

ปริญญานิพนธ์
เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC SECURITY TELEPHONE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

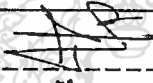
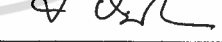
AUTOMATIC SECURITY TELEPHONE

ชื่อนักศึกษา 1. นายจักรกฤษณ์ พิมละออ รหัสประจำตัว 36031107
2. นายนริพงษ์ แดงสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 36031121
3. นายสมเกียรติ ฉิมพิทักษ์ รหัสประจำตัว 36031133

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
2. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน
3. อาจารย์โกศล ตราชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี	
2. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ	
4. อาจารย์โกศล ตราชู	
5. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 20 พฤษภาคม 2538 เวลา 10.00 น. ถึงเวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ก.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ลงนาม.....
(ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ฉานเหล็กคณบดี คยธยา)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
วันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๓๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC SECURITY TELEPHONE

ผู้จัดทำ

1. นายจักรกฤษณ์ พิมละอ
2. นายนิธิพงศ์ แดงสวัสดิ์
3. นายสมเกียรติ ฉิมพิทักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

ลงนาม.....

(อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน)

ลงนาม.....

(อาจารย์โกศล ตราฐ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

AUTOMATIC SECURITY TELEPHONE

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ วงจรเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองวงจรเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. ทราบหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ทราบถึงการนำวงจรวิเคราะห์เสียงพูดมาประยุกต์ใช้งาน
4. ทราบถึงการต่อวงจรอินเตอร์เฟสเข้ากับคู่สายโทรศัพท์
5. สามารถส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบสิ่งผิดปกติได้
6. ได้เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติไว้ใช้งานในที่พักอาศัยทั่วไป

เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

นายจักรกฤษณ์ พิมละออ

นายนิธิพงศ์ แดงสวัสดิ์

นายสมเกียรติ นิมิพิทักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน

อาจารย์โกศล ตราชู

ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอ เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติโดยใช้ต่อเข้ากับระบบโทรศัพท์เพื่อใช้แจ้งเหตุผิดปกติให้เจ้าของบ้านทราบ เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์นี้ประกอบด้วยระบบบันทึกเสียงแบบดิจิทัล ระบบส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบความถี่คู่ ไอซีชุดควบคุมที่อยู่ในตระกูล MCS51 และมีจุดต่ออุปกรณ์ตรงจับอีก 4 ประเภทอีกทั้งได้เพิ่มแหล่งจ่ายกำลังงานสำรองเพื่อให้เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติทำงานได้ตามปกติเมื่อเกิดเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

AUTOMATIC SECURITY TELEPHONE

MR.CHAKKRIT PIMLAOR

MR.NITIPONG DANGSAWAT

MR.SOMKEIT CHIMPHITHAK

ADVISOR

MR.PEERAWUT SUWANJAN

MR.KITIPONG MANO

MR.KOSON TRACHU

ABSTRACT

This thesis introduces the automatic security telephone process. The system works by MAIN of connecting it to the existing telephone system inorder to warn a house owner of the danger that might happen e.g. a fire, a burglary. The system consists of digital sound record system, dual tone multi frequency telephone signal transmit system, micro controller type mcs-51, sensor connector 4 type and power supply to supply the electricity to the telephone system so that a telephone can still function eventhough the light gose out.

กิติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็ด้วยความอนุเคราะห์ จากคณาจารย์
ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือแก้ไขปัญหาต่างๆ และขอ
ขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆ ภาควิชาครุ
ศาสตร์วิศวกรรมทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาด้านเทคนิคเล็กๆ น้อยๆ และคอยให้กำลังใจ เหล่านี้เป็น
พลังกาย และพลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์	3
2.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์	4
2.2.1 สัญญาณสมาชิก	4
2.2.2 สัญญาณเสียงพูด	5
2.2.3 สัญญาณรบกวน	8
2.3 กลไกการเชื่อมต่อวงจร	8
2.4 การสนทนา	10
2.5 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	10
2.6 โครงสร้างโทรศัพท์	12
2.7 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (Rotating-Type)	13
2.7.1 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง	15
2.8 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	16
2.9 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง	17

	หน้า
2.10 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ	17
2.10.1 ความถี่ของสัญญาณ	18
2.10.2 ไดนามิกอิมพีแดนซ์	18
2.10.3 ความสูญเสียที่เกิดจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (Return Loss)	18
2.11 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF	19
2.12 วงจรที่ได้รับการพัฒนาขึ้น	19
2.12.1 วงจรของระบบที่ใช้การสื่อสารสัญญาณแบบพัลส์	19
2.12.2 การส่งรหัสหมายเลขโดยใช้ไอซีสำเร็จรูป	25
2.12.3 วงจรภายในและขั้นตอนการส่งสัญญาณ	27
2.12.4 การนำไปประยุกต์ในวงจรใช้งานจริง	29
2.12.5 การรวมระบบพัลส์และ DTMF ภายในไอซีตัวเดียวกัน	30
2.13 วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic Ringer)	31
2.13.1 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว	31
2.13.2 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	33
2.13.3 วงจรกำเนิดสัญญาณภายใน	35
2.13.4 วงจรขับสัญญาณสู่ทรานสดิวเซอร์	36
2.14 วงจรควบคุมเสียงพูด	38
2.14.1 วงจรในส่วนการป้องกัน (Protection Circuit)	38
2.14.2 วงจรควบคุมเสียงพูด (Speech Circuit)	41
2.15 การบันทึกเสียงพูด	49
2.15.1 เคลต้ามอดูเลชัน (Delta Modulation)	50
2.16 ชุดควบคุม (PC-SB31)	54
2.17 พื้นฐานการรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน	60

บทที่ 3 การออกแบบวงจร	73
3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	74
3.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล	75
3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์ (Check Tone)	79
3.4 วงจรไฮบริดจ์ (Hybridge)	80
3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)	81
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	83
4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	83
4.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล	85
4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์	88
4.4 วงจรไฮบริดจ์	89
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนา	96
5.1 บทสรุป	96
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	96
5.3 แนวทางการพัฒนา	97
บรรณานุกรม	98
ภาคผนวก ก เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	99
ภาคผนวก ข บล็อกไดอะแกรม, วงจร และรายการอุปกรณ์ เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	102
ภาคผนวก ค ผังการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	114
ภาคผนวก ง โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	117
ภาคผนวก จ การใช้งานเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	129
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของไอซี	134

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 สัญญาณให้หมุน	4
รูปที่ 2.2 สัญญาณเรียกกลับ	4
รูปที่ 2.3 สัญญาณไม่ว่าง	5
รูปที่ 2.4 สัญญาณกริ่งเรียก	5
รูปที่ 2.5 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด	6
รูปที่ 2.6 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง	6
รูปที่ 2.7 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ	7
รูปที่ 2.8 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น	9
รูปที่ 2.9 สัญญาณเสียงที่มีอคูเลทกับคลื่นพาห์	10
รูปที่ 2.10 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาห์	11
รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์	12
รูปที่ 2.12 (ก) วงจรหมุนหมายเลขโทรศัพท์แบบพัลส์อย่างง่าย	14
(ข) ไดอะแกรมของเวลาคร่าวๆ ของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข "4"	14
รูปที่ 2.13 วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์	15
รูปที่ 2.14 เป็นกคหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข	16
รูปที่ 2.15 วงจรพื้นฐานที่ใช้อุปกรณ์แยกชิ้นของโทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF	17
รูปที่ 2.16 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด	20
รูปที่ 2.17 วงจรไฮบริด	20
รูปที่ 2.18 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด	22
รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์	22
รูปที่ 2.20 วงจรสมมูลของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์	23

รูปที่ 2.21 ไคอะแกรมเวลาของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์	24
รูปที่ 2.22 บล็อกไคอะแกรมของระบบ DTMF	25
รูปที่ 2.23 ชนิดของปุ่มกดและรูปของสัญญาณ	26
รูปที่ 2.24 บล็อกไคอะแกรมของวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM 5087	27
รูปที่ 2.25 รูปสัญญาณของระบบ DTMF	28
รูปที่ 2.26 การนำ TCM 5087 ไปใช้งาน	29
รูปที่ 2.27 วงจรที่สามารถทำงานได้ทั้งโหมดการทำงานแบบพัลส์และ DTMF	30
รูปที่ 2.28 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว	32
รูปที่ 2.29 โครงสร้างเปียโซโซทรานสดิวเซอร์	33
รูปที่ 2.30 บล็อกไคอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	34
รูปที่ 2.31 การป้องกันไม่ให้สัญญาณพัลส์เข้าไปรบกวนวงจรสร้างสัญญาณเรียก	34
รูปที่ 2.32 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่	35
รูปที่ 2.33 ภาควิชาสัญญาณทั้งสองแบบ	36
รูปที่ 2.34 บล็อกไคอะแกรมของ TCM 1506	37
รูปที่ 2.35 บล็อกไคอะแกรมของวงจรควบคุมเสียงพูด	38
รูปที่ 2.36 วงจรป้องกันแรงดันสูงและการกลับขั้ว	40
รูปที่ 2.37 บล็อกไคอะแกรมของไอซีเบอร์ MC 34014	41
รูปที่ 2.38 บล็อกไคอะแกรมของวงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง	42
รูปที่ 2.39 วงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรมอย่างง่าย	43
รูปที่ 2.40 วงจรเรกูเลเตอร์แบบขนานอย่างง่าย	43
รูปที่ 2.41 บล็อกไคอะแกรมของวงจรส่งสัญญาณเสียงพูด	44
รูปที่ 2.42 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส	45
รูปที่ 2.43 วงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเอง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.44 วงจรขยายแบบอิควอไลเซชัน	46
รูปที่ 2.45 บล็อกไดอะแกรมของวงจรรับสัญญาณเสียงพูด	46
รูปที่ 2.46 วงจรตัดเสียงอย่างง่าย	47
รูปที่ 2.47 การเชื่อมต่อกับวงจรส่งรหัสหมายเลข	48
รูปที่ 2.48 วงจรสมมูลของ MC 34014	48
รูปที่ 2.49 ตำแหน่งขาต่างๆ ของไอซี T6668	50
รูปที่ 2.50 วงจรเบื้องต้นของเคลด้ามอดูเลชันในส่วนของการเปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นดิจิทัล	51
รูปที่ 2.51 วงจรที่เปลี่ยนกลับสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณเสียง	52
รูปที่ 2.52 เปรียบสัญญาณอินพุตกับข้อมูลสัญญาณอนาลอกจากอินทิเกรเตอร์	52
รูปที่ 2.53 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลดิจิทัล	53
รูปที่ 2.54 การทำงานของ CVSD ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียง	53
รูปที่ 2.55 การใส่จุดต่อ JP3	56
รูปที่ 2.56 การใส่จุดต่อ JP5	56
รูปที่ 2.57 การใส่จุดต่อ JP4 และ JP6	57
รูปที่ 2.58 การใส่จุดต่อ JP7 และ JP8	57
รูปที่ 2.59 การใส่จุดต่อ JP9	57
รูปที่ 2.60 จุดต่อของ Z80	58
รูปที่ 2.61 อินพุต/เอาต์พุต พอร์ตอัสระขนาด 8 บิต	58
รูปที่ 2.62 ตำแหน่งขา EX3	59
รูปที่ 2.63 ตำแหน่งขา EX4	59
รูปที่ 2.64 ตำแหน่งขา EX5	59
รูปที่ 2.65 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบรักษาความปลอดภัย	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.66 บล็อกไดอะแกรมของระบบรักษาความปลอดภัยพื้นฐาน	61
รูปที่ 2.67 ระบบรักษาความปลอดภัยแบบอยู่ภายในตัวเอง	61
รูปที่ 2.68 แผนผังตัวอย่างบ้านและอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ	64
รูปที่ 2.69 ชุดหลอดไฟแบบใช้อินฟราเรด	68
รูปที่ 2.70 เครื่องตั้งเวลาแบบโปรแกรมได้	69
รูปที่ 2.71 ปลั๊กจ่ายกำลังควบคุมแบบไร้สาย,ชุดควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย	70
รูปที่ 2.72 ยูนิเวอร์แซลอินเตอร์เฟส	71
รูปที่ 2.73 ชุดอุปกรณ์ให้เสียง	71
รูปที่ 2.74 ตัวอย่างเครื่องโต้ตอบอัตโนมัติ	72
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	73
รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	74
รูปที่ 3.3 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล	75
รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์	79
รูปที่ 3.5 วงจรไฮบริดจ์	80
รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	81
รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	83
รูปที่ 4.2 รูปวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	84
รูปที่ 4.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรวิเคราะห์เสียงพูด	86
รูปที่ 4.4 รูปวงจรวิเคราะห์เสียงพูด (T6668)	86
รูปที่ 4.5 บล็อกไดอะแกรมของวงจรตรวจสอบสัญญาณโทน	88
รูปที่ 4.6 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของชุดตรวจสอบสัญญาณโทน	89
รูปที่ 4.7 บล็อกไดอะแกรมชุดเชื่อมต่อเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์กับคู่สายโทรศัพท์	89
รูปที่ 4.8 รูปถ่ายวงจรตรวจสอบสัญญาณโทนและชุดเชื่อมต่อวงจรกับคู่สายโทรศัพท์	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 3	91
รูปที่ 4.10 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 2	91
รูปที่ 4.11 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 6	92
รูปที่ 4.12 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 0	92
รูปที่ 4.13 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 5	93
รูปที่ 4.14 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์	93
รูปที่ 4.15 สัญญาณเสียงพูดเมื่อมีการบันทึกและเล่นกลับ	94
รูปที่ 4.16 สัญญาณเรียกกลับ	94
รูปที่ 4.17 สัญญาณให้หุมน	95
รูปที่ 4.18 สัญญาณสายไม่ว่าง	95

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางความถี่ที่มอดูเลทกัน	8
ตารางที่ 3.1 อัตราเร็วต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึก	76
ตารางที่ 3.2 การเลือกหน่วยความจำให้ไอซี T6668	77
ตารางที่ 3.3 การกำหนดข้อความในช่องต่างๆ	78



บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันเศรษฐกิจและการเงินในสังคมได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ทำให้ผู้คนพยายามเสาะแสวงหาสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่างๆ มากมายไม่ว่าจะเป็น บ้าน, รถยนต์ และข้าวของเครื่องใช้ต่างๆ ภายในบ้าน ซึ่งตัวที่จะตอบสนองสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วก็คือ เงิน วิธีใดที่จะทำให้ได้เงินมาก คำตอบก็คือทำงานให้มากที่สุดผลที่ตามมาก็คือไม่มีคนอยู่บ้าน เวลาเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นภายในบ้าน ไม่ว่าจะเป็นแก๊สรั่ว ไฟไหม้ หรือแม้กระทั่งมีผู้ไม่ประสงค์ดีบุกรุกเข้ามาภายในบ้าน จะทำอย่างไร

ก่อนที่จะคิดถึงวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น อยากจะให้เราหันมาสนใจโทรศัพท์ที่มีใช้อยู่ภายในบ้านกันสักนิด เชื่อแน่ว่าในยุคโลกาภิวัตน์เช่นนี้น้อยบ้านนักในกรุงเทพที่จะยังไม่มีโทรศัพท์ใช้ เกือบ 100% มีโทรศัพท์ใช้แล้วและอีกเกือบ 100% ใช้โทรศัพท์เป็นแค่เครื่องมือที่ติดต่อสื่อสารกันเพียงเพื่อพูดคุย แต่จริงๆ แล้วประโยชน์ของโทรศัพท์นั้นมีอย่างมากมายมหาศาล เราจึงคิดว่าจะทำอย่างไรที่จะใช้ประโยชน์จากโทรศัพท์ให้ได้สูงสุดและเพื่อที่จะนำเอาประโยชน์อันสูงสุดนี้มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาดังที่กล่าวมาแล้วในขั้นต้น

จากที่กล่าวมาทำให้เกิดความคิดที่จะสร้างอุปกรณ์ขึ้นมาชิ้นหนึ่ง เพื่อใช้ช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่เกิดปัญหาแก๊สรั่ว, ไฟไหม้ หรือมีผู้บุกรุก และทำให้อุปกรณ์นั้นสามารถติดต่อไปยังเจ้าของบ้าน เพื่อให้เจ้าของบ้านทราบว่าในขณะนี้ได้เกิดสิ่งผิดปกติขึ้นแล้วภายในบ้าน อุปกรณ์ที่ว่านี้ก็คือ เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำเพื่อสร้างเป็นเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติมาแก้ไขปัญหาดังกล่าวมาแล้ว กล่าวคือเครื่องแจ้งเหตุฯ จะทำหน้าที่ติดต่อกับเจ้าของบ้านในกรณีที่เครื่องได้ตรวจพบสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น แล้วทำการแจ้งสถานะการณ์ต่างๆ เพื่อที่จะได้ให้เจ้าของบ้านหาทางแก้ไข และเครื่องแจ้งเหตุฯ ได้มีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้เป็นตัวควบคุม (Micro Controller) การทำงานของเครื่อง เป็นผลให้เครื่องแจ้งเหตุฯ นี้ใช้วงจรและอุปกรณ์ประกอบน้อยลงและมีประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย ในส่วนของปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการนำเสนอแนวทางการออกแบบแก้ไข และการพัฒนาเครื่องแจ้งเหตุฯ เอาไว้ คือ

บทที่ 2 เป็นส่วนของทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปนิพนธ์ไม่ว่าจะเป็นหลักการเบื้องต้นของโทรศัพท์, สัญญาณและลักษณะของสัญญาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง, หลักการเบื้องต้นของชุดควบคุม, หลักการบันทึกเสียงระบบดิจิทัล

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบวงจรพร้อมทั้งการทำงานของวงจรต่างๆ ภายในเครื่องแจ้งเหตุฯ เช่น วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิทัล, วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนของโทรศัพท์, วงจรบันทึกเลขหมายโทรศัพท์ และวงจรแหล่งจ่ายไฟชนิดที่มีแหล่งจ่ายไฟสำรอง เป็นต้น

บทที่ 4 เป็นผลการทดลองที่ทำการทดลองจากเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการทดลองรวมถึงปัญหาต่างๆ ที่ได้ประสบในขณะที่ทำการทดลอง อีกทั้งยังได้มีบทวิจารณ์ผลการทดลองวงจรที่ได้มา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติต่อไป



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการสื่อสารเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน และเรียกได้ว่าจะมีการติดต่อสื่อสารต่อเนื่องตลอดเวลาที่ได้ และโทรศัพท์ก็จัดได้ว่าเป็นระบบสื่อสารที่อยู่ใกล้ตัวเรามากทีเดียว เชื่อว่าทุกคนต้องเคยใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกันมาแล้ว ต่อไปเราจะมาดูกันว่าโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้มีขั้นตอนอย่างไรบ้าง ถึงจะทำให้ท่านสามารถพูดติดต่อสื่อสารกันได้

2.1 หน้าที่หลักของโทรศัพท์

โทรศัพท์ที่เคยเห็นกันทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบกดปุ่มและแบบหมุนแต่หน้าที่ของทั้ง 2 ระบบก็จะเหมือนกันจะต่างกันก็ตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณเป็นจำนวนพัลส์ หน้าที่หลักๆ ของทั้ง 2 แบบที่เหมือนกันสามารถสรุปได้ดังนี้

- เครื่องรับโทรศัพท์จะรู้ว่าผู้ต้องการใช้โทรศัพท์เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณหมุน (Dial Tone) บอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่จะติดต่อได้ซึ่งก็คือเสียงที่ได้ยินเวลายกหูเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์ มอดูเลทรวมกัน
- เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการติดต่อด้วย ไปยังชุมสายควบคุม
- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่า หมายเลขที่ต้องการติดต่อดังว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะส่ง สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ซึ่งสัญญาณเรียกกลับนี้มีความถี่ 440 เฮิรตซ์กับ 480 เฮิรตซ์ มอดูเลทกันมา โดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไป แต่ถ้าหมายเลขที่ต้องการจะเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620 เฮิรตซ์ มอดูเลทกันมา
- เครื่องโทรศัพท์สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง
- เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องโทรศัพท์ส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่สิ้นสุดการใช้งานแล้ว และให้ชุมสายเลิกทำการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่งได้

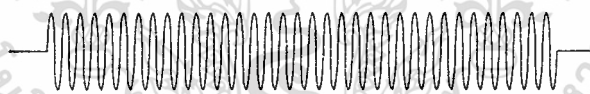
2.2 สัญญาณต่างๆ ในระบบชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใ้ (Subscriber) เป็นการบอกสถานะการติดต่อของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบโทรศัพท์ และแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่าควรทำอย่างไร เมื่อได้รับสัญญาณแต่ละชนิด ในตอนนี้จะกล่าวถึงสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมการทำงานของโครงงานชิ้นนี้

2.2.1 สัญญาณสมาชิก

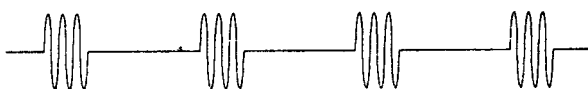
สัญญาณสมาชิก คือ สัญญาณที่เครื่องชุมสายแจ้งสภาวะต่างๆ ในการติดต่อให้ผู้เรียกทราบว่าควรทำอย่างไรเมื่อได้รับสัญญาณ สัญญาณสมาชิกประกอบด้วย.

- สัญญาณให้หมุน (DT : Dial Tone) เป็นสัญญาณแจ้งให้สมาชิกทราบว่าสามารถทำการส่งเลขหมายของผู้ที่ต้องการจะเรียกได้ สัญญาณให้หมุนนี้เป็นสัญญาณแบบชาขนมีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งมาอย่างต่อเนื่องและมีระดับขนาด 400 mVp-p แสดงดังรูปที่ 2.1



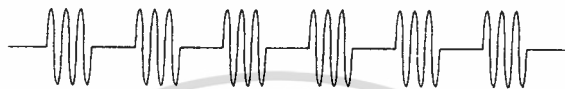
รูปที่ 2.1 สัญญาณให้หมุน

- สัญญาณเรียกกลับ (RBT : Ring Back Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงการต่อทุกชั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียก เมื่อเครื่องชุมสายสามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จและแจ้งให้ผู้เรียกทราบ สัญญาณเรียกกลับเป็นสัญญาณชาขน มีความถี่ 400 เฮิรตซ์ ส่งออกมาเป็นช่วงๆ เป็นจังหวะดัง 1 วินาทีและเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และมีระดับขนาด 400 mVp-p แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สัญญาณเรียกกลับ

- สัญญาณไม่ว่าง (BT : Busy Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงให้เห็นสมาชิกทราบว่า ผู้รับสายไม่ว่าง หรือการต่อระหว่างชุมสาย (Trunk) ไม่ว่าง ผู้เรียกจึงควรวางหูโทรศัพท์สักระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงทำการเรียกกลับไปใหม่ สัญญาณไม่ว่างมีลักษณะสัญญาณเป็นสัญญาณรูปซายน์ ที่มีความถี่ 400 เฮิร์ตซ์ ส่งมาในคู่สายเป็นช่วงๆ โดยเป็นจังหวะคัง 0.5 วินาที และเงียบ 0.5 วินาที สลับกัน และมีขนาด 250-300 mVp-p แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สัญญาณไม่ว่าง

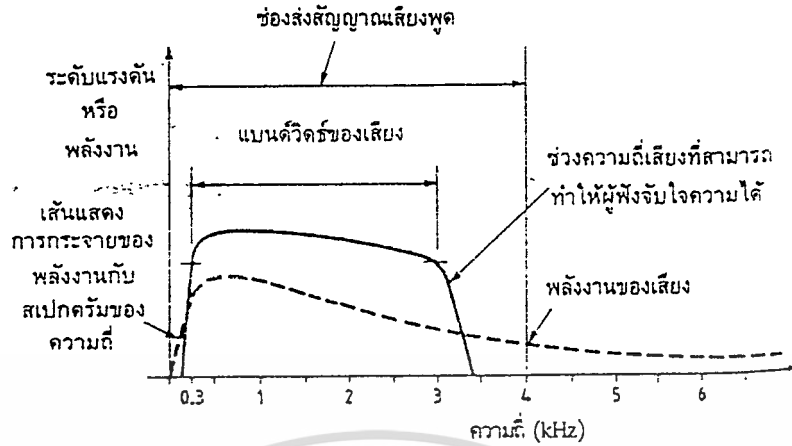
- สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : Ringing Tone) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับเครื่องชุมสายสามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จและส่งสัญญาณกริ่งไปให้ผู้รับมาทำการตอบรับสัญญาณเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณรูปซายน์ที่มีความถี่ 20 เฮิร์ตซ์ ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะคัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที มีระดับขนาดประมาณ 100 Vp-p แสดงดังรูปที่ 2.4



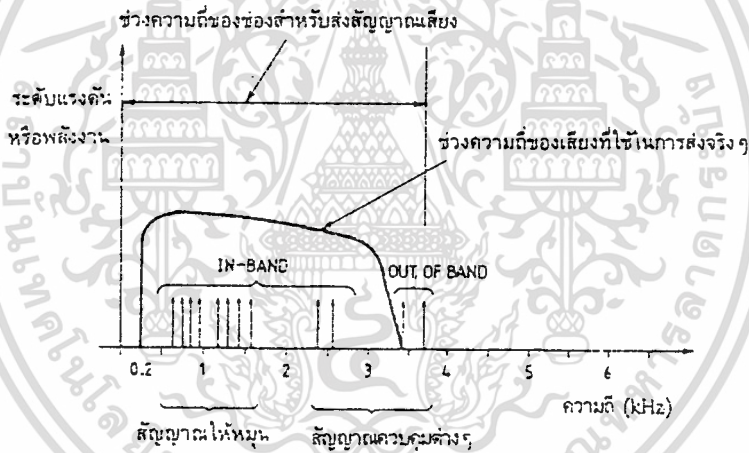
รูปที่ 2.4 สัญญาณกริ่งเรียก

2.2.2 สัญญาณเสียงพูด

สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณอะนาลอก จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิดธ์ตั้งแต่ 100 เฮิร์ตซ์ไปจนถึง 6 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่เสียงพูดที่ทำให้คนสามารถฟังและจับใจความได้ จะอยู่ในช่วง 200-4,000 เฮิร์ตซ์เท่านั้น วงจรกรองความถี่จึงถูกนำมาใช้เพื่อป้องกันสัญญาณที่ไม่ต้องการ โดยจะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ตั้งแต่ 0-4,000 เฮิร์ตซ์ สามารถผ่านเข้าระบบได้ ความถี่ย่านนี้ มีชื่อเรียกว่า ช่องสัญญาณเสียงพูด (Voice Channel) แต่แบนด์วิดธ์ของเสียงพูดในการส่งจริงอยู่ในช่วง 300-3,000 เฮิร์ตซ์ เท่านั้น



รูปที่ 2.5 แถบความถี่ (พลังงาน) ของเสียงพูด



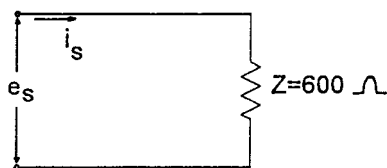
รูปที่ 2.6 สัญญาณต่างๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง

จากรูปที่ 2.6 จะเห็นว่าในช่วงความถี่ 300-3,000 เฮิรตซ์ ประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณเช่น สัญญาณหมอนหรือสัญญาณควบคุมต่างๆ จะถูกส่งไปในช่วงความถี่นี้ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยินคือ ขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณ สามารถอธิบายให้เห็นโดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์ โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 2.7 เช่นสายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดคือ

$$P_{\text{load}} = \frac{e^2 s}{600}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรง่ายในการอธิบายกำลังของสัญญาณ

ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแล้ว มักใช้เปรียบเทียบกับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์อยู่เสมอโดยอยู่ในรูปของ เดซิเบล (dB) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$dB = 10 \log \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

แต่เนื่องจากมักจะใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าเปรียบเทียบ (ค่า $P_2 = 1$ มิลลิวัตต์) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dBm แทน ซึ่งความหมายจริงๆ ก็คือ การเปรียบเทียบกำลังที่จุดนั้น กับกำลังขนาด 1 มิลลิวัตต์นั่นเอง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริงๆ จะมีการกำหนดจุดๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า dBm = 0 ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า Zero Line Transmission Point (Zero LTP) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับจากการกำหนดจุดๆ นี้ขึ้นมาก็คือ สามารถทำให้ทราบว่าที่ระยะต่างๆ ที่ห่างจากจุด Zero LTP มีค่ากำลังของสัญญาณกี่ dBm เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่ระยะนั้น

2.2.3 สัญญาณรบกวน

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มักจะมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งอาจจะทำให้เกิด ความเพี้ยนของสัญญาณเสียงพูดได้ สิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นก็เป็นสิ่งแวดล้อมรอบๆ ข้าง เช่น ความร้อน การสวิตช์ของอุปกรณ์ไทรสเตอร์ สายไฟฟ้าแรงสูงที่อยู่ใกล้ๆ กับสายส่งสัญญาณ ข้อต่อสายที่บกพร่อง โดยที่สิ่งเหล่านี้ล้วนจะทำให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือ เสียงสะท้อน (Echo) ในสายโทรศัพท์ สาเหตุการเกิดเสียงสะท้อนคือ เกิดการไม่สมดุลกันระหว่างค่าอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต ซึ่งโดยส่วนมากแล้วจะพบที่การเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์ที่มี 2 สายกับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาของเสียงสะท้อนจะยิ่งมากขึ้นถ้าหากว่าระยะทางระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนอยู่ใกล้กันมากๆ แต่โดยปกติแล้วมักจะไม่มีใครถึงเสียงสะท้อนกลับของเสียงจนถึงขั้นที่ทำให้รู้สึกรำคาญ

2.3 กลไกการเชื่อมต่อวงจร

จากรูปที่ 2.8 จะเห็นว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย 2 เส้นคือ ทิป และ รिंग เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ขึ้นแหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสาย (48 โวลต์) ก็จะถูกต่อเข้ากับวงจรของเครื่องโทรศัพท์โดยใช้ฮุกสวิตช์ (Hook Switch) ในส่วนที่เชื่อมต่อกันระหว่างหูฟัง (รวมทั้งไมโครโฟนด้วย) กับสายโทรศัพท์ก็จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (Auto Transformer) ทำหน้าที่ในการปรับให้อิมพีแดนซ์ของหูฟังและสายโทรศัพท์สมดุลกัน เพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุด รวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดไป (Side Tone) ในระดับที่เหมาะสมด้วย

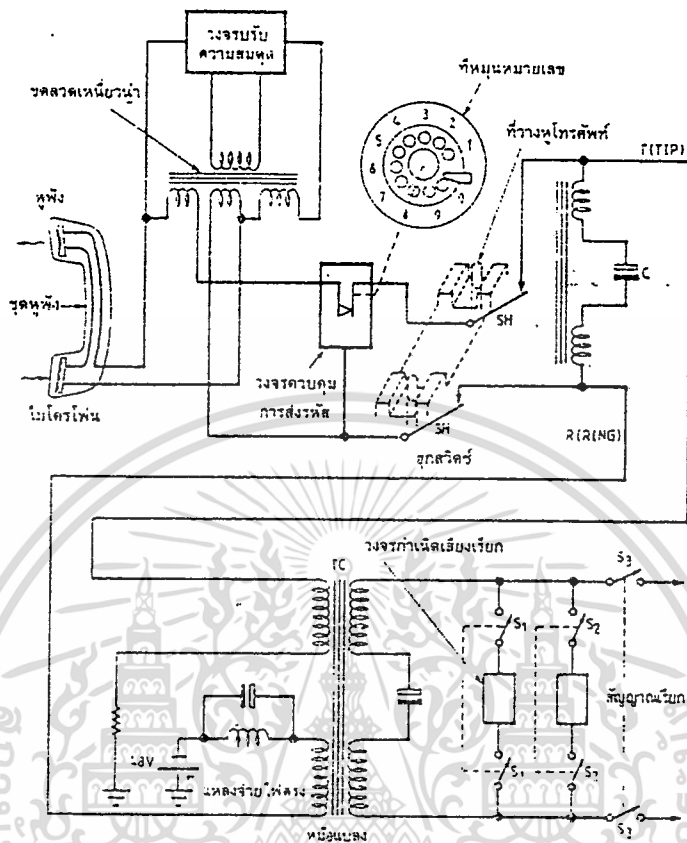
สำหรับการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือ การส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Train) ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ เช่น ถ้ามีการส่งพัลส์ 1 พัลส์ หมายถึงการหมุนหมายเลขหนึ่ง ส่ง 2 พัลส์ หมายถึงเลขสอง ดังนั้นถ้าหมุนเลข 9 ก็จะมีการส่งพัลส์จำนวน 9 พัลส์นั่นเอง และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลส์ต่อวินาที (10 pps)

สำหรับโทรศัพท์ที่ใช้การกดปุ่มนั้นก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีความถี่ที่แตกต่างกันออกไป สำหรับแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ 10 ตัว ความถี่ที่ส่งออกไปเป็นความถี่ที่อยู่ในย่านความถี่เสียงเพียงแต่ว่าในการกดครั้งหนึ่งจะมีสัญญาณเสียงที่มอดูเลทแล้วถูกส่งออกไป 2 ความถี่ตามตารางที่ 2.1 แต่ในปัจจุบันนี้โทรศัพท์แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณได้ทั้งสัญญาณแบบพัลส์และแบบโทน

ความถี่ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข			
697	1	2	3	
770	4	5	6	
852	7	8	9	
941	*	0	#	
	1209	1336	1477	ความถี่ (Hz)

ตารางที่ 2.1 ตารางความถี่ที่มอดูเลทกัน

เมื่อชุมสายได้รับข้อมูลจากผู้เรียก ก็จะแปลงสัญญาณที่ได้รับมา แล้วส่งให้อุปกรณ์สวิตซ์ทำงานเพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายทางที่ต้องการจะติดต่อด้วยไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าหากว่าปลายทางว่าง ชุมสายก็จะส่ง สัญญาณเรียกไปยังปลายทาง และส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว



รูปที่ 2.8 วงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

2.4 การสนทนา

เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น การทำงานในส่วนการควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ของชุมสายในตอนนี้เป็น การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง

ในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงานทั้ง 2 โหมดไปพร้อมๆ กันคือ แปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง (Acoustic Energy) ซึ่งจะเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในโหมดนี้เองที่มีเรื่องของ การป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้อง นั่นก็คือ การที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนี้ว่า “ไซด์โทน” (Side Tone) ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องป้อนกลับมา เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าตัวเราพูดให้มีเสียงดังระดับใดจึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาจะได้ยินเสียงพูดของผู้เรียก

เอกสารอย่างชัดเจนสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

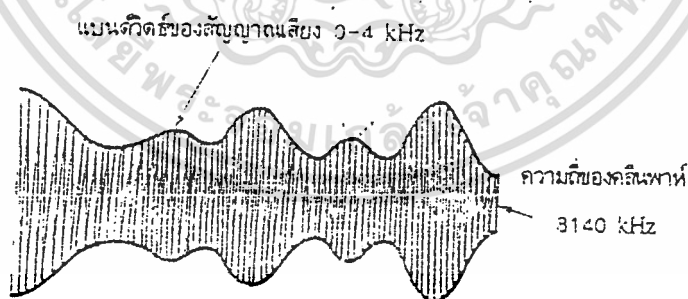
เมื่อสิ้นสุดการสนทนา ทั้ง 2 ฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลง จากนั้นสัญญาณจากสวิตช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อครั้งต่อไป ระบบการส่งสัญญาณในสายส่ง สัญญาณที่จะปรากฏในสายส่งสามารถแยกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ได้คือ สัญญาณเสียงที่พูดคุยกันและสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมระบบสวิตชิง ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกรวมทั้งสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณบอกไม่ว่าง

สัญญาณควบคุมนี้อาจเป็นสัญญาณอะนาล็อกหรือสัญญาณดิจิทัลก็ได้ เพราะโทรศัพท์แบบหมุนกับแบบกดปุ่มมีการส่งหมายเลขโทรศัพท์คนละแบบกัน

ดังนั้นในการส่งสัญญาณออกไปในสายส่งบางครั้งอาจมีการส่งทั้งสัญญาณดิจิทัล และสัญญาณอะนาล็อกไปพร้อมๆ กันก็ได้

2.5 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

ถ้าทำให้สายส่งสัญญาณโทรศัพท์เส้นหนึ่งๆ สามารถใช้ส่งสัญญาณจากหลายๆ เครื่องได้ภายในเส้นเดียวกัน ซึ่งจะทำให้สะดวกและประหยัดในการเดินสาย ในระบบส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บริการกับชุมสายท้องถิ่นนั้นจึงได้มีการนำวิธีการมัลติเพล็กซ์สัญญาณมาใช้ เป็นระบบที่เรียกว่า “Frequency Division Multiplexing” (FDM) ระบบนี้จะทำให้สามารถส่งสัญญาณที่มีความถี่ต่างกันไปในสายส่งเดียวกันได้



รูปที่ 2.9 สัญญาณเสียงที่มอดูเลทกับคลื่นพาห้

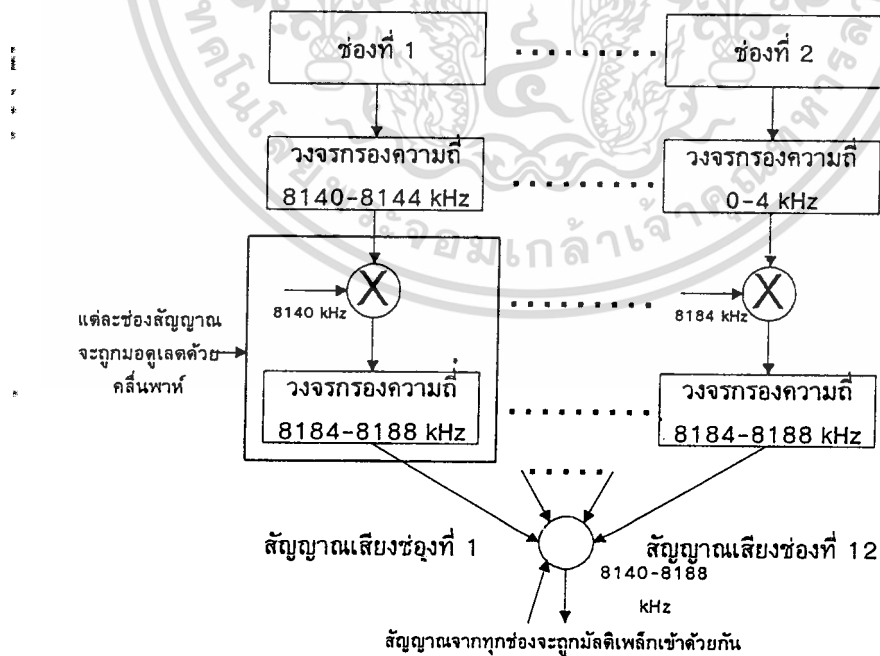
ในรูปที่ 2.9 แสดงถึงวิธีการนี้ ดังที่กล่าวมาแล้วว่าความถี่ของสัญญาณเสียงที่เหมาะสมใช้ในการส่งไปนั้นจะอยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 0-4 กิโลเฮิร์ตซ์ ถ้าต้องการส่งสัญญาณเสียงหลายๆ แแหล่งไปพร้อมกัน ต้องทำการมอดูเลทสัญญาณเหล่านั้นด้วยคลื่นพาห้ที่มีความถี่สูงกว่าสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงมากๆ สำหรับวิธีการมอดูเลทที่ใช้จะเป็นแบบแอมป์ลิจูดมอดูเลเตอร์ ดังตัวอย่างรูปที่ 2.9 เป็นการมอดูเลทความถี่พาห้ขนาด 8,140 กิโลเฮิร์ตซ์ เข้าไปกับสัญญาณเสียง

สำหรับสัญญาณเสียงที่มาจากแหล่งอื่นก็ต้องนำมอดูเลทกับคลื่นพาห้ที่มีความถี่แตกต่างออกไปจาก 8,140 กิโลเฮิร์ตซ์ สมมติว่าในสายส่งเส้นหนึ่งต้องการจะส่งสัญญาณเสียงพูดจากโทรศัพท์ 12 เครื่อง ภายในสายส่งเส้นเดียวกันก็สามารถทำได้ ก่อนอื่นต้องพิจารณาก่อนว่าแบนด์วิดท์ของสัญญาณเสียงเท่ากับ 4 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่มีสัญญาณที่ต้องการทั้งหมด 12 สัญญาณ เพราะฉะนั้นแบนด์วิดท์ใหม่จึงเท่ากับ 48 กิโลเฮิร์ตซ์ (12X4 กิโลเฮิร์ตซ์)

ตัวอย่างที่ยกมาความถี่คลื่นพาห้ที่ต่ำที่สุดคือ 8,140 กิโลเฮิร์ตซ์ เพราะฉะนั้นความถี่ของคลื่นพาห้สำหรับที่จะมอดูเลทกับสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์เครื่องที่ 12 ก็คือ 8,188 กิโลเฮิร์ตซ์ ($8,140 \text{ kHz} + 48 \text{ kHz}$) เห็นได้ว่าวิธีการนี้จะทำให้ส่งสัญญาณได้มากช่องขึ้นโดยสัญญาณไม่เกี่ยวข้องกันเลขทางฝ่ายรับก็จะต้องมีการดีมอดูเลท (Demodulate) เพื่อจะเอาสัญญาณเสียงพูดจริงๆ ผ่านเข้าไปยังหูฟังของผู้รับ โดยใช้วงจรกรองความถี่เข้ามาช่วยในการดีมอดูเลท เท่านั้นก็สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายและความยุ่งยากในเรื่องของสายส่งสัญญาณลงไปได้ดังรูปที่ 2.10



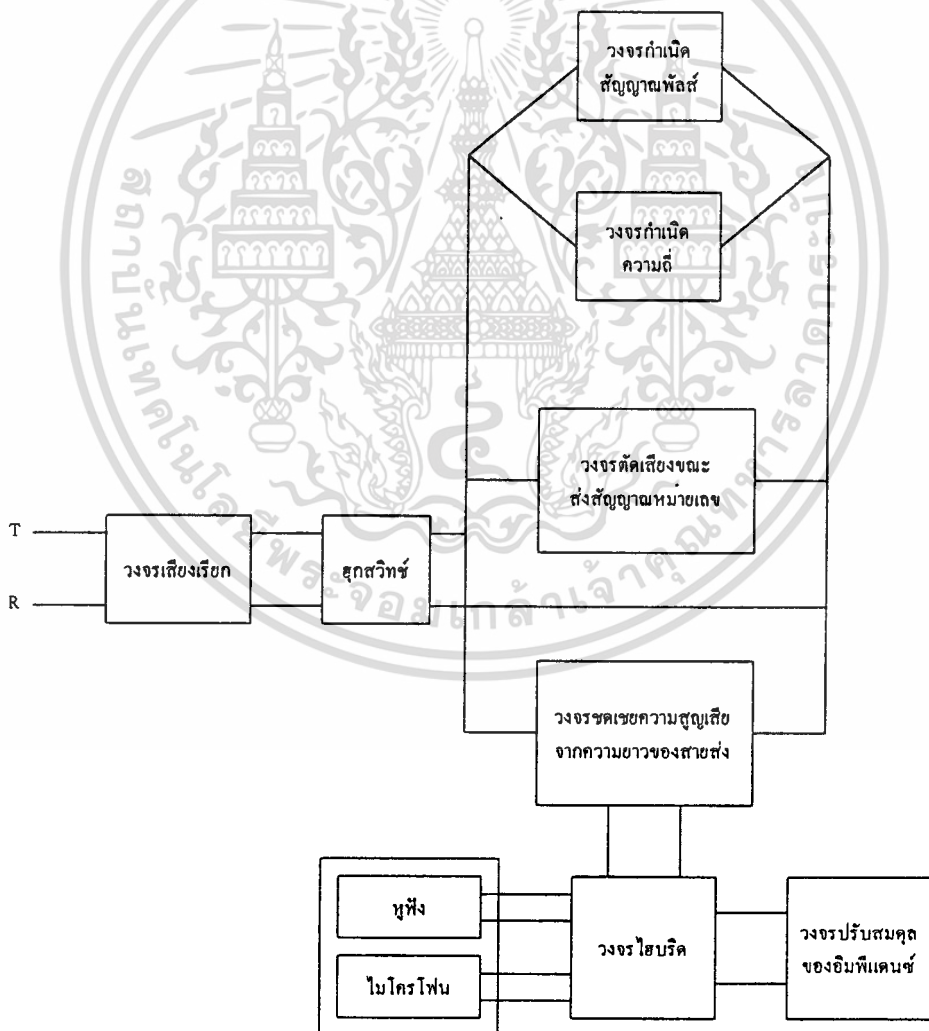
รูปที่ 2.10 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาห้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โครงสร้างโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.11 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์โดยเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสายหีบ และสายริง วงจรแรกต่ออยู่ระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ชุมสายคือวงจรกำเนิดเสียงเรียก ซึ่งได้ส่งสัญญาณเรียกเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น อีกประการหนึ่งคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางหูตามปกติ สุกสวิทช์จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิทช์ ดังนั้นวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิทช์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา



เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นสู่สวิตช์ S1 และ S2 ในรูปที่ 2.12 ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ขณะเดียวกันกระแสเดียวกันก็จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายปิดลง เพื่อจะให้อุปกรณ์ที่ชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณให้หมุน ไปยังผู้ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณให้หมุน

ในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าหมายเลขต่างๆ และการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กัน โดยค่าของตัวเลขจะแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน

2.7 ระบบโทรศัพท์แบบหมุน (Rotating-Type)

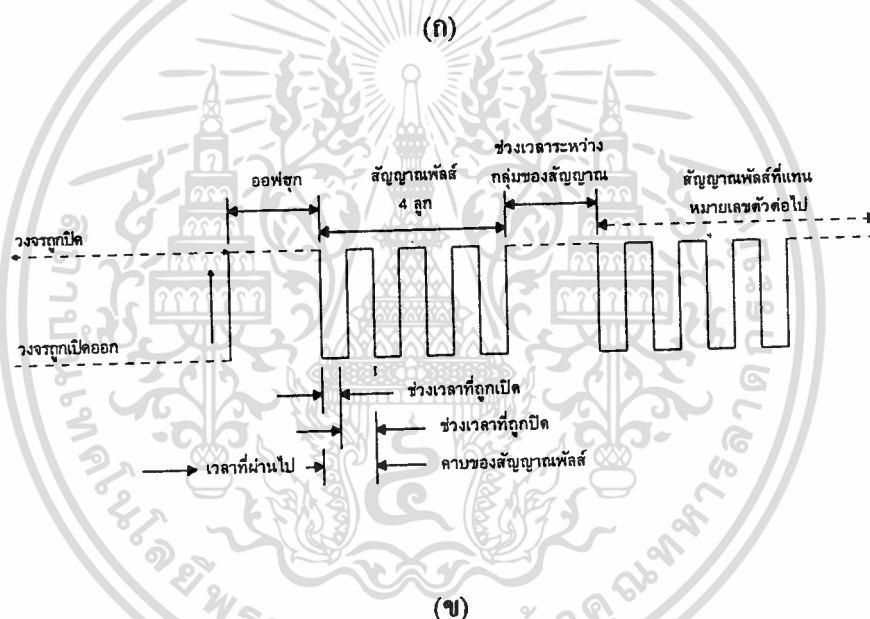
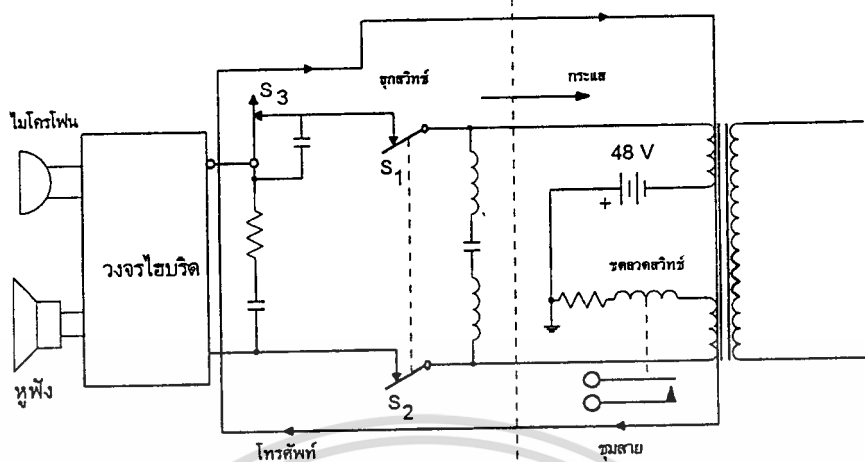
ในรูปที่ 2.12 (ก) เป็นวงจรที่ใช้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบหมุนจะเห็นว่าสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรออกเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อสวิตช์ S3 ถูกเปิดวงจรออกก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ เหมือนว่าเป็นการขัดจังหวะ (Interruption) การไหลของกระแส จำนวนครั้งที่สวิตช์ S3 ถูกเปิดออกขึ้นอยู่กับระยะห่างของแป้นหมุน (Dialer) ที่ถูกหมุนไปกับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใดๆ เช่น ถ้าหมุนเลข 4 สวิตช์ S3 ก็จะถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้งหรือถ้าหมุนเลข 7 สวิตช์ S3 ก็จะถูกเปิดออก 7 ครั้ง ซึ่งสวิตช์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่

รูปที่ 2.12 (ข) แสดงถึงลักษณะสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปจะเห็นว่าในตอนแรกโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออนฮุก (On-Hook) คือ หูโทรศัพท์จะถูกวางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์ เพราะวงจรที่ถูกเปิดออกโดยสวิตช์ S3 เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นโทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะออฟฮุก (Off-Hook) ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้เมื่อมีการหมุนหมายเลขโดยในรูปเป็นการหมุนเลข 4 จะทำให้วงจรถูกเปิดออก ด้วยสวิตช์ S3 เป็นจำนวน 4 ครั้ง ก็จะได้รูปสัญญาณออกมาอย่างที่เห็น

ในระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลส์นี้จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลส์ต่อวินาที

- คาบของสัญญาณพัลส์ (Pulse Period) = ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด (Break Duration) + ช่วงเวลาที่วงจรถูกปิด (Make Duration) ซึ่งค่าของสัญญาณพัลส์จะถูกออกแบบให้มีค่าอย่างต่ำ 100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 (ก) วงจรหมุนหมายเลขโทรศัพท์แบบพัลส์อย่างง่าย

(ข) ช่วงเวลาคร่าวๆ ของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข “4”

- อัตราการส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Rate) = จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที = 1000/คาบเวลาของสัญญาณพัลส์ (เป็นมิลลิวินาที)

- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (Percent Break) = $100 \times \text{อัตราส่วนการเปิดวงจร (Break Ratio)}$ = $100 \times \frac{\text{ช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิด}}{\text{คาบของสัญญาณพัลส์}}$

- ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (Interdigit Interval) ถูกกำหนดให้มีช่วงเวลายาวเท่ากับ

เท่ากับ 700 มิลลิวินาที

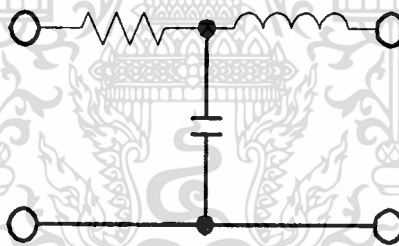
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดค่าสัญญาณมาตรฐานไว้เป็นที่แน่นอน เช่นช่วงเวลาที่วงจรถูกเปิดต้องไม่ต่ำกว่า 60 มิลลิวินาที หรืออัตราการเปิดวงจรเท่ากับ 60% ส่วนประเทศอื่นๆ มักจะใช้ที่อัตรา 67 % เป็นส่วนใหญ่

2.7.1 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

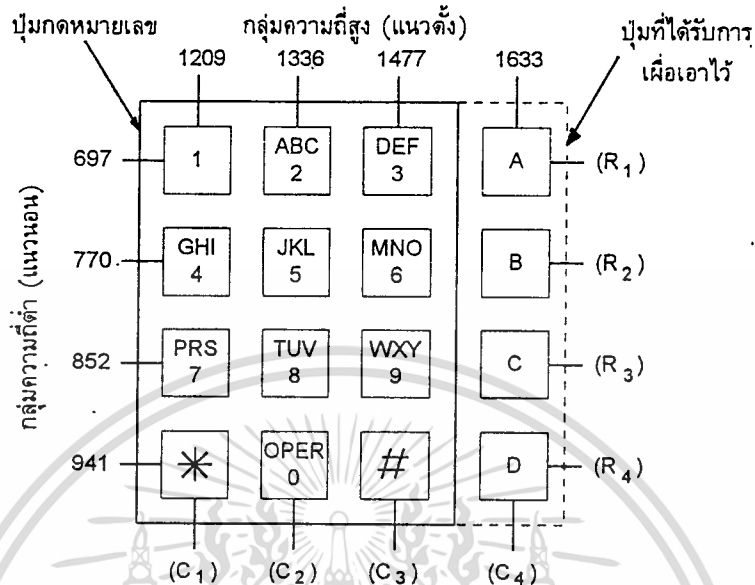
ปกติสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำแฝงอยู่ ความยาวของสายส่งที่เพิ่มขึ้น 1 ไมล์ เสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่ง มีค่าประมาณ 0.07 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานกับขดลวดเหนี่ยวนำต่ออนุกรมกันอยู่ โดยมีค่าประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี ตามลำดับ อุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลทำให้สัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งไปตามสายส่งเกิดความเพี้ยนทั้งขนาด (Amplitude) และคาบเวลา (Period) ชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่จะรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ไว้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อ



รูปที่ 2.13 วงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณทุกๆ ระยะทาง 1 ไมล์

2.8 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

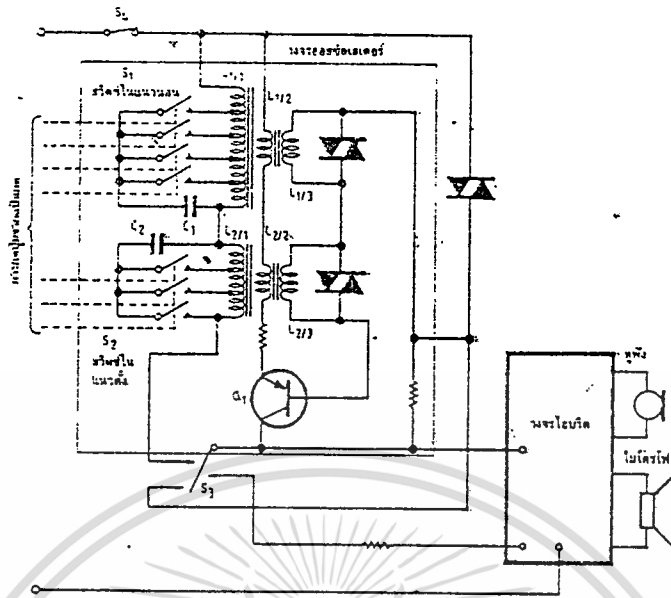
ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่เป็นการส่งสัญญาณอีกแบบหนึ่ง ระบบนี้เรียกชื่อย่อว่า DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ต้องการติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไปซึ่งเป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอนและอีกค่าจะเป็นความถี่ในแนวตั้งซึ่งค่าต่างๆแสดงไว้ในรูปที่ 2.15 เช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1,336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันออกมา



รูปที่ 2.14 ปุ่มกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข

สำหรับวงจรออสซิลเลเตอร์ที่สร้างความถี่ขึ้นมาก็คือ วงจรในรูปที่ 2.15 เป็นวงจรที่ยังใช้อุปกรณ์แยกชิ้นต่างๆ มาต่อร่วมกันอยู่

การทำงานของวงจรนี้เริ่มจากสวิตช์ S1 (สวิตช์ในแนวนอน) S2 (สวิตช์แนวตั้ง) และ S3 ถูกเปิดวงจรอยู่เมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้น กระแสที่ไหลจากชุมสายจะผ่าน RV1, L1A และ L2A ทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่นำกระแส เมื่อมีการกดหมายเลข สวิตช์ S1, S2 จะถูกปิดลงตามตำแหน่งหมายเลขที่กด C1, C2 จะต่อเข้ากับ L1A และ L2A ตามลำดับเกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ขึ้น โดย L1A และ C1 เป็นออสซิลเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ต่ำกว่าความถี่ที่เกิดจาก L2A และ C2 และขณะที่ S3 จะถูกปิดลงเช่นกัน ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ทั้ง 2 ตัว เข้าด้วยกันแล้วทำการส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ ขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟังและไมโครโฟนจะถูกนำมาต่อขนานกัน เป็นผลทำให้ได้ยินสัญญาณที่เกิดขึ้นจากวงจรออสซิลเลเตอร์ทางชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับเอาสัญญาณไปประมวลผลต่อไป และยังคงต้องมีวงจรรองความถี่ป้องกันไม่ให้ความถี่แปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในชุมสายด้วย



รูปที่ 2.15 วงจรพื้นฐานของโทรศัพท์ที่ใช้อุปกรณ์แยกชิ้นในระบบ DTMF

2.9 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง

ในการส่งสัญญาณพัลส์ 1 ลูกต้องใช้เวลอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการเปิดวงจรและ 40 มิลลิวินาที สำหรับช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที ถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยมีค่ามากและยาวมากขึ้นเท่าใด จะทำให้เสียเวลาในการส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น เช่น หมายเลข 555-5555 ใช้เวลาในการส่งสัญญาณพัลส์ $= 5 \text{ (พัลส์/มิลลิวินาที)} \times 1000 \text{ (มิลลิวินาที/พัลส์)} \times 7 \text{ (หมายเลข)} = 3.5$ วินาที

ระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ $= 700 \text{ (มิลลิวินาที)} \times 6 = 4.2$ วินาที ใช้เวลาในการส่งทั้งหมด $= 3.5 + 4.2 = 7.7$ วินาที แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้การส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ $7 \times 100 \text{ มิลลิวินาที} = 0.7$ วินาที เห็นได้ชัดว่าระบบ DTMF สามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากกว่าระบบที่ใช้ส่งสัญญาณพัลส์ เป็นผลทำให้ชุมสายสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทหน่วยความจำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.10 ข้อควรคำนึงในการเชื่อมต่อระบบ DTMF กับสายส่งสัญญาณ

- ระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าจะต้องรักษาให้คงที่ตลอดระยะทางของสายส่งสัญญาณ
- ความถี่ที่ถูกผลิตขึ้นจะต้องไม่มีความผิดเพี้ยนทั้งคาบและขนาดของสัญญาณ

- วงจรออสซิลเลเตอร์จะต้องมีอิมพีแดนซ์ที่สมมูลย์ (Matching) กับสายส่งสัญญาณ จากที่สรุปข้างบนจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

2.10.1 ความผิดเพี้ยนของสัญญาณ

สำหรับข้อกำหนดของตัวผิดเพี้ยนของสัญญาณมีดังต่อไปนี้

- สัญญาณอื่นที่แทรกสอดเข้ามาในสายส่งสัญญาณรวมกันแล้ว จะต้องน้อยกว่าระดับของสัญญาณที่ส่งออกไปจริงอย่างน้อย 20 dB

- สำหรับสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามาจะต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ต้องมีค่าไม่มากกว่า -33 dbm ในช่วง 300 ถึง 3,400 เฮิร์ตซ์
2. ที่มีความถี่สูงกว่า 3,400 เฮิร์ตซ์ สัญญาณแทรกสอดจะต้องลดลง 12 dB ต่อออกเตฟไปจนถึงความถี่ 50 กิโลเฮิร์ตซ์

3. ต้องมีระดับสัญญาณไม่มากกว่า -80 dB ที่ความถี่ที่สูงกว่า 50 กิโลเฮิร์ตซ์

โดยที่ความผิดเพี้ยนถ้าถูกกำหนดในรูปของเดซิเบลคือ

$$\text{ความผิดเพี้ยน} = 20 \log \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}}{\sqrt{v_L^2 + v_h^2}}$$

โดยที่ v_1 ถึง v_n คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่แทรกสอดเข้ามา

v_L คือ ระดับแรงดันของสัญญาณความถี่ต่ำกว่า

v_h คือ ระดับแรงดันของสัญญาณความถี่สูงกว่า

2.10.2 ไคนามิกอิมพีแดนซ์

วงจรกำเนิดความถี่สำหรับระบบ DTMF จะต้องมีอิมพีแดนซ์อย่างน้อย 900 โอห์ม ขณะที่ทำการผลิตความถี่ออกมา และต้องมีอิมพีแดนซ์ให้ต่ำที่สุดขณะที่ไม่ทำการผลิตสัญญาณ

2.10.3 ความสูญเสียที่เกิดจากการสะท้อนกลับของสัญญาณ (Return Loss)

เป็นพารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องควบคุม โดยกำหนดค่าความสูญเสียในการสะท้อนกลับของสัญญาณหรือ RL ด้วยสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RL = 20 \log \left[\frac{Z_t + Z_g}{Z_t - Z_g} \right]$$

โดยที่ Z_t คือ อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ

Z_g คือ อิมพีแดนซ์ของเครื่องโทรศัพท์

ค่ามาตรฐานสำหรับ RL ต้องมากกว่า 14 dB ในช่วงความถี่ระหว่าง 300 ถึง 3,400 Hz และมากกว่า 10 dB ในช่วงความถี่ 50 ถึง 300 Hz และ 3,400 ถึง 20,000 Hz

2.11 ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

เราสามารถสรุปข้อดีของระบบ DTMF ได้คือ

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตในรูปของไอซี ทำให้เกิดความสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ในชุมสาย
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ

2.12 วงจรที่ได้รับการพัฒนาขึ้น

จากรูปที่ 2.12 (ก) เป็นวงจรพื้นฐานในโทรศัพท์แบบหมุน ต่อมาวงจรที่ได้รับการพัฒนาจากวงจรพื้นฐานวงจรนี้ประกอบด้วยไอซีเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้มีฟังก์ชันที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้อย่างยิ่ง เช่น การเรียกหมายเลขซ้ำหรือเพิ่มหน่วยความจำสำหรับเก็บหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการได้ เป็นต้น

2.12.1 วงจรของระบบที่ใช้การสื่อสารสัญญาณแบบพัลส์

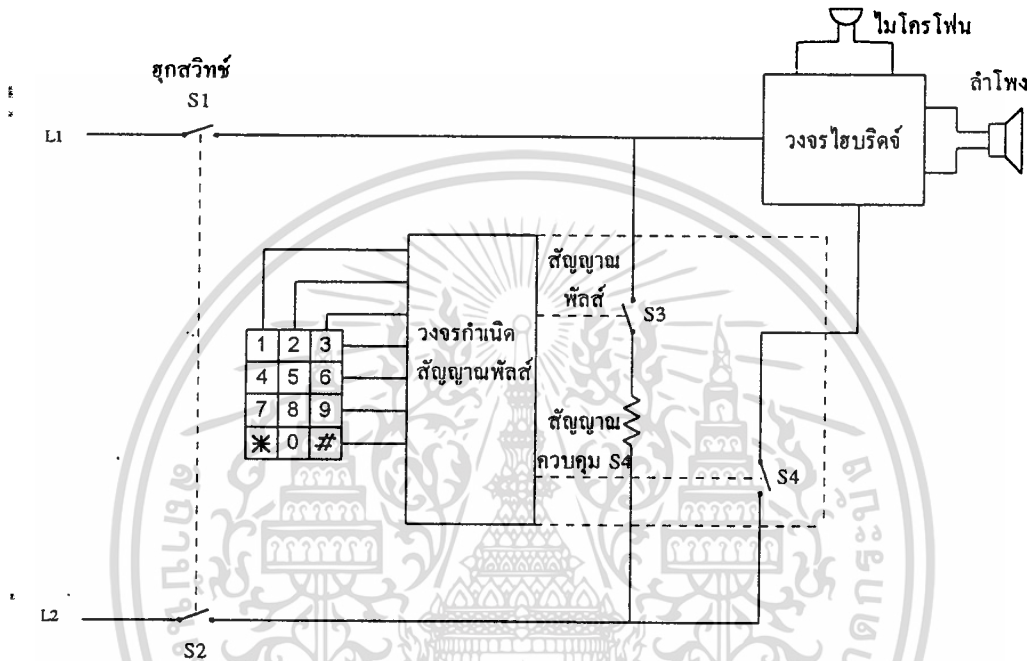
เราได้ทราบว่าการส่งรหัสแบบพัลส์คือ การขัดจังหวะการไหลของกระแส ดังนั้นวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้วก็ยังคงใช้หลักการเดียวกันอยู่ เพียงแต่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นไอซีแทน โดยวงจรที่กล่าวถึงเรียกว่า วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ (Pulse Dialer) ซึ่งยังคงสร้างสัญญาณพัลส์ด้วยความเร็ว 10 พัลส์ต่อวินาที และต้องมีวงจรทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เสียงเสียดลอดเข้าหูฟัง วงจรที่ได้ถูกออกแบบใหม่นี้มีด้วยกัน 2 แบบด้วยกัน

แบบแรกเป็นวงจรที่ออกแบบ ให้วงจรหมุนหมายเลข (Dial Circuit) นำมาต่อแบบขนาน

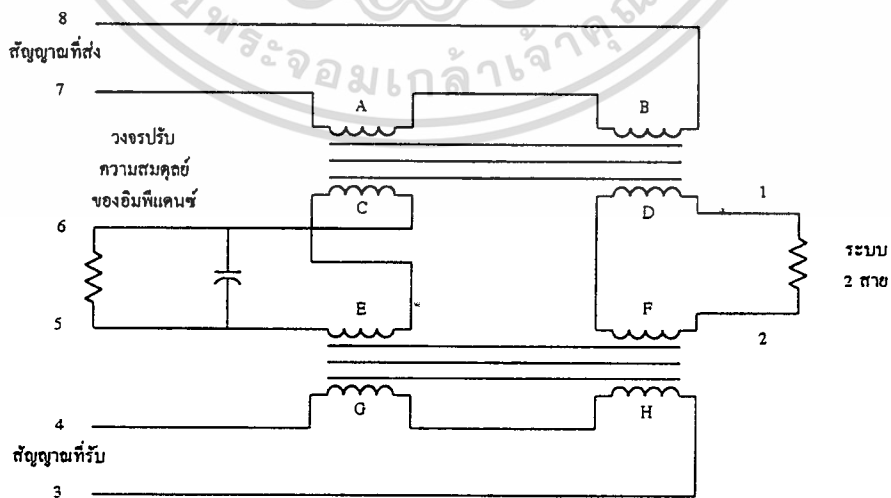
กับวงจรไฮบริด (Hybrid) หรือวงจรเสียงพูด (Speech Network) ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฮบริดหรือวงจรเสียงพูดก็คือ วงจรที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างระบบ 4 สายเข้ากับระบบ 2 สาย โดยเมื่อเชื่อมต่อเข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้โทรศัพท์สามารถสื่อสารเป็นแบบดูเพล็กซ์ (Duplex) หรือติดต่อสื่อสารแบบสวนทางกันได้ในเวลาเดียวกัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 วงจรหมุนหมายเลขต่อแบบขนานกับวงจรไฮบริด



รูปที่ 2.17 วงจรไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในเครื่องโทรศัพท์จะใช้ระบบ 4 สายคือ ใช้ 2 สายสำหรับส่งสัญญาณเสียงพูดและอีก 2 สาย สำหรับนำสัญญาณเข้าหูฟัง แต่การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายท้องถิ่นจะเป็นการติดต่อโดยผ่านสายทวิและสายริง เพียง 2 สายเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีไฮบริดใช้สำหรับเชื่อมต่อทั้งระบบ 2 สาย และ 4 สาย ให้สามารถติดต่อกันได้

ในการติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นด้วยกัน ก็มีความจำเป็นต้องมีวงจรไฮบริดด้วย ในส่วนของวงจรไฮบริดก็จะมีความจำเป็นที่จะต้องมีความสมดุลอิมพีแดนซ์ของระบบที่ถูกเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน เพื่อให้สัญญาณที่ใช้ติดต่อมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในรูปที่ 2.16 สวิตช์ S3 จะทำหน้าที่ขัดจังหวะในการไหลของกระแส ทำให้เกิดเป็นสัญญาณพัลส์ขึ้น ในรูปสวิตช์ S3 จะขนานอยู่กับวงจรไฮบริดสวิตช์ S4 เป็นตัวควบคุมไม่ให้เราได้ยินเสียงของสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากตอนที่ยกหูโทรศัพท์ขึ้นสวิตช์ S4 จะปิดวงจร ส่วนสวิตช์ S3 จะเปิดวงจรออก กระแสไหลผ่านวงจรไฮบริด (ซึ่งเป็นขดลวดเหนี่ยวนำ) ทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ยินสัญญาณหมุน เมื่อผู้ใช้กดหมายเลข วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์จะส่งสัญญาณออกไปควบคุมให้สวิตช์ S3 ปิดวงจร และ S4 เปิดวงจร ทำให้กระแสไหลผ่านวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์แต่จะไม่ไหลผ่านวงจรไฮบริดเสมือนว่าส่วนของหูฟังถูกตัดออกจากวงจร ทำให้ผู้ใช้โทรศัพท์ไม่ได้ยินเสียงที่เกิดจากการส่งสัญญาณพัลส์ในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณอยู่ สวิตช์ S3 จะถูกปิดลงเป็นจำนวนครั้งตามหมายเลขที่กด เมื่อสิ้นสุดการกดหมายเลขแล้ว สวิตช์ S3 จะอยู่ในตำแหน่งเปิดวงจรและสวิตช์ S4 จะปิดวงจรตามเดิม

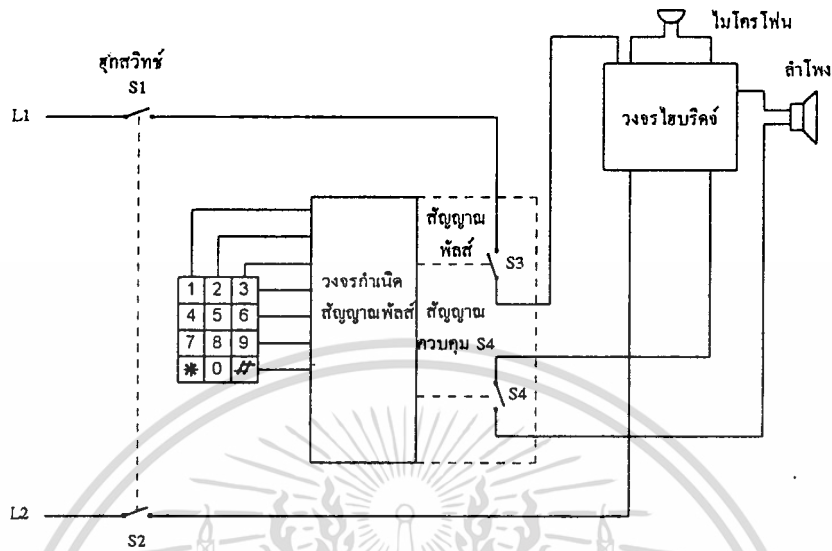
สำหรับวงจรอีกแบบหนึ่งจะเป็นวงจรที่ถูกออกแบบให้วงจรหมุนหมายเลขโดยต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริด ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.18

ตามวงจรในรูปที่ 2.18 สวิตช์ S3 จะถูกต่ออนุกรมกับวงจรไฮบริดอยู่ โทรศัพท์ระบบนี้จะใช้สัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์มาควบคุมสวิตช์ S3 ให้เปิดปิดวงจรเพื่อทำให้เกิดเป็นสัญญาณพัลส์ขึ้น เหมือนระบบแรกที่ได้กล่าวไปแล้ว ขณะเดียวกันจะมีสัญญาณมาควบคุมสวิตช์ S4 ให้เปิดวงจรเพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณออกทางหูฟังขณะที่ทำการกดหมายเลขอยู่ จะเห็นว่าหลักการการทำงานทั้ง 2 ระบบจะเหมือนกัน จะแตกต่างกันตรงลักษณะการเชื่อมต่อวงจรเท่านั้น

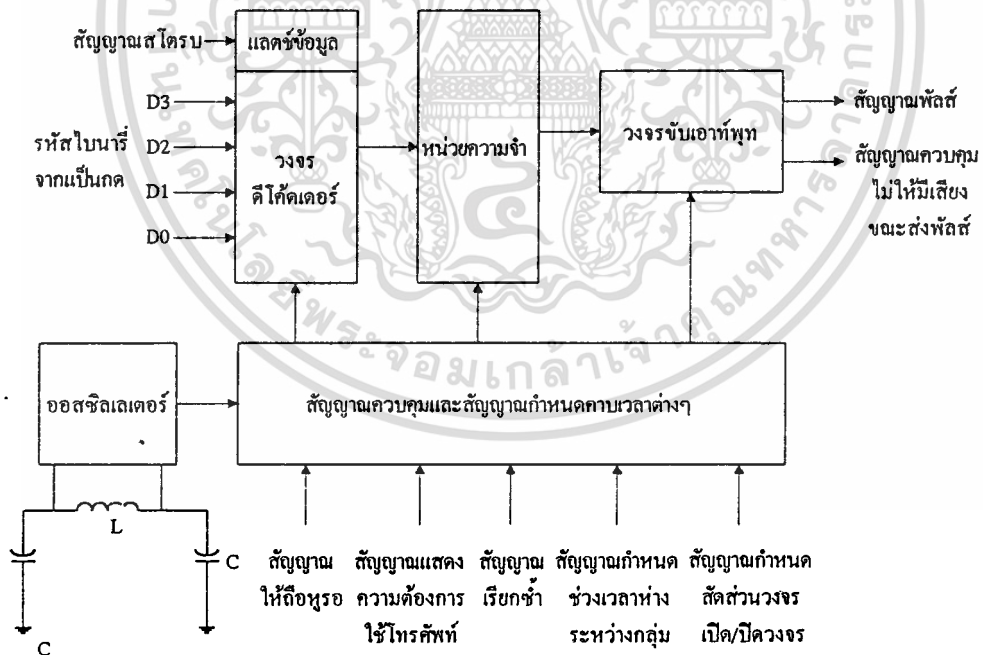
ในรูปที่ 2.19 ได้แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของไอซีซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมจะเห็นว่าเอาต์พุตของไอซีจะเป็นสัญญาณพัลส์และสัญญาณควบคุมที่จำเป็นจะต้องใช้ ส่วนสัญญาณอินพุตจะเป็นรหัสไบนารีซึ่งใช้แทนหมายเลขโทรศัพท์, สัญญาณให้ถือหูรอก, สัญญาณหมุนซ้ำ เป็นต้น วงจรออสซิลเลเตอร์ถูกใช้สร้าง สัญญาณนาฬิกา (Clock) ให้กับวงจรภายในไอซี สำหรับภาคขับสัญญาณเอาต์พุตนั้นจำเป็นจะต้องใช้ทรานซิสเตอร์ที่สามารถทนแรงดันสูงๆ ได้และต้องสามารถทำงานที่ความถี่สูงๆ ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 วงจรหมายเลขต่อแบบอนุกรมกับวงจรไฮบริด



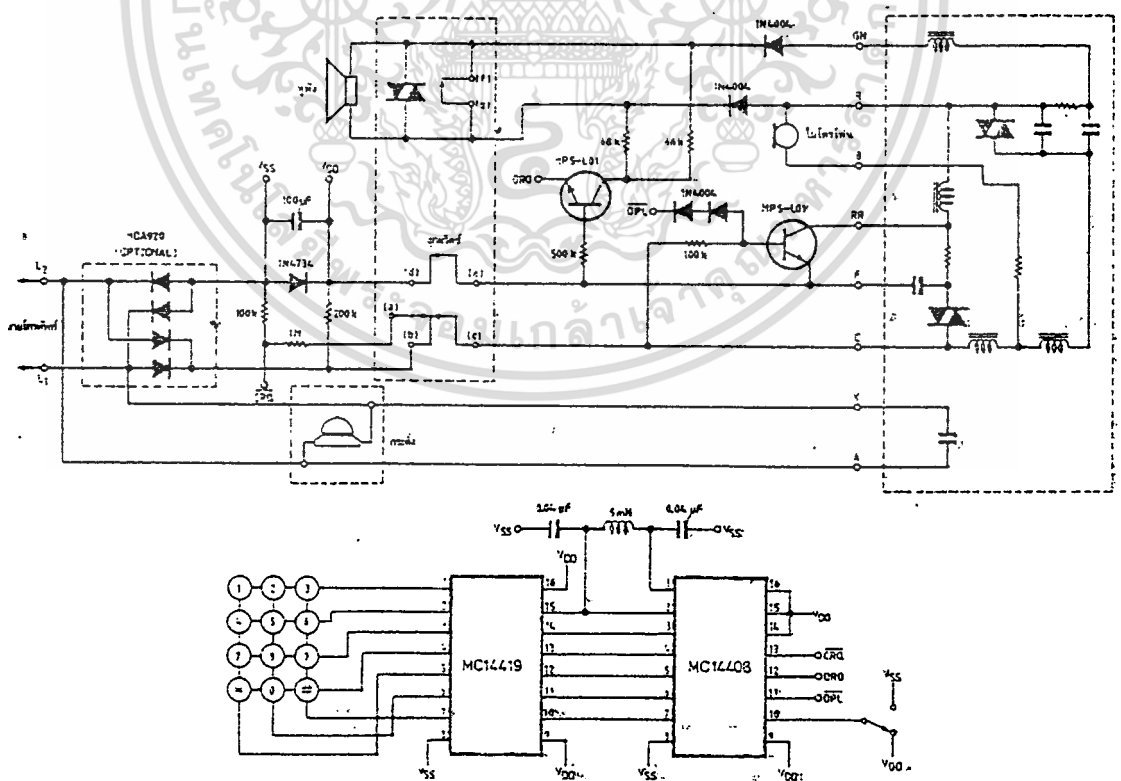
รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมของไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์

สัญญาณลอจิกที่ควบคุมช่วงเวลาในการส่งสัญญาณที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งก็คือ สัญญาณ
อนฮุก/ออฟฮุก สัญญาณที่ใช้บอกช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์ต่างๆ และสัญญาณ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

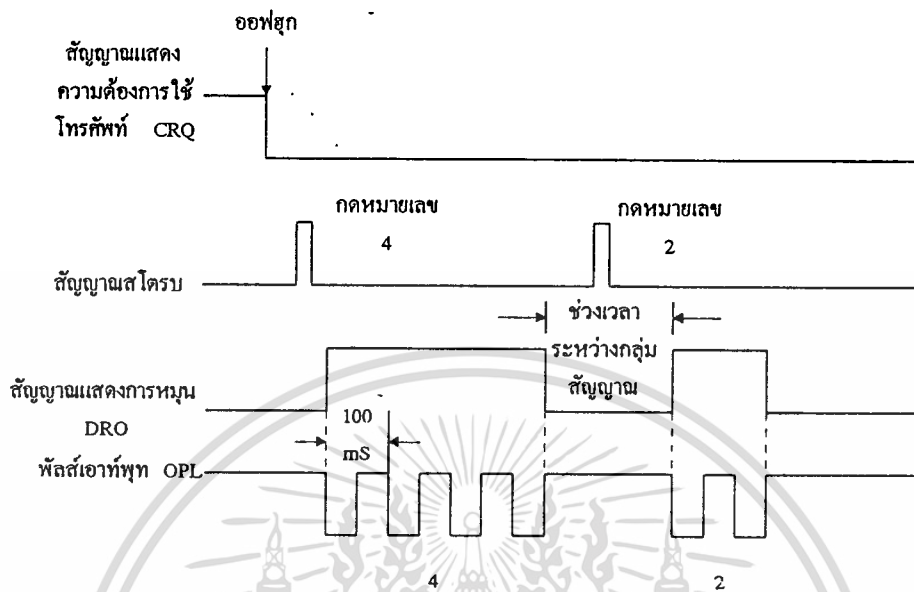
กำหนดอัตราส่วนของการปิด/เปิดวงจร สำหรับออสซิลเลเตอร์นั้นจะไม่สามารถผลิตความถี่ออกมาได้ถ้าวงจรโทรศัพท์ไว้ตำแหน่งปกติ

สัญญาณที่กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มของสัญญาณพัลส์หรือสัญญาณ IDT จะเป็นตัวกำหนดช่วงห่างของระยะเวลาในระหว่าง 200 ถึง 1,000 มิลลิวินาที เมื่ออัตราในการส่งสัญญาณพัลส์อยู่ที่ 10 พัลส์ต่อวินาที และอยู่ระหว่าง 100 ถึง 500 มิลลิวินาที ถ้าส่งสัญญาณพัลส์ในอัตรา 20 พัลส์ต่อวินาที ส่วนค่าของอัตราส่วนการปิด/เปิดวงจรจะมีค่าประมาณ 67 % (เป็นลอจิก "0" 67 % ใน 1 คาบสัญญาณ) หรืออาจใช้ค่า 61 % ก็ได้เช่นกัน

ไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณพัลส์คือ MC 14408 ซึ่งเป็นของ Motorola โครงสร้างภายในเป็นแบบ CMOS และเนื่องจากการใช้งานต้องการสัญญาณอินพุตเป็นรหัสไบนารี จึงจำเป็นต้องมีตัวเข้ารหัส (Encoder) เบอร์ MC 14419 มาเชื่อมต่อกับเป็นกคหมายเลขด้วย ดังที่แสดงในรูปที่ 2.20 เป็นวงจรที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถนำมาใช้งานได้ สามารถอธิบายได้ด้วยไคอะแกรมของเวลา (Timing Diagram) ดังรูปที่ 2.21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 2.20 วงจรสมบูรณ์ของระบบที่ใช้ในการส่งสัญญาณพัลส์ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

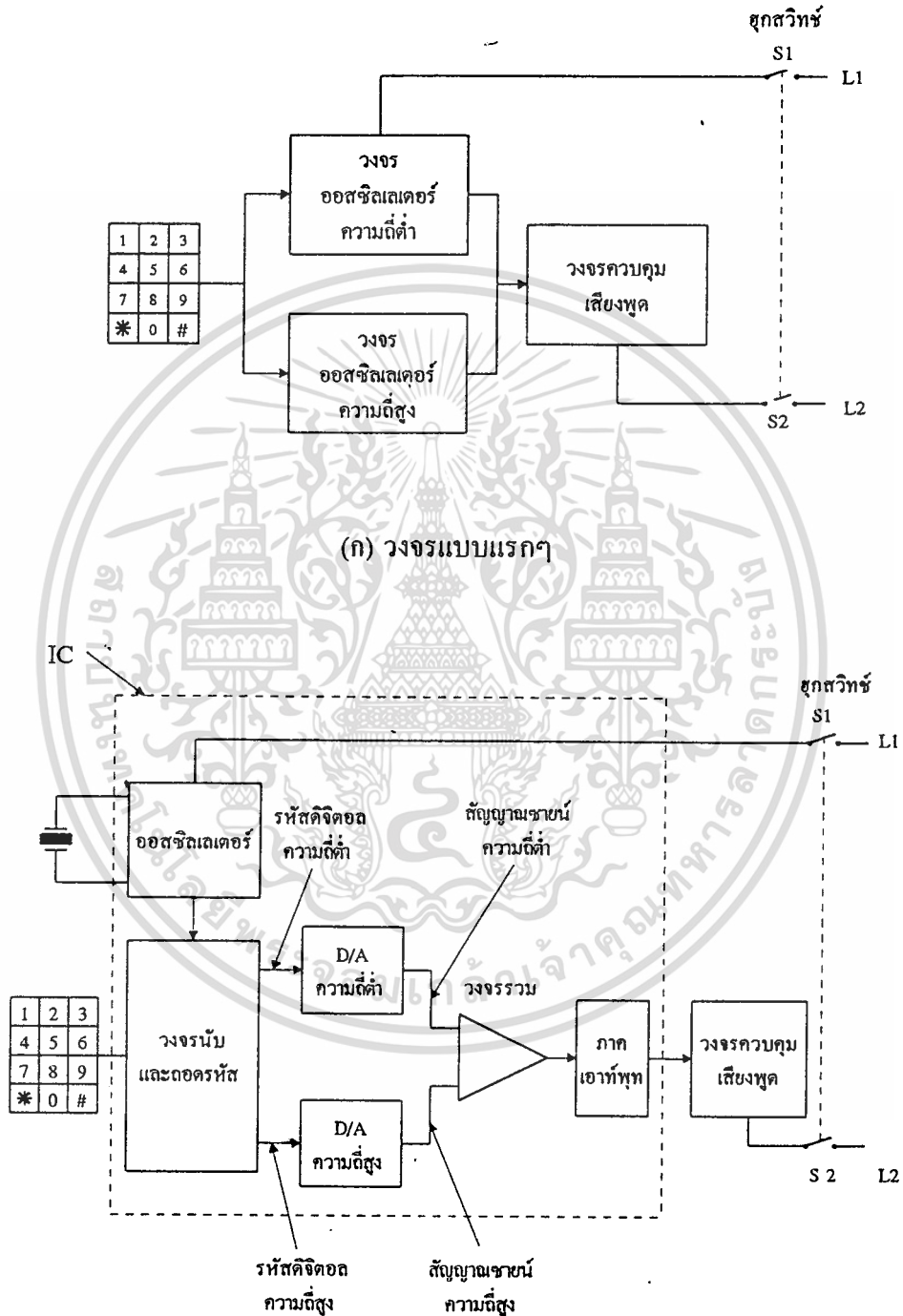


รูปที่ 2.21 โค้ดแอมพลิจูดของสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการส่งสัญญาณพัลส์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สัญญาณแสดงความต้องการที่จะใช้โทรศัพท์ (Call Request : CRQ) จะเป็นลอจิก “0” ซึ่งเท่ากับเป็นการรีเซ็ตให้ MC 14408 เตรียมพร้อมที่จะเริ่มต้นรับหมายเลขใหม่เข้ามาหรืออาจจะให้ส่งสัญญาณพัลส์ของหมายเลขชุดเก่าออกหลังจากนั้นสัญญาณสโตรบและสัญญาณแสดงการหมุน (Dial Rotating Output : DRO) ซึ่งเป็นลอจิก “1” จะถูกส่งออกไป สัญญาณ DRO จะถูกนำไปใช้ในการตัดเสียงที่เกิดขึ้นในระหว่างการส่งสัญญาณพัลส์ออกไปโดยทำให้ทรานซิสเตอร์ MPS-L01 ไม่นำกระแสตลอดเวลาที่สัญญาณ DRO ยังคงเป็นลอจิก “1” อยู่ สำหรับสัญญาณ (Output Pulse : OPL) จะถูกนำไปเป็นอินพุทให้ไดโอดและทรานซิสเตอร์เพื่อส่งสัญญาณพัลส์ออกไปอีกทีหนึ่ง จากนั้นเป็นหน้าที่ของชุมสายที่จะรับข้อมูลไปและติดต่อกับหมายเลขที่ถูกเรียกให้กับผู้ใช้ให้ได้ถูกต้อง

✦ ในการส่งสัญญาณแบบ DTMF ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันจะมีความเหมาะสมมากกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันเพื่อผลิตสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ กันเพื่อแทนรหัสหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย หลักการทำงานของไอซีคือ การนำความถี่ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน 2 ความถี่ซึ่งจะเกิดจากการดีโค้ดของปุ่มกดหมายเลขให้เป็นสัญญาณความถี่ ที่เกิดจากการถอดรหัสได้ในแนวแถวและแนวคอลัมน์ จากนั้นนำสัญญาณทั้ง 2 มามอดูเลตกันแล้วจึงจะส่งไปยังชุมสายต่อไป

2.12.2 การส่งรหัสหมายเลขโดยใช้ไอซีสำเร็จรูป

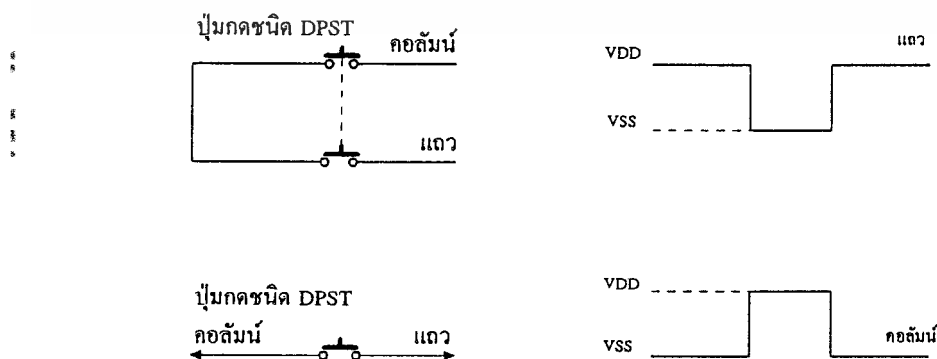


(ข) วงจรที่ได้พัฒนาในรูปของไอซีสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในระบบ DTMF เท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

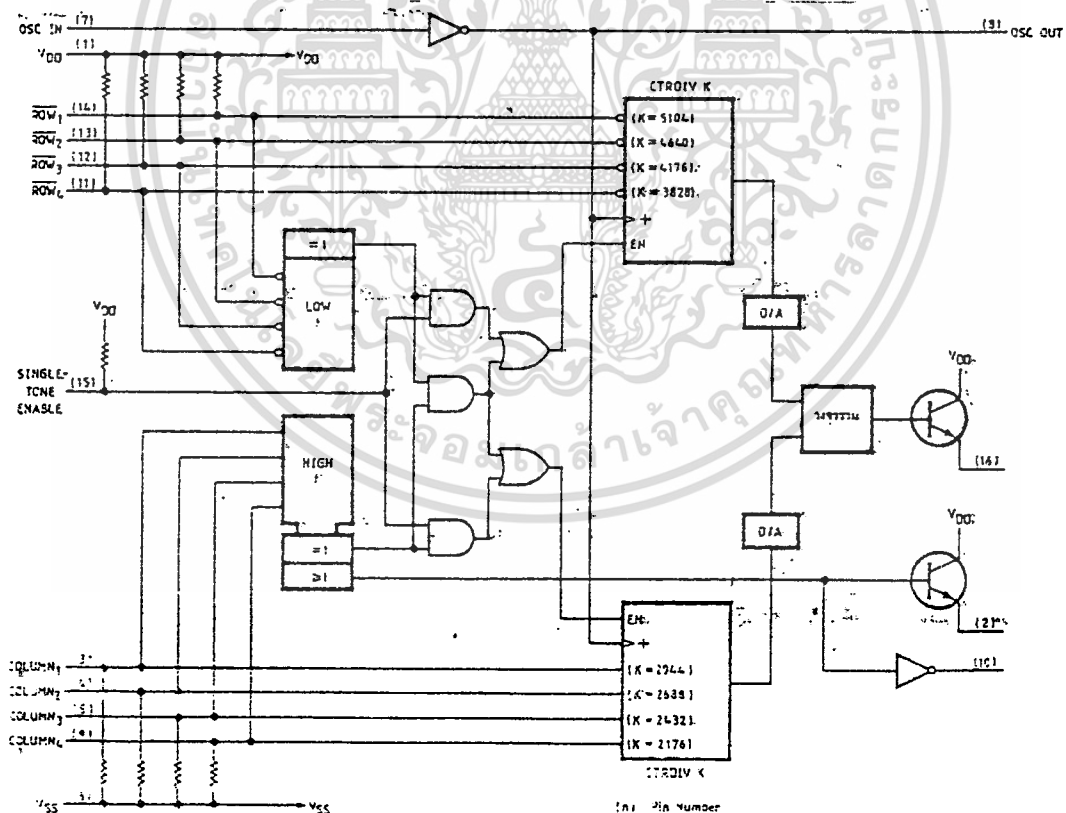
ในรูปที่ 2.22 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์จำพวก พาสซีฟ (Passive Elements) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ และปัญหาที่มักจะพบสำหรับวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้จะมีความคลาดเคลื่อน เนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ซึ่งผลที่ตามมาคือความถี่ที่ผลิตออกมาจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วยผลสุดท้ายจะทำให้ชุมสายเกิดการ ทำงานผิดพลาด ในขั้นตอนการติดต่อกับผู้ที่ถูกเรียก ดังนั้นในการสร้างไอซีสำเร็จรูปนำมาใช้งานแทนอุปกรณ์จำพวกพาสซีฟควรที่จะแก้ไข ปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 2.22 (ข) เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF วงจรภายในประกอบด้วย วงจรนับและถอดรหัส (Counter And Decoder) ซึ่งในตัววงจรถอดรหัสเองจะถูกแยกแยะว่ากรกดหมายเลขแต่ละครั้งตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวแถวและแนวคอลัมน์ เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้วก็นำค่าในแนวแถวและแนวคอลัมน์ไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิทัล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นนำ 2 สัญญาณไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจาก ดิจิตอลไปเป็นอะนาล็อก (D/A Converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (Summing Amp.) หลังจากนั้นจึงส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (Speech Network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ในที่สุด

ไอซีอาจถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกันภายในปุ่มหมายเลข (Key Pad) ชนิด DPST (Dual-Pole Single Throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส 2 หน้า หรืออาจเป็นชนิด SPST (Single-Pole Single Throw) ก็ได้ ส่วนในรูปที่ 2.23 เป็นการแสดงถึงแผนภาพและรูปแบบของสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ จะสังเกตว่าในการดีโค้ดของแนวแถวจะแอกทีฟที่ลอจิก “0” แต่ในแนวคอลัมน์นี้จะแอกทีฟที่ลอจิก “1”

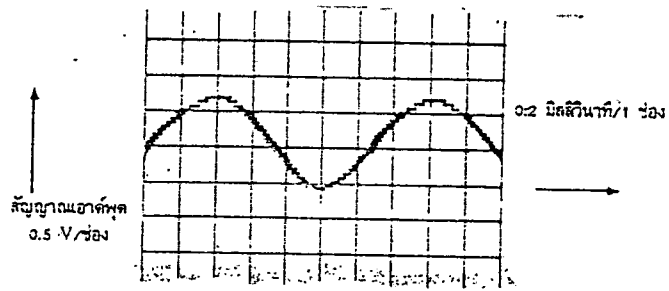


2.12.3 วงจรภายในและขั้นตอนการส่งสัญญาณ

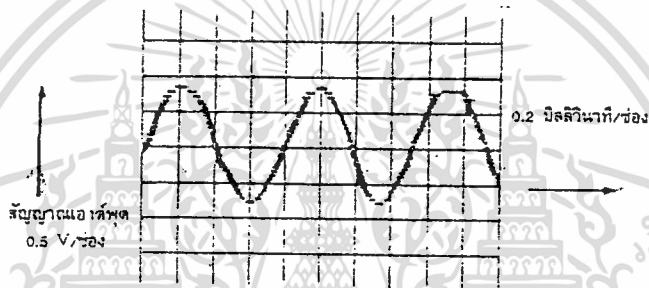
ในรูปที่ 2.24 บล็อกไดอะแกรมของวงจรภายในของไอซีเบอร์ TCM 5087 (MK 5087) จะเห็นว่าวงจรภายในประกอบไปด้วยวงจรลอจิกที่สลับจิกเกิดวงจรหารความถี่ (วงจรรนับ) หรือ CTRDIV K ขั้นตอนการทำงานของวงจรจะเริ่มจากการกดหมายเลขโทรศัพท์จะทำให้มีสัญญาณร็วและคอตัมน์เกิดขึ้นและขาสัญญาณ Single Tone Enable จะต้องถูกทำให้แอทที่ที่สัญญาณร็วและคอตัมน์จะถูกนำไปเลือกค่า K ในวงจร CTRDIV K เพื่อนำไปเป็นตัวหารสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์หลักซึ่งจะเลือกใช้ค่าความถี่จากวงจรออสซิลเลเตอร์ให้มีค่าโดยประมาณ 3.579545 เมกะเฮิร์ตซ์ ซึ่งจะต้องนำไปหารด้วยค่า K จากวงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร สำหรับลอจิกเกตนันถูกนำมาใช้ในการตรวจเพื่อให้แน่ใจว่าการกดปุ่มหมายเลขแต่ละครั้งเป็นการกดปุ่มเพียงปุ่มเดียวจริงๆ แต่เมื่อตรวจพบว่าไม่มีการกดปุ่มในเวลาเดียวกันมากกว่าหนึ่งปุ่ม จึงส่งสัญญาณลอจิกจากส่วนนี้ไปเป็นสัญญาณอินาเบิล (Enable) ให้แก่วงจร CTRDIV K ทั้ง 2 วงจร



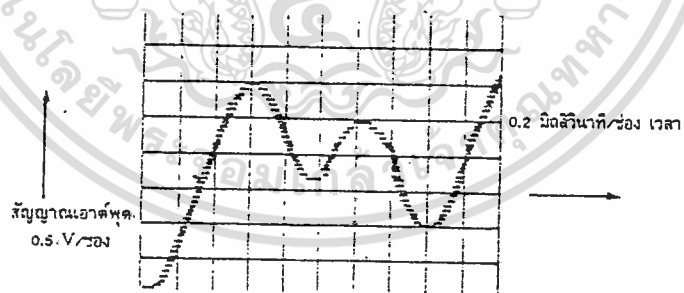
รูปที่ 2.24 บล็อกไดอะแกรมของวงจรภายในไอซีเบอร์ TCM 5087



(ก) แฉวที่ 3



(ข) คอลัมน์ที่ 2



(ค) การรวมรูปสัญญาณทั้ง 2 เข้าด้วยกัน

รูปที่ 2.25 รูปสัญญาณของระบบ DTMF

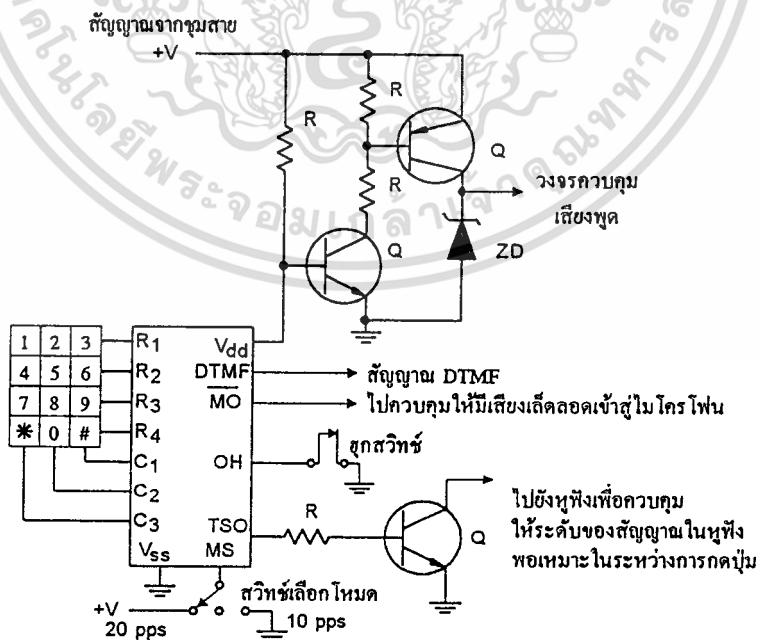
ในส่วนของการออกมามากกว่า 1 หมายถึงว่า เมื่อใดก็ตามที่มีการกดปุ่มหมายเลขใดๆ เป็นการส่งสัญญาณไปยังขา 10 (Mute Out) ซึ่งจะนำมาควบคุมให้มีสัญญาณจากวงจรบวกและขยายสัญญาณผ่านเข้าสู่หูฟังในระดับที่เหมาะสม ส่วนสัญญาณที่ขา 2 (Trans Sw.) จะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์ Q_1 เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดเสียงที่สามารถผ่านเข้ามาทางไมโครโฟนในระหว่างการกดหมายเลขอยู่, ขาสัญญาณ ST_1 (หรือสัญญาณ Single Tone Enable นั้นเอง) ถูกทำให้แอกทีฟอยู่ตลอดเวลา

2.12.5 การรวมระบบพัลส์และ DTMF ภายในไอซีตัวเดียวกัน

ไอซีที่จะสามารถทำงาน 2 โหมดที่นิยมใช้งานกันอยู่เช่น MC145412, MC145413, หรือ MC145512 เป็นต้น ในรูปที่ 2.27 เป็นการนำ MC 145412 มาทำหน้าที่ในการส่งรหัสหมายเลข โดยการอินเทอร์เฟสกับปุ่มกดชนิด 3 x 4 ไอซีเบอร์นี้ยังคงใช้ความถี่ 3.58 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่หลักในการทำงานอยู่ การเลือกให้ไอซีทำงานในโหมดการส่งสัญญาณแบบพัลส์สามารถเลือกอัตราการส่งได้ 10 pps หรือ 20 pps ถ้าหากไอซีกำลังทำงานในพัลส์โหมด ขาสัญญาณ DTMF ขา OPL (Pulse Output) ก็จะเป็น High Impedance แทนขาสัญญาณ MO (Mute Signal) ก็นำไปใช้ควบคุมไม่ให้มีสัญญาณเสียงสามารถผ่านเข้าสู่ไมโครโฟนได้ สำหรับสัดส่วนการปิดเปิดวงจร (Make/Break Ratio) จะถูกออกแบบมาแน่นอนแล้วจากผู้ผลิตเช่น MC 145412 จะมีสัดส่วนการปิดเปิดเป็น 40/60 ส่วน MC 145512 มีสัดส่วนเป็น 32/68 ข้อได้เปรียบ 2 ประการของไอซีตระกูลนี้คือ การมีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บหมายเลขที่ต้องการ และมีฟังก์ชันเรียกหมายเลขซ้ำด้วย



