร์-เอสหรือ เจ-เค ฟลิปฟลอปมาต่อเป็นดีฟลิปฟลอปได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การต่ออาร์-เอสฟลิปฟลอปและเจ-เคฟลิปฟลอปเป็นดีฟลิปฟลอป

จากตารางที่ 3.1 เขียนเป็นตารางการทำงานอย่างย่อได้ดังในตารางที่ 3.2 เพื่อการเข้าใจง่ายขึ้น ตารางความจริงนี้เป็นของ ไอซีเบอร์ 7474 ซึ่งเป็น ดีฟลิปฟลอปมี 4 อินพุทคือดาต้า คล็อก เคลียร์ และพรีเซต ฟลิปฟลอปชนิดนี้เป็นฟลิปฟลอปแบบใช้คมบวกควบคุมการทำงาน ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



รูปที่ 3.12 แสดงสัญลักษณ์และรูปคลื่นการทำงานของไอซีเบอร์ 7474/5474

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุท				เอาท์พุท	
PR	CLR	CK	D	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	H	H	L
H	L	X	L	L	H
L	L	X	H*	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q	Q

ตารางที่3.3 ตารางความจริงของไอซีเบอร์ 7474/5474

3.4 สูตรและวิธีการคำนวณวงจร Band Pass Filter

3.4.1 สูตรในการคำนวณ

$$BW = \frac{0.1591}{Rc} \quad ; \quad \text{กำหนดให้} \quad c = 0.1 \ \mu F$$

$$R = \frac{0.1591}{C.BW} \qquad BW = 100 \ Hz$$

$$Q = \frac{fr}{BW}$$

$$fr = \frac{0.1125}{Rc}\sqrt{1 + \frac{R}{R_2}}$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1}$$

ค่าความถี่ต่าง ๆ ในการกำหนดในการเลือกใช้อุปกรณ์

อุปกรณ์ตัวที่ 1

เปิด 3.170 KHz

ปิด 1.050 KHz

อุปกรณ์ตัวที่ 2

เปิด 760 Hz

ปิด 1.640 KHz

อุปกรณ์ตัวที่ 3

เปิด 560 Hz

ปิด 2.484 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การคำนวณและการออกแบบ

ที่ความถี่560 Hz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

$$R = \frac{0.1591}{0.1\ \mu \times 100} = 15.91\ k\Omega \approx 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{560}{100} = 5.6$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{16k\ \Omega}{2(5.6)^2 - 1} = 254.10\ \Omega \approx 250\ \Omega$$

ที่ความถี่ 760 Hz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

$$R = \frac{0.1591}{0.1 \times 10^{-6} \times 100} = 15.91k\ \Omega \approx 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{760}{100} = 7.6$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{16\ k\Omega}{2(7.6)^2 - 1} = 139.71 \approx 140\ \Omega$$

ที่ความถี่ 1.050 KHz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

$$R = \frac{0.1591}{0.1 \times 10^{-6} \times 100} = 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{1.050\ KHz}{100} = 10.5$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{16\ k\Omega}{2(10.5)^2 - 1} = 72.89 \approx 80\ \Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความถี่ 1640 KHz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

$$R = \frac{0.1591}{0.1 \times 10^{-6} \times 100} = 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{1.640\ KHz}{100} = 16.4$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{30\ k\Omega}{2(16.4)^2 - 1} = 55.87 \approx 55\ \Omega$$

ที่ความถี่ 2.48 KHz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

$$R = \frac{0.1591}{0.1 \times 10^{-6} \times 100} = 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{2.48\ KHz}{100} = 24.8$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{16\ k\Omega}{2(24.8)^2 - 1} = 18\ \Omega$$

ที่ความถี่ 3.170 KHz

กำหนด C = 0.1 μF , BW = 100 Hz

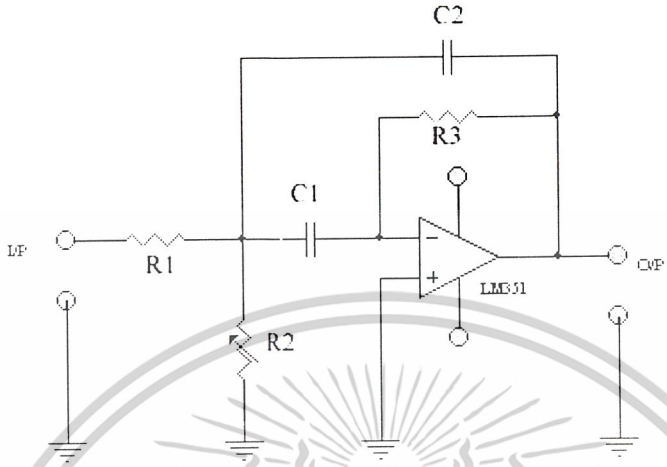
$$R = \frac{0.1591}{0.1 \times 10^{-6} \times 100} \approx 16\ k\Omega$$

$$2R \approx 30\ k\Omega$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \frac{3.170\ KHz}{100} = 31.7 \approx 30$$

$$Rr = \frac{R}{2Q^2 - 1} = \frac{30\ k\Omega}{2(30)^2 - 1} = 8.89 \approx 10\ \Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13 รูปวงจร BAND PASS FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4.

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 ออสซิลโลสโคป

4.1.2 ฟังก์ชั่นเจนเนอร์เรเตอร์

4.1.3 แหล่งจ่ายไฟตรง

4.2 วงจรถอดรหัส DTMF เป็นเลขฐานสอง (BCD CODE)

วัตถุประสงค์

เพื่อทำการถอดรหัสสัญญาณโทนของโทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสอง (BCD CODE)

ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 ทำการต่อวงจรตามรูป

4.2.2 เมื่อต่อตามวงจรแล้วทำการป้อนสัญญาณจากวงจรสร้างสัญญาณโทนแล้วกดหมายเลข 0-9 จากนั้นทำการวัดรหัสเลขฐานสอง ที่ขา 11-14 ของไอซี MT 8870 (Q1-Q4) แล้วทำการบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่4.1ผลการทดลองของวงจรถอดรหัส DTMF

Digital	On	Nix	EST	Q4	Q3	Q2	Q1
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone

วัตถุประสงค์

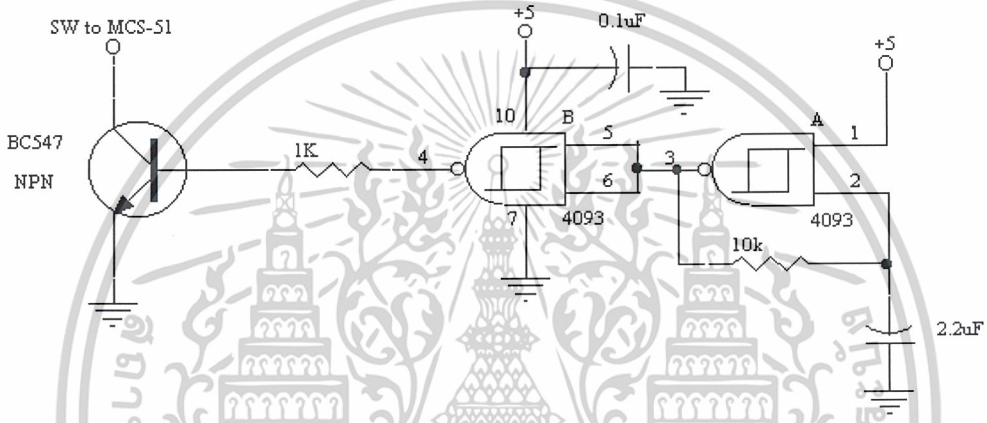
เพื่อทำการจำลองสัญญาณ Ringing ของโทรศัพท์ เพื่อที่เราจะนำมาใช้ในการควบคุมเครื่อง

ขั้นตอนการทดลอง

4.3.1. ทำการต่อวงจรตามรูปข้างต้น

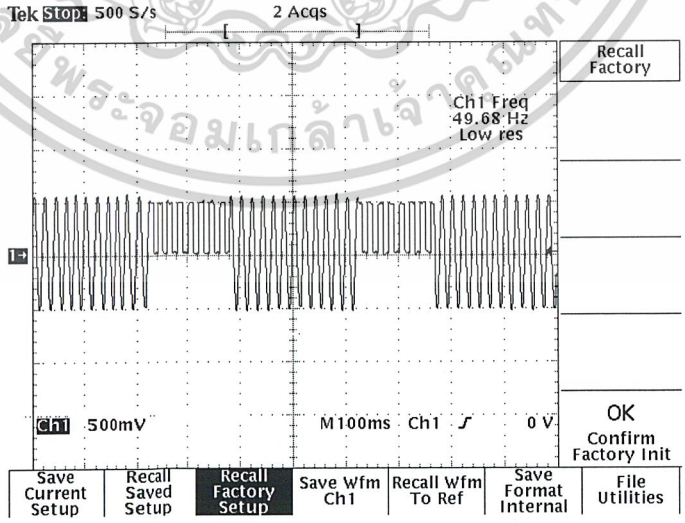
4.3.2. ทำการกดสวิตซ์กดติดปล่อยดับ

4.3.3 จากนั้นทำการวัดรูปสัญญาณที่ได้ตามช่วงเวลาที่เรากดสวิตซ์



รูปที่ 4.1 วงจรจำลองสัญญาณ Ringing Tone

ผลการทดลอง



รูปที่4.2 สัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาทางขาคอลเลคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing

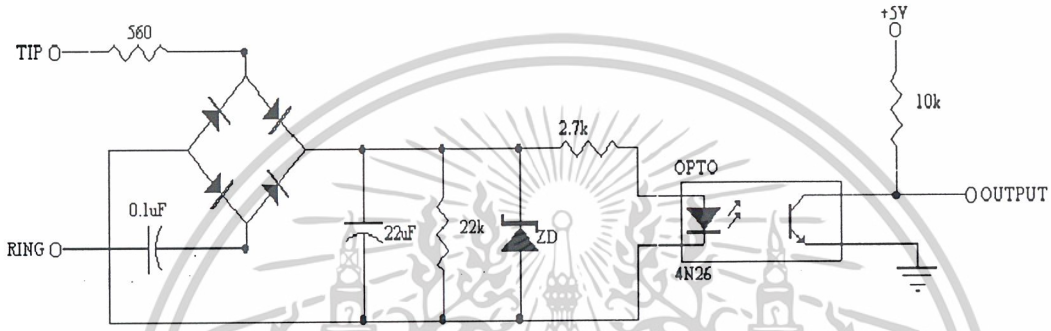
วัตถุประสงค์

เพื่อทำการทดสอบการทำงานของวงจรและสร้างสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้

ขั้นตอนการทดลอง

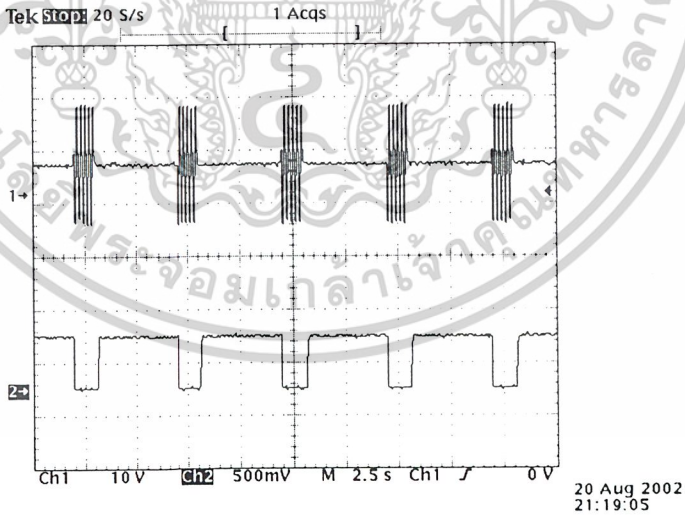
4.4.1 ทำการต่อวงจรตามรูป

4.4.2 ทำการโทรศัพท์เข้ามาที่เครื่องรับโทรศัพท์แล้วทำการวัดสัญญาณอินพุท (Ringing Tone) เทียบกับสัญญาณเอาท์พุทของออปโต้ (4N26)



รูปที่4.3 วงจรตรวจจับสัญญาณ Ringing

ผลการทดลอง



รูปที่4.4 สัญญาณ Ringing Tone

- สัญญาณ Channel 1 คือ สัญญาณ Ringing tone,
- สัญญาณ Channel 2 คือ สัญญาณเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 วงจรแมชชิ่งพร้อมวงจรขยายสัญญาณเสียง

วัตถุประสงค์

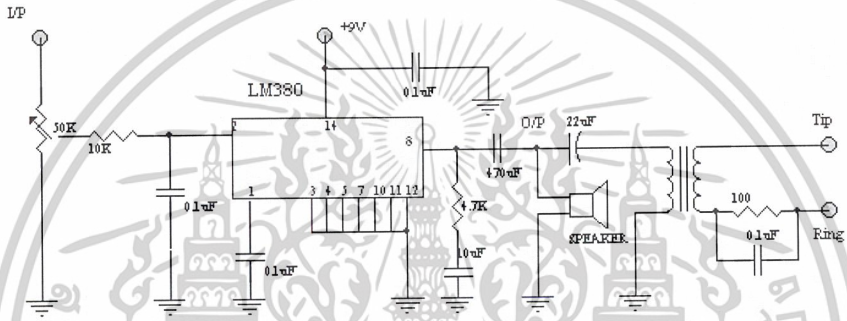
เพื่อศึกษาการส่งสัญญาณเสียงไปยังคู่สายโทรศัพท์

ขั้นตอนการทดลอง

4.5.1 ต่อวงจรตามรูป

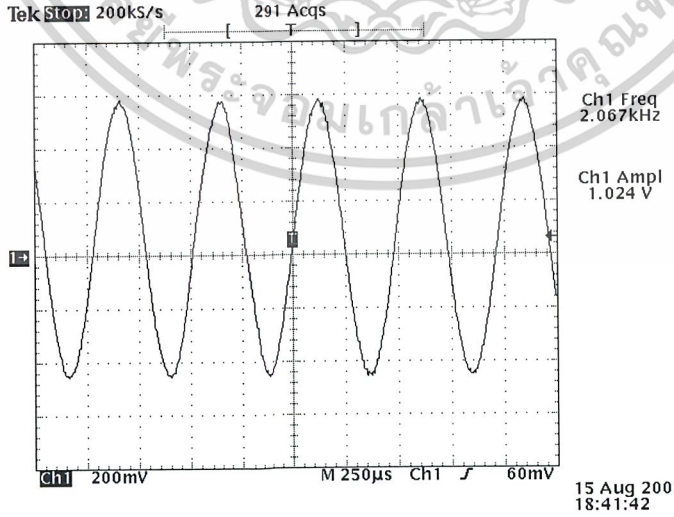
4.5.2 ทำการป้อนสัญญาณเสียงเข้ามาที่อินพุทของวงจรขยายสัญญาณเสียง

4.5.3 วัดสัญญาณที่ขดลวดทางเซคันดารี่ของหม้อแปลงเทียบกับขดลวดไพรมารี่และทำการบันทึกรูปสัญญาณ



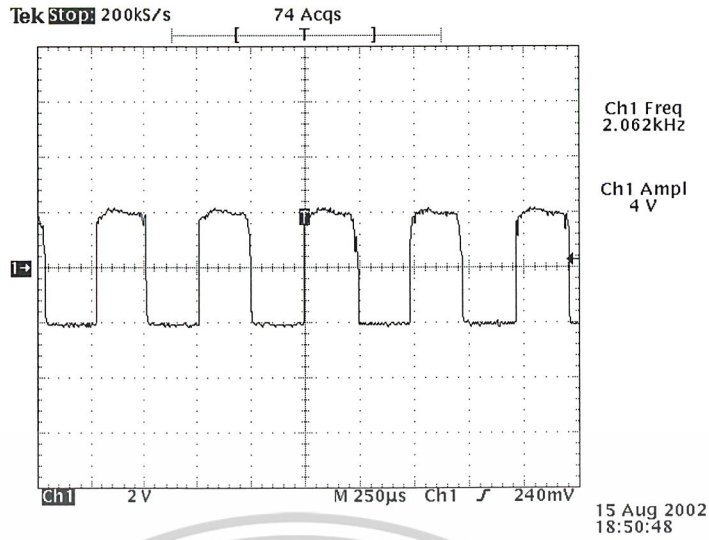
รูปที่4.5 รูปวงจรแมชชิ่งพร้อมวงจรขยายสัญญาณเสียง

ผลการทดลอง

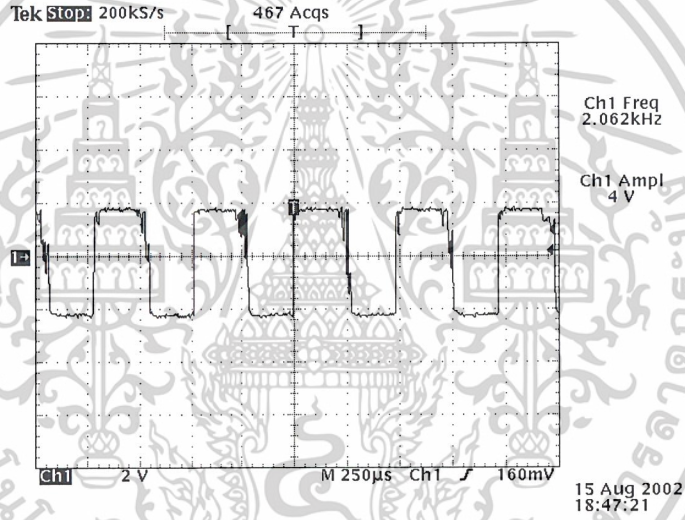


รูปที่4.6 สัญญาณที่เข้ามาทางวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 สัญญาณที่ออกมาทางเอาท์พุทของวงจรขยายเสียงและที่เข้ามาที่อินพุทของวงจรแมชชิ่ง



