ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ สถานีทวนสัญญานความถี่วิทยุความถี่เดียว

SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION

ชื่อนักศึกษา

1. นายภัทร	ทองสามสี	รหัสประจำตัว	37031213
2. นายรุ่งทวี	อยู่เย็น	รหัสประจำตัว	37031218
3. นายศักดิ์พงศ์	กานนท์	รหัสประจำตัว	37031220
4. นายอาคม	ชูรัตน์	รหัสประจำตัว	37031235

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
2. อาจารย์วรวิทย์ สมหา
3. อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	
2. อาจารย์กิติพงศ์	มะโน	
3. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	
4. อาจารย์สันติ	ตันตระกูล	
5. อาจารย์อำพล	ทองระอา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 6 เมษายน 2539 เวลา 15.30 น ถึงเวลา 16.30 น

สถานที่สอบ ห้อง ค. 310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 11 เดือน เม.ย. พ.ศ. 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION

นายภัทร ทองสามสี

นายรุ่งทวี อยู่เย็น

นายศักดิ์พงศ์ กานนท์

นายอาคม ชูรัตน์

เลขหมู่ 1518 ส021287

เลขทะเบียน 29 ตค 2539

วัน เดือน ปี

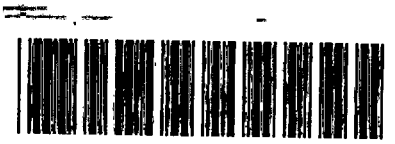
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538



A021287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION

ผู้จัดทำ

1. นายภัทร ทองสามสี
2. นายรุ่งทวี อยู่เย็น
3. นายศักดิ์พงศ์ กานนท์
4. นายอาคม ชูรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....

(อาจารย์วรวิทย์ สมหา)

ลงนาม.....

(อาจารย์สุชิน อาจหาญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของสถานีทวนสัญญาณในย่านความถี่วิทยุวีเอชเอฟ
2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบจดจำเสียงพูด
3. เพื่อสามารถออกแบบ และสร้างวงจรควบคุมการทำงานของสถานีทวนสัญญาณ
4. เพื่อแสดงการทำงานของเครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุได้จริง
5. เพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงานจริง และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ประโยนช์ที่จะได้รับ

1. ได้มีความรู้เข้าใจถึงระบบการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ
2. สามารถออกแบบ และสร้างเครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุ
3. ได้เครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุที่ใช้งานจริงได้
4. ได้ทักษะจากการปฏิบัติงานและการแก้ปัญหา
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสื่อสารด้านนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

นายภัทร ทองสามสี
นายรุ่งทวี อยู่เย็น
นายศักดิ์พงศ์ กานนท์
นายอาคม ชูรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์วรวิทย์ สมหา
อาจารย์สุชิน อาจหาญ
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวย่านความถี่วีเอชเอฟ เพื่อใช้ถ่ายทอดสัญญาณความถี่วิทยุของการติดต่อสื่อสารให้ได้พื้นที่ครอบคลุมกว้างยิ่งขึ้น โดยใช้สายอากาศรับส่งร่วมกัน และใช้ความถี่รับส่งเพียงความถี่เดียว การควบคุมการทำงานโดยใช้รหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จากเครื่องรับส่งวิทยุแบบมือถือหรือแบบติดรถยนต์ สัญญาณที่ออกจากเครื่องส่งของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุจะมีกำลังส่งสูงขึ้นอีก 30 วัตต์ อีกทั้งยังมีความสามารถในการฝากข้อความได้เป็นเวลานาน 90 วินาที และยังสามารถอ่านข้อความที่ฝากไว้ได้จากเครื่องวิทยุรับส่งแบบมือถือหรือแบบติดรถยนต์ จากผลการทดลองใช้งานจริงสามารถติดต่อสื่อสารได้ระยะทางที่ไกลขึ้น และมีประสิทธิภาพมากกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION

MR.PATTARA THONGSAMSRI

MR.RUNGTWEE UYEN

MR.SAKPONG KANONT

MR.AR-KOM CHOORAT

ADVISORS

MR.WISUIT ATIPORNTUM

MR.WORAWIT SOMHA

MR.SUCHIN ADHAN

1995

ABSTRACT

The thesis present to the project of the SINGLE FREQUENCY REPEATER STATION in VHF band. The project uses to for radiate a radio wave for wide area communication , that the transmitter and receiver use the same antenna and the single frequency.We can control its operation by using a signal code DTMF from a walky talky or mobile station . Signals that they the go out transceiver repeater will have more power up to 30 watts.Furthermore, it the project can record message with in 90 seconds and your can open your message by use a walky talky or mobile station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชุดนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษาแนะนำ และความช่วยเหลือ ด้านเทคนิค อุปกรณ์ จากคณะอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน

นอกจากนี้ขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่	3
2.1.1 คุณสมบัติของ MT8870	3
2.1.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน	4
2.1.3 โครงสร้างของ MT8870	4
2.1.4 หน้าที่การทำงานของ MT8870	5
2.2 ทฤษฎีเครื่องรับส่งวิทยุ	10
2.2.1 เทคนิคที่ใช้ในภาคไอเอฟ	10
2.2.2 เซรามิคซอว์ฟิลเตอร์	13
2.2.3 เทคนิคการควบคุมออสซิลเลเตอร์โดยใช้เฟสล็อกลูป	15
2.3 ไอซีบันทึกเสียง	18
2.3.1 ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD25xx	19
2.3.2 คุณสมบัติของ ISD25xx	19
2.3.3 การทำงานเบื้องต้น	21
2.3.4 การประยุกต์ใช้งาน	25
2.4 สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ	26
บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและการทำงาน	31
3.1 การทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว	31
3.1.1 การถอดรหัสความถี่และรหัสผ่าน	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ภาครับและภาคส่ง 33
3.2 การทำงานของวงจรต่างๆ 34
3.2.1 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน 34
3.2.2 วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ 29
3.2.3 วงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ 43
3.2.4 วงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ 47
3.2.5 วงจรควบคุม 49
3.2.6 วงจรขยายกำลัง 52
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 53
4.1 สมรรถภาพของภาครับ 53
4.2 สมรรถภาพของภาคส่ง 54
4.3 การทดสอบใช้งานจริง 59
4.4 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบการใช้งาน 59
4.5 วิธีการทดสอบ 60
4.5.1 ขั้นตอนการทดสอบ 60
4.5.2 ทดสอบการใช้งานการฝากข้อความและการอ่านข้อความ 62
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและการพัฒนา 64
5.1 บทสรุป 64
5.2 ปัญหา 64
5.3 แนวทางแก้ไข 65
5.4 แนวทางการพัฒนา 65
ภาคผนวก ก รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน 66
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้เครื่องทวนสัญญาณวิทยุความถี่เดียว 71
ภาคผนวก ค DATA SHEET 77
บรรณานุกรม 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ขาต่างๆ ของ MT8870	3
รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของ MT8870	4
รูปที่ 2.3 แผนภูมิเวลาของ MT8870	7
รูปที่ 2.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและการกำหนดช่วงคาบเวลาของความถี่	8
รูปที่ 2.5 การต่อวงจรภาคอินพุต	9
รูปที่ 2.6 การต่อวงจรกำเนิดความถี่	9
รูปที่ 2.7 การใช้งานเบื้องต้นของ MT8870	10
รูปที่ 2.8 วงจรไอเอฟที่ใช้คริสตอลแบบไม่สมมาตร	11
รูปที่ 2.9 วงจร BFO	12
รูปที่ 2.10 วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์แบบใช้คริสตอล	12
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์	13
รูปที่ 2.12 กราฟการทำงานของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์	14
รูปที่ 2.13 การใช้งานเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์	14
รูปที่ 2.14 วงจรเฟสล็อกลูป	15
รูปที่ 2.15 วงจรกำเนิดความถี่ตามค่าที่ต้องการ	16
รูปที่ 2.16 เทคนิคการสังเคราะห์ความถี่โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์	18
รูปที่ 2.17 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD25xx	19
รูปที่ 2.18 ผังการทำงานภายในของ ISD25xx	20
รูปที่ 2.19 วงจรการประยุกต์ใช้งาน	26
รูปที่ 2.20 การทำงานของเครื่องทวนสัญญาณ	27
รูปที่ 2.21 การติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องทวนสัญญาณกรณีการส่ง	27
รูปที่ 2.22 การติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องทวนสัญญาณกรณีการตอบกลับ	28
รูปที่ 2.23 การติดต่อสื่อสารแบบธรรมดา	29
รูปที่ 2.24 การใช้เครื่องทวนสัญญาณช่วยเครื่องแบบประจำศูนย์ติดต่อกันได้ไกลขึ้น	29
รูปที่ 2.25 รัศมีการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ กับความสูงของสายอากาศของเครื่องทวนสัญญาณ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว 31
รูปที่ 3.2 ผังการทำงานวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน 35
รูปที่ 3.3 วงถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน 36
รูปที่ 3.4 ลายวงจรพิมพ์วงถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน 37
รูปที่ 3.5 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ 38
รูปที่ 3.6 ผังการทำงานวงจรทวนสัญญานความถี่วิทยุ 40
รูปที่ 3.7 วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ 41
รูปที่ 3.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ 42
รูปที่ 3.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นลายวงจรพิมพ์ 42
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ 44
รูปที่ 3.11 วงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ 45
รูปที่ 3.12 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ 46
รูปที่ 3.13 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรฝากข้อความและการอ่านข้อความ 46
รูปที่ 3.14 ผังการทำงานวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ 47
รูปที่ 3.15 วงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ 48
รูปที่ 3.16 วงจรควบคุม 49
รูปที่ 3.17 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม 51
รูปที่ 3.18 การวางอปกรณ์บนแผ่นวงจรพิม์ของวงจรควบคุม 51
รูปที่ 4.1 ความไวของภาครับที่ความถี่ต่างๆ ที่ทำให้เปิดวงจรขยายเสียง 53
รูปที่ 4.2 ความไวของภาครับที่ความถี่ 144.00-146.00 เมกะเฮิรตซ์ 54
รูปที่ 4.3 กำลังของภาคส่งที่ความถี่ต่างๆ 55
รูปที่ 4.4 ด้านหน้าของเครื่อง 55
รูปที่ 4.5 ด้านหลังของเครื่อง 56
รูปที่ 4.6 ด้านบนของเครื่อง 56
รูปที่ 4.7 หน้าปัทม์ด้านหน้าของเครื่อง 57
รูปที่ 4.8 การต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลังและ SWR (ด้านหน้า) 57
รูปที่ 4.9 การต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลังและ SWR (ด้านหลัง) 58
รูปที่ 4.10 สายอากาศที่ใช้เป็นสายอากาศรับส่ง 59
รูปที่ 4.11 การต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลองใช้จริง 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 การถอดรหัสความถี่คู่	6
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD25xx	21
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD25xx	22
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองระหว่างสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุกับเครื่องรับส่งวิทยุมือถือ	61
ตารางที่ 42. เปรียบเทียบการใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ล 45 ม12

ในปัจจุบัน เครื่องรับวิทยุในระบบวีเอชเอฟหรือเอฟเอ็ม ในย่านความถี่ 140-150 เมกะเฮิรตซ์ นับเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาก เพราะใช้งานง่าย, มีความคล่องตัวสูง, อีกทั้งราคาไม่แพง และง่ายต่อการบำรุงรักษา จึงเป็นที่นิยมใช้กันในหน่วยงานราชการต่างๆ ทั้งทหาร,ตำรวจ และหน่วยงานของรัฐอื่นๆ ตลอดจนหน่วยงานของเอกชนบางแห่ง

โดยทั่วไป คลื่นความถี่วิทยุย่านวีเอชเอฟนี้ คลื่นสัญญาณจะเดินทางเป็นเส้นตรงหรือที่เรียกว่าคลื่นแบบ Line of Sight ถ้ามีสิ่งกีดขวางทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นวิทยุ ทำให้คลื่นวิทยุเกิดการเบี่ยงเบนและจางหายไปในที่สุด ดังนั้น ระยะทางหรือรัศมีการติดต่อรับส่งวิทยุวีเอชเอฟหรือเอฟเอ็มนี้ จึงถูกจำกัดให้ขึ้นอยู่กับระยะทาง, ภูมิประเทศ,ความสูงของสายอากาศ, กำลังส่งของเครื่องส่ง และความไวของเครื่องรับ

ในการใช้งานจริง จำเป็นต้องมีสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุเป็นศูนย์กลางในการรับและส่งข่าวสาร จึงต้องใช้เจ้าหน้าที่ประจำสถานีทวนสัญญาณตลอดเวลา ทำให้การติดต่อสื่อสารไม่คล่องตัวบางเวลา สำหรับโครงงานเรื่องสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวนี้ เป็นสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุความถี่เดียว สามารถเรียกติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องวิทยุมือถือ และวิทยุติดรถยนต์ในระยะทางที่ไกลๆ ภายในรัศมีของสถานีทวนสัญญาณแต่ละแห่งได้ โดยไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำการสถานีทวนสัญญาณนี้เลย

เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ในกรณีที่มีการเรียกผ่านสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุแล้วไม่สามารถติดต่อได้ จึงได้เพิ่มส่วนฝากข้อความ ทำให้การติดต่อสื่อสารมีความคล่องตัวและรวดเร็วขึ้น

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ในบทแรกกล่าวถึงหลักการ, เหตุผล ,ที่มา และเนื้อหาโดยสังเขปของปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และหลักการทำงานของเครื่องรับส่งวิทยุสื่อสารวีเอชเอฟ, ระบบสถานีทวนสัญญาณ และไอซีบันทึกเสียง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน, อธิบายถึงผังการทำงานของวงจรส่วนต่างๆ ของโครงงานนี้ และการออกแบบการทำงานของวงจรส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองที่ได้จากการใช้งานจริงๆ ในลักษณะของสถานีทวนสัญญาณ และการฝากข้อความ

บทที่ 5 บทสรุป , ปัญหาที่เกิดขึ้น , แนวทางการแก้ไข และการพัฒนาโครงงานนี้

ภาคผนวกกล่าวถึงรายละเอียดของรายการอุปกรณ์ที่ใช้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

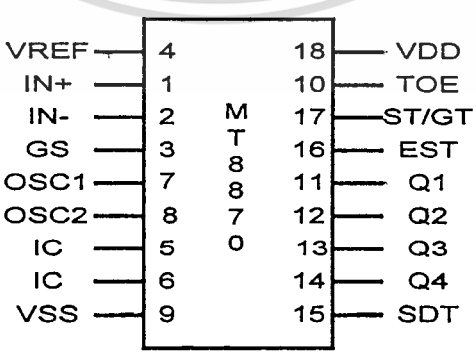
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

MT8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ที่มีการใช้กันมาก เนื่องจากในปัจจุบันโทรศัพท์มีความสำคัญกับชีวิตประจำวันอย่างมากมาย และนับวันก็ยิ่งทวีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น และอุตสาหกรรมทางด้านโทรศัพท์และการสื่อสารก็ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงใช้ความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอลซึ่งไอซี MT8870 นี้ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ในอดีตการออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์มักใช้ไอซีเฟสล็อกลูป ซึ่งสร้างปัญหาในเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงและการปรับแต่งวงจรขนาดใหญ่ เพราะใช้ไอซีจำนวนมาก

2.1.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่
- กระแสไฟฟ้าที่ใช้ต่ำ โดยใช้แรงดันป้อนระดับเดียวกับไอซี TTL
- สามารถตั้งอัตราการขยายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับช่วงคาบเวลาของความถี่ได้



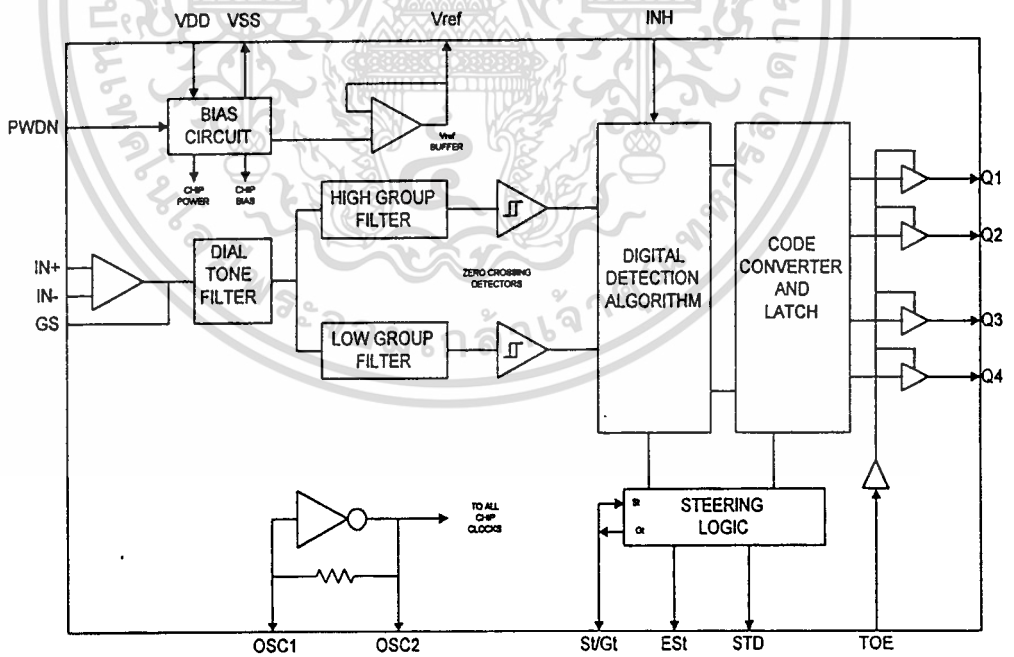
รูปที่ 2.1 ขาต่างๆ ของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- ด้านการควบคุมระยะไกล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายโทรศัพท์ขนาดย่อมหรือ PABX
- ใช้กับงานด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องป้องกันขโมย
- เครื่องป้องกันการดักฟัง
- เครื่องปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าอัตโนมัติ
- เครื่องเชื่อมต่อโทรศัพท์ด้วยวิทยุมือถือ

2.1.3 โครงสร้างของ MT8870



รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสทางดิจิตอล โดยเป็นไอซีที่สร้างด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ (ISO^2 CMOS) ในส่วนของวงจรกรองความถี่ ใช้เทคนิคของสวิตซ์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส ใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล เพื่อตรวจจับ และถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต ตั้งช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามาได้ ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาต์พุตเป็นวงจรค้างสภาวะที่มี 3 สถานะ รูปที่ 2.1 แสดงขาของ MT8870 และรูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ MT8870

2.1.4 หน้าที่การทำงานของ MT8870

ภายในไอซีตัวนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Section)
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differrential Section)
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

1. ภาคกรองความถี่

ในส่วนนี้ ทำหน้าที่แยกสัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตซ์คาปาซิเตอร์ ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่คู่ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานความถี่คู่หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นที่ปนเข้ามา

เมื่อตรวจสอบความถี่ว่ามีความถูกต้อง สัญญาณที่ขา ESt (Early Steering) ก็จะทำงาน สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FW	F	NO	TEO	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1290	1	H	0	0	1	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1666	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
		ANY	H	Z	Z	Z	Z

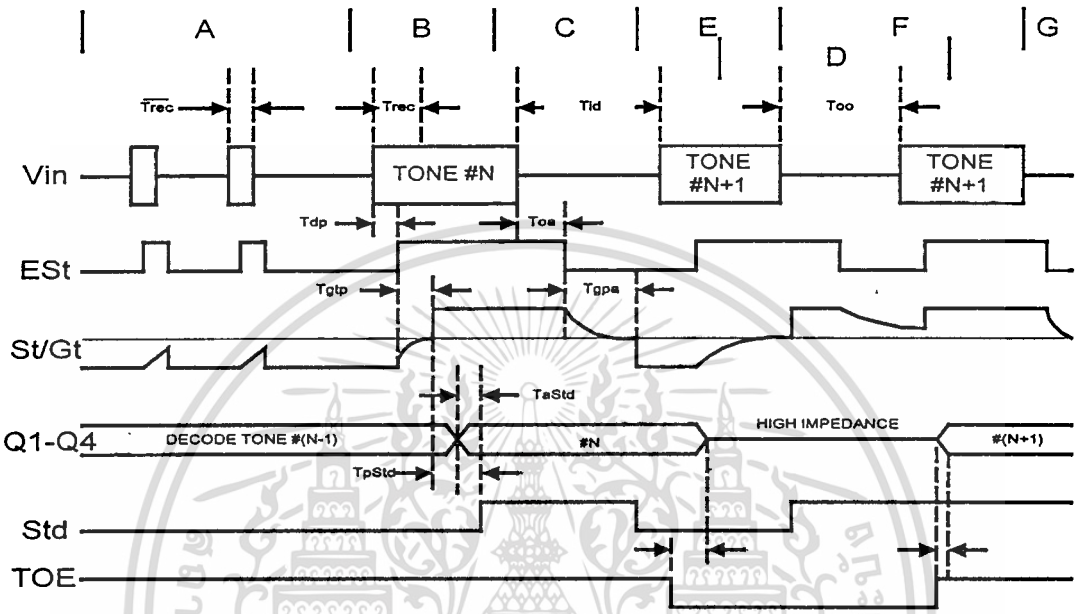
ตารางที่ 2.1 การถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีช่วงเวลาที่พอสมควร มิฉะนั้น วงจรนี้จะไม่รับสัญญาณ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาจะให้ยาวเท่าใด สามารถตั้งได้โดยใช้ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุต่อไว้ภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเป็น 1 ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุจะคายประจุทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานแสดงดังแผนภูมิเวลาในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภูมิเวลาของ MT8870

ขั้นตอนการทำงาน ตามรูปที่ 2.3

A- ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลาที่ถูกต้อง เอาต์พุตไม่เปลี่ยน

B- ความถี่ # n ถูกตรวจสอบ เมื่อพบว่ามีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ที่ถูกถอดรหัสจะค้างสภาวะไว้ที่เอาต์พุต

C- จบความถี่ #n ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตค้างสภาวะจนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D- เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นอิมพีแดนซ์ที่สูงมาก

E- ความถี่ #n+1 ตรวจพบคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และค้างสภาวะไว้

F- ความถี่ #n+1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาต์พุตยังคงค้างสภาวะอยู่

G- จบความถี่ #n+1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาต์พุตยังคงค้างสภาวะอยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของสัญญลักษณ์

Vin = สัญญาณความถี่คู่ที่เข้ามา

ESt = เอาต์พุต Early Steering ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St-GT = อินพุต Steering / เอาต์พุต Guard Time สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

Q1-Q2 = เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต

S_{TD} = เอาต์พุต Delayed Steering ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนดเพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

t_{ID} = Time Output Enable (อินพุต) ใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้มีอิมพีแดนซ์ที่สูงมาก

t_{REC} = คาบเวลาที่นานที่สุดที่ตรวจพบความถี่คู่แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{ID} = เวลาสั้นที่สุดระหว่างสัญญาณความถี่คู่ที่ถูกต้อง

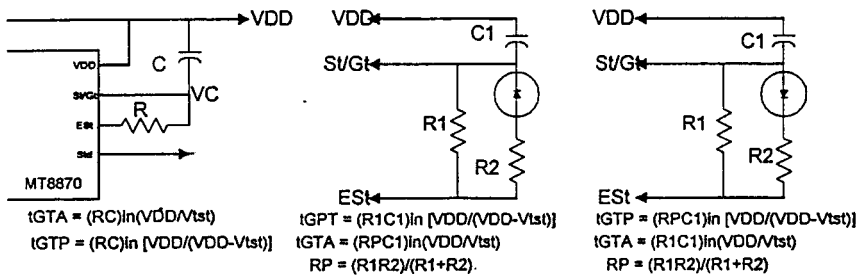
t_{DO} = เวลานานที่สุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{DP} = เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่คู่ที่ถูกต้อง

t_{DA} = เวลาที่ใช้ในการตรวจจับการหายไปของสัญญาณความถี่คู่ที่ถูกต้อง

t_{GTP} = ช่วงคาบเวลาของความถี่ของการปรากฏความถี่คู่

ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือช่วงคาบเวลาของความถี่นั่นเอง เมื่อสัญญาณเข้ามานานเท่ากับหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป วิธีการตั้งเวลาและคำนวนเวลาแสดงดังรูปที่ 2.4



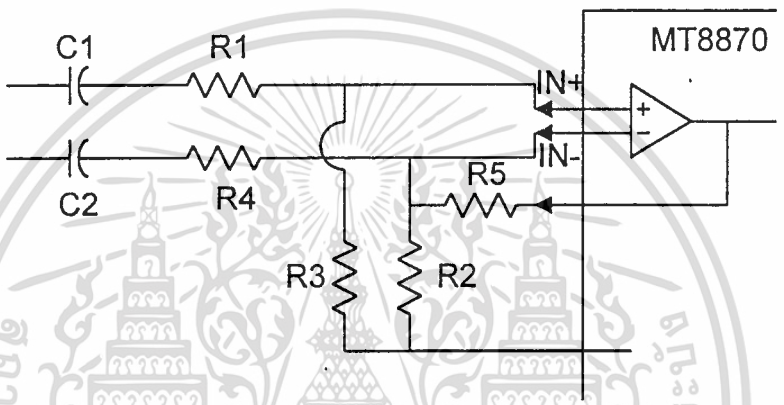
รูปที่ 2.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย และการกำหนดช่วงคาบเวลาของความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