รูปที่ 2.27 วงจรที่สามารถทำงานได้ทั้งโหมดการทำงานแบบพัลส์และ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 2.27 แสดงวงจรที่มีฟังก์ชันการส่งสัญญาณต่างๆ ครอบคลุม เมื่อพิจารณาวงจรโทรศัพท์โดยทั่วๆ ไปยังมีส่วนของวงจรสร้างสัญญาณเรียก (Ringer) ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณแจ้งให้ผู้ที่ถูกติดต่อด้วยทราบว่ามีการติดต่อมาจากผู้เรียก

2.13 วงจรสร้างสัญญาณเรียก (Electronic Ringer)

ในโทรศัพท์รุ่นแรกๆ จะนำเอาอุปกรณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro Magnetic) มาเป็นทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ในการเปลี่ยนรูปพลังงาน จากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ปัจจุบันจะมีการนำเอาอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์ (Electronic Transducer) มาใช้แทนซึ่งมีข้อได้เปรียบกว่าทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กหลายประการ เช่น ขนาด, น้ำหนัก, น้อยกว่า ราคาถูกกว่า มีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูงกว่าจึงนิยมใช้งานมากกว่า

อิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวเซอร์อาจสามารถนำไปแปลงเป็นสัญญาณที่มีความถี่เดียว (Single Tone) หรือ อาจสร้างได้หลายความถี่ (Multi Tone) ก็ได้ซึ่งตรงต่อความต้องการในการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณเรียก ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว (Single Toneringer) และวงจรสร้างสัญญาณเรียกได้หลายความถี่ (Multi Toneringer)

2.13.1 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

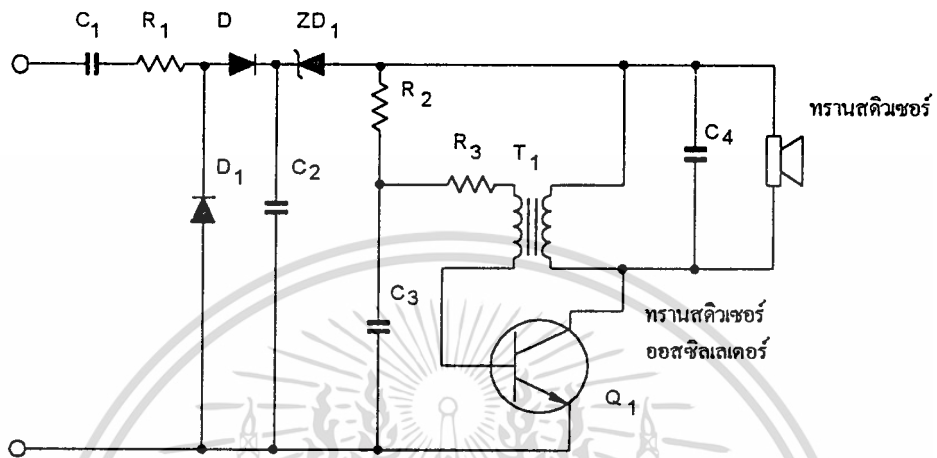
วงจรที่มีคุณสมบัตินี้จะใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ สร้างสัญญาณที่มีความถี่คงที่ขึ้นมากำหนดหนึ่ง และถูกนำไปใช้ขับทรานสดิวเซอร์ แต่ทรานสดิวเซอร์จะถูกควบคุมให้ขับหรือไม่ขับสัญญาณขึ้นอยู่กับสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณ AC ที่มาจากชุมสายอีกทีหนึ่ง โดยในไซเกิลบวกของสัญญาณ AC วงจรจะถูกออกแบบให้ทรานสดิวเซอร์สามารถขับสัญญาณออกไปได้ แต่ในไซเกิลลบจะไม่มีการขับสัญญาณใดๆ ทั้งสิ้น

ในรูปที่ 2.28 เป็นวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว รูป 2.28 (ก) ยังใช้ทรานสดิวเซอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้า รูป 2.28 (ข) เป็นเพียโซทรานสดิวเซอร์ (Piezoelectric Transducer)

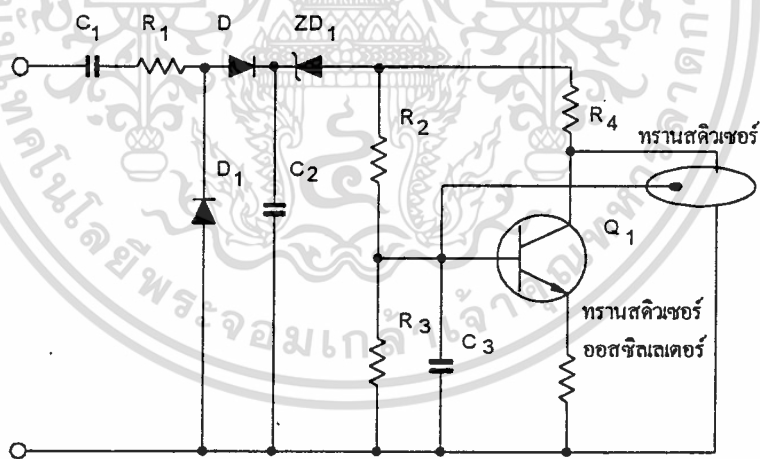
หลักการทำงานของวงจรนี้คือ ในไซเกิลบวกของสัญญาณ AC จากชุมสายจะทำให้ D2 แยกทีฟ ทำให้มีแรงดันไฟตรงจ่ายให้ Q1 สามารถทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์สร้างสัญญาณเพื่อนำไปขับทรานสดิวเซอร์ต่อไป แต่ในไซเกิลลบ D1 จะแยกทีฟ D2 จะบล็อกสัญญาณไม่ให้ผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ จึงไม่มีสัญญาณที่ออสซิลเลเตอร์ออกมาขับทรานสดิวเซอร์

ตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ผ่านไดโอด D2 มาให้เรียบและป้องกันการเกิด

สัญญาณทรานเซียนต์ที่จะเข้าไปยังวงจรส่วนหลังได้ ซึ่งเนอร์ไดโอด ZD1 จะเป็นตัวที่กำหนดระดับของสัญญาณที่จะสามารถผ่านไปยังวงจรออสซิลเลเตอร์ได้ (Threshold Voltage)



(ก) ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้า



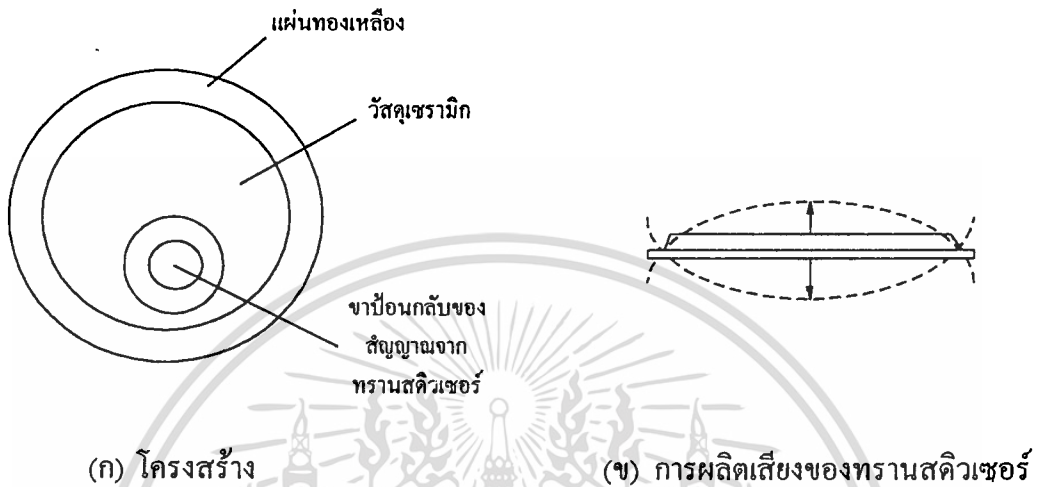
(ข) เปียโซทรานสดิวเซอร์

รูปที่ 2.28 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว

ในรูปที่ 2.29 เป็นโครงสร้างของเปียโซโซทรานสดิวเซอร์ โครงสร้างประกอบด้วยฐานรอง ลักษณะเป็นแผ่นทองเหลืองวงกลม และมีเปียโซโซเซรามิกวางอยู่บนฐานรองและยึดติดกันด้วยสารจำพวกอีพ็อกซี่ โดยด้านบนของเปียโซโซเซรามิกจะถูกเจาะไว้สำหรับการป้อนกลับของสัญญาณไปสู่ออสซิลเลเตอร์ Q1 เพื่อให้เกิดเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการอสซิลเลตของสัญญาณก็จะทำให้เปียชโซทรานสดิวเซอร์เกิดการสั่นตามรูป 2.29 (ข) ทำให้เกิดเป็นเสียงเรียกของโทรศัพท์เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น



รูปที่ 2.29 โครงสร้างเปียชโซทรานสดิวเซอร์

ข้อบกพร่องของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบความถี่เดียว เกิดจากความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต ที่เหมาะสมจะถูกจำกัดในช่วง 2-3 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งความถี่ในช่วงนี้จะเกิดปัญหากับสภาพการได้ยินของมนุษย์

2.13.2 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

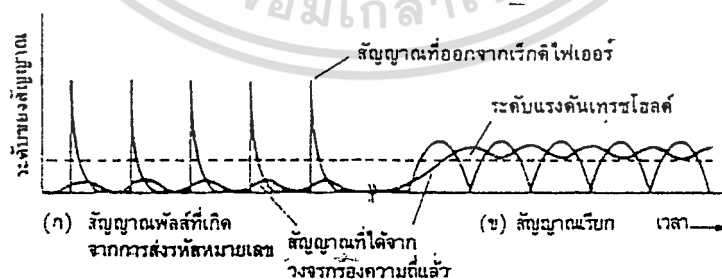
การผลิตความถี่ของวงจรแบบนี้สามารถให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ หรือมากกว่านั้น โดยที่อัตราการเปลี่ยนแปลงจากความถี่หนึ่งไปอีกความถี่หนึ่ง จะเท่ากับความถี่ของสัญญาณ AC ช่วงที่มีสัญญาณเรียกนั่นเอง ในรูปที่ 2.30 เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ เมื่อมีสัญญาณ AC เข้ามาก็จะมีการเรกติไฟร์และเรกูเลตเพื่อให้เป็นสัญญาณไฟตรงนำไปจ่ายให้กับวงจรภาคข้างหลัง วงจรเรกติเพเตอร์จะมีความสำคัญในวงจรนี้เพราะระดับของสัญญาณ AC ที่เข้ามา จะขึ้นอยู่กับระยะทางของสายส่งสัญญาณ ในระบบนี้วงจรเรกติเพเตอร์ถูกออกแบบให้สามารถทำงานในช่วง 10-90 Vrms ของสัญญาณ AC ที่เข้ามา

ถ้ามีการนำระบบสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ไปใช้กับการส่งรหัสหมายเลขโดยใช้สัญญาณพัลส์ นั่นก็จะต้องไม่ให้มีสัญญาณพัลส์เล็ดลอดออกไปยังทรานสดิวเซอร์ได้ ขณะที่สัญญาณพัลส์กำลังถูกส่งออกไป วงจรสร้างสัญญาณเรียกนี้เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างขุมสายและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกับเครื่องโทรศัพท์ส่วนที่เหลือทั้งหมด เมื่อมีสัญญาณพัลส์ถูกส่งออกไปสัญญาณพัลส์เหล่านั้นย่อมมีสิทธิ์จะเข้ามาจนวงจรสร้างสัญญาณเรียกได้ วิธีแก้ปัญหานี้มี 2 วิธีด้วยกัน คือ วิธีแรกใช้วงจรกรองความถี่ ซึ่งยอมให้สัญญาณเรียกผ่านไปได้เท่านั้น ส่วนสัญญาณพัลส์อื่นๆ จะถูกกำจัดออกไป แต่ในการสร้างวงจรลักษณะนี้อุปกรณ์ที่จะมาสร้างวงจรทำให้วงจรมีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดความไม่สะดวก และวิธีการแก้ปัญหาที่นิยมใช้กันคือ นำเอาสัญญาณพัลส์ที่อาจจะเล็ดลอดเข้าไปได้ไปผ่านวงจรเรกติไฟเออร์และวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน และต้องมีส่วนสร้างระดับแรงดันเทรชโฮลด์ (Threshold Voltage) ขึ้นมาค่าหนึ่งซึ่งระดับของแรงดันเทรชโฮลด์จะต้องสูงกว่าระดับของสัญญาณพัลส์ที่ออกมาจากวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ดังนั้นในการแก้ปัญหาดังนี้จะทำให้สัญญาณพัลส์จากการหมุนหมายเลขไม่เข้าไปรบกวนวงจรสร้างสัญญาณเรียกได้ ในรูปที่ 2.31 แสดงให้เห็นถึงการแยกแยะสัญญาณทั้ง 2 ชนิดโดยใช้วิธีที่ 2

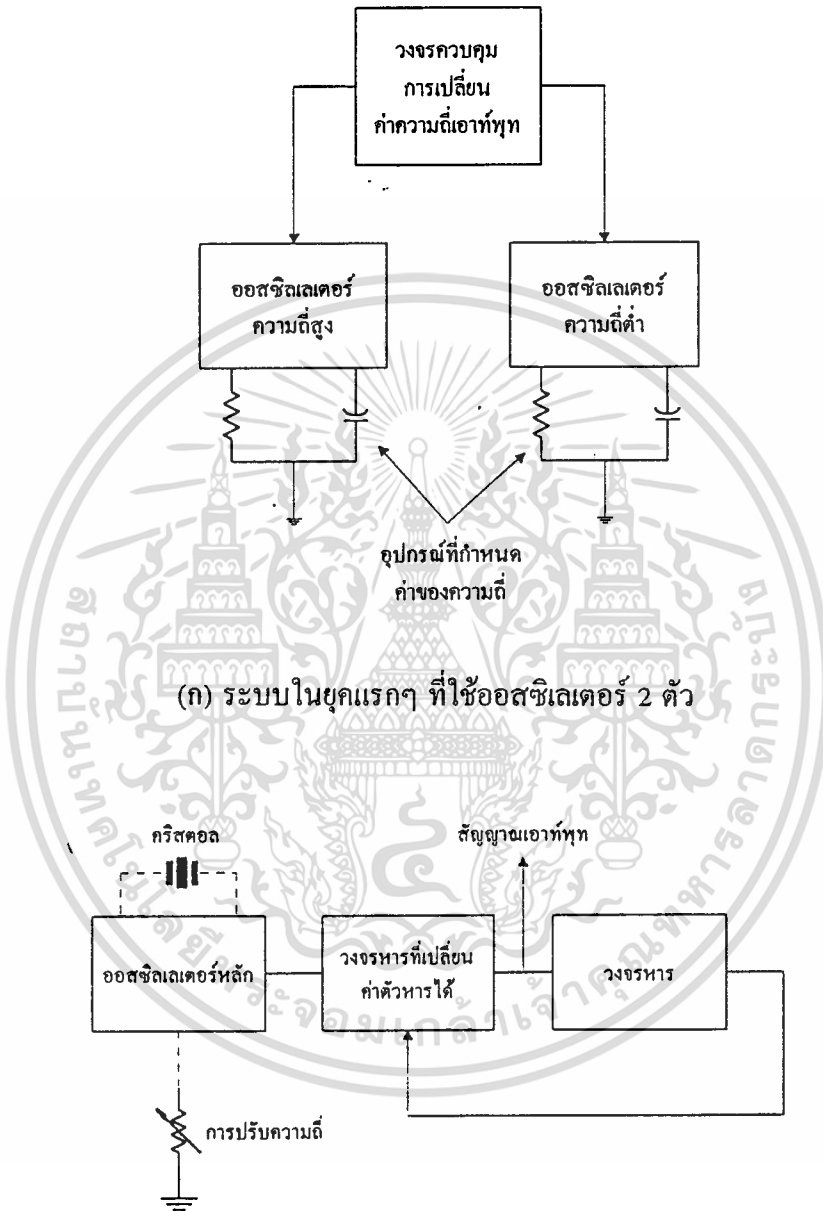


รูปที่ 2.30 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่



รูปที่ 2.31 การป้องกันไม่ให้สัญญาณพัลส์เข้าไปรบกวนวงจรสร้างสัญญาณเรียก

2.13.3 วงจรกำเนิดสัญญาณภายใน



(ข) วิธีการหารความถี่

รูปที่ 2.32 วงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่

ระบบที่ใช้สัญญาณหลายความถี่สร้างสัญญาณเรียก ย่อมที่จะต้องการสัญญาณไปขับให้ ทรานซิสเตอร์ทำงานอย่างน้อย 2 ความถี่ ในรูป 2.32 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของวิธีการ เอกสารเบื้องต้นในระบบนี้โดยจะมีออสซิลเลเตอร์อยู่ 2 ชุด ในการสร้างสัญญาณออกมา วิธีการนี้ทำให้สิ้นเปลือง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

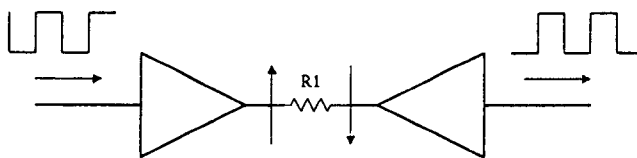
เปลี่ยนและไม่สามารถในแง่ที่ต้องใช้อุปกรณ์ในการสร้างออสซิลเลเตอร์ถึง 2 ชุด ในรูป 2.32 (ข) เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยหลักการของวิธีนี้จะใช้วงจรหารความถี่หรือวงจรนับนั่นเอง โดยการนำสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์หลักมา ผ่านวงจรหารความถี่ตัวแรก ซึ่งวงจรหารตัวแรกนี้ สามารถเปลี่ยนค่าของตัวหารได้ (Switchable Divider) ดังนั้นสัญญาณที่ออกมาจากวงจรนี้จะเหลือความถี่เท่ากับ F/X หรือ F/Y แล้วจึงจะนำไปผ่านวงจรหารอีกวงจรหนึ่ง สัญญาณที่ออกมาจากวงจรหารตัวที่ 2 จะนำไปตรึงให้วงจรตัวแรกเปลี่ยนค่าตัวหารสลับไปสลับมาระหว่าง X และ Y ไปเรื่อยๆ

2.13.4 วงจรขับสัญญาณสู่ทรานสดิวเซอร์

การที่จะทำให้สัญญาณที่ออกไปสู่ทรานสดิวเซอร์มีประสิทธิภาพสูงสุด อิมพีแดนซ์ของทรานสดิวเซอร์กับวงจรขยายสัญญาณต้องสมดุลกัน ลักษณะของวงจรที่ใช้อยู่มี 2 รูปแบบ ตามรูปที่ 2.33 (ก) เป็นลักษณะที่พบเห็นโดยทั่วไป ซึ่งวงจรลักษณะอย่างนี้เรียกว่า ซิงเกิลเอนด์เอาต์พุต (Single Ended Output) แต่รูป 2.33 (ข) เป็นวงจรในลักษณะเรียกว่า ดับเบิลเอนด์เอาต์พุต (Double Ended Output) หรือวงจรขยายแบบ ดิฟเฟอเรนเชียล (Differential) วงจรนี้จะร่วมกันทำหน้าที่ขยายสัญญาณอินพุตในลักษณะที่วงจรขยายแต่ละตัวจะขยายสัญญาณอินพุตที่มีเฟสตรงข้ามกันกับของอีกตัวหนึ่ง หรือทำงานในลักษณะการpush pull (Push Pull)



(ก) ซิงเกิลเอนด์เอาต์พุต



(ข) ดับเบิลเอนด์ (ดิฟเฟอเรนเชียล) เอาต์พุต

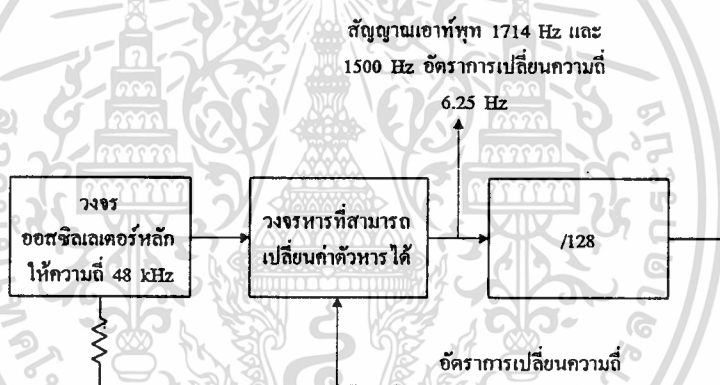
รูปที่ 2.33 ภาคขับสัญญาณทั้ง 2 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรลักษณะหลังนี้เหมาะสำหรับนำไปขับเปียโซทรานสดิวเซอร์มากกว่าแบบแรก เพราะวงจรนี้จะให้แรงดันสูงกว่าวงจรแรก 2 เท่า ถ้าอัตราขยายของวงจรขยายเท่ากันทุกๆ ตัว

สำหรับไอซีที่มีฟังก์ชันการทำงานแทนวงจรสร้างสัญญาณเรียกแบบหลายความถี่ ได้แก่ เบอร์ TCM 1506 ของ TEXAS Instrument ซึ่งสามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ 2 ความถี่ ในรูปที่ 2.34 เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีตัวนี้ จะเห็นว่ามีวงจรออสซิลเลเตอร์หลัก ซึ่งผลิตความถี่ 48 กิโลเฮิร์ตซ์ออกมา แล้วนำไปเข้าวงจรหารความถี่ ที่สามารถสลับค่าของตัวหารได้ระหว่าง 28 และ 32 ดังนั้นสัญญาณที่ออกมาจากวงจรหาร วงจรแรกเท่ากับ 1,714 หรือ 1,500 เฮิร์ตซ์ สำหรับอัตรา การเปลี่ยนความถี่ (Switching Rate : SR) จะได้มาจากวงจรหารตัวที่ 2



รูปที่ 2.34 บล็อกไดอะแกรมของ TCM 1506

สำหรับการคำนวณค่าของ SR จะใช้สมการ

$$SR = \frac{1}{\frac{DSR}{f_1} + \frac{DSR}{f_2}}$$

โดย DSR คือ ค่าของตัวหารในวงจรหารที่ 2

f_1 คือ ค่าความถี่ที่สูงกว่าของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรหารที่ 1

f_2 คือ ค่าความถี่ที่ต่ำกว่าของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรหารที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์จะยังเป็นของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

แทนค่า DSR = 128

$$f_1 = 1,714 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 1,500 \text{ Hz}$$

$$SR = 6.25 \text{ Hz}$$

2.14 วงจรควบคุมเสียงพูด

วงจรควบคุมเสียงพูดแบบ 2 ทิศทาง (Two Way Speech Circuit) เป็นส่วนที่มีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนที่ต้องทำงานเกี่ยวกับเสียงพูดที่เราจะพูดผ่านไมโครโฟน หรือสัญญาณเสียงที่จะได้ยินจากคู่สนทนา ในการออกแบบวงจรส่วนสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงคือ การแมตซิ่ง (Matching) อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณจากหุ้มนสายกับอิมพีแดนซ์ของวงจร ต้องพยายามทำให้มีความสมดุลกันเพื่อให้การส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพมากที่สุด



รูปที่ 2.35 บล็อกไดอะแกรมของวงจรควบคุมเสียงพูด

การทำงานของวงจรควบคุมเสียงพูด เริ่มพิจารณาจากบล็อกไดอะแกรมของวงจรในรูปที่ 2.35 ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรป้องกันแรงดันสูง, วงจรป้องกันการกลับขั้วของแรงดัน และวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมเสียงพูดจริงๆ โดยในวงจรส่วนหลังนี้จะต้องทำงานในลักษณะที่สามารถรับและส่งสัญญาณเสียงพูดในเวลาเดียวกัน (Duplex Communication)

2.14.1 วงจรในส่วนการป้องกัน (Protection Circuit)

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปสัญญาณทรานเซียนต์ (Transient) ที่มีระดับแรงดันสูงๆ จะสามารถทำลายอุปกรณ์จำพวกทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณระดับต่ำๆ (Small Signal Transistor) และอุปกรณ์จำพวกไอซีต่างๆ ได้ สาเหตุการเกิดสัญญาณทรานเซียนต์มีได้หลายสาเหตุด้วยกัน เช่น เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ ฟ้าผ่า การสวิตช์ของอุปกรณ์สวิตช์ซึ่ง เป็นต้น ดังนั้นวงจรป้องกันสัญญาณทรานเซียนต์จึงมีความจำเป็นอย่างมากในวงจรโทรศัพท์ ซึ่งส่วนใหญ่

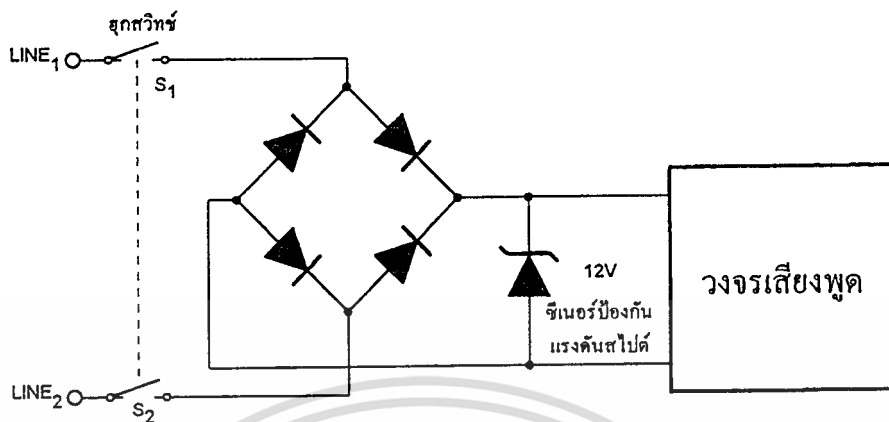
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจะใช้อุปกรณ์ภายนอกมาต่อใช้งาน เพราะการผลิตไอซีในปัจจุบันนี้ ไม่สามารถผลิตไอซีที่มีแรงดันพังทลาย (Voltage Breakdown) ที่มีค่าสูงๆ ได้ วิธีการป้องกันอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้ซีเนอร์ไดโอดมาช่วยป้องกันสัญญาณทรานเซียนต์ระดับสูงๆ เมื่อค่าแรงดันอินพุท ทรานเซียนต์มีค่าสูงกว่าแรงดันพังทลายของซีเนอร์ไดโอดแล้ว ซีเนอร์ไดโอดก็จะนำกระแสและจะคงระดับแรงดันปลอดภัยที่ตกคร่อมตัวมันให้คงที่ สำหรับวงจรไคที่มีการกลับขั้วของสัญญาณอินพุทก็จะใช้ซีเนอร์ไดโอด 2 ตัวมาต่อแบบหลังชนหลัง ในรูปที่ 2.36 แสดงถึงการใช้งานซีเนอร์ไดโอดทั้งวงจรป้องกันแรงดันสูงและการกลับขั้ว

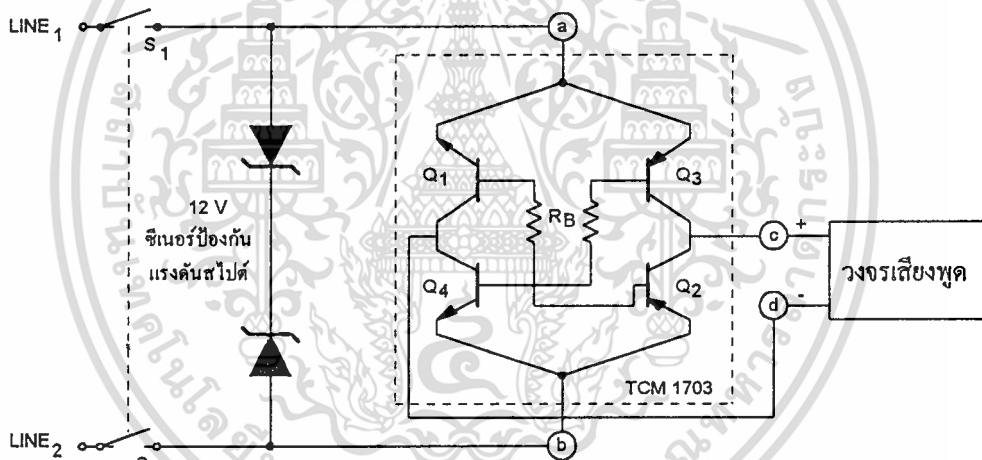
การทำงานของวงจรโทรศัพท์ทั่วไป ถ้ามีการกลับขั้วของสัญญาณอินพุทที่เป็นสัญญาณไฟตรง จะมาใช้เป็นไฟเลี้ยงให้แก่วงจรภายใน จะทำให้เกิดความผิดพลาดของการทำงานได้ ดังนั้นจึงมีการใช้วงจรไดโอด บริดจ์เรกติไฟร์เข้ามาช่วยทำให้สัญญาณไฟตรงมีขั้วเดิมตลอด แม้สัญญาณอินพุทจะมีการกลับขั้วก็ตาม

วงจรบริดจ์เรกติไฟร์นั้นสามารถสร้างได้โดยการใช้ไดโอด 4 ตัวต่อกันตามรูป 2.36 (ก) เนื่องจากซิลิกอนไดโอดสามารถทนต่อแรงดันสูงได้ดี ในวงจรจึงใช้ซีเนอร์ไดโอดในการป้องกันเฉพาะวงจรควบคุมเสียงพูดเท่านั้น โดยต่อคร่อมเอาต์พุทของวงจรบริดจ์เรกติไฟร์

ในวงจรบริดจ์เรกติไฟร์ที่ใช้ซิลิกอนไดโอดจะมีแรงดันฟอร์เวิร์ดไบแอสตกคร่อมประมาณ 1.5 โวลต์ หมายความว่า ซิลิกอนไดโอดแต่ละตัวมีแรงดันฟอร์เวิร์ดไบแอสประมาณ 0.75 โวลต์ แรงดันที่ตกคร่อมไดโอดนี้มีความสำคัญมากซึ่งหมายถึงว่าไฟเลี้ยงของวงจรจะต้องลดลง วงจรควบคุมเสียงพูด ถูกออกแบบให้ทำงานที่ไฟเลี้ยงอย่างต่ำ 3.5 โวลต์ หมายความว่า แรงดันไฟเลี้ยงต่ำที่สุดที่เข้าวงจรบริดจ์เรกติไฟร์ต้องมีค่าอย่างต่ำ 5 โวลต์ จึงสามารถทำให้วงจรควบคุมทำงานได้ จุดนี้จะเป็นปัญหาสำหรับจุดที่มีระยะทางไกลกับหุ้มนายมากมาย ซึ่งระดับแรงดันมีโอกาสดลดลง วิธีการแก้ปัญหาโดยการใช้ทรานซิสเตอร์มาแทนซิลิกอนไดโอด โดยวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์แทนนี้เรียกว่า วงจรเรกติไฟร์แรงดันต่ำ (Low Voltage Rectifier) ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.36 ข. วงจรนี้ทำให้แรงดันไฟเลี้ยงลดลงประมาณ 0.5 โวลต์ ซึ่งแรงดันที่ลดลงไปนี้ คือแรงดันที่ตกคร่อมขาคอลเล็กเตอร์-อีมีเตอร์ (C-E) ของทรานซิสเตอร์ เมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสและอยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturation) แรงดันที่ตกคร่อม C-E ของทรานซิสเตอร์คือ $V_{CE}(SAT)$ เมื่อแรงดันที่จุด a สูงกว่า b ทรานซิสเตอร์ Q3, Q4 จะนำกระแส แต่ถ้าแรงดันที่จุด b สูงกว่า a ทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 จะนำกระแสในวงจรตามรูป 2.36 (ข) นอกจากป้องกันการกลับขั้วของแรงดันอินพุทแล้วยังทำให้แรงดันที่ตกคร่อมวงจรเรกติไฟร์มีค่าต่ำกว่าแบบที่ใช้ไดโอด ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมจะเท่ากับ $V_{CE}(SAT)$ ของทรานซิสเตอร์ 2 ตัว



(ก) สำหรับไลน์ที่มีแรงดัน 5 โวลต์ หรือมากกว่า



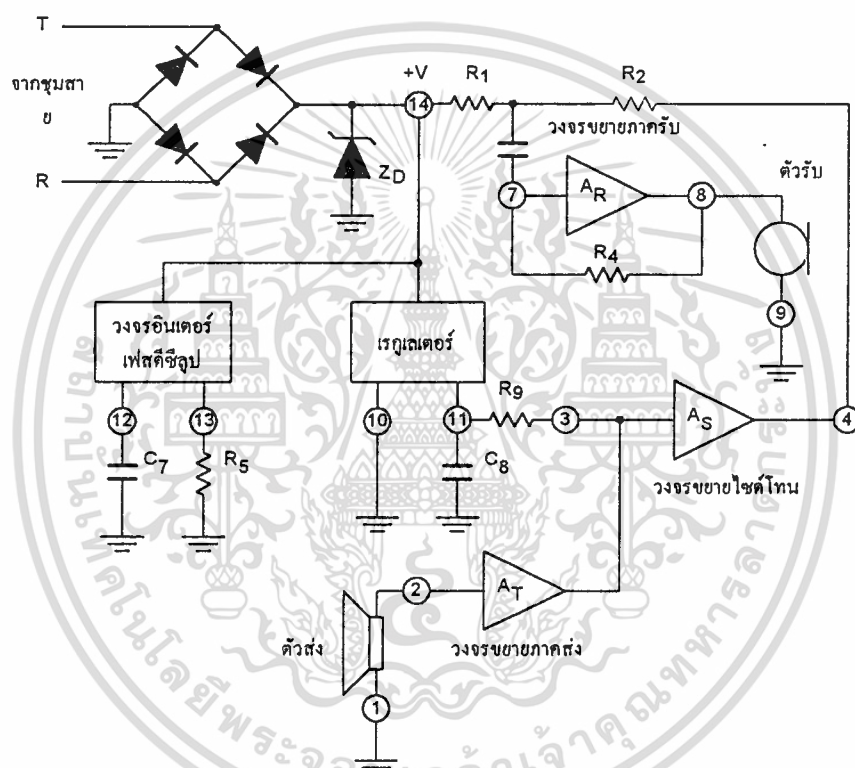
(ข) สำหรับไลน์ที่มีแรงดันต่ำกว่า 5 โวลต์

รูปที่ 2.36 วงจรป้องกันแรงดันสูงและการกลับขั้ว

การใช้งานวงจรบริดจ์เรกติไฟร์แบบแรงดันต่ำนี้ไม่มีผลต่อย่านความถี่ของสัญญาณเสียงแต่ประการใด และยังสามารถใช้กับแรงดันอินพุตสูงสุดประมาณ 14 โวลต์ แต่มีปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณทรานเซียนต์สูงๆ จึงได้มีการป้องกันส่วนนี้คือ การใส่ซีเนอร์ไดโอดไว้ที่อินพุตของวงจรบริดจ์เรกติไฟร์แรงดันต่ำเลยและต้องใช้ซีเนอร์ 2 ตัว เพื่อป้องกันกรณีแรงดันที่อินพุตมีการกลับขั้ว

2.14.2 วงจรควบคุมเสียงพูด (Speech Circuit)

ในรูปที่ 2.37 แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรควบคุมเสียงพูด ซึ่งถูกพัฒนาเป็นไอซีของบริษัท Motorola เบอร์ MC 34014 ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ วงจรรับสัญญาณ, วงจรส่งสัญญาณ, วงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเอง (Side Tone Amplifier) , วงจรเชื่อมต่อกับไฟกระแสตรง (DC Loop Interface) และวงจรเรกูเลเตอร์



รูปที่ 2.37 บล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ MC 34014

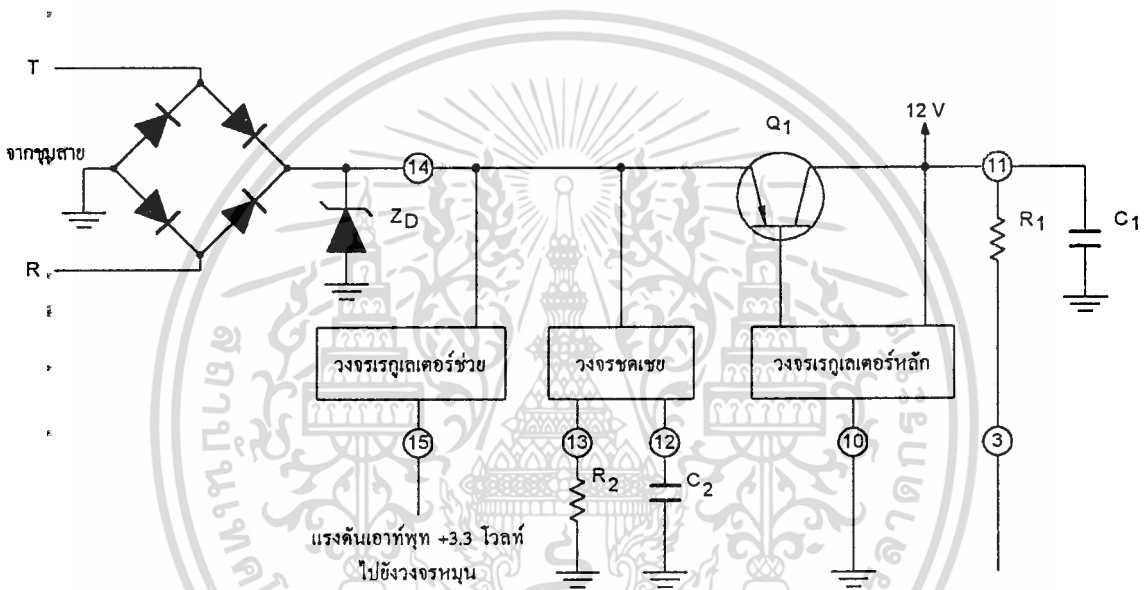
วงจรควบคุมเสียงพูดที่เชื่อมต่อกับสายส่งสัญญาณจากวงจรบริดจ์เร็กติไฟร์ มีอุปกรณ์พวกความต้านทานภายนอกเพื่อปรับอัตราขยายของวงจรรับส่งสัญญาณ และวงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเอง ตลอดจนการปรับผลตอบสนองความถี่

วงจรเชื่อมต่อกับไฟกระแสตรงจะถูกปรับค่าแรงดันได้ด้วย R5 เพื่อชดเชยผลเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณ ส่วนความดังของเสียงพูดที่ผู้พูดจะได้ยินเสียงตัวเอง จะถูกปรับค่าได้ด้วยการปรับค่า R2 ไอซีเบอร์ MC 34014 นี้สามารถทำงานที่ระดับแรงดันไฟเลี้ยงต่ำที่สุดเท่ากับ 1.5 โวลต์ จุดนี้ทำให้วงจรมีความยืดหยุ่นมากในการนำไปใช้งาน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง (DC Line Interface)

วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง จะควบคุมระดับแรงดัน และกระแสสำหรับวงจรควบคุมเสียงพูด ทั้งหมด วงจรเรกูเลเตอร์ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างไฟเลี้ยงให้แก่วงจรควบคุมเสียงพูด และจำเป็นต้องมี วงจรเรกูเลเตอร์อีกส่วนหนึ่งเพื่อสร้างไฟเลี้ยงให้แก่วงจรส่งรหัสหมายเลข (Dialer Circit) อีกด้วย ส่วนของวงจรชดเชยผลเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณนี้จะเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานของวงจรส่วนนี้ด้วย ในรูปที่ 2.38 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง ส่วนต่างๆ ของบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 2.38 มีรายละเอียดดังนี้



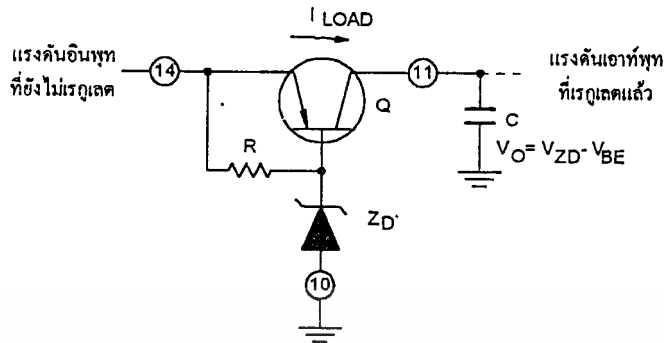
รูปที่ 2.38 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง

-วงจรชดเชยผลเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณ (Loop Compensation Circuit) วงจรนี้ใช้กำหนดค่าของความต้านทานของวงจรโทรศัพท์ ซึ่งปรับค่าได้จาก R_2 ความต้านทานตัวนี้จะช่วยแบ่งเบาภาระทางความร้อนที่เกิดขึ้นที่มีผลต่อไอซีโดยตรง โดยความร้อนส่วนใหญ่จะมาจากความต้านทานตัวนี้แทน สำหรับตัวเก็บประจุ C_2 ถูกใช้เพื่อเป็นตัวกรองความถี่ต่ำ (Low Pass Filter) ซึ่งจะลดทอนสัญญาณเสียงพูดหรือสัญญาณให้หมุน (Tone Dialing Signal) ไม่ให้ตกคร่อมที่ R_2 อีก

-วงจรเรกูเลเตอร์ (Regulator) สำหรับวงจรเรกูเลเตอร์หลัก (Main Regulator) จะทำหน้าที่สร้างไฟเลี้ยงให้แก่วงจรทุกๆ ส่วนของวงจรควบคุมเสียงพูดและยังต้องมีเรกูเลเตอร์อีกชุดหนึ่งสำหรับสร้างแรงดัน 1.2 โวลต์ ในการไบแอสไมโครโฟนด้วย วงจรเรกูเลเตอร์มีการใช้งานหลายรูปแบบ ในรูปที่ 2.38 เป็นวงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรม (Series Regulator)

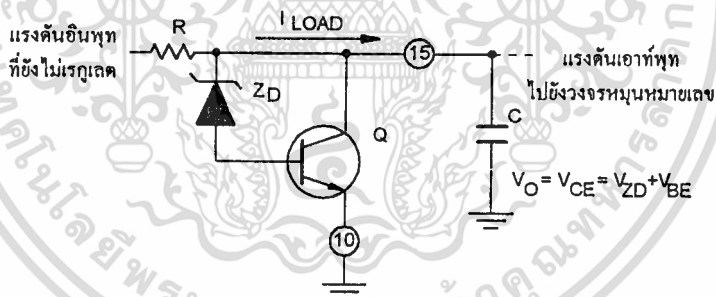
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม ลิขสิทธิ์จะยังคงอยู่กับผู้แต่ง และต้องอ้างถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 วงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรมอย่างง่าย

วงจรนี้ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ต่ออนุกรมกับโหลดที่เอาต์พุต สำหรับซีเนอร์ไดโอดใช้เพื่อสร้างแรงดันอ้างอิง โดยที่แรงดันเอาต์พุตของวงจรนี้ $= V_{ZD} - V_{BE}$ (0.6 V) กระแสโหลดคือกระแสคอลเล็กเตอร์ นอกจากวงจรเรกูเลเตอร์หลักแล้ว MC 34014 ยังต้องมีวงจรเรกูเลเตอร์ภาคหลังต่อขนานกับโหลด หรือเรกูเลเตอร์ขนาน (Shunt Regulator) ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 วงจรเรกูเลเตอร์แบบขนานอย่างง่าย

โดยจะได้แรงดันเอาต์พุต $= V_{ZD} + V_{BE}$ วงจรนี้มีคุณสมบัติคือ เมื่อกระแส I_{load} ลดลง กระแส I_r จะลดลงด้วย กระแสเบสและกระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ก็จะลดลง อาจทำให้ V_{BE} ลดลงด้วยในทางกลับกันถ้ากระแส I_{load} มากขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่เพิ่มขึ้นด้วย

วงจรส่งสัญญาณเสียงพูด (Transmitter Section)

ในรูปที่ 2.41 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรส่งสัญญาณเสียงพูด จากวงจรต้องมีการสร้างแรงดันไบแอสให้แก่ไมโครโฟน เมื่อมีการไบแอสที่ถูกต้องแล้ว สัญญาณเสียงพูดจะถูกขยายโดยเอกสวจรับขยายสัญญาณ ซึ่งใช้ออปแอมป์ที่มีอัตราขยายเป็น A_v การใช้งานจะต้องวงจรในลักษณะการไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโฟน

วงจรไบแอส

6

14 + V

ไปยังหมุนสาย

เรกูเลเตอร์

11

R

3

ไปยังวงจรนับ

4

18

สัญญาณวัดตั้ง
จากวงจรหมุน

วงจรขยายภาคส่ง

วงจรขยาย

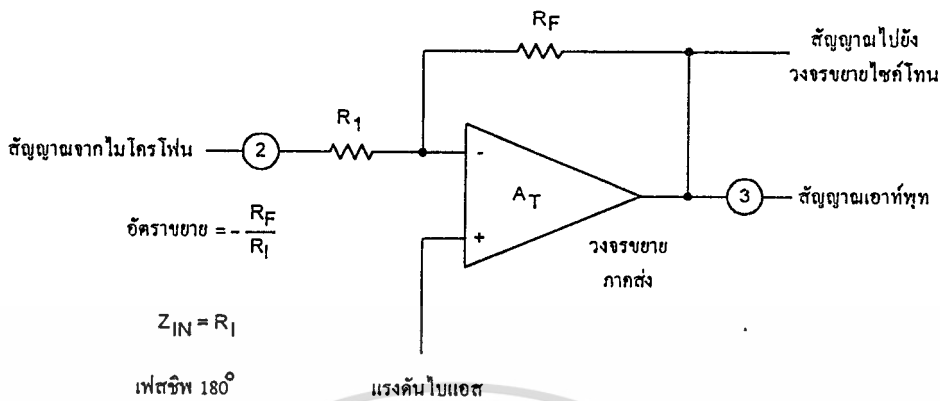
AE

AT

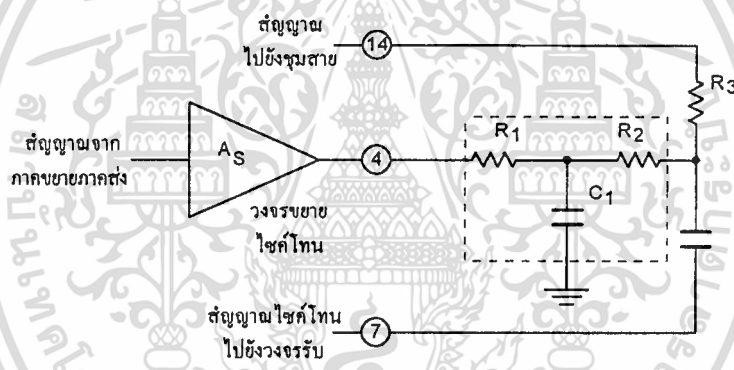
AS

วงจรลอเซ็น

และข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งคือ เราสามารถที่จะเลือกค่าอินพุตที่มีแค่นซ์ของวงจรได้ เพราะวงจรนี้ ให้อินพุตที่มีแค่นซ์เท่ากับ R_i ซึ่งในส่วนนี้เราใช้ค่า $R_i = 10$ กิโลโอห์ม แรงดันเอาต์พุตถูกแปลงเป็นกระแสด้วยความต้านทาน R_1 ในรูป 2.39 แล้วถูกมอดูเลตไปกับกระแสลบ แล้วจึงถูกส่งออกไปทางสายส่งสัญญาณต่อไป และสัญญาณอีกส่วนหนึ่งนั้นถูกนำไปเข้าสู่วงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเองอีกด้วย อัตราขยายของวงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเองจะมีค่าเท่ากับ A_s ซึ่งเอาต์พุตของวงจรนี้จะถูกนำไปเข้าสู่ฟังค์ด้วย เพื่อให้ผู้พูดได้ยินเสียงพูดของตัวเอง ในรูปที่ 2.43 แสดงถึงวงจรนี้ R_1 และ R_2 จะทำหน้าที่ลดทอนขนาดของสัญญาณอินพุตให้มีค่าลดลง C_1 ทำให้เกิดการเลื่อนเฟสของสัญญาณเพื่อแก้ไขเฟสของสัญญาณที่ถูกเลื่อนไปเนื่องจากสายส่งสัญญาณ จุดที่แตกต่างกับวงจรขยายสัญญาณคือ อัตราขยายของวงจรนี้จะขึ้นกับกระแสลบ กรณีที่กระแสลบมีค่าต่ำ A_s จะมีค่าประมาณ 0.17 (-15 dB) แต่ถ้ากระแสลบมีค่าสูง อัตราขยายจะลดลงเหลือประมาณ 0.09 (-21 dB) สังเกตว่าอัตราขยายของวงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดจะมีค่าน้อยกว่า 1 เสมอ



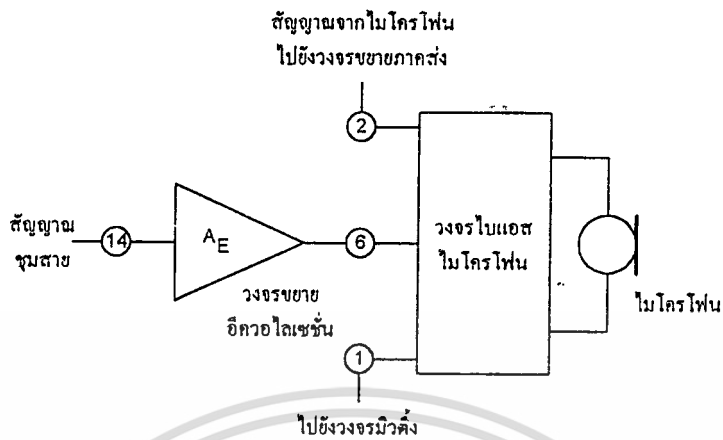
รูปที่ 2.42 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส



รูปที่ 2.43 วงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเอง

นอกจากวงจรขยายข้างต้นแล้วยังมีวงจรขยายสัญญาณแบบอีควอลไลเซชัน (Equalization Amplifier) ซึ่งกำหนดให้มีอัตราขยายเป็น A_e วงจรนี้ใช้สำหรับการปรับค่าแรงดันไบแอสของไมโครโฟน อัตราขยายของวงจรขยายแบบอีควอลไลเซชันขึ้นกับค่ากระแสไหลเวียน เช่นกัน กรณีที่ระยะทางสายส่งไกลๆ เราจะปรับให้ A_e มีค่าสูง แต่ถ้ากระแสไหลเวียนมีค่าสูงอยู่แล้ว (ระยะทางสั้น) เราจะปรับให้ A_e มีค่าต่ำลง โดย A_e สามารถปรับค่าได้ในช่วง 0.75 - 0.25