รูปที่4.8 สัญญาณที่ออกมาเอาท์พุทของวงจรแมชชิ่ง

4.6 วงจรเครื่องรับและเครื่องส่ง FM

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลโดยการมอดูเลตแบบ FM

ขั้นตอนการทดลอง

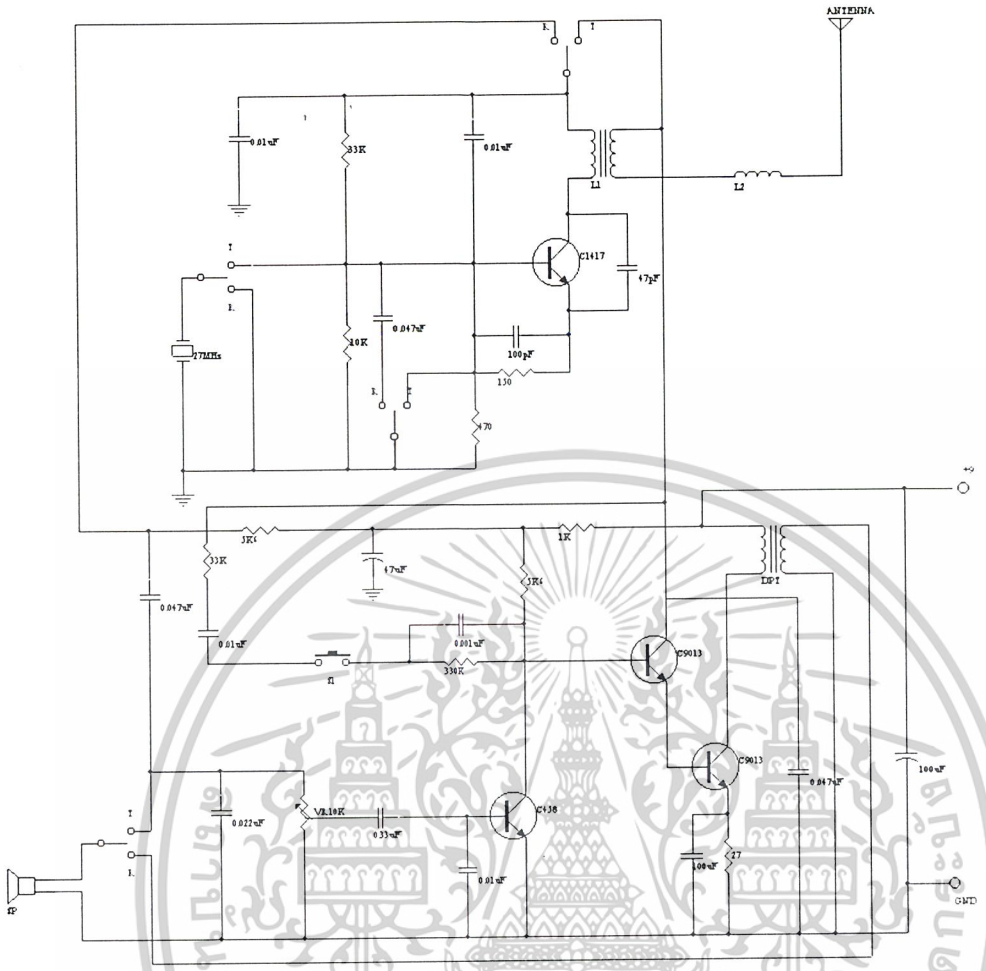
4.6.1 ต่อวงจรตามรูป

4.6.2 ป้อนสัญญาณข้อมูลที่เข้ามาทางอินพุทของของทางเครื่องส่ง

4.6.3 วัดสัญญาณที่เอาท์พุทของเครื่องส่ง

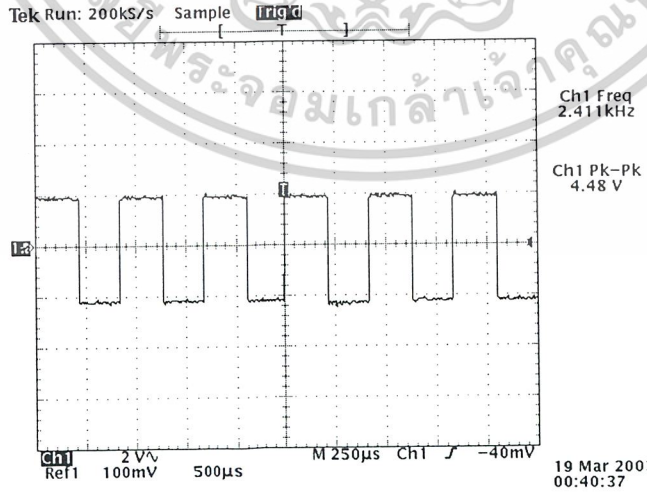
4.6.4 วัดสัญญาณที่เอาท์พุทของเครื่องรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



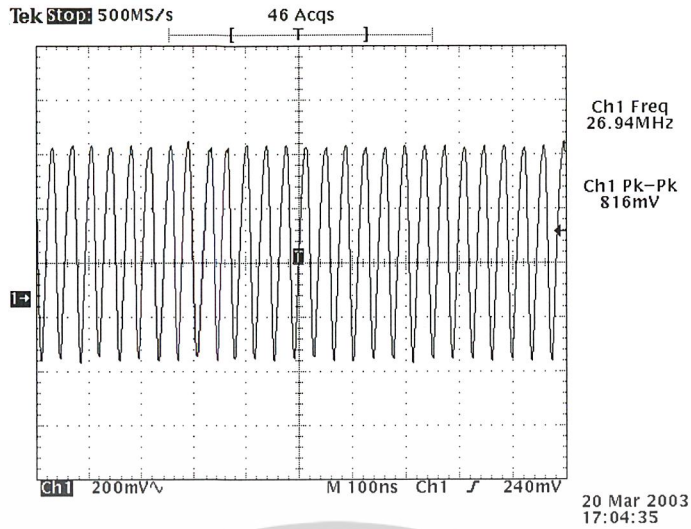
รูปที่4.9 วงจรเครื่องรับและเครื่องส่งFM

ผลการทดลอง

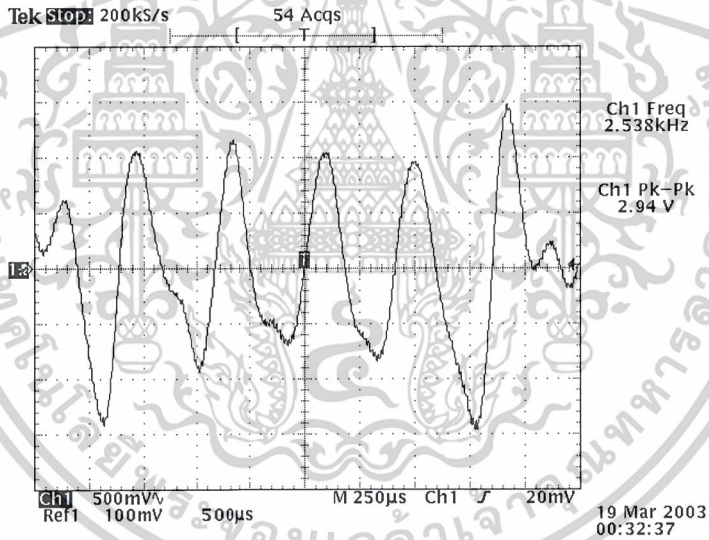


รูปที่4.10 สัญญาณข้อมูลที่เข้ามาทางอินพุทของเครื่องส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.11 สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องส่ง



รูปที่4.12 สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องรับ

4.7 วงจร BAND PASS FILTER

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการทำงานของวงจร band pass filter

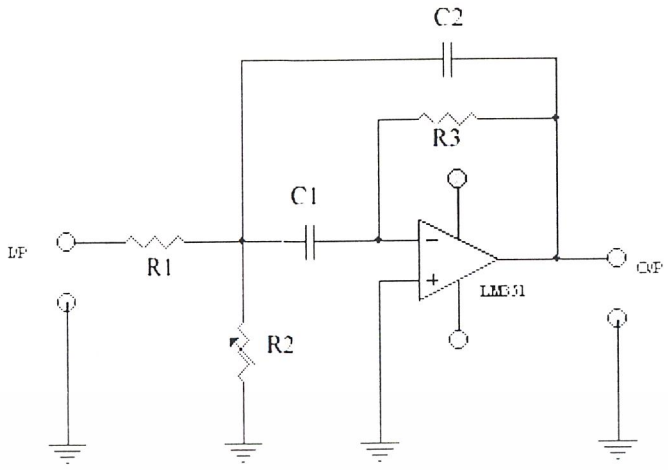
ขั้นตอนการทดลอง

4.7.1 ต่อวงจรตามรูป

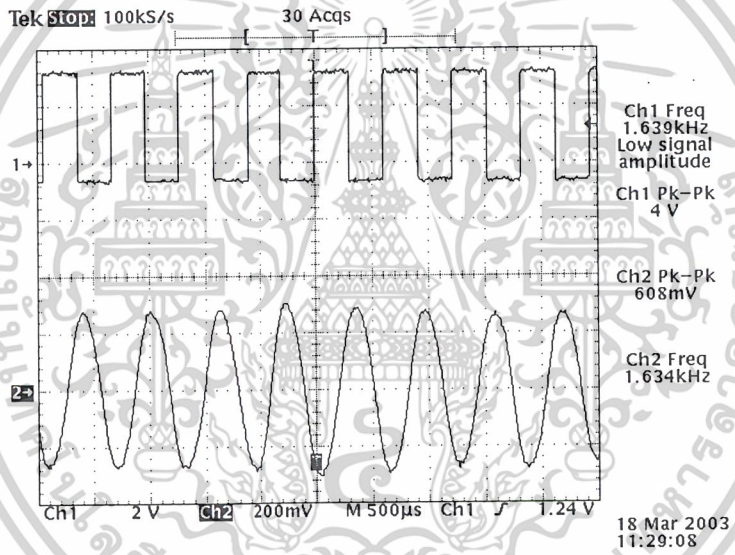
4.7.2 ทำการป้อนสัญญาณเข้ามาที่อินพุทของวงจร BPF

4.7.3 ทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุทของวงจร BPF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.13 วงจรBAND PASS FILTER



รูปที่4.14 สัญญาณอินพุทและเอาท์พุทวงจร BPF

สัญญาณ Channal 1คือ สัญญาณที่ออกจาก MCS

สัญญาณ Channal 2 คือเอาท์พุทของ BPF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

การทำโครงงานนี้เราต้องทำการศึกษาในด้าน ซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้เครื่องโทรศัพท์ หัวใจหลักในการทำงานของเครื่องคือ ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งใช้ในการตรวจจุบสัญญาณ Ringing Tone เพื่อกำหนดสัญญาณข้อมูลที่จะส่งออกไปยังเครื่องส่งที่มอดูเลตทางความถี่ทางด้านเครื่องรับจะทำการดีมอดูเลตสัญญาณที่รับเข้ามา สัญญาณที่ได้จะผ่านวงจร Band Pass Filter เพื่อส่งไปควบคุมอุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้

ในการทดลองการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี แต่หากอุปกรณ์ที่ปลายทางมีปัญหา เช่น หลอดไฟขาด ซึ่งผู้ใช้ไม่สามารถทราบได้เลย ซึ่งความผิดพลาดนี้แก้ไขได้โดย การตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ไฟฟ้าปลายทางให้อยู่ในสภาพดีเสมอ

ปัญหาในการออกแบบ

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์นั้น การทดลองในแต่ละวงจรจะสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อนำมารวมกันอาจเกิดปัญหาขึ้นบ้างเล็กน้อย เช่น การไม่แมทช์กันของอิมพีแดนซ์ การกวนกันของความถี่ การแก้ไขทำได้โดยการจัดระบบการ์วด์ให้ดีขึ้น การใช้บัฟเฟอร์ในการแมทช์ ทำให้การทำงานของวงจรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทางด้านซอฟแวร์ เราต้องทราบถึงคุณสมบัติ ของตัว IC MCS-51 ก่อนว่า ขาแต่ละขาของตัว IC นี้มีหน้าที่ใช้ทำอะไรและในการกำหนดพอร์ตของ IC MCS-51 ต้องสัมพันธ์กันทั้งทางด้านอินพุทและเอาท์พุทในส่วนโปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการการทดลองควรทดสอบโปรแกรมทีละส่วนไม่ควรที่จะทดลองทั้งโปรแกรม เพราะถ้าเกิดข้อผิดพลาดเราจะไม่สามารถทราบได้ว่าโปรแกรมของส่วนใดผิดพลาด

แนวทางการพัฒนาต่อไป

ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้านี้กำหนดความถี่ต่าง ๆ ในการควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งไม่เหมือนกัน ดังนั้น หากลดแบนด์วิดท์ของวงจร BPF (Band Pass Filter) จะทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้มากขึ้น หรืออาจเปลี่ยนการส่งจากการมอดูเลตความถี่มาเป็นการมอดูเลตแบบดิจิตอล ทำให้การรับมีความแม่นยำมากขึ้น

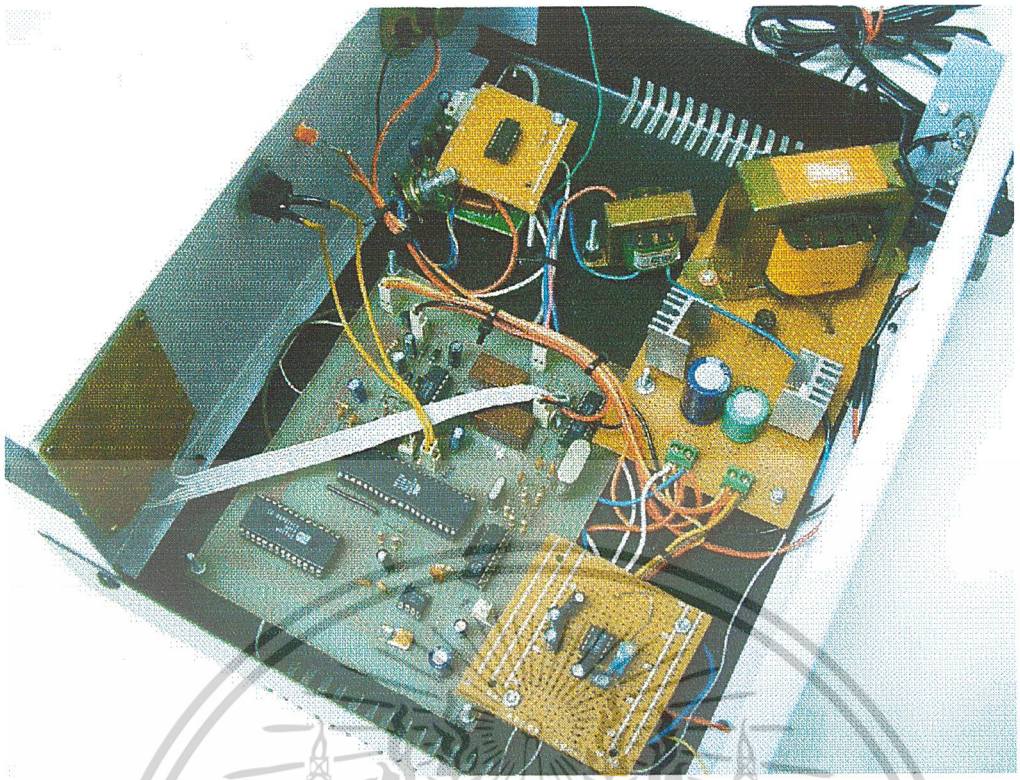
การประยุกต์การใช้งาน

ในเบื้องต้นนี้สามารถใช้การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้านหรือใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าภายในบ้าน ทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านขณะไม่อยู่ที่บ้านได้ ทั้งยังช่วยในการป้องกันอันตราย โดยการเปิดไฟในยามค่ำคืนเมื่อไม่มีผู้อยู่ที่บ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