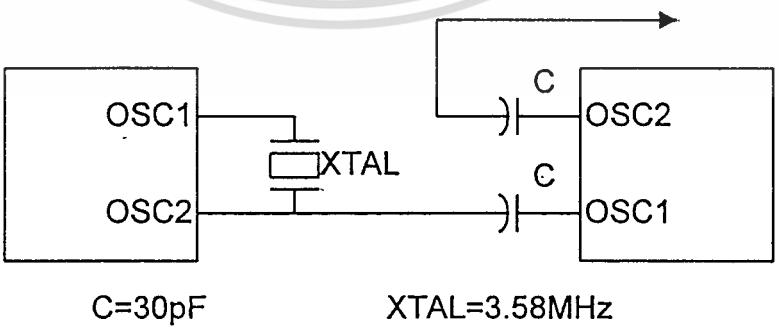
วงจรส่วนอินพุตของไอซี MT8870 เป็นภาคขยายของออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป รูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุต ซึ่งสามารถคำนวนอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราการขยาย (Av Diff) = R5 / R1 , อินพุทอิมพีแดนซ์ (Zin Diff) = 2



รูปที่ 2.5 การต่อวงจรภาคอินพุต

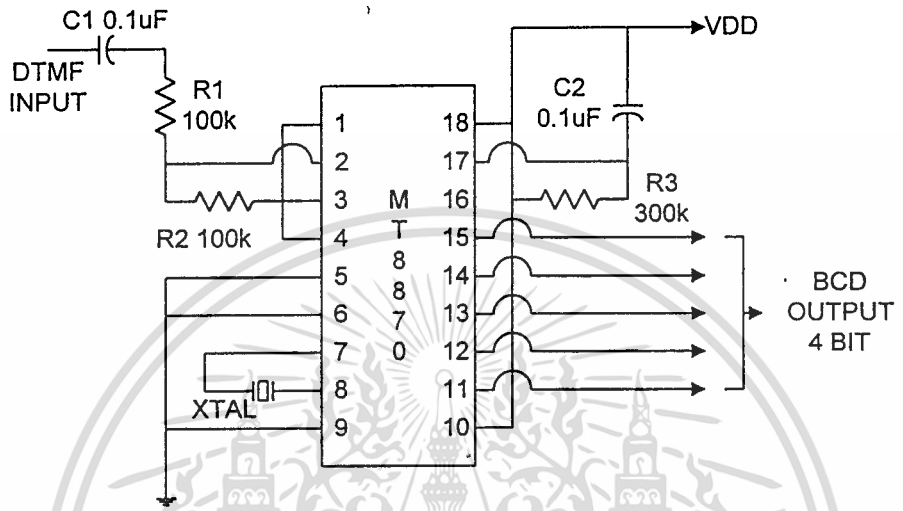
5. ภาคกำเนิดความถี่



รูปที่ 2.6 การต่อวงจรกำเนิดความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาคนี้ ภายในไอซี MT8870 จะมีวงจรกำเนิดเวลาอยู่ เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.85 เมกะเฮิรตซ์ ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่ แสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.7 วงจรใช้งานเบื้องต้นของ MT8870

2.2 ทฤษฎีเครื่องรับส่งวิทยุ

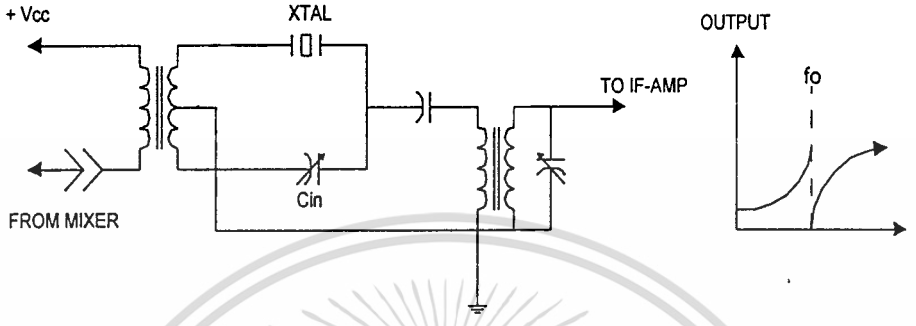
ในรอบตัวเรานี้มีคลื่นวิทยุกระจายอยู่ทั่วไปหมด วิธีการที่จะวัดว่ามีคลื่นวิทยุจริงทำได้โดยการใช้ตัวเหนี่ยวนำมาต่อข้างหนึ่งเข้ากับสายไฟเพื่อทำเป็นสายอากาศ และต่อขาอีกข้างของตัวเหนี่ยวนำลงกราวด์ แล้วนำเอาเครื่องวัดคลื่นวิทยุซึ่งเป็นตัววัดความแรงของคลื่นวิทยุมาต่อคร่อมตัวเหนี่ยวนำตัวนี้ เครื่องวัดจะสามารถวัดสัญญาณของความถี่วิทยุที่มีความแรง 20-50 มิลลิโวลต์ ได้ คลื่นวิทยุที่วัดได้นี้ ประกอบด้วยคลื่นวิทยุจากหลายๆ สถานีส่งรวมกัน และคลื่นแต่ละคลื่นมีความแรงไม่เท่ากัน ซึ่งการรับคลื่นจากสถานีใดสถานีหนึ่งจะต้องมีสิ่งสำคัญ 2 อย่าง คือ คุณสมบัติการเลือกรับ และความไวในการรับ

2.2.1 เทคนิคที่ใช้ในภาคไอเอฟ

จากวงจรในรูปที่ 2.8 (ก) ซึ่งเป็นวงจรไอเอฟที่ใช้คริสตอลแบบไม่สมมาตร ที่ให้การเลือกรับที่สูงมาก สังเกตได้จากเส้นกราฟการตอบสนองความถี่ที่มีอยู่ในรูปที่ 2.8 (ข) มีค่า Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สูงแหลมชัน วงจรนี้จึงสามารถยกระดับคุณภาพในการเลือกรับของภาคไอเอฟให้สูงขึ้นได้ ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของเครื่องรับ



(ก) วงจรการใช้งาน (ข) กราฟการตอบสนองแบบไม่สมมาตร

รูปที่ 2.8 วงจรไอเอฟที่ใช้คริสตอลแบบไม่สมมาตร

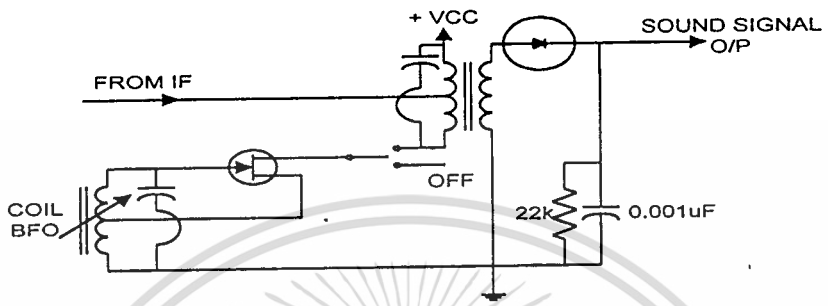
ในวงจรที่ใช้ค่าความถี่ไอเอฟสูงกว่า 500 กิโลเฮิรตซ์ สามารถใช้วงจรไอเอฟที่ใช้คริสตอลได้ ซึ่งมีใช้อยู่ในเครื่องรับระบบซีดับเบิลยู หรือย่านความถี่วิทยุสมัครเล่น โดยนำไปต่อร่วมกับวงจร BFO เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณเสียง

วงจร BFO จะกำเนิดความถี่ขึ้นเพื่อนำไปผสมกับความถี่ไอเอฟที่รับเข้ามา ผลของการผสมจะได้สัญญาณเสียงที่สามารถนำไปขยาย หรือจะต่อเข้าลำโพงหูฟังโดยตรงก็ได้ วงจร BFO นี้นิยมใช้ในย่าน CW และย่าน SSB โดยจะปรับให้วงจร BFO กำเนิดความถี่ใกล้เคียงกับความถี่ไอเอฟ ตัวอย่างเช่น ในย่าน CW จะปรับให้วงจร BFO กำเนิดความถี่สูงหรือต่ำกว่าความถี่ไอเอฟประมาณ 800 กิโลเฮิรตซ์ ส่วนในย่าน SSB จะปรับให้กำเนิดความถี่สูงหรือต่ำกว่าความถี่ไอเอฟประมาณ 1.5 กิโลเฮิรตซ์

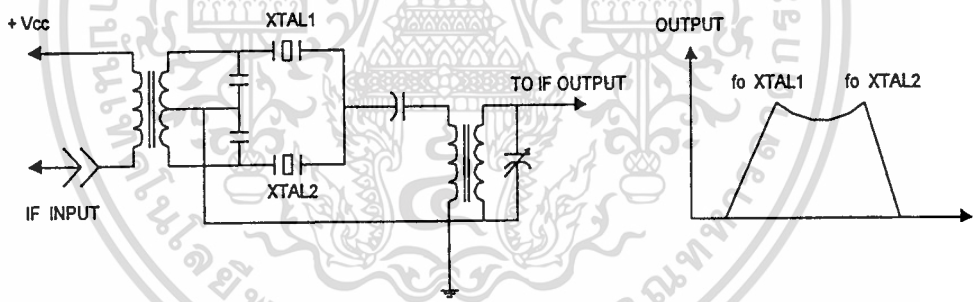
วงจร BFO สามารถใช้วงจรกำเนิดความถี่ธรรมดาก็ได้ บางวงจรใช้วาริแคปหรือวาแรกเตอร์ไดโอด แต่ไม่มีวงจร BFO แบบใดที่มีประสิทธิภาพดีเท่ากับแบบที่ใช้คริสตอลได้เลย เพราะความถี่ที่กำเนิดจากคริสตอลนั้นจะมีค่าคงที่ และแน่นอนกว่าการใช้อุปกรณ์อื่นๆ อย่างไรก็ตาม การที่วงจรไอเอฟมีการตอบสนองความถี่ด้วยค่าของ Q ที่สูงแหลมชันอย่างวงจรไอเอฟที่ใช้คริสตอลแบบไม่สมมาตร ทำให้มีข้อเสียเกิดขึ้น คือ แบนด์วิดท์ของวงจรที่แคบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีผลต่อความไพเราะของเสียง ปัญหานี้สามารถแก้ได้โดยนำเอาวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์มาใช้เป็นวงจรไอเอฟ



รูปที่ 2.9 วงจร BFO



(ก) วงจรการใช้งาน (ข) กราฟการตอบสนองความถี่

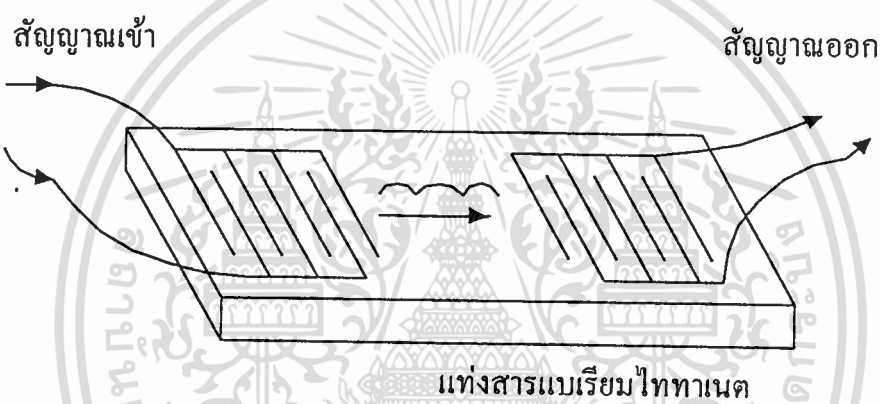
รูปที่ 2.10 วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์แบบใช้คริสตอล

จากวงจรในรูปที่ 2.10 (ก) เป็นวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ที่ใช้คริสตอล โดยคริสตอลทั้งสองตัวจะมีความถี่ที่ไม่ตรงกัน ช่วงแบนด์วิดท์ระหว่างความถี่ทั้งสองเป็นช่วงที่สัญญาณผ่านได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามความต้องการ รูปที่ 2.10 (ข) เป็นกราฟแสดงการตอบสนองทางความถี่ของวงจร ความถี่ไอเอฟที่ออกมาทั้งสองค่ากำหนดได้โดยคริสตอลทั้งสองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เซรามิคซอว์ฟิลเตอร์

อุปกรณ์พิเศษที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพวงจรภาคไอเอฟ คือเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ โดยโครงสร้างส่วนใหญ่แล้ว ได้ทำมาจากสารแบเรียมไททาเนตซึ่งเป็นสารจำพวกเซรามิคแบบหนึ่ง ชนิดเดียวกับที่ใช้ทำเข็มแผ่นเสียงโซนาร์ทรานสดิวเซอร์ ซึ่งนอกจากสารแบเรียมไท-ทาเนตแล้ว ก็ยังมีแร่คริสตอล ที่สามารถนำมาทำเป็นเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ได้เช่นกัน โดยโครงสร้างพื้นฐานของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.11

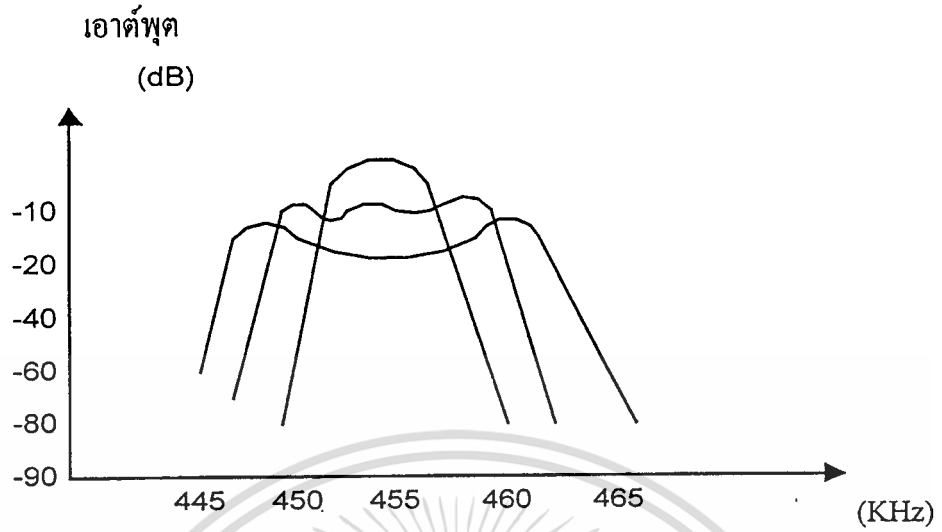


รูปที่ 2.11 โครงสร้างของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์

โครงสร้างเป็นกลุ่มของชั้นโลหะที่วางขนานสลับกันไปมา 2 ชุด อยู่บนแท่งสารแบเรียมไททาเนต การทำงานของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์เกิดขึ้น เมื่อมีการป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปในกลุ่มของชิ้นโลหะชุดที่ 1 ซึ่งโดยธรรมชาติแล้ว ถ้าสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปสัมพันธ์กับความกว้าง และตำแหน่งของการวางชิ้นโลหะพอดีก็จะเกิดการแพร่สัญญาณไฟฟ้าออกไปสู่กลุ่มของชุดโลหะชุดที่ 2 ที่มีความกว้าง และตำแหน่งการวางชิ้นโลหะแบบเดียวกับชิ้นโลหะกลุ่มที่ 1 ด้วยวิธีการนี้เอง จึงปรากฏสัญญาณออกมาจากกลุ่มโลหะชุดที่ 2 ได้

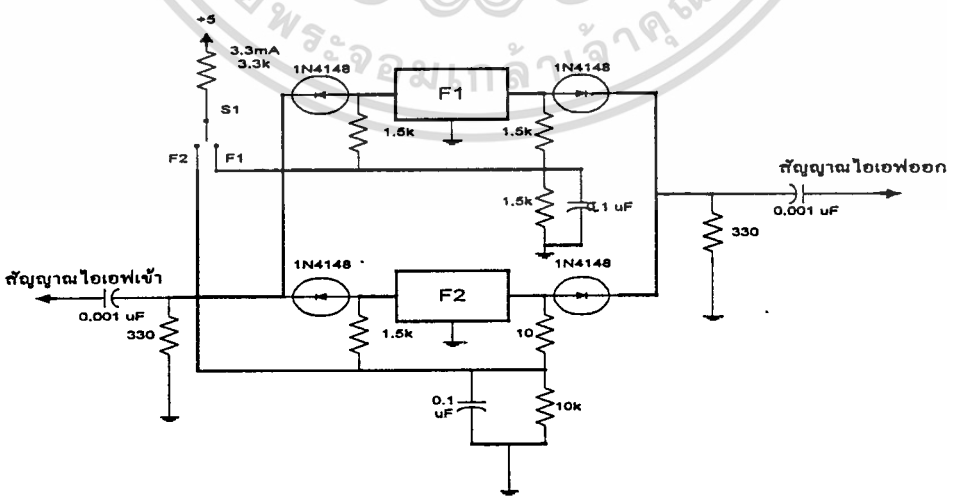
ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าความกว้าง และตำแหน่งการวางชิ้นโลหะบนแท่งสารแบเรียมไททาเนต คือ ตัวกำหนดความถี่ที่ใช้งาน และยังเป็นตัวกำหนดช่วงผ่านของความถี่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 กราฟแสดงการทำงานของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์

จากรูปที่ 2.12 เป็นกราฟแสดงการทำงานของเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ที่มีความถี่ใช้งาน 455 กิโลเฮิรตซ์ แต่มีช่วงผ่านของความถี่ต่างๆ กัน เซรามิคซอว์ฟิลเตอร์สามารถต่อใช้งานได้ง่ายมาก โดยต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดของสัญญาณที่มีค่าอิมพีแดนซ์ภายในต่ำประมาณ 330 โอห์ม



รูปที่ 2.13 การใช้งานเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

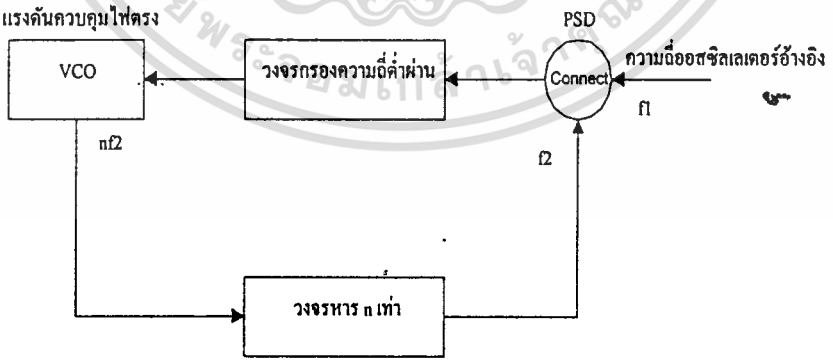
ก363ค 2538

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

รูปที่ 2.13 เป็นวงจรใช้งานในภาคไอเอฟที่สามารถเลือกค่าของความถี่ไอเอฟได้ 2 ค่า ตามความถี่ที่กำหนดด้วยเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ ซึ่งมีสวิตช์ S1 สำหรับตัดต่อแหล่งจ่ายไฟที่ไบอัสให้กับไดโอด โดยถ้าต่อสวิตช์ S1ไปที่วงจรชุดใด ไดโอดชุดนั้นจะทำงานนำกระแสได้ ความถี่ไอเอฟจะผ่านไดโอดผ่านเซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ และไดโอดอีกตัวหนึ่ง ได้เป็นความถี่ไอเอฟ ดังนั้น วงจรไอเอฟชุดนี้จึงสามารถต่อเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความถี่ไอเอฟได้อีก

2.2.3 เทคนิคการควบคุมออสซิลเลเตอร์โดยใช้เฟสล็อกลูป

(ก) วงจรเฟสล็อกลูปพื้นฐาน



(ข) วงจรเฟสล็อกลูปที่ต่อวงจรหารความถี่

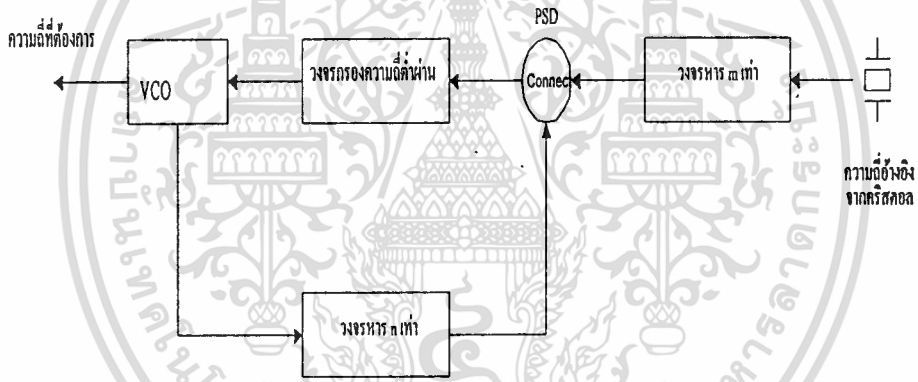
รูปที่ 2.14 วงจรเฟสล็อกลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มประสิทธิภาพส่วนของวงจรเลือกรับ ด้วยการควบคุมการออสซิลเลตให้มีเสถียรภาพสูงสุดเป็นสิ่งสำคัญ เทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ เทคนิคการสังเคราะห์ความถี่ โดยการนำเอาวงจรเฟสล็อกลูปมาใช้เป็นตัวควบคุมการออสซิลเลตให้คงที่ สามารถที่จะตั้งค่าความถี่ได้ตามต้องการ และยังต่อใช้งานกับระบบดิจิตอลได้ง่ายด้วย

จากรูปที่2.14(ก) เป็นวงจรเฟสล็อกลูปพื้นฐานที่นำมาใช้ในเทคนิคของการสังเคราะห์ความถี่ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. วงจร PSD (Phase Sensitive Detector)
2. วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
3. วงจร VCO (Voltage Controlled Oscillator)



รูปที่ 2.15 วงจรกำเนิดความถี่ตามค่าที่ต้องการ

วงจร PSD เป็นวงจรผสมสัญญาณชนิดหนึ่งที่ให้สัญญาณเอาต์พุตสัมพันธ์กับมุมต่างเฟส และความถี่ของสัญญาณ 2 สัญญาณที่มาผสมกัน สัญญาณแรกเป็นสัญญาณออสซิลเลเตอร์อ้างอิงจากสัญญาณภายนอก (f_1) และอีกสัญญาณเป็นสัญญาณจากวงจร VCO กำเนิดขึ้นมา (f_2) แรงดันเอาต์พุตจากวงจร PSD จะส่งเข้าวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หรือคลื่นวิทยุที่ไม่ต้องการทิ้งไป ได้เป็นแรงดันไฟตรงเพื่อนำไปควบคุมการกำเนิดค่าความถี่ของวงจร VCO ซึ่งสัญญาณจากวงจร VCO ก็คือ สัญญาณ f_2 ที่จะป้อนกลับมาผสมกับสัญญาณออสซิสเลเตอร์อ้างอิง (f_1) ที่วงจร PSD อีกนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อความถี่ของสัญญาณ f_1 และ f_2 ตรงกัน วงจรเฟสล็อกลูปจะรักษาให้ความถี่คงที่ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าค่าความถี่ทั้งสองจะตรงกัน แต่เฟสของสัญญาณก็ยังต่างกัน จึงยังคงมีสัญญาณเอาต์พุตจากวงจร PSD ที่คอยปรับให้ความถี่จากวงจร VCO เท่ากับสัญญาณอ้างอิงที่เข้ามา หากมีการเปลี่ยนแปลงความถี่เพียงเล็กน้อย วงจรก็ยังคงรักษาความถี่ให้คงที่ไว้

ถ้านำเอาวงจรหารความถี่จำนวน n เท่า ไปต่อเข้าระหว่างวงจร VCO และ PSD ดังรูปที่ 2.15 จะพบว่าค่าความถี่ที่ได้จากวงจร VCO จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน n เท่า ของความถี่ออสซิสเลเตอร์อ้างอิง (nf_1) ดังนั้น จากแนวความคิดของวงจรเฟสล็อกลูปนี้ จึงสามารถสร้างวงจรกำเนิดค่าความถี่ตามต้องการได้ ดังผังวงจรในรูปที่ 2.15