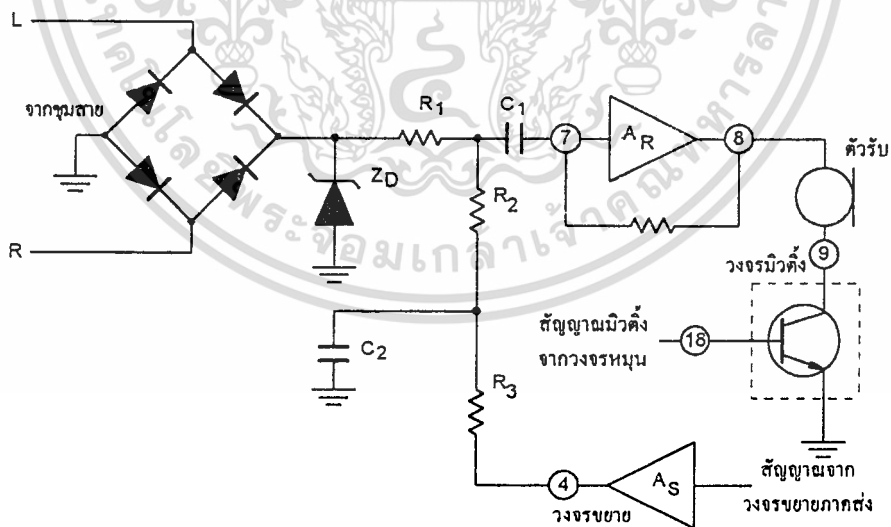
ในรูปที่ 2.44 เป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรรับสัญญาณเสียงพูด ทั้งหมดคือวงจรส่วนที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเสียงพูดที่ผู้พูด พูดผ่านทางไมโครโฟน



รูปที่ 2.44 วงจรขยายแบบอีควอไลเซชัน

วงจรรับสัญญาณเสียงพูด (Receiver Section)

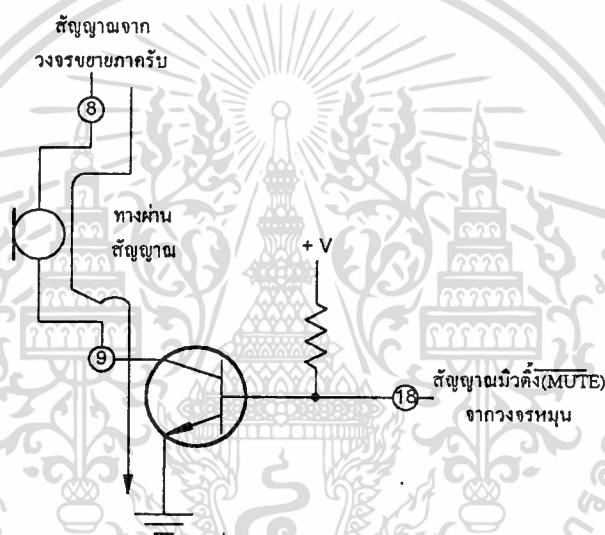
ในรูปที่ 2.45 เป็นส่วนแสดงการรับสัญญาณเสียงพูดจากสายส่งสัญญาณเข้ามา ประกอบไปด้วยวงจรขยายสัญญาณภาครับ, วงจรตัดเสียงพูด (Mute Circuit) และวงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเอง



รูปที่ 2.45 บล็อกไดอะแกรมของวงจรรับสัญญาณเสียงพูด

วงจรขยายสัญญาณภาครับ (Receiver Amplifier) สัญญาณอินพุตเข้าวงจรขยายทาง ขา 7 และถูกขยายด้วยอัตราขยาย A_r สัญญาณอินพุตของภาครับนี้ก็นำมาจากทั้งสายส่งสัญญาณและเอาต์พุตของวงจรควบคุมระดับความดังของเสียงพูดตัวเองเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตัดเสียง (Mute Circuit) หน้าที่ของวงจรนี้คือ ไม่ให้มีเสียงเล็ดลอดออกไปสู่หูฟัง ขณะที่ทำการส่งรหัสหมายเลขอยู่ สำหรับสัญญาณที่มาควบคุมทรานซิสเตอร์ในรูปที่ 2.45 นำมาจากส่วนของวงจรส่งรหัสหมายเลข การทำงานตามปกตินั้นสัญญาณควบคุมจะมีลอจิก “1” ซึ่งทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส ทำให้เกิดทางผ่านของสัญญาณเสียงพูดผ่านไปยังกราวด์ได้ ตามรูปที่ 2.46 ก็จะได้ยินเสียงตามปกติ แต่ในขณะที่มีการหมุนหมายเลขรหัสอยู่ สัญญาณควบคุมก็จะเป็นลอจิก “0” ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน คือมีอิมพีแดนซ์ที่สูง เสมือนเป็นการเปิดวงจรออกสัญญาณ ก็จะไม่ครบวงจรทำให้ไม่มีเสียงจากหูฟังในขณะนี้



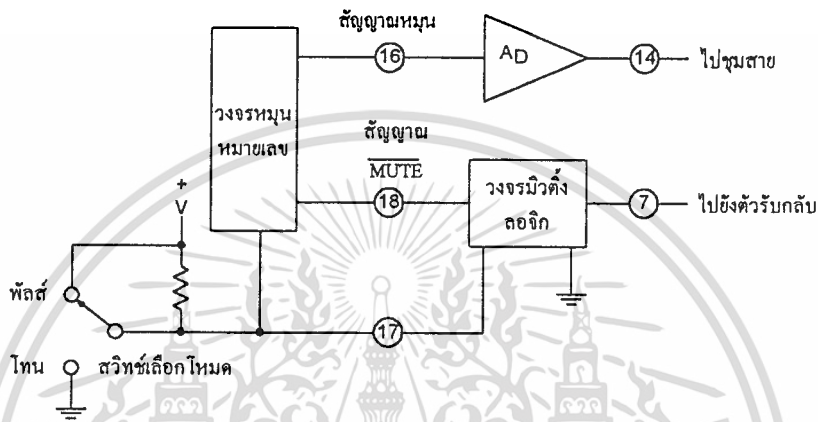
รูปที่ 2.46 วงจรตัดเสียงอย่างง่าย

วงจรเชื่อมต่อกับวงจรส่งรหัสหมายเลข (Dial Interface) MC 34014 ได้อำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับวงจรส่งรหัสหมายเลข ในรูปที่ 2.47 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อวงจรเข้าด้วยกัน ในรูปจะเห็นวาร์หัสหมายเลขพร้อมทั้งสัญญาณควบคุมจะถูกขยายด้วยวงจรขยายภายใน MC 34014 โดยมีอัตราขยายเท่ากับ Ad ขา 17 มีไว้สำหรับการเลือกโหมดการทำงานว่าขณะนี้มีการส่งรหัสหมายเลขในพัลส์โหมคหรือ DTMF โหมค ส่วนสัญญาณควบคุมการตัดเสียง (Mute) จะต่อเข้ากับขา 18 ของ MC 34014 ได้โดยตรงเลย

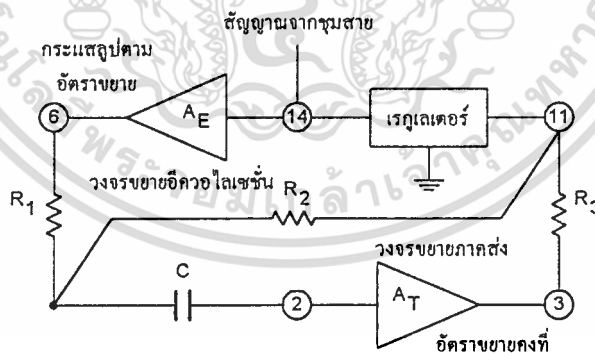
สิ่งที่สำคัญและต้องคำนึงถึงเสมอในการออกแบบวงจรโทรศัพท์คืออิมพีแดนซ์ของเน็ตเวิร์กวงจร (Network Impedance) เพราะในหลักการทางอิเล็กทรอนิกส์นั้นการรับและส่งสัญญาณจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดก็ต้องทำให้อิมพีแดนซ์ของวงจรมานั้นๆ เท่ากับอิมพีแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวงจรที่เชื่อมต่อ หรือสายส่งสัญญาณ แต่ละจุดของสายส่งสัญญาณอิมพีแดนซ์ย่อมจะไม่เท่ากัน ดังนั้น MC 34014 จึงได้มีการกำหนดให้มีวงจรขยายแบบอ็ควอไลเซชันซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.75 เพื่อใช้ในการปรับอิมพีแดนซ์ของวงจรควบคุมเสียงพูด เพื่อให้แมตช์กับอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณ



รูปที่ 2.47 การเชื่อมต่อกับวงจรส่งรหัสหมายเลข



รูปที่ 2.48 วงจรสมมูลของ MC 34014

ในรูปที่ 2.48 เป็นวงจรสมมูลของ MC 34014 ซึ่งสามารถคำนวณหาอิมพีแดนซ์ของ วงจรนี้ได้จากสมการ

$$Z_{net} = \frac{(1 + R_2/R_1)(R_3)}{20A_E(R_2/R_1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ค่า Z_{net} สามารถปรับได้โดยการปรับค่า A_e สำหรับ MC 34014 สามารถปรับค่าของ Z_{net} ได้ อยู่ระหว่าง 280 โอห์ม ถึง 840 โอห์ม เมื่อ A_e มีค่าสูงสุด (0.75) และต่ำสุด (0.25) ตามลำดับโดยแทนในสมการ

$$Z_{net} = \frac{(1+500/1000) \times 200}{20 \times 0.25 \times (500 \times 1000)}$$

$$= 840 \Omega$$

แต่ถ้าปรับให้ A_e มีค่าสูงสุด จะได้ Z_{net} ต่ำที่สุดโดยที่

$$Z_{net} = \frac{(1+500/1000) \times 200}{20 \times 0.75 \times (500/1000)}$$

$$= 280 \Omega$$

จากจุดนี้สามารถปรับค่า Z ให้มีความเหมาะสมกับอิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณได้ตามความเหมาะสมซึ่งจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพให้สูงที่สุดในการรับส่งสัญญาณ

2.15. การบันทึกเสียงพูด

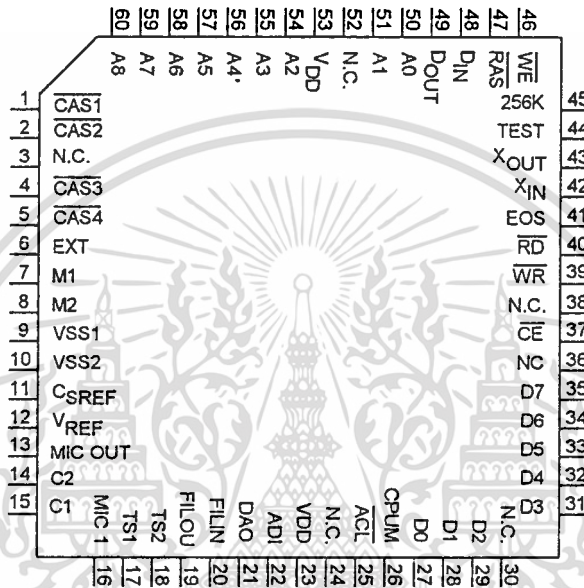
ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนับวันก็ยิ่งจะสูงขึ้นจนยากที่จะตามทันได้ยิ่งวงการอิเล็กทรอนิกส์ด้วยแล้วยิ่งก้าวหน้าไปมาก เราสามารถสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในการคำนวณอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดที่เราเรียกว่า ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ (Digital Computer)

ในช่วงไม่กี่ปีมานี้ ได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาการวิเคราะห์เสียง เพื่อเป็นการมุ่งเน้นการวิเคราะห์ และการสังเคราะห์เสียงพูดของมนุษย์ เพื่อที่จะสามารถทำให้มนุษย์สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานด้วยเสียงพูดแทน และสามารถทำให้มนุษย์พูดโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งจะนำเทคโนโลยีอันนี้ไปใช้ในหุ่นยนต์ต่อไป

ไอซี T6668 เป็นไอซีบันทึกเสียงพูด มีฟังก์ชันการใช้งานก่อนข้างจะสมบูรณ์ประยุกต์ใช้งานได้กว้างและสะดวก มีรูปร่างภายนอกเป็นแบบติดตั้งบนแผ่นผิวหรือเซอร์เฟสเมตขนาด 60 ขา ต่อกับหน่วยความจำชนิดไดนามิกขนาด 64K X 1 บิต หรือ 256K X 1 บิตได้ โดยตรง 4 ตัว ใช้คริสตอลควบคุมความถี่สัญญาณนาฬิกา เปลี่ยนบิตเรตโดยใช้ดิพลวิทซ์เลือกหน้าของหน่วยความจำแยกบันทึก/เล่นกลับได้ เมื่อใช้หน่วยความจำ 256K X 1 บิต (41256) จำนวน 4 ตัว ที่

บิตเรต 16K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที หรือนาทีเศษๆ ลักษณะโครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขาต่างๆ แสดงไว้ใน รูปที่ 2.49

ส่วนวงจรสมบูรณที่ใช้ร่วมกับไดนามิกแรมจะแสดงในบทที่ 3 ซึ่งเป็นการออกแบบและการคำนวณ



รูปที่ 2.49 ตำแหน่งขาต่างๆ ของไอซี T6668

ในการบันทึกเสียงพูดจะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณจากอนาลอกไปเป็นดิจิตอล (Analog To Digital Converter) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ในที่นี้ใช้ CVSD (Continuous Variable Slope Modulation) ทั้งนี้ก็เนื่องจากประหยัดหน่วยความจำในการเก็บข้อมูล

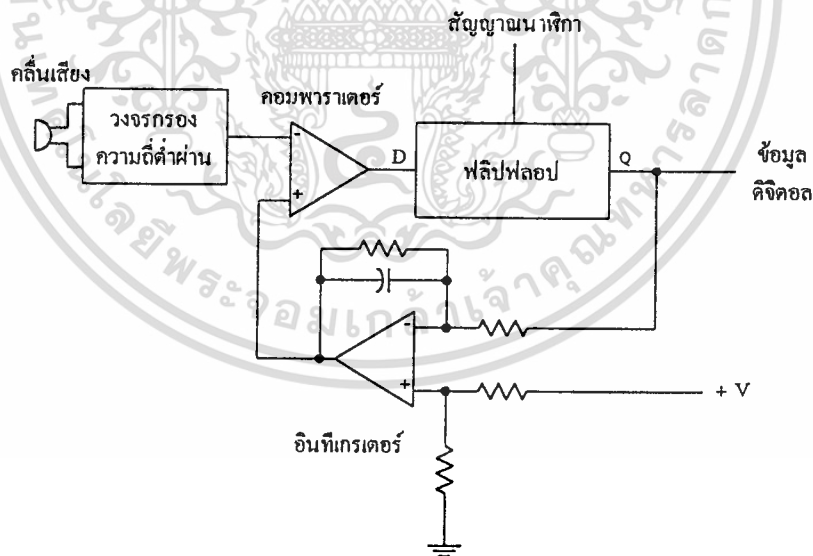
2.15.1. เกล็ดำมอดูเลชั่น (Delta Modulation)

เทคนิคของเกล็ดำมอดูเลชั่นนั้นจะไม่ใช้เทคนิคของการสุ่มสัญญาณหนึ่งจุดแล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งเวิร์คที่มีความละเอียดเป็นจำนวนบิตที่ต้องการ แต่จะใช้วิธีเปรียบเทียบความสูงหรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงแทน

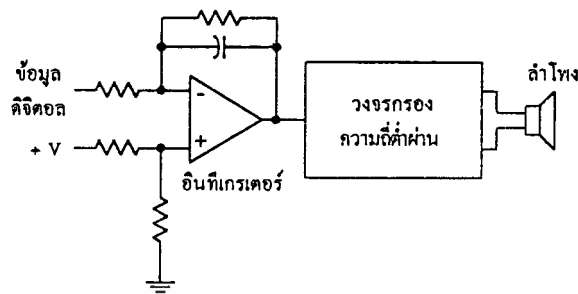
ข้อมูลที่ได้อีกคือ ทิศทางของการเปลี่ยนแปลงซึ่งมีเพียงขึ้นหรือลงเท่านั้น ดังนั้นความกว้างของข้อมูลดิจิตอลจึงใช้เพียงบิตเดียวก็เพียงพอ ข้อดีของวงจรเกล็ดำมอดูเลชั่นก็คือใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีแบบอื่นๆ

ในรูป 2.50 เป็นวงจรเบื้องต้นของเซลล์ด้ามอูเลชั่น คอมพาราเตอร์จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุตปัจจุบันกับสัญญาณอินพุตก่อนหน้า ซึ่งได้มาจากการป้อนกลับมาจากวงจรอินทิเกรเตอร์ เอาท์พุทจากการเปรียบเทียบถูกป้อนผ่านฟลิปฟลอปที่ควบคุมด้วยสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้ได้เป็นข้อมูลดิจิทัลซึ่งก็คือ การกำหนดสัญญาณนั่นเอง

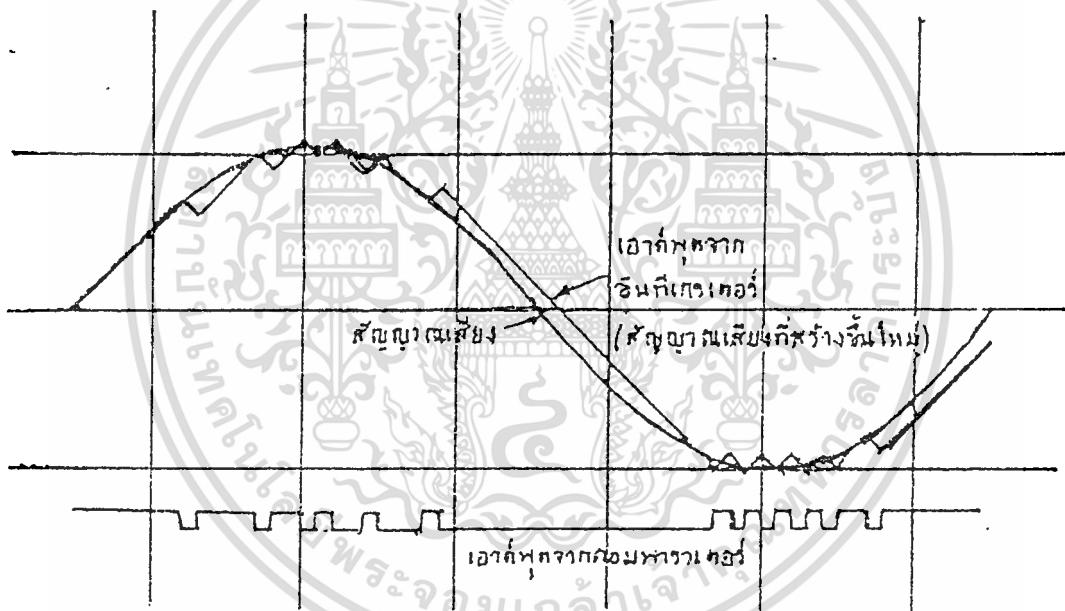
สัญญาณที่ได้จากตัวเปรียบเทียบและจากวงจรอินทิเกรเตอร์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตแสดงในรูปที่ 2.52 ลักษณะเช่นนี้จะพบว่ายิ่งความถี่ของสัญญาณนาฬิกามีค่าสูงขึ้น ก็ยังสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่แคบได้มากขึ้นทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้นแต่ก็สิ้นเปลืองหน่วยความจำมากขึ้นไปด้วย ความถี่เท่าไรถึงจะเพียงพอคงต้องใช้ในการทดลองโดยการนำเอาเอาท์พุทสุดท้ายที่เป็นข้อมูลดิจิทัลมาผ่านวงจรแปลงกลับในรูปที่ 2.51 แล้วฟังเสียงได้ หากฟังเป็นภาษามนุษย์รู้เรื่องก็ใช้ที่ค่านั้น สำหรับเสียงพูดคุณภาพเทียบเท่ากับเสียงโทรศัพท์ที่มีแถบกว้างเท่ากับ 4 KHz ก็ใช้เพียง 16 KHz แต่ที่ความถี่ต่ำถึง 8.6 KHz ก็ยังฟังรู้เรื่อง ความถี่นี้จะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วข้อมูล (Bit Rate) ซึ่งที่ 16 KHz ก็เท่ากับ 1,600 bit/sec



รูปที่ 2.50 วงจรเบื้องต้นของเซลล์ด้ามอูเลชั่นในส่วนของการเปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นดิจิทัล



รูปที่ 2.51 วงจรที่เปลี่ยนกลับสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณเสียง



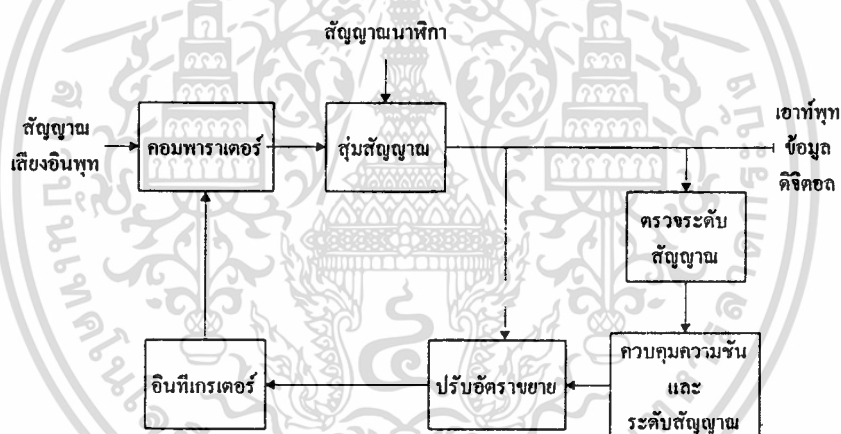
รูปที่ 2.52 เปรียบสัญญาณอินพุตกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทิเกรเตอร์

ข้อจำกัดของวิธีการเคลดตามอดูเลชันก็คือ แถบกว้างความถี่ใช้งาน ซึ่งถูกจำกัดโดยสัญญาณนาฬิกา และจะสูงกว่าความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุต มากกว่า 2 เท่าขึ้นไป อีกกรณีหนึ่ง คือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความสูงของสัญญาณหรือไดนามิกเรนจ์ ระบบเคลดตามอดูเลชันธรรมดา มีค่าไดนามิกเรนจ์ที่แคบ จำเป็นต้องมีส่วนเพิ่มเติม ทำหน้าที่ขยายไดนามิกเรนจ์ให้กว้าง โดยการควบคุมอัตราขยายของอินทิเกรเตอร์ เพื่อให้ตอบสนองต่อสัญญาณที่มีความชันมากๆ ได้ทัน ระบบใหม่นี้มีชื่อเรียกว่า ระบบเคลดตามอดูเลชันแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่องหรือ CVSD

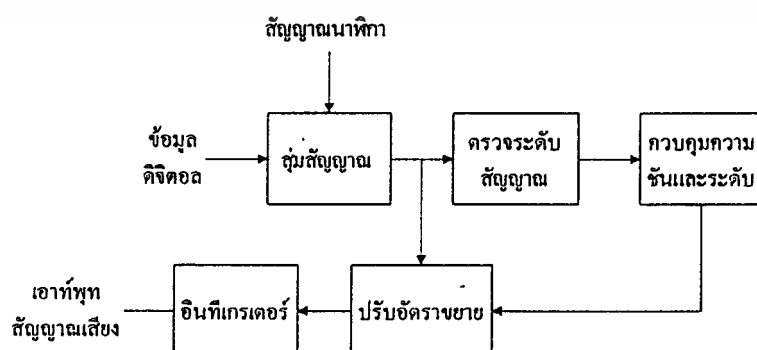
(Continuous Variable Slope Delta Modulation)

ระบบ CVSD ทั้งส่วนที่เปลี่ยนจากอนาลอกเป็นดิจิทัล และส่วนที่เปลี่ยนจากดิจิทัลเป็นอนาลอก ดังแสดงในรูปที่ 2.53 และ 2.54 ตามลำดับ วิธีการ CVSD คือมีการตรวจสอบระดับสัญญาณ โดยอาจใช้วิธีการจัดให้มีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลดิจิทัลล่าสุดจำนวน 3 ถึง 4 บิต แล้วทำการตรวจสอบว่าเป็น “0” หกหรือ “1” หกหรือไม่ แล้วจัดการควบคุมอัตราขยายของวงจรอินทิเกรเตอร์ให้สอดคล้องกัน

จากที่ได้กล่าวมา บิตเรต หรือ อัตราเร็วของข้อมูลสำหรับวิธีการเคลด้ามอดูเลชันมีค่าเท่ากับสัญญาณความถี่นาฬิกา เสียงพูดคุณภาพเท่ากับระบบโทรศัพท์ที่แถบความถี่เท่ากับ 4 kHz ต้องใช้ความถี่นาฬิกาเท่ากับ 16 kHz ได้ข้อมูลดิจิทัลที่บิตเรต 16 kbit/sec หรือพูดอีกอย่างได้ว่าการบันทึกเสียง 1 วินาที ต้องใช้หน่วยความจำ 16 กิโลบิต ถ้าต้องการบันทึกเวลายาวนานขึ้นก็ต้องใช้หน่วยความจำมากขึ้นเป็นทวีคูณ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องใช้ไดนามิกแรมสูง



รูปที่ 2.53 การทำงานของระบบ CVSD ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลดิจิทัล



รูปที่ 2.54 การทำงานของ CVSD ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงเป็นการคัดลอกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16. ชุดควบคุม (PC-SB31)

ชุดควบคุมถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในงานควบคุม ซึ่งตรงกับหน้าที่หลักของซีพียูในตระกูล MCS 51 คือเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างทางกายภาพของชุดควบคุมมี ดังนี้

ลักษณะของชุดควบคุม

ซีพียู

- 8031, 8032, 8052, 8751

หน่วยความจำ

- มีซ็อกเก็ตขนาด 28 ขา 2 ตัว สามารถใส่หน่วยความจำได้สูงสุด 96 KB

อินพุต/เอาต์พุต

- 8×3 บิต อินพุต/เอาต์พุต (8255)

- 8×1 บิต อินพุต/เอาต์พุต (พอร์ต 1)

- 1 พอร์ตอนุกรม (RS323)

ไฟเลี้ยง

- 10 โวลต์จากภายนอก

- 5 โวลต์จากวงจรเรกูเลทบนบอร์ด

คุณลักษณะพิเศษของชุดควบคุม

- หน่วยความจำ สามารถเลือกได้ทั้งขนาด, ตำแหน่ง และลักษณะการทำงาน

- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาแอสเซมบลี (ร่วมกับ SB31-DEBUGGER) และภาษาเบสิก (เพื่อใช้ 8052 AH-BASIC)

- ต่อกับ LED ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ อินพุต/เอาต์พุต พอร์ต

การติดตั้งหน่วยความจำให้กับชุดควบคุม

เนื่องจากชุดควบคุมถูกสร้างมาให้เป็นอิสระในการเลือกใช้หน่วยความจำได้หลายขนาดทั้ง EPROM และ RAM รวมทั้งตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำผู้ใช้ก็ยังสามารถกำหนดได้ตามต้องการ ซึ่งทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของจุดต่อต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ซึ่ง U3 และ U4 จะถูก

ควบคุมด้วยจุดต่อซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U3

JP3 เลือกเบอร์ของชิปหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U3 (2764, 27256, 27512, 6264, 62556)

JP4 สำหรับเลือกว่าจะให้หน่วยความจำที่ U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล หรือ หน่วยความจำรหัสหรือเป็นทั้งสองอย่าง

JP7 เลือกตำแหน่งเริ่มต้น และขนาดของหน่วยความจำ U3

U4

JP5 เลือกเบอร์ของชิปหน่วยความจำที่ใส่อยู่บน U4 (27256, 6116, 6264, 62256)

JP6 เลือกลักษณะการทำงานของ U4ว่าจะให้เป็นหน่วยความจำข้อมูล หรือ หน่วยความจำรหัส หรือเป็นทั้งสองอย่าง

JP8 เลือกตำแหน่งเริ่มต้น และขนาดของหน่วยความจำ U4

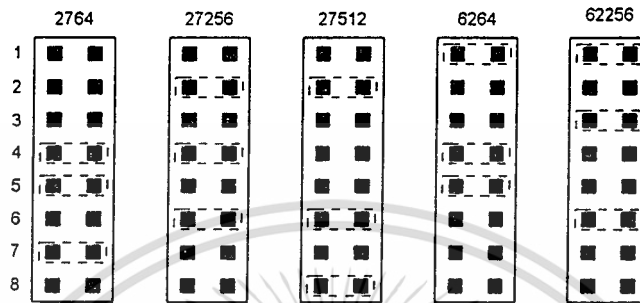
JP9 เลือกว่าอนุญาตให้มีการใช้ อินพุท/เอาต์พุท พอร์ต ภายนอกอีกหรือไม่ ถ้าไม่มีพอร์ตภายนอก U4 จะมีขนาดสูงสุดได้ถึง 32 KB

ข้อจำกัดในการติดตั้งหน่วยความจำแบบแยกข้อมูลและโปรแกรมออกจากกัน

เมื่อดูจากวงจรของชุดควบคุมจะเห็นว่า ส่วนของ JP7 และ JP8 ด้านหนึ่งจะต่อถึงกันในตำแหน่งที่ตรงกัน (เช่น 0000 ของ JP7 จะต่อกับ 0000 ของ JP8) จึงทำให้เกิดการซ้อนของหน้าขึ้น ในกรณีที่ขนาดของหน่วยความจำ U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากัน ถึงแม้ว่าผู้ใช้จะใส่หน่วยความจำบน U3 และ U4 มีขนาดไม่เท่ากัน โปรแกรมก็ยังคงทำงานได้ตามปกติแต่ผู้ใช้ต้องระลึกอยู่เสมอว่าหน่วยความจำแต่ละตัวเริ่มต้นที่ใดและควรสิ้นสุดที่ใด

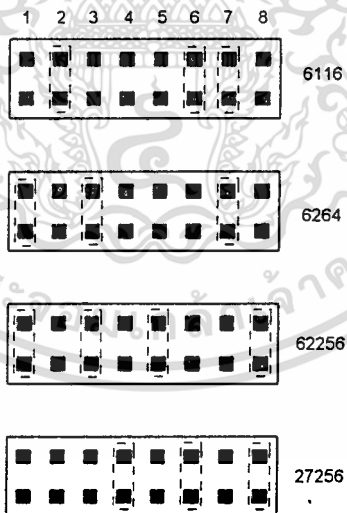
การใส่จุดต่อให้ถูกต้องตามเบอร์ของชิปหน่วยความจำ

JP3 (สำหรับ U3)



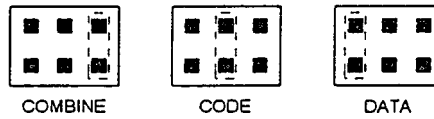
รูปที่ 2.55 การใส่จุดต่อ JP3

JP5 (สำหรับ U4)



รูปที่ 2.56 การใส่จุดต่อ JP5

JP4 & JP6 (เลือกลักษณะของ U3 และ U4)



DATA = DATA MEMORY

CODE = CODE MEMORY

COMBINE = DATA and CODE MEMORY

รูปที่ 2.57 การใส่จุดต่อ JP4 และ JP6

JP7 & JP8 (เลือกตำแหน่งเริ่มต้นและขนาดของหน่วยความจำ) แต่ละจุดของจุดต่อ ที่ใส่ลงไปจะมีขนาดของหน่วยความจำ 8 K เพิ่มขึ้นจากจุดเริ่มต้น

■ ■	E000 - FFFF
■ ■	C000 - DFFF
■ ■	A000 - BFFF
■ ■	8000 - 9FFF
■ ■	6000 - 7FFF
■ ■	4000 - 5FFF
■ ■	2000 - 3FFF
■ ■	0000 - 1FFF

รูปที่ 2.58 การใส่จุดต่อ JP7 และ JP8

JP9

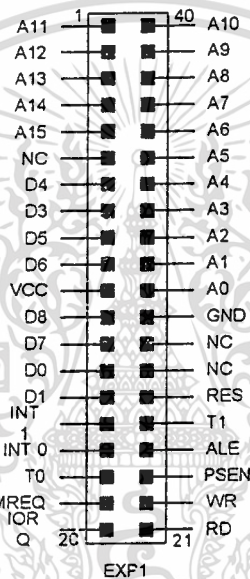


รูปที่ 2.59 การใส่จุดต่อ JP9

รายละเอียดเกี่ยวกับจุดต่อ

ชุดควบคุมได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ได้กับบอร์ดคอมพิวเตอร์เฟสต่างๆ ของบริษัทอีทีที โดยเฉพาะอย่างยิ่งบอร์ดประเภทอินพุท/เอาต์พุท ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

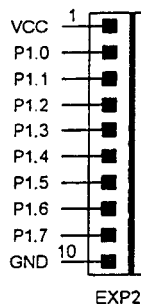
EXP1 เป็นจุดต่อขนาด 40 ขา ซึ่งมีสัญญาณที่ขาต่างๆ คล้ายกับสัญญาณที่ต่อจาก Z80 ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนบอร์ดต่างๆ เช่น 72IO, RTC เป็นต้น แต่เนื่องจากชุดควบคุมนี้ใช้ซีพียูคนละตระกูลกับ Z80 จึงมีสัญญาณบางสัญญาณไม่ตรงกัน ดังนั้นจะดูได้ในรูปที่ 2.60



รูปที่ 2.60 Z80 Connector

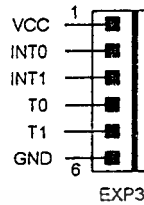
หมายเหตุ สำหรับผู้ที่ต่อกับ 72IO ให้ดัดแปลงสัญญาณรีเซทเป็นแบบ POWER ON RESET

EXP2 เป็น อินพุท/เอาต์พุท พอร์ตอิสระขนาด 8 บิต โดยมีรายละเอียดดังนี้



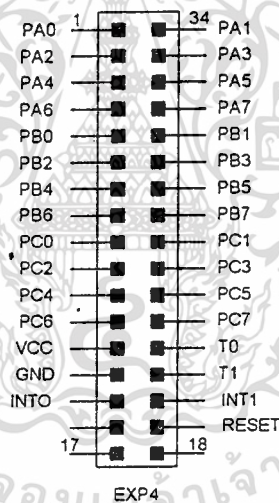
EXP2

EX3 เป็นขาของ Interrupt และ Time/Counter ของตัว CPU โดยมีรายละเอียดดังนี้



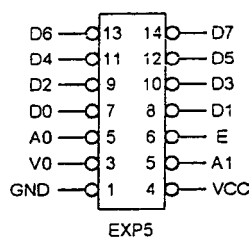
รูปที่ 2.62 ตำแหน่งขาของ EX3

EX4 เป็น Connector ขนาด 34 ขา ซึ่งมีการวางตำแหน่งของขาตรงกับบอร์ด 72IO ซึ่งสามารถต่อกับอุปกรณ์ I/O ต่างๆ เช่น SSRAC, ET-AD เป็นต้น



รูปที่ 2.63 ตำแหน่งขาของ EX4

EX5 เป็น Connector ขนาด 14 ขา ที่ใช้ต่อกับ LED ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.64 ตำแหน่งขาของ EX5

2.17. พื้นฐานการรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน

การรักษาความปลอดภัยภายในบ้านนั้นมีความสำคัญมากกว่าการใช้สลักประตูล็อกที่ประตูหน้าบ้าน มันเป็นระบบสมบูรณ์แบบของการป้องกันอันเกิดจากผู้บุกรุก, อันตราย และการเกิดไฟไหม้ ทุกๆ ส่วนของระบบมีส่วนช่วยเหลือแก่การป้องกันทั้งหมดของบ้าน สิ่งสำคัญคือแต่ละส่วนของระบบรักษาความปลอดภัยจะถูกติดตั้งอย่างเหมาะสม และสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะอธิบายทุกส่วนของระบบรักษาความปลอดภัยอันเป็นประโยชน์แก่ท่านที่ต้องการที่จะพิจารณาถึงการวางแผนที่จะติดตั้งระบบ

ส่วนประกอบพื้นฐาน

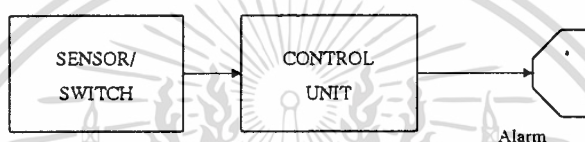
ระบบรักษาความปลอดภัยทุกแบบจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. หน่วยควบคุม ส่วนนี้เป็นส่วนที่เรียกว่า “สมอง” ของระบบรักษาความปลอดภัย
2. อุปกรณ์ตรวจจับ สิ่งนี้จะตรวจจับเหตุการณ์ต่างๆ ดังเช่นควัน หรือหน้าต่างที่ถูกเปิดทิ้งไว้
3. อุปกรณ์เตือนภัย บางครั้งถูกเรียกว่าอาลาอัม ในที่นี้จะใช้คำว่าอาลาอัมสำหรับอุปกรณ์เตือนภัยที่ให้เสียง เช่น กระดิ่ง หรือ ไซเรน



รูปที่ 2.65 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบรักษาความปลอดภัย

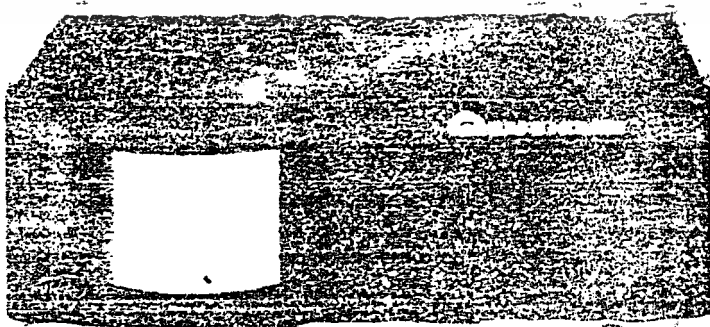
ระบบรักษาความปลอดภัยดังในรูปที่ 2.65 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานทั้งสาม โดยหน่วยควบคุมถูกติดตั้งในกล่องโลหะ และใช้ติดตั้งอย่างเหมาะสมในตำแหน่งศูนย์กลางของบ้าน (ห้องภายในบ้าน) อุปกรณ์ตรวจจับถูกติดตั้งไว้ที่ประตูหรือหน้าต่างต่าง เพื่อตรวจจับได้ว่ามันได้ถูกเปิดออก แต่ความเป็นจริงแล้วการใช้ประโยชน์จากระบบรักษาความปลอดภัย จะแยกอุปกรณ์ตรวจจับที่จะใช้ที่ประตูหรือหน้าต่างที่เปิดออกไปภายนอกบ้านเป็นคนละส่วนกัน ส่วนอุปกรณ์เตือนภัยคือไซเรนที่ถูกติดตั้งด้านนอกซึ่งจะทำให้เกิดเสียง อุปกรณ์ตรวจจับและอาลาร์มจะถูกต่อไปยังหน่วยควบคุม ดังที่แสดงในแผนผังในรูปที่ 2.66



รูปที่ 2.66 บล็อกไดอะแกรมของระบบรักษาความปลอดภัยพื้นฐาน

ระบบแบบแยกส่วนกับระบบที่อยู่ภายในตัวมันเอง

ชิ้นส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.65 แสดงให้เห็นถึงลักษณะส่วนประกอบที่แยกออกจากกัน แต่ลักษณะอีกประเภทหนึ่งคือระบบรักษาความปลอดภัยที่รวมอยู่ในตัวมันเองซึ่งก็คือ ระบบที่ได้แสดงในรูปที่ 2.67 ประกอบไปด้วยหน่วยควบคุม, อุปกรณ์ตรวจจับ และอาลาร์มที่ถูกบรรจุในกล่องซึ่งทำให้ติดตั้งได้ง่าย โดยระบบแบบอยู่ภายในตัวมันเองนั้นส่วนมากจะให้ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับเพิ่มเติมที่ด้านหลังของกล่อง และอาจที่จะต่ออุปกรณ์เตือนภัยสำหรับต่อภายนอกเช่น ไซเรน



ระบบแบบแยกส่วนหรือแบบอยู่ภายในตัวเองแบบไหนจะดีกว่ากันคงเป็นที่ต้องการทราบ ซึ่งทั้งสองแบบมีข้อดีที่แตกต่างกัน ดังที่จะอธิบายต่อไป

ข้อดีของระบบแบบแยกส่วน

- ดัดแปลงได้ง่าย สามารถนำไปใช้กับบ้านประเภทต่างๆ ได้
- สามารถที่จะขยายหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์อย่างอื่นได้สะดวกไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับ, อุปกรณ์เตือนภัย และอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ ซึ่งสามารถติดตั้งได้ในทันที

ข้อดีสำหรับระบบแบบอยู่ในตัวเอง

- ติดตั้งได้ง่าย โดยติดตั้งไว้ในตำแหน่งหนึ่งแล้วเสียบปลั๊กก็จะทำให้พร้อมที่จะทำงานแล้ว
- เคลื่อนย้ายได้ง่าย เนื่องจากระบบนี้ไม่ได้ถูกติดตั้งอย่างถาวรเหมือนกับระบบแบบแยกส่วน ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปยังห้องต่างๆ ได้ หรือติดตั้งในตำแหน่งที่ดีกว่าภายในห้อง รวมทั้งยังสามารถนำไปติดตั้งภายในบ้านหรืออพาร์ทเมนต์อื่นได้อีกด้วย
- ในการที่จะกล่าวว่าประเภทของระบบรักษาความปลอดภัยแบบหนึ่งดีกว่าอีกแบบนั้น เป็นไปไม่ได้ ซึ่งระบบแบบแยกส่วนจะถูกนำมาใช้สำหรับบ้านตัวเองเป็นเจ้าของ และระบบแบบอยู่ภายในตัวเองจะถูกนำมาใช้สำหรับผู้ที่เช่าบ้านหรืออพาร์ทเมนต์เท่านั้น เนื่องจากไม่มีความต้องการติดตั้งแบบพิเศษ (เพียงแค่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับและเจาะรูยึดเท่านั้น) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลที่มีการย้ายที่พิกอาศัย และไม่ต้องการที่จะซื้ออุปกรณ์ใหม่เมื่อต้องย้ายออกไป

ข้อแตกต่างที่สำคัญของระบบทั้งสองคือ

ลักษณะของการตรวจจับ โดยที่อุปกรณ์ตรวจจับที่จะนำมาใช้กับระบบอาลาาร์มแบบแยกส่วน ถูกออกแบบเพื่อตรวจจับผู้บุกรุกก่อนที่จะเข้ามาภายในบ้าน ดังนั้น จึงต้องหยุดการทำงานของอาลาาร์มก่อนที่จะเข้าไปภายในบ้าน เพื่อมิให้เกิดความผิดพลาด โดยติดตั้งสวิทช์อยู่ภายนอกเพื่ออุปกรณ์ต่อและปลดแบบระยะไกล

ในทางตรงกันข้าม ระบบแบบอยู่ภายในตัวเองจะทำงานเพื่อตรวจจับผู้บุกรุกหลังจากที่ผู้บุกรุกได้เข้ามาแล้วโดยจะมีการหน่วงเวลาเอาไว้ ซึ่งถูกสร้างอยู่ภายในตัวอาลาาร์มเป็นระยะเวลาประมาณ 30 วินาที เพื่อให้สามารถเข้าไปภายในบ้านและหยุดการทำงานของอาลาาร์ม ถ้าไม่ยกเลิกการทำงานของระบบภายในระยะเวลาที่กำหนดนั้น จะทำให้ไซเรนให้เสียงออกมา

ในบางระบบแบบอยู่ภายในตัวเองจะยอมให้เพิ่มอุปกรณ์ตรวจจับภายนอก ซึ่งสามารถที่จะตรวจจับผู้บุกรุกก่อนที่จะเข้าไปภายในบ้าน โดยวิธีการนี้อาลาาร์มจะให้เสียงทันทีที่ประตูหรือ

หน้าต่างถูกเปิดออก ดังนั้นจึงต้องสามารถที่จะหยุดการทำงานของระบบจากภายนอกได้ โดยติดตั้งสวิทช์ควบคุมสำหรับต่อและปลดจากระยะไกลที่เทอร์มินอลด้านหลังของกล่องอลาร์มในตัวอย่างที่แสดงอยู่นี้เป็น การควบคุมอลาร์มแบบอยู่ภายในตัวเองเป็นแบบหน่วยควบคุมไฮบริดจ์ (แบบผสม) ซึ่งจะให้ความเชื่อมั่นแก่อุปกรณ์ตรวจจับที่อยู่ภายในเท่านั้น กับที่ติดตั้งเพิ่มเข้าไป

การประเมินความต้องการของตนเอง

มีองค์ประกอบมากมายเพื่อหารูปแบบและความซับซ้อนของระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งจะต้องคิดกันก่อนที่จะซื้อหาส่วนต่างๆ และนำมาติดตั้งระบบภายในบ้านของตนเอง โดยจะมีการพิจารณาอย่างรอบคอบดังรายละเอียดข้างล่างนี้

-แบบบ้าน

-ความสามารถของตนเองเพื่อที่จะติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ

-งบประมาณ

-สิ่งที่ต้องการสำหรับการรักษาความปลอดภัย

-ลักษณะการรักษาความปลอดภัยในขณะที่ออกจากบ้าน, ขณะอยู่ที่บ้านหรือทั้งสองแบบ

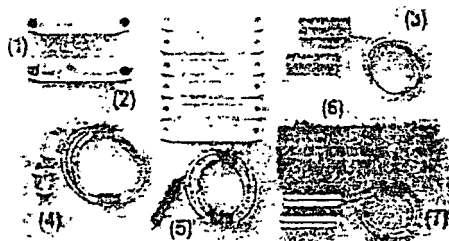
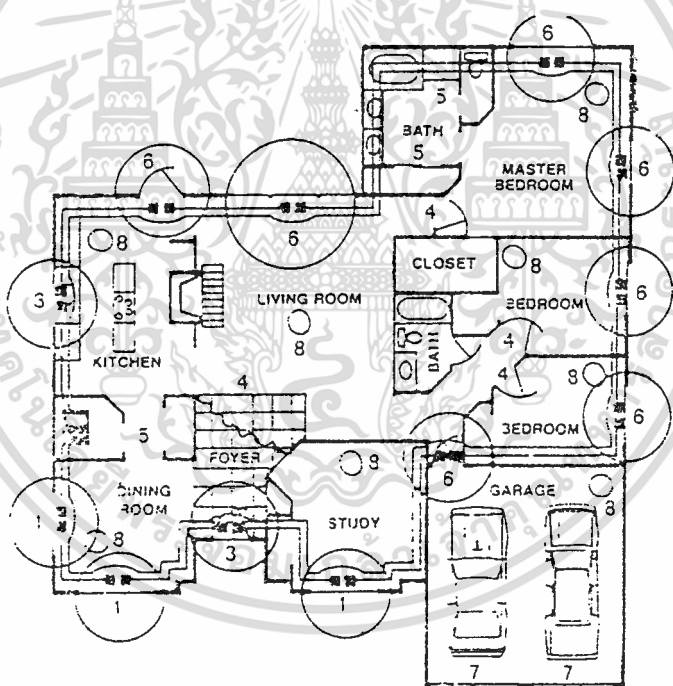
แบบบ้าน

แบบบ้านหรืออพาร์ทเมนต์เป็นองค์ประกอบที่จะต้องวิเคราะห์มากที่สุดในการหารูปแบบและความซับซ้อนของระบบรักษาความปลอดภัย โดยการป้องกันสมบูรณ์แบบต่อการเข้ามาแบบไม่ได้รับอนุญาตนั้น จะต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับที่ประตูและหน้าต่างภายนอก ซึ่งสามารถตรวจจับจนถึงพื้นล่างและกว้างเพียงพอสำหรับใครก็ตามที่ต้องการผ่าน แต่ถ้าบ้านของท่านเป็นตึกแถวซึ่งหมายถึงการป้องกันหน้าต่างและประตูทุกบาน ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว หน้าต่างที่อยู่ชั้นสองไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการป้องกัน เว้นเสียแต่ว่าหน้าต่างบานนั้นสามารถผ่านเข้าไปได้โดยการปีนต้นไม้หรือปีนกำแพงกัน หรือหน้าต่างบานนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สามารถเห็นได้จากถนน หรือจากเพื่อนบ้านของท่าน

การป้องกันการเกิดไฟไหม้อย่างเหมาะสมนั้นต้องการอลาร์มสำหรับควันไฟ หรืออุปกรณ์ตรวจจับควันไฟภายในห้องครัว โดยอาจใช้ออลาร์มเพิ่มเติมที่ห้องนอน ซึ่งถ้าตำแหน่งติดตั้งไม่เหมาะสมอาจจะใช้วิธีที่ดีที่สุดคือ ใช้ออลาร์มสำหรับควันไฟแยกออกไปในแต่ละส่วน ไม่ว่าจะเป็นห้องนอน, ห้องนั่งเล่น, ห้องครัว และโรงเก็บรถ

สำหรับบ้านหรืออพาร์ทเมนต์ที่มีมากกว่า 4 ห้อง (รวมถึงห้องนั่งเล่นด้วย) ควรใช้ระบบแบบแยกส่วน เนื่องจากมีตำแหน่งของทางเข้าที่เป็นไปได้ค่อนข้างมาก ซึ่งหน่วยควบคุมสามารถตรวจพบที่ตำแหน่งของประตูและหน้าต่างของแต่ละจุด และถ้าหน่วยควบคุมที่ใช้ดีก็จะสามารถต่อไปยังอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟด้วย แต่ถ้าบ้านหรืออพาร์ทเมนต์มีราวๆ 2-3 ห้อง ซึ่งมีทางเข้าน้อยก็อาจใช้ระบบแบบอยู่ภายในตัวเองก็ได้ และเมื่อต้องการป้องกันการบุกรุกเข้าทางประตูหรือหน้าต่างที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เราจะต้องแน่ใจว่าได้นำเอารูปแบบของการรักษาความปลอดภัยแบบอยู่ภายในตัวเอง ซึ่งสามารถที่จะต่ออุปกรณ์ตรวจจับภายนอกได้

รูปแบบของระบบรักษาความปลอดภัยแปรเปลี่ยนไป โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบสำหรับใช้ในบ้านหรืออพาร์ทเมนต์เป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับจำนวนและชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์เตือนภัยที่ใช้



รูปที่ 2.68 แผนผังตัวอย่างบ้านและอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้ง

ในขณะที่การติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัยให้สมบูรณ์แบบนั้นไม่ยากจนเกินไปนัก แต่ก็ต้องใช้เวลาและความเอาใจใส่ต่อรายละเอียดต่างๆ ถ้าเราไม่ถนัดที่จะใช้เครื่องมือต่างๆ และไม่สะดวกที่จะติดตั้งก็อาจจะเลือกใช้ระบบรักษาความปลอดภัยอยู่ภายในตัวเองหรือให้ใครสักคนมากระทำการติดตั้งให้

บางประเภทของการติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัยอาจจะยากมาก ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและแบบบ้าน ซึ่งระบบจะติดตั้งในบ้านที่มีชั้นบนหรือชั้นล่างได้ยากกว่า เนื่องจากการเดินสายไฟไม่สามารถเดินไปยังส่วนต่างๆ ของบ้านได้ง่ายและมีวิธีการเดินสายไฟที่สามารถเลือกใช้ ดังเช่น การเดินสายไฟซ่อนอยู่ภายในพรม, ใต้ผนังฉีก และภายในผนัง

งบประมาณ

ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้านที่คิดจะมีราคาค่อนข้างสูง ราคาเฉลี่ยสำหรับระบบแบบอยู่ภายในตัวเองจะอยู่ราวๆ 2,000 บาท ซึ่งราคาจะเพิ่มขึ้นเมื่อต้องการเพิ่มอุปกรณ์เตือนภัย และอุปกรณ์ตรวจจับ ส่วนระบบที่สมบูรณ์แบบจะใช้แบบแยกส่วนซึ่งจะเหมาะสมกับบ้านที่มีขนาดห้องนอนประมาณ 3 ห้องนอน โดยมีราคาประมาณ 6,500 บาท

ระบบรักษาความปลอดภัยอาจจะเริ่มต้นจากจุดที่เล็กๆ ก่อนจากนั้นจึงค่อยเพิ่มเติมเมื่อมีงบประมาณเพียงพอ ดังตัวอย่างเช่น อาจจะเริ่มต้นด้วยหน่วยควบคุม, ไซเรน และอุปกรณ์ตรวจจับ ซึ่งติดตั้งประตูหน้าต่างและด้านหลัง โดยที่สามารถป้องกันการบุกรุกเข้ามาที่ทางหน้าต่างโดยการปิดและล็อกด้วยล็อกหน้าต่าง จากนั้นเมื่อมีงบประมาณให้ใช้ได้ต่อจะเพิ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม เช่น อุปกรณ์ตรวจจับแบบแม่เหล็กสำหรับหน้าต่างทั้งหมด, อุปกรณ์ตรวจจับกันกระชกแตกสำหรับประตูระเบียงทำด้วยกระจกที่มีขนาดใหญ่, อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟที่แนะนำให้ติดตั้งทุกจุดของบ้าน

ความต้องการการรักษาความปลอดภัย

ความรู้สึกของบางคนที่ต้องการความปลอดภัยหรือเห็นความสำคัญมากกว่าสิ่งอื่น ซึ่งในระบบรักษาความปลอดภัยที่ไม่ทำให้เกิดความรู้สึกปลอดภัยก็เหมือนกับมันไม่มีประโยชน์อะไรเลย การปราศจากความกังวลใจในระบบรักษาความปลอดภัยถือว่าเป็นข้อดีที่สำคัญที่สุดข้อหนึ่ง มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ไม่สบายใจต่อผลที่จะได้รับของการป้องกันแบบนั้น

การป้องกันมากขึ้นเท่าไรก็ตัดสินใจได้ว่า เราารู้สึกว่าบ้านและครอบครัวจะได้รับความปลอดภัย ซึ่งมีหลายวิธีในการตัดสินใจว่าอะไรเป็นความปลอดภัยและอะไรที่ไม่ใช่ ให้พิจารณาความเป็นจริงของความสูญเสียจากขโมย หรือเพลิงไหม้จากบริเวณใกล้เคียง แล้วนำมาใช้เป็นการตรวจสอบความต้องการความปลอดภัยของตัวเอง อันที่จริงแล้วเมื่อคุณอาศัยอยู่ในสถานที่ ที่จะมีแนวโน้มการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่ไม่ดีได้มาก คุณก็จะรู้สึกปลอดภัยในระบบรักษาความปลอดภัยที่ซับซ้อนและถูกต้อง แต่ถ้าไม่แน่ใจถึงบันทึกประวัติอาชญากรรมของบริเวณใกล้เคียงก็สามารถตรวจสอบจากสถานีตำรวจในพื้นที่เพื่อสอบถามถึงสถิติที่เกิดขึ้น

การกำหนดระบบ

ขั้นตอนแรกในการวางแผนระบบนั้นคือ การได้รับรายการที่ต้องการรักษาความปลอดภัยของแต่ละห้องภายในบ้านเพื่อให้ได้จุดมุ่งหมายที่ทำให้รู้ว่าประตู, หน้าต่าง และพื้นที่ใดที่ผู้บุกรุกอาจจะใช้เข้าไปภายในบ้านในลักษณะเดียวกันกับว่า “คุณจะต้องคิดเสมือนเป็นผู้บุกรุกคนหนึ่ง”

รายการที่ต้องการรักษาความปลอดภัยสามารถทำเป็นรูปแบบของตารางบัญชี ซึ่งสามารถบันทึกรายการของแต่ละห้องหรือแต่ละพื้นที่ได้ ในแต่ละห้องก็ต้องแสดงรายการที่จะต้องบันทึกไม่ว่าจะเป็นประตู, หน้าต่าง และรายการอื่นที่ผู้บุกรุกอาจจะใช้เข้าไปในบ้าน ดังนั้นจึงเลือกสวิทช์และอุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสมเพื่อป้องกัน โดยยกตัวอย่างให้เข้าใจดังนี้ สมมติให้ห้องนอนใหญ่ของบ้าน ซึ่งมีประตูสำหรับเข้า-ออก 1 บาน, หน้าต่างบานใหญ่ 1 บาน และหน้าต่างบานเล็กอีก 2 บาน ซึ่งสามารถเปิดได้ จะได้ตารางบัญชีสำหรับห้องใหญ่ ดังนี้

ห้องนอนใหญ่ :

- ประตู : Plumber Switch
- หน้าต่างบานใหญ่ : อุปกรณ์ตรวจจับกันกระชกแตก
- หน้าต่างขนาดเล็ก 2 บาน : Reed Switches
- อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟบริเวณทางเดินที่ด้านนอกประตู

ในตัวอย่างที่ได้แสดงนี้ไม่ใช่วิธีเดียวที่จะใช้กับห้องนอนใหญ่แต่สามารถที่จะเลือกใช้ Plumber Switches กับหน้าต่างขนาดเล็ก 2 บาน และใช้ Reed Switch กับประตู หรือสามารถที่จะตัดสินใจใช้อุปกรณ์ตรวจจับแบบอินฟราเรดสำหรับห้องนอนทั้งหมด ซึ่งตารางบัญชีจะช่วยให้ทราบถึงพื้นที่ที่ทำการป้องกันและเลือกใช้สิ่งที่เหมาะสมที่สุด เมื่อถึงจุดนี้แล้วก็ควรจะคิดถึงการเดินสายไฟในระบบด้วย เพื่อจะได้รู้ว่าความยากที่จะทำการเดินสายไฟฟ้าจากสวิทช์และอุปกรณ์

เอกสารต่างๆที่ไปยังหน่วยควบคุมเป็นอย่างดี เราศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรการเพิ่มเติม

ถึงแม้ว่าระบบรักษาความปลอดภัยแบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำงานที่สุดของการป้องกันบ้านและครอบครัวแต่ก็ไม่ว่าไรที่จะล้มมาตรการรักษาความปลอดภัยพื้นฐาน ซึ่งก็คือใช้กุญแจล็อกที่ประตูที่ใช้อย่างภายนอกทั้งหมด การปิดหน้าต่าง และการเปิดไฟที่นอกประตู ซึ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงการป้องกันที่ถูกเรียกว่าการแบ่งลำดับชั้นแก่บ้านตนเอง

การแบ่งลำดับชั้นการรักษาความปลอดภัย

การรักษาความปลอดภัยที่ดีที่สุดคือ การประกอบกันของแต่ละลำดับชั้น ซึ่งการป้องกันแบบเป็นลำดับชั้นมีความหมายว่า เมื่อส่วนหนึ่งของระบบรักษาความปลอดภัยไม่สามารถที่จะหยุดผู้บุกรุกได้ ส่วนป้องกันอื่นก็จะเป็นตัวป้องกันได้อีก ซึ่งจะยกตัวอย่างที่จะเห็นได้อย่างชัดเจนเช่น ถ้าใช้ลาร์มสำหรับควันไฟเมื่อมีลาร์มสำหรับควันไฟมากภายในบ้านก็จะมีโอกาสที่ตัวหนึ่งตัวใดสามารถตรวจจับในกรณีที่เกิดไฟไหม้ได้

ในการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย เราจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับลำดับชั้นของการป้องกันดังเช่น ลำดับชั้นในสุดจะเป็นการป้องกันแบบลาร์มอิเล็กทรอนิกส์เมื่อมีการบุกรุกเข้าไปภายในบ้าน ในขณะที่ลำดับชั้นนอกสุดนั้นประกอบด้วยมาตรการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานด้วยแสงไฟและการล็อกประตูที่แน่นหนา

การใช้แสงสว่างสำหรับภายนอกบ้าน

ระบบการรักษาความปลอดภัยแบบใช้แสงสว่างจะช่วยให้มีความรู้สึกปลอดภัยมากขึ้นในเวลากลางคืนและลดอาชญากรรมในบริเวณนั้นโดยตรง แม้ว่าการโจรกรรมที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในระหว่างเวลากลางคืน ซึ่งควรจะเปิดไฟในเวลาค่ำและปิดมันในเวลาเช้า โดยอาศัยการใช้เครื่องตั้งเวลาที่สามารถเปิด-ปิดเองได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ก็ควรจะติดตั้งหลอดไฟที่สนามถ้าสนามมีขนาดใหญ่มาก หรือถ้ามีส่วนใดของบ้านที่สามารถเข้าไปได้โดยง่ายและอยู่ในมุมมืดในเวลากลางคืน หลอดไฟสามารถควบคุมได้โดยสวิทช์และถูกสั่งงานโดยเครื่องตั้งเวลา หรือมีการถูกระตุ้นโดยอัตโนมัติเมื่อมีคนอยู่ ณ ที่นั้น ซึ่งในกรณีหลังนี้หลอดไฟที่ฉายแสงแผ่ออกไปจะถูกควบคุมโดยอินฟราเรดที่มีความไว

ระบบรักษาความปลอดภัยแบบใช้อินฟราเรดได้แสดงให้เห็นดังในรูปที่ 2.68 เมื่อมีคนอยู่ซึ่งได้ถูกตรวจจับจะทำให้หลอดไฟทำงานและยังคงสว่างอยู่ตามเวลาที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการผ่านไปผ่านมาของรถและสัตว์ จะไม่มีผลต่อหลอดไฟถ้ามีการตั้งไว้อย่างถูกต้อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังเพิ่มเซลไฟฟ้าแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์อยู่ภายในตัวเองที่จะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าถ้าหลอดไฟมีการทำงานระหว่างเวลากลางวัน



รูปที่ 2.69 ชุดหลอดไฟแบบใช้อินฟราเรด

ความปลอดภัยของหน้าต่างและประตู

เมื่อคุณมีระบบรักษาความปลอดภัยตั้งอยู่ภายในบ้านควรหลีกเลี่ยงที่จะออกไปข้างนอกบ้าน โดยที่หน้าต่างถูกเปิดทิ้งไว้หรือประตูไม่ได้ปิด ซึ่งจะเป็นการดีที่หลีกเลี่ยงปัญหาในเหตุการณ์ดังกล่าว โดยพยายามที่จะต้องขจัดออกไปก่อนที่จะสายเกินไป

จากแฟ้มบันทึกของตำรวจส่วนใหญ่จะแสดงให้เห็นถึงปริมาณของอาชญากรรมที่ถูกกระทำโดยการเข้าผ่านทางหน้าต่างด้านข้างหรือไม่ก็เปิดด้านหลัง สาเหตุเป็นเพราะว่าหน้าต่างส่วนใหญ่ถูกปิดกันบางส่วนหรืออาจเป็นทั้งหมดโดยรั้วบ้าน, ต้นไม้ หรือพุ่มไม้ ซึ่งควรจะตรวจตราหน้าต่างจากรอยแตก, บานหน้าต่างไม่แน่น สลักล็อกมีการแตก และทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมตามความจำเป็น โดยที่สลักล็อกควรจะมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะป้องกันบุคคลใดก็ตามที่มีความสามารถในการเปิดหน้าต่างโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ ซึ่งคุณสามารถเพิ่มเติมสลักหน้าต่างโดยใช้แท่งเหล็กหรือไม้ก็ได้ โดยใช้แกนของไม้เนื้อแข็งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว จากร้านขายไม้หรือร้านขายเครื่องมือ แล้วจัดการตัดให้ได้ความยาวพอที่จะใช้เสียบเข้าไปในร่องสำหรับเลื่อนระหว่างหน้าต่างและกรอบของหน้าต่าง

ถ้าประตูด้านหน้าหรือด้านหลังถูกปิดบังจากถนนหรือจากสายตาของเพื่อนบ้านก็อาจจะกลายเป็นตำแหน่งทางเข้าของผู้บุกรุก เราสามารถป้องกันได้โดยการทำประตูให้แข็งแรงและให้อยู่ตัวอย่างเช่น การใช้โลหะหรือไม้เนื้อแข็ง ซึ่งจะใช้กรอบที่เป็นวัสดุเดียวกันและตรวจดูอย่างใน

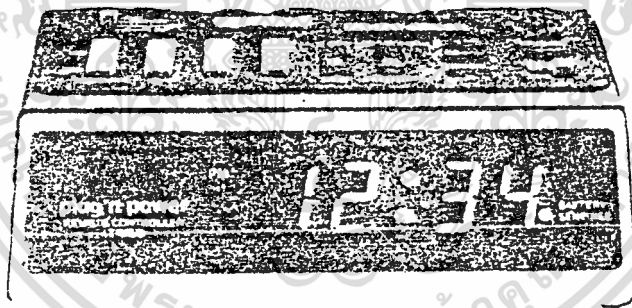
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่เหมาะสม ความปลอดภัยของประตูจะต้องไม่สามารถที่จะพังเข้าไปได้โดยง่าย ซึ่งอาจจะเพิ่มเติมสลักล็อกแบบตายตัวที่ประตูด้านนอกของแต่ละบาน โดยการล็อกด้วยแท่งเหล็กแข็งที่มีความยาว 1 นิ้ว หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม สลักล็อกแบบตายตัวนั้นสามารถหาซื้อแบบชุดกุญแจซึ่งสามารถใช้กุญแจเพียงดอกเดียวเพื่อเปิดประตูได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

เครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ

ทุกคนพอจะรู้ว่าปัญหาผู้บุกรุกสามารถถูกตัดออกไปได้อย่างมาก โดยการให้มีใครสักคนอยู่ภายในบ้าน เมื่อเจ้าของบ้านอาจจะออกไปพักผ่อนเป็นเวลาสัก 2 สัปดาห์ เครื่องตั้งเวลาจะทำให้หลอดไฟเปิด-ปิดตามเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าซึ่งจะดูเหมือนว่ามีใครบางคนอยู่ภายในบ้าน

เครื่องตั้งเวลาที่เราได้จะมีรูปแบบและลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งเครื่องตั้งเวลาที่สามารถโปรแกรมได้แบบตัวเดียวที่ใช้ต่อระหว่างหลอดไฟและเต้าเสียบไฟฟ้า (ปลั๊กไฟ) โดยจะสามารถโปรแกรมให้สามารถต่อและตัดตามเวลาที่กำหนด เครื่องตั้งเวลานั้นจะมีทั้งรูปแบบที่ใช้หลักการของเครื่องกลและแบบอิเล็กทรอนิกส์ ดังตัวอย่างที่จะแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.70

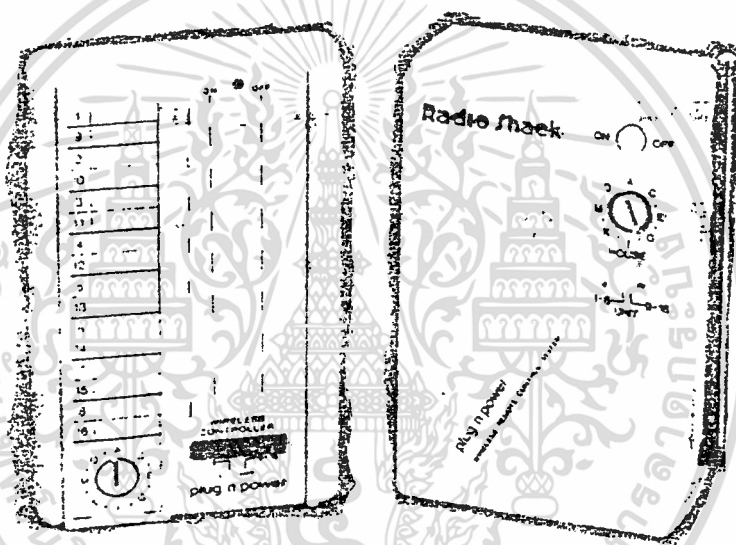


รูปที่ 2.70 เครื่องตั้งเวลาแบบโปรแกรมได้

นอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นอีกที่จะควบคุมหลอดไฟและอุปกรณ์อื่นทั้งภายในและภายนอก ดังตัวอย่าง Radio Plug'n Power รูปที่ 2.70 คือชุดผลิตภัณฑ์ของเครื่องส่งหรือเครื่องควบคุมและเครื่องรับที่ควบคุมระยะไกลแบบไร้สายซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมหลอดไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆจากระยะไกลในระหว่างที่คุณอยู่ในบ้านหรือแม้แต่จะอยู่นอกบ้านก็ตาม คุณคงจะไม่ชอบที่จะมาถึงบ้านในขณะที่ทางเดิน, ประตูหน้าบ้าน, โรงรถ, ห้องนั่งเล่นหรือแม้แต่ห้องนอนอยู่ในความมืดด้วยเครื่องส่ง Plug'n Power และชุดของเครื่องรับที่ควบคุมระยะไกลที่มีความเหมาะสมกันทำให้สามารถเปิดหลอดไฟตามที่คุณต้องการจากรถของคุณในขณะที่คุณขับรถไปยังบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบของ Radio Shack Plug'n Power จะใช้เครื่องตั้งเวลาเป็นตัวควบคุม ซึ่งจะทำให้สามารถตั้งเวลาในการเปิด-ปิดได้ถึง 8 รูปแบบ ซึ่งจะสามารถควบคุมหลอดไฟ, อุปกรณ์ไฟฟ้าและสวิตช์ผาผนัง โดยสัญญาณทั้งหมดจากเครื่องตั้งเวลาควบคุมต่อรูปแบบต่างๆ จะถูกส่งไปยังระบบสายไฟฟ้าที่มีอยู่ภายในบ้าน และเพื่อป้องกันการเปิดปิดของหลอดไฟในเวลาเดียวกันทุกวัน (อันเป็นการแสดงให้เห็นว่าคุณไม่อยู่บ้านอย่างแท้จริง) เครื่องตั้งเวลาสามารถให้คุณเลือกรูปแบบพิเศษที่เรียกว่า “ระบบรักษาความปลอดภัย” ซึ่งจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการเปิด-ปิดหลอดไฟในแต่ละวัน



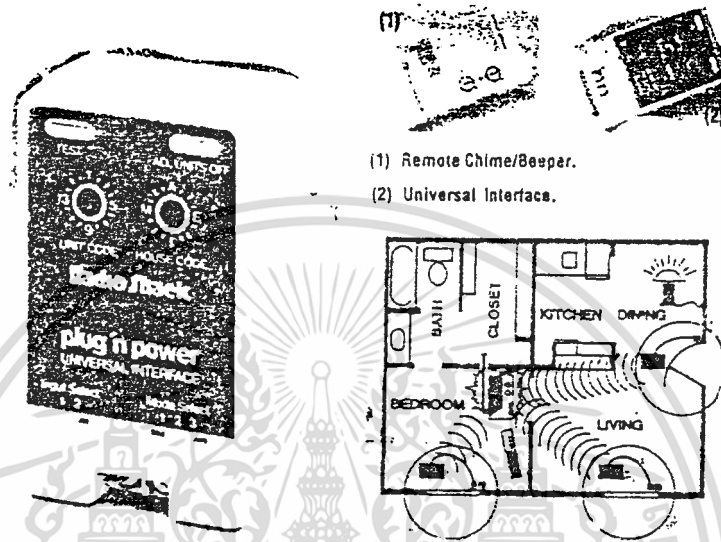
รูปที่ 2.71 ปลั๊กไฟฟ้าควบคุมแบบไร้สาย, ชุดควบคุมระยะไกลแบบไร้สาย

ยูนิเวอร์แซลอินเทอร์เฟซของ Plug'n Power ดังแสดงในรูป 2.71 สามารถนำไปใช้ขยายและเพิ่มเติมเพื่อความสะดวกสบาย และความปลอดภัยของระบบ Plug'n Power แบบพื้นฐาน

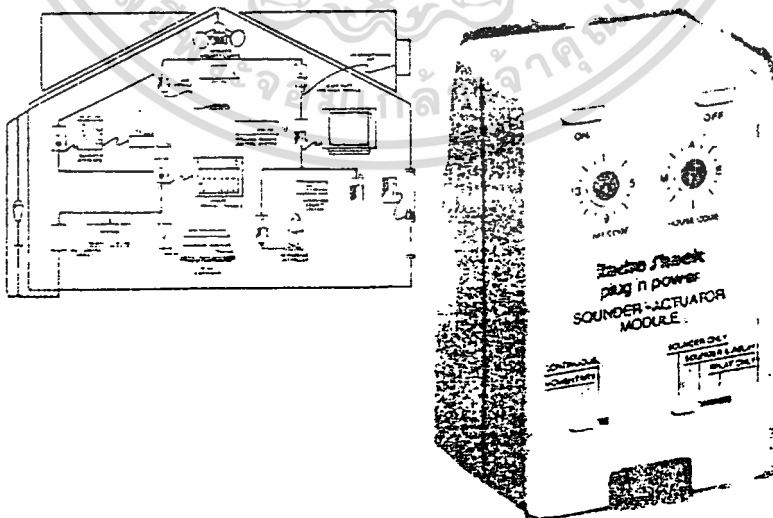
อินพุตที่ต่อไปยังอินเทอร์เฟซซึ่งจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการต่อของความถี่สัมผัสหรือ แรงดันไฟฟ้าขนาดต่ำ (6-18 VAC, DC) อาจจะถูกนำมาใช้เพื่อกระตุ้นยูนิเวอร์แซลอินเทอร์เฟซ อินพุตที่อินเทอร์เฟซอาจถูกต่อไปยังเข้าที่พุทของระบบรักษาความปลอดภัยและเมื่ออลาร์มเกิดเสียงดัง ยูนิเวอร์แซลอินเทอร์เฟซจะส่งสัญญาณไปยังชุดของ Plug'n Power ที่จะทำให้หลอดไฟทั้งหมดเกิดส่องแสงวามทั้งชุดของหลอดไฟ, และชุดของสวิตช์ผาผนังจะทำให้สแตอริโอทำงานถ้าได้ถูกต่อไปยังชุด Plug'n Power ซึ่งการใช้งานของยูนิเวอร์แซลอินเทอร์เฟซนั้นไม่มีขอบเขต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.72 ยูนิเวอร์แซลอินเตอร์เฟส



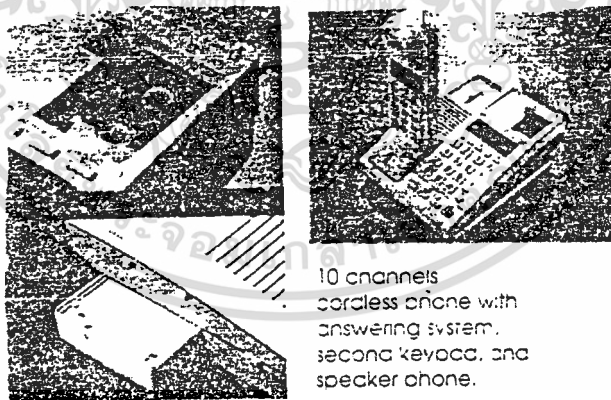
รูปที่ 2.73 ชุดอุปกรณ์ให้เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดอุปกรณ์ให้เสียงของปลั๊กไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.73 นำไปใช้ขยายให้แก่ระบบ ปลั๊กไฟฟ้า ได้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงดังเมื่อมีการถูกระตุ้นให้ทำงานและสามารถนำไปใช้ให้เป็นรีเลย์เพื่อสั่งงานแก่โทรศัพท์, อลาร์มหรือระบบควบคุมอื่นๆ

มาตรฐานการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานเพิ่มเติมที่จะควรถูกคำนึงถึง

- ถ้ามีการเดินทางเป็นระยะเวลาน้อยกว่า 1 สัปดาห์ หรืออยู่ในช่วงระยะเวลาที่ใกล้เคียง ให้อ่านเพื่อนบ้านดูแลบ้านแทนคุณ
- ถ้าเป็นการเดินทางในระยะเวลานานๆ ก็ให้บอกว่าจะงดการส่งเอกสารต่างๆ จนกว่าคุณ จะกลับมารวมทั้งการจัดส่งหนังสือพิมพ์ด้วย
- จัดซื้อหาเครื่องโต้ตอบให้โทรศัพท์ภายในบ้าน ซึ่งบางครั้งขโมยอาจจะโทรศัพท์เข้ามา เพื่อต้องการคว้ามักคนอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีการตอบรับก็จะรู้สึกปลอดภัยที่จะเข้าไป เครื่องโต้ตอบจะ จัดรูปแบบในลักษณะนี้ถ้าคุณได้โปรแกรมด้วยข้อความที่เหมาะสม อย่าใช้ข้อความว่า “ขณะนี้ผม ไม่อยู่บ้าน” หรือข้อความที่มีลักษณะเดียวกันซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าคุณไม่ได้อยู่ที่นั่น อาจจะ ใช้ข้อความเช่น “ผมไม่สามารถไปรับโทรศัพท์ได้ในขณะนี้” ซึ่งจะแสดงความเป็นไปได้ว่าคุณยัง คงอยู่บ้าน



รูปที่ 2.74 ตัวอย่างเครื่องโต้ตอบอัตโนมัติ

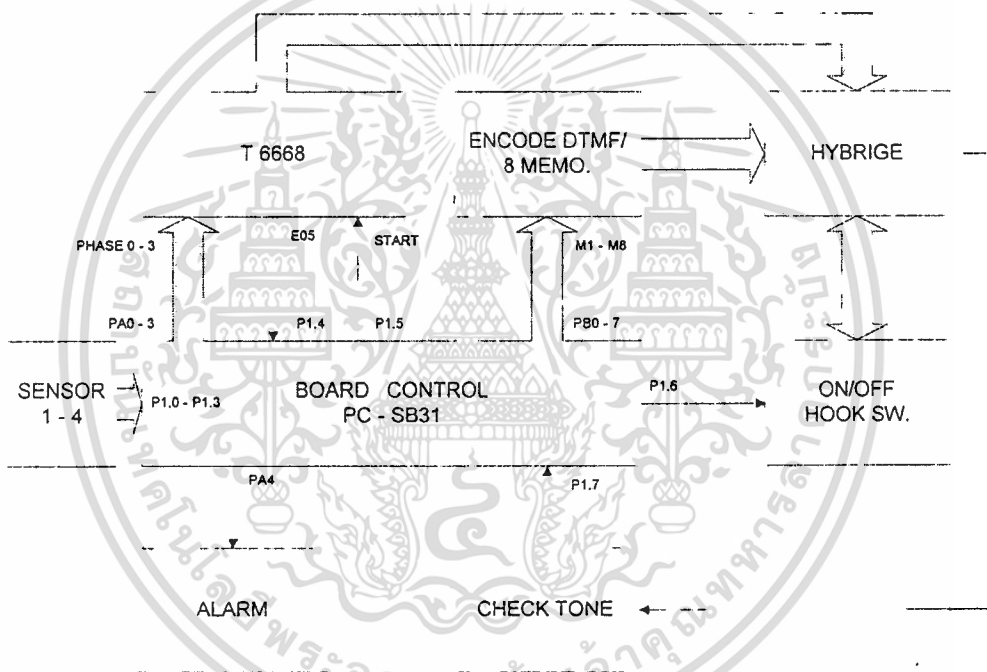
สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ เครื่องโต้ตอบโทรศัพท์หรือแม้แต่การหมุนโทรศัพท์ด้วยระยะไกลจะ ไม่สามารถที่จะทำงานได้โดยปราศจากกำลังไฟฟ้า ถ้าเกิดมีไฟฟ้าดับบ่อยๆ ก็จะทำให้ความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์โทรศัพท์เหล่านี้ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

การออกแบบเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ ได้ทำการสร้างและประกอบวงจรลงบนแผ่นปริ้นท์ออนกประสงค์ เนื่องจากโครงงานชุดนี้อยู่ในขั้นการทดลอง และเพื่อความสะดวกในการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาประสิทธิภาพของวงจรต่อไป



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

โครงสร้างของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 ประกอบไปด้วยวงจรที่มีส่วนสำคัญ 5 ส่วนดังนี้

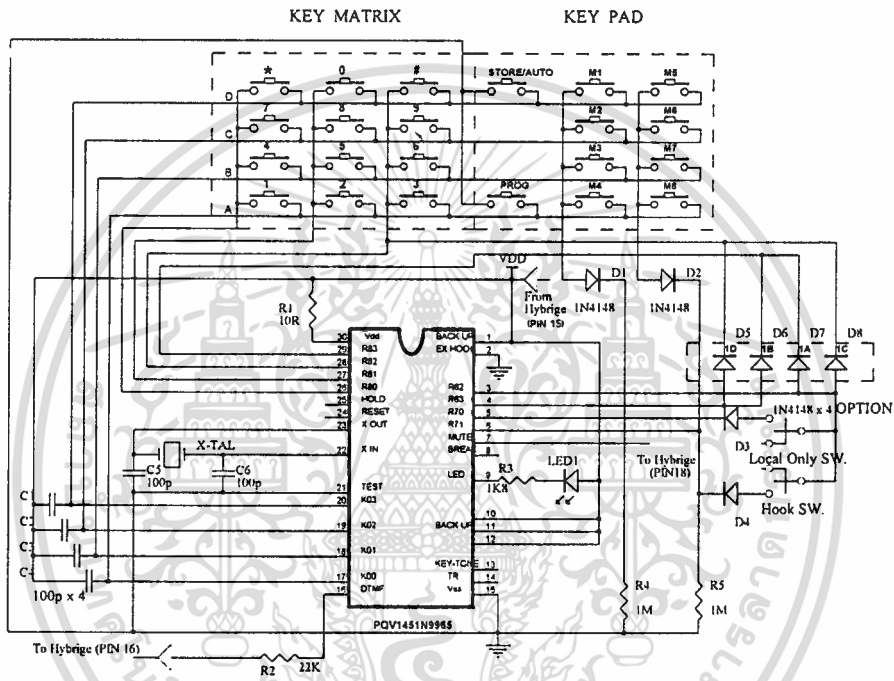
1. วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Encoder/8 Memory Telephone Number)
2. วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล (Playback/Record Sound Digital)

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรไฮบริดจ์ (Hybridge)

5. วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

3.1 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์



รูปที่ 3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

จากรูปที่ 3.2 แสดงวงจร DTMF Encoder ซึ่งวงจรนี้สามารถบันทึก เลขหมายโทรศัพท์ได้ สูงสุดถึง 8 ช่องสัญญาณ หรือ 8 เบอร์ โดยในแต่ละช่องสัญญาณจะสามารถบันทึกสูงสุดได้ 15 หมายเลข และสามารถที่จะส่งสัญญาณได้ทั้งในระบบพัลส์และระบบโทน

วงจรชุดนี้ใช้ไอซีเบอร์ VT 451 BN N 067 ทำหน้าที่เป็นหัวใจสำคัญของวงจร มีทั้งส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และวงจรบันทึกเลขหมายโทรศัพท์ภายในตัวเอง หน่วยความจำที่อยู่ภายในตัวไอซีเป็นหน่วยความจำชนิดแรม ซึ่งสามารถบันทึกหมายเลขลงไปใหม่ได้แต่ละครั้งมีไฟเลี้ยงอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลที่ได้นับที่ไว้สูญหายไป

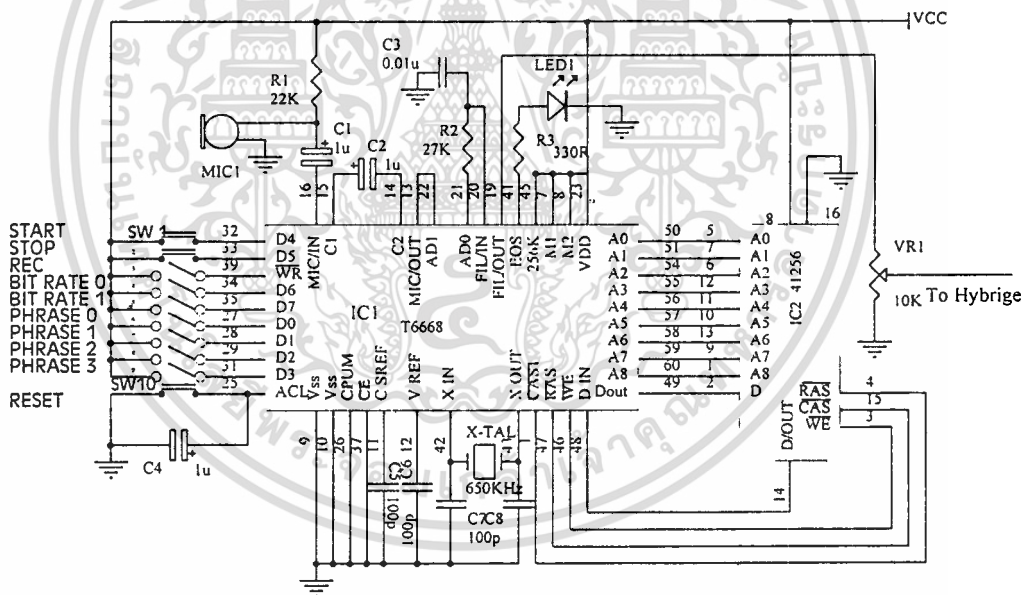
อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบรวมกันได้แก่ สวิตช์เมตรริกซ์ขนาด 4x4 และสวิตช์ชนิดกดติด
ปล่อยดับอีก 8 ตัว (อยู่ในส่วนของกรับบันทึก) ส่วนตำแหน่งขาที่ใช้ร่วมกับชุดควบคุมเพื่อใช้ใน
การณียุคทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF ได้แก่ สวิตช์ M1 ถึง M8 ซึ่งจะถูกต่ออยู่กับพอร์ท B (PB0 - PB7) ดังรูปที่ 3.2 ส่วนในการบันทึกเบอร์โทรศัพท์นั้นเราใช้ระบบ Manual

3.2 วงจรบันทึกลีขึงและเล่นกลั้บระบบดิจิตอล

วงจรนี้เป็นวงจรเล่นกลับและบันทึกเสียงพุทระบบดิจิทัล โดยใช้ไอซีเบอร์ T6668 ไอซีเบอร์ T6668 นี้มีความสมบูรณ์ในตัว ทางด้านอินพุตสามารถต่อไมโครโฟนเข้ากับไอซีได้เลย ทางด้านเอาต์พุตก็เพียงแต่เพิ่มส่วนขยายอีกส่วนเดียว วงจรที่สมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียงและรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานของ T6668 แสดงดังรูปที่ 3.3

เนื่องจากตัว T668 เป็นแบบเซอร์เฟสเมาต์ มีขาชิดกันมาก และจำเป็นต้องใช้แผ่นวงจรพิมพ์สองหน้า ชนิดเพลตทูล์โฮลด์



รูปที่ 3.3 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล

หัวใจสำคัญของวงจรนี้อยู่ที่ IC1 และ IC2 ซึ่งเป็นไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยความจำ หลักการทำงาน IC1 จะทำการรับเสียงพูดเข้ามาจากนั้นก็ทำการขยาย และเปลี่ยนสัญญาณจากอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D) แล้วนำไปเก็บที่ไดนามิกแรม (DRAM) IC2 โดย CPU ภายในจะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอะนาล็อก (D/A) จะใช้อัตราในการแปลง 10 บิต การบันทึกเสียงเข้าไป สามารถเลือกอัตราเร็วได้ 4 ระดับ โดยเลือกที่ D6 - D7 จากตารางที่ 3.1

1.D7 - D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็วในการแปลงข้อมูล เป็น 8 Kbit ต่อวินาที ทำให้บันทึกหรือเล่นได้นาน 128 วินาที

2.D7 - D6 ไปที่ 0,1 จะทำให้อัตราความเร็วในการแปลงข้อมูล เป็น 11 Kbit ต่อวินาที ทำให้บันทึกหรือเล่นได้นาน 93 วินาที

3.D7 - D6 ไปที่ 1,0 จะทำให้อัตราความเร็วในการแปลงข้อมูล เป็น 16 Kbit ต่อวินาที ทำให้บันทึกหรือเล่นได้นาน 64 วินาที

4.D7 - D6 ไปที่ 1,1 จะทำให้อัตราความเร็วในการแปลงข้อมูล เป็น 32 Kbit ต่อวินาที ทำให้บันทึกหรือเล่นได้นาน 32 วินาที

KBPS	D7	D6
8	0	0
11	0	1
16	1	0
32	1	1

ตารางที่ 3.1 อัตราเร็วต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึก

การบันทึกนั้น เมื่อเราเพิ่มอัตราความเร็วใดแล้ว เราสามารถนำมาเล่นในอัตราเร็วอื่นๆ ได้ อีก ทำให้เราสามารถเร่งอัตราเร็วของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการอัดเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดี ควรใช้อัตราเร็วสูงๆ ในการอัดด้วย จึงทำให้เสียงที่ต้องการอัดออกมาดี

หน่วยความจำ

T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาด คือ 64 K DRAM กับ 256K DRAM โดยการเลือกขาที่ 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256K) คือเมื่อเราต้องการต่อ DRAM 256 K เข้ากับไอซี เราต้องต่อขา 45 กับกราวนด์ T6668 ก็จะรู้ว่าเราได้เลือกใช้หน่วยความจำเท่าไรกับมัน

ชนิดของ RAM	256K	M ₂	M ₁	ตำแหน่งที่หยุด
64 K DRAM ตัวที่1	0	0	0	0FFFFH
64 K DRAM ตัวที่2	0	0	1	1FFFFH
64 K DRAM ตัวที่3	0	1	0	2FFFFH
64 K DRAM ตัวที่4	0	1	1	3FFFFH
250 K DRAM ตัวที่1	1	0	0	4FFFFH
250 K DRAM ตัวที่2	1	0	1	7FFFFH
250 K DRAM ตัวที่3	1	1	0	BFFFFH
250 K DRAM ตัวที่4	1	1	1	FFFFFFH

ตารางที่ 3.2 การเลือกหน่วยความจำให้ ไอซี T6668

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำมาใช้กับเครื่องเล่นวิทยุทางโทรศัพท์นี้ การเลือกข้อความในการเล่นกลับจะใช้บอร์คควบคุมเป็นตัวเลือก โดยผ่านทางพอร์ต A (PA0-PA3) จำนวน 4 บิต ส่วนตำแหน่งที่ใช้ตรวจสอบสัญญาณว่ามีการส่งคำพูดออกไปหมดแล้วในแต่ละช่อง (E05) คือพอร์ต 1 บิตที่ 6 (P1.6)

การทำงานต่างๆ ก็เหมือนกับเทปทั่วไป คือ มีทั้งการบันทึกและการเล่นกลับ แต่ต่างกันที่ระบบในการบันทึกซึ่งเทปใช้ระบบอนาล็อก ส่วนวงจรชุดนี้ใช้ระบบดิจิทัล ข้อความที่ถูกนำมาบันทึกในช่องต่างๆ ตามตารางที่ 3.3 เป็นข้อความที่นำมาบันทึกสำหรับไว้ใช้งานจริง

เมื่อเราต้องการที่จะนำข้อความที่อยู่ในช่องใดออกมาตอบกลับไปยังผู้เรียก ชุดควบคุมก็จะสั่งให้กำหนดสัญญาณที่พอร์ต A บิตที่ 1 และ 3 คือพอร์ต PA1 - PA3 ค้างไว้ตามตาราง จากนั้นก็

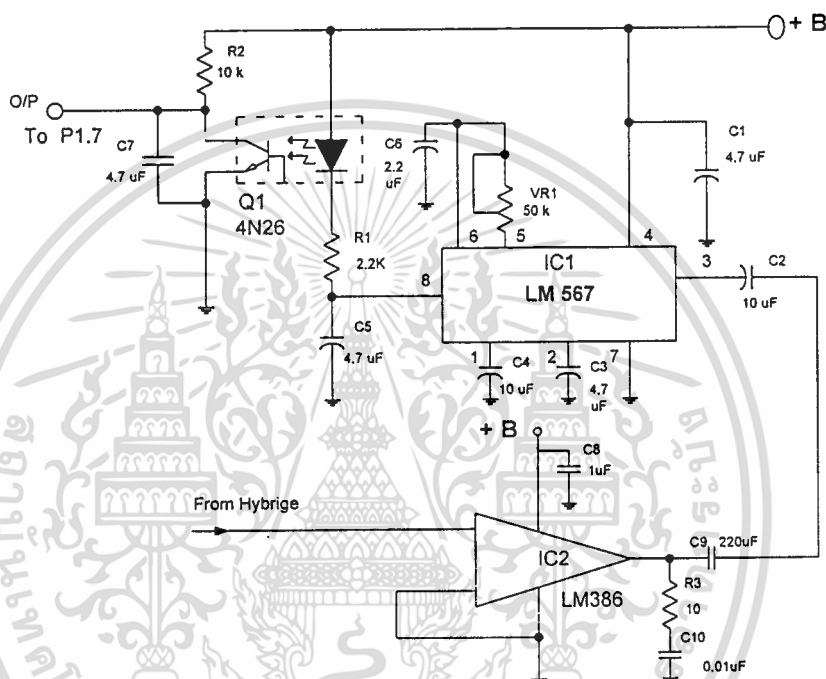
D2	D1	D0	ข้อความ
0	0	0	นี่คือเสียงจากเครื่องแจ้งเหตุอัตโนมัติหมายเลข 1 เมื่อจบข้อความนี้
0	0	1	ที่นี่พระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะ วิศวกรรม
0	1	0	ขณะนี้ที่นี่เกิดเหตุ พบกลุ่มควันมากผิดปกติ
0	1	1	ขณะนี้ที่นี่เกิดเหตุ แก๊สรั่ว
1	0	0	ขณะนี้ที่นี่เกิดเหตุ ความร้อนสูงผิดปกติ
1	0	1	ขณะนี้ที่นี่เกิดเหตุ ประตูหรือหน้าต่างถูกเปิดอย่างผิดปกติ

ตารางที่ 3.3 การกำหนดข้อความในช่องต่างๆ

จะส่งสัญญาณเล่นกลับมายังวงจร โดยผ่านทางพอร์ต A บิตที่ 0 (PA0) เพื่อนำข้อความเล่นกลับไปยังผู้ที่ต้องการจะติดต่อ และยังมีอีกตำแหน่งหนึ่งที่จำเป็นต้องนำมาใช้เพื่อตรวจสอบ คือ ขา E05 ซึ่งถูกต่ออยู่กับพอร์ต 1 บิตที่ 6 บนชุดควบคุม เพื่อตรวจสอบว่าได้ทำการเล่นกลับหมดแล้วในช่องเอกสารที่ได้ตั้งเอาไว้ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์ (Check Tone)

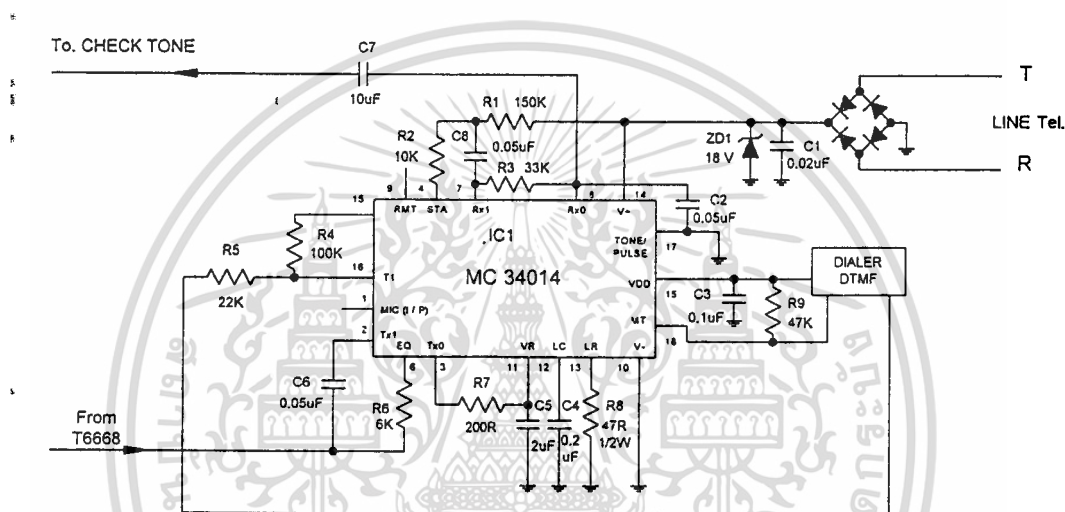
ในโครงงานชิ้นนี้ วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนของโทรศัพท์ที่มีส่วนสำคัญมาก คือ เป็นส่วนที่ทำให้ชุดควบคุมรู้ถึงสัญญาณว่า เมื่อสัญญาณนี้เข้ามาควรทำอะไรตามที่เขียนโปรแกรมกำหนดไว้



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์

เนื่องจากสัญญาณในสายโทรศัพท์มีสัญญาณอื่นๆ ที่ไม่ต้องการเกิดเป็นสัญญาณรบกวน (Noise) ขึ้น จึงได้นำเอาทรานฟอร์เมอร์มาคลี่ปลี่ยนสัญญาณและใช้วงจรแบนด์พาสเพื่อที่จะได้สัญญาณในช่วงที่ต้องการ คือช่วงความถี่ 350 เฮิรตซ์ ถึง 440 เฮิรตซ์ (เป็นความถี่ของสัญญาณให้หมุ่น, ไม่ว่าง และ เรียกกลับ) แล้วนำสัญญาณที่ผ่านวงจรแบนด์พาสนี้ มาเข้ากับวงจรเฟสล็อกกลูป (LM567) ซึ่งเฟสล็อกกลูปมีการทำงานดังนี้ เอาท์พุท (ขา 8) เป็นโลจิก “0” เมื่อความถี่ของอินพุทที่เข้ามาจากวงจรแบนด์พาส ตรงกับความถี่ของตัวไอซี (f_0) ความถี่ f_0 นี้มาจาก R และ C (คำนวณได้จาก $1.1/RC$, R นิยมใช้แบบปรับค่าได้) ในวงจรนี้ได้กำหนดความถี่ที่ต้องการไว้ที่ 395 เฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ที่อยู่กึ่งกลางของความถี่สัญญาณโทนโทรศัพท์ที่ต้องนำมาตรวจสอบ การนำเอา LM567 มาใช้นี้ ค่าความต้านทานที่นำมาใช้เหมาะสมที่สุดควรอยู่ระหว่าง 2K - 20K LM567 สามารถตรวจจับความถี่ต่ำๆ ขนาด 0.01 เฮิรตซ์ สูงจนถึง 500 เฮิรตซ์ ได้ (การนำมาใช้ที่ความถี่ต่ำกว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรไฮบริดจ์ (Hybridge)



รูปที่ 3.5 วงจรไฮบริดจ์

วงจรไฮบริดจ์เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ในการติดต่อเชื่อมโยงระหว่าง วงจรภาคต่างๆ ภายใน
โครงงานชุดนี้กับคู่สายโทรศัพท์ ในปัจจุบันนี้ไฮบริดจ์ได้ถูกออกแบบมาให้เป็นไอซีสำเร็จรูป ซึ่ง
เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ในโครงงานชุดนี้ได้นำเอาไอซีเบอร์ MC 34014 ซึ่งเป็นของบริษัท
โมโตโลรา มีขนาดจำนวนขา 18 ขา และใช้แหล่งจ่ายไฟในการเลี้ยงวงจรจากชุดสายโทรศัพท์
ขนาดของไฟเลี้ยงต่ำสุดที่สามารถทำงานได้ 1.5 โวลท์

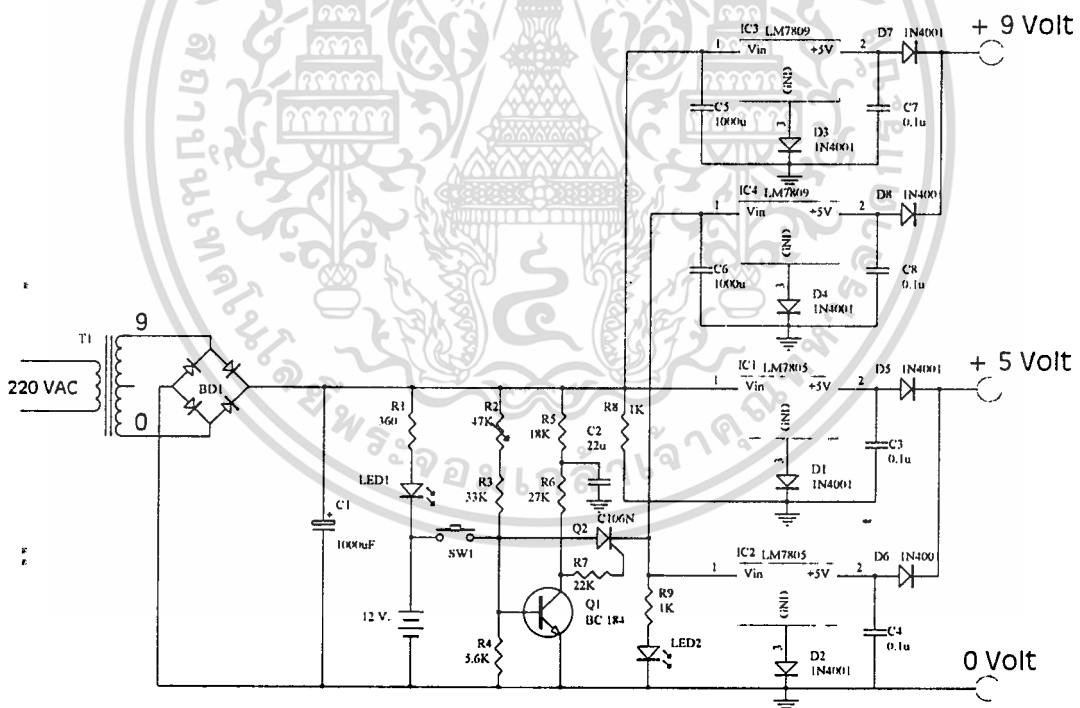
จากวงจรในรูปที่ 3.5 เป็นวงจรที่นำมาใช้ในโครงการนี้ โดยมีไดโอดบริดจ์เป็นตัวป้องกัน
ไฟสลับเพื่อไม่ให้เข้ามารบกวนการทำงานของวงจร และซีเนอร์ไดโอดป้องกันไม่ให้ไฟสูงเข้ามา
ไฟสูงที่ว่านี้เกิดจากสัญญาณกระดิ่งซึ่งสูงประมาณ 110 โวลต์ ส่วนโครงสร้างและวงจรภายในของ
ไอซีตัวนี้สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก

3.5 วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

วงจรแหล่งจ่ายไฟชุดนี้ ออกแบบให้มีแรงดันไฟฟ้า 2 ชุด ได้แก่ 5 โวลต์ และ 9 โวลต์ ซึ่งสามารถจ่ายกระแสได้ประมาณ 3 แอมป์ และทำงานได้แม้ไฟฟ้าที่ใช้เกิดขัดข้อง เพราะได้มีการออกแบบให้มีการใช้แหล่งจ่ายไฟสำรองไว้

การทำงาน

จากวงจรรูปที่ 3.6 เมื่อเปิดสวิตช์ให้เริ่มทำงาน ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC จะถูกแปลงแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเหลือ 9 VAC ด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า (T1) จากนั้นผ่านวงจรบริดจ์เรกติฟายเออร์ชนิดเต็มคลื่น (BD1) ซึ่งจะจ่ายไฟตรงที่ยังไม่เรียบคืนักให้แก่ไอซีเรกูเลเตอร์ชุดแรก (IC1 และ IC3) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมให้ไฟที่เอาต์พุตของวงจรออกมาคงที่คือ 5 โวลต์ และ 9 โวลต์ ตามลำดับ



รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เมื่อเริ่มต้นทำงานครั้งแรก แรงดันไฟฟ้าที่ขาคอลเลกเตอร์ของ Q1 จะถูกรักษาให้มีแรงดัน

ไฟฟ้าต่ำโดย C2 และ R6 ขณะที่ C1 และ C4 กำลังประจุให้แรงดันคร่อมตัวมันมีค่าสูงขึ้น การที่

ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันที่ขาคอลเลกเตอร์มีค่าต่ำในตอนเริ่มต้นนี้ทำให้ SCR1 ไม่ทำงานเพราะไม่มีกระแสไฟฟ้ามากระตุ้นที่ขาเกต แบตเตอรี่แบบนิเกิลแคดเมียมจะถูกประจุน้อยๆ (Trickle-Charged) โดยผ่านทาง R1 และ LED1 LED1 สว่างแสดงว่าแบตเตอรี่กำลังถูกประจุไฟอยู่

เมื่อไฟบ้าน (220 VAC) เกิดขัดข้องขึ้นมา (ไฟดับ) แรงดันที่ป้อนให้แก่ IC1 ยังคงพอที่จะทำให้เข้าพุทเป็น 5 โวลต์ ได้อีกชั่วระยะเวลาขณะหนึ่งแต่เมื่อแรงดันนี้ตกลงถึงระดับหนึ่งแล้ว จะทำให้แรงดันไฟที่ขาเบสของ Q1 ไม่เพียงพอที่จะทำให้ นำกระแสได้ C2 จะคายประจุไฟฟ้ามากระตุ้นให้ขาเกตของ SCR1 โดยผ่านทาง R6 และ R7 เมื่อ SCR1 นำกระแสก็จะเป็นทางผ่านให้ แบตเตอรี่จ่ายไฟมาป้อนให้แก่ไอซีเรกูเลเตอร์ชุดที่สอง (IC2 และ IC4) ซึ่งไอซีเรกูเลเตอร์ชุดที่สองนี้จะทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงแทน ก่อนที่แรงดันไฟฟ้าที่เข้าที่พุทจะตกต่ำกว่า 5 โวลต์ ในสภาวะนี้ LED1 จะดับ และ LED2 จะสว่างแทน เป็นการแสดงให้เห็นว่าแบตเตอรี่กำลังทำงานอยู่

ที่นี้ถ้าหากแรงดันไฟบ้านกลับคืนมาอีกครั้งหนึ่ง LED1 ก็สว่างอีกครั้งหนึ่งเพื่อแสดงว่ามีไฟบ้านมาแล้วแต่ LED2 ยังคงสว่างอยู่จนกว่าสวิตช์ SW1 ถูกกดรีเซ็ต เพื่อทำให้ SCR1 หยุดนำกระแส

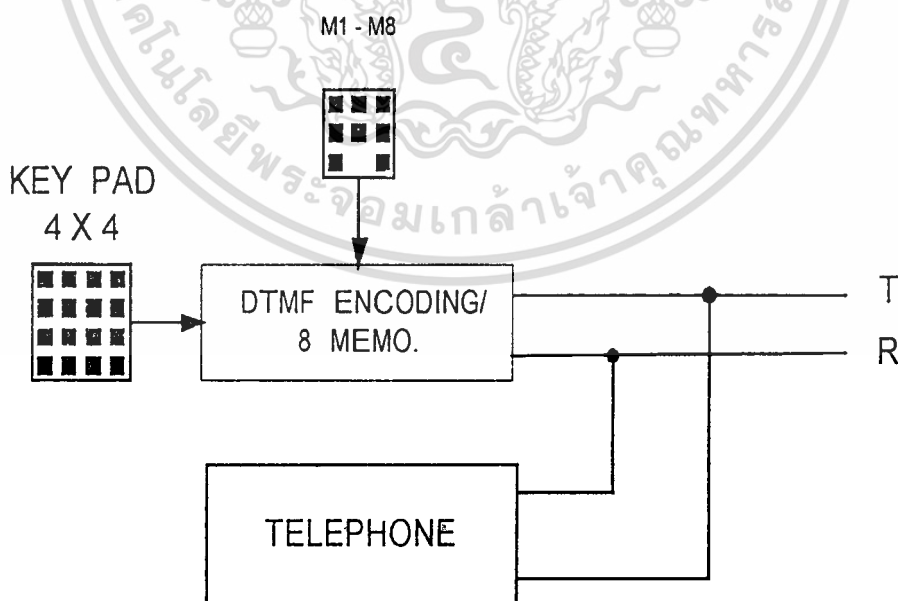
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เพื่อให้ง่ายแก่การทดลองและการตรวจสอบจึงได้ทำการแบ่งเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติออกเป็นชุดวงจรได้ 4 ชุด ดังนี้

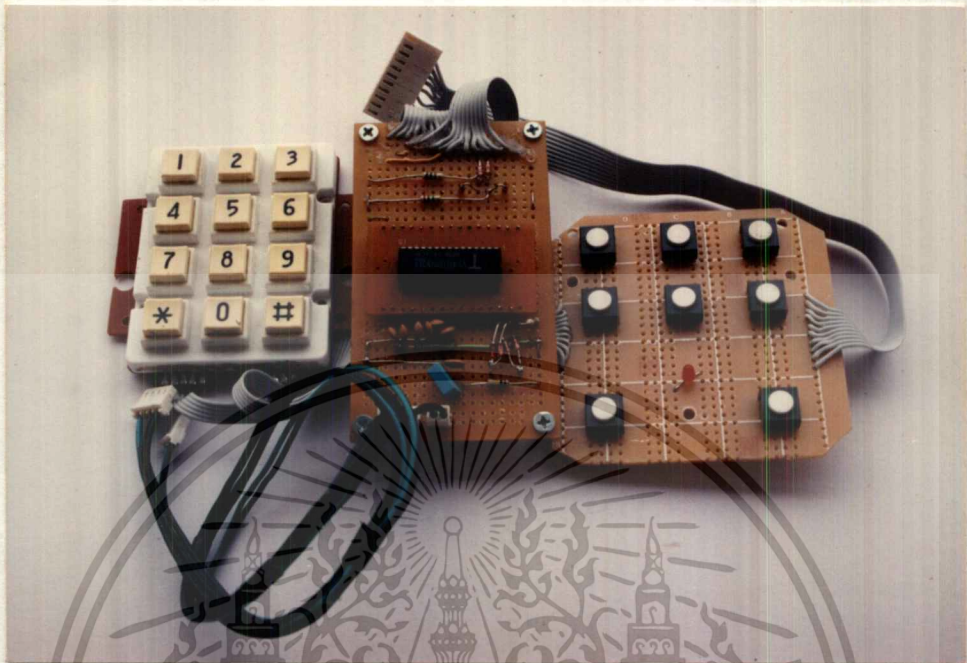
- 1.ชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Encoder/ 8 Memory Telephone Number)
- 2.ชุดบันทึกเสียงและเล่นกลับแบบดิจิทัล (T6668)
- 3.ชุดตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์ (Check Tone)
- 4.ชุดเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติกับคู่สายโทรศัพท์ (Hybridge & On/Off Hook Switch)

4.1 ชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ (DTMF Encoder/ 8 Memory Telephone Number)



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รูปวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

การทดลองและผลการทดลองในส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

เมื่อทำการต่อวงจรชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์เสร็จหลังจากนั้นให้สำรวจความเรียบร้อยของวงจร ตรวจสอบจุดต่อและชุดสวิตช์กดต่างๆ ให้เรียบร้อย แล้วป้อนไฟให้กับวงจรจากนั้นทดลองกดหมายเลขโทรศัพท์เบอร์ 326-6052 แล้ววัดสัญญาณ DTMF โดยสัญญาณ DTMF จะเป็นรูปคลื่นไซน์ที่มีความถี่ 2 ความถี่มอดูเลทกันมา โดยผลที่ได้จากการทดลองกดหมายเลขต่างๆ จะได้สัญญาณ DTMF ดังต่อไปนี้

สัญญาณ DTMF ของเลข 3 เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 697 เฮิร์ตซ์กับ 1,477 เฮิร์ตซ์

สัญญาณ DTMF ของเลข 2 เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 697 เฮิร์ตซ์กับ 1,336 เฮิร์ตซ์

สัญญาณ DTMF ของเลข 6 เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 770 เฮิร์ตซ์กับ 1,336 เฮิร์ตซ์

สัญญาณ DTMF ของเลข 0 เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 941 เฮิร์ตซ์กับ 1,336 เฮิร์ตซ์

สัญญาณ DTMF ของเลข 5 เกิดจากการมอดูเลทความถี่ 770 เฮิร์ตซ์กับ 1,336 เฮิร์ตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองและผลการทดลองในส่วนวงจรบันทึกเลขหมายโทรศัพท์

: เมื่อทำการทดลองกดเบอร์โทรศัพท์แล้วมีสัญญาณ DTMF ออกมาเป็นความถี่ 2 ความถี่มอดูเลทกันมา ขั้นตอนต่อมาทำการทดลองบันทึกเบอร์โทรศัพท์ลงในหน่วยความจำภายในไอซี โดยมีขั้นตอนการทดลองกระทำดังนี้

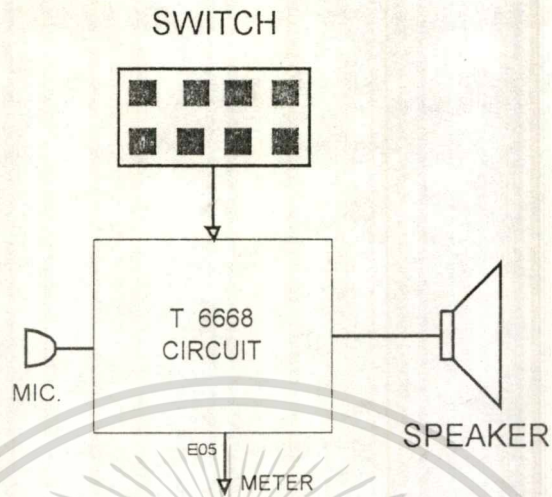
- 1.กดสวิทช์ PROG (PROGRAM) เพื่อเป็นการกำหนดว่าจะเริ่มการบันทึก
- 2.กดสวิทช์ M1 ถึง M8 เพื่อเป็นการเลือกช่องที่จะทำการบันทึกเบอร์โทรศัพท์ โดยที่ภายใน 1 ช่องสามารถบันทึกตัวเลขได้ 16 ตัวเลข ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการบันทึกลงในช่องที่ 1 (M1)
- 3.กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างเบอร์ 326-6052
- 4.กดสวิทช์ STORE/AUTO เพื่อทำการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์
- 5.กดสวิทช์ PROG (PROGRAM) เพื่อเป็นการจบการบันทึก
- 6.ถ้าต้องการบันทึกช่องต่อไป (M2 ถึง M8) ก็ให้ทำตามข้อ 1 ถึงข้อ 5 อีกครั้ง

ภายหลังจากที่ทำการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ลงในช่องต่างๆ (M1 ถึง M8) เรียบร้อยแล้วทดลองกดสวิทช์เพื่อทำการเรียกหมายเลขโทรศัพท์ที่ได้ทำการบันทึกไว้โดย

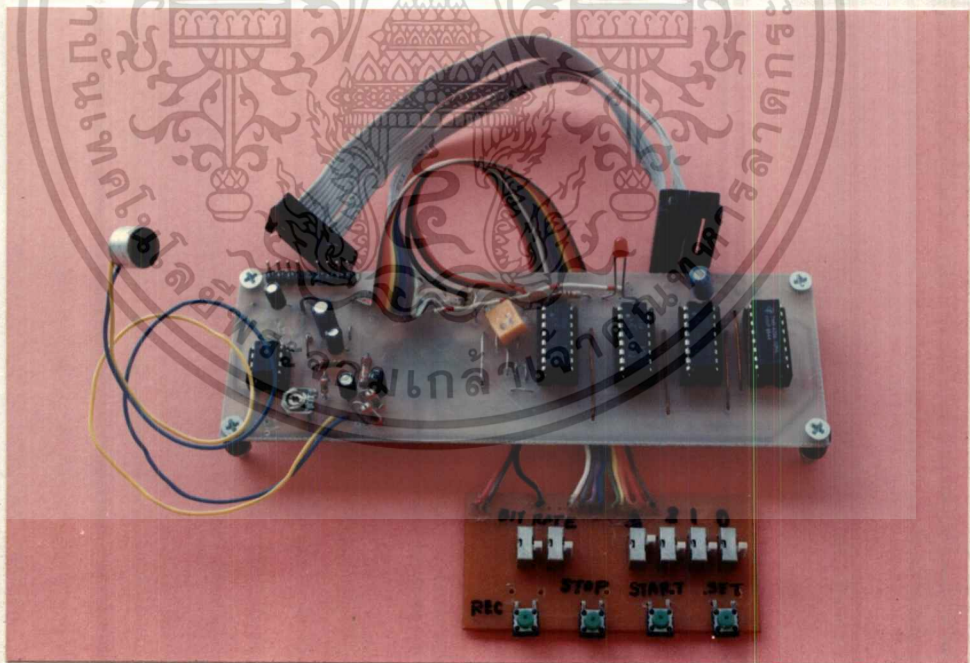
- 1.ยกหูโทรศัพท์ขึ้น จะได้ยินเสียงสัญญาณให้หมุน
- 2.กดสวิทช์ M1 ถึง M8 (ปุ่มใดปุ่มหนึ่ง) เพื่อเป็นการเลือกช่องหรือเลขหมายโทรศัพท์ที่บันทึกไว้แล้วของผู้ที่เราที่ต้องการจะติดต่อด้วย
- 3.เมื่อสายรอสักครู่จะได้ยินเสียงของสัญญาณเรียกกลับถ้าเบอร์ที่เราติดต่อไปสายว่าง
- 4.สามารถสรุปได้ว่า ชุดกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกเลขหมายโทรศัพท์ได้ทำงานแล้วและมีประสิทธิภาพของวงจรอยู่ในขั้นดี

4.2 วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล

จากที่ผ่านมาเราได้ทราบว่า ในการบันทึกเสียงพูดนั้นเราใช้วงจรบันทึกเสียงพูดซึ่งก็ได้มีการอธิบายไว้แล้วในบทที่ 3 นั้น เห็นได้ว่าในวงจรบันทึกเสียงพูดเราใช้ไอซีเบอร์ T6688 ทำการบันทึกเสียง และได้แสดงบล็อกไดอะแกรมการต่อใช้งานได้ดังนี้



รูปที่ 4.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรบันทึกเสียงพูด



รูปที่ 4.4 รูปวงจรบันทึกเสียงพูด

จากรูปที่ 4.3 ทำการทดสอบการทำงานของวงจรซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรแล้วเปิดเครื่อง จะเห็นหลอด LED สีเขียวสว่างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเขียนเนื้อหาทั้งหมด ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดปุ่ม RESET เพื่อทำการล้างข้อมูลที่มีอยู่เดิมทั้งหมด
 3. เลือกช่องที่จะทำการบันทึกเสียงโดยการเลื่อนสวิทช์
 4. เลือกสปีดความเร็วเสียงพูดโดยการใช้สวิทช์ D6-D7 ได้ตามต้องการ (บทที่ 3)
 5. ทำการบันทึกเสียงพูดโดยการกดสวิทช์ REC และสวิทช์ START โดยหลอด LED สีเขียวจะดับแสดงว่าเครื่องกำลังทำการบันทึกคำพูดเข้าไปเก็บไว้ และถ้าในกรณีเราพูดบันทึกนานเกินไปเมื่อถึงกำหนดเวลาเครื่องจะทำการหยุดวงจรเองโดยอัตโนมัติเป็นผลให้ LED สีเขียวสว่าง
 6. เมื่อทำการบันทึกเสร็จสิ้นให้กดสวิทช์ STOP หลอด LED ก็สีเขียวก็จะดับ
 7. ถ้าต้องการบันทึกช่องอื่นๆ ก็ทำการเลื่อนสวิทช์เลือกช่องที่ต้องการแล้วดำเนินการตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 2 ถึงข้อ 6
 8. การเล่นกลับ (PLAY) หรือการอ่านสามารถทำได้โดยกดสวิทช์ START จะมีผลทำให้หลอด LED ดับเครื่องจะพูดข้อความตามที่อัดไว้เมื่อจบข้อความหลอด LED ก็จะดับ
- จากคุณสมบัติที่กล่าวมาทำให้เครื่องสามารถตัดต่อคำพูดและสามารถใช้ไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงานซึ่งทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

การทดสอบ

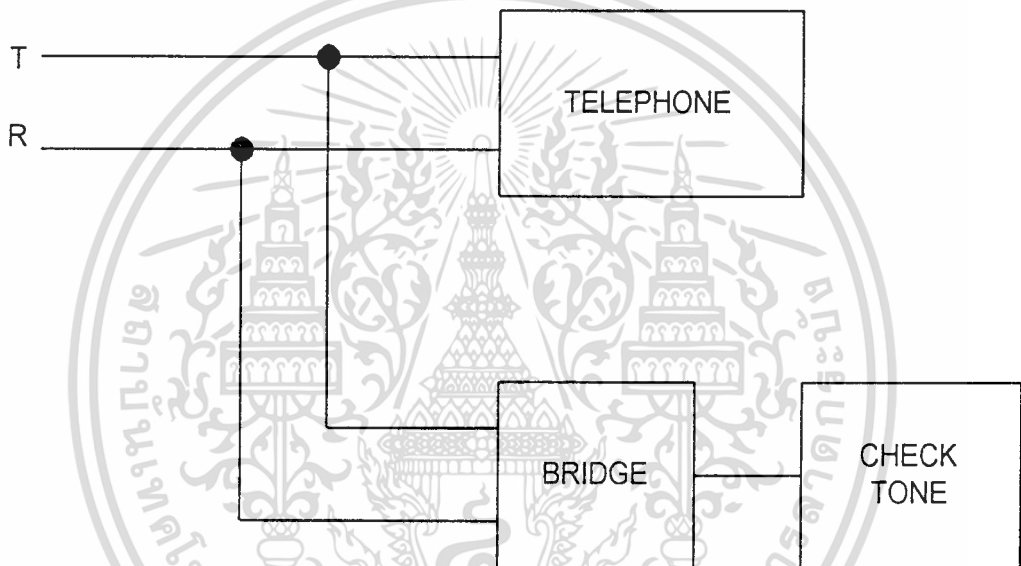
เมื่อประกอบวงจรลงอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วตรวจดูว่าไม่มีอะไรผิดพลาดสายต่างๆ ต่อไว้ถูกต้องดีแล้ว ป้อนไฟเข้าวงจรวัดไฟที่ขาเอาต์พุตของไอซีจะต้องได้ +5 โวลต์ ในขณะนี้หลอด LED จะติดสว่างด้วย จากนั้นปรับ VR1 ไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง ตอนนี้จะได้ยินเสียงซ่าที่ลำโพงเล็กน้อย ต่อมาทดลองบันทึกข้อความดูโดยเลื่อนสวิทช์ SW3 (START) ไฟที่ LED จะดับลงพูดข้อความอะไรก็ได้เข้าไปที่ไมค์กะเวลาซักประมาณ 35 วินาที จากนั้นกดสวิทช์ SW2 เพื่อหยุดการบันทึก LED จะติดสว่าง จากนั้นเลื่อนสวิทช์ SW4 (REC) ไปตำแหน่งปิดเป็นอันเสร็จสิ้นการบันทึก

จากนั้นกดสวิทช์ SW1 เพื่อฟังข้อความที่บันทึกไว้ ขณะกดสวิทช์ SW1 นี้หลอด LED จะดับลงพร้อมกับจะมีเสียงพูดข้อความที่เราบันทึกเข้าปัดังออกมาที่ลำโพงเมื่อข้อความที่บันทึกไว้หมดลง LED จะสว่างขึ้นมาอีกครั้ง

ปัญหาและการแก้ปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชุดบันทึกเสียงพูดก็คือ เกิดเสียงหวีดขึ้นที่ลำโพงทำให้เสียงที่บันทึกมีการรบกวนเกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุของเสียงหวีดเกิดจากการป้อนกลับของสัญญาณระหว่างไมโครโฟนกับลำโพง วิธีแก้ไขทำได้โดยการต่อสวิทช์ตัดลำโพงออกขณะที่ทำการบันทึกโดยจะใช้สวิทช์ตัวเดียวกับ SW3 หรือต่อสวิทช์เพิ่มขึ้นต่างหากก็ได้

4.3 วงจรตรวจสอบสัญญาณโทน

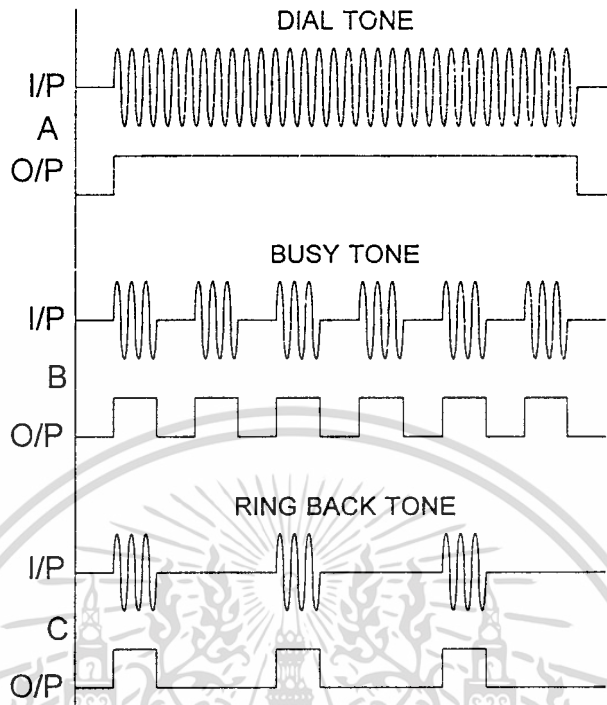


รูปที่ 4.5 บล็อกไดอะแกรมของวงจรตรวจสอบสัญญาณโทน

การทดลองและผลการทดลอง

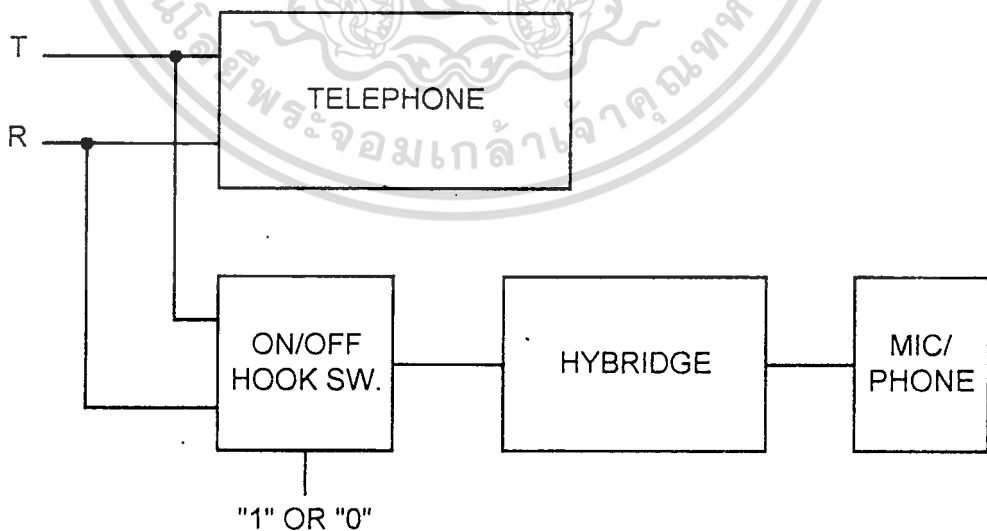
ในการทดลองนี้ต้องใช้ฮอสซิลโลสโคปที่สามารถวัดสัญญาณที่มีความถี่ต่ำๆ ได้ ต่อวงจรตามรูปที่ 4.3 ยกหูโทรศัพท์ขึ้นจะได้ยินเสียงสัญญาณ ดังต่อไปนี้

- A ขณะรับสัญญาณให้หมุนจะได้สัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุตดังรูป 4.4A
- B ขณะรับสัญญาณสายไม่ว่างจะได้สัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุตดังรูป 4.4B
- C ขณะรับสัญญาณเรียกกลับจะได้สัญญาณอินพุตและสัญญาณเอาต์พุตดังรูป 4.4C



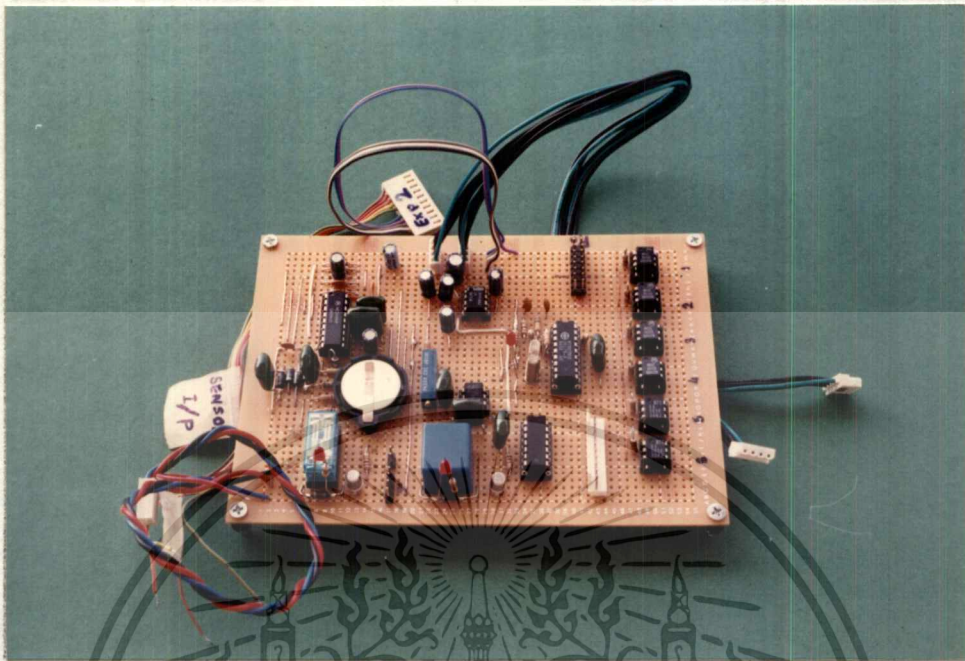
รูปที่ 4.6 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของชุดตรวจสอบสัญญาณโทน

4.4 ชุดเชื่อมต่อเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์กับตู้สายโทรศัพท์



รูปที่ 4.7 บล็อกไดอะแกรมชุดเชื่อมต่อเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์กับตู้สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

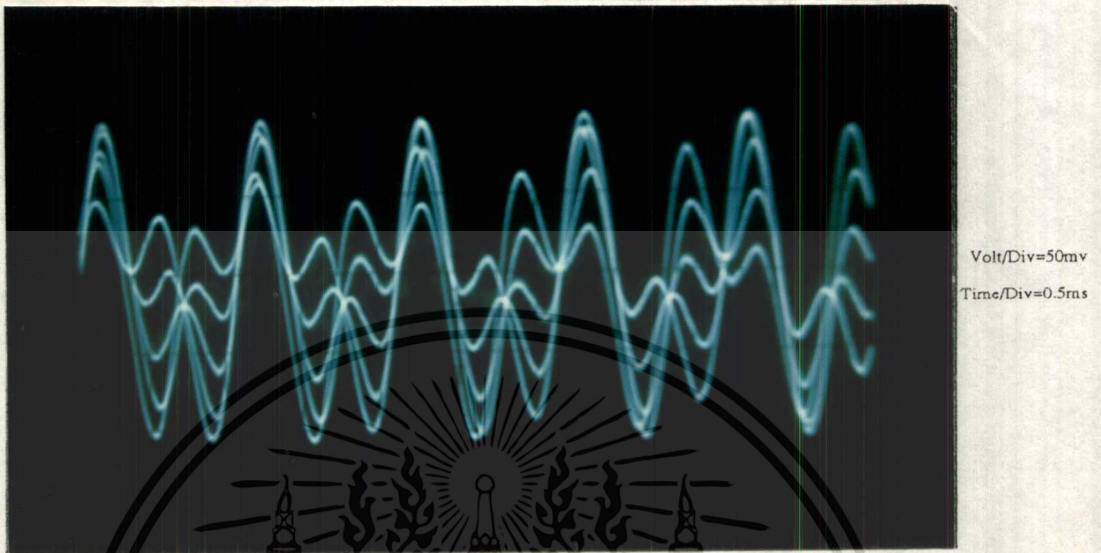


รูปที่ 4.8 วงจรตรวจสอบสัญญาณ โทน และชุดเชื่อมต่อวงจรกับคู่สายโทรศัพท์

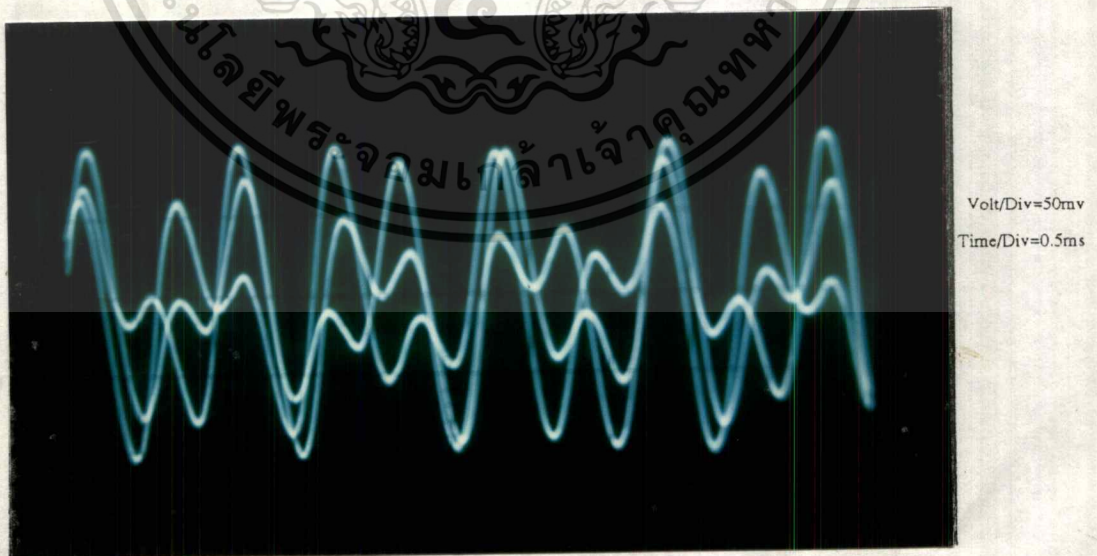
การทดลองและผลการทดลอง

ชุดเชื่อมต่อเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์กับคู่สายโทรศัพท์ประกอบไปด้วย วงจรไฮบริดจ์ และวงจรเปิด/ปิด สุกสวิทช์ ซึ่งการต่อประกอบวงจรสำหรับการทดลองสามารถทำได้ตามรูปที่ 4.5 ป้อนสัญญาณโลจิก “1” ให้กับวงจรเปิด/ปิด สุกสวิทช์ จะได้ยินเสียงของรีเลย์ทำงาน จากนั้นกดหมายเลขโทรศัพท์ที่เครื่องโทรศัพท์ รอจนกว่าจะมีการรับสายที่ปลายทาง เมื่อคู่สนทนารับสายให้ใช้ไมค์และหูฟังที่ต่อจากวงจรไฮบริดจ์ทำการสนทนา

เมื่อการสนทนาเสร็จสิ้นลง ป้อนสัญญาณโลจิก “0” (GND) ให้กับวงจรเพื่อเป็นการสิ้นสุดการทำงาน (วางสุกสวิทช์)

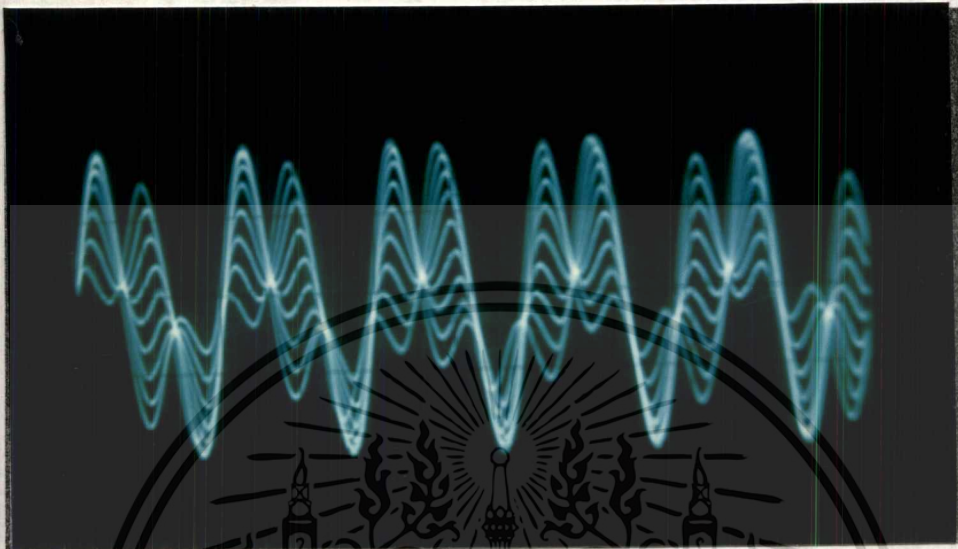


รูปที่ 4.9 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 3



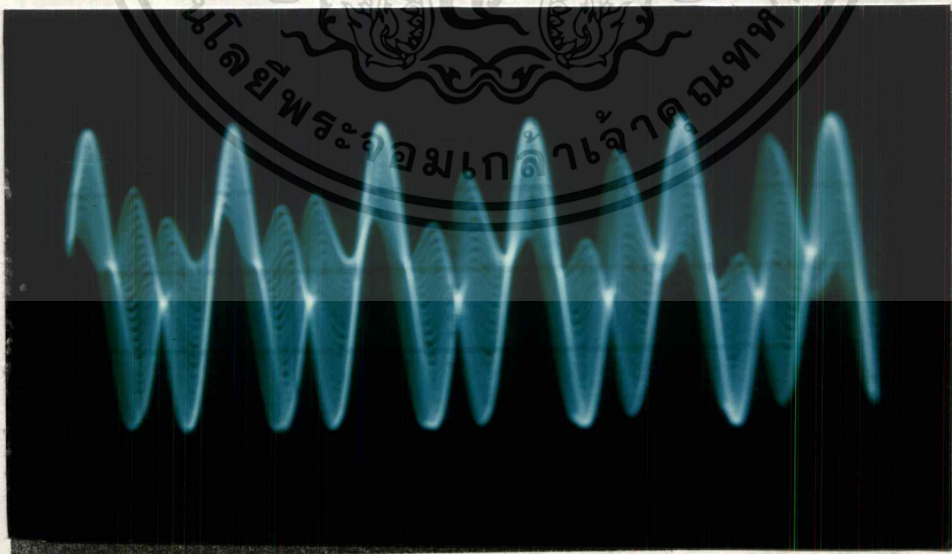
รูปที่ 4.10 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Volt/Div=50mv
Time/Div=0.5ms

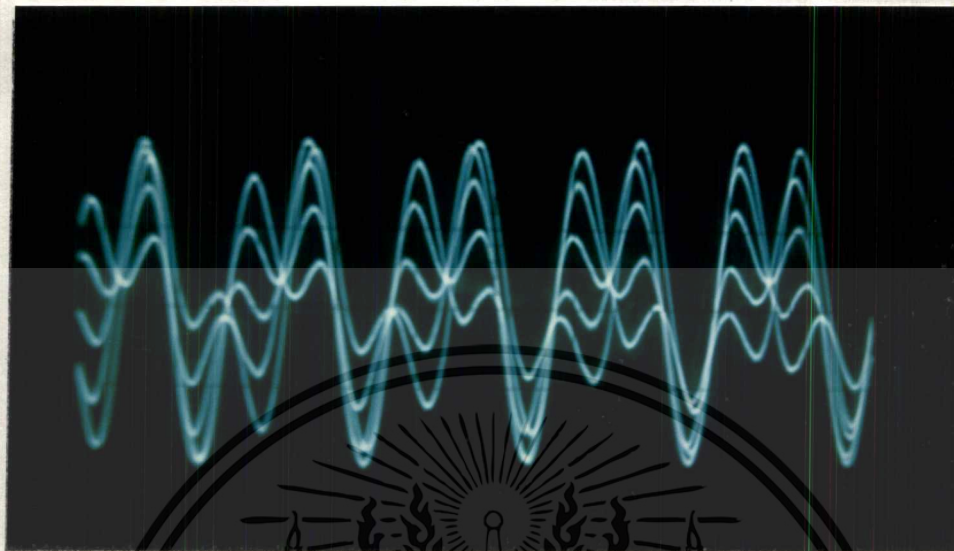
รูปที่ 4.11 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 6



Volt/Div=50mv
Time/Div=0.5ms

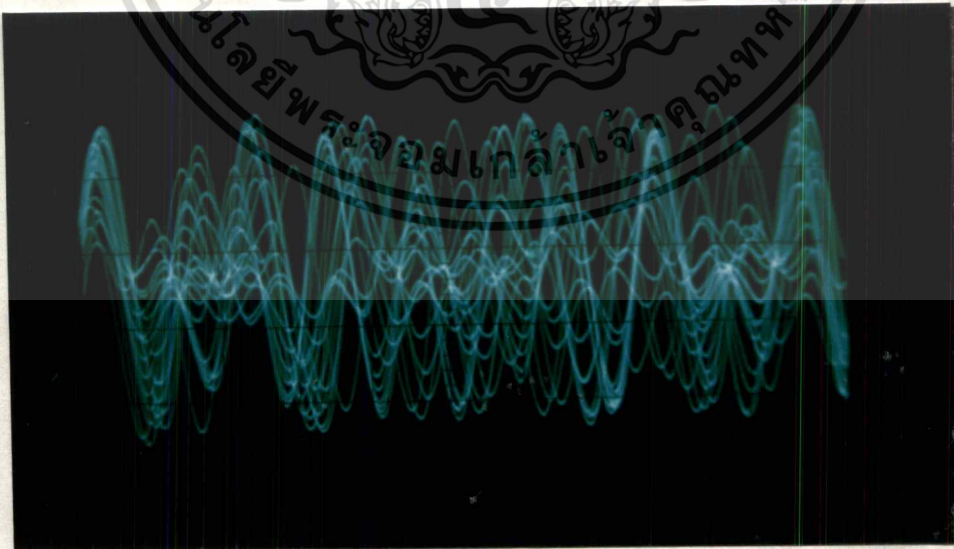
รูปที่ 4.12 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Volt/Div=50mv
Time/Div=0.5ms

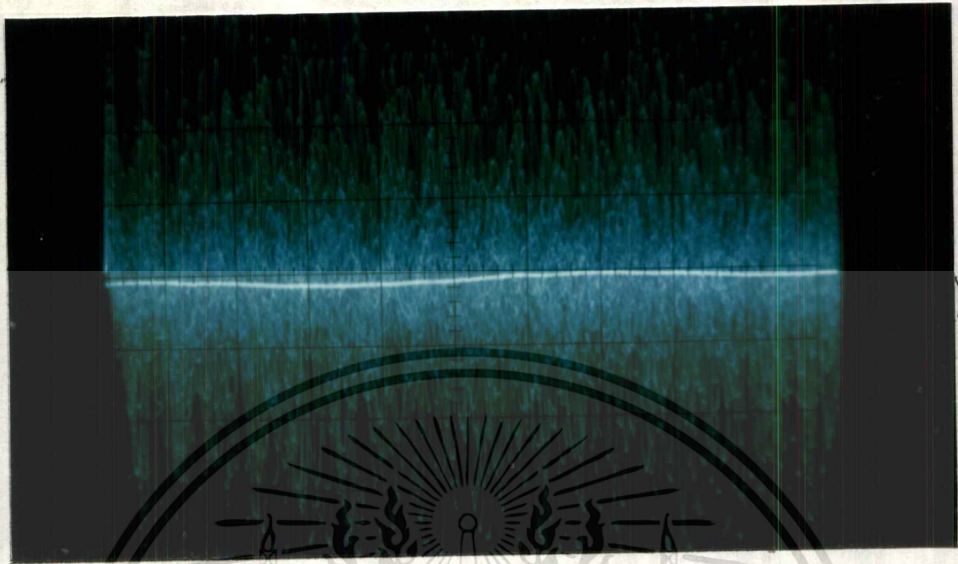
รูปที่ 4.13 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการกดหมายเลข 5



Volt/Div=50mv
Time/Div=0.5ms

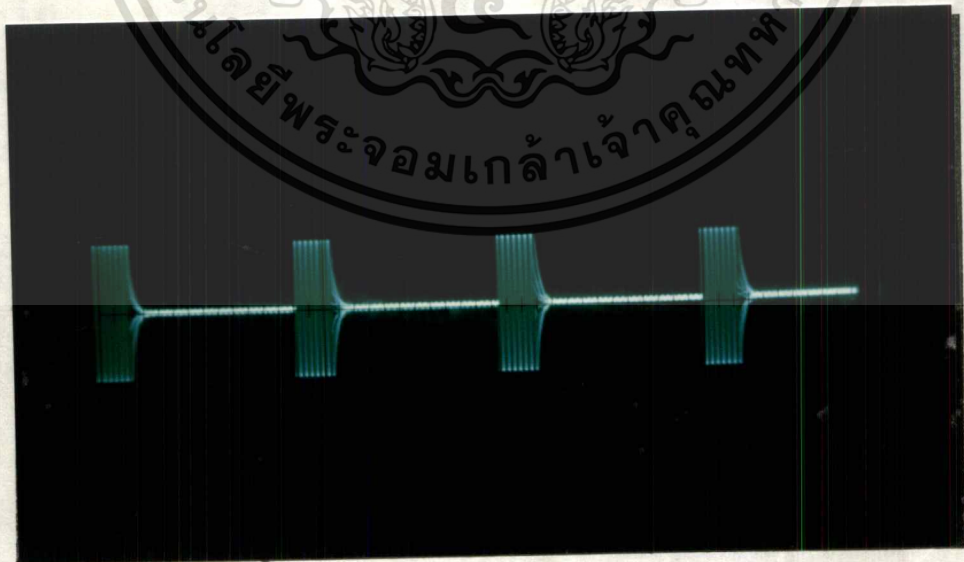
รูปที่ 4.14 สัญญาณ DTMF เมื่อมีการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Volt/Div=10mv
Time/Div=2ns

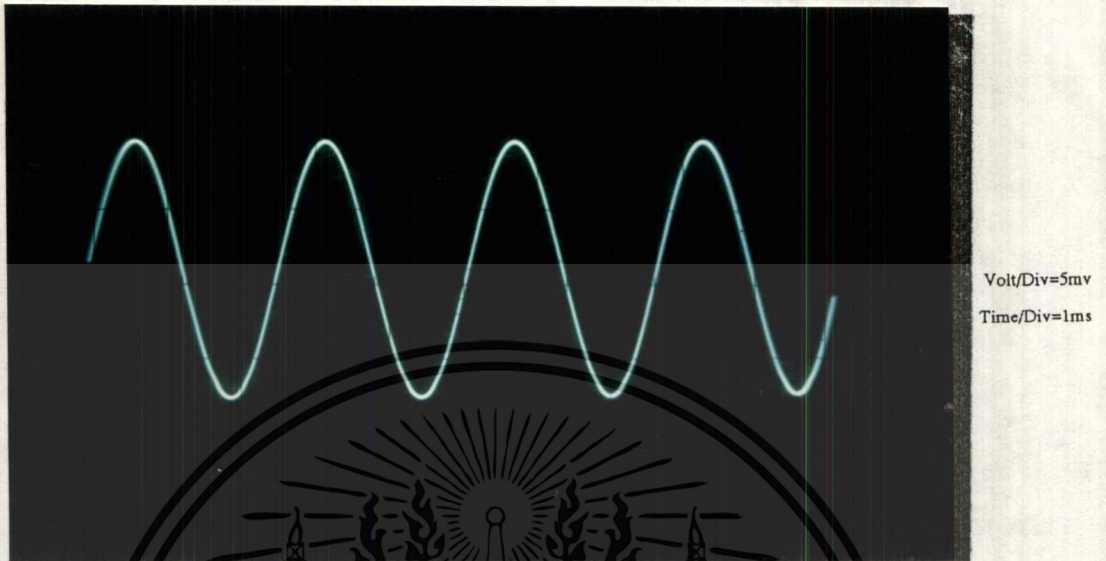
รูปที่ 4.15 สัญญาณเสียงพูดเมื่อมีการบันทึกและเล่นกลับ



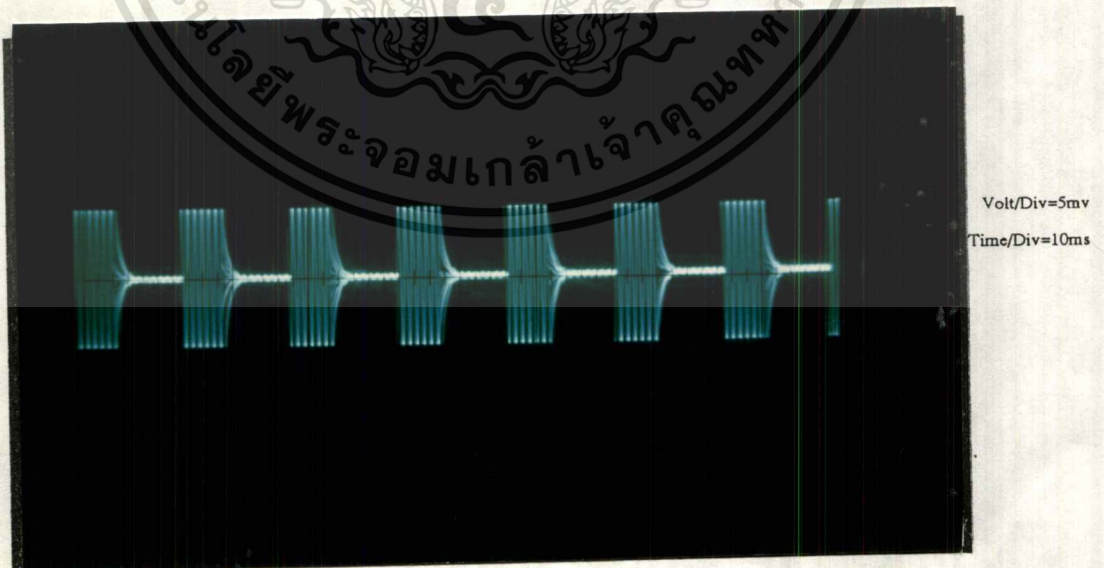
Volt/Div=5mv
Time/Div=10ns

รูปที่ 4.16 สัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 สัญญาณให้หมุน



รูปที่ 4.18 สัญญาณสายไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป วิจัย และแนวทางในการพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติขึ้นมาเพื่อประโยชน์คือใช้แก้ปัญหาในกรณีที่เจ้าของบ้านไม่อยู่แล้วเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นที่บ้าน หลังจากนั้นเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติจะทำการแจ้งเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นไปยังเจ้าของบ้านให้ทราบได้ และจากบทก่อนๆ ที่ผ่านมาพอจะสรุปได้ว่าการทดลองและทดสอบการทำงานของวงจรนั้น ผลที่ปรากฏออกมาเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับหนึ่ง เนื่องจากในการทดลองวงจรที่เกี่ยวข้องกับตู้สายโทรศัพท์ เราใช้สัญญาณจากตู้ชุมสายภายในสถาบันฯ เป็นตัวทดลองซึ่งทำให้พบกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นมากมาย แต่ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นก็ได้รับการแก้ไขให้เสร็จสิ้นแล้ว

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากในบทสรุปตอนต้นเราได้พบกับปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นซึ่งเราพอจะสรุปได้ดังนี้

1. ในตู้สายโทรศัพท์ที่ใช้ในการทดลองมีการรบกวนจากสัญญาณรบกวนมากมาย ซึ่งผลจากสัญญาณรบกวนเหล่านี้มีผลต่อการทำงานของวงจรทำให้ประสิทธิภาพของวงจรไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่เราต้องการมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการตัดแปลงวงจรที่ต่อใช้งานเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ให้ได้ผลดีที่สุด

2. โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติยังใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ ซึ่งเราสามารถออกแบบเขียนโปรแกรมให้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์ได้เต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติสามารถขยายขีดความสามารถให้มากยิ่งขึ้นโดยการออกแบบวงจรเพิ่มเติมและปรับปรุงโปรแกรมควบคุมอีกทั้งขยายงบประมาณให้มากกว่านี้

จากที่กล่าวสรุปพร้อมทั้งปัญหาและอุปสรรคมาแล้วในข้างต้นทำให้เราเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาวงจรเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อในการพัฒนาดังนี้