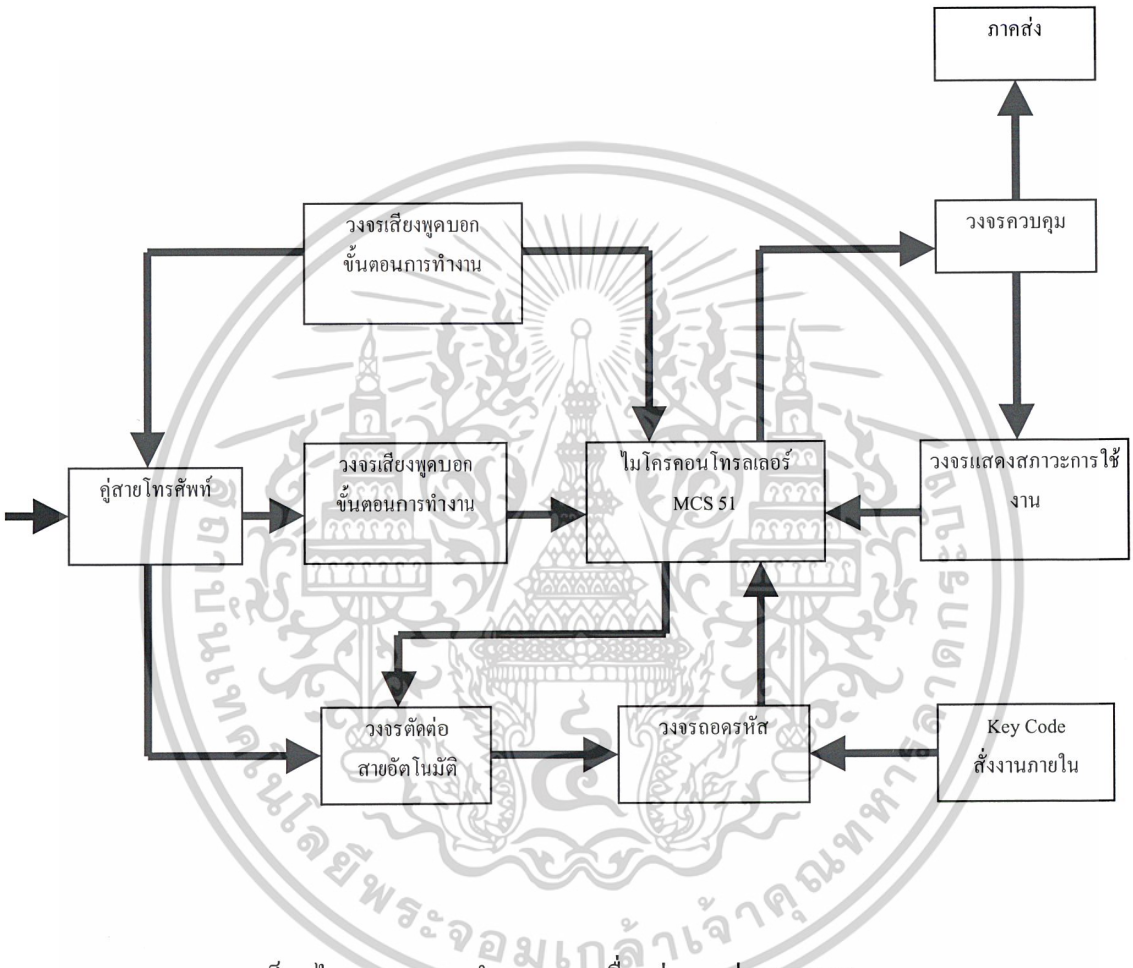


รูปเครื่องส่งและส่วนควบคุม



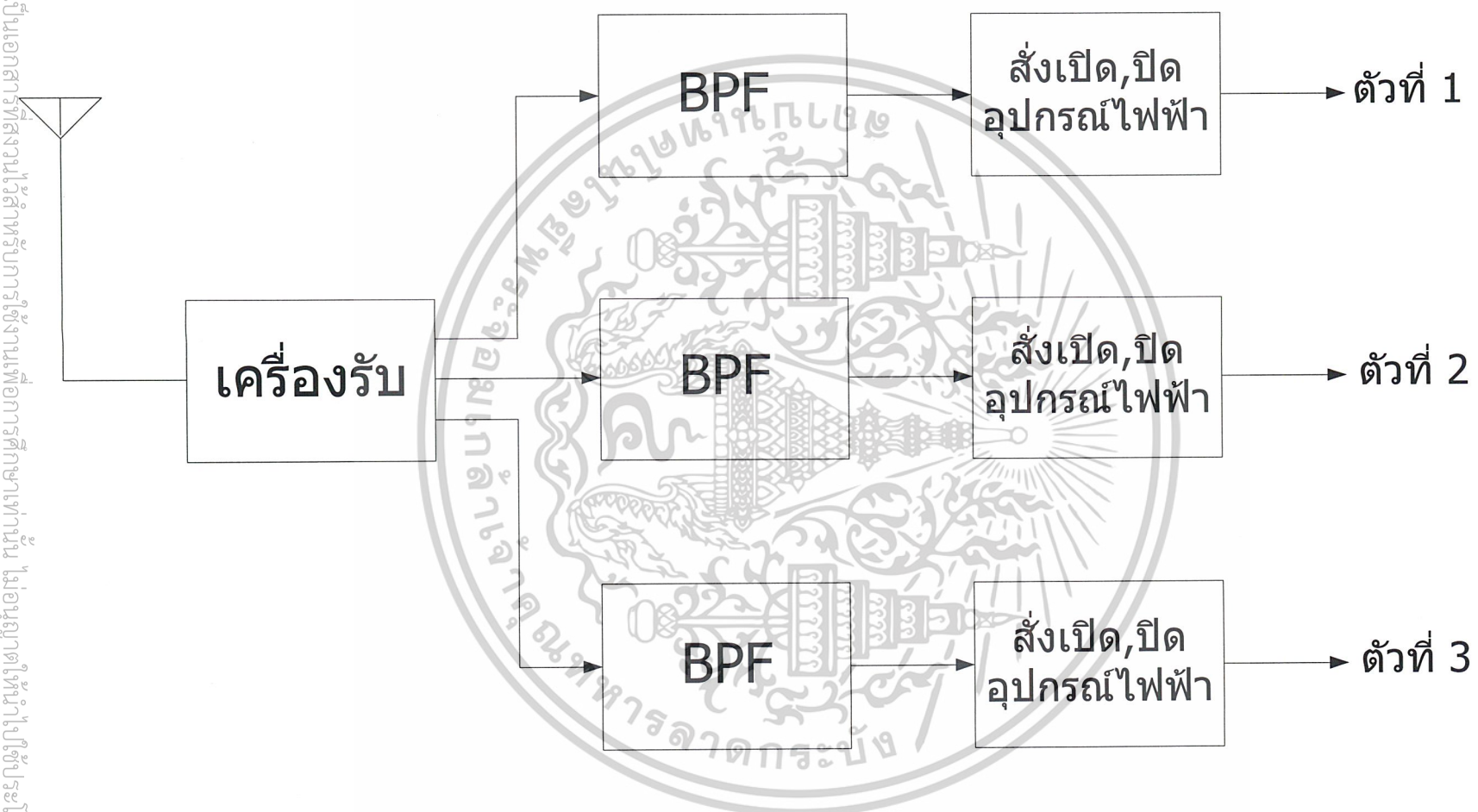
รูปเครื่องรับและภาคถอดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

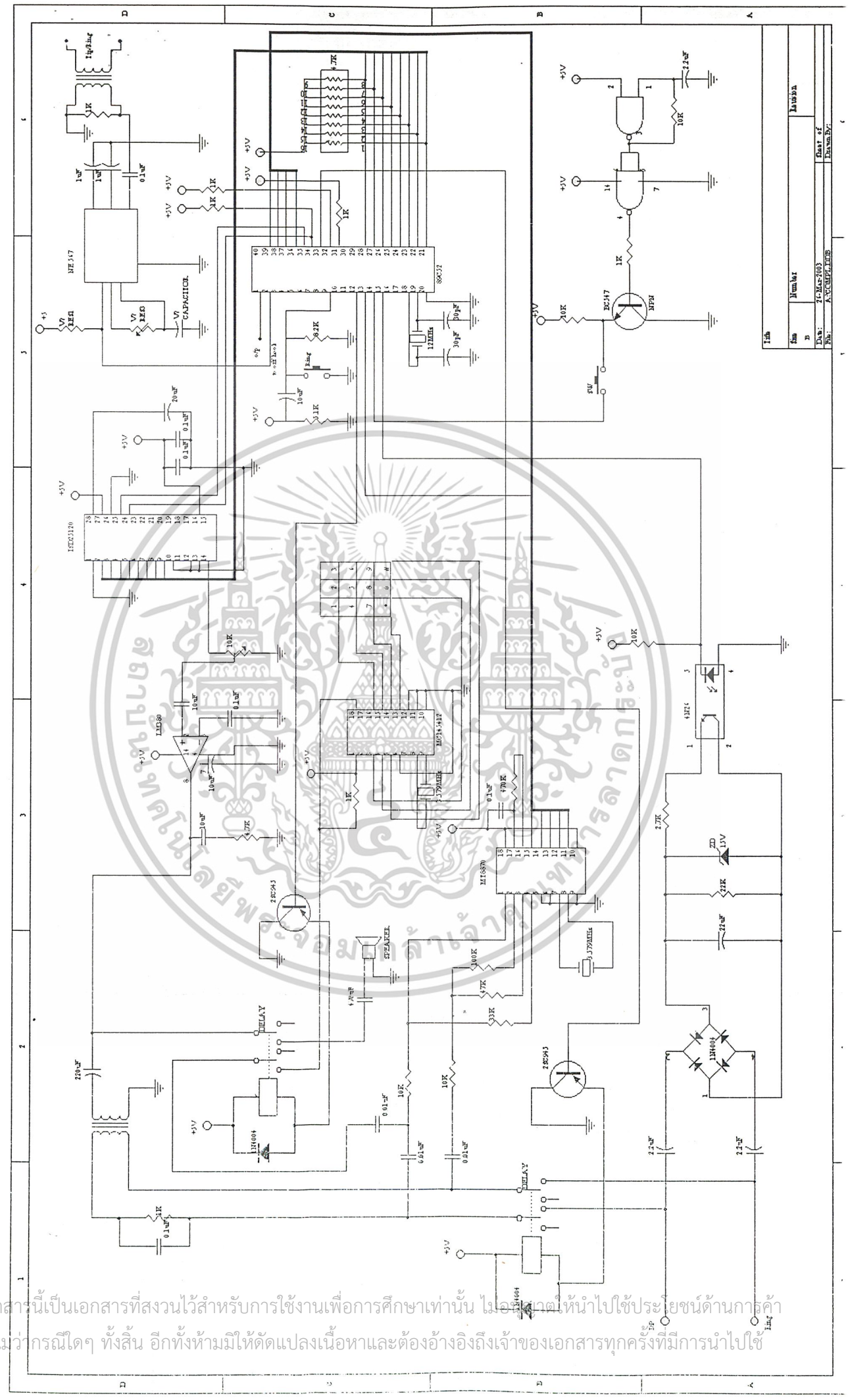


บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องส่งและส่วนควบคุม

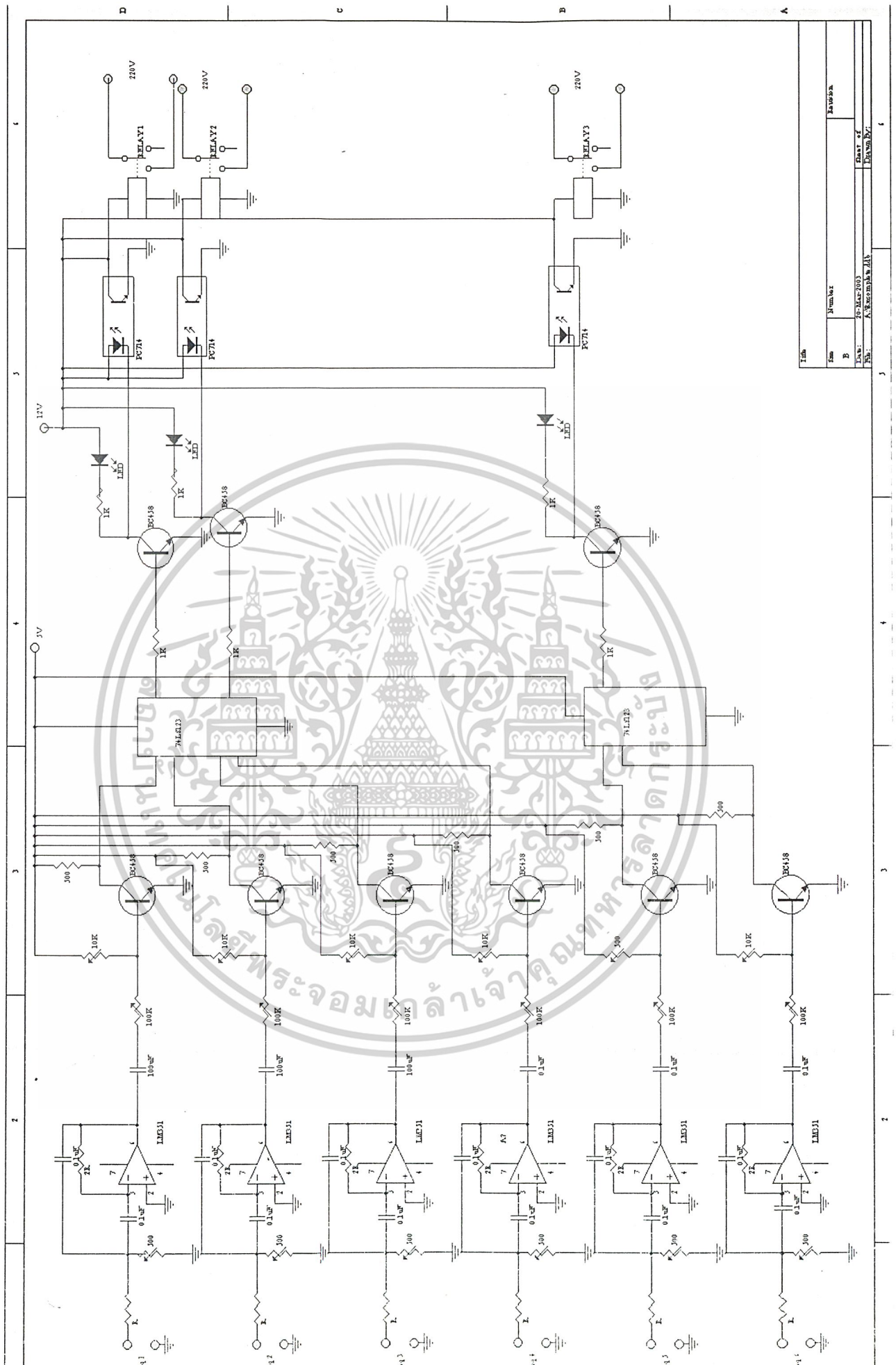
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บล็อกไดอะแกรมของภาครับและภาคดีเทคสัญญาณ