โดยเพิ่มส่วนของวงจรหารความถี่จำนวน n เท่า เข้าไปก่อนหน้าวงจรกำเนิดสัญญาณอ้างอิงออสซิลเลเตอร์ แล้วนำเอาสัญญาณที่ออกจากวงจร VCO ไปใช้งาน ซึ่งค่าความถี่ที่กำเนิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับวงจรหารความถี่ n เท่า และ m เท่าตามสมการดังนี้

$$F_{out} = F_{ref}(n / m)$$

เมื่อ F_{out} คือ ความถี่ที่ต้องการ

F_{ref} คือ ความถี่อ้างอิงออสซิลเลเตอร์

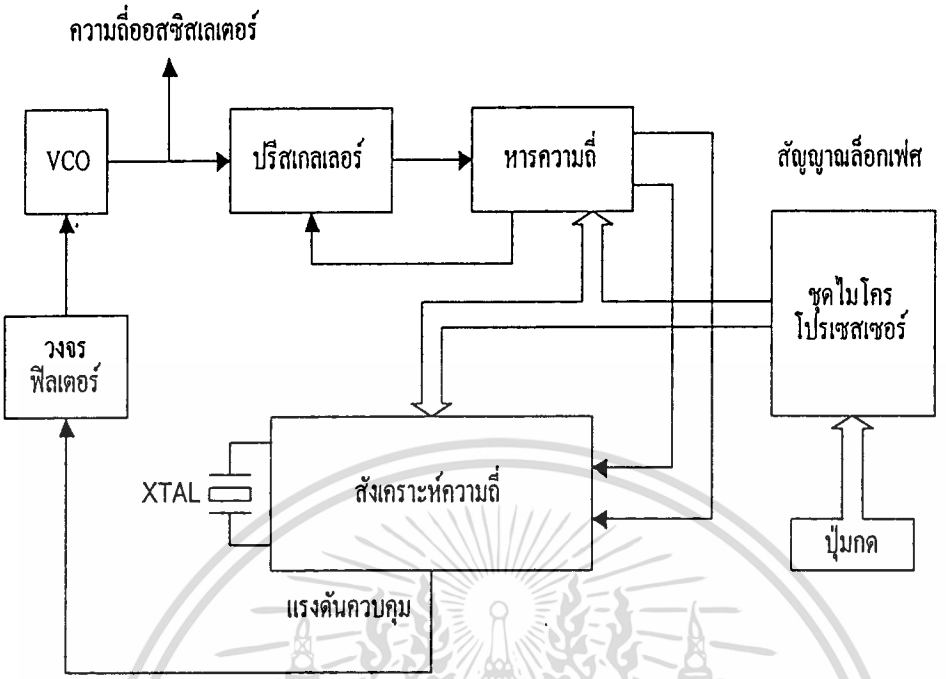
n / m คือ อัตราส่วนของวงจรหารความถี่

รูปที่ 2.16 เป็นผังวงจรพื้นฐานของเทคนิคการสังเคราะห์ความถี่ที่ใช้ในเครื่องรับระบบใหม่ ที่มีวงจรไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับรับค่าจากปุ่มกดภายนอก แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดค่าตัวหาร n และ m เมื่อความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ได้ออกมาจะนำไปผสมกับคลื่นวิทยุที่วงจรมิกเซอร์ของเครื่องรับต่อไป

ความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่สร้างขึ้นโดยเทคนิคการสังเคราะห์ความถี่นี้ จะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับระบบของคลื่นวิทยุ ดังเช่น ในรูปเป็นผังวงจรของเครื่องรับที่ใช้งานในช่วงความถี่ 100 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 30 เมกะเฮิรตซ์ ใช้วงจรคูณความถี่ 2 เท่า ที่ต้องการกำหนดค่าของความถี่ไอเอฟจำนวน 2 ค่าความถี่ไอเอฟ ค่าแรก 55 เมกะเฮิรตซ์ และค่าที่สอง 455 กิโลเฮิรตซ์

ความถี่ไอเอฟค่าแรก 55 เมกะเฮิรตซ์ ได้จากการผสมกันระหว่างคลื่นวิทยุที่รับเข้ามา (100 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 30 เมกะเฮิรตซ์) กับความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้เทคนิคการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 เทคนิคการสังเคราะห์ความถี่โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

ความถี่ ส่วนความถี่ไอเอฟค่าที่สอง 455 กิโลเฮิรตซ์ จะได้จากการผสมในภาคมิกเซอร์ที่ 2 ระหว่างค่าความถี่ไอเอฟค่าแรก 55 เมกะเฮิรตซ์ กับค่าความถี่ออสซิลเลเตอร์ค่าคงที่ 55.455 เมกะเฮิรตซ์ จากวงจรกำเนิดความถี่ที่ใช้คริสตอล จึงได้ความถี่ไอเอฟค่า 455 กิโลเฮิรตซ์ ออกมาผ่านไปสู่วงจรภาคขยายความถี่ไอเอฟที่ใช้เซรามิคซอว์ฟิลเตอร์ หลังจากนั้นจะถูกดี-มอดให้กลายเป็นสัญญาณเสียงเพื่อนำไปขยายต่อไป

2.3 ไอซีบันทึกเสียง

ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD12xx และ ISD14xx มีศักยภาพในการบันทึกเสียงได้ยาวถึง 20 วินาที และมีองค์ประกอบภายนอกที่เรียบง่ายกว่า ไอซีบันทึกเสียงตระกูลอื่นที่อาศัยหน่วยความจำ RAM ภายนอก เพื่อขยายเวลาในการบันทึกเสียงให้ได้นาน โครงสร้างของวงจรจึงยุ่งยากกว่ามาก จากคุณสมบัติที่พอจะกล่าวได้ของไอซีบันทึกเสียงที่เราเรียกได้ว่าเป็นรุ่นเก่าแล้วนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับตระกูล ISD25xx แล้ว ด้วยพื้นฐานการบันทึกเสียงได้ยาวตั้งแต่ 45, 60, 75 และ 90 วินาที โครงสร้างของการใช้งานง่ายกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD25xx

หากมองแบบโครงสร้างตระกูล ISD12xx / ISD14xx ก็ไม่แตกต่างไปจาก ISD25xx เท่าใดนัก แต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว ISD25xx มีข้อแตกต่างอยู่หลายอย่างที่เด่นชัด คือ ระยะเวลาการบันทึกยาวนานกว่ามาก , ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เป็นภาคขยายเสียงต่อร่วมภายนอก, สามารถขับลำโพงได้โดยตรง และในส่วนของไมโครโฟนใช้ได้กับไดนามิกไมโครโฟนหรือคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนก็ได้ ในรูปที่ 2.17(ก) แสดงตัวถังบรรจุของ ISD25xx ในแบบ DIP/SOIC ส่วนในรูปที่ 2.17(ข) เป็นตัวถังบรรจุแบบ TSOP สำหรับการใช้งานในแบบทั่วไปแล้ว ตัวถังบรรจุแบบ DIP/SOIC น่าจะใช้งานได้ง่ายกว่าแบบ TSOP

(ก) ตัวถังแบบ DIP/SOIC (ข) ตัวถังแบบ TSOP

รูปที่ 2.17 ลักษณะการจัดขาใช้งานของ ISD25xx

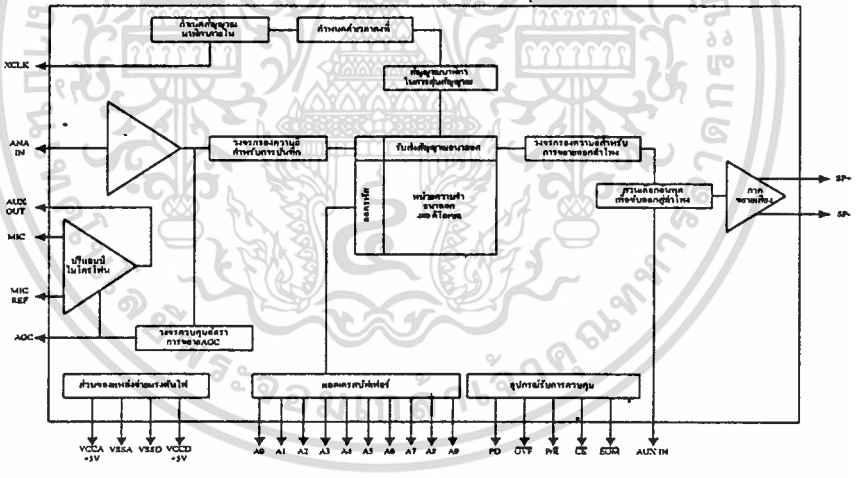
2.3.2 คุณสมบัติของ ISD25xx

คุณสมบัติหลักๆ ที่สำคัญจะครอบคลุมถึงความยุ่งยากต่างๆ ให้ง่าย และกระทัดรัดลงมา สามารถใช้งานในตัวเดียวเลย ดังคุณสมบัติของ ISD25xx มีดังต่อไปนี้

- เพียงไอซีตัวเดียวก็สามารถบันทึกและเล่นกลับได้อย่างง่ายดาย
- ไม่มีอุปกรณ์ประเภทไอซีอื่นๆ ประกอบร่วมภายนอก
- ไม่ต้องพัฒนาระบบอื่นขึ้นมาเสริมเพื่อให้ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีประสิทธิภาพในการบันทึกและเล่นกลับที่ให้เสียงได้เหมือนต้นกำเนิดเสียง
- ควบคุมการบันทึกและเล่นกลับได้ด้วยสวิตซ์หรือด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- ระยะเวลาในการบันทึกและเล่นกลับเลือกได้ ตั้งแต่ 45, 60, 75 และ 90 วินาที ตามแต่เบอร์ในตระกูล ISD25xx
- ต่อแบบคาสเคดกันได้โดยตรง เพื่อเพิ่มระยะเวลาให้ยาวมากขึ้น
- ปิดการทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับนานเกินไป
- สามารถเก็บความจำไว้ได้นาน 100 ปี โดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรอง
- วงรอบการบันทึก 100,000 ครั้ง
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว
- สามารถโปรแกรมควบคุมการเล่นกลับเพียงอย่างเดียว เพื่อพัฒนารูปแบบการใช้งานได้



รูปที่ 2.18 ผังการทำงานภายในไอซีของ ISD25xx

จากคุณสมบัติต่างๆ ที่รวมอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวจึงทำให้ง่ายแก่การใช้งาน ตั้งแต่วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟนจนถึงหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึกและขับออกลำโพงถูกรวมไว้ในไอซีเพียงตัวเดียว ในลักษณะการบันทึก จะจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ใน หน่วยความจำที่เป็นเซลแบบไม่ต้องการแรงดันสำรองเพื่อรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(non-volatile memory cells) สัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณแอนะลอก จะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำโดยตรง โดยอาศัยเทคโนโลยี DAST (Direct Analog Storage Technology) และการจัดเก็บความจำจะจัดเก็บในลักษณะที่เป็นสัญญาณแอนะลอกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้การเล่นกลับสามารถให้สัญญาณเสียงที่เหมือนต้นกำเนิดเสียงมากเพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง ในรูปที่ 2.18 แสดงผังการทำงานภายในของ ISD25xx เมื่อพิจารณาดูผังการทำงานภายในแล้วก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับตระกูล ISD12xx / ISD14xx มากหากแต่มีความแตกต่างกันอยู่ในส่วนของส่วนในบัฟเฟอร์ตำแหน่งและส่วนรับการควบคุม นอกจากนั้น ยังมีภาคการมัลติเพล็กซ์สัญญาณอินพุตของเพาเวอร์แอมป์ภายในไอซี เพื่อทำการเลือกที่จะขยายสัญญาณที่ถูกบันทึกเก็บไว้ หรือสัญญาณจากภายนอกที่ขา AUX IN ดังกล่าวนี้เป็นข้อแตกต่างของ ISD25xx ที่ไม่เหมือนกันกับ ISD12xx / ISD14xx นอกจากนั้น อัตราการทำงานของไอซีในตระกูล ISD25xx ก็แตกต่างกัน ดังจะแสดงข้อมูลทางด้านการบันทึกสัญญาณของไอซีในตระกูลไว้ในตารางที่ 2.2

เบอร์ไอซี	ระยะเวลาบันทึก (วินาที)	การสุ่มสัญญาณทางอินพุต (กิโลเฮิรตซ์)	ความถี่ที่ผ่านวงจรกรอง (กิโลเฮิรตซ์)	ความถี่สัญญาณนาฬิกาภายใน (กิโลเฮิรตซ์)
ISD2545	45	10.6	4.5	1365.3
ISD2560	60	8.0	3.4	1024
ISD2575	75	6.4	2.7	819.2
ISD2590	90	5.33	2.3	682.7

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าบางอย่างที่แตกต่างกันของไอซีตระกูล ISD25xx

2.3.3 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานโดยพื้นฐานนั้นต้องทำความเข้าใจหรือทราบรายละเอียดของคุณสมบัติทางเทคนิคของไอซีตระกูลนี้ คุณสมบัติทางเทคนิคได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 รายละเอียดในตารางนี้มีความสำคัญมากต่อการใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบใช้งาน และการทำงานเบื้องต้นในที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะกล่าวถึงหน้าที่การใช้งานของแต่ละขาทั้งหมด เพราะหากกล่าวถึงการใช้งานธรรมดา คือ ไอซีบันทึกเสียงนั่นเอง แต่การทำงานและหน้าที่ของแต่ละขาจะมีความสำคัญมากกว่า เพราะจะสามารถนำไอซีไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
แรงดันอินพุตด้านต่ำ "0"	V_{IL}	0.8	โวลต์
แรงดันอินพุตด้านสูง "1"	V_{IH}	2	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านต่ำ	V_{OL}	0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูง	V_{OH}	V_{CC}- 0.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา OVF	V_{OH1}	2.4	โวลต์
แรงดันเอาต์พุตด้านสูงที่ขา EOM	V_{OH2}	Vcc-1.0	โวลต์
กระแสของแรงดันไฟป้อนให้ที่ Vcc = 5 โวลต์	I_{CC}	25	มิลลิแอมป์
กระแสขณะรอคอยการทำงานที่ Vcc = 5 โวลต์	I_{SB}	1 - 10	ไมโครแอมป์
กระแสรั่วไหลทางอินพุต	I_{IL}	+1	ไมโครแอมป์
อิมพีแดนซ์ของโหลดเอาต์พุต	R_{EXT}	16	โอห์ม
ความต้านทานอินพุทของปรีแอมป์ไมโครโฟน	R_{MIC}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตภายนอก	R_{AUX}	10	กิโลโอห์ม
ความต้านทานอินพุตของขาอินพุตแอนะลอก	$R_{ANA\ IN}$	3	กิโลโอห์ม
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 1	A_{PRE1}	24	เดซิเบล
อัตราการขยายของปรีแอมป์ 2	A_{PRE2}	5	เดซิเบล
อัตราการขยายของขา AUX (สัญญาณภายนอก)	A_{AUX}	1	โวลต์ :โวลต์
อัตราขยายของภาคขยายเอาต์พุตลำโพง	A_{ARP}	22	เดซิเบล
ความต้านทานเอาต์พุตของขา AGC	R_{AGC}	5	กิโลโอห์ม
แรงดันไฟป้อนของตัวไอซีทั้งหมด	Vcc	5 - 7	โวลต์
อุณหภูมิขณะทำงาน	Ts	-65-150	องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ ISD25xx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address / Mode Input (A0 -A9 / M0 - M6) ขา 1- 10 ขาแอดเดรส และลักษณะการทำงานของอินพุตจะมีอยู่สองหน้าที่ที่จะขึ้นอยู่กับระดับของขา MSB ทั้งสองของตำแหน่ง ถ้าตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของสองขา MSBs นี้เป็น 0 อินพุตก็จะมาปรากฏที่ตำแหน่งบิตทั้งหมด และใช้เป็นตำแหน่งเริ่มต้นสำหรับวงรอบการบันทึก และเล่นกลับและขาของตำแหน่งจะเกิดการค้างสภาวะ โดยขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE และถ้า MSBs มีสถานะเป็น 1 ขาแอดเดรส / โหมดอินพุตจะมาขึ้นอยู่กับลักษณะบิตทั้งหมด และเกิดการค้างสภาวะเมื่อพัลส์ขอบขาลงปรากฏที่ขา CE

Auxiliary Input (AUX IN) ขา 11 จะเป็นขารับอินพุตจากภายนอก ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์สัญญาณผ่านออกไปทางเอาต์พุตลำโพง โดยขั้นตอนการทำงานนี้จะเกิดขึ้นเมื่อขา CE มีสถานะเป็น 1 วงรอบของการเล่นกลับก็จะสิ้นสุดลง หรือเมื่อสัญญาณที่ถูกบันทึกไว้ถูกเล่นกลับจนหมด แล้วมีการต่อแบบคาสเคด ISD25xx กันหลายๆ ตัว,ขา AUX IN จะถูกใช้ต่อเข้ากับสัญญาณเล่นกลับที่ออกมาจากขาเอาต์พุตของลำโพงของตัวก่อนหน้านี้ หรือจากตัวอันดับแรก

Ground Inputs (Vssa , Vssd) ขา 12 และ 13 โดยคุณสมบัติของไอซีในตระกูล ISD25xx จะมีการแยกกันระหว่างกราวด์ของสัญญาณแอนะลอก และกราวด์ของสัญญาณดิจิตอลขากราวด์ของทั้งสองนี้จะถูกต่อและปิดไว้ภายในตัวถังบรรจุของไอซี การใช้งานขากราวด์ของแหล่งจ่ายกำลังในส่วนที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ เพื่อไม่ต้องการให้เกิดค่าแรงดันระหว่างกราวด์ทั้งสอง

Speaker Outputs (Sp+ , Sp-) ขา 14 และ 15 เป็นขาเอาต์พุตต่อออกลำโพง ในตระกูล ISD25xx นี้จะมีวงจรขับสัญญาณความแตกต่างออกสู่ลำโพง ซึ่งประกอบอยู่ภายตัวไอซี เรียบร้อยแล้ว โดยมีความสามารถในการขับลำโพงเอาต์พุตได้ 50 มิลลิวัตต์ ที่ลำโพงขนาด 16 โอห์ม ขาต่อลำโพงเอาต์พุตนี้จะไม่ต่อถึงกันโดยตรงเด็ดขาด เมื่อต้องถูกใช้ต่อกันอย่างคาสเคดหลายๆ ตัว และไม่เหมาะที่จะต่อลำโพงขนานกันทางเอาต์พุตหลายตัว โดยเฉพาะใน บางครั้งขาเอาต์พุตลำโพง สามารถต่อคาสเคดกับไอซีอีกตัวได้โดยตรง เพราะมีตัวเก็บประจุอยู่ภายในเรียบร้อยแล้ว

Voltage Inputs (Vcca , Vccd) ขา 16 และ 28 เป็นขารับแรงดันที่จะต้องแยกกันต่างหากระหว่างขารับแรงดันของวงจรแอนะลอก และวงจรดิจิตอลที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซีเรียบร้อยแล้ว ขารับแรงดันต้องการแรงดันไฟป้อน +5 โวลต์ และต้องเป็นไฟป้อนที่มีสัญญาณรบกวนต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microphone Input (MIC) ขา 17 จะรับสัญญาณอินพุตที่ผ่านเข้ามายังไมโครโฟน แล้วส่งผ่านสัญญาณเข้าสู่วงจรปรีแอมป์ที่ประกอบอยู่ภายในตัวไอซี ภายในประกอบด้วยวงจรควบคุมอัตราขยายอัตโนมัติ (AGC) โดยวงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมอัตราขยายของวงจรปรีแอมป์ให้มีอัตราการขยายอยู่ในช่วง -15 ถึง 24 เดซิเบล ไมโครโฟนภายนอกจะถูกคับปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุภายนอกในลักษณะอนุกรมกับขา 17 ซึ่งค่าความจุของตัวเก็บประจุคับปลิ้งจะกำหนดค่าโดยคำนึงถึงค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ที่ต่ออยู่ภายในกับขา 17 ของไอซี เพื่อทำให้เกิดขีดจำกัดที่ความถี่ต่ำ

Microphone Reference Input (MIC REF) ขา 18 นี้จะต่อเข้ากับกราวด์แอนะลอก (Vssa) โดยมีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมอยู่ก่อน เพื่อทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนทางอินพุตขา 17 และเพื่อให้เกิดการชดเชยทางด้านสัญญาณรบกวนให้ดีกว่า10 เดซิเบล

Automatic Gain Control Input (AGC) ขา 19 เป็นขาอินพุตเพื่อควบคุมอัตราการขยายของปรีแอมป์ไมโครโฟนทางด้านไดนามิก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับระดับสัญญาณที่มีย่านกว้างมากของสัญญาณทางอินพุตจากไมโครโฟน และเพื่อให้ระดับสัญญาณที่ทำการบันทึกมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ขา AGC นี้จะต้องต่อร่วมกับอุปกรณ์ RC เพื่อกำหนดค่าเวลาคงที่ โดยมีค่าความต้านทานภายใน 5 กิโลโอห์ม และจะต่อร่วมกับตัวเก็บประจุภายนอกอีกตัวผ่านลงกราวด์แอนะลอก ค่าที่เหมาะสมบางครั้งกำหนดไว้ที่ 470 กิโลโอห์ม และตัวเก็บประจุ 4.7 ไมโครฟารัด

Analog Input (ANA IN) ขา 20 จะรับสัญญาณที่ผ่านจากวงจรปรีแอมป์ ออกมาทางขา 21 โดยผ่านตัวเก็บประจุคับปลิ้งภายนอก คับปลิ้งสัญญาณเข้าที่ขา 20 นี้ เพื่อผ่านสัญญาณเข้าไปบันทึกไว้ภายในตัวไอซี ตัวเก็บประจุภายนอกนี้จะต้องสัมพันธ์กับค่าความต้านทานภายในค่า 3 กิโลโอห์ม ซึ่งเป็นอินพุทอิมพีแดนซ์ เพื่อที่จะทำให้เป็นวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

Analog Output (ANA OUT) ขา 21 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรปรีแอมป์ ขยายสัญญาณจากไมโครโฟน ที่ได้รับการควบคุมอัตราขยายจากวงจร AGC ภายในแล้ว

Overflow Output (OVF) ขา 22 สัญญาณพัลส์ 0 จะปรากฏออกมาทางขาเอาต์พุตนี้ เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดการเล่นกลับ หรือหน่วยความจำภายในตัวไอซีได้ถูกอ่านออกมาหมดแล้ว และจะแสดงเป็นภาวะหยุดการเล่นกลับ พัลส์เอาต์พุตจากขา OVF นี้จะถูกจ่ายให้กับขาอินพุต CE จนกว่าขา PD จะได้รับพัลส์ เพื่อทำการยกเลิก และเริ่มวงรอบการเล่นกลับอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัลส์ที่ขา OVF นี้สามารถใช้เริ่มต้นการทำงานของ ISD25xx ในตัวถัดไปได้ เมื่อมีการต่อแบบคาสเคดกันอยู่หลายตัว

Chip Enable Input (CE) ขา 23 ขา CE จะต้องได้รับสัญญาณพัลส์ 0 เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเล่นกลับและการบันทึก ที่ขาอินพุตแอดเดรสและขาอินพุต P/R จะถูกค้างสภาวะจากพัลส์ขอบขาลงของพัลส์ที่ขา CE

Power Down Input (PD) ขา 24 ในขณะที่ไม่มีการบันทึกและการเล่นกลับ ที่ขา PD จะมีสภาวะเป็น 1 ก็จะเป็นการรักษาระดับการสิ้นเปลืองกำลังงานในระดับต่ำมาก แต่เมื่อขา OVF มีสภาวะเป็น 0 ที่แสดงถึงการเล่นกลับสิ้นสุดลงปรากฏขึ้น ขา PD ปกติจะเป็น 1 อยู่ในขณะนั้น ก็จะถูกยกเลิกและจะเริ่มขบวนการบันทึกหรือเล่นกลับใหม่อีกครั้ง

End - Of -Message / RUN Output (EOM) ขา 25 เป็นส่วนของอุปกรณ์ non - volatile ภายในตัวไอซี ที่จะใช้กำหนดหรือระบุการสิ้นสุดของการเก็บข้อมูลที่ทำการบันทึก ขา EOM นี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น 0 เมื่อข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ถูกเล่นกลับออกมาหมด

External Clock Input (XCLK) ขา 26 เป็นขารับสัญญาณนาฬิกาภายนอก เพื่อกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณ แต่โดยปกติทั่วไป ได้ระบุไว้ว่าสัญญาณนาฬิกาในการสุ่มสัญญาณนั้นถูกกำหนดไว้ภายในแล้ว ซึ่งจะไม่ขึ้นกับสัญญาณนาฬิกาภายนอก หรือย่านแรงดันไฟป้อนที่ไม่คงที่ การใช้งานปกติจะต่อขา 25 เข้ากับกราวด์ของแหล่งจ่าย

PlayBack / Record Input (P/R) ขา 27 เมื่อขาอินพุตควบคุมการบันทึกและเล่นกลับได้รับพัลส์ 1 จะเป็นวงรอบของการเล่นกลับ และถ้าเป็นพัลส์ 0 จะเป็นการเลือกวงรอบการบันทึก ถ้าหากได้รับพัลส์ที่ขอบขาลงของ CE จะเป็นการค้างสภาวะ อินพุทที่ขา P/R