5.3 แนวทางการพัฒนา

- 1.ออกแบบพัฒนางจรกรองสัญญาณ (FILTER) ให้มีประสิทธิภาพในการกรองสัญญาณรบกวนให้มากยิ่งขึ้น
- 2.ออกแบบวงจรเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์ ให้สามารถควบคุมโซลินอยส์วาล์วทำหน้าที่ปิดหรือเปิดท่อน้ำให้พ่นน้ำออกมาดับไฟได้ในกรณีที่เกิดไฟไหม้ขึ้น
- 3.ออกแบบวงจรให้เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติควบคุมระบบให้แสงสว่างในกรณีที่มีผู้บุกรุกเข้ามาภายในบ้าน
- 4.ออกแบบพัฒนางจรเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติให้สามารถบันทึกข้อความต่างๆ ไว้ได้ในกรณีที่มีคนโทรศัพท์เข้ามาที่บ้านแล้วไม่มีผู้ใดอยู่ภายในบ้านโดยที่ตัวเจ้าของบ้านนั้นสามารถโทรศัพท์เข้ามาที่บ้านเพื่อเรียกฟังข้อความต่างๆ ที่มีผู้ฝากข้อความไว้โดยการกดรหัสผ่าน
- 5.พัฒนางจรให้เจ้าของบ้านสามารถโทรศัพท์เข้ามาที่บ้านผ่านเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติแล้วทำให้เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่ต่อไว้ภายในบ้านได้
- 6.ออกแบบพัฒนาให้เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติเป็นตัวควบคุมระบบไฟฉุกเฉินในกรณีที่เกิดไฟฟาดับภายในบ้าน

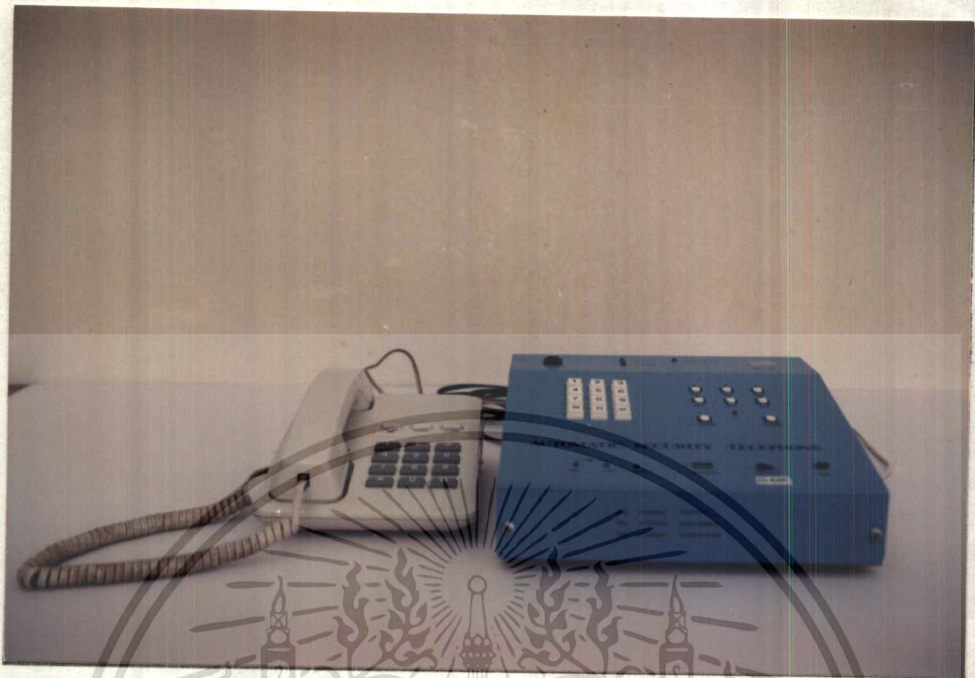
บรรณานุกรม

1. ครุณี ชายทอง, อภิชาติ วัฒนกุล, ชีรวุฒิ มามุข, และ สุวิทย์ เสวรัตน์ “ระบบแจ้งผลการสอบทางโทรศัพท์อัตโนมัติ”, ปรินูญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ทีมงานอีทีที “คู่มือการใช้งาน PC-SB31”, บริษัทอีทีทีจำกัด
3. ทีมงานอีทีที “คู่มือการใช้ชุดควบคุม ET-8032”, บริษัทอีทีทีจำกัด
4. ประสิทธิ์ สุทธิปรินูญานนท์ “พื้นฐานการรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน” วารสารคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์, ฉบับที่ 146, 2537, หน้า 19-27
5. ประเสริฐ ไรจน์สุวิวัฒน์ “เครื่องบันทึกเสียงพูดระบบดิจิตอล”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 84, 2531, หน้า 144-151
6. พินิจ รวมภักดี, พิระศักดิ์ ป้อมสุวรรณ และ บุทธพงษ์ จูรณ์ “เครื่องบันทึกและแจ้งข่าวสารทางโทรศัพท์อัตโนมัติ”, ปรินูญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. วีระพล ดุ่มสุด, อนุพงศ์ อิศรภักดี และ นิติพัฒน์ เบญจพลภรณ์ “เครื่องคำนวณค่าบริการการใช้โทรศัพท์แบบอัตโนมัติ”, ปรินูญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536, ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลิกอิกนิตกับโทรศัพท์ 1”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 120, 2535, หน้า 90-94
9. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลิกอิกนิตกับโทรศัพท์ 2”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 121, 2535, หน้า 108-116
10. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลิกอิกนิตกับโทรศัพท์ 3”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 122, 2535, หน้า 52-60
11. สุทธินันท์ พรศิริกุล “ลิกอิกนิตกับโทรศัพท์ 4”, วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 123, 2535, หน้า 69-76
12. สุเจตน์ จันทรงษ์ “ไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยว 8051”, วิทยาลัยมหานคร, 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

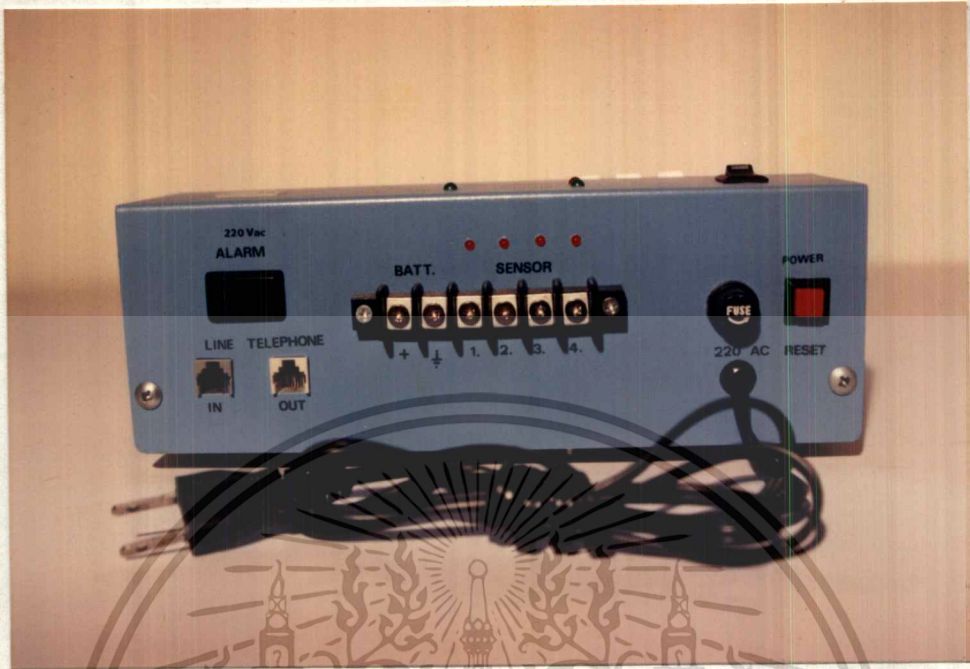


เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

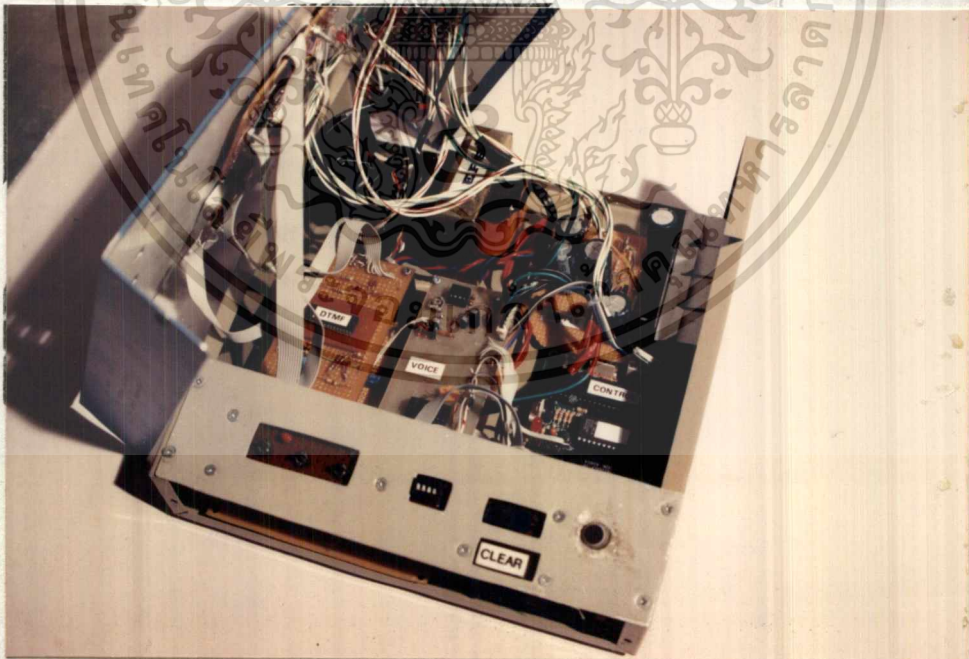


ปุ่มกดหมายเลข, ปุ่มบันทึกหมายเลขโทรศัพท์, ไฟแสดงสถานะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จุดต่ออินพุท/เอาต์พุท, ขั้วต่อสายโทรศัพท์และขั้วต่อแหล่งจ่ายจากภายนอก

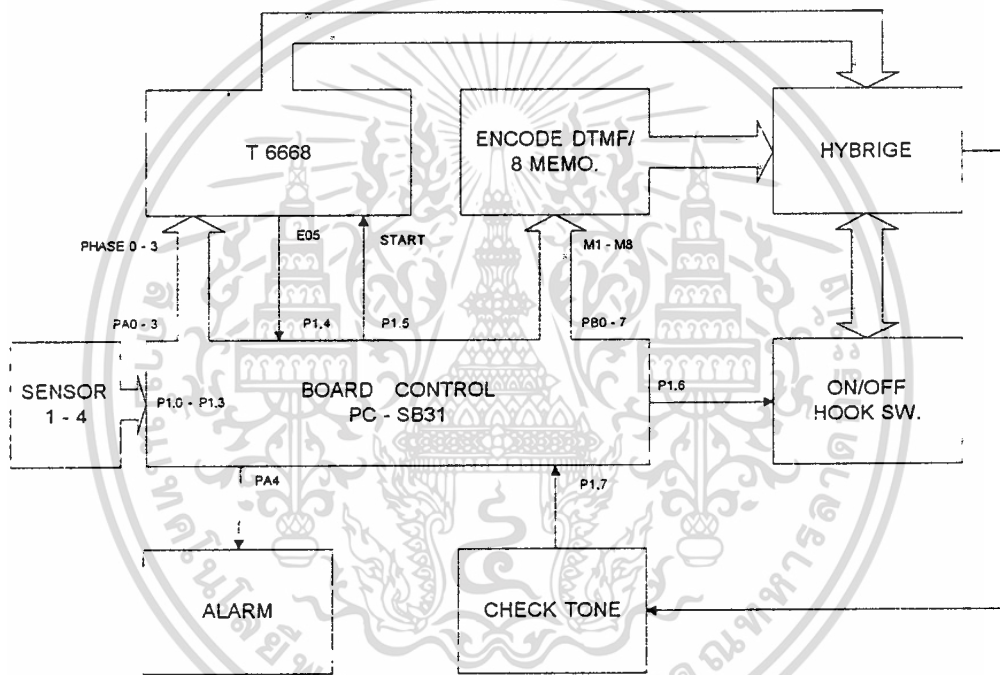


วงจรต่างๆ ภายในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
บล็อกไดอะแกรม, วงจร และ รายการอุปกรณ์
เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

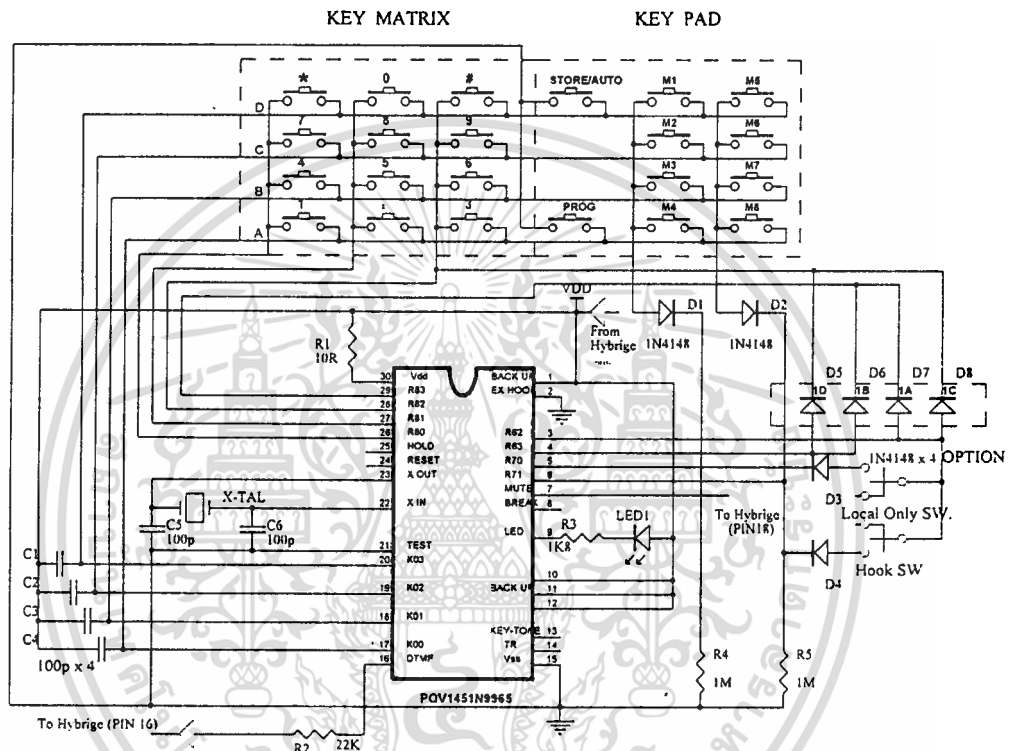


บล็อกไดอะแกรมของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

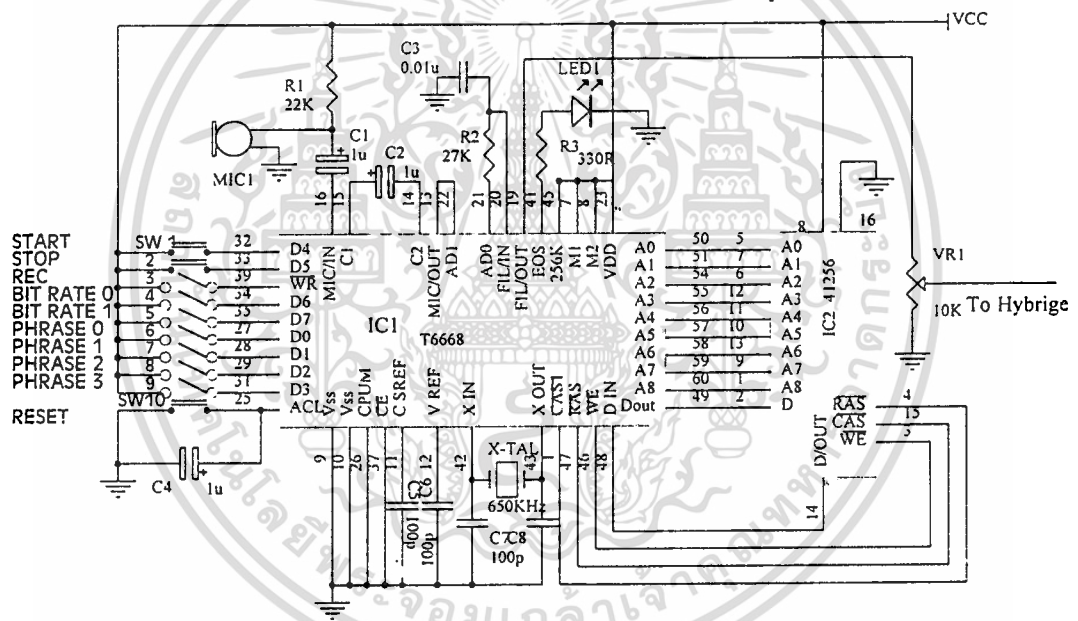
x

y

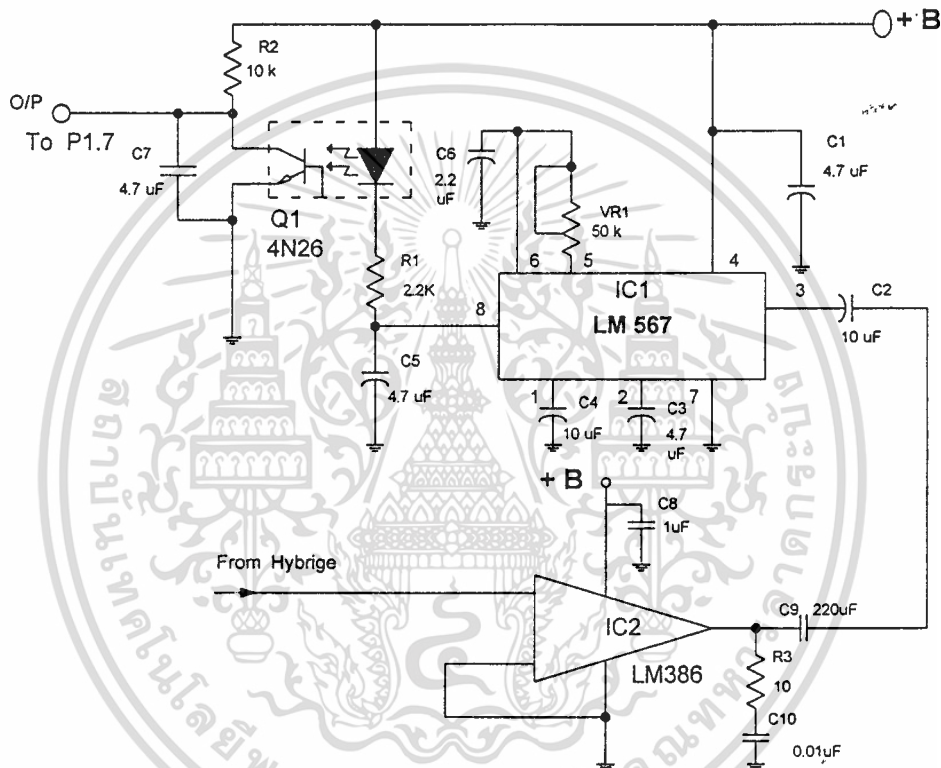
f



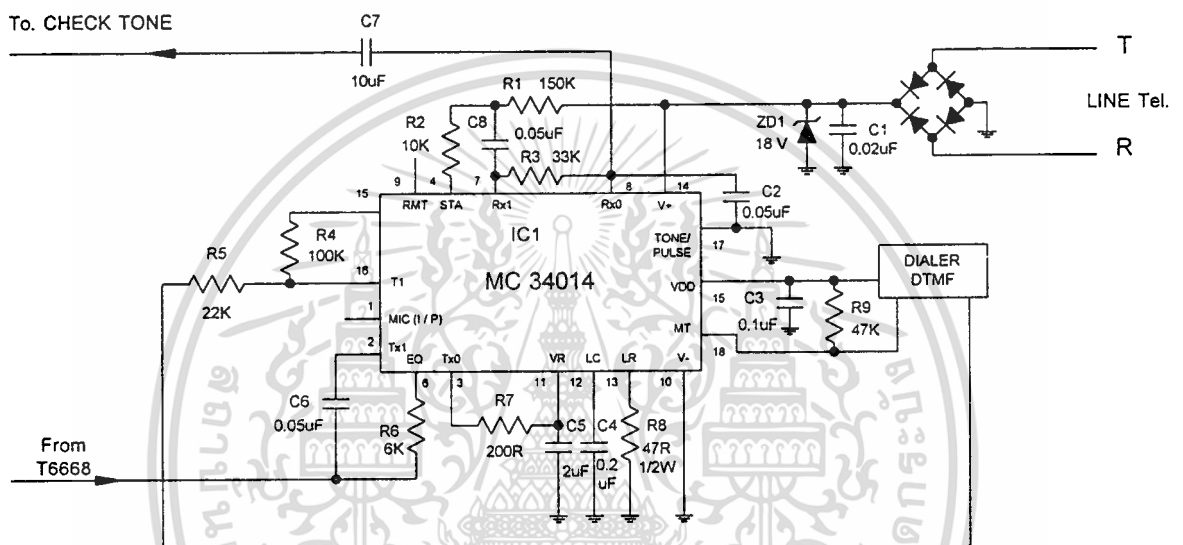
วงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์



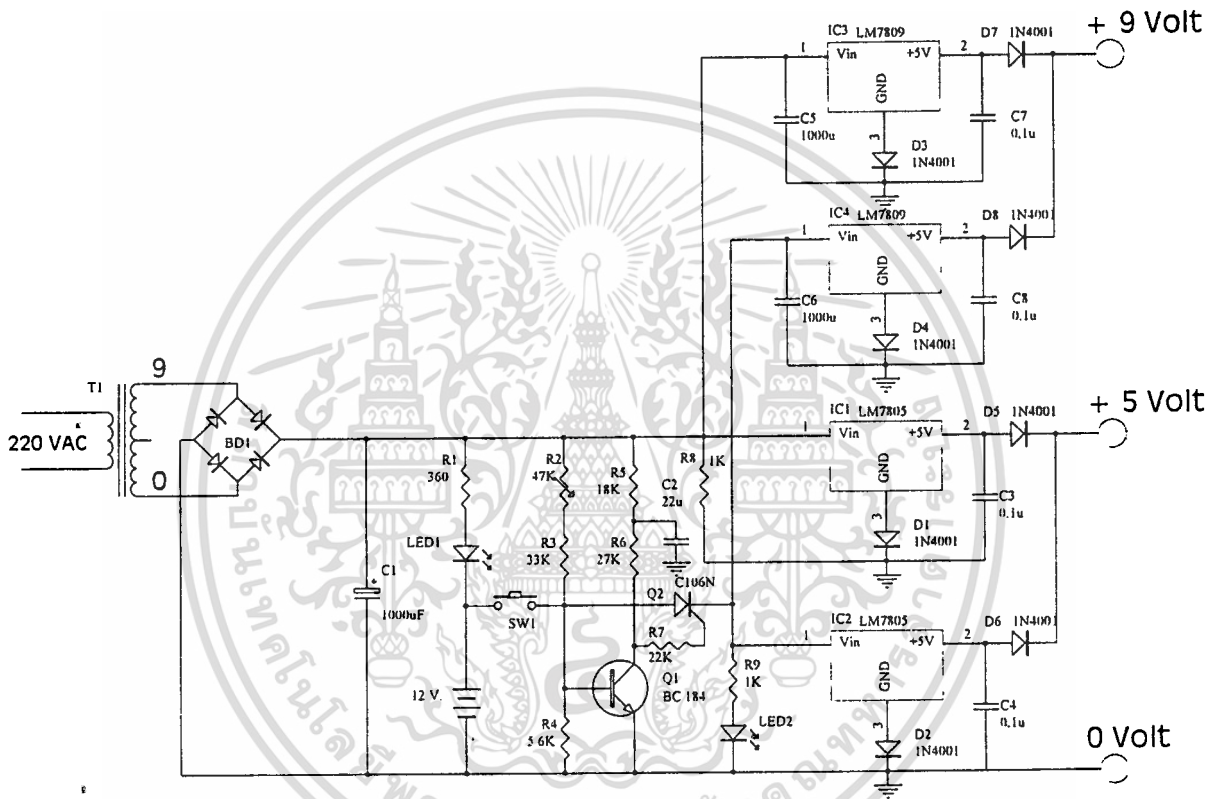
วงจรบันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล



วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนโทรศัพท์



วงจรไฮบริดจ์



วงจรแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

ภาค กำเนิดสัญญาณ DTMF และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

ตัวต้านทาน 1/4 W 5%

R1 -10 Ω	1 ตัว
R2 -22 k Ω	1 ตัว
R3 -1.8 k Ω	1 ตัว
R4,R5 -1 M Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1-C6 -100 pF 50 V เซรามิก	6 ตัว
----------------------------	-------

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

D1-D2 -1N4148	8 ตัว
IC1 -PQV1451N	1 ตัว

อื่นๆ

LED	
SW1 -สวิตช์กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
SW2 -Lสวิตช์กดติดกดดับ	1 ตัว
ชุดสวิตช์เมทริกซ์	1 ชุด
ชุดปุ่มกด 10 ปุ่ม	1 ชุด

ภาค บันทึกเสียงและเล่นกลับระบบดิจิทัล

ตัวต้านทาน 1/4 W 5%

R1 -22 k Ω	1 ตัว
R2 -27 k Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R3 -330 Ω 1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1,C2,C4 -1 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์ 1 ตัว

C3 -0.01 μ F 50 V เซรามิก 1 ตัว

C7,C8 -100 pF 50 V ไมลาร์ 2 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC1 -T6668 1 ตัว

IC2 -41256 1 ตัว

อื่นๆ

LED

SW1,SW2,SW5 -สวิตช์กดติดปล่อยดับ 3 ตัว

SW3 -สวิตช์โยก 2 ทาง 6 ขา 1 ตัว

SW4 -คิปสวิตช์ 8 ตำแหน่ง 1 ตัว

MIC1 -คอนเดนเซอร์ไมโครโฟน 1 ตัว

X-tal -คริสตอล 650 kHz 1 ตัว

VR1 -โวลลุ่ม 10 kHz 1 ตัว

ภาค ตรวจสอบสัญญาณโทนาโทรศัพท์

ตัวต้านทาน 1/4 W 5 %

R1 -2.2 k Ω 1 ตัว

R2 -10 k Ω 1 ตัว

R3 -10 Ω 1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1,C3,C5	-4.7 μ F 50 V อิเล็กโทรไลต์	3 ตัว
C2,C4	-10 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์	2 ตัว
C6	-22 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์	1 ตัว
C7,C8	-1 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์	1 ตัว
C9	-220 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์	1 ตัว
C10	-0.01 μ F 50 V เซรามิก	1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC1	-LM 567	1 ตัว
IC2	-LM 386	1 ตัว

อื่นๆ

OPTO	-4N26	1 ตัว
ขั้วต่อสายยึดติดแผ่นวงจรพิมพ์		

ภาค ไฮบริดจ์

ตัวต้านทาน 1/4 W 5 %

R1	-150 k Ω	1 ตัว
R2	-10 k Ω	1 ตัว
R3	-33 k Ω	1 ตัว
R4	-100 k Ω	1 ตัว
R5	-22 k Ω	1 ตัว
R6	-6 k Ω	1 ตัว
R7	-200 Ω	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R8 -47 Ω 1/2 W 1 ตัว

R9 -47 k Ω 1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1 -0.02 μ F 50 V เซรามิก 1 ตัว

C2,C6,C8 -0.05 μ F 50 V เซรามิก 3 ตัว

C3 -0.1 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์ 1 ตัว

C4 -0.2 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์ 1 ตัว

C5 -2 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์ 1 ตัว

C7 -10 μ F 16 V อิเล็กโทรไลต์ 1 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC1 -MC 34014 1 ตัว

D1-D4 -1N4001 4 ตัว

ZD1 -ซีเนอร์ไดโอด 1 ตัว

อื่นๆ

ขั้วต่อสายโทรศัพท์ (โมดูลาร์ปลั๊ก) 2 อัน

ภาค แหล่งจ่ายไฟ

ตัวต้านทาน 1/4 W 5%

R1 -360 Ω 1 ตัว

R2 -47 k Ω เกือกม้า 1 ตัว

R3 -33 k Ω 1 ตัว

R4 -5.6 k Ω 1 ตัว

R5 -18 k Ω 1 ตัว

R6 -27 k Ω	1 ตัว
R7 -22 k Ω	1 ตัว
R8,R9 -1 k Ω	2 ตัว

ตัวเก็บประจุ

C1,C5,C6 -1000 μ F 50 V อิเล็กโทรไลต์	3 ตัว
C2 -22 μ F 50 V อิเล็กโทรไลต์	1 ตัว
C3,C4,C7,C8 -0.1 μ F ไมลาร์	4 ตัว

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

IC1,IC2 -LM 7805	2 ตัว
IC3,IC4 -LM 7809	2 ตัว
Q1 -BC184	1 ตัว
Q2 -C106N	1 ตัว
D1-D8 -1N4001	1 ตัว

อื่นๆ

T1 -หม้อแปลง 9 V 1A

BD1 -ไดโอดบริดจ์ 1A

LED

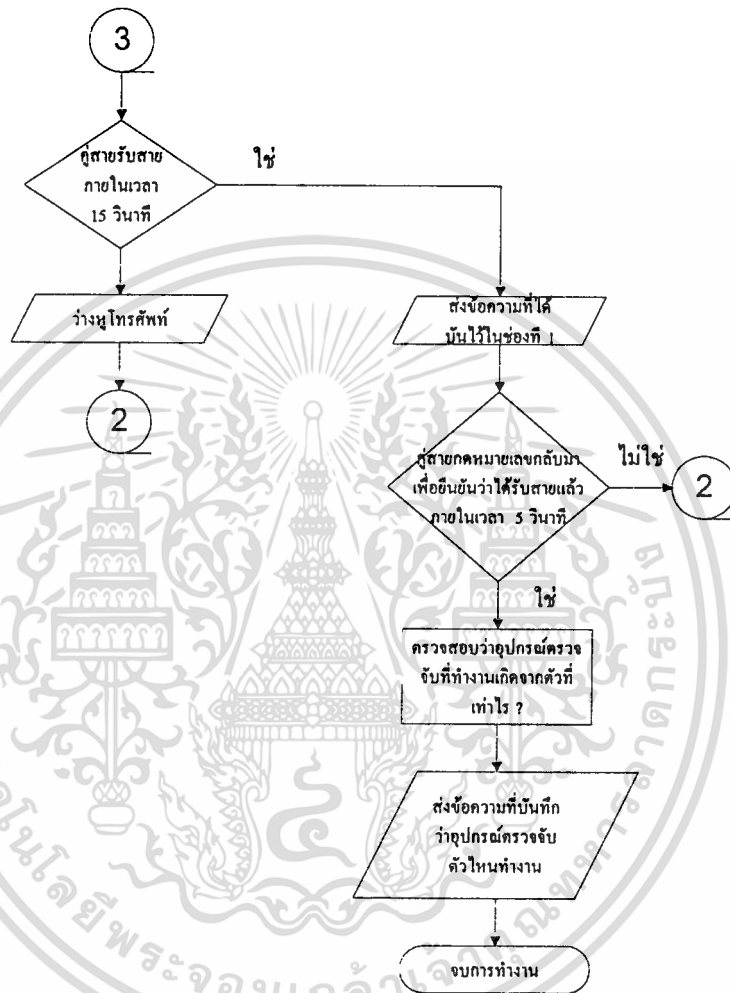
SW1 -สวิตช์แบบปกติปิด (NC)

สายไฟ AC , กระบอกฟิวส์ , ขากรองสายไฟ , สวิตช์กดเปิด/ปิดเครื่อง



ภาคผนวก ก

ผังการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ



ผังการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ (ต่อ)



ภาคผนวก ง

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NEWPROJ.Asm

```

0000                ORG        00H
0000 020045         LJMP      MAIN

0003                ORG        03H
0003 020200         LJMP      TOTAL_SOUN

0045                ORG        45H
,*****
,
,**  CONTROL PORT  **
,*****
0045      MAIN :
0045 7488          MOV        A,#88H
0047 90E0E3        MOV        DPTR,#0E0E3H
004A F0            MOVX       @DPTR,A
004B 7590AF        MOV        P1,#AFH      ;RESET PORT 1
004E 7400          MOV        A,#00
0050 90E0E0        MOV        DPTR,#0E0E0H
0053 F0            MOVX       @DPTR,A
0054 7400          MOV        A,#00
0056 90E0E1        MOV        DPTR,#0E0E1H
0059 F0            MOVX       @DPTR,A
005A 7F04          MOV        R7,#04      ;LOOP 1
,*****
,
,**  CHECK SENSOR  **
,*****
005C      CH_SENSOR :
005C 30900C        JNB P1.0,MAIN_1
005F 309109        JNB P1.1,MAIN_1

```

```

0062 309106          JNB P1.1,MAIN_1
0065 309103          JNB P1.1,MAIN_1
0068 02005C          LJMP      CH_SENSOR

```

```

,*****
,
,*** LOOP CHECK SENSOR ***
,*****
,

```

```

006B          MAIN_1 :
006B 1201B7          LCALL      DELAY
006E DFEC          DJNZ      R7,CH_SENSOR
0070 7803          MOV       R0,#03H      ;LOOP 2(3 loop)
0072 7903          MOV       R1,#03H      ;LOOP 3(2 loop)
0074 7A01          MOV       R2,#01H      ;START Mn
0076 D296          SETB      P1.6

,*****
,
,*** BEFORE HAVE TONE ***
,*****
,
0078          B_TONE :
0078 1201B7          LCALL      DELAY
007B 7400          MOV       A,#00H

007D          B_0 :
007D 7F2A          MOV       R7,#02AH

007F          B_1 :
007F 7EFF          MOV       R6,#0FFH

0081          B_2 :
0081 7DFF          MOV       R5,#0FFH

0083          B_3 :
0083 209716          JB       P1.7,COUNT_1      ;COUNT LOGIC '1'
0086 DDFB          DJNZ      R5,B_3
0088 DEF7          DJNZ      R6,B_2
008A DFF3          DJNZ      R7,B_1
008C 04          INC       A      ;COUNT A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Q08D B403ED      CJNE      A,#03H,B_0      ;COMPARE A <> 3 JMP B_0
0090 C296         CLR       P1.6
0092 1201B7       LCALL     DELAY
0095 D296         SETB      P1.6
0097 D8DF         DJNZ      R0,B_TONE      ;LOOP 2
0099 020179       LJMP      ALARM

```

```

;*****
;
;*** COUNT LOGIC '1' ***
;*****

009C              COUNT_1 :
009C 900000       MOV       DPTR,#00

Q09F              CO_0 :
009F 7F0F         MOV       R7,#15          ;DELAY SAMPLING
Q0A1 DFFE         DJNZ      R7,$
Q0A3 E583         MOV       A,DPH
00A5 B49F03       CJNE      A,#9FH,CO_1      ;IF A <> 9F JMP CO_0
00A8 0200AF       LJMP      COMPARE          ;IF A = 9F JMP COMPARE
;IT IS DIAL TONE

00AB              CO_1 :
00AB A3           INC DPTR
00AC 2097F0       JB        P1.7,CO_0

;*****
;*** COMPARE LOGIC '1' ***
;*****

00AF              COMPARE :
00AF 7C00         MOV       R4,#00H
00B1 C3           CLR       C
00B2 AB83         MOV       R3,DPH
00B4 944A         SUBB      A,#4AH
00B6 4008         JC        HOOK             ;IT IS BUSY TONE SIGNAL
00B8 EB           MOV       A,R3
00B9 9485         SUBB      A,#85H
00BB 400A         JC        RING_TONE        ;IT IS RING BACK TONE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

00BD 0200F4          LJMP      MEMO_DTMF      ;IT IS DIAL TONE
;
00C0                HOOK :
00C0 0C              INC R4
00C1 BC0203          CJNE      R4,#02H,RING_TONE
00C4 0200EA          LJMP      HOOK_SW

;
;*****
;
;**   CHECK ON HOOK   **
;*****
;
00C7                RING_TONE :
00C7 7B06            MOV       R3,#06H      ;COUNT RING BACK TONE
;
00C9                H_0 :
00C9 900000          MOV       DPTR,#00H
00CC                H_1 :
00CC 7F30            MOV       R7,#30H ;DELAY SAMPLING
00CE DFFE            DJNZ      R7,$          ;
00D0 E583            MOV       A,DPH
00D2 B4DC03          CJNE      A,#0DCH,H_2
00D5 020184          LJMP      SOU_1
;
00D8                H_2 :
00D8 A3              INC DPTR
00D9 3097F0          JNB P1.7,H_1
;
00DC BC0203          CJNE      R4,#02,H_3
00DF 0200EA          LJMP      HOOK_SW

00E2                H_3 :
00E2 2097FD          JB        P1.7,$
00E5 DBE2            DJNZ      R3,H_0
00E7 0200EA          LJMP      HOOK_SW

;
;*****
;
;***   HOOK SWITCH   ***
;*****

```

```

00EA          HOOK_SW :
00EA C296          CLR          P1.6
00EC 1201B7        LCALL        DELAY
00EF D296          SETB        P1.6
00F1 020078        LJMP         B_TONE

```

```

;*****
;

```

```

;**  MEMO TELE NUMBER  **
;*****
;

```

```

00F4          MEMO_DTMF :
00F4 BA0116        CJNE        R2,#01H,MEMO_2
00F7 7401          MOV         A,#01H          ;RUN DTMF CHANNEL 1
00F9 90E0E1        MOV         DPTR,#0E0E1H    ;PORT B
00FC F0            MOVX        @DPTR,A
00FD 1201A6        LCALL        S_DELAY
0100 1201A6        LCALL        S_DELAY
0103 1201CD        LCALL        OFF_MDTMF
0106 0A            INC R2
0107 1201B7        LCALL        DELAY
010A 020078        LJMP         B_TONE

```

```

010D          MEMO_2 :
010D BA0213        CJNE        R2,#02H,MEMO_3
0110 7402          MOV         A,#02H          ;RUN DTMF CHANNEL 2
0112 90E0E1        MOV         DPTR,#0E0E1H    ;PORT B
0115 F0            MOVX        @DPTR,A
0116 1201A6        LCALL        S_DELAY
0119 1201CD        LCALL        OFF_MDTMF
011C 0A            INC R2
011D 1201B7        LCALL        DELAY
0120 020078        LJMP         B_TONE

```

```

0123          MEMO_3 :
0123 BA0313        CJNE        R2,#03H,MEMO_4
0126 7404          MOV         A,#04H          ;RUN DTMF CHANNEL 3
0128 90E0E1        MOV         DPTR,#0E0E1H    ;PORT B

```

```

012B F0          MOVX    @DPTR,A
012C 1201A6      LCALL   S_DELAY
012F 1201CD      LCALL   OFF_MDTMF
0132 0A          INC R2
0133 1201B7      LCALL   DELAY
0136 020078      LJMP    B_TONE

0139            MEMO_4 :
0139 BA0414      CJNE    R2,#04H,END_MEMO
013C 7408        MOV     A,#08H          ;RUN DTMF CHANNEL 4
013E 90E0E1      MOV     DPTR,#0E0E1H    ;PORT B
0141 F0          MOVX    @DPTR,A
0142 1201A6      LCALL   S_DELAY
0145 1201CD      LCALL   OFF_MDTMF
0148 7A00        MOV     R2,#00
014A 1201B7      LCALL   DELAY
014D 020078      LJMP    B_TONE

0150            END_MEMO :
0150 BA0503      CJNE    R2,#05H,MO_0    ;IF R2 <> 05 JMP MO_0
0153 020160      LJMP    MO_191

0156            MO_0 :
0156 7A01        MOV     R2,#01H
0158 D99A        DJNZ    R1,MEMO_DTMF
015A 7A05        MOV     R2,#05H
015C 7900        MOV     R1,#00H          ;LOOP2_1
015E 7803        MOV     R0,#03H ;LOOP BEFORE HAVE TONE

0160            MO_191 :
0160 B90303      CJNE    R1,#03H,MO_191_0 ;3 loop
0163 020179      LJMP    ALARM

0166            MO_191_0:
0166 09          INC R1
0167 7410        MOV     A,#10H
0169 90E0E1      MOV     DPTR,#0E0E1H

```

```

016C F0          MOVX    @DPTR,A

016D 1201A6      LCALL    S_DELAY
0170 1201CD      LCALL    OFF_MDTMF
0173 1201B7      LCALL    DELAY
0176 020078      LJMP     B_TONE

;*****
;
;***   SET   ALARM   ***
;*****
;

0179             ALARM :
0179 C296        CLR     P1.6
017B 7480        MOV     A,#80H
017D 90E0E0      MOV     DPTR,#0E0E0H
0180 F0          MOVX    @DPTR,A
0181 020181      LJMP     $           ;ENDD

;*****
;
;* PLAY SOUND CHANNEL 1 *
;*****
;

0184             SOU_1 :
0184 7401        MOV     A,#01H
0186 90E0E0      MOV     DPTR,#0E0E0H
0189 F0          MOVX    @DPTR,A
018A C295        CLR     P1.5
018C 1201B7      LCALL    DELAY
018F 2094FD      JB      P1.4,$
0192 D295        SETB    P1.5

;*****
;
;***   SET INTERRUPT   ***
;*****
;

0194             INT_SOUN :
0194 D2AF        SETB    EA
0196 D288        SETB    IT0
0198 D2A8        SETB    EX0

```

```

019A 1201C3      LCALL    L_DELAY
019D C2AF        CLR      EA
019F C288        CLR      IT0
01A1 C2A8        CLR      EX0
01A3 0200EA      LJMP     HOOK_SW

```

```

,*****
,
,***   SHORT DELAY   ***
,
,*****
,

```

```

01A6      S_DELAY :
01A6 C005      PUSH     5
01A8 C006      PUSH     6
01AA 7DFF      MOV      R5,#0FFH
01AC      S_D_1 :
01AC 7EFF      MOV      R6,#0FFH
01AE DEFE      DJNZ     R6,$
01B0 DDFA      DJNZ     R5,S_D_1
01B2 D006      POP      6
01B4 D005      POP      5
01B6 22        RET

```

```

,*****
,
,***   DELAY   ***
,
,*****
,

```

```

01B7      DELAY :
01B7 C007      PUSH     7
01B9 7F0A      MOV      R7,#0AH
01BB      D_1 :
01BB 1201A6     LCALL    S_DELAY
01BE DFFB      DJNZ     R7,D_1
01C0 D007      POP      7
01C2 22        RET

```

```

,*****
,

```

```

*** LONG DELAY ***
*****

01C3      L_DELAY :
01C3 C004      PUSH      4
01C5 7C08      MOV       R4,#08

§
01C7 1201B7     LCALL     DELAY
01CA DCFB      DJNZ      R4,L_DE_1
01CC 22        RET

*****
F
** OFF MEMORY DTMF **
*****

01CD      OFF_MDTMF :
01CD 7400      MOV       A,#00
01CF 90E0E1     MOV       DPTR,#0E0E1H
01D2 F0        MOVX      @DPTR,A
01D3 22        RET

0200      ORG       200H
*****
*** PLAY TOTAL SOUND ***
*****

0200      TOTAL_SOUN :
0200 7F02      MOV       R7,#02

0202      LSUND :
0202 7402      MOV       A,#02H      ;SOUND CHANNEL 2
0204 90E0E0     MOV       DPTR,#0E0E0H
0207 F0        MOVX      @DPTR,A
0208 12023B     LCALL     ST_SUND
020B 209009     JB        P1.0,SUND_1
020E 7403      MOV       A,#03H
0210 90E0E0     MOV       DPTR,#0E0E0H

```

```

0213 F0          MOVX    @DPTR,A
0214 12023B      LCALL   ST_SUND

0217            SUND_1 :
0217 209109      JB      P1.1,SUND_2
021A 7404        MOV     A,#04H
021C 90E0E0      MOV     DPTR,#0E0E0H
021F F0          MOVX    @DPTR,A
0220 12023B      LCALL   ST_SUND

0223            SUND_2 :
0223 209209      JB      P1.2,SUND_3
0226 7405        MOV     A,#00000101B
0228 90E0E0      MOV     DPTR,#0E0E0H
022B F0          MOVX    @DPTR,A
022C 12023B      LCALL   ST_SUND

022F            SUND_3 :
022F 209319      JB      P1.3,ED_SUND
0232 7406        MOV     A,#06H
0234 90E0E0      MOV     DPTR,#0E0E0H
0237 F0          MOVX    @DPTR,A
0238 12023B      LCALL   ST_SUND

```

```

;*****

```

```

;* START MEMORY SOUND *

```

```

;*****

```

```

023B            ST_SUND :
023B C295        CLR     P1.5
023D AEF5        MOV     R6,0FFH

023F            LL_0 :
023F ADF5        MOV     R5,0FFH
0241 DDF5        DJNZ    R5,$
0243 DEFA        DJNZ    R6,LL_0

```

0245 2094FD JB P1.4,\$

0248 D295 SETB P1.5

024A 22 RET

024B ED_SUND :

024B DFB5 DJNZ R7,LSUND

024D 32 RETI

0000 = END





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อใช้งานเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

มีขั้นตอนการต่อใช้งานดังนี้คือ

- 1.เสียบปลั๊กต่อแหล่งจ่ายกำลังงานหลัก ใช้ไฟฟ้าสลับ 220 V 50 Hz
- 2.ต่อแหล่งจ่ายกำลังงานสำรองเข้าทางขั้วต่อ (BATT) โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 V 5 A หรือมากกว่า

3.นำสายโทรศัพท์ของเดิมที่มีอยู่แล้วมาต่อเข้าที่แจ็ค LINE TELEPHONE ตรงช่อง IN ที่อยู่ที่ด้านหลังของเครื่องแจ้งเหตุฯ

4.นำเครื่องโทรศัพท์มาต่อเข้าที่แจ็ค LINE TELEPHONE ตรงช่อง OUT

5.ต่ออุปกรณ์ตรวจจับเข้าที่ขั้วต่อ SENSOR ช่องที่ 1 ถึง 4 โดยที่อุปกรณ์ตรวจจับนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกันคือ

- อุปกรณ์ตรวจจับควัน ต่อเข้าที่ขั้วต่อหมายเลข 1
- อุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส ต่อเข้าที่ขั้วต่อหมายเลข 2
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ต่อเข้าที่ขั้วต่อหมายเลข 3
- สวิตช์แม่เหล็ก ต่อเข้าที่ขั้วต่อหมายเลข 4

โดยสัญญาณอินพุตที่เข้ามาไม่เกิน +5 VDC ใช้กราวด์ร่วมกับ BATT

6.ต่อวงจรเตือนภัยทางเสียง ใช้ไฟขนาด 220 VAC ที่ช่อง ALARM

การบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.เลื่อนสวิตช์ MEMORY ที่อยู่บนหน้าปัดไปที่ตำแหน่ง ON
- 2.เริ่มต้นการบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ โดยการกดปุ่ม PROG หลอดไฟบนหน้าปัดจะกระพริบ หลังจากนั้นกดปุ่มเพื่อเลือกช่องที่จะบันทึก (M1-M6) ช่องใดช่องหนึ่งหลอดไฟที่หน้าปัดจะดับลง
- 3.กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการจะบันทึก (ในขณะที่กดหมายเลขแต่ละตัว หลอดไฟบนหน้าปัดจะดับและดับตามหมายเลขที่กด) จนครบ
- 4.กดปุ่ม STORE
- 5.กดปุ่ม PROG เป็นการเสร็จสิ้นการบันทึกในหนึ่งช่อง
- 6.ถ้าต้องการบันทึกเสียงช่องอื่นๆ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.เมื่อบันทึกจนครบทุกช่องแล้ว เลื่อนสวิตช์ MEMORY กลับไปที่ตำแหน่ง OFF เป็นการเสร็จสิ้นการบันทึกทั้งหมด

การบันทึกเสียงพูด

เครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์อัตโนมัติเครื่องนี้ สามารถเปลี่ยนข้อความที่จะแจ้งให้เจ้าของทราบได้เมื่อเกิดเหตุผิดปกติขึ้น โคนมีขั้นตอนการบันทึกเสียงดังนี้

1.กดปุ่ม CLEAR

2.เลือกช่องที่จะบันทึกที่อยู่บนหน้าปัด โดยการเลื่อนสวิตช์ CHANNEL

3.กดปุ่ม REC กับ PLAY พร้อมกัน เพื่อทำการบันทึก โคมหลอดไฟ LED ที่บอกสถานะการบันทึกจะสว่าง

4.พูดข้อความลงไปที่ MIC ที่ติดอยู่ที่หน้าปัดเครื่อง

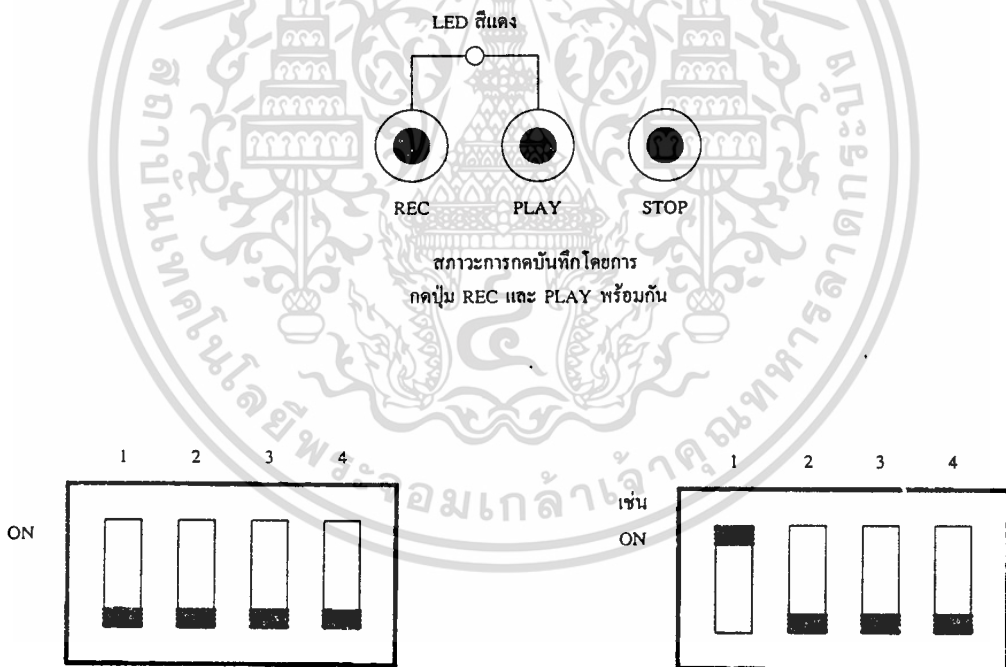
5.เมื่อจะหยุดการบันทึกข้อความหรือเมื่อจบข้อความ ให้กดปุ่ม STOP หลอดไฟ LED จะดับ (ระยะเวลาในการบันทึกในแต่ละช่องประมาณ 45 วินาที)

6.การบันทึกในช่องอื่นๆ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 5

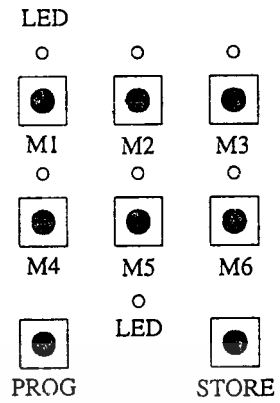
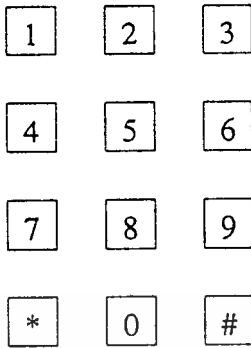