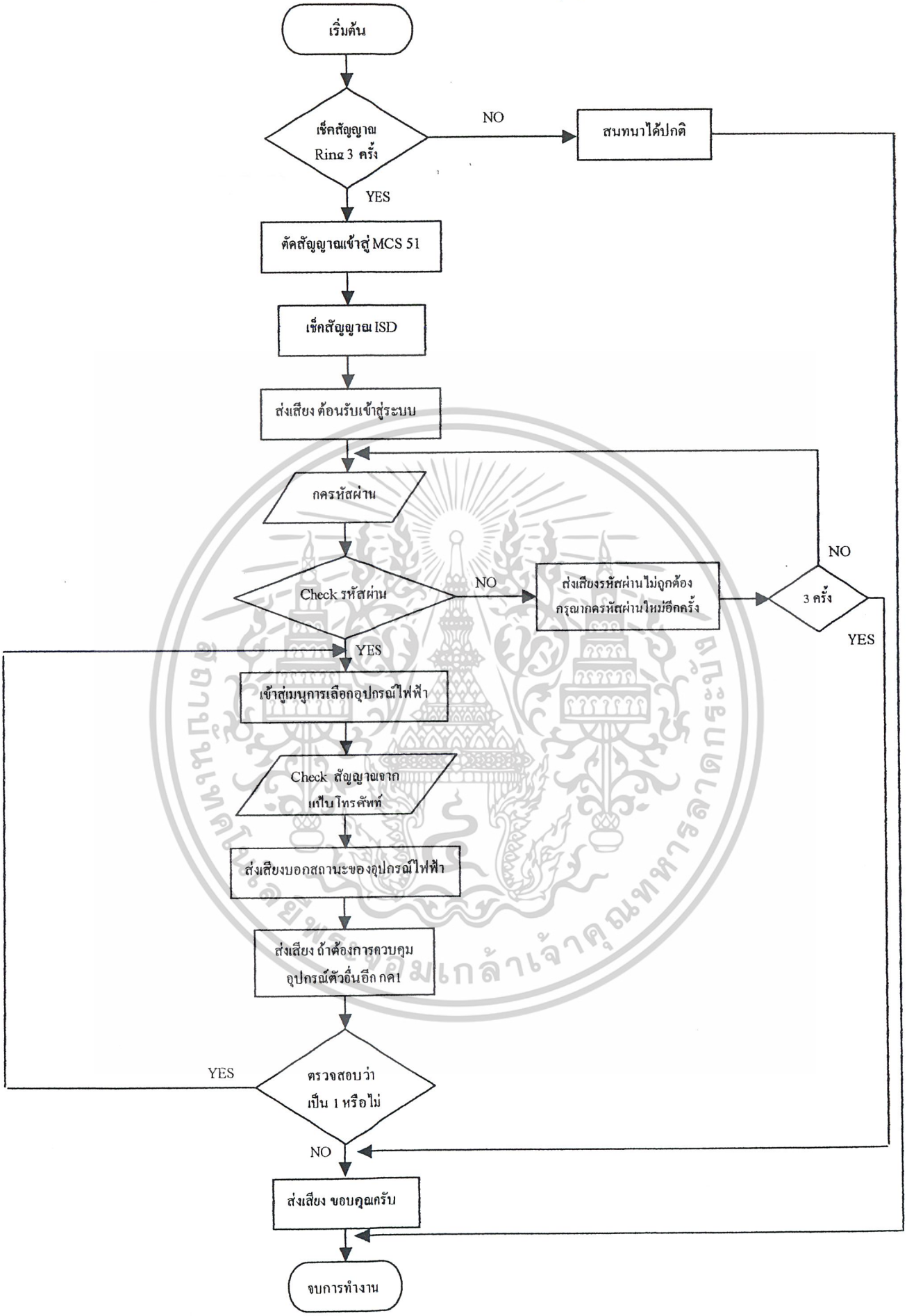


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOWCHART แสดงระบบการทำงานของเครื่องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RING_S          BIT             P3.5
SPEAK           BIT             P3.2
ON_HOOK         BIT             P0.6
                ORG             00H
MAIN:
                MOV             R4,#01H         ;check three ring
LOOP_1:         ACALL           DELAY_4ms
                JB              RING_S,LOOP_1
                ACALL           DELAY_10ms
LOOP_2:         ACALL           DELAY_4ms
                JNB             RING_S,LOOP_2
                ACALL           DELAY_10ms
                MOV             R4,#255
LOOP_3:         ACALL           DELAY_4ms
                DJNZ            R4,LOOP_1
                JB              RING_S,LOOP_3
                ACALL           DELAY_10ms
LOOP_4:         ACALL           DELAY_4ms       ;check ring
                JNB             RING_S,LOOP_4
                DJNZ            R4,LOOP_1
                CLR             P3.2            ;connect sp.
                ACALL           DELAY_100ms
                ACALL           DELAY_100ms
                ACALL           DELAY_100ms
                CLR             P0.6            ;on hook
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                LCALL           DELAY_1s
                MOV             P2,#00H         ;start sound
                LCALL           RUN_SOUND
                MOV             R3,#03H
TEST_1:         ACALL           DELAY_10ms
                JNB             P3.3,TEST_1     ;check std for password
                LCALL           DELAY_1ms
                LCALL           DELAY_1ms
                MOV             A,#0FH
                ANL             A,P0
                MOV             50H,A           ;keep password1
LOOP003:        LCALL           DELAY_10ms
                JB              P3.3,LOOP003
TEST_2:         LCALL           DELAY_10ms
                JNB             P3.3,TEST_2
                LCALL           DELAY_1ms
                LCALL           DELAY_1ms
                MOV             A,#0FH
                ANL             A,P0
                MOV             51H,A           ;keep password2
LOOP004:        LCALL           DELAY_10ms
                JB              P3.3,LOOP004
TEST_3:         LCALL           DELAY_10ms
                JNB             P3.3,TEST_3
                LCALL           DELAY_1ms
                LCALL           DELAY_1ms
                MOV             A,#0FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL         A,P0
                MOV         52H,A           ;keep password3
LOOP005:        LCALL       DELAY_10ms
                JB          P3.3,LOOP005
TEST_4:         LCALL       DELAY_10ms
                JNB         P3.3,TEST_4
                LCALL       DELAY_1ms
                LCALL       DELAY_1ms
                MOV         A,#0FH
                ANL         A,P0
                CJNE        A,#0BH,TEST_4
                MOV         A,50H
                CJNE        A,#03H,WO       ;check password1.
                MOV         A,51H
                CJNE        A,#03H,WO       ;check password2.
                MOV         A,52H
                CJNE        A,#03H,WO       ;check password3
TEST_40:        MOV         P2,#020H        ;tell about select element
                LCALL       RUN_SOUND
TEST_400:       ACALL       DELAY_100ms
                MOV         P2,#02BH        ;tell about select element
                LCALL       RUN_SOUND
                ACALL       DELAY_100ms
                SJMP        LOOP013
TEST_1_1:       SJMP        TEST_1
WO:             MOV         P2,#014H        ; password error.
                LCALL       RUN_SOUND
                DJNZ        R3,TEST_1_1
LOOP007:        ACALL       DELAY_100ms
                MOV         P2,#0A3H        ; the end
                LCALL       RUN_SOUND
                SETB        P0.6            ;off hook
                LJMP        MAIN
LOOP013:        ACALL       DELAY_10ms
                JNB         P3.3,LOOP013
                ACALL       DELAY_10ms
                MOV         A,P0
                ANL         A,#0FH
                CJNE        A,#10,LOOP01300
                SJMP        LOOP007
LOOP01300:      ACALL       DELAY_10ms
                JB          P3.3,LOOP01300
                LCALL       CHK_NUMBER      ;action
                ACALL       DELAY_100ms
                ACALL       DELAY_100ms
                ACALL       DELAY_100ms
                MOV         R7,#2
LOOP0071:       MOV         P2,#6FH
                LCALL       RUN_SOUND       ;control other element p
                MOV         R5,#0FFH
LOOP0130:       ACALL       DELAY_20ms
                DJNZ        R5,LOOP007
                JNB         P3.3,LOOP0130
                ACALL       DELAY_100ms
                MOV         A,#0FH
                ANL         A,P0
LOOP0132:       ACALL       DELAY_20ms
                JNB         P3.3,LOOP0132
                CJNE        A,#1,LOOP0133
                SJMP        TEST_400
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP0133:   MOV     P2,#57H
            LCALL   RUN_SOUND       ;tell no function
            ACALL   DELAY_100ms
            SJMP    LOOP007
CHK_NUMBER: CJNE    A,#01H,LOOP012  ;close one
            ACALL   DELAY_100ms
            LCALL   OPEN_1
            LCALL   OPEN_1
            MOV     P2,#81H
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
LOOP012:    CJNE    A,#02H,LOOP015  ;open one
            ACALL   DELAY_100ms
            LCALL   CLOSED_1
            LCALL   CLOSED_1
            MOV     P2,#7CH
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
LOOP015:    CJNE    A,#03H,LOOP017  ;close two
            MOV     P2,#8BH
            LCALL   RUN_SOUND
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
LOOP017:    CJNE    A,#04H,LOOP019   ;open two
            LCALL   OPEN_2
            LCALL   CLOSED_2
            MOV     P2,#86H
            RET
LOOP019:    CJNE    A,#05H,LOOP021   ;close three
            LCALL   OPEN_3
            MOV     P2,#95H
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
LOOP021:    CJNE    A,#06H,LOOP027    ;open three
            LCALL   CLOSED_3
            MOV     P2,#90H
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
LOOP027:    MOV     P2,#57H
            LCALL   RUN_SOUND
            RET
OPEN_2:     MOV     R7,#0FFH          ;osc 761Hz
CH_11:      CLR     P1.0
            LCALL   DELAY_652us
            NOP
            NOP
            LCALL   DELAY_652us
            NOP
            NOP
            CLR     P1.0
            LCALL   DELAY_652us
            NOP
            NOP
            SETB    P1.0
            LCALL   DELAY_652us
            DJNZ    R7,CH_11
            RET
OPEN_3:     MOV     R7,#0FFH
CH_21:      CLR     P1.0
            LCALL   DELAY_887us
            NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                NOP
                SETB    P1.0                ;output 2
                LCALL   DELAY_887us
                NOP
                NOP
                CLR     P1.0                ;output 2
                LCALL   DELAY_887us
                NOP
                NOP
                SETB    P1.0
                LCALL   DELAY_887us
                DJNZ    R7,CH_21
                RET
CLOSED_1:       MOV     R7,#0FFH            ;osc 1,050Hz
CH_31:          CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_471us
                NOP
                NOP
                SETB    P1.0                ;output 3
                LCALL   DELAY_471us
                NOP
                NOP
                CLR     P1.0                ;output 3
                LCALL   DELAY_471us
                NOP
                NOP
                SETB    P1.0                ;output 3
                LCALL   DELAY_471us
                DJNZ    R7,CH_31
                RET
CLOSED_2:       MOV     R7,#0FFH            ;osc 1,644Hz
CH_41:          CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_299us
                NOP
                NOP                         ;output 4
                CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_299us
                NOP
                NOP
                CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_299us
                NOP
                NOP                         ;output 4
                SETB    P1.0
                LCALL   DELAY_299us
                DJNZ    R7,CH_41
                RET
CLOSED_3        MOV     R7,#0FFH            ;osc 2,487Hz
CH_51:          CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_196us
                NOP
                NOP
                SETB    P1.0                ;output5
                LCALL   DELAY_196us
                NOP
                NOP
                CLR     P1.0
                LCALL   DELAY_196us
                NOP
                NOP
                SETB    P1.0                ;output5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL       DELAY_196us
                DJNZ        R7,CH_51
                            RET
OPEN_1:         MOV         R7,#0FFH            ;osc 3,170Hz
CH_61:          CLR         P1.0
                LCALL       DELAY_152us
                NOP
                NOP
                SETB        P1.0                ;output 6
                LCALL       DELAY_152us
                NOP
                NOP
                CLR         P1.0
                LCALL       DELAY_152us
                NOP
                NOP
                SETB        P1.0
                LCALL       DELAY_152us
                DJNZ        R7,CH_61
                            RET
DELAY_652us:    MOV         #0D7H               ;osc 766Hz
DELAY_652us_1:NOP
                DJNZ        R4,DELAY_652us_1
                NOP
                NOP
                NOP
                            RET
DELAY_887us:    MOV         R4,#146             ;osc 909Hz
DELAY_887us_1:NOP
                DJNZ        4,DELAY_887us_1
                MOV         R4,#147
DELAY_887us_2:NOP
                DJNZ        R4,DELAY_887us_2
                NOP
                NOP
                            RET
DELAY_471us:    MOV         R4,#9BH             ;osc1,061Hz
DELAY_471us_1:NOP
                DJNZ        R4,DELAY_471us_1
                NOP
                NOP
                            RET
DELAY_299us:    MOV         R4,#62H             ;osc672Hz
DELAY_299us_1:NOP
                DJNZ        R4,DELAY_299us_1
                NOP
                            RET
DELAY_196us:    MOV         R4,#40H             ;osc551Hz
DELAY_196us_1:NOP
                DJNZ        R4,DELAY_196us_1
                            RET
DELAY_152us:    MOV         R,#31H              ;osc 3,225Hz
DELAY_152us_1:NOP
                DJNZ        R,DELAY_152us_1
                NOP
                            RET
RUN_SOUND:      CLR         P0.5
CYCEL:          CALL        DELAY_250us
                JNB         P0.4,CYCEL1
                SJMP        CYCLE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CYCEL1:         SETB        P0.5
                            RET
DELAY_50ms:     LCALL       DELAY_10ms
                LCALL       DELAY_10ms
                LCALL       DELAY_10ms
                LCALL       DELAY_10ms
                LCALL       DELAY_10ms
                            RET
DELAY_200ms:    LCALL       DELAY_100ms
                LCALL       DELAY_100ms
                            RET
DELAY_300ms:    LCALL       DELAY_100ms
                LCALL       DELAY_100ms
                LCALL       DELAY_100ms
                            RET
DELAY_10ms:     MOV         R7,#010             ;Do 10 time
DELAY_10ms_1:   MOV         R6,#0E6H            ;Each loop = 1 ms
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ        R7,DELAY_100ms_1
                            RET
DELAY_100ms:    MOV         R7,#100             ;Do 100 time
DELAY_100ms_1:  MOV         R6,#0E6H            ;Each loop =1 ms
DELAY_100ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ        R6,DELAY_100_2
                DJNZ        R7,DELAY_100_1
DELAY_1s:       MOV         R5,#100             ;Do 100 time
DELAY_1s_1:     ACALL       DELAY_10ms
                DJNZ        R5,DELAY_1s_1
                            RET
DELAY_250ms:    MOV         R7,#250             ;Do  250 time
DELAY_250ms_1:  MOV         R6,#0E6H            ;Each loop=1ms
DELAY_250ms_2:  DJNZ        R6,DELAY_250ms_2
                DJNZ        R7,DELAY_250ms_1
                            RET
DELAY_1ms:      MOV         R6,#0E6H            ;Each loop=1ms
DELAY_1ms_1:    DJNZ        R6,DELAY_250ms_2
                            RET

DELAY_20ms:     LCALL       DELAY_10ms
                LCALL       DELAY_10ms
                            RET
DELAY_4ms:      LCALL       DELAY_1ms
                LCALL       DELAY_1ms
                LCALL       DELAY_1ms
                LCALL       DELAY_1ms
                            RET
DELAY_250us:    MOV         R5,#0FFH
DELAY_250us_1:  DJNZ        R5,DELAY_250us_1
                            RET

                            END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

January 1995

LM368-5.0 and LM368-10 Precision Voltage References

General Description

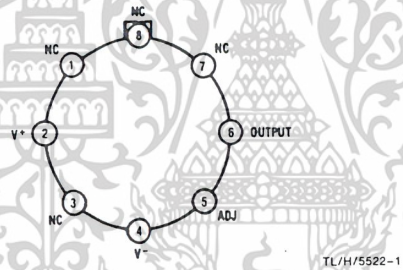
The LM368 is a precision, monolithic, temperature-compensated voltage reference. The LM368 makes use of thin-film technology enhanced by the discrete laser trimming of resistors to achieve excellent Temperature coefficient (Tempco) of V_{OUT} (as low as 5ppm/°C), along with tight initial tolerance, (as low as 0.02%). The trim scheme is such that individual resistors are cut open rather than being trimmed (partially cut), to avoid resistor drift caused by electromigration in the trimmed area. The LM368 also provides excellent stability vs. changes in input voltage and output current (both sourcing and sinking). This device is available in output voltage options of 5.0V and 10.0V and will operate in both series or shunt mode. Also see the LM368-2.5 data sheet for a 2.5V output. The devices are short circuit proof when sourcing current. A trim pin is made available for fine trimming of V_{OUT} or for obtaining intermediate values without greatly affecting the Tempco of the device.

Features

- 300 μA operating current
- Low output impedance
- Excellent line regulation (.0001%/V typical)
- Single-supply operation
- Externally trimmable
- Low temperature coefficient
- Operates in series or shunt mode
- 10.0V or 5.0V
- Excellent initial accuracy (0.02% typical)

Connection Diagram

Metal Can Package



TL/H/5522–1

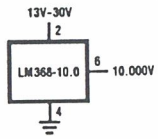
Top View

*case connected to V⁻

Order Number LM368YH-10, LM368YH-5.0, LM368H-10, LM368H-5.0
See NS Package Number H08C

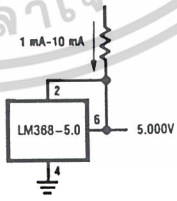
Typical Applications

Series Regulator



TL/H/5522–2

Shunt Regulator



TL/H/5522–3

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/5522

RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 8)

Input Voltage (Series Mode)	35V
Reverse Current (Shunt Mode)	50 mA
Power Dissipation	600 mW
Storage Temperature Range	−60°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM368	0°C to +70°C

Soldering Information
TO-5 (H) Package, 10 sec. +300°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" (Appendix D) for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM368			
		Typical	Tested Limit (Note 2)	Design Limit (Note 3)	Units (Max. unless noted)
V_{OUT} Error		±0.02	±0.1		%
Line Regulation	$(V_{OUT} + 3V) \le V_{IN} \le 30V$	±0.0001	±0.0005		%/V
Load Regulation (Note 4)	$0\ mA \le I_{SOURCE} \le 10\ mA$ $-10\ mA \le I_{SINK} \le 0\ mA$	±0.0003 ±0.003	±0.001 ±0.008		%/mA %/mA
Thermal Regulation	T = 20 mS (Note 5)	±0.005	±0.01		%/100 mW
Quiescent Current		250	350		μA
Change of Quiescent Current vs. V_{IN}	$(V_{OUT} + 3V) \le V_{IN} \le 30V$	3	5		μA/V
Temperature Coefficient of V_{OUT} (see graph): LM368Y (Note 6) LM368	$0°C \le T_A \le 70°C$ $0°C \le T_A \le 70°C$	±11 ±15	±20	 ±30	ppm/°C ppm/°C
Short Circuit Current	$V_{OUT} = 0$	30	70	100	mA
Noise: 10.0V: 0.1 - 10Hz 100Hz - 10 kHz 6.2V: 0.1 - 10Hz 100Hz - 10 kHz 5.0V: 0.1 - 10Hz 100Hz - 10 kHz		30 1100 20 700 16 575			uVp-p nV/√Hz uVp-p nV/√Hz uVp-p nV/√Hz
V_{OUT} Adjust Range: 10.000V 5.000V	$0V \le V_{PIN5} \le V_{OUT}$	4.5-17.0 4.4-7.0		6.0-15.5 4.5-6.0	V min. V min.

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $T_A = 25°C$, $V_{IN} = 15V$, $I_{LOAD} = 0$, $0 \le C_L \le 200$ pF. Circuit is operating in Series Mode. Or, circuit is operating in Shunt Mode, $V_{IN} = +15V$ or $V_{IN} = V_{OUT}$, $TA = +25°C$, $I_{LOAD} = -1.0$ mA, $0 \le C_L \le 200$ pF.

Note 2: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 3: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 4: The LM368 has a Class B output, and will exhibit transients at the crossover point. This point occurs when the device is asked to sink approximately 120 μA. In some applications it may be advantageous to preload the output to either V_{IN} or Ground, to avoid this crossover point.

Note 5: Thermal Regulation is defined as the change in the output Voltage at a time T after a step change in power dissipation of 100 mW.

Note 6: Temperature Coefficient of V_{OUT} is defined as the worst case delta-V_{OUT} measured at Specified Temperatures divided by the total span of the Specified Temperature Range (See graphs). There is no guarantee that the Specified Temperatures are exactly at the minimum or maximum deviation.

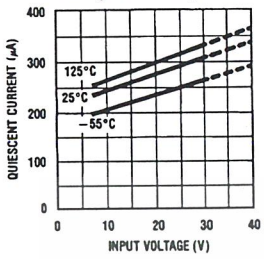
Note 7: In metal can (H), θ_{J-C} is 75°C/W and θ_{J-A} is 150°C/W.

Note 8: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its Rated Operating Conditions (see Note 1 and Conditions).