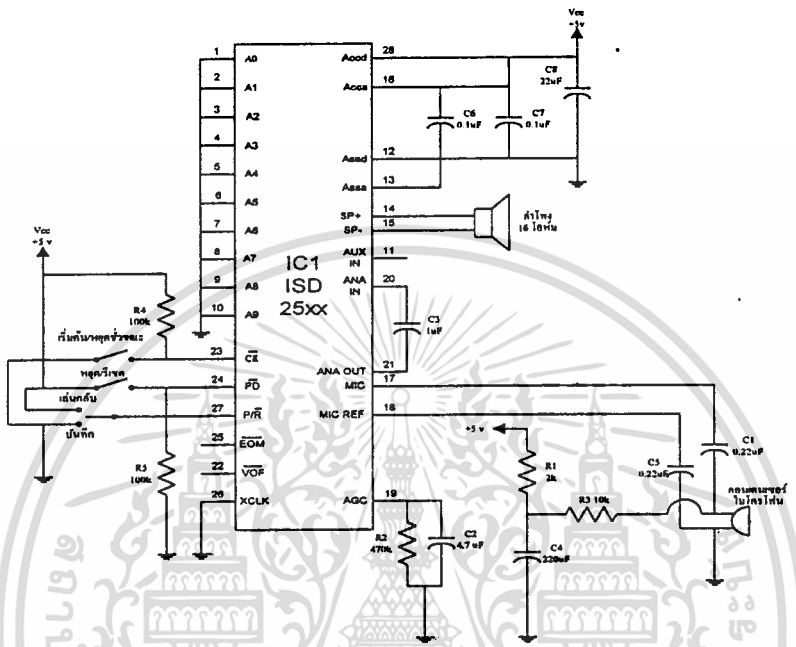
เมื่อการทำงานทุกอย่างเชื่อมโยงกันอยู่แค่เพียงภายในไอซีเพียงอย่างเดียว และมีการต่ออุปกรณ์ภายนอกร่วมน้อยมาก ก็เป็นการง่ายที่จะประยุกต์เอาไอซีในตระกูลนี้ไปใช้งาน

2.3.4 การประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานไอซีในตระกูล ISD25xx ง่ายมาก ดังการทำงานของแต่ละขาใช้งานของไอซีที่ได้อธิบายกันมาแล้ว และวงจรประยุกต์ใช้งานได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.19 จะสังเกตเห็นวงจรที่มีความเรียบง่าย และอุปกรณ์ประกอบร่วมที่น้อยมาก สังเกตวงจรนับตั้งแต่ลำโพงที่สามารถต่อได้โดยตรงกับไอซีเลย ไมโครโฟนนั้น หากใช้แบบไดนามิคไมโครโฟนก็สามารถต่อเข้ากับอินพุตไมโครโฟนหรือไอซีได้โดยตรง หากเป็นแบบคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีการไบแอสให้กับคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนอย่างเหมาะสม ดังที่ได้แสดงไว้ในวงจรประโยชน์ใช้งานนี้



รูปที่ 2.19 วงจรการประยุกต์ใช้งาน

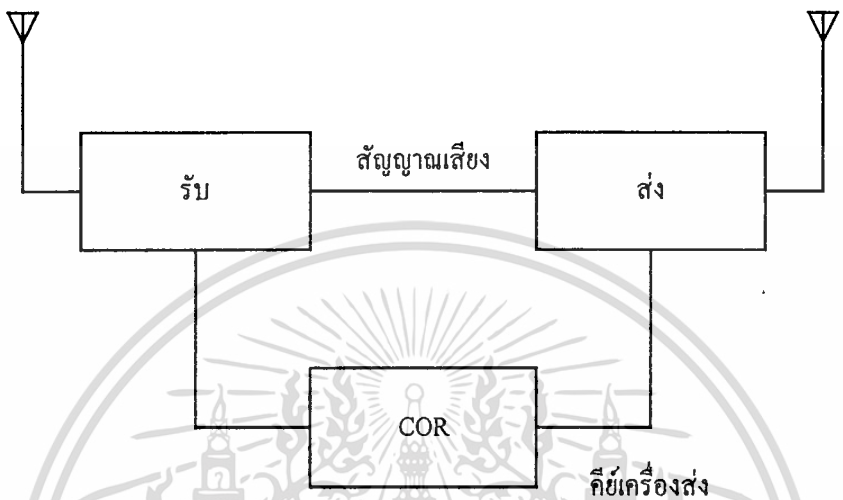
การประยุกต์ใช้งานไอซีนอกเหนือจากนี้ คือ การประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการควบคุม และการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสามารถที่จะทำให้ ISD25xx ทำการบันทึกหรือเล่นกลับได้หลากหลาย หน้าที่การทำงานโดยขึ้นอยู่กับความสามารถและประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุม

2.4 สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

ระบบสถานีทวนสัญญาณโดยทั่วไป คือสถานีกลางที่ช่วยถ่ายทอดสัญญาณให้ระหว่างสถานีสองสถานีที่ไม่สามารถติดต่อกันโดยตรง ซึ่งโดยมากเป็นระบบอัตโนมัติ เช่นคู่สถานีที่เครื่องรับส่งวิทยุแบบมือถือ หรือแบบติดรถยนต์ สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการติดต่อโดยใช้สถานีทวนสัญญาณเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดสัญญาณ ให้มีระดับความแรงสูงขึ้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่าย เพื่อช่วยขยายรัศมีทำการให้ไปได้ไกลขึ้น โดยเฉพาะในกรณีพื้นที่ใช้งานที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ หรือรูปร่างพื้นที่แปลกหรือในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางการเดินทางของคลื่นวิทยุ



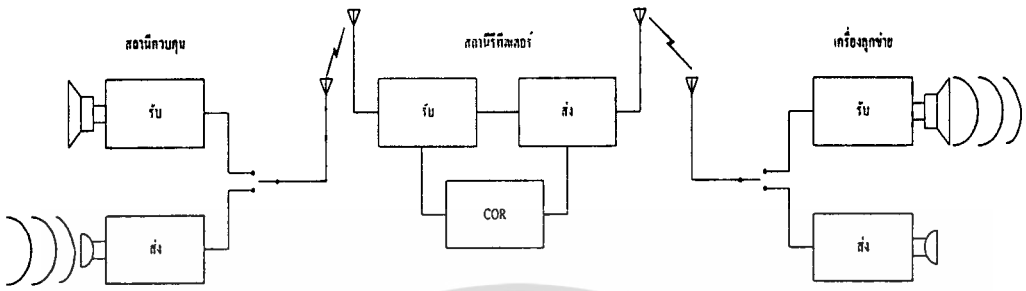
รูปที่ 2.20 การทำงานของเครื่องทวนสัญญาณ

เครื่องทวนสัญญาณประกอบด้วยเครื่องรับ และเครื่องส่งต่อร่วมกัน ดังรูปที่ 2.20 เมื่อเครื่องรับคลื่นวิทยุเข้ามา วงจรรีเลย์จะทำงาน และเมื่อกดปุ่มส่งเครื่งรับและเครื่องส่งให้ส่งคลื่นออกไป เมื่อคลื่นวิทยุที่เครื่องรับหายไปเครื่องส่งจะหยุดทำงาน ความถี่ของเครื่องรับและเครื่องส่ง จะต้องอยู่ห่างกันพอสมควร เพื่อมิให้คลื่อนแปลกปลอมจากเครื่องส่งย้อนกลับไปยังเครื่องรับทำให้สถานีทวนสัญญาณทำงานตลอด

ในปัจจุบันวงจรรีเลย์ที่ทำงานนด้วยพาหะ (Carrier Operated Relay : COR) จะเป็นสวิตซ์แบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งนิยมเรียกชื่อย่อว่า COR

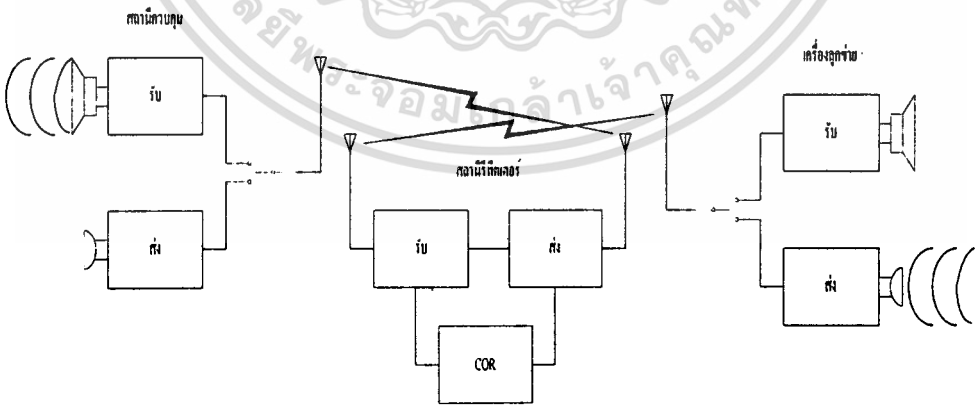
นอกจากนี้ สถานีทวนสัญญาณส่วนใหญ่มักจะมีวงจรถอดรหัสแบบพิเศษ เพื่อตรวจสอบว่าสัญญาณที่รับได้มีรหัสความถี่เสียงที่ถูกต้องส่งมาหรือไม่ ถ้าหากไม่ใช่รหัสที่ถูกต้องเครื่องส่งจะไม่ทำงาน วิธีการตรวจสอบความถี่เสียงนี้ เพื่อช่วยป้องกันมิให้เกิดการรบกวนจากคลื่นแปลกปลอม และจำกัดเฉพาะผู้ใช้ที่ส่งรหัสความถี่เสียงที่ถูกต้องเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 การติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องทวนสัญญาณกรณีการส่ง

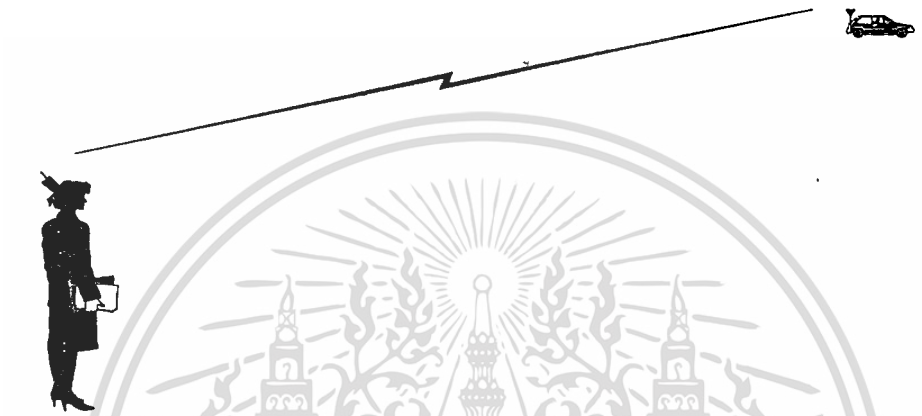
ในการกดปุ่มเครื่องส่งของสถานีทวนสัญญาณ นอกจากจะต้องตรวจสอบความถี่เสียงแล้ว เครื่องทวนสัญญาณที่ดีจะต้องควบคุมเวลาในการกดปุ่มด้วย เช่น ยืดเวลากดปุ่มให้นานขึ้นเพื่อป้องกัน และช่วยในกรณีที่เครื่องทวนสัญญาณรับสัญญาณที่อ่อนหรือจางหาย และจำกัดเวลากดปุ่มส่งไม่ให้นานเกินไป เพื่อให้เครื่องทวนสัญญาณว่าง และป้องกันเครื่องส่งทำงานหนักจนเกินไป



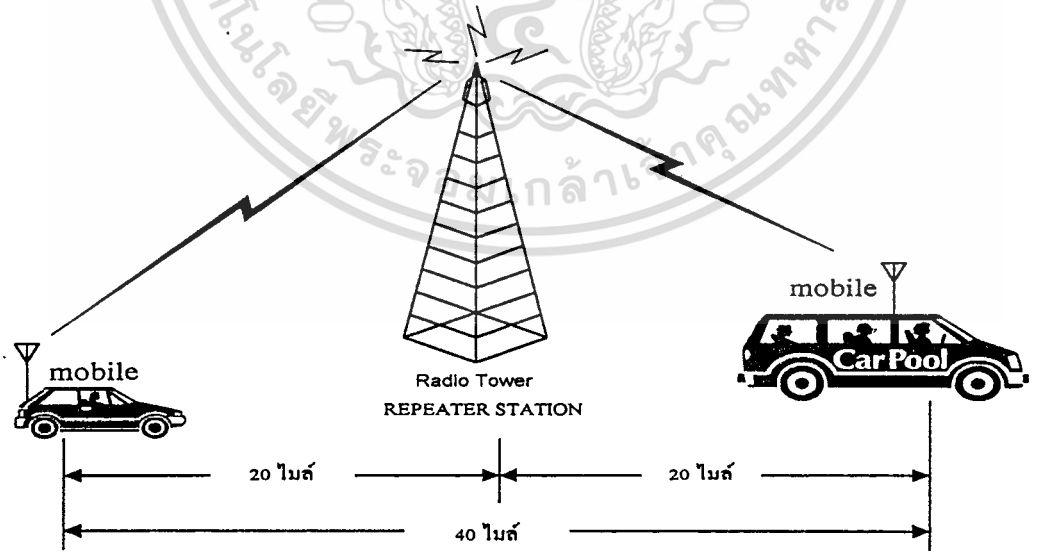
รูปที่ 2.22 การติดต่อสื่อสารผ่านเครื่องทวนสัญญาณกรณีการตอบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทวนสัญญาณในรูปที่ 2.22 จะทำงานแบบซิมเพล็กซ์ 2 ความถี่ คือรับความถี่ F1 แล้วส่งออกด้วยความถี่ F2 ในที่นี้ เครื่องทวนสัญญาณจะรับสัญญาณที่มาจากเครื่องแบบ-ประจำรถยนต์หรือประจำศูนย์ แล้วกดปุ่มเครื่องส่งให้ส่งสัญญาณออกไป ในกรณีเช่นนี้ การติดต่อสื่อสารจะต้องผ่านเครื่องทวนสัญญาณเสมอ



รูปที่ 2.23 การติดต่อสื่อสารแบบธรรมดา

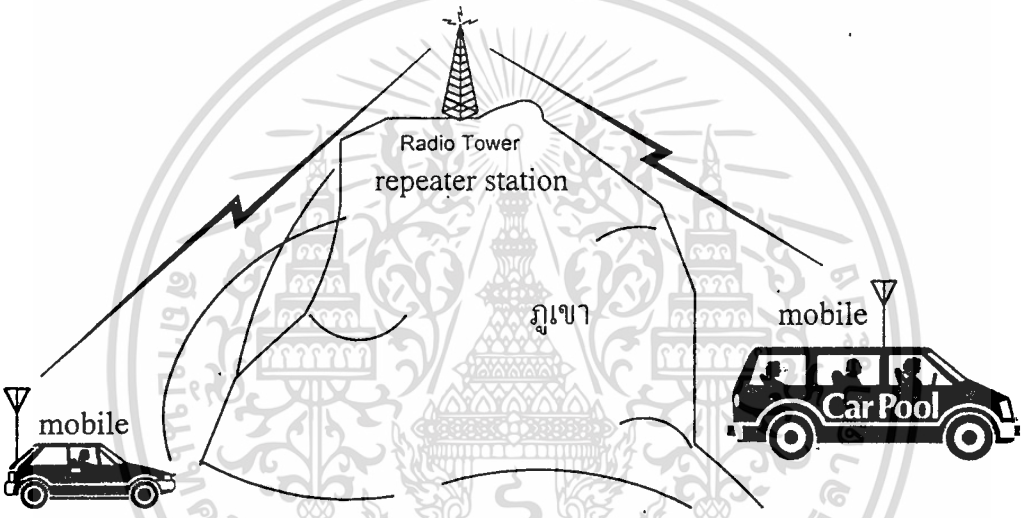


รูปที่ 2.24 การใช้เครื่องทวนสัญญาณช่วยเครื่องแบบประจำศูนย์ติดต่อกันได้ไกลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถใช้เครื่องทวนสัญญาณในการขยายพื้นที่ใช้งานได้ ดังรูปที่ 2.23 เป็นการติดต่อสื่อสารแแบบธรรมดา ส่วนในรูปที่ 2.24 เป็นการใช้เครื่องทวนสัญญาณเพื่อช่วยขยายรัศมีทำการ ทำให้เครื่องแบบประจำศูนย์กับแบบประจำศูนย์ติดต่อกันได้ไกลขึ้น

ในกรณีที่เราติดตั้งสายอากาศของสถานีทวนสัญญาณให้สูงขึ้นดังรูปที่ 2.25 เช่น บนภูเขา ทำให้เราสามารถครอบคุมพื้นที่การติดต่อสื่อสารได้ในพื้นที่กว้างขึ้น



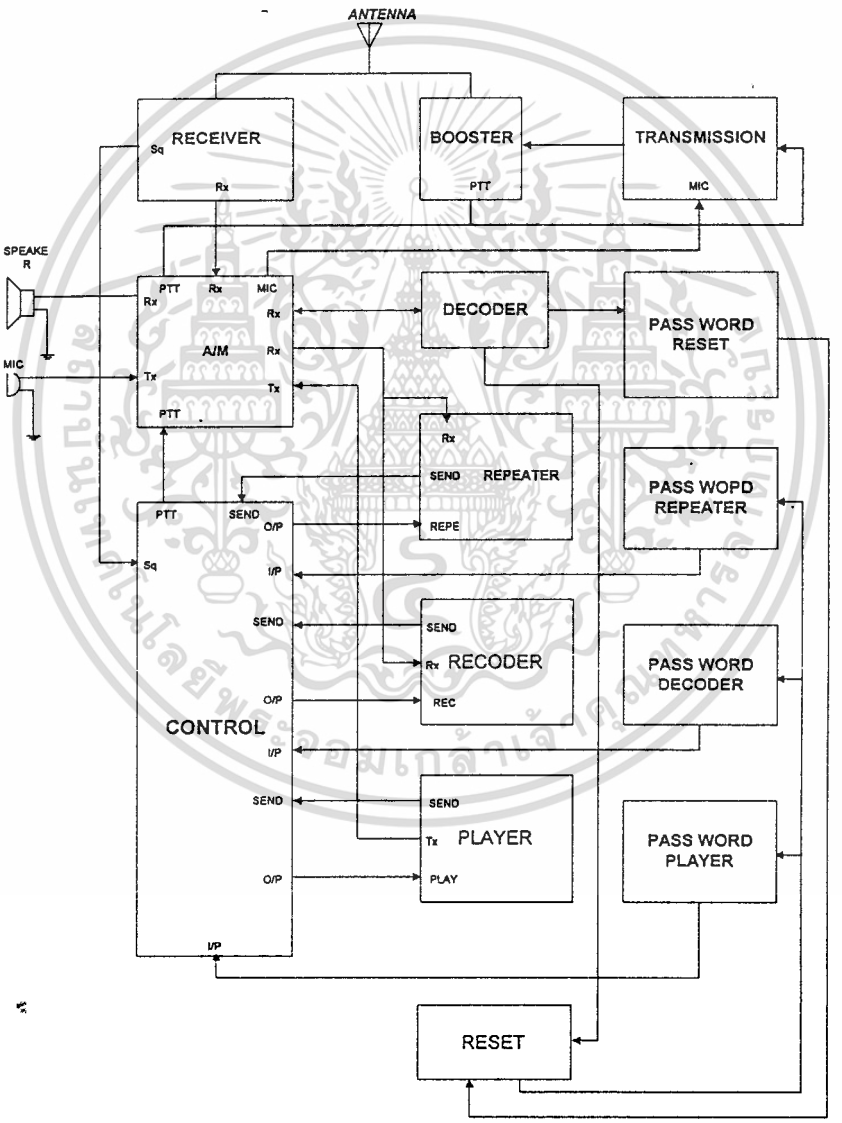
รูปที่ 2.25 รัศมีการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ กับความสูงของสายอากาศของเครื่องทวนสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 การทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว



รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผังการทำงานในรูปที่ 3.1 เมื่อภาครับได้รับสัญญาณจากเครื่องลูกข่ายสัญญาณเสียงที่ได้จากภาครับจะถูกส่งมายังส่วนการทำงานแบบอัตโนมัติ หรือแบบธรรมดา (A/M) ในส่วนนี้ การทำงานที่เลือกจะขึ้นอยู่กับความต้องการ กรณีเลือกแบบธรรมดาสัญญาณเสียงที่ส่งมาจากภาครับจะออกที่ลำโพงโดยตรง เมื่อต้องการส่งข้อความทำได้โดยการกดปุ่มส่งที่หน้าปัทม์เครื่อง และพูดข้อความต่างๆ ที่ต้องการส่งที่ไมโครโฟน ซึ่งได้ติดตั้งไว้ที่หน้าปัทม์ของเครื่อง การทำงานในแบบธรรมดาจำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่วิทยุอยู่ประจำสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุตลอดเวลา ส่วนกรณีเลือกแบบอัตโนมัติ สัญญาณเสียงที่ส่งมาจากภาครับ จะถูกส่งมายังส่วนถอดรหัสเสียงความถี่คู่ เพื่อทำการถอดรหัสเสียงความถี่คู่ ที่ส่งมาพร้อมกับสัญญาณเสียง รหัสที่ถูกต้องออกมาจะเป็นรหัสไบ-นารีขนาด 4 บิต บิตบอกสภาวะการทำงาน 1 บิตเป็น 2 สถานะคือ เป็นสภาวะ 1 แสดงว่าไม่มีการถอดรหัสเสียงความถี่คู่ และสภาวะ 0 แสดงว่ามีการถอดรหัสเสียงความถี่คู่ สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังส่วนยกเลิกการทำงานของส่วนต่างๆ ทั้งหมด

3.1.1 การถอดรหัสความถี่และรหัสผ่าน

จากรูปที่ 3.1 แสดงผังการทำงานของโครงงานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว ประกอบด้วยชุดถอดรหัส 4 ชุด ชุดที่ 1 เป็นชุดถอดรหัสผ่านจำนวนหนึ่งหลัก ซึ่งใช้ในการควบคุมการยกเลิกการทำงานส่วนต่างๆ ของโครงงาน เมื่อมีการส่งรหัสที่ถูกต้องตามรหัสที่ตั้งไว้ เอาต์พุตเป็นสภาวะ 0 ส่งให้ส่วนยกเลิกควบคุมการทำงาน ชุดที่ 2 เป็นชุดถอดรหัสผ่านที่ใช้ควบคุมสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุเมื่อมีการส่งที่ถูกต้องตามรหัสที่ตั้งไว้ เอาต์พุตจะเป็นสภาวะ 1 ก็ส่งให้ส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมได้รับสภาวะ 1 ก็จะตรวจสอบสัญญาณสภาวะนั้นอีกครั้งหนึ่ง เมื่อตรวจสอบถูกต้องแล้ว จะส่งสัญญาณสภาวะ 1 ไปควบคุมสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ การทำงานจะถูกควบคุมด้วนสัญญาณแสควซ์ เมื่อสัญญาณแสควซ์เป็นสภาวะ 0 การทำงานของสถานีจะเป็นการรับข้อมูลข่าวสาร เมื่อสัญญาณแสควซ์เป็นสภาวะ 1 จะเป็นการอ่านข้อมูลข่าวสาร โดยสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุจะให้สัญญาณสภาวะ 1 ที่ขาส่งส่งให้ส่วนควบคุม ไปควบคุมการกดปุ่มการส่ง เพื่อนำข้อความที่อ่านได้ส่งผ่านส่วนการทำงานแบบธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติไปยังไมโครโฟนของเครื่องส่ง ภาคส่งเพิ่มส่วนขยายสัญญาณความถี่วิทยุ เพื่อให้กำลังส่งสูงขึ้นประมาณ 20-30 วัตต์ ไปยังสายอากาศ การทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุจะทำงานในลักษณะนี้จนกว่าจะมีการปิดการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ โดยส่งรหัสจำนวน 2 หลักที่ถูกต้องตามที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ โดยส่งรหัสจำนวน 2 หลักที่ถูกต้องตามที่ตั้งไว้ เครื่องก็จะยกเลิกการทำงาน ชุดที่ 3 เป็นชุดถอดรหัสที่ใช้ควบคุมการฝากข้อความ ซึ่งกำหนดรหัสไว้จำนวน 2 หลัก เมื่อมีการส่งรหัสที่ถูกตามรหัสที่ตั้งไว้ ที่เอาต์พุตจะเป็นสภาวะ 1 แล้วส่งผ่านไปยังส่วนควบคุม เมื่อส่วนควบคุมได้รับสัญญาณสภาวะ 1 จะทำการตรวจสอบความถูกต้อง และเมื่อตรวจสอบถูกต้องแล้ว จะส่งสัญญาณสภาวะ 1 ไปให้ส่วนฝากข้อความ ซึ่งการทำงานจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณแสควซ์อีกครั้งหนึ่ง สัญญาณแสควซ์เป็นสภาวะ 0 ส่วนฝากข้อความจะทำการบันทึกข้อความที่ส่งมาจากเครื่องวิทยุรับส่งของลูกข่าย การฝากข้อความสามารถฝากได้เป็นระยะเวลา 90 วินาที เมื่อสิ้นสุดการฝากข้อความต้องมีการปิดการทำงานโดยการส่งรหัสความถี่คู่จำนวน 2 หลักที่ถูกต้องตามรหัสที่ตั้งไว้ โดยผ่านส่วนยกเลิกการฝากข้อความนั้นก็จะหยุดการทำงาน และในชุดที่ 4 เป็นการ ถอดรัหัสผ่านที่ใช้ควบคุมการอ่านข้อความ โดยการส่งรหัสจำนวน 1 หลักที่ถูกต้องตรงตามรหัสที่ตั้งไว้ เมื่อส่งรหัสที่ถูกต้อง ชุดถอดรัหสผ่านจะให้เอาต์พุตเป็นสภาวะ 1 แล้วส่งผ่านไปที่ส่วนควบคุมในส่วนควบคุมนี้จะทำการตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อตรวจสอบถูกต้องแล้ว จะส่งสัญญาณสภาวะ 1 ให้ส่วนอ่านข้อความ การทำงานจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณแสควซ์อีกครั้งหนึ่ง ถ้าสัญญาณแสควซ์เป็นสภาวะ 0 จะไม่ทำงาน แต่ถ้าเป็นสัญญาณสภาวะ 1 ส่วนอ่านข้อความจะอ่านข้อความที่ถูกบันทึกไว้ผ่านส่วนการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ ไปยังไมโครโฟนของเครื่องส่ง แล้วขยายสัญญาณความถี่วิทยุให้สูงขึ้นประมาณ 20-30 วัตต์ ไปยังสายอากาศ