ตารางในการเลือกช่อง

CHANNEL	1	2	3	4
1	ON	-	-	-
2	-	ON	-	-
3	ON	ON	-	-
4	-	-	ON	-
5	ON	-	ON	-
6	-	ON	ON	-
7	ON	ON	ON	-
8	-	-	-	ON



สวิทช์แสดงการบันทึก และเลือกช่องการบันทึก



หมายเลขโทรศัพท์

ช่องบันทึกหมายเลขโทรศัพท์

OFF



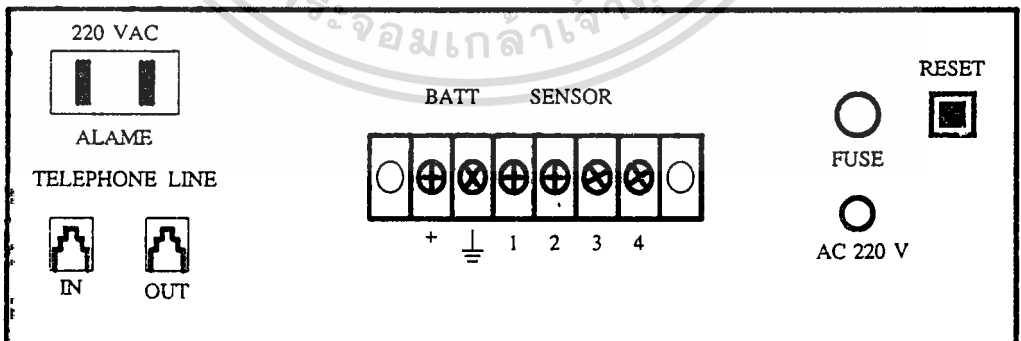
ON

MEMORY

CLEAR

ปุ่มปิด/เปิด บันทึกหมายเลขโทรศัพท์

ปุ่มตั้งความพร้อมของเครื่อง



ด้านหลังของเครื่องแจ้งเหตุทางโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

MC34014

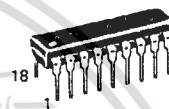
Specifications and Applications Information

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

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

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

TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT

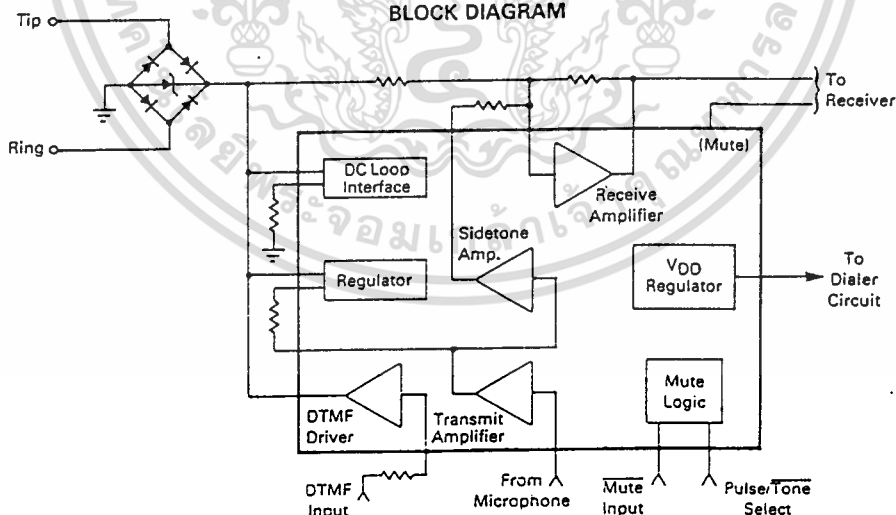


P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

DW SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751D
SO-20L



BLOCK DIAGRAM

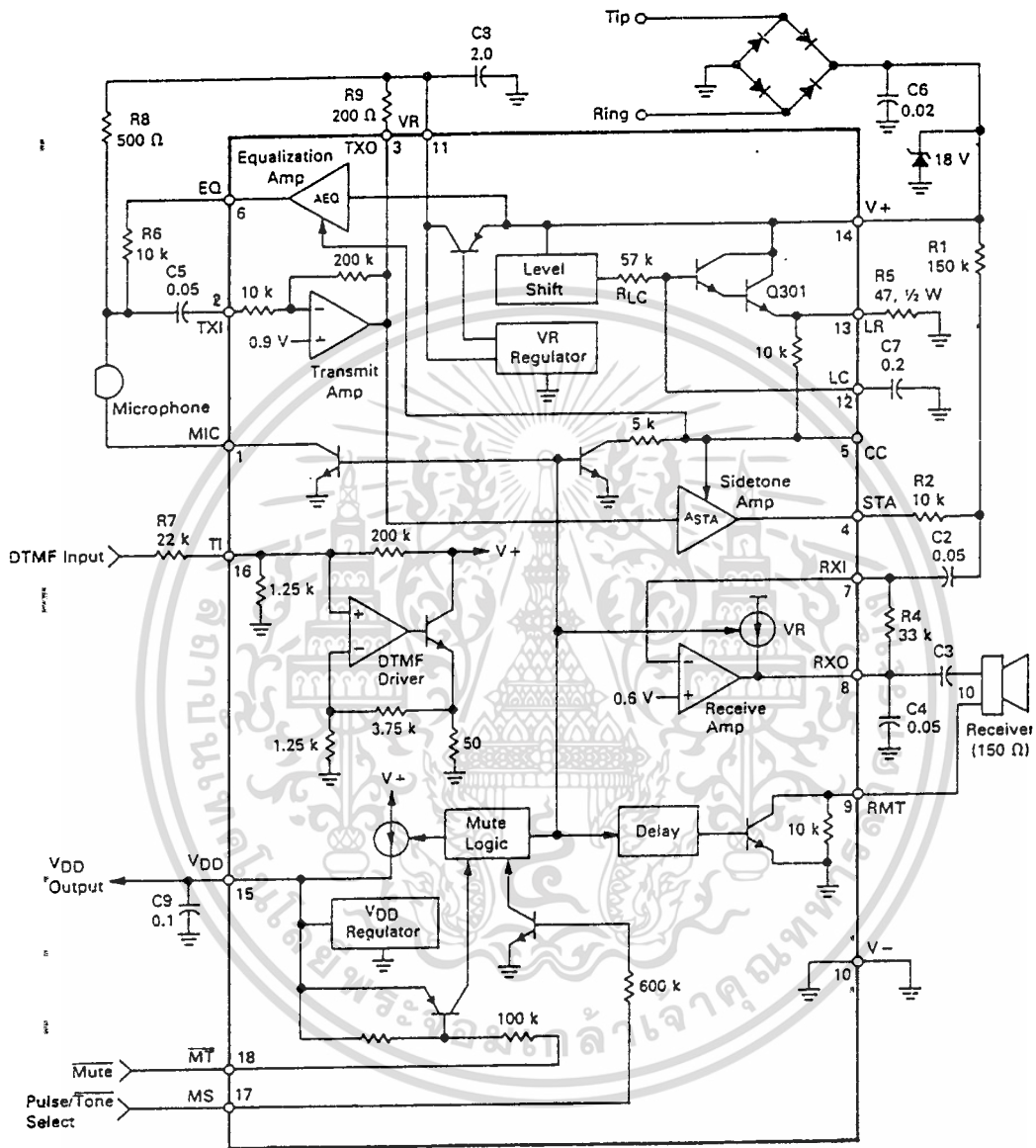


PIN DESCRIPTION (See Figure 1)

Pin # SOIC	Pin # DIP	Name	Description
1	1	MIC	Microphone negative supply. Bias current from the electret microphone is returned to V- through this pin, through an open collector NPN transistor whose base is controlled by an internal mute signal. During dialing, the transistor is off, disabling the microphone.
2	2	TXI	Transmit amplifier input. Input impedance is 10 k Ω . Signals from the microphone are input through capacitor C5 to TXI.
3	3	TXO	Transmit amplifier output. The ac signal current from this output flows through the Vp series pass transistor via R9 to drive the line at V+. Increasing R9 will decrease the signal at V+. The output is biased at ≈ 0.65 V to allow for maximum swing of ac signals. The closed loop gain from TXI to TXO is internally set at 26 dB.
4	4	STA	Sidetone amplifier output. Input to this amplifier is TXO. The signal at STA cancels the sidetone signals in the receive amplifier. The signal level at STA increases with loop length.
5	5	CC	Compensation Capacitor. A capacitor from CC to ground will compensate the loop length equalization circuit when additional stability is required. In most applications, CC remains open.
7	6	EQ	Equalization amplifier output. A portion of the V+ signal is present on this pin to provide negative feedback around the transmit amplifier. The feedback decreases with increasing loop length, causing the ac impedance of the circuit to increase.
8	7	RXI	Receive amplifier input. Input impedance is > 100 k Ω . Signals from the line and sidetone amplifier are summed at RXI.
9	8	RXO	Receive Amplifier output. RXO is biased by a 2.5 mA current source. Feedback maintains the dc bias voltage at ≈ 0.65 V. Increasing R4 (between RXO and RXI) will increase the receive gain. C4 stabilizes the amplifier. C3 couples the signals to the receiver. The 2.5 mA current source is reduced to 0.4 mA when dialing.
10	9	RMT	Receiver Mute. The ac receiver current is returned to V- through an open collector NPN transistor and a parallel 10 k Ω resistor. The base of the NPN is controlled by an internal mute signal. During dialing the transistor is off, leaving the 10 k Ω resistor in series with the receiver.

Pin # SOIC	Pin # DIP	Name	Description
11	10	V-	Negative supply. The most negative input connected to Tip and Ring through the polarity guard diode bridge.
12	11	VR	Regulated voltage output. The VR voltage is regulated at 1.2 V and biases the microphone and the speech circuits. An internal series pass PNP transistor allows for regulation with a line voltage as low as 1.5 V. Capacitor C8 stabilizes the regulator.
13	12	LC	DC load capacitor. An external capacitor C7 and an internal resistor form a low pass filter between V+ and LR to prevent ac signals from being loaded by the dc load resistor R5. Forcing LC to V- will turn off the dc load current and increase the V+ voltage.
14	13	LR	DC load resistor. Resistor R5 from LR to V- determines the dc resistance of the telephone, and removes power dissipation from the chip. The LR pin is biased 2.8 volts below the V- voltage (4.5 volts in the tone dialing mode).
15	14	V+	Positive supply. V+ is the positive line voltage (from Tip & Ring) through the polarity guard bridge. All sections of the MC34014 are powered by V+.
17	15	VDD	VDD regulator. VDD is the output of a shunt type regulator with a nominal voltage of 3.3 V. The nominal output current is increased from 550 μ A to 2 mA when dialing. Capacitor C9 stabilizes the regulator and sustains the VDD voltage during pulse dialing.
18	16	TI	Tone input. The DTMF signal from a dialer circuit is input at TI through an external resistor R7. The current at TI is amplified to drive the line at V-. Increasing R7 will reduce the DTMF output levels. The input impedance at TI is nominally 1.25 k Ω .
19	17	MS	Mode select. This pin is connected through an internal 500 k Ω resistor to the base of an NPN transistor. A Logic "1" (> 2.0 V) selects the pulse dialing mode. A Logic "0" (< 0.3 V) selects the tone dialing mode.
20	8	MT	Mute input. MT is connected through an internal 100 k Ω resistor to the base of a PNP transistor, with the emitter at VDD. A Logic "0" (< 1.0 V) will mute the network for either pulse or tone dialing. A Logic "1" ($> VDD - 0.3$ V) puts the MC34014 into the speech mode.

FIGURE 1 — TEST CIRCUIT



NOTE: Pin numbers are for 18 pin DIP.

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

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

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

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

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

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

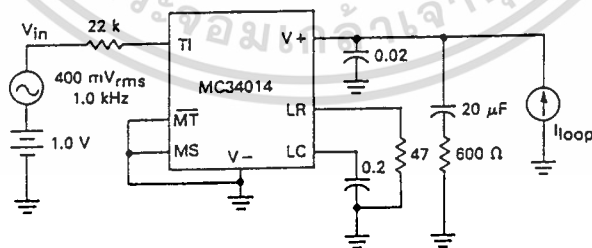
Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
LINE INTERFACE					
V+ Voltage	V+				Vdc
I _{loop} = 20 mA (Speech/Pulse Mode)		2.6	3.2	3.8	
I _{loop} = 30 mA (Speech/Pulse Mode)		3.0	3.7	4.4	
I _{loop} = 120 mA (Speech/Pulse Mode)		7.0	8.2	9.5	
I _{loop} = 20 mA (Tone Mode)		4.1	4.9	5.7	
I _{loop} = 30 mA (Tone Mode)		4.6	5.4	6.2	
V- Current (Pin 12 Grounded)	I+				mA
V- = 1.7 V (Speech Mode)		4.0	6.6	8.5	
V- = 12 V (Speech/Pulse Modes)		5.5	8.4	12.5	
V- = 12 V (Tone Mode)		6.0	8.8	14.0	
LR Level Shift (V+ - V _{LR})	ΔV _{LR}				Vdc
(Speech/Pulse Mode)		—	2.7	—	
(Tone Mode)		—	4.3	—	
LC Terminal Resistance	R _{LC}	36	57	94	kΩ
VOLTAGE REGULATORS					
VR Voltage (V+ = 1.7 V)	VR	1.1	1.2	1.3	Vdc
Load Regulation (0 mA < I _R < 6.0 mA)	ΔV _R LD	—	20	—	mV
Line Regulation (2.0 V < V- < 6.5 V)	ΔV _R LN	—	25	—	mV
V _{DD} Voltage (V+ = 4.5 V)	V _{DD}	3.0	3.3	3.8	Vdc
Load Regulation (0 < I _{DD} < 1.6 mA)					
(Dialing Mode)	ΔV _{DD} LD	—	0.25	—	Vdc
Line Regulation (All Modes) (4.0 V < V+ < 9.0 V)	ΔV _{DD} LN	—	50	—	mV
Max. Output Current (Speech Mode)	I _{DDSP}	375	550	1000	μA
Max. Output Current (Dialing Mode)	I _{DDDL}	1.6	2.0	3.6	mA
V _{DD} Leakage Current (V- = 0, V _{DD} = 3.0 V)	I _{DOLK}	—	—	1.5	μA
SPEECH AMPLIFIERS					
Transmit Amplifier					
Gain (TXI to TXO)	ATXO	—	20	—	V/V
TXO Bias Voltage (Speech/Pulse Mode)	VTXOSP	0.45	0.52	0.60	x VR
TXO Bias Voltage (Tone Mode)	VTXODL	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO High Voltage (Speech/Pulse Mode)	VTXOH	VR - 25	VR - 5.0	—	mV
TXO Low Voltage (Speech/Pulse Mode)	VTXOL	—	125	250	mV
TXI Input Resistance	RTXI	—	10	—	kΩ
Receive Amplifier					
RXO Bias Voltage (All Modes)	VRXO	0.45	0.52	0.60	x VR
RXO Source Current (Speech Mode)	IRXOSP	1.5	2.0	—	mA
RXO Source Current (Pulse/Tone Mode)	IRXODL	200	400	—	μA
RXO High Voltage (All Modes)	VRXOH	VR - 100	VR - 50	—	mV
RXO Low Voltage (All Modes)	VRXOL	—	50	150	mV

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — (continued) ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
MICROPHONE, RECEIVER CONTROLS					
MIC Saturation Voltage (Speech Mode, $I = 500\ \mu\text{A}$)	V_{OLMIC}	—	50	125	mV
MIC Leakage Current (Dialing Mode, Pin 1 = 3.0 V)	I_{MICLK}	—	0	5.0	μA
RMT Resistance (Speech Mode) (Dialing Mode)	R_{RMTSP}	—	8.0	15	Ω
	R_{RMTDL}	5.0	10	18	$k\Omega$
RMT Delay (Dialing to Speech)	t_{RMT}	2.0	4.0	20	ms
DIALING INTERFACE					
MT Input Resistance	R_{MT}	58	100	—	$k\Omega$
MT Input High Voltage	V_{IHMT}	$V_{DD} - 0.3$	—	—	Vdc
MT Input Low Voltage	V_{ILMT}	—	—	1.0	Vdc
MS Input Resistance	R_{MS}	280	600	—	$k\Omega$
MS Input High Voltage	V_{IHMS}	2.0	—	—	Vdc
MS Input Low Voltage	V_{ILMS}	—	—	0.3	Vdc
TI Input Resistance	R_{TI}	—	1.25	—	$k\Omega$
DTMF Gain (See Figure 2) ($V + / V_{in}$)	A_{DTMF}	3.2	4.8	6.2	dB
SIDETONE AMPLIFIER					
Gain (TXO to STA) (Speech Mode) @ $V_{LR} = 0.5\ \text{V}$ (Speech Mode) @ $V_{LR} = 2.5\ \text{V}$ (Pulse Mode) @ $V_{LR} = 0.2\ \text{V}$ (Pulse Mode) @ $V_{LR} = 1.0\ \text{V}$	A_{STA}	—	-15 -21 -15 -21	—	dB
	V_{STA}	0.65	0.8	0.9	$\times V_R$
EQUALIZATION AMPLIFIER					
Gain ($V +$ to EQ) (Speech Mode) @ $V_{LR} = 0.5\ \text{V}$ (Speech Mode) @ $V_{LR} = 2.5\ \text{V}$ (Pulse Mode) @ $V_{LR} = 0.2\ \text{V}$ (Pulse Mode) @ $V_{LR} = 1.0\ \text{V}$	A_{EQ}	—	-12 -2.5 -12 -2.5	—	dB
	V_{EQ}	—	0.66 1.3 3.3	—	Vdc

NOTE: Typical values are not tested or guaranteed.

FIGURE 2 — DTMF DRIVER TEST



● ● ● ●



5

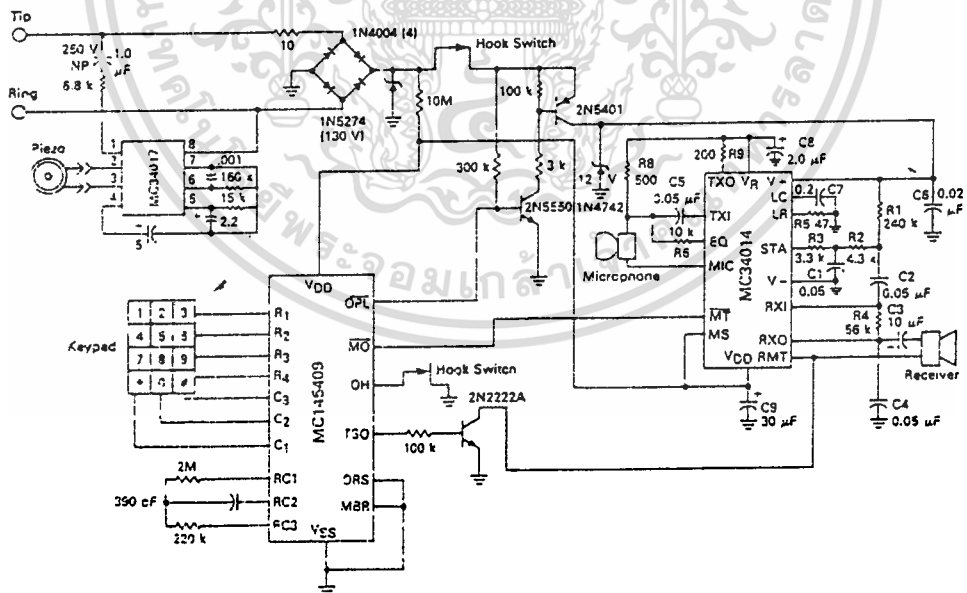
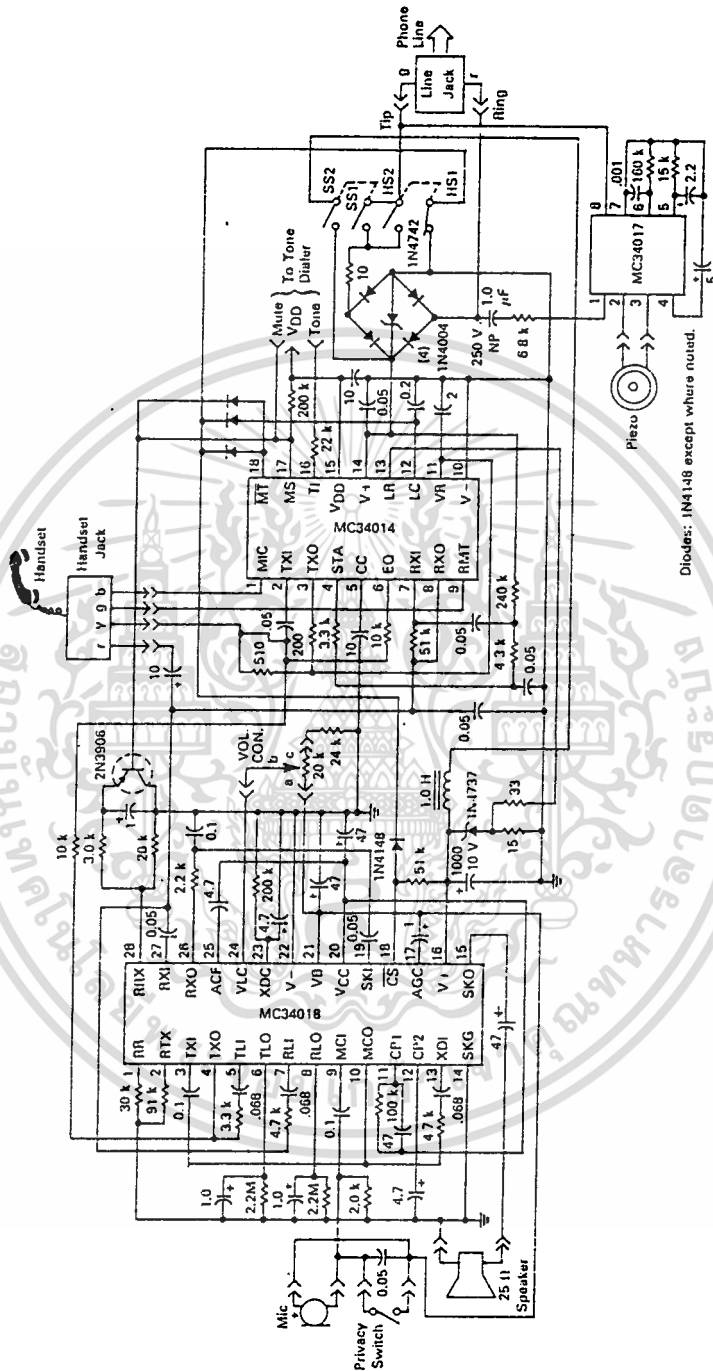
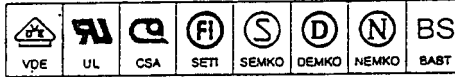


FIGURE 23 — SWITCHABLE HANDSET/HANDSFREE SYSTEM



MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

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

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

Applications

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

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

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	80	mA
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector	P_D	120	mW
Derate above 25°C		1.41	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT TRANSISTOR

Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED	P_D	150	mW
Derate above 25°C		1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range (2)	T_A	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

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

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

4N25*
4N25A*
4N26*
[CTR = 20% Min]
4N27
4N28
[CTR = 10% Min]

*Motorola Preferred Devices
STYLE 1 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04



"T" LEADFORM
WIDE SPACED 0.4"
CASE 730D-05

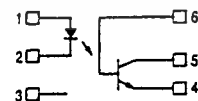


"S"/"F" LEADFORM
SURFACE MOUNT
CASE 730C-04
(STANDARD PROFILE)



CASE 730F-04
(LOW PROFILE)

SCHEMATIC



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

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

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

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

TYPICAL CHARACTERISTICS

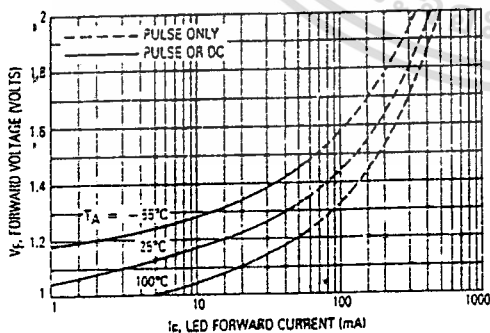


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

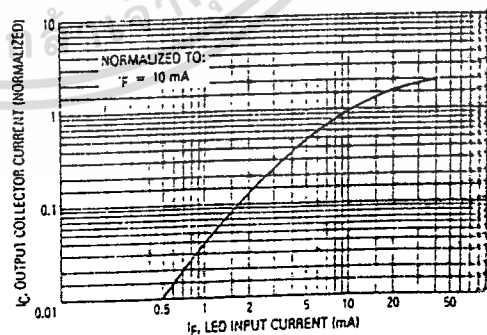


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

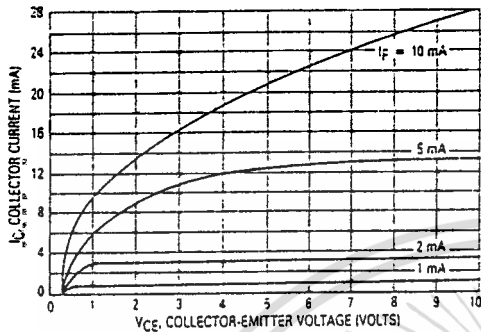


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

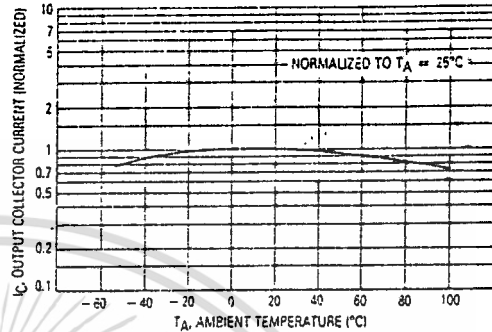


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

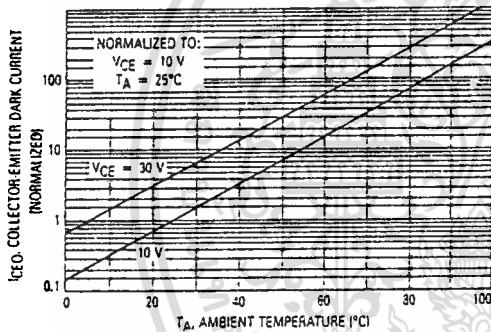


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

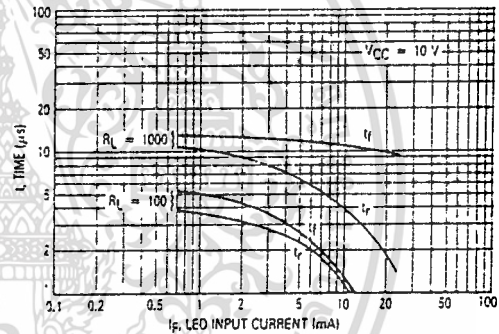


Figure 6. Rise and Fall Times

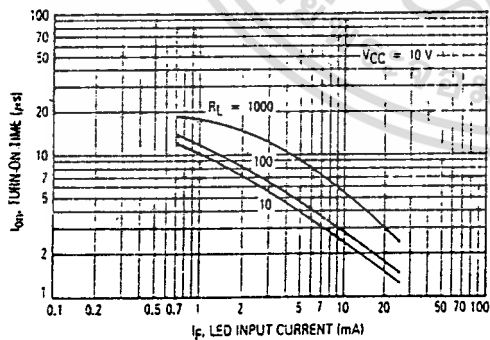


Figure 7. Turn-On Switching Times

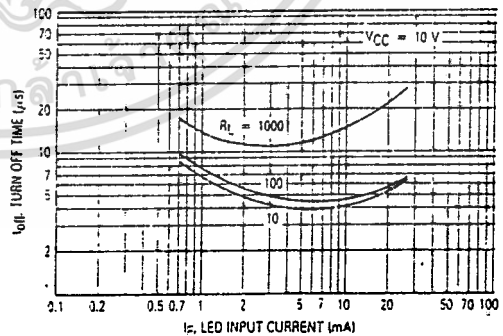


Figure 8. Turn-Off Switching Times

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

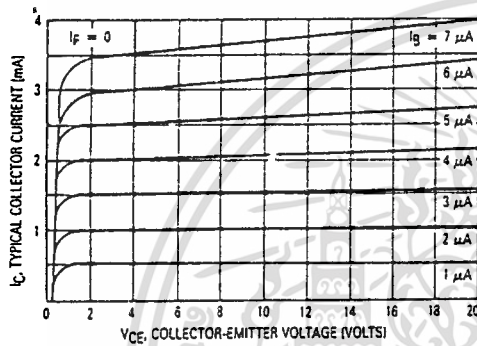


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

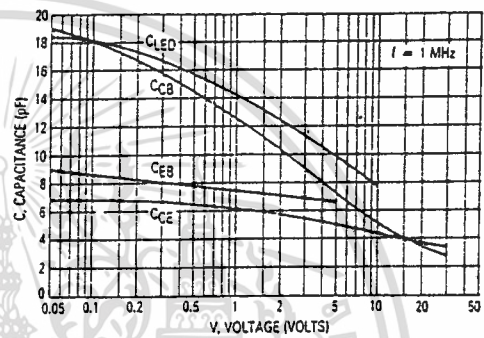


Figure 10. Capacitances versus Voltage

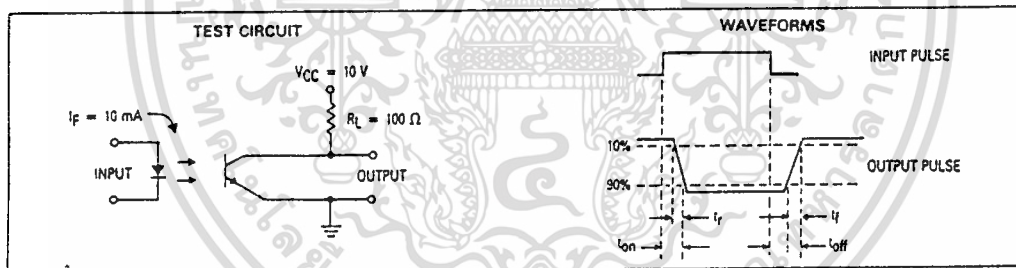
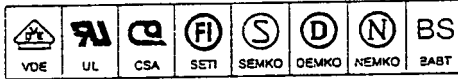


Figure 11. Switching Times

MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



6-Pin DIP Optoisolators Triac Driver Output (400 Volts)

The MOC3020 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.

They are designed for applications requiring isolated triac triggering.

- Output Driver Designed for 240 Vac Line

Applications

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Incandescent Lamp Dimmers

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

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	100	mW
Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C		1.33	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current ($PW = 1 \text{ ms}$, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	300	mW
		4	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 5 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	330	mW
		4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range (2)	T_A	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

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

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

MOC3020
(IFT = 30 mA Max)
MOC3021*
(IFT = 15 mA Max)
MOC3022
(IFT = 10 mA Max)
MOC3023
(IFT = 5 mA Max)
*Motorola Preferred Device
STYLE 6 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04



"T" LEADFORM
WIDE SPACED 0.4"
CASE 730D-05

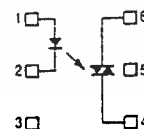


"S"/"F" LEADFORM
SURFACE MOUNT
CASE 730C-04
(STANDARD PROFILE)



CASE 730F-04
(LOW PROFILE)

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

MOC3020, MOC3021, MOC3022, MOC3023

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

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Reverse Leakage Current ($V_R = 3\text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage ($I_F = 10\text{ mA}$)	V_F	—	1.15	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$ unless otherwise noted)					
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V_{DRM} , Note 1)	I_{DRM}	—	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100\text{ mA Peak}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	dv/dt	—	10	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
COUPLED					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V, Note 3)	I_{FT}	—	15	30	mA
MOC3020	—	—	8	15	
MOC3021	—	—	—	10	
MOC3022	—	—	—	5	
MOC3023	—	—	—	—	
Holding Current, Either Direction	I_H	—	100	—	μA

Notes: 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.

2. This is static dv/dt . See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020, 15 mA for MOC3021, 10 mA for MOC3022, 5 mA for MOC3023) and absolute max I_F (160 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$

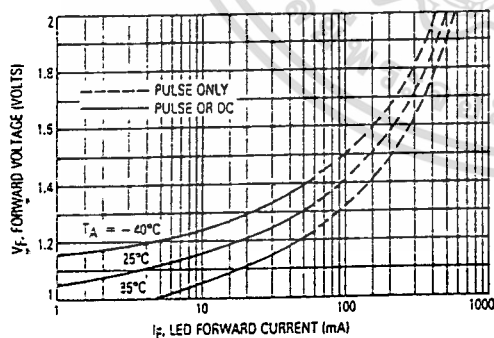


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

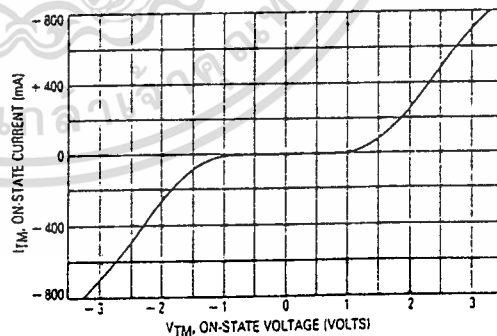


Figure 2. On-State Characteristics

MOC3020, MOC3021, MOC3022, MOC3023

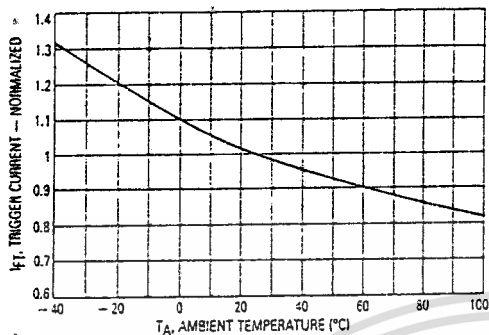


Figure 3. Trigger Current versus Temperature

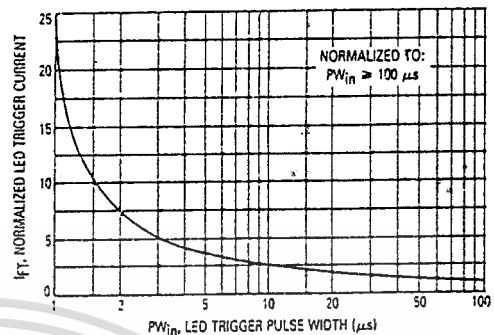


Figure 4. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

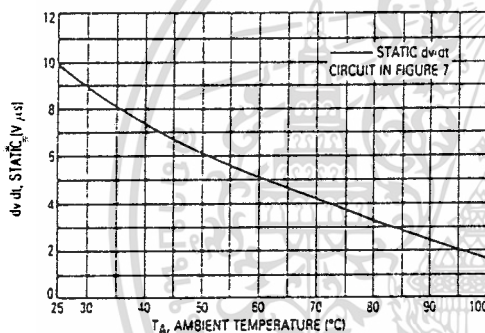


Figure 5. dv/dt versus Temperature

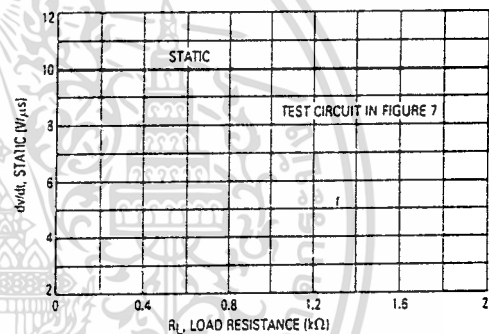
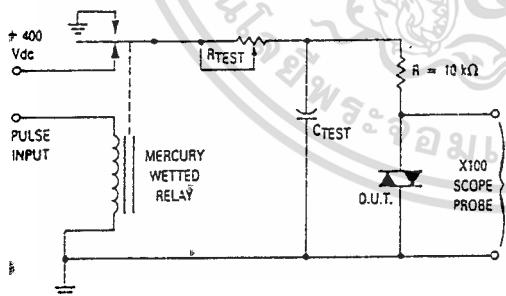


Figure 6. dv/dt versus Load Resistance



1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the O.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the O.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the O.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the O.U.T. stops triggering. τRC is measured at this point and recorded.

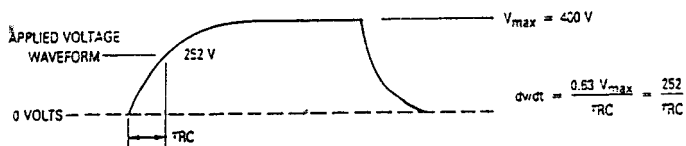


Figure 7. Static dv/dt Test Circuit

Thermal Fire Detectors

ENGINEER AND ARCHITECT SPECIFICATIONS

MODELS

DT-135R,
DT-135F,
DT-200R,
DT-200F



Introduction

The Pyrotronics International Thermal Fire Detectors are fixed temperature or combination fixed temperature rate-of-rise type. The combination detectors consist of two independently operated thermal elements. The rate-of-rise elements is self-restoring. However, the fixed temperature is of the non-restoring type.

Underwriter's Laboratories, Inc., recommends the combination type thermal detector be used to protect a maximum of 2,500 square feet, and the fixed temperature type be used to protect a maximum of 625 square feet. Job conditions and engineering judgment, however, often dictate closer spacing to provide faster detection.

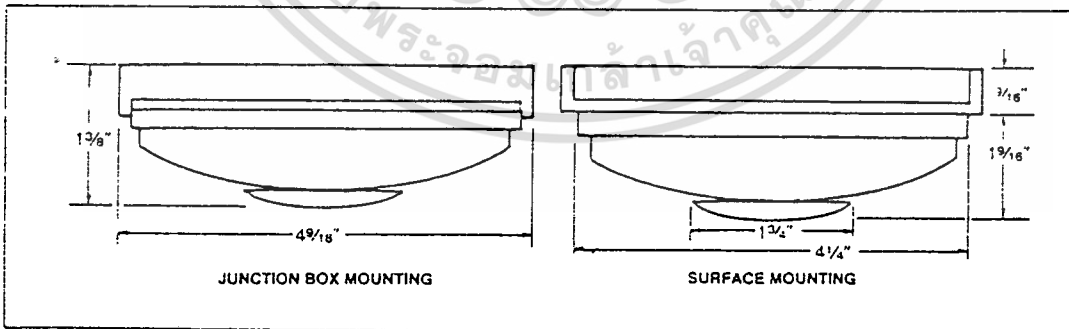
Rate-of-Rise Principle of Operation:

The rate-of-rise element consists of an air chamber, a flexible metal diaphragm and a moisture-proof, trouble-free vent which is carefully calibrated.

It is well known that air expands as it is heated, and contracts as it is cooled. For normal, day-to-day fluctuations of temperature, the expansion and contraction of the air within the chamber is automatically compensated by the "breathing" action of the vent.

However, when a fire occurs, air temperatures rise very rapidly and the air in the chamber expands faster than it can be vented. This creates a pressure which distends the diaphragm and closes electrical contacts.

Mounting Data



The rate-of-rise action is not related to any fixed temperature level, but responds with the utmost promptness when the rate of temperature rise exceeds 15 per minute. If the heat is removed, the air within the chamber contracts and the switch moves to a normally open circuit position.

Fixed Temperature Principle of Operation

In a slow developing fire, the temperature may not increase rapidly enough to operate a rate-of-rise element.

In cases such as described a fixed temperature principle of operation is desired.

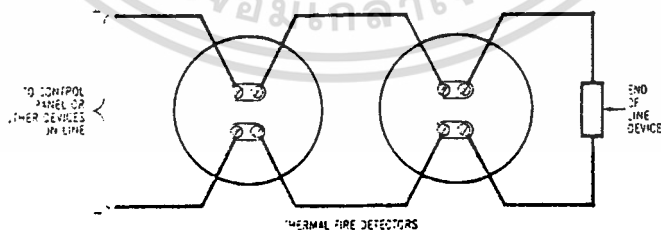
The detector utilizes a fixed temperature element made of fusible alloy and is of the non-restorable type.

The fusible alloy will melt and activate the detector when the surrounding air rises above the preset level of 135°F or 200°F.

Ordering Information

Model No.	DT-135R	DT-200R	DT-135F	DT-200F
Description	Rate-of-rise and fixed temperature 135°F	Rate-of-rise and fixed temperature 200°F	Fixed temperature only, 135°F	Fixed temperature only, 200°F
Applications	Normal temperature fluctuations and ceiling temperatures not exceeding 100°F	Normal temperature fluctuations and ceiling temperatures not exceeding 100°F	Unusually violent temperature fluctuations and ceiling temperatures not exceeding 100°F	Unusually violent temperature fluctuations and ceiling temperatures exceeding 100°F but not 150°F
Identification on Heat Collector	 NONE	 GRAY RING	 GRAY SPOT	 GRAY SPOT & RING

Wiring Information



The external heat collector drops away when the detector is activated therefore giving a quick visual confirmation that the detector has alarmed.

Installation

Each detector includes a thermoplastic reversible mounting plate. In one position it easily attaches to a 4" octagon junction box, 3 1/4" octagon box or plaster ring.

In reverse, the plate can be used for open wiring without a junction box. A 1/4" space between detector and mounting surface allows for wire connections. All mounting screws are concealed.

The detector simply attaches to the mounting plate with a push and twist motion. No tools required.

Engineer and Architect Specifications

The thermal fire detector shall be a Pyrotechnics International Model _____ (insert number). It shall operate at a temperature of _____ degrees F (insert temperature). The detectors shall be listed by Underwriters' Laboratories, Inc., and Factory Mutual for use with Pyrotechnics International systems.

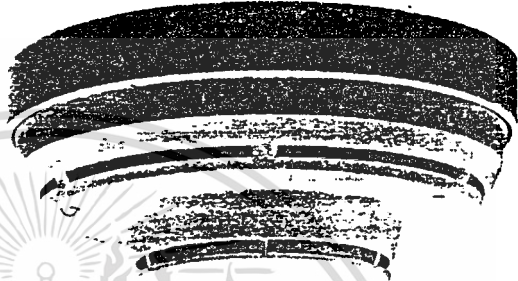
NOTICE: The use of other than Pyrotechnics International detectors and bases with Pyrotechnics International control equipment will be considered a misapplication of Pyrotechnics International equipment and as such void all warranties either expressed or implied with regards to loss, damage, liabilities and/or service problems.

DI-3, DI-A3 and DI-B3

Ionization Smoke Detector

ENGINEER AND ARCHITECT SPECIFICATIONS

- Adjustable Sensitivity
- Dual Chamber
- Sensitivity Test Points
- Simple Twist/Lock Assembly
- Optional Auxiliary Relay
- Screw-Clamp Terminals
- Alarm LED
-  Listed, ULC Listed, NYMEA, FM, CSFM Approved



Introduction

The Pyrotech International DI-3, DI-A3 and DI-B3 fire smoke detectors operate on the ionization principle. The detectors respond to the first traces of fire in the form of visible smoke or invisible products of combustion. The DI-3, DI-A3 and DI-B3 have been developed for the wide range of commercial, industrial and institutional fire detection and extinguishing applications. The DI-3, DI-A3 and DI-B3 are approved in environments covered by UL 268A. The DI-B3 must be utilized with a Series 3™ air duct housing.

Description

The DI-3 Series detector is a plug-in, ionization detector and is designed for two wire system operation. The DI-3 is designed with adjustable sensitivity while the DI-A3 and the DI-B3 have a fixed sensitivity designed for their individual high air flow applications.

The DI-3, DI-A3 and DI-B3 consist of self-compensating dual ionization chambers and a highly stable solid state amplifier-switching circuit. One chamber detects the presence of combustion products, the second chamber serves as a reference, to stabilize the detector's sensitivity for changes in environmental conditions. As products of combustion enter the sampling chamber, the chamber current is reduced producing a voltage change. At the time, the voltage range exceeds the pre-determined

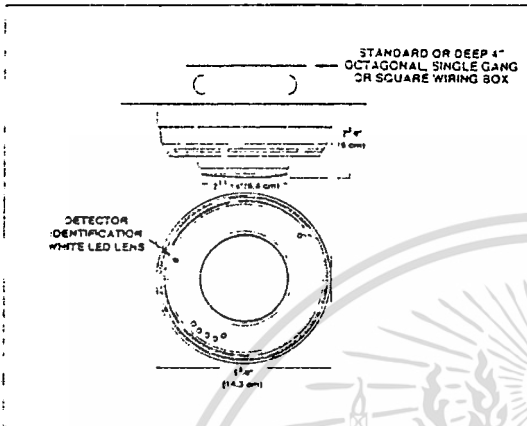
threshold an alarm is signaled to the control unit. The detector locks in upon alarm and must be reset from the control panel.

The sensitivity of the DI-3, DI-A3 and DI-B3 is preset at the factory. The electrical sensitivity can be monitored in the field using the Pyrotech International sensitivity tester, test module TM-13. The sensitivity test jack on the DI-3, DI-A3 and DI-B3 and the adjustment screw on the DI-3 are accessible from the front of the detector housing enabling the user to perform all sensitivity adjustments and tests without removing the detector from its base.

The detectors utilize a low profile surface mounting base, model DB-3S, which may be attached to either a 4" octagonal, single gang outlet box, 4 1/16" square wiring box — or the audible base model ADB-3, which must be attached to a 4 1/16" square, deep wiring box. The DB-3S base and ADB-3 audible base utilize screw-clamp terminals for all electrical connections, self-wiping contacts for reliability and contain provision for an optional concealed locking mechanism to prevent unauthorized removal of the detector head.

The DI-3 Series ionization detector has been designed to meet a wide range of system design parameters. The DI-3 detector is designed for open area protection in areas with air velocities up to 300 feet per minute.

Mounting Data



DI-A3 is recommended for use in high air velocity applications such as computer room underfloor areas. The model DI-A3 contains a specially designed internal chamber cover and a pre-selected fixed sensitivity setting which provides extremely stable operation. Model DI-A3 has been UL listed for operation in air velocities of 0 to 1200 feet per minute. Since air velocity has an effect on detector sensitivity and performance, the DI-A3 should be used only in applications which meet this established air velocity range.

The DI-B3 is designed specifically for use with the Pyrotechnics International Series 3 air duct housings and, like the DI-A3, contains a specially designed internal chamber cover and a pre-selected fixed sensitivity setting. The DI-B3 must be utilized with the Series 3 air duct housing in air duct applications with air velocities of 500-4000 FPM.

The DI-3, DI-A3 and DI-B3 are also available for high altitude applications, (3000 to 8000 feet above sea level) as model numbers DI-3H, DI-A3H and DI-B3H.

The DI-3 and DI-A3 are capable of operating a remote alarm lamp, model RL-3, or auxiliary relay, model RR-3. The model RR-3 relay contains one set of double pole, double throw contacts rated at 120 VAC, 2 Amp. Resistive and requires a deep outlet box when mounted to the DB-3S. The DI-B3 is capable of utilizing the remote relay as supplied in the Series 3 air duct housing model AD-3RI which contains one set of double pole, double throw contacts rated at 125 VAC/24 VDC, 3 Amp. Resistive.

When multiple detector/relay combinations are used on the same circuit, the zone module current limit will restrict the number of guaranteed detector/relay actuations to one per zone.

The DI-3, DI-A3, DI-B3, DI-3H and DI-B3H ionization detectors are Underwriters Laboratories, Inc. Listed. The series is also FM, CSFM and NYMEA approved.

An FM approved, intrinsically safe DI-3 is available under model DI-3IS. The DI-3IS must be utilized with the intrinsically safe System 3 zone module, model ZS-30.

Application Data

The DI-3, DI-A3, DI-B3, DI-3H, DI-A3H and DI-B3H detectors are fully compatible with other Pyrotechnics International System 3 compatible detectors and may be intermixed on the same zone circuit. No more than thirty (30) detectors of any type of combination (other than thermals or manual stations) may be used on any one Pyrotechnics International System 3 compatible detectors and may be intermixed on the same zone circuit. No more than thirty (30) detectors of any type of combination (other than thermals or manual stations) may be used on any one Pyrotechnics International detector circuit.

This detector is applicable to the 30-foot center spacing (900 sq. ft.) as referred to NFPA 72. This spacing, however, is based on ideal conditions namely, smooth ceiling, no air movement, and no physical obstructions between the fire source and the detector. This spacing should be used as a guide or starting point in detector installation layout. Do not mount detectors in areas close to ventilating or air conditioning outlets. Exposed joists or beamed ceilings may also affect safe spacing limitations for detectors. It is mandatory that engineering judgment be applied regarding detector location and spacing.

Engineer and Architect Specifications

The ionization smoke detector shall be a dual chamber plug-in unit which mounts to a twist/lock base and shall be UL listed.

The smoke detector shall operate on a two-wire circuit and shall contain an alarm indicating LED which will illuminate to signal actuation of the detector.

DI-A3 ONLY The detector shall be specifically designed for use in high air velocity applications of between 0 and 1200 ft./min. Detectors which are not UL listed for the stated air velocity range shall be accepted.

DI-B3 ONLY The detector shall be specifically designed for use in air ducts with air velocities between 500-4000 FPM when used with Pyrotechnics International Series 3 air duct housings. Detectors not listed to UL 268A for the stated air velocity range shall not be accepted.

The detector shall be available in a model that is acceptable for and UL listed for use in altitudes of 3000-8000 feet above sea level if desired.

Field adjustment and monitoring of the detector sensitivity shall be possible without removal of the detector head from its base. The measurement of detector sensitivity shall provide a discrete electrical value. Test methods which do not provide an output signal proportional to smoke concentrations shall not be considered equal. The base assembly into which the detector is installed shall be of the twist/lock design with screw-clamp terminals.

The base shall utilize self-wiping contacts for reliability and shall accept other compatible plug-in detectors. A security lock shall be installed in those areas where tamper resistant installation is required as indicated on the drawings.

The detector, or group of detectors, shall require a two-wire circuit of #18 AWG thermoplastic fixture wire enclosed in conduit, or #18 AWG limited energy shielded cable without conduit, if permitted by local codes.

Optional auxiliary DPDT relays or remote alarm lamps shall be installed where indicated.

The detector assembly shall be a Pyrotechnics International DI (insert number) with DB-3S mounting base, ADB-3 audible or Series 3 air duct housing.*

*DI-3, DI-3H only

**DI-B3, DI-B3H only

Technical Specifications

Current Requirements: Normal — 100uA (350uA peak surge upon application of power) Alarm — 80mA

Voltage Range: 21 $\pm$ 3 VDC

Operating Temperature: +32°F (0°C) to +100°F (38°C) per UL

Humidity: 0-93% Relative Humidity

Air Velocity: 0-300 ft./min. Model DI-3
0-1200 ft./min. Model DI-A3
500-4000 ft./min. Model DI-B3
(Requires air duct housing)

Note: Consult factory for special application requirements. For additional product information, refer to Pyrotechnics International DI-3 technical bulletin, P/N 315-082300.

Typical Wiring