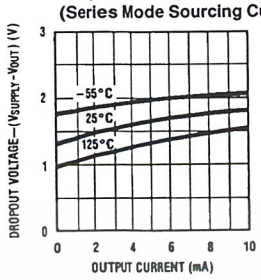
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Note 1)

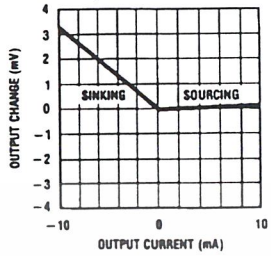
Quiescent Current vs. Input Voltage and Temperature



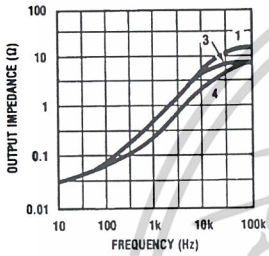
Dropout Voltage vs. Output Current (Series Mode Sourcing Current)



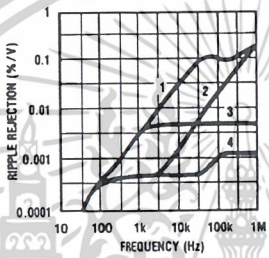
Output Change vs. Output Current



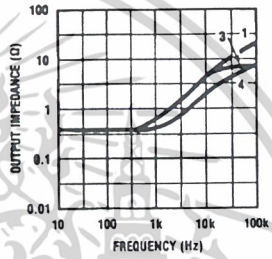
Output Impedance vs. Frequency (Sourcing Current)



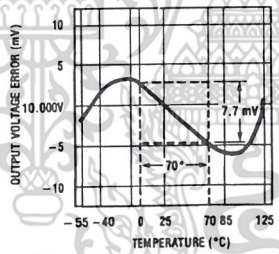
Ripple Rejection vs. Frequency



Output Impedance vs. Frequency (Sinking Current)



Temperature Coefficient: LM368-10 (Curve A)



Typical Temperature Coefficient Calculations:

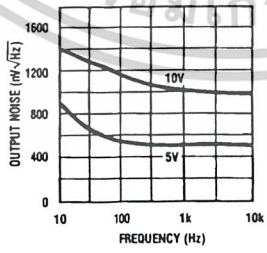
LM368-10 (see Curve A)

T.C. = 7.7 mV/(70° × 10V)

= 11 × 10E-6 = 11ppm/°C

TL/H/5522–4

Output Noise vs. Frequency



(1) LM368 alone.

(2) with 0.01 μf Mylar, Trim to Gnd.

(3) with 10Ω in series with 10 μf, V_{OUT} to Gnd.

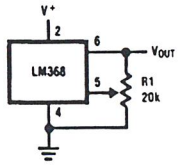
(4) with Both.

TL/H/5522–5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

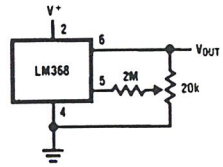
Typical Applications

Wide Range Trimmable Regulator



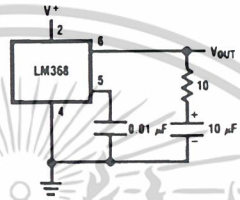
TL/H/5522–7

Narrow Range Trimmable Regulator (± 1% min.)



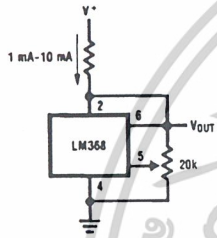
TL/H/5522–8

Improved Noise Performance



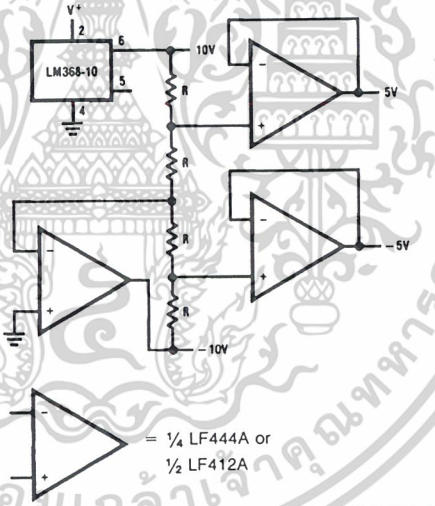
TL/H/5522–10

Adjustable Zener



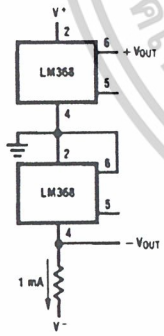
TL/H/5522–9

± 10V, ± 5V References



TL/H/5522–12

± Reference



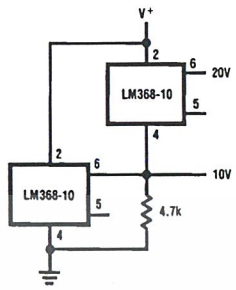
TL/H/5522–11

R= Thin Film Resistor Network,
±0.05% Matching and 5ppm Tracking
(Beckman 694-3-R-10K-A),
(Caddock T-914-10K-100-05)
or similar.

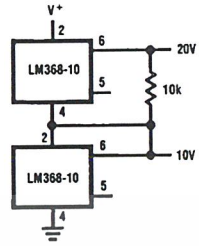
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

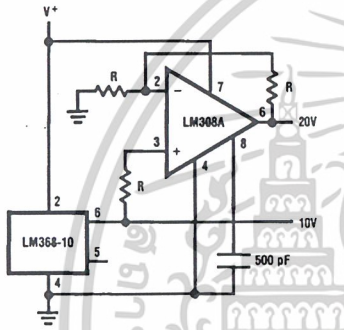
Multiple Output Voltages



TL/H/5522–13



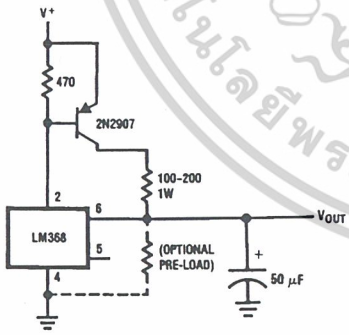
TL/H/5522–14



R= Thin Film Resistor Network
0.05% Matching and 5ppm Tracking
(Beckman 694-3-R-10K-A),
(Caddock T-914-10K-100-05)
or similar.

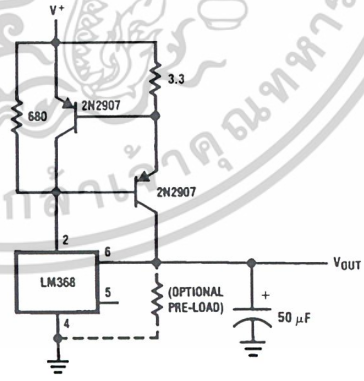
TL/H/5522–15

Reference with Booster



TL/H/5522–16

100 mA Boosted Reference

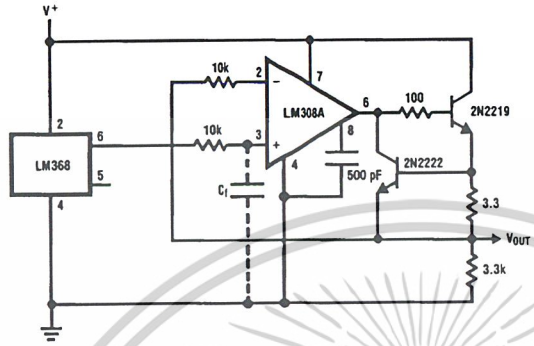


TL/H/5522–17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

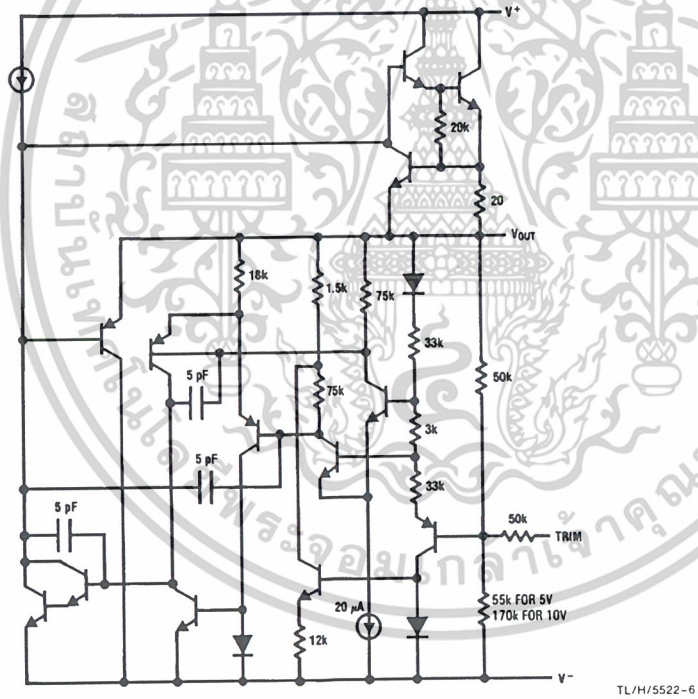
Typical Applications (Continued)

Buffered High-Current Reference with Filter



TL/H/5522–18

Simplified Schematic Diagram

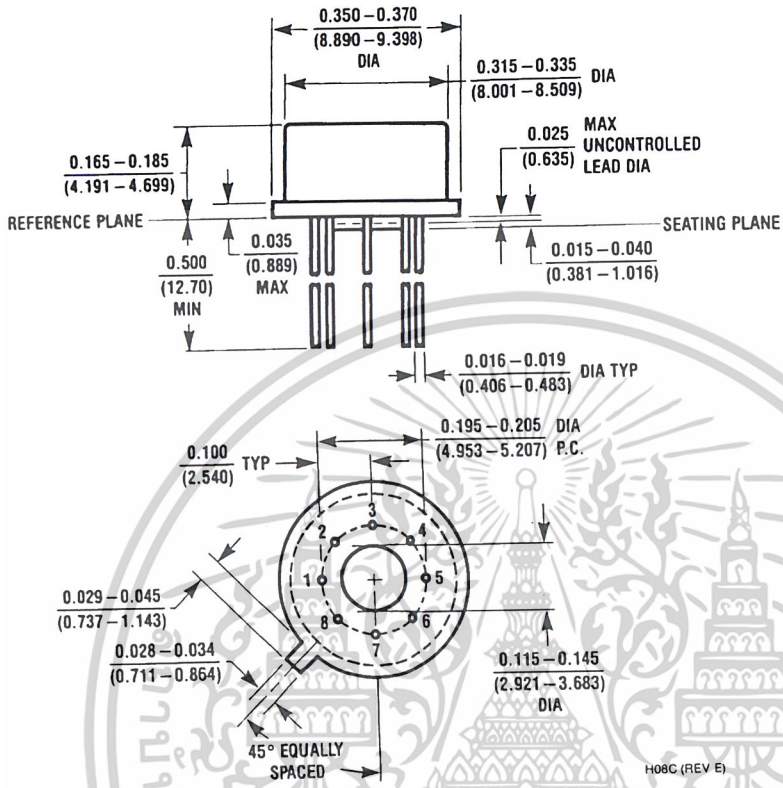


TL/H/5522–6

*Reg. U.S. Pat. Off.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



Thermal resistance is 45°C/W, junction to case, and 150°C/W, junction to still air.

Metal Can Package (H)

Order Number LM368YH-10,
LM368YH-5.0, LM368H-10, LM368H-5.0
NS Package Number H08C

LIFE SUPPORT POLICY

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

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

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

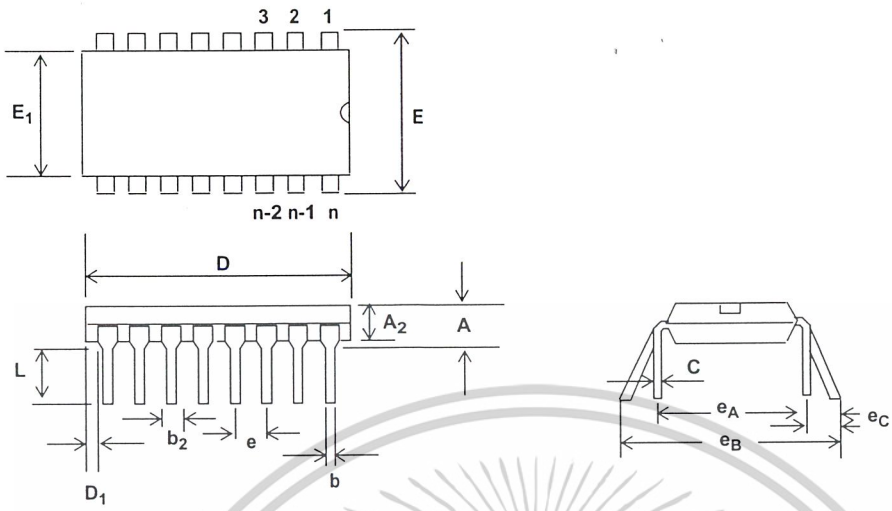
National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Outlines



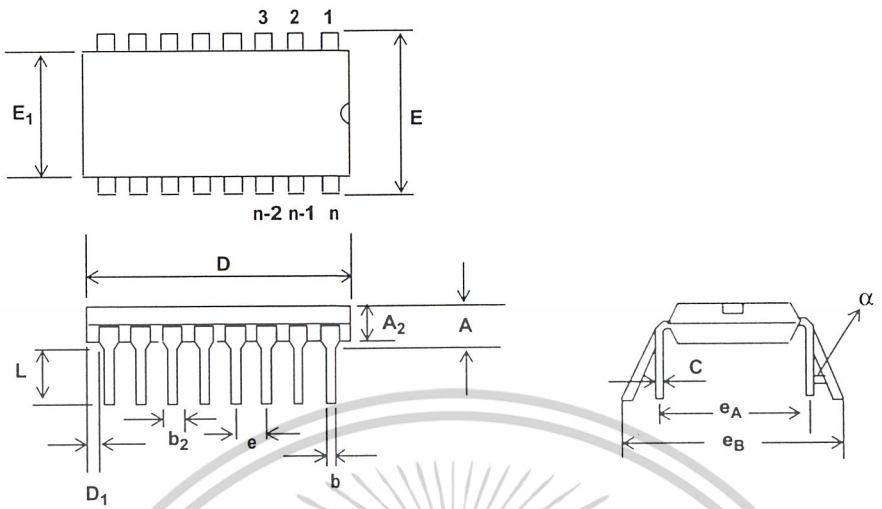
Notes:
1) Not to scale
2) Dimensions in inches
3) (Dimensions in millimeters)

Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

DIM	8-Pin Plastic		16-Pin Plastic		18-Pin Plastic		20-Pin Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)
A_2	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b_2	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014(0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)
D	0.355 (9.02)	0.400 (10.16)	0.780 (19.81)	0.800 (20.32)	0.880 (22.35)	0.920 (23.37)	0.980 (24.89)	1.060 (26.9)
D_1	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)
E_1	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e_A	0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)	
L	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)
e_B		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)
e_C	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)

NOTE: Controlling dimensions in parenthesis ( ) are in millimeters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Notes:
1) Not to scale
2) Dimensions in inches
3) (Dimensions in millimeters)

Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

DIM	22-Pin Plastic		24-Pin Plastic		28-Pin Plastic		40-Pin Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)
A_2	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b_2	0.045 (1.15)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)
D	1.050 (26.67)	1.120 (28.44)	1.150 (29.3)	1.290 (32.7)	1.380 (35.1)	1.565 (39.7)	1.980 (50.3)	2.095 (53.2)
D_1	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.390 (9.91)	0.430 (10.92)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)
E			0.290 (7.37)	.330 (8.38)				
E_1	0.330 (8.39)	0.380 (9.65)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)
E_1			0.246 (6.25)	0.254 (6.45)				
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e_A	0.400 BSC (10.16)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)	
e_A			0.300 BSC (7.62)					
e_B				0.430 (10.92)				
L	0.115 (2.93)	0.160 (4.06)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)
α		15°		15°		15°		15°

Shaded areas for 300 Mil Body Width 24 PDIP only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

December 1995

LF351 Wide Bandwidth JFET Input Operational Amplifier

General Description

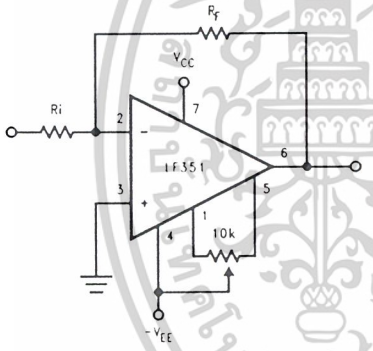
The LF351 is a low cost high speed JFET input operational amplifier with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II™ technology). The device requires a low supply current and yet maintains a large gain bandwidth product and a fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The LF351 is pin compatible with the standard LM741 and uses the same offset voltage adjustment circuitry. This feature allows designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM741 designs.

The LF351 may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample-and-hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The device has low noise and offset voltage drift, but for applications where these requirements are critical, the LF356 is recommended. If maximum supply current is important, however, the LF351 is the better choice.

Features

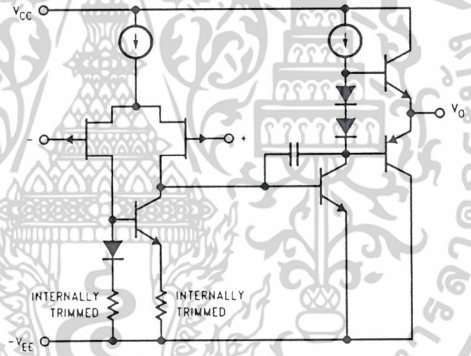
■ Internally trimmed offset voltage	10 mV
■ Low input bias current	50 pA
■ Low input noise voltage	25 nV/$\sqrt{Hz}$
■ Low input noise current	0.01 pA/$\sqrt{Hz}$
■ Wide gain bandwidth	4 MHz
■ High slew rate	13 V/μs
■ Low supply current	1.8 mA
■ High input impedance	$10^{12}\Omega$
■ Low total harmonic distortion $A_V = 10$, $R_L = 10k$, $V_O = 20$ Vp-p, BW = 20 Hz–20 kHz	<0.02%
■ Low 1/f noise corner	50 Hz
■ Fast settling time to 0.01%	2 μs

Typical Connection



TL/H/5648–11

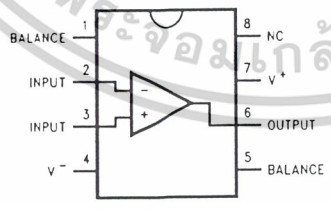
Simplified Schematic



TL/H/5648–12

Connection Diagrams

Dual-In-Line Package



TL/H/5648–13

Order Number LF351M or LF351N
See NS Package Number M08A or N08E

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/5648

RRD-B30M125/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	±18V
Power Dissipation (Notes 1 and 6)	670 mW
Operating Temperature Range	0°C to +70°C
$T_{j(MAX)}$	115°C
Differential Input Voltage	±30V
Input Voltage Range (Note 2)	±15V
Output Short Circuit Duration	Continuous
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 10 sec.)	
Metal Can	300°C
DIP	260°C

θ_{jA}	
N Package	120°C/W
M Package	TBD
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

ESD rating to be determined.