3.1.2 ภาครับและภาคส่ง

ใช้เครื่องรับส่ง ICOM รุ่น 2G โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ

1. มีความไวในการรับสูง (0.25 ไมโครโวลต์)
2. กำลังส่งสูง (5 วัตต์)
3. การตั้งความถี่เป็นแบบตัวเลข
4. สามารถเลือกช่องสัญญาณในการใช้งานได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน
5. ราคาถูก
6. มีความทนทานต่อสภาพการใช้งาน
7. หาอุปกรณ์หรืออะไหล่ในท้องตลาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของวงจรต่างๆ

3.2.1 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน

จากรูปที่ 3.2 เป็นผังวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ และวงจรถอดรหัสผ่าน ส่วนในรูปที่ 3.3 คือ วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ และวงจรรหัสผ่านการปิดและการเปิดการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว เริ่มจากไอซี MT8870 เป็นวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ขนาด 4 บิต โดยขา 11, 12, 13 และ 14 เป็นเอาต์พุต และขา 15 แสดงสภาวะการทำงานของวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ภายในไอซี MT8870 จากนั้นเอาต์พุตของไอซี MT8870 ขาที่ 11, 12, 13 และ 14 จะถูกส่งไปยังวงจรเปรียบเทียบที่IC2 ที่ขา 10, 12, 13 และ 5 โดย IC2 ที่ขา 9, 11, 14 และ 1 จะต่ออยู่กับดิฟสวิทช์ และมีความต้านทานค่า 10 กิโลโอห์ม ต่ออยู่กับแรงดัน +5 โวลต์ การตั้งรหัสผ่านต่างๆ จะถูกกำหนดโดยที่ขา 1-4 ของดิฟสวิทช์ SW1 เอาต์พุตที่ได้จาก IC2 ที่ขา 6 ใช้ในการยกเลิกการทำงานของวงจรส่วนต่างๆ ทั้งหมด โดยปกติที่ขา 6 ของ IC2 จะมีสภาวะ 0 เมื่อมีการกดรหัสที่ถูกต้องที่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ดิฟสวิทช์จะได้เอาต์พุตขา 6 ของ IC2 เป็นสภาวะ 1 ผ่าน IC16 เป็นวงจรอินเวอร์เตอร์ และที่เอาต์พุตส่งไปยัง IC15 ที่ขา 9 จะทำให้เอาต์พุตที่ขา 8 เป็นสภาวะ 0 ไปยกเลิกการทำงานของ IC9, IC10 และ IC11 ที่ขา 4 และขา 10

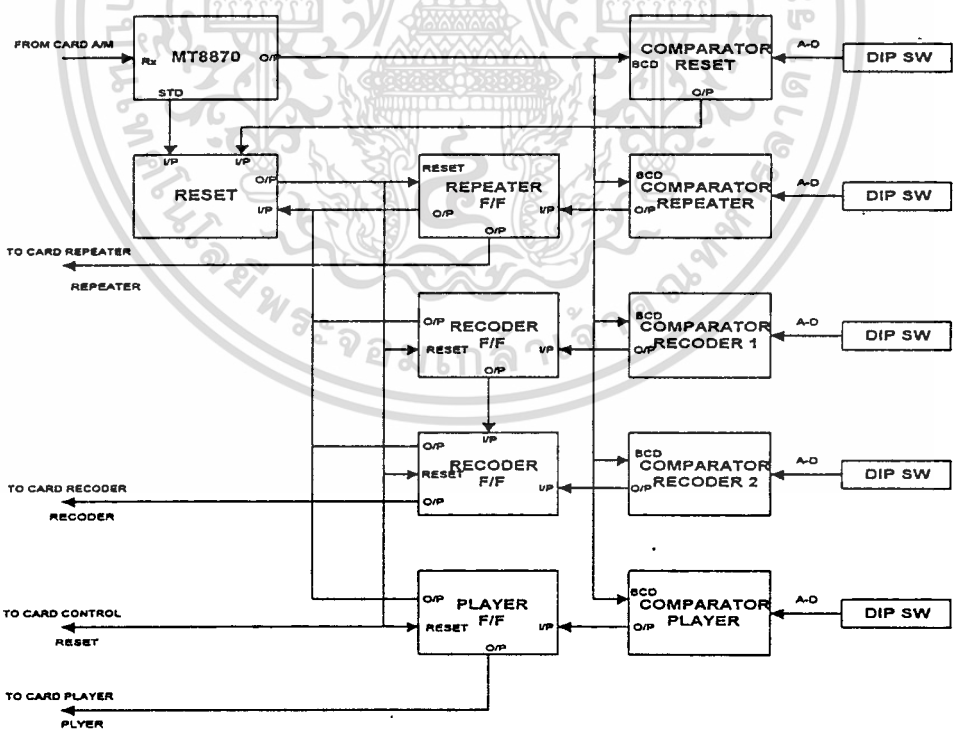
วงจรถอดรหัสผ่านที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรทวนสัญญาณความถี่ เริ่มจาก IC3 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบขนาด 4 บิต โดยรับสัญญาณอินพุตที่ขา 10, 12, 13 และ 15 โดยใช้ดิฟสวิทช์ SW2 เป็นตัวตั้งรหัส เมื่อรหัสที่ส่งมาที่อินพุตตรงกับดิฟสวิทช์ที่ตั้งไว้จะให้สภาวะ 0 ที่ขา 6 ส่งไปยังขา 3 ของ IC9/1 ซึ่งเป็นฟลิปฟลอป ทำให้ขา 6 ของไอซี 7474 มีสัญญาณสภาวะ 1 ซึ่งเป็นสัญญาณใช้ควบคุมวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ โดยส่งไปยังวงจรควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานที่ขา 5 ของ IC9/1 ทำให้เป็นสภาวะ 0 ขา 4 ของ IC12/1 เป็นสภาวะ 0 ฟลิปฟลอปจะไม่ทำงาน และสัญญาณสภาวะ 0 ส่วนหนึ่งต่อเข้ากับขา 1 ของซี IC16 ที่เอาต์พุตเป็นสภาวะ 1 ที่วงจรนับ ของ IC13 ที่ขา 15 ถูกยกเลิกการทำงาน ทำให้วงจรนับการกดส่งสัญญาณเสียงความถี่คู่ทำงานจนกว่าจะมีการกดรหัสมาสั่งการทำงานใหม่

วงจรรหัสผ่านสำหรับการฝากข้อความ เริ่มต้นที่สัญญาณอินพุตขนาด 4 บิต ที่ขา 10, 12, 13 และ 15 ของ IC4 และ IC5 การตั้งรหัสด้วยดิฟสวิทช์ SW3 และ SW4 เมื่อรหัสที่ส่งมาตรงกับกับรหัสที่ตั้งไว้จะได้เอาต์พุตขา 6 ของ IC4 เป็นสภาวะ 0 ซึ่งส่งไปยังขา 3 ของ IC10/1 เป็นไอซีฟลิปฟลอปจะได้เอาต์พุตที่ขา 5 เป็นสภาวะ 0 ที่ต่อเข้ากับขา 12 ของ IC10/2 พร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

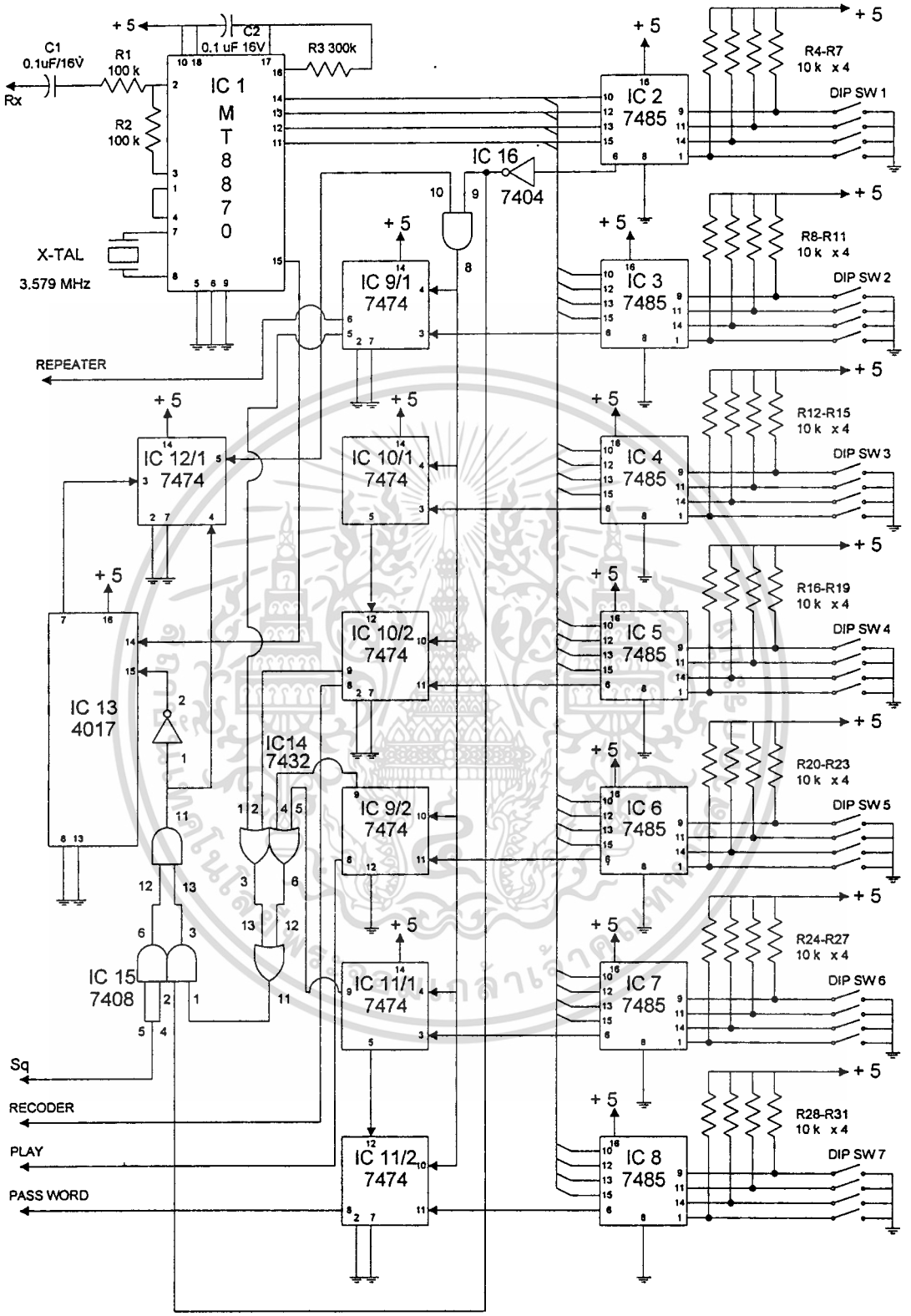
จะทำให้รอการส่งรหัสที่ถูกต้องหลักที่สอง ที่เอาต์พุตขา 6 ของ IC5 ควบคุมการตั้งรหัสโดยดิฟสวิทซ์ SW4 ซึ่งต่ออยู่กับขา 11 ของ IC10/2 จะได้เอาต์พุตที่ขา 8 เป็นสภาวะ 1 ส่งต่อไปยังวงจรควบคุมต่อไป และที่ขา 9 จะเป็นสภาวะ 0 ต่อเข้าขา 2 ของ IC14 ทำให้เอาต์พุตขา 11 ของ IC15 เป็นสภาวะ 0 ไปยกเลิกการทำงานของวงจรนับของ IC13 และ IC12/1 หยุดการนับ เพื่อรอการส่งรหัสที่ถูกต้องมายกเลิกการทำงาน

วงจรถอดรหัสผ่านใช้ควบคุมวงจรอ่านข้อความ เริ่มต้นที่สัญญาณอินพุตขนาด 4 บิต ต่อเข้าขา 10, 12, 13 และ 15 ของ IC6 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบควบคุมการตั้งรหัสโดยดิฟ-สวิทซ์ SW5 เมื่อรหัสที่ตั้งไว้ตรงกับรหัสที่ส่งมา จะทำให้เอาต์พุตขา 6 เป็นสภาวะ 0 ต่อเข้าขา 11 ของ IC9/2 ซึ่งเป็นฟลิปฟลอป ทำให้เอาต์พุตที่ขา 8 เป็นสภาวะ 1 ส่งไปยังวงจรควบคุม และขา 9 เป็นสภาวะ 0 ต่อเข้าขา 4 ของ IC14 ทำให้เอาต์พุตขา 11 ของ IC15 เป็นสภาวะ 0 ไปยกเลิกการทำงานของวงจรนับ ส่วนในรูปที่ 3.4 และ 3.5 เป็นลายวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน



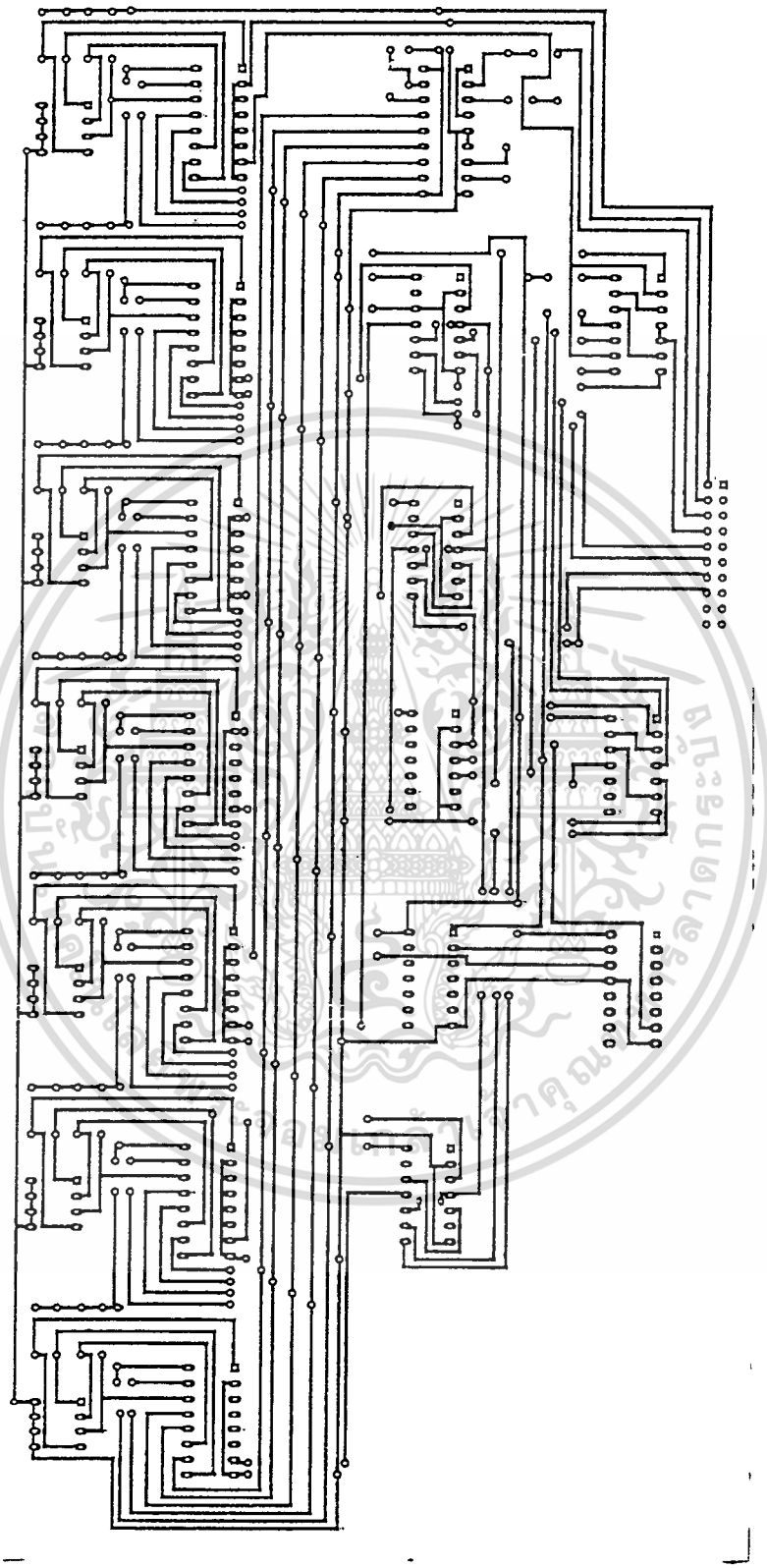
รูปที่ 3.2 ผังการทำงานวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



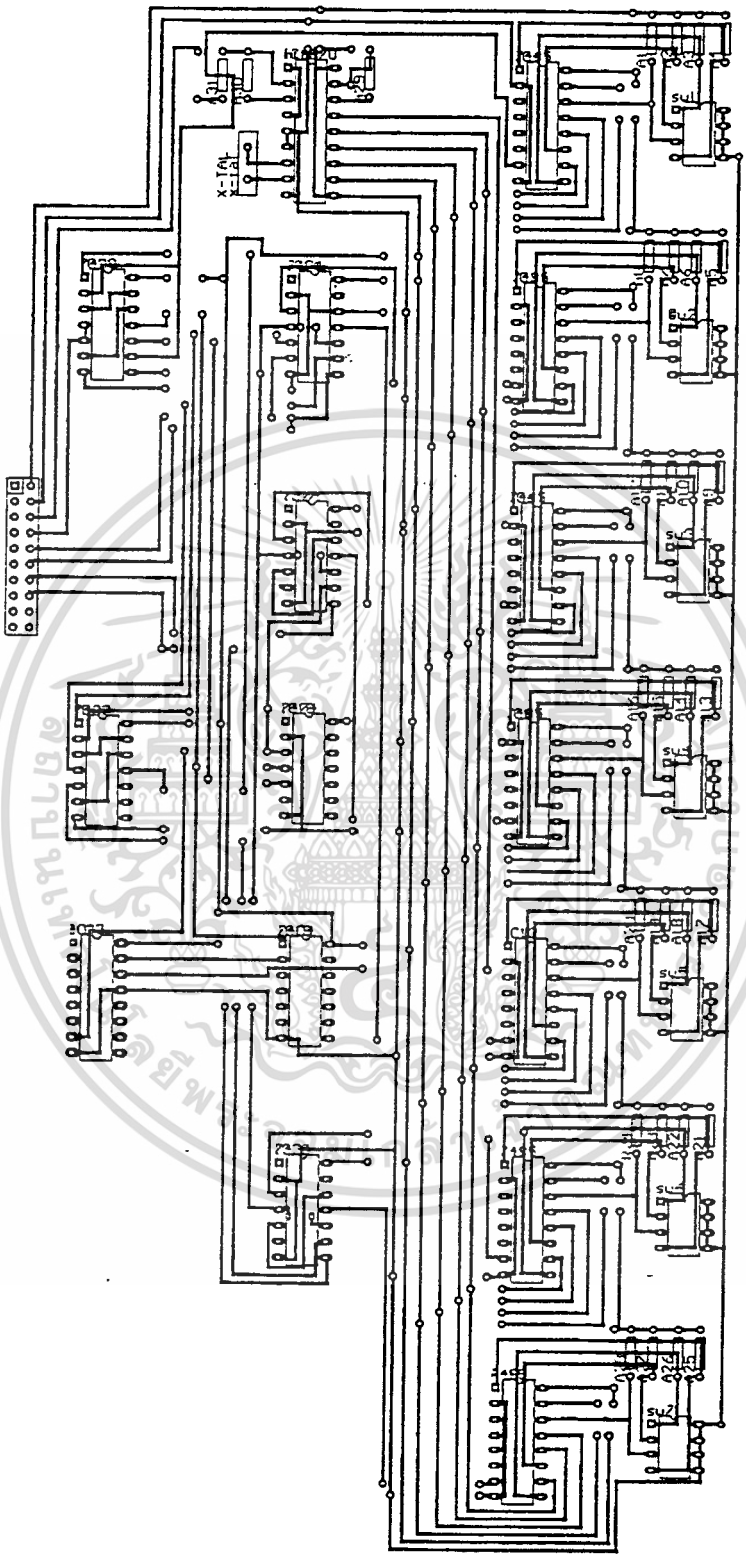
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลายวงจรพิมพ์วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

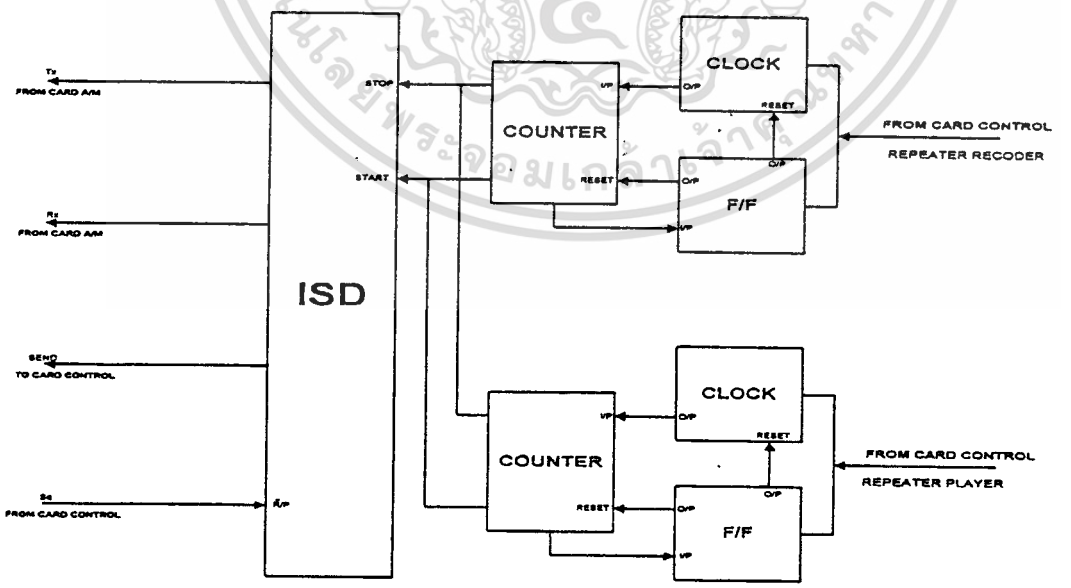
จากรูปที่ 3.6 เป็นผังการทำงานวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ ส่วนในรูปที่ 3.7 เป็นวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนบันทึกเสียง โดยใช้ไอซี ISD2590 สามารถบันทึกเสียงได้ 90 วินาที จากวงจร IC 1 จะมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขา 17 และ 18 และเอาต์พุตออกที่ขา 14 และ 15 โดยมีขา 25 เป็นขาบอกสภาวะการทำงานของ IC1 ควบคุมการบันทึกข้อความ โดยให้ขา 27 เป็นสภาวะ 1 และเมื่อต้องการอ่านข้อความที่ทำการบันทึกไว้ ให้ขา 27 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 จากสัญญาณแสควซ์ ส่วนที่สองเป็นการควบคุมการบันทึกข้อความ โดยเริ่มจากเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายส่งรหัสที่ถูกต้องจำนวนหนึ่งหลัก ผ่านวงจรถอดรหัสความถี่คู่และรหัสผ่าน ทำให้เอาต์พุตเป็นสภาวะ 1 ทำให้วงจรควบคุมได้รับสัญญาณสภาวะ 1 วงจรควบคุมส่งสัญญาณสภาวะ 1 มาที่ขา 3 ของ IC6 ได้รับสัญญาณสภาวะ 1 ผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ที่เอาต์พุตขา 4 เป็นสภาวะ 0 ต่อเข้าไปยังขา 5 ของ IC5 ซึ่งเป็นออเกต เมื่อมีสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งเป็นสภาวะ 1 ที่เอาต์พุตจะเป็นสภาวะ 1 ทันทีที่อินพุตขา 4 , 5 ของ IC5 เป็นสภาวะ 0 ที่เอาต์พุตเป็นสภาวะ 0 ทำให้วงจรนับ IC2 ที่ขา 15 สัญญาณอีกส่วนหนึ่งที่ขา 3 ของ IC5 ส่งต่อให้ขา 4 ของ IC4 เป็นฟลิปฟลอปได้รับสัญญาณสภาวะ 1 พร้อมที่จะทำงานเมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นการทำงานที่ขา 3 เมื่อขา 3 ยังไม่ได้รับสัญญาณกระตุ้น จากขา 7 ของ IC2 ที่ขา 5 ของ IC4 เป็นสภาวะ 1 ส่งต่อให้ขา 4 ของ IC3 ซึ่งเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ทำให้เอาต์พุตออกที่ขา 3 ส่งต่อไปยังขา 14 ของ IC2 เมื่อได้รับสัญญาณนาฬิกาลูกที่หนึ่งจะได้เอาต์พุตที่ขา 2 ผ่านไดโอด ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานที่ขา 21 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 ทำให้ IC1 หยุดการทำงานและสัญญาณนาฬิกาลูกที่สองที่เอาต์พุตขา 4 ของ IC2 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน และทรานซิสเตอร์ Q2 หยุดการทำงานเป็นผลทำให้ที่ขา 23 ของ IC1 ได้รับสัญญาณสภาวะ 1 IC1 เริ่มการบันทึกข้อความ ที่เครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายส่งมา

เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อความจากเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่าย ก็จะเป็นการทำงานในส่วนที่สาม คือ ส่วนอ่านข้อความที่ถูกบันทึกไปก่อนหน้านี้ เริ่มจากเมื่อเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายหยุดส่งสัญญาณความถี่วิทยุ ทำให้สัญญาณแสควซ์เป็นสภาวะ 1 ส่งผ่านมายังวงจรควบคุมทวนสัญญาณความถี่วิทยุ วงจรควบคุมจะส่งสัญญาณสภาวะ 1 มาที่ขา 1 ของ IC5 ซึ่งเป็น อินเวอร์เตอร์และสัญญาณส่วนหนึ่งถูกส่งไปควบคุมขา 4 ของ IC9 และที่เอาต์พุตขา 2 ของ IC6 เป็นสภาวะ 0 ผ่านให้ขา 2 ของ IC5 ซึ่งเป็นวงจรออเกตเมื่อมีสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งสภาวะ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

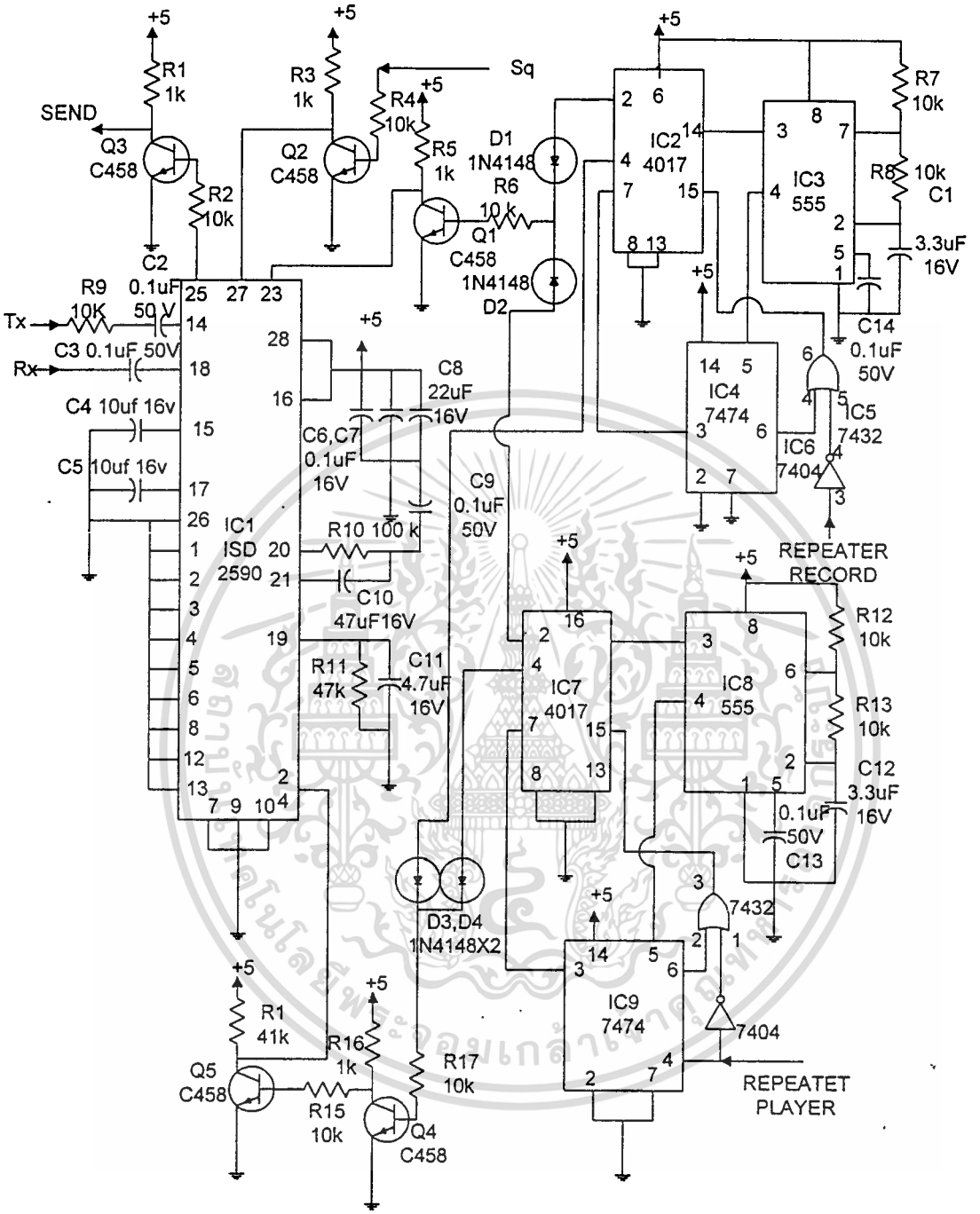
ทำให้เอาต์พุตที่ขา 3 เป็นสภาวะ 1 แต่สัญญาณอินพุตที่ขา 1, 2 เป็นสภาวะ 0 ที่ขา 15 ของ IC7 ได้รับสัญญาณสภาวะ 0 ทำให้วงจรนับทำงานพร้อมที่จะรับสัญญาณนาฬิกา เมื่อขา 4 ของ IC9 เป็นสภาวะ 1 ที่ขา 5 ก็เป็นสภาวะ 1 ส่งไปยังขา 4 ของ IC8 ซึ่งเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำงาน ที่เอาต์พุตขา 3 ของ IC8 จะส่งสัญญาณนาฬิกาลูกที่หนึ่งไปยังวงจรนับที่ขา 14 ของ IC7 เป็นผลทำให้เอาต์พุตที่ขา 2 ของ IC7 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานที่ขา 21 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 หยุดการทำงาน และเมื่อขา 14 ของ IC7 ได้รับสัญญาณนาฬิกาลูกที่สอง ทำให้เอาต์พุตที่ขา 4 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิสเตอร์ Q4 ทำงาน และทรานซิสเตอร์ Q5 หยุดทำงานเป็นผลทำให้ที่ขา 23 ของ IC1 เป็นสภาวะ 1 เริ่มการอ่านข้อความที่ถูกบันทึกไว้ภายใน IC1 ออกเป็นเอาต์พุตที่ขา 14 และ 15 ส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ ไปยังเครื่องส่งและทำการขยายสัญญาณความถี่วิทยุให้สูงขึ้นส่งออกสายอากาศ

การปิดวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ โดยส่งรหัสที่ถูกต้องจำนวนสองหลักจากเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายมายังส่วนควบคุมของวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุวงจรก็จะหยุดการทำงาน ส่วนในรูปที่ 3. 8 และ 3.9 เป็นลายวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์ของวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ



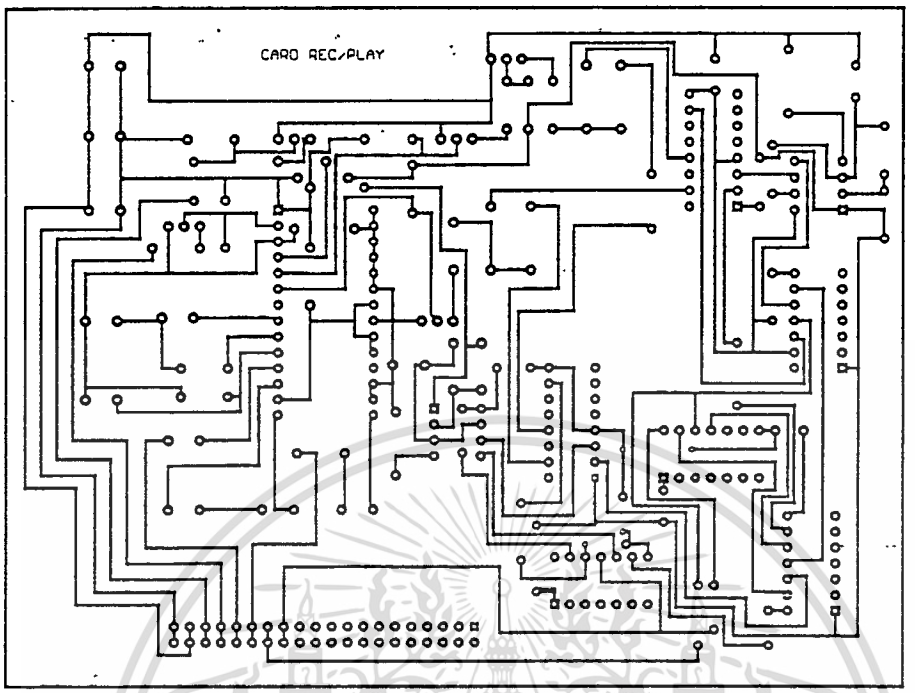
รูปที่ 3.6 ผังการทำงานวงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

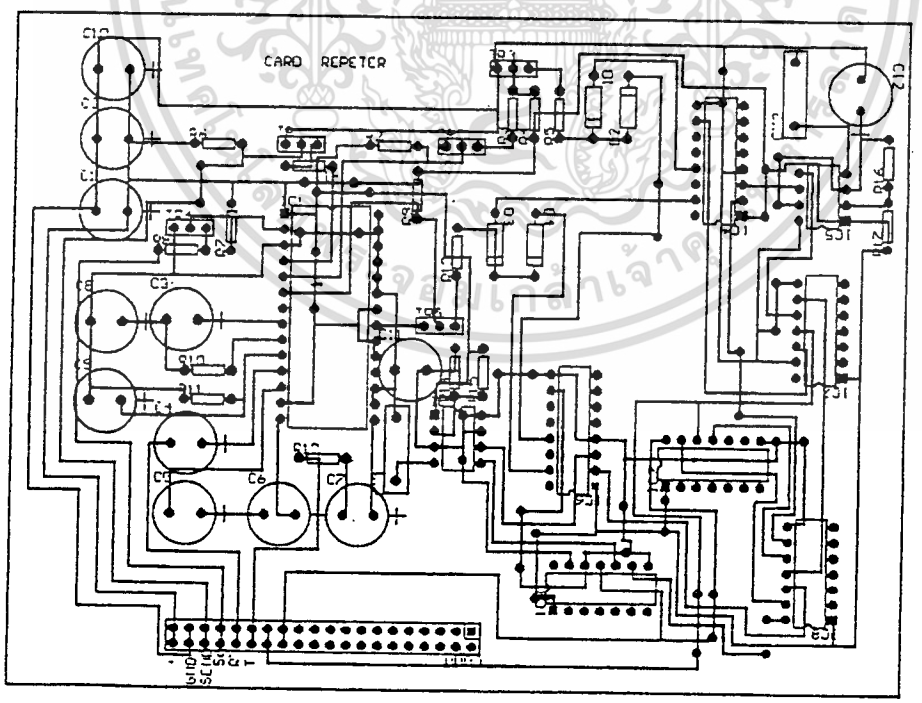


รูปที่ 3.7 วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ลายวงจรพิมพ์วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ



รูปที่ 3.9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นลายวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

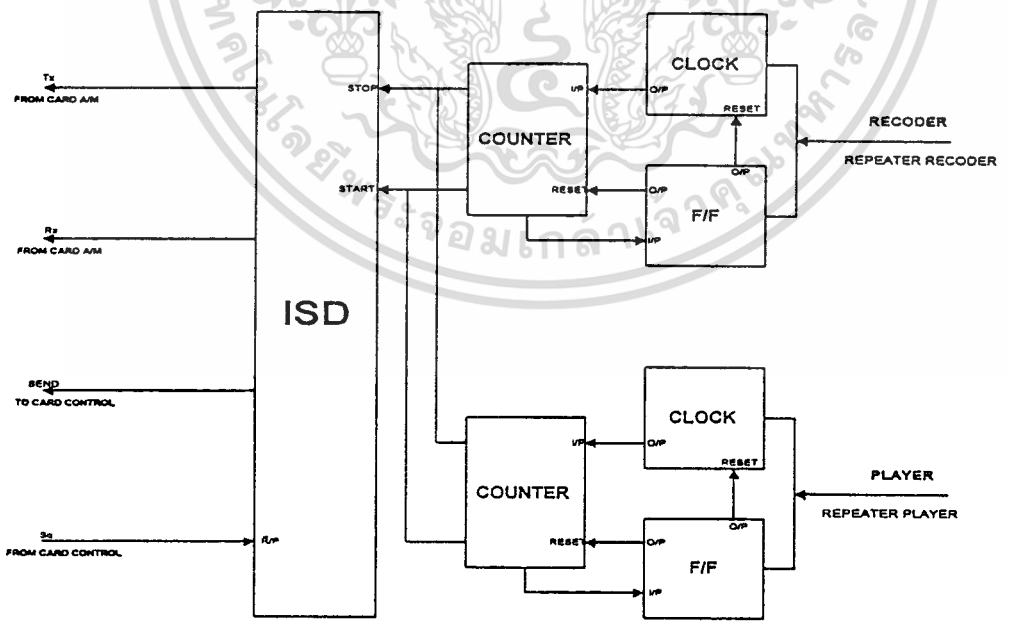
3.2.3 วงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

จากรูปที่ 3.10 เป็นผังวงจรฝากข้อความแบะอ่านข้อความ ส่วนในรูปที่ 3.11 เป็นวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนบันทึกเสียงโดยใช้ไอซี ISD2590 สามารถบันทึกเสียงได้ 90 วินาที จากวงจร IC1 จะมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขา 17 และ 18 และเอาต์พุตออกที่ขา 14 และ 15 โดยมีขา 25 เป็นขาบอกสภาวะการทำงานของ IC1 การควบคุมการบันทึกข้อความ โดยให้ขา 27 เป็นสภาวะ 1 และเมื่อต้องการอ่านข้อความที่ทำการบันทึกไว้ ให้ขา 27 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 จากสัญญาณแสควซ์ ส่วนที่สองเป็นการควบคุมการบันทึกข้อความ โดยเริ่มจากเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายส่งรหัสที่ถูกต้องจำนวนสองหลัก เมื่อวงจรควบคุมได้รับสัญญาณสภาวะ 1 ก็จะส่งสัญญาณสภาวะ 1 มาที่ขา 3 ของ IC6 ได้รับสัญญาณสภาวะ 1 ผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ ที่เอาต์พุตขา 4 เป็นสภาวะ 0 ต่อเข้าไปยังขา 5 ของ IC5 ซึ่งเป็นออเกต เมื่อมีสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งเป็นสภาวะ 1 ที่เอาต์พุตจะเป็นสภาวะ 1 ทันทีที่อินพุตขา 4, 5 ของ IC5 เป็นสภาวะ 0 ที่เอาต์พุตเป็นสภาวะ 0 ทำให้วงจรนับของ IC2 ที่ขา 15 สัญญาณอีกส่วนหนึ่งที่ขา 3 ของ IC5 ส่งต่อให้ขา 4 ของ IC4 เป็นฟลิปฟลอปได้รับสัญญาณสภาวะ 1 พร้อมที่จะทำงานเมื่อมีสัญญาณมากระตุ้นการทำงานที่ขา 3 เมื่อขา 3 ยังไม่ได้รับสัญญาณกระตุ้นจากขา 7 ของ IC2 ที่ขา 5 ของ IC4 เป็นสภาวะ 1 ส่งต่อให้ขา 4 ของ IC3 ซึ่งเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ทำให้เอาต์พุตออกที่ขา 3 ส่งต่อไปยังขา 14 ของ IC2 เมื่อได้รับสัญญาณนาฬิกาลูกที่หนึ่งจะได้เอาต์พุตที่ขา 2 ผ่านไดโอด ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานที่ขา 21 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 ทำให้ IC1 หยุดการทำงานและสัญญาณนาฬิกาลูกที่สองที่เอาต์พุตขา 4 ของ IC2 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานและทรานซิสเตอร์ Q2 หยุดการทำงานเป็นผลทำให้ที่ขา 23 ของ IC1 ได้รับสัญญาณสภาวะ 1 ของ IC1 เริ่มการบันทึกข้อความที่เครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายส่งมา เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อความจากเครื่องวิทยุรับส่งลูกข่ายก็จะส่งรหัสจำนวนสองหลักปิดการฝากข้อความ

ส่วนที่สาม เป็นการอ่านข้อความที่ถูกบันทึกไว้ การทำงานในส่วนที่สาม คือ เครื่องลูกข่ายส่งรหัสที่ถูกต้องจำนวนหนึ่ง วงจรควบคุมส่งสัญญาณสภาวะ 1 มาที่ขา 1 ของ IC6 ซึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์และสัญญาณส่วนหนึ่งถูกส่งไปควบคุมขา 4 ของ IC9 และที่เอาต์พุตขา 2 ของ IC6 เป็นสภาวะ 0 ผ่านให้ขา 2 ของ IC5 ซึ่งเป็นวงจรออเกตเมื่อมีสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งเป็นสภาวะ 1 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 3 เป็นสภาวะ 1 แต่สัญญาณอินพุตที่ขา 1 และ 2 เป็นสภาวะ 0 ที่ขา 15 ของ IC7 ได้รับสัญญาณสภาวะ 0 ทำให้วงจรนับทำงานพร้อมที่จะรับสัญญาณนาฬิกา

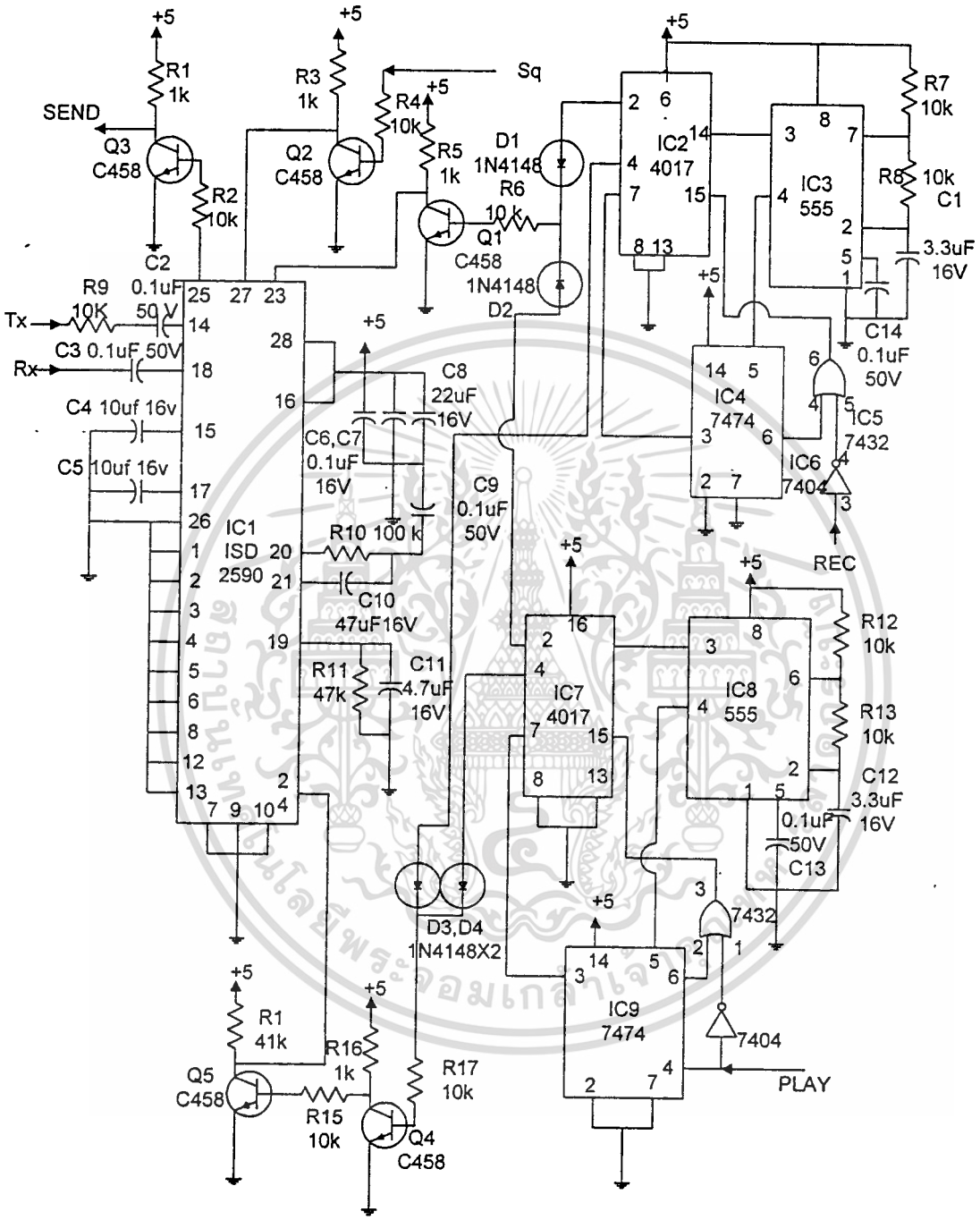
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขา 4 ของ IC9 เป็นสภาวะ 1 ที่ขา 5 ก็เป็นสภาวะ 1 ส่งไปยังขา 4 ของ IC8 ซึ่งเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำงาน ที่เอาต์พุตขา 3 ของ IC8 จะส่งสัญญาณนาฬิกาลูกที่หนึ่งไปยังวงจรนับที่ขา 14 ของ IC7 เป็นผลทำให้เอาต์พุตที่ขา 2 ของ IC7 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิลเตอร์ Q1 ทำงานเมื่อที่ขา 21 ของ IC1 เป็นสภาวะ 0 หยุดการทำงาน และเมื่อขา 14 ของ IC7 ได้รับสัญญาณนาฬิกาลูกที่สอง ทำให้เอาต์พุตที่ขา 4 เป็นสภาวะ 1 ผ่านไดโอดทำให้ทรานซิลเตอร์ Q4 ทำงาน และทรานซิลเตอร์ Q5 หยุดทำงานเป็นผลทำให้ที่ขา 23 ของ IC1 เป็นสภาวะ 1 เริ่มการอ่านข้อความที่ถูกบันทึกไว้ภายใน IC1 ออกเอาต์พุตที่ขา 14 และ 15 ส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติไปยังเครื่องส่งและทำการขยายสัญญาณความถี่วิทยุให้สูงขึ้นส่งออกสายอากาศ เมื่อต้องการฟังข้อความที่ถูกบันทึกไว้หลายๆ ครั้ง สามารถทำได้โดยกดปุ่มการส่งแล้วปล่อยข้อความที่ถูกบันทึกไว้ออกอากาศอีกครั้งตามขั้นที่สาม และเมื่อต้องการปิดการทำงาน โดยส่งรหัสที่ถูกต้องจำนวนสองหลักมายังวงจรควบคุมการอ่านข้อความ วงจรก็จะหยุดการทำงานทันที เพื่อรอการทำงานครั้งต่อไป ในรูปที่ 3.12 และ 3.13 เป็นลายวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงพิมพ์ของวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ



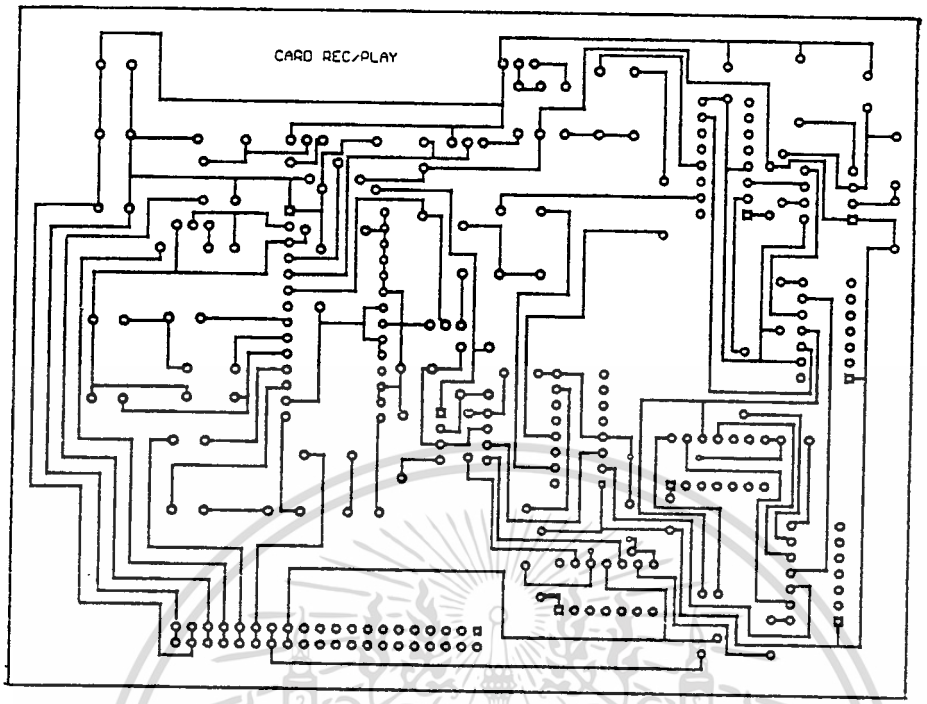
รูปที่ 3.10 ผังการทำงานของวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