DC Electrical Characteristics (Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF351			Units
			Min	Typ	Max	
V_{OS}	Input Offset Voltage	R_S = 10 kΩ, T_A = 25°C Over Temperature		5	10 13	mV mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Average TC of Input Offset Voltage	R_S = 10 kΩ		10		μV/°C
I_{OS}	Input Offset Current	T_j = 25°C, (Notes 3, 4) $T_j \leq$ 70°C		25	100 4	pA nA
I_B	Input Bias Current	T_j = 25°C, (Notes 3, 4) $T_j \leq$ +70°C		50	200 8	pA nA
R_{IN}	Input Resistance	T_j = 25°C		10^{12}		Ω
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V_S = ±15V, T_A = 25°C V_O = ±10V, R_L = 2 kΩ Over Temperature	25 15	100		V/mV V/mV
V_O	Output Voltage Swing	V_S = ±15V, R_L = 10 kΩ	±12	±13.5		V
V_{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	V_S = ±15V	±11	+15 −12		V V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	$R_S \leq$ 10 kΩ	70	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 5)	70	100		dB
I_S	Supply Current			1.8	3.4	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF351			Units
			Min	Typ	Max	
SR	Slew Rate	$V_S = \pm 15V$, $T_A = 25°C$		13		$V/\mu s$
GBW	Gain Bandwidth Product	$V_S = \pm 15V$, $T_A = 25°C$		4		MHz
e_n	Equivalent Input Noise Voltage	$T_A = 25°C$, $R_S = 100\Omega$, $f = 1000$ Hz		25		$nV/\sqrt{Hz}$
i_n	Equivalent Input Noise Current	$T_j = 25°C$, $f = 1000$ Hz		0.01		$pA/\sqrt{Hz}$

Note 1: For operating at elevated temperature, the device must be derated based on the thermal resistance, θ_{JA}.

Note 2: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.

Note 3: These specifications apply for $V_S = \pm 15V$ and $0°C \le T_A \le +70°C$. V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at $V_{CM} = 0$.

Note 4: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature, T_j. Due to the limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation, P_D. $T_j = T_A + \theta_{jA} P_D$ where θ_{jA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.

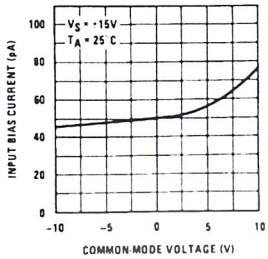
Note 5: Supply voltage rejection ratio is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously in accordance with common practice. From $\pm 15V$ to $\pm 5V$.

Note 6: Max. Power Dissipation is defined by the package characteristics. Operating the part near the Max. Power Dissipation may cause the part to operate outside guaranteed limits.

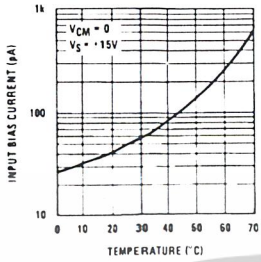
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

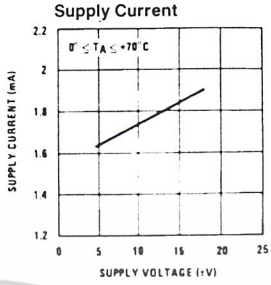
Input Bias Current



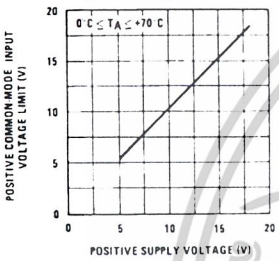
Input Bias Current



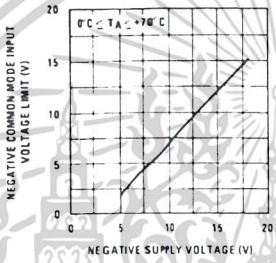
Supply Current



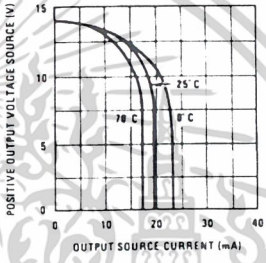
Positive Common-Mode Input Voltage Limit



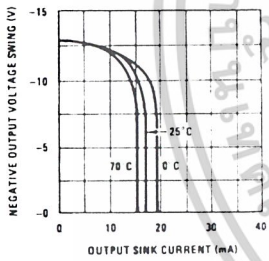
Negative Common-Mode Input Voltage Limit



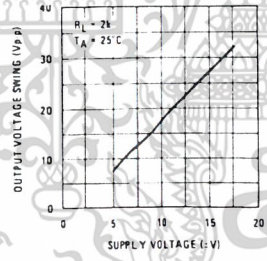
Positive Current Limit



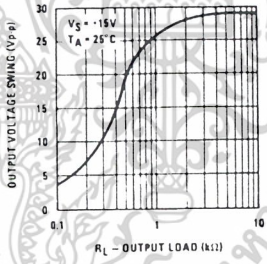
Negative Current Limit



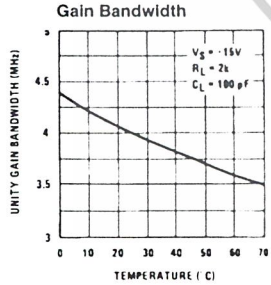
Voltage Swing



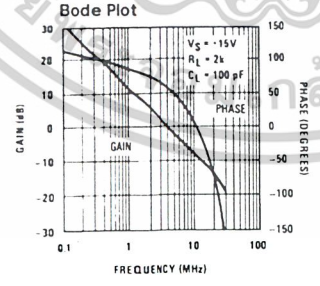
Output Voltage Swing



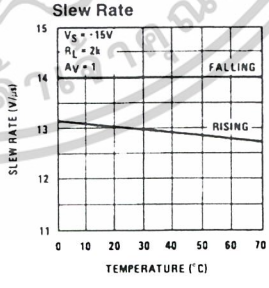
Gain Bandwidth



Bode Plot



Slew Rate

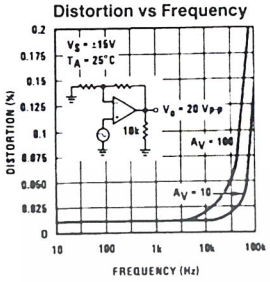


TL/H/5648–2

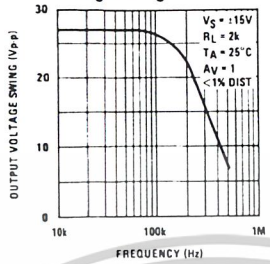
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)

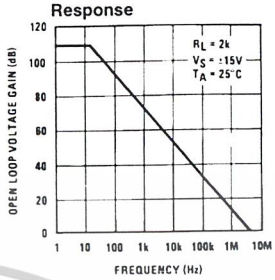
Distortion vs Frequency



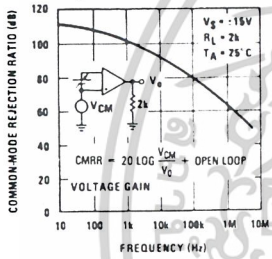
Undistorted Output Voltage Swing



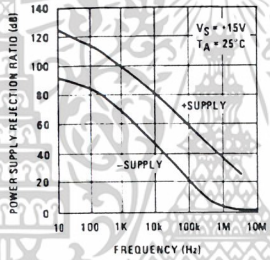
Open Loop Frequency Response



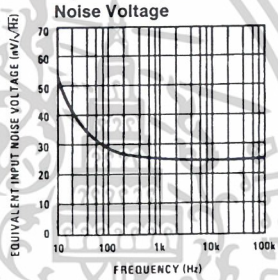
Common-Mode Rejection Ratio



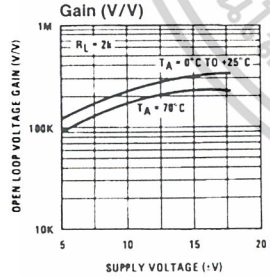
Power Supply Rejection Ratio



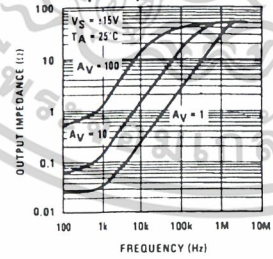
Equivalent Input Noise Voltage



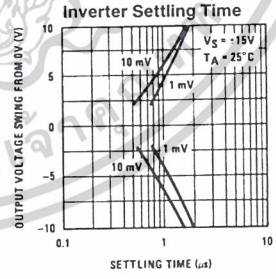
Open Loop Voltage Gain (V/V)



Output Impedance



Inverter Settling Time

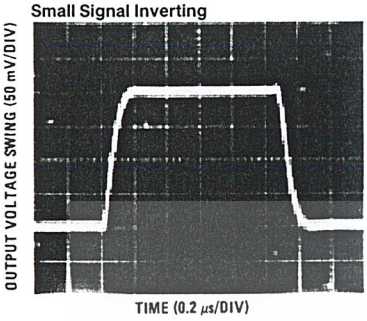


TL/H/5648–3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

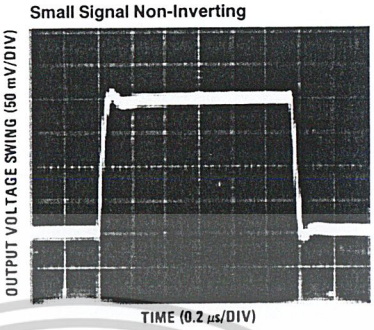
Pulse Response

Small Signal Inverting



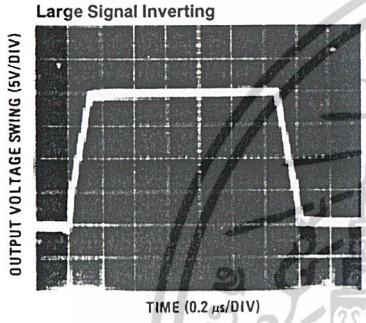
TL/H/5648–4

Small Signal Non-Inverting



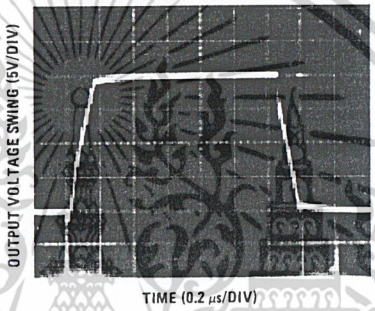
TL/H/5648–5

Large Signal Inverting



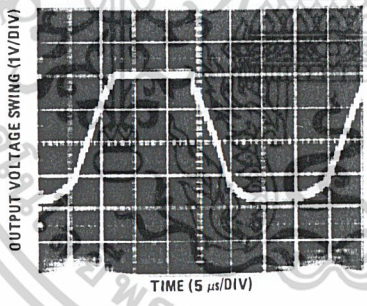
TL/H/5648–6

Large Signal Non-Inverting



TL/H/5648–7

Current Limit ($R_L = 100\Omega$)



TL/H/5648–8

Application Hints

The LF351 is an op amp with an internally trimmed input offset voltage and JFET input devices (BI-FET II™). These JFETs have large reverse breakdown voltages from gate to source and drain eliminating the need for clamps across the inputs. Therefore, large differential input voltages can easily be accommodated without a large increase in input current. The maximum differential input voltage is independent of the supply voltages. However, neither of the input voltages should be allowed to exceed the negative supply as this will cause large currents to flow which can result in a destroyed unit.

Exceeding the negative common-mode limit on either input will force the output to a high state, potentially causing a reversal of phase to the output.

Exceeding the negative common-mode limit on both inputs will force the amplifier output to a high state. In neither case does a latch occur since raising the input back within the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Hints (Continued)

common-mode range again puts the input stage and thus the amplifier in a normal operating mode.

Exceeding the positive common-mode limit on a single input will not change the phase of the output; however, if both inputs exceed the limit, the output of the amplifier will be forced to a high state.

The amplifier will operate with a common-mode input voltage equal to the positive supply; however, the gain bandwidth and slew rate may be decreased in this condition. When the negative common-mode voltage swings to within 3V of the negative supply, an increase in input offset voltage may occur.

The LF351 is biased by a zener reference which allows normal circuit operation on ±4V power supplies. Supply voltages less than these may result in lower gain bandwidth and slew rate.

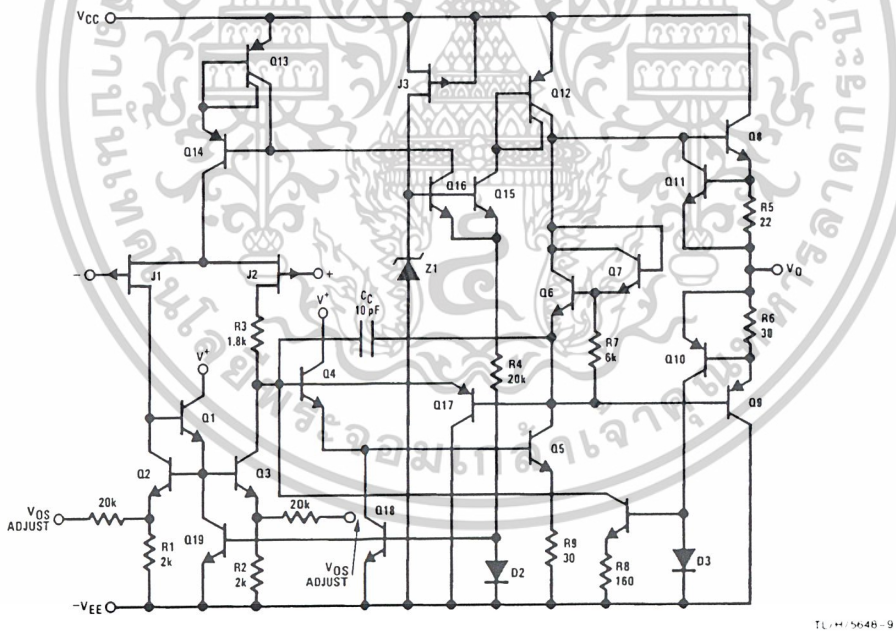
The LF351 will drive a 2 kΩ load resistance to ±10V over the full temperature range of 0°C to +70°C. If the amplifier is forced to drive heavier load currents, however, an increase in input offset voltage may occur on the negative voltage swing and finally reach an active current limit on both positive and negative swings.

Precautions should be taken to ensure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

As with most amplifiers, care should be taken with lead dress, component placement and supply decoupling in order to ensure stability. For example, resistors from the output to an input should be placed with the body close to the input to minimize "pick-up" and maximize the frequency of the feedback pole by minimizing the capacitance from the input to ground.

A feedback pole is created when the feedback around any amplifier is resistive. The parallel resistance and capacitance from the input of the device (usually the inverting input) to AC ground set the frequency of the pole. In many instances the frequency of this pole is much greater than the expected 3 dB frequency of the closed loop gain and consequently there is negligible effect on stability margin. However, if the feedback pole is less than approximately 6 times the expected 3 dB frequency a lead capacitor should be placed from the output to the input of the op amp. The value of the added capacitor should be such that the RC time constant of this capacitor and the resistance it parallels is greater than or equal to the original feedback pole time constant.

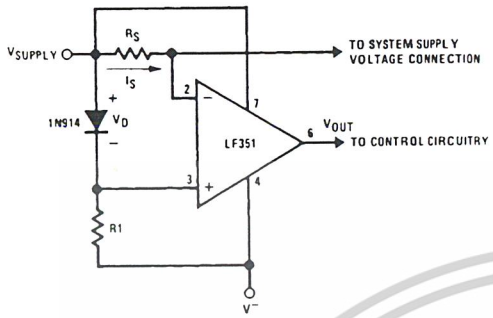
Detailed Schematic



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

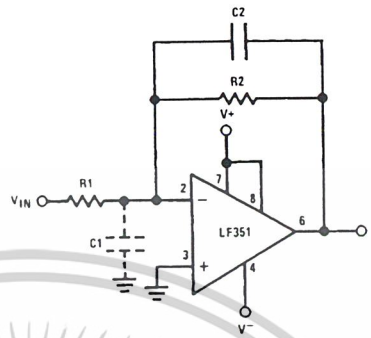
Typical Applications

Supply Current Indicator/Limiter



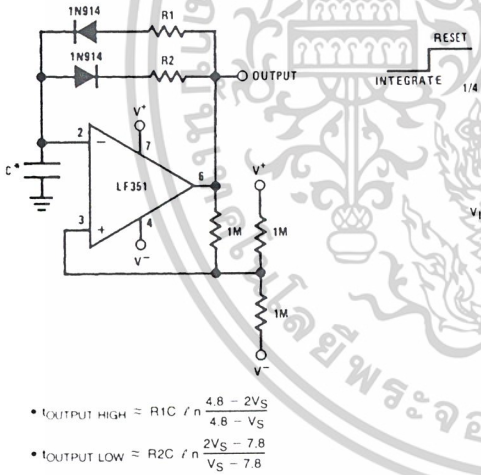
• V_{OUT} switches high when $R_S I_S > V_D$

Hi-Z_{IN} Inverting Amplifier



Parasitic input capacitance C1 ≃ (3 pF for LF351 plus any additional layout capacitance) interacts with feedback elements and creates undesirable high frequency pole. To compensate, add C2 such that: R2C2 ≃ R1C1.

Ultra-Low (or High) Duty Cycle Pulse Generator



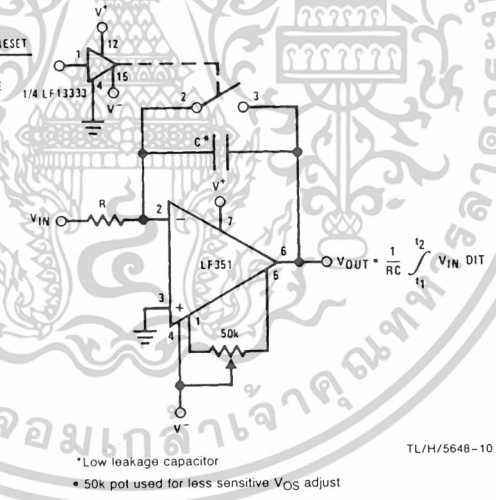
• $t_{OUTPUT\ HIGH} \simeq R1C\ \ell n \frac{4.8 - 2V_S}{4.8 - V_S}$

• $t_{OUTPUT\ LOW} \simeq R2C\ \ell n \frac{2V_S - 7.8}{V_S - 7.8}$

where $V_S = V^+ + |V^-|$

*low leakage capacitor

Long Time Integrator



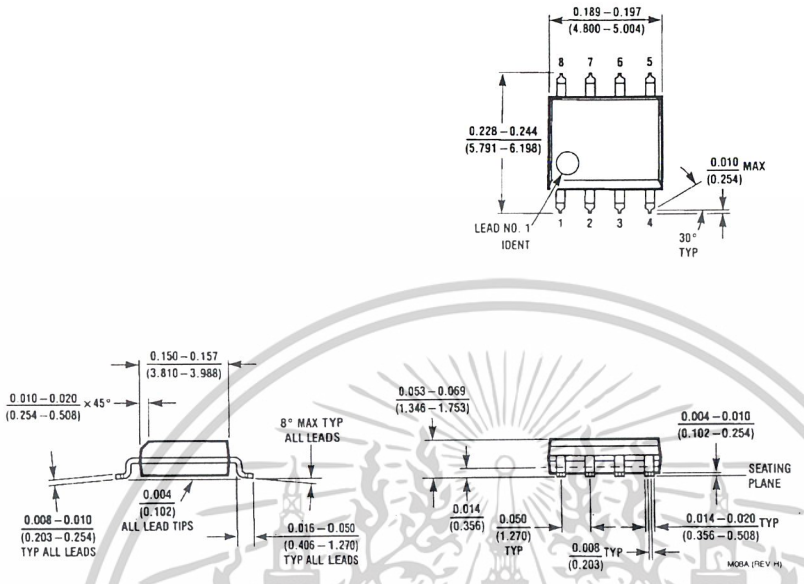
*Low leakage capacitor

• 50k pot used for less sensitive V_{OS} adjust

TL/H/5648–10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

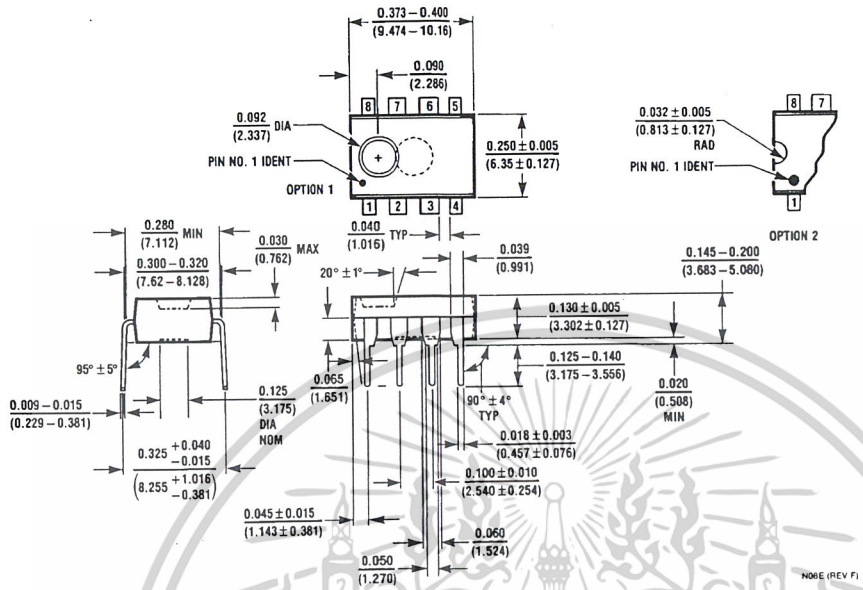
Physical Dimensions inches (millimeters)



SO Package (M)
Order Number LF351M
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LF351N
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

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

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

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised April 2000

DM74LS123
Dual Retriggerable One-Shot with Clear and Complementary Outputs

General Description

The DM74LS123 is a dual retriggerable monostable multivibrator capable of generating output pulses from a few nano-seconds to extremely long duration up to 100% duty cycle. Each device has three inputs permitting the choice of either leading edge or trailing edge triggering. Pin (A) is an active-LOW transition trigger input and pin (B) is an active-HIGH transition trigger input. The clear (CLR) input terminates the output pulse at a predetermined time independent of the timing components. The clear input also serves as a trigger input when it is pulsed with a low level pulse transition (⌐⌙). To obtain the best trouble free operation from this device please read the operating rules as well as the Fairchild Semiconductor one-shot application notes carefully and observe recommendations.

Features

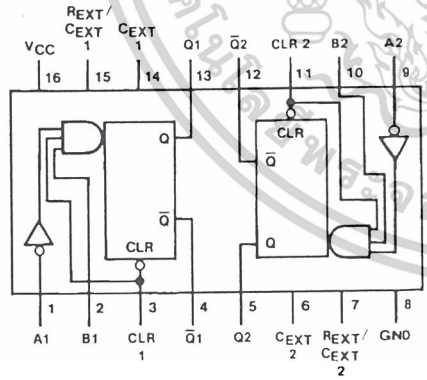
- DC triggered from active-HIGH transition or active-LOW transition inputs
- Retriggerable to 100% duty cycle
- Compensated for V_{CC} and temperature variations
- Triggerable from CLEAR input
- DTL, TTL compatible
- Input clamp diodes

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS123M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS123SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS123N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

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

Connection Diagram



Function Table

Inputs			Outputs	
CLEAR	A	B	Q	$\overline{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	⌐⌙	⌐⌙
H	↓	H	⌐⌙	⌐⌙
↑	L	H	⌐⌙	⌐⌙

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level
X = Can Be Either LOW or HIGH
↑ = Positive Going Transition
↓ = Negative Going Transition
⌐⌙ = A Positive Pulse
⌐⌙ = A Negative Pulse

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation

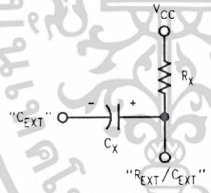
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The basic output pulse width is determined by selection of an external resistor (R_X) and capacitor (C_X). Once triggered, the basic pulse width may be extended by retriggering the gated active-LOW transition or active-HIGH transition inputs or be reduced by use of the active-LOW or CLEAR input. Retriggering to 100% duty cycle is possible by application of an input pulse train whose cycle time is shorter than the output cycle time such that a continuous "HIGH" logic state is maintained at the "Q" output.

Operating Rules

1. An external resistor (R_X) and an external capacitor (C_X) are required for proper operation. The value of C_X may vary from 0 to any necessary value. For small time constants high-grade mica, glass, polypropylene, polycarbonate, or polystyrene material capacitors may be used. For large time constants use tantalum or special aluminum capacitors. If the timing capacitors have leakages approaching 100 nA or if stray capacitance from either terminal to ground is greater than 50 pF the timing equations may not represent the pulse width the device generates.
2. When an electrolytic capacitor is used for C_X a switching diode is often required for standard TTL one-shots to prevent high inverse leakage current. This switching diode is not needed for the DM74LS123 one-shot and should not be used. In general the use of the switching diode is not recommended with retriggerable operation. Furthermore, if a polarized timing capacitor is used on the DM74LS123 the negative terminal of the capacitor should be connected to the "C_{EXT}" pin of the device (Figure 1).



('LS123)

FIGURE 1.

3. For C_X >> 1000 pF the output pulse width (t_W) is defined as follows:

   $t_W = KR_X C_X$

   where [R_X is in kΩ]

   [C_X is in pF]

   [t_W is in ns]

   $K \approx 0.37$

4. The multiplicative factor K is plotted as a function of C_X below for design considerations:

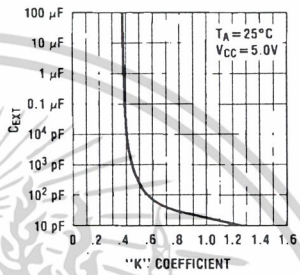


FIGURE 2.

5. For C_X < 1000 pF see Figure 3 for t_W vs. C_X family curves with R_X as a parameter:

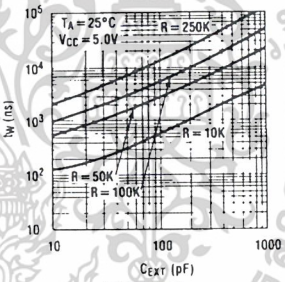


FIGURE 3.

6. To obtain variable pulse widths by remote trimming, the following circuit is recommended:

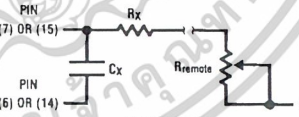


FIGURE 4.

"R_{remote}" should be as close to the device pin as possible.

7. The retriggerable pulse width is calculated as shown below:

   $T = t_W + t_{PLH} = K \times R_X \times C_X + t_{PLH}$

   The retriggered pulse width is equal to the pulse width plus a delay time period (Figure 5).

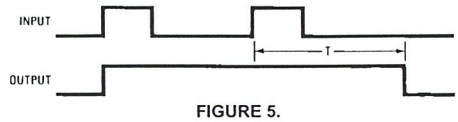


FIGURE 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Rules (Continued)

8. Output pulse width variation versus V_{CC} and temperatures: Figure 6 depicts the relationship between pulse width variation versus V_{CC}, and Figure 7 depicts pulse width variation versus temperatures.

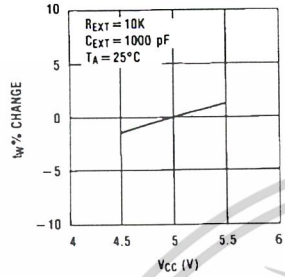


FIGURE 6.

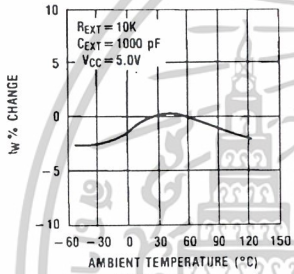


FIGURE 7.

9. Under any operating condition C_X and R_X must be kept as close to the one-shot device pins as possible to minimize stray capacitance, to reduce noise pick-up, and to reduce I-R and Ldi/dt voltage developed along their connecting paths. If the lead length from C_X to pins (6) and (7) or pins (14) and (15) is greater than 3 cm, for example, the output pulse width might be quite different from values predicted from the appropriate equations. A non-inductive and low capacitive path is necessary to ensure complete discharge of C_X in each cycle of its operation so that the output pulse width will be accurate.
10. The C_{EXT} pins of this device are internally connected to the internal ground. For optimum system performance they should be hard wired to the system's return ground plane.
11. V_{CC} and ground wiring should conform to good high-frequency standards and practices so that switching transients on the V_{CC} and ground return leads do not cause interaction between one-shots. A 0.01 µF to 0.10 µF bypass capacitor (disk ceramic or monolithic type) from V_{CC} to ground is necessary on each device. Furthermore, the bypass capacitor should be located as close to the V_{CC}-pin as space permits.

Note: For further detailed device characteristics and output performance please refer to the Fairchild Semiconductor one-shot application note AN-372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature	−65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter		Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage		4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage		2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage				0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current				−0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current				8	mA
t_W	Pulse Width (Note 2)	A or B HIGH	40			ns
		A or B LOW	40			
		Clear LOW	40			
R_{EXT}	External Timing Resistor		5		260	kΩ
C_{EXT}	External Timing Capacitance			No Restriction		μF
C_{WIRE}	Wiring Capacitance at R_{EXT}/C_{EXT} Terminal				50	pF
T_A	Free Air Operating Temperature		0		70	°C

Note 2: T_A = 25°C and V_{CC} = 5V.

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −18 mA			−1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IL} = Max, V_{IH} = Min		0.35	0.5	V
		I_{OL} = 4 mA, V_{CC} = Min		0.25	0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−0.4	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 4)	−20		−100	mA
I_{CC}	Supply Current	V_{CC} = Max (Note 5)(Note 6)(Note 7)		12	20	mA

Note 3: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 5: Quiescent I_{CC} is measured (after clearing) with 2.4V applied to all clear and A inputs, B inputs grounded, all outputs OPEN, C_{EXT} = 0.02 μF, and R_{EXT} = 25 kΩ.

Note 6: I_{CC} is measured in the triggered state with 2.4V applied to all clear and B inputs, A inputs grounded, all outputs OPEN, C_{EXT} = 0.02 μF, and R_{EXT} = 25 kΩ.

Note 7: With all outputs OPEN and 4.5V applied to all data and clear inputs, I_{CC} is measured after a momentary ground, then 4.5V is applied to the clock.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameters	From (Input) To (Output)	R_L = 2 kΩ				Units
			C_L = 15pF, C_{EXT} = 0 pF, R_{EXT} = 5 kΩ		C_L = 15pF, C_{EXT} = 1000 pF, R_{EXT} = 10 kΩ		
			Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	A to Q		33			ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	B to Q		44			ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	A to $\overline{Q}$		45			ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	B to $\overline{Q}$		56			ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Clear to $\overline{Q}$		45			ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Clear to Q		27			ns
$t_{WQ(Min)}$	Minimum Width of Pulse at Output Q	A or B to Q		200			ns
$t_{W(out)}$	Output Pulse Width	A or B to Q			4	5	μs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK SEMICONDUCTOR

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

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

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

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.

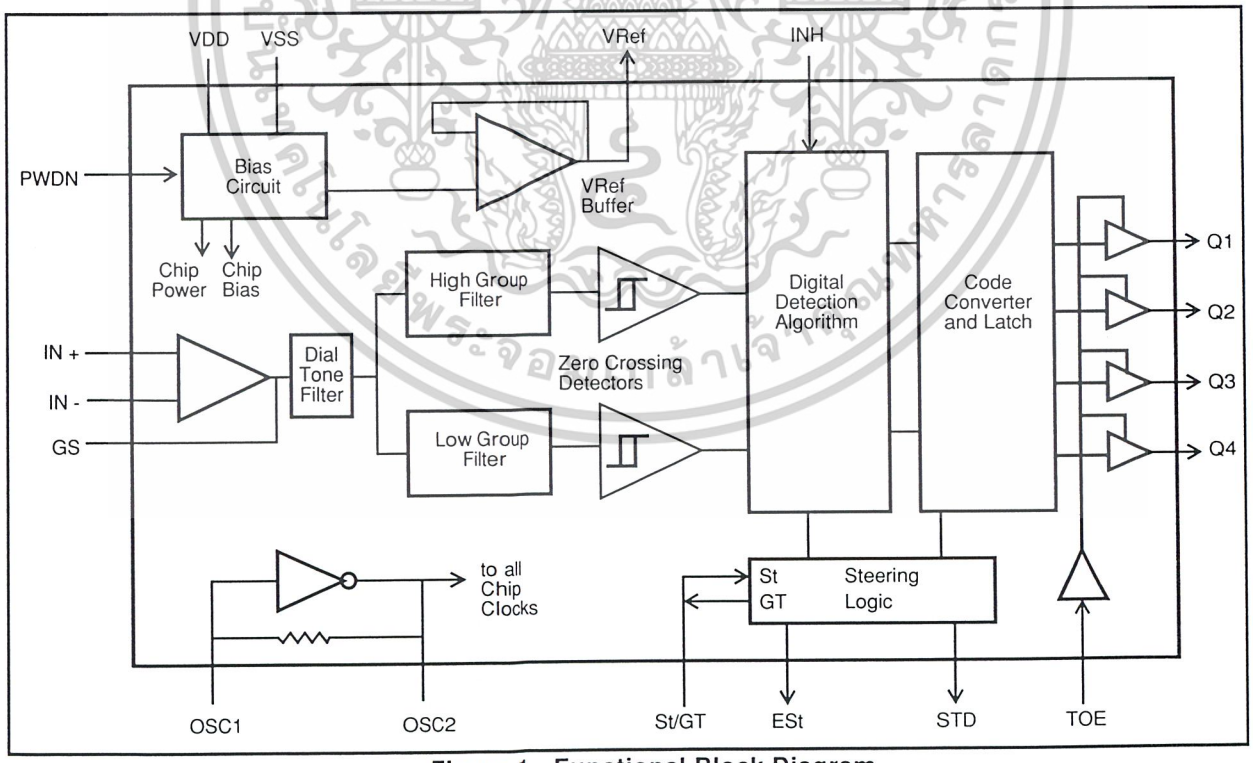
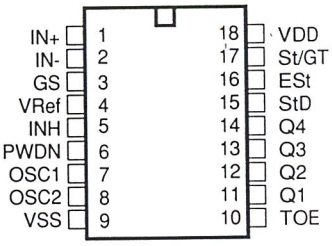
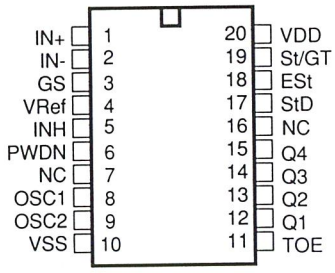