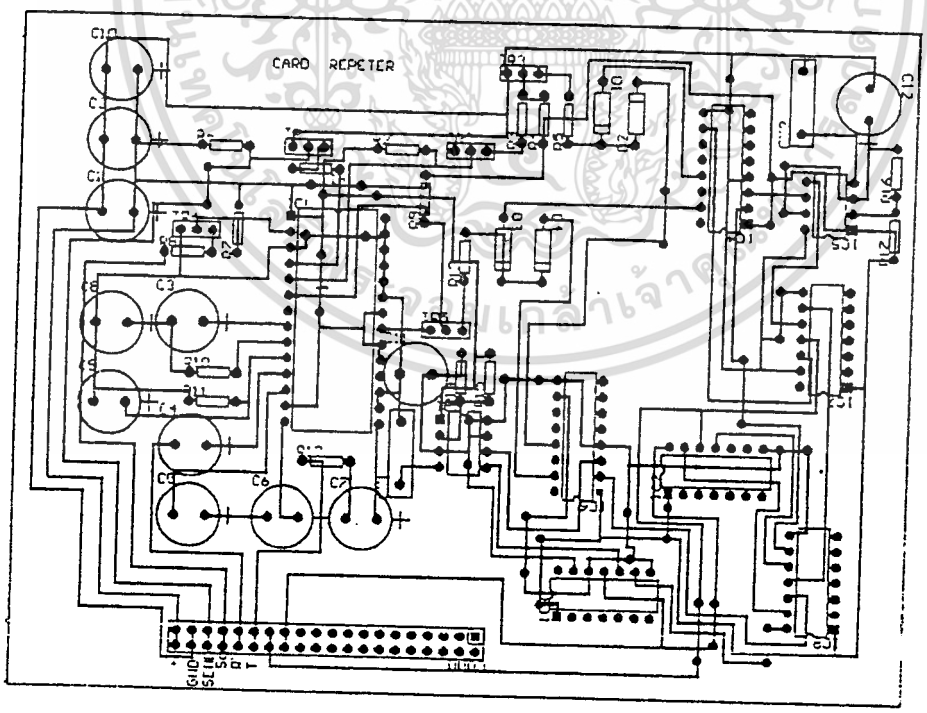


รูปที่ 3.11 วงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

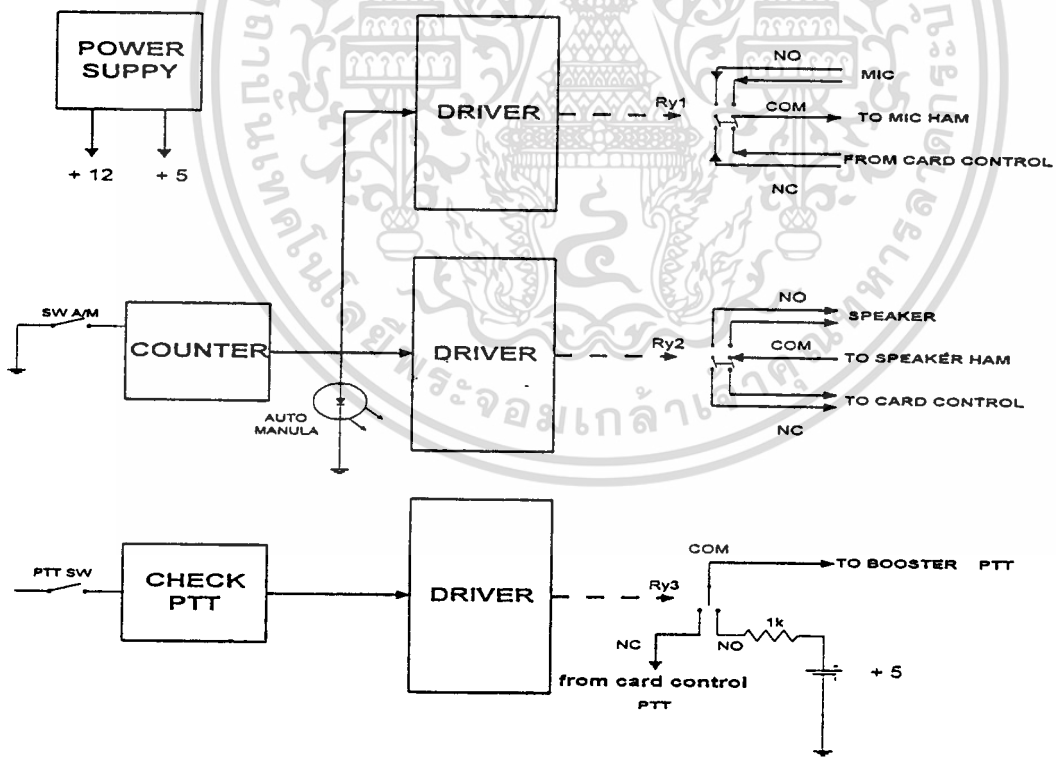


รูปที่ 3.13 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ

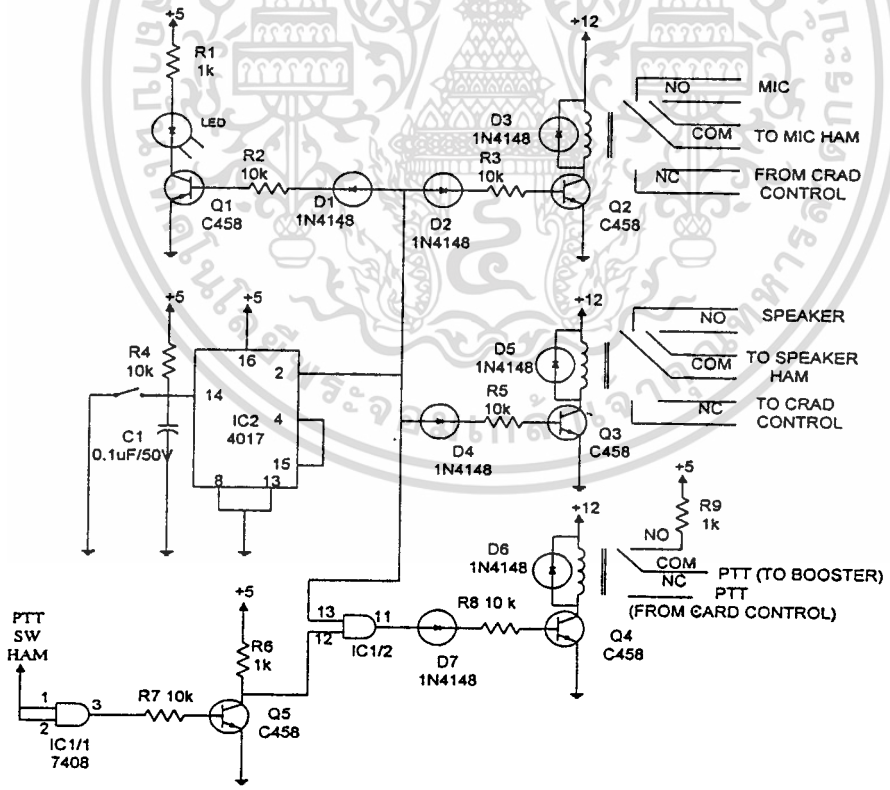
จากรูปที่ 3.14 เป็นผังวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ ส่วนในรูปที่ 3.15 เป็นวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติ การทำงานเมื่ออยู่ในสภาวะการทำงานแบบธรรมดา โดยการกดสวิทช์ A/M ที่หน้าปัทม์ของเครื่อง ทำให้ขา 14 ของ IC2 ได้รับสัญญาณพัลส์สภาวะ 0 ทำให้เอาต์พุตขา 2 เป็นสภาวะ 1 ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงาน หลอดแอลอีดีสีเขียวที่หน้าปัทม์ของเครื่องจะสว่าง และสัญญาณอีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งไปยังทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 ซึ่งเป็นวงจรขับรีเลย์ ที่รีเลย์ 1 ที่ขาร่วมจะต่อเข้ากับไมโครโฟนของเครื่องส่ง ที่ขา NO จะถูกต่อเข้ากับไมโครโฟนที่หน้าปัทม์เครื่อง ส่วนรีเลย์ 2 ที่ขาร่วมจะต่อเข้ากับลำโพงของภาครับ และขา NO จะถูกต่อเข้ากับลำโพงที่หน้าปัทม์เครื่อง สัญญาณอีกส่วนหนึ่งที่ขา 2 ของ IC2 จะต่อเข้ากับขา 13 ของ IC1 ซึ่งเป็นวงจรแอนด์-เกต เมื่ออินพุตทั้งสองเป็นสภาวะ 1 ทำให้เอาต์พุตเป็นสภาวะ 1



รูปที่ 3.14 ผังวงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

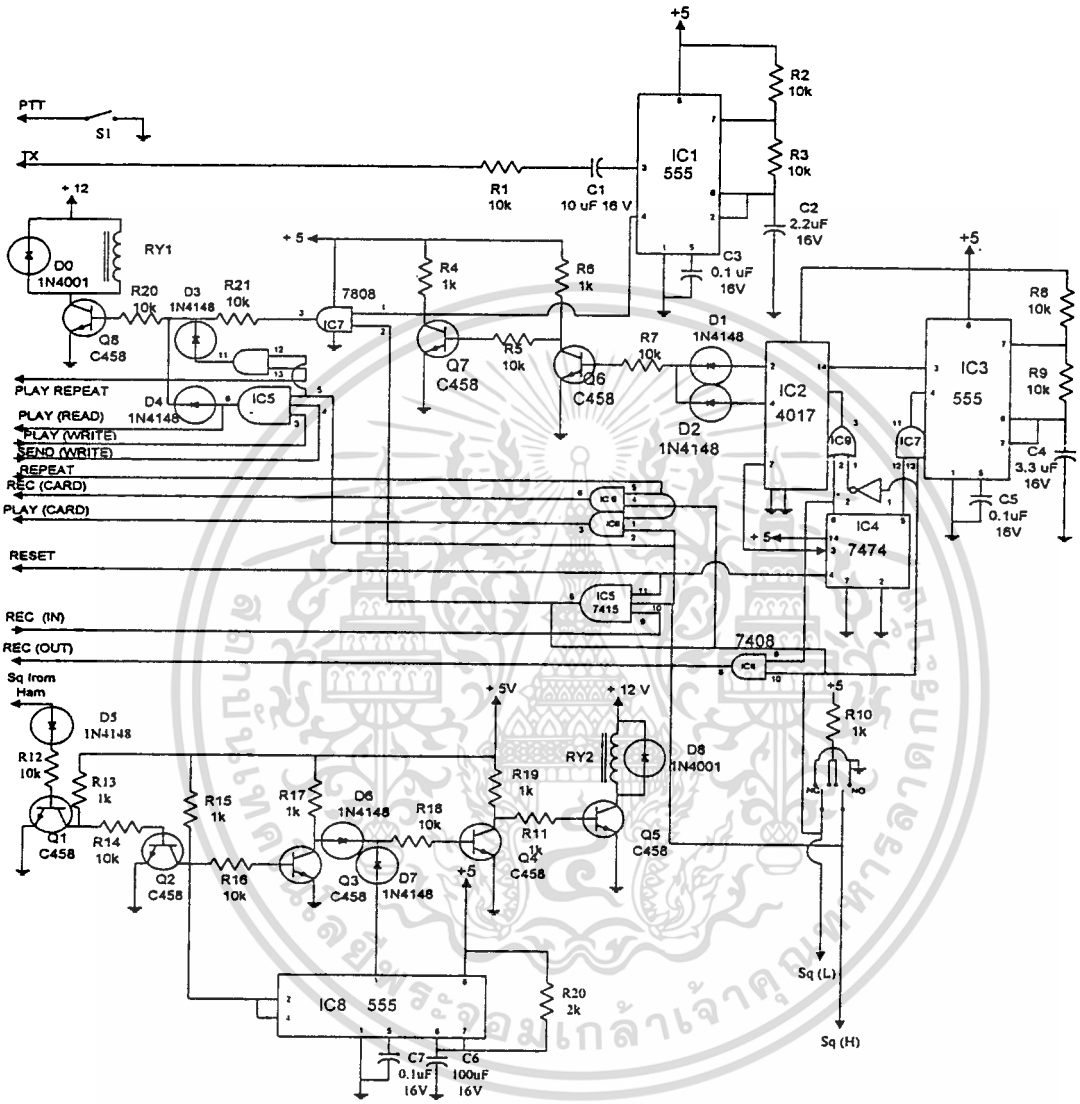
เมื่อต้องการส่งข้อความ สามารถกดปุ่มการส่งได้ที่หน้าปัทม์ของเครื่อง ขา 1 และขา 2 ของ IC1 ได้รับสภาวะ 0 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 3 เป็นสภาวะ 0 ทรานซิสเตอร์ Q5 จะหยุดการทำงาน ทำให้ขา 12 ของ IC1 เป็นสภาวะ 1 และเอาต์พุต ขา 11 เป็นสภาวะ 1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q4 ทำงาน ที่ขาร่วมของรีเลย์ 3 จะต่อไปยังภาคขยายกำลังความถี่วิทยุ เพื่อควบคุมการส่งให้สามารถส่งข้อความที่ไมโครโฟนที่หน้าปัทม์ของเครื่องส่งออกอากาศ เมื่อสิ้นสุดการส่ง ทรานซิสเตอร์ Q4 จะหยุดการทำงาน ทำให้เครื่องส่งหยุดการทำงานด้วย เมื่อเครื่องรับที่สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุได้รับสัญญาณจากเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย จะนำสัญญาณที่ได้รับออกสู่ลำโพงที่หน้าปัทม์ของเครื่อง การทำงานของวงจรจะทำงานในลักษณะนี้จนกว่าจะมีการกดสวิทซ์ A/M ที่หน้าปัทม์ของเครื่อง วงจรนับจะหยุดทำงานแอลอีดีจะดับ ซึ่งเป็นการเข้าสู่การทำงานในลักษณะอัตโนมัติ ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 จะหยุดทำงานทำให้ขาร่วมของรีเลย์จะต่อเข้ากับขา NC ซึ่งขา NC จะต่อสัญญาณเสียงจากวงจรควบคุม



รูปที่ 3.15 วงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรควบคุม



รูปที่ 3.16 วงจรควบคุม

จากรูปที่ 3.16 เป็นวงจรควบคุมการทำงานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ, การฝากข้อความและอ่านข้อความ การควบคุมสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุนั้นทำได้โดยการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ที่ถูกต้องตามรหัสที่ตั้งไว้ วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จะให้สภาวะ 1 ที่เอาต์พุตของเครื่อง REPEATER ส่งมายังวงจรควบคุมที่ขา 5 ของ IC6 และขา 1

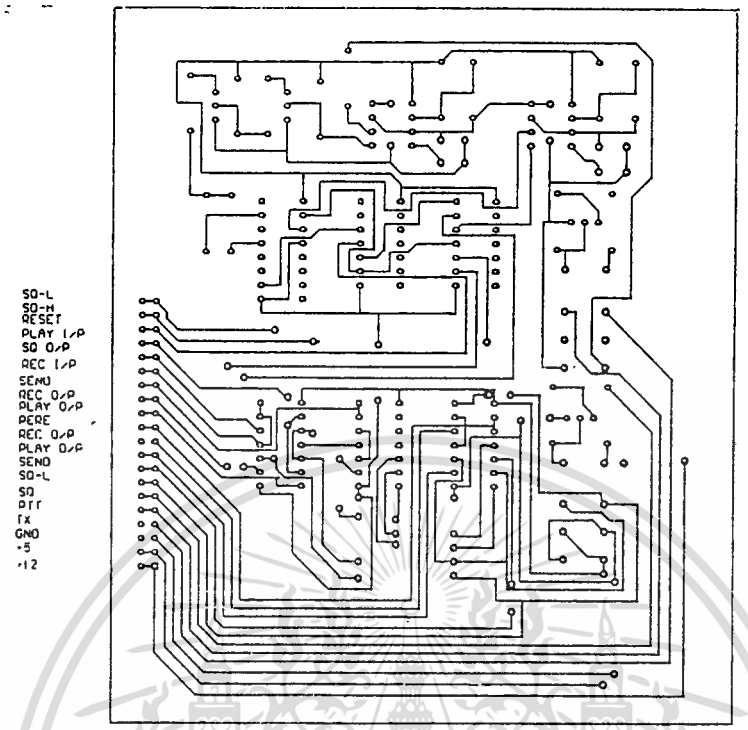
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ IC6 เมื่อมีการกดปุ่มส่งที่เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย ที่เอาต์พุตขา 6 ของ IC6 จะเป็นสภาวะ 1 ไปควบคุมวงจรบันทึกเสียงให้ทำงาน เพื่อควบคุมวงจรบันทึกเสียงให้บันทึกสัญญาณเสียงที่รับได้จากวิทยุลูกข่าย และที่สัญญาณแสควซ์จะมีแรงดันประมาณ 8 โวลต์ ทำให้วงจรหน่วงเวลาทำงาน และทรานซิสเตอร์ Q5 ทำงานที่ขาร่วม 1 ของรีเลย์ RY2 จะเป็นสภาวะ 1 เมื่อมีการปล่อยปุ่มกดส่งที่เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย ทำให้วงจรแสควซ์หยุดทำงานเป็นผลให้ขา 6 ของ IC6 เป็นสภาวะ 0 วงจรบันทึกเสียงจะหยุดทำงาน ที่ขาร่วม 2 ของรีเลย์ RY2 เป็นสภาวะ 1 ทำให้เอาต์พุตขา 3 ของ IC6 เป็นสภาวะ 1 ทำให้วงจรอ่านข้อความทำงาน จะมีสัญญาณ SEND REPEATER มายังขา 13 ของ IC6 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 11 เป็นสภาวะ 1 ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q8 ทำงาน ทำให้สวิตซ์ S1 ต่อลงกราวด์เป็นเสมือนการกดปุ่มส่งของภาคส่งทำให้เครื่องส่งนำสัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกไว้ส่งออกอากาศ การทำงานจะเป็นลักษณะเช่นนี้จนกว่าจะมีการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ที่ถูกต้องมาปิดระบบการทำงาน วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุก็จะหยุดทำงาน

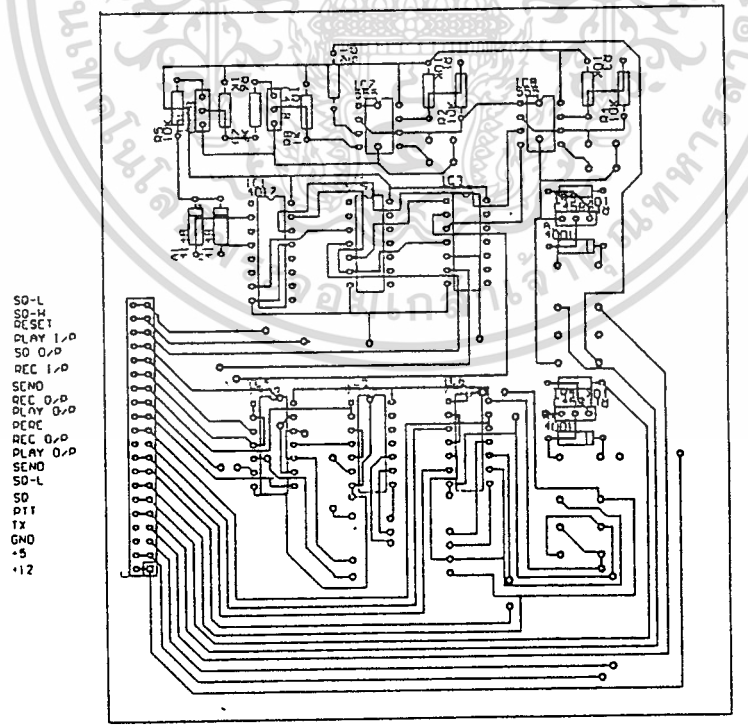
การควบคุมการบันทึกข้อความ เมื่อมีการกดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จำนวนสองหลักที่ถูกต้อง จะทำให้ขา RECORDER เป็นสภาวะ 1 ส่งมายังวงจรควบคุมที่ขา 9 ของ IC5 ทำให้ IC3 ทำงานส่งสัญญาณเอาต์พุตให้ขา 14 ของ IC2 ที่ขา 2 ของ IC2 เป็นสภาวะ 1 ทรานซิสเตอร์ Q6 ทำงาน และทรานซิสเตอร์ Q7 หยุดทำงาน ที่ขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q7 เป็นสภาวะ 1 ส่งให้ขา 1 ของ IC7 และขา 4 ของ IC1 กำเนิดสัญญาณเสียงส่งไปยังไมโครโฟนของภาคส่ง เมื่อปล่อยปุ่มกดส่ง เครื่องส่งวิทยุลูกข่ายทำให้ทรานซิสเตอร์ Q8 ทำงาน สวิตซ์ S1 ต่อลงกราวด์ ทำให้เครื่องส่งนำสัญญาณเสียงที่ได้จากขา 3 ของ IC1 เป็นเวลา 2-3 วินาที เมื่อสัญญาณเสียงสิ้นสุดลงวงจรบันทึกเสียงพร้อมที่จะรับการบันทึกเสียงสามารถส่งข้อความที่ต้องการบันทึกจากเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย เมื่อสิ้นสุดข้อความก็ต้องกดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่มาปิดการฝากข้อความ

การควบคุมการอ่านข้อความ เมื่อกดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จำนวนหนึ่งหลักที่ถูกต้อง ทำให้ขา PLAYER ของวงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่เป็นสภาวะ 1 ส่งมายังขา 3 ของ IC7 ทำให้เอาต์พุตขา 6 ของ IC7 เป็นสภาวะ 1 ทำให้วงจรอ่านข้อความพร้อมจะทำงาน เมื่อเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายหยุดการกดปุ่มส่ง ก็จะนำข้อความที่ฝากไว้ออกอากาศ เมื่อต้องการฟังซ้ำข้อความเดิม สามารถทำได้เพียงการกดปุ่มส่งแล้วปล่อย ข้อความนั้นก็จะส่งออกอากาศอีกครั้งหนึ่ง จนกว่าจะมีการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จำนวนสองหลักที่ถูกต้องมาปิดการทำงาน ในรูปที่ 3.17 และ 3.18 เป็นลายวงจรพิมพ์และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม



รูปที่ 3.18 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม

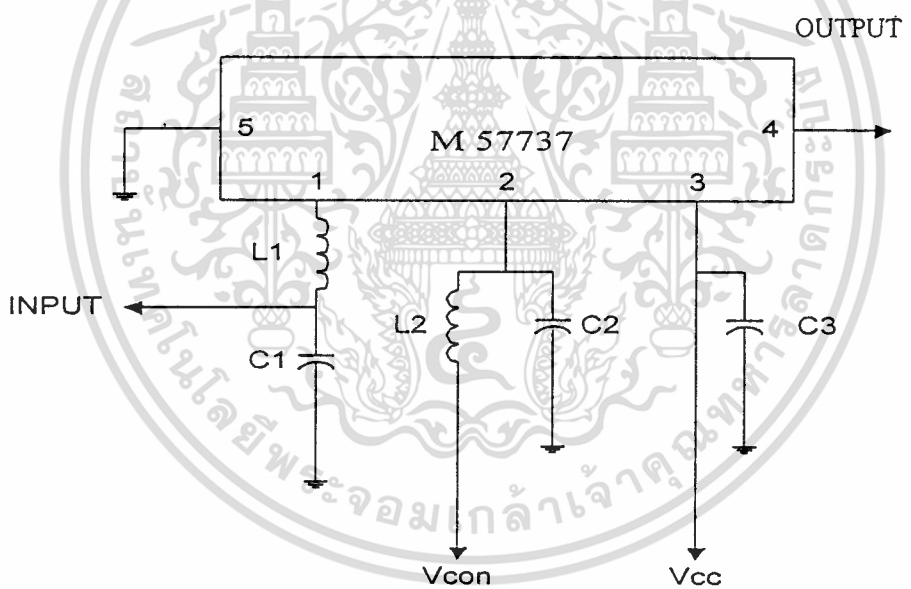
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 วงจรขยายกำลัง

การทำงานของวงจร

วงจรขยายกำลังชุดนี้จะใช้ไอซี M57737 ซึ่งนับว่าสะดวกมากในการออกแบบ เพียงแต่ต่ออุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะนำมาใช้งานได้เลยดังรูปที่ 3.19