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



18 PIN PLASTIC DIP/SOIC



20 PIN SSOP

Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

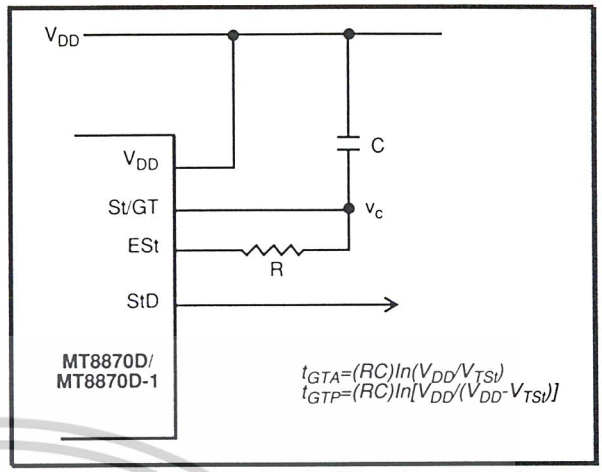


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

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

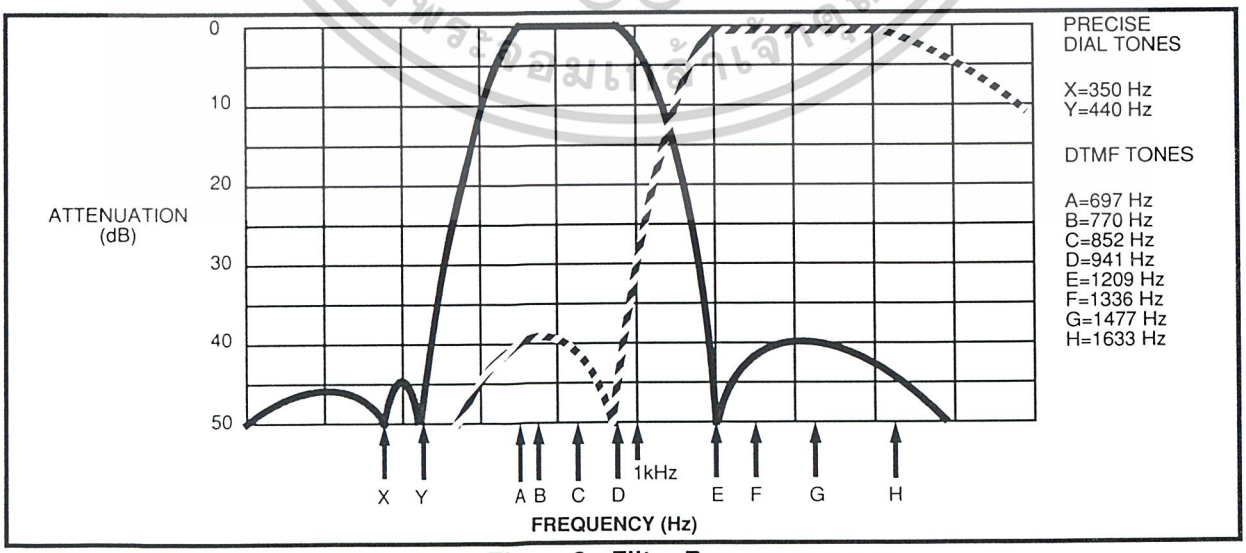


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

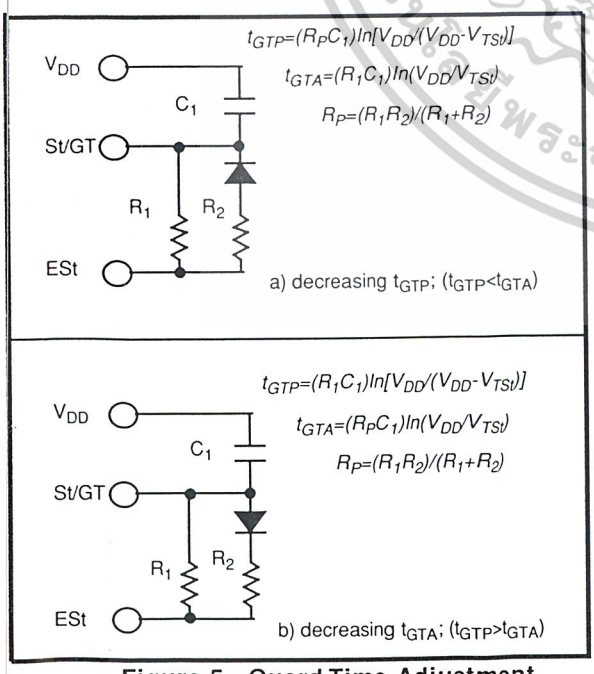


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

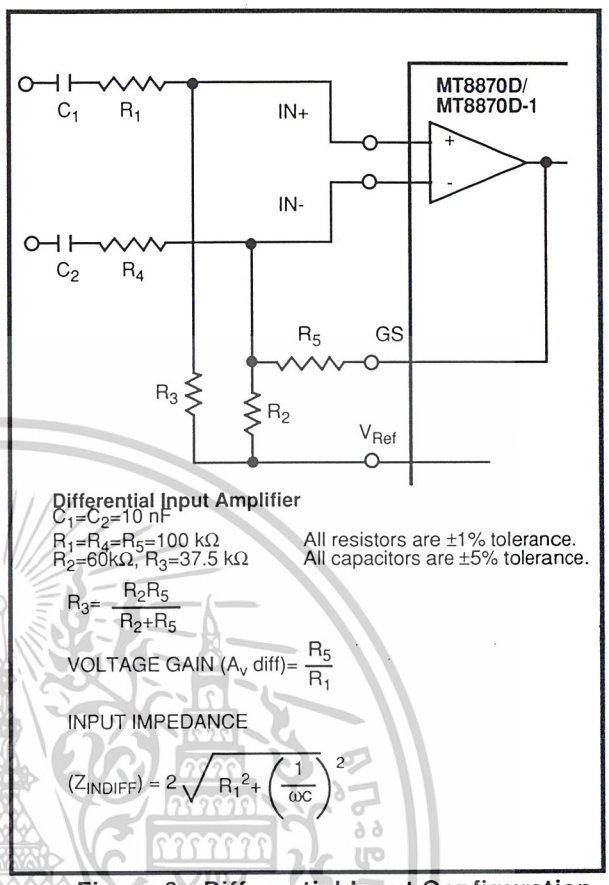


Figure 6 - Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

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

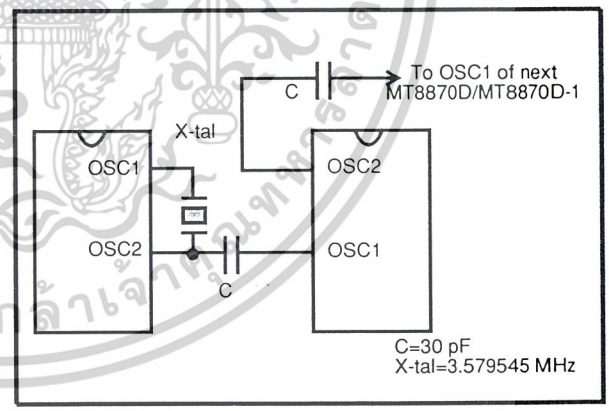


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

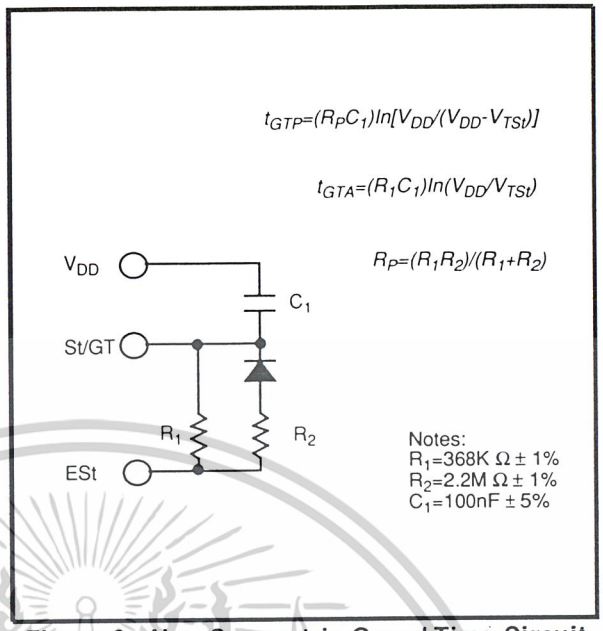


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

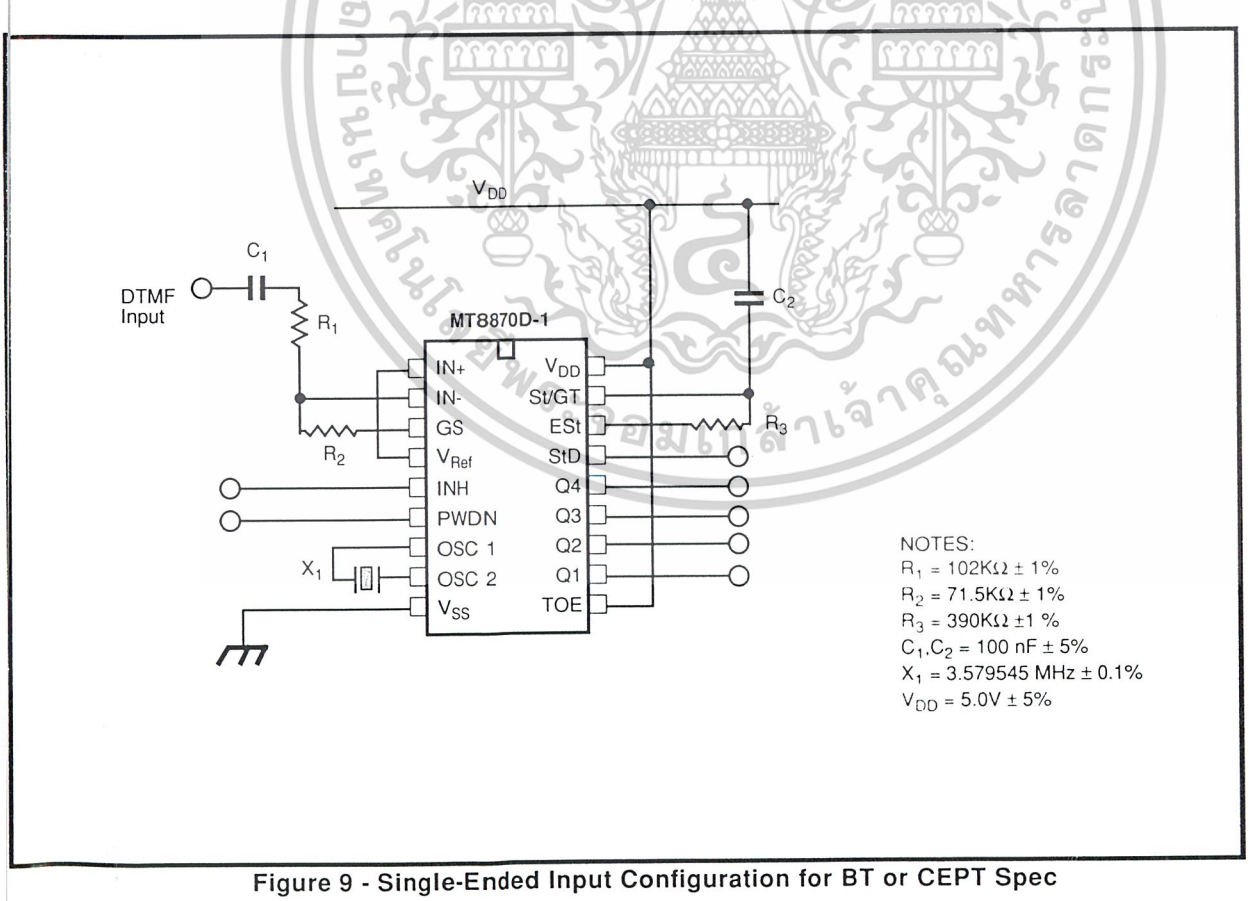


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

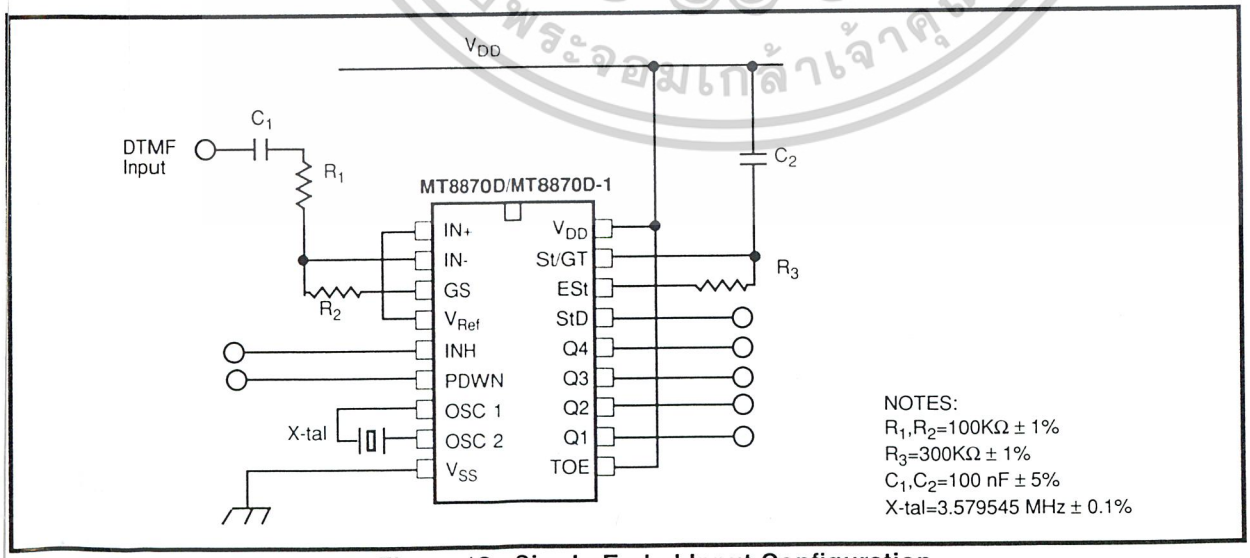
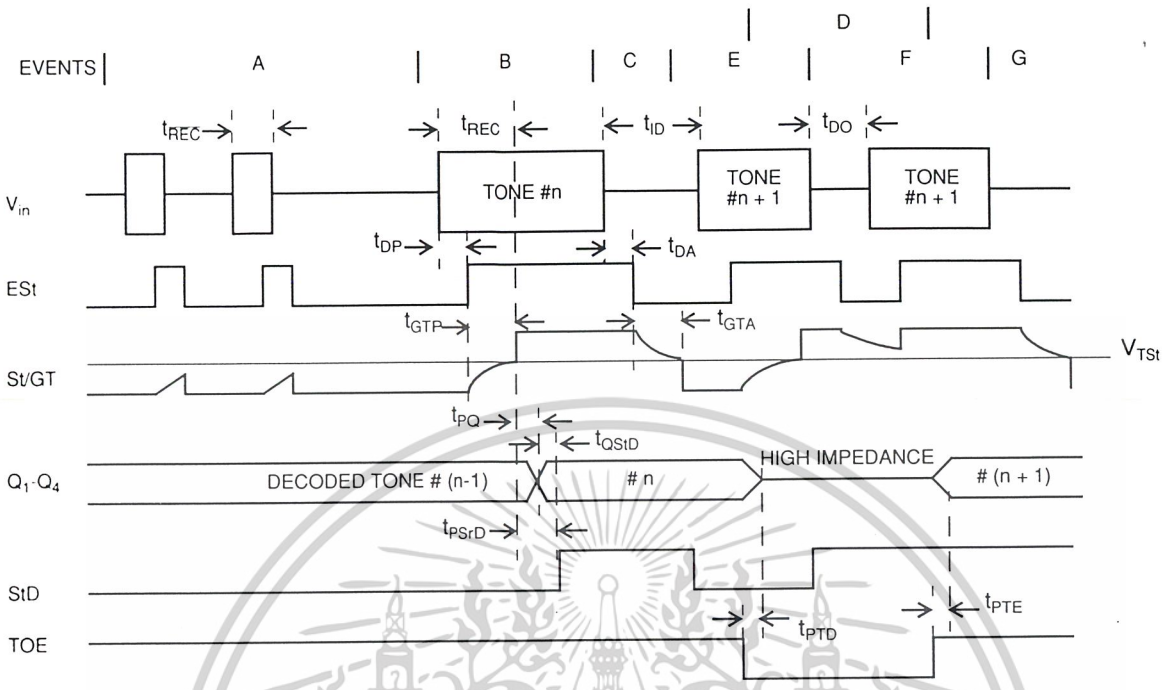


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.

ESt EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.

St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.

StD DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.

TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.

$t_{\overline{REC}}$ MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID

t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION

t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.

t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.

t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ เล่มนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ ถ้าหากไม่ได้ คำแนะนำและความอำนวยสะดวก ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ สุรพล บุญจันทร์ เป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษา และแนวทางความคิด ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การประสิทธิประสาธน์วิชาการแก่ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์นี้ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์พร้อมทั้งสถานที่ห้องสมุดวิศวกรรมศาสตร์ ชั้น3 ตึก A ขอบคุณ นายสมศักดิ์ รักชูชื่น ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือตลอดมา และเพื่อนๆผู้ที่เป็นกำลังใจทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกๆท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

รศ. สมยศ จุณณะปิยะ. การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร 2541

ศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์. พื้นฐานการสื่อสาร. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร 2543

ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์ บริษัท. ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพมหานคร 2543

น.อ. ธวัชชัย เลื่อนฉวี. เทคโนโลยีโทรศัพท์. บริษัท ภาลัย มีเดีย จำกัด, กรุงเทพมหานคร 2523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้