การทำงานเมื่อสภาพปกติ วงจรจะต่อสัญญาณเข้าอยู่ในสภาพรอการทำงาน แต่เมื่อมีสัญญาณเข้ามาทางอินพุตที่ขา 1 วงจรจะต่อสัญญาณเข้าให้อยู่ในสภาวะส่ง (Tx) สัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตขา 1 จะถูกขยายออกมาทางขา 4 โดยมีการจ่ายแรงดันให้ที่ขา 2 และขา 3 ของไอซี โดยที่ขา 2 จะเป็นตัวควบคุมกำลังส่ง การควบคุมกำลังส่งทำได้โดยเปลี่ยนแรงดันที่ขา 2 และเมื่อไม่มีสัญญาณเข้ามาทางอินพุต วงจรจะอยู่ในสภาพรอการทำงานปกติ



รูปที่ 3.19 วงจรขยายกำลังสัญญาณความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

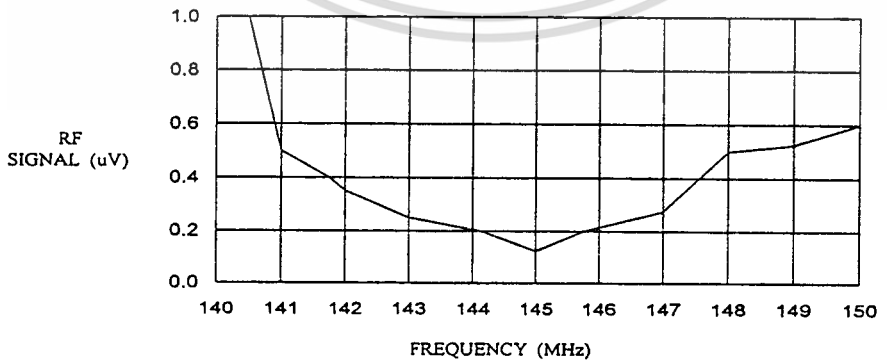
การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองโครงงานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว ใช้เครื่องวิทยุรับส่ง ICOM รุ่น 2G เป็นภาครับและภาคส่งจำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีความสะดวกในการปรับเปลี่ยนความถี่ เนื่องจากหน้าจอเป็นระบบตัวเลข และมีหน่วยความจำในการบันทึกช่องสัญญาณ อีกทั้งมีกำลังส่งที่สูง ในส่วนแรกจะกล่าวถึงสมรรถภาพของภาครับและภาคส่ง ดังรูปที่ 4.1 แสดงความไวของภาครับที่ความถี่ต่างที่ทำให้เปิดวงจรขยายเสียง และรูปที่ 4.2 แสดงความไวของภาครับที่ความถี่ 144.000-146.000 เมกะเฮิรตซ์ในส่วนที่สองจะเป็นวิธีการทดลองใช้งานจริง

4.1 สมรรถภาพของภาครับ

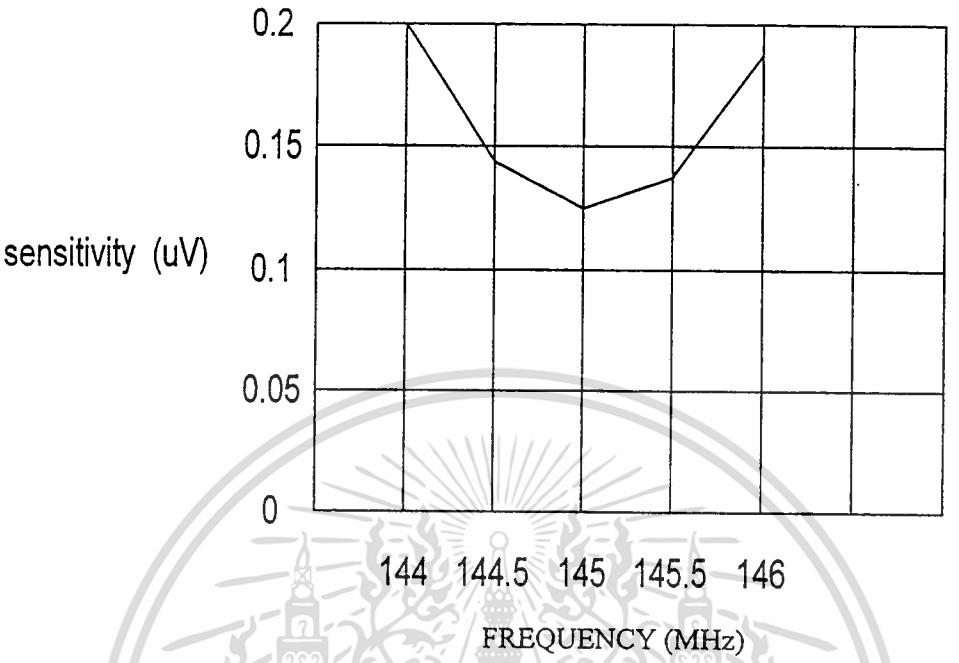
ข้อมูลจาก VHF HAND-HELD SERVICE MANUAL

แรงดันที่ใช้	13.8 โวลต์
ความไวของการภาครับ	0.25 ไมโครโวลต์ (144.000-146.000 เมกะเฮิรตซ์)
	0.48 ไมโครโวลต์ (141.000-150.000 เมกะเฮิรตซ์)
กระแสใช้งาน	3.00 แอมป์ (ขณะส่งออกอากาศ)
	20.0 มิลลิแอมป์ (ขณะรอคอยการทำงาน)



รูปที่ 4.1 ความไวของภาครับที่ความถี่ต่างๆ ที่ทำให้เปิดวงจรขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความไวของภาครับที่ความถี่ 144.00-146.00 เมกะเฮิรตซ์

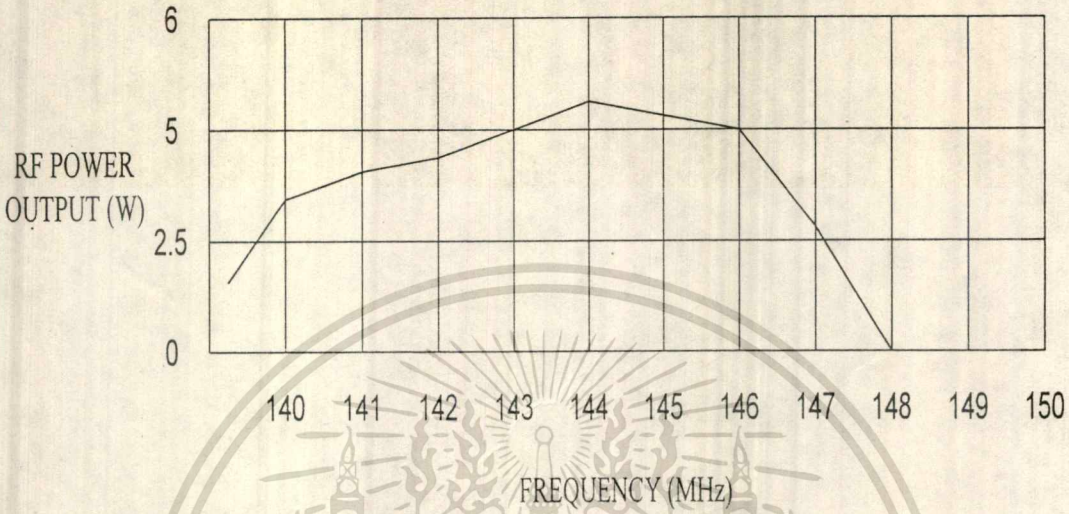
4.2 สมรรถภาพของภาคส่ง

ข้อมูลจาก VHF HAND-HELD SERVICE MANUAL

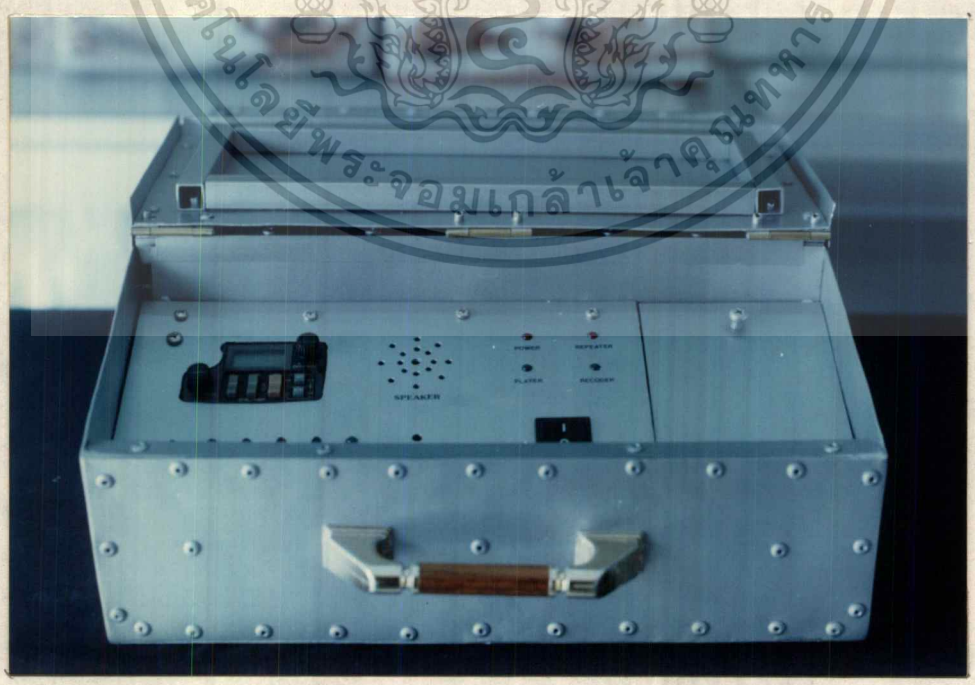
แรงดันที่ใช้	13.8	โวลต์
กำลังส่งออก สูง	5	วัตต์
ต่ำ	1	วัตต์
กระแสใช้งาน	3.0	แอมป์ (ขณะส่งออกอากาศ)
	20.0	มิลลิแอมป์ (ขณะรอคอยการทำงาน)
แถบความถี่	140.000-147,000	เมกะเฮิรตซ์ (> 1 วัตต์)

ในรูปที่ 4.3 แสดงกำลังของภาคส่งที่ความถี่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

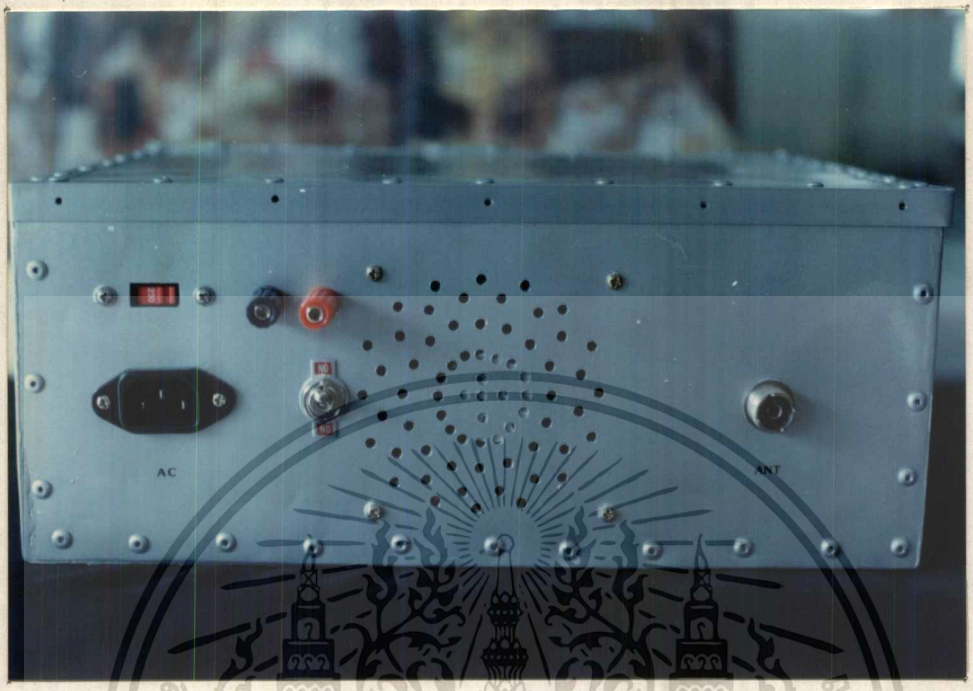


รูปที่ 4.3 กำลังของภาคส่งที่ความถี่ต่างๆ

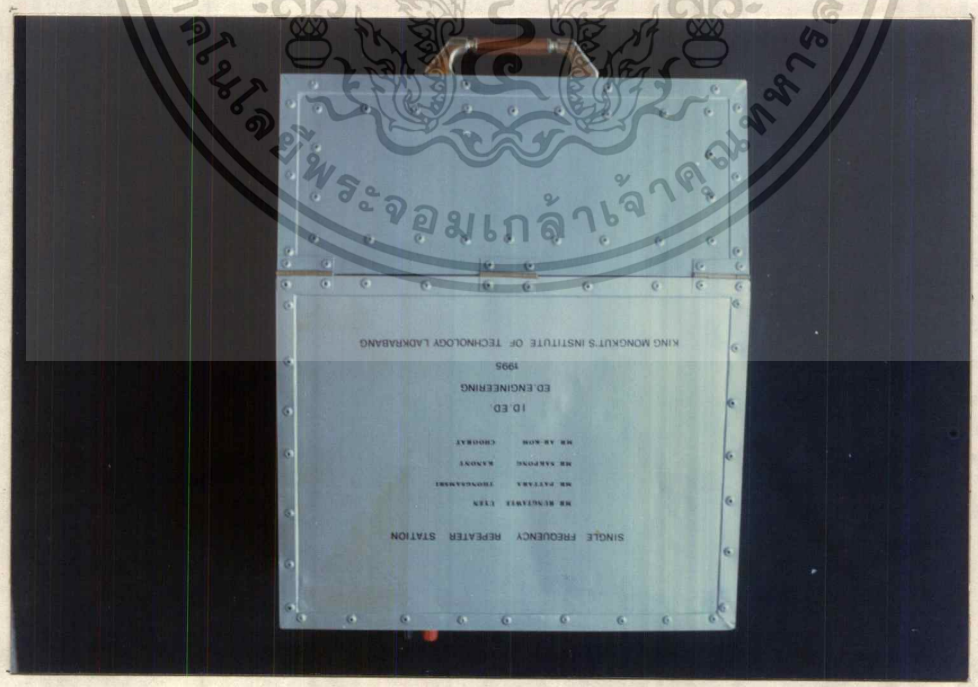


รูปที่ 4.4 ด้านหน้าของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

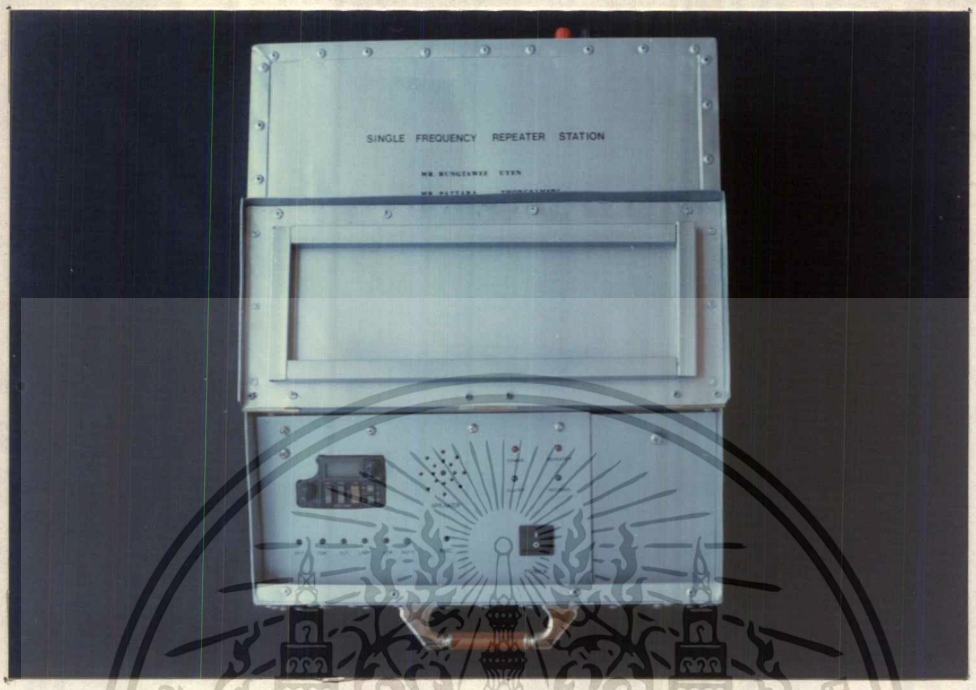


รูปที่ 4.5 ด้านหลังของเครื่อง



รูปที่ 4.6 ด้านบนของเครื่อง

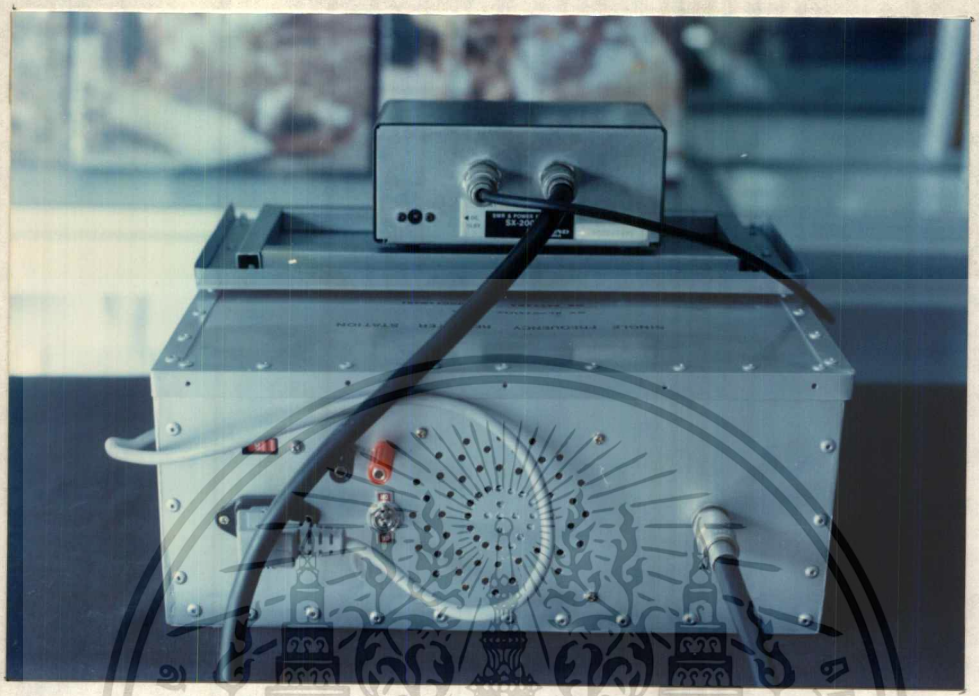
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าปัทม์ด้านหน้าของเครื่อง

รูปที่ 4.8 การต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลัง และ SWR (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลัง และ SWR (ด้านหลัง)

รูปที่ 4.10 สายอากาศที่ใช้เป็นสายอากาศรับ-ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.4 ถึง 4.10 แสดงภาพถ่ายจริงของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว โดย

รูปที่ 4.4 แสดงภาพถ่ายด้านหน้าของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

รูปที่ 4.5 แสดงภาพถ่ายด้านหลังของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

รูปที่ 4.6 แสดงภาพถ่ายด้านบนของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

รูปที่ 4.7 แสดงภาพถ่ายด้านหน้าของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

รูปที่ 4.8 แสดงภาพถ่ายการต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลังและ SWR (ด้านหน้า)

รูปที่ 4.9 แสดงภาพถ่ายการต่ออุปกรณ์เครื่องวัดกำลังและ SWR (ด้านหลัง)

รูปที่ 4.10 แสดงภาพถ่ายสายอากาศที่ใช้เป็นสายอากาศรับส่ง

4.3 การทดสอบใช้งานจริง

รูปที่ 4.11 การต่ออุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลองใช้งานจริง

4.4 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบการใช้งาน

1. เครื่องรับส่งวิทยุ

1. YAESU รุ่น FT 416 จำนวน 2 เครื่อง
2. ICOM รุ่น IC 2GAT จำนวน 1 เครื่อง
3. ALINCO รุ่น 180 จำนวน 1 เครื่อง

2. สายอากาศ

สายกาศรับ-ส่ง แบบ Folded Dipole 2 Stack ความสูง 30 เมตร สายนำสัญญาณ 12DFB ความยาว 20 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. SWR และวัตต์มิเตอร์

จำนวน 1 เครื่อง

4.5 วิธีการทดสอบ

การทดสอบการใช้งานโครงงานที่สร้างขึ้นในครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องรับส่งวิทยุจำนวน 2 เครื่องเป็นเครื่องลูกข่ายในการทดสอบเครื่องรับส่งวิทยุจำเป็นต้องมีระบบสัญญาณเสียงความถี่คู่ในตัวเครื่อง เพื่อใช้ในการเปิดปิดสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ และชุดฝากข้อความและอ่านข้อความ การทดสอบได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- การทดสอบชุดทวนสัญญาณความถี่วิทยุ
- การทดสอบชุดฝากข้อความและอ่านข้อความ

4.5.1 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุมีดังต่อไปนี้

1.ปรับตั้งความถี่ของเครื่องทวนสัญญาณ โดยการตั้งความถี่วิทยุภาครับและส่งไว้ที่ช่อง 142.000 เมกะเฮิรตซ์

2.ปรับกำลังส่งที่เครื่องทวนสัญญาณไว้ที่ H หรือ L ตามลำดับการทดสอบแต่ละครั้งที่กำลังส่งต่างกัน เพื่อสังเกตความแตกต่างที่กำลังส่งต่างกันว่ามีผลอย่างไร โดยที่การอ่านค่าของกำลังส่งนั้น สามารถอ่านได้จากเครื่องวัดกำลังส่งที่ต่ออยู่กับเครื่องทวนสัญญาณกับสายอากาศรับส่ง

3. ปรับความถี่ของเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายที่ใช้ในการทดสอบ โดยตั้งความถี่รับส่งไว้ที่ 142.000 เมกะเฮิรตซ์

4. ปรับตั้งกำลังส่งของเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายที่ใช้ในการทดสอบไว้ที่ระดับต่ำที่สุด เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายที่ใช้ทดสอบใช้สายอากาศแบบเสายางที่ติดมากับตัวเครื่อง

5. ทำการส่งรหัสสัญญาณเสียงควงมถี่คู่ โดยการส่งรหัสครั้งแรกเป็นการส่งรหัสที่ถูกต้องกับรหัสที่ตั้งไว้ที่เครื่องทวนสัญญาณ หลอดแอลอีดีสีแดง REPEATER LED ที่หน้าปัทม์เครื่องติดสว่าง และครั้งที่สองเป็นการทดลองส่งรหัสที่ไม่ตรงกันกับรหัสที่ตั้งไว้ที่เครื่องทวนสัญญาณ หลอดแอลอีดีสีแดง REPEATER LED จะไม่ติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6: ทำการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ที่ถูกต้อง แล้วทำการติดต่อระหว่างเครื่องรับวิทยุลูกข่ายกับสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุได้หรือไม่ และคุณภาพของเสียงที่รับฟังได้จากสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุว่าเป็นอย่างไร โดยที่ระยะระหว่างเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายกับสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุประมาณ 2-3 กิโลเมตร

7. จากข้อที่ 6 ทำการทดสอบ โดยการเพิ่มเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายอีกหนึ่งเครื่อง ทำการทดสอบการติดต่อระหว่างเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายทั้งสองว่าสามารถติดต่อผ่านระบบเครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุ และมีคุณภาพของเสียงที่รับฟังได้จากเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายทั้งสอง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยที่ระยะทางเครื่องรับส่งวิทยุทั้งสองห่างกันเป็นระยะทาง 5-6 กิโลเมตร

8. ทำการทดสอบการปิดระบบเครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุ โดยส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ที่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่เครื่องทวนสัญญาณความถี่วิทยุ จะทำให้หลอดแอลอีดีสีแดง REPEATER LED ไม่ติดสว่าง การทำงานอยู่ในสภาวะปกติ

ผลการทดสอบ

ความถี่ (เมกะเฮิรตซ์)	รัศมี (กิโลเมตร)	พื้นที่การติดต่อ (กิโลเมตร)	การติดต่อสื่อสาร	กำลังส่ง (วัตต์)
140.000	3	6	รับส่งได้	15
141.000	3	6	รับส่งได้	18
142.000	4	8	รับส่งได้	19
143.000	4	8	รับส่งได้	20
144.000	5	10	รับส่งได้	20
145.000	4	8	รับส่งได้	18
150.000	3	6	รับส่งได้	13
165.000	3	6	รับส่งได้	12
144.000	6	12	รับไม่ได้ ส่งได้	20

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองระหว่างสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุกับเครื่องรับส่งวิทยุมือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติการติดต่อสื่อสารด้วยเครื่องรับส่งวิทยุมือถือ ICOM รุ่น 2G มีรัศมีการติดต่อสื่อสารประมาณ 2 - 3 กม. และมีกำลังที่ความถี่ต่างๆ แสดงโดยกราฟในรูปที่ 4. 3 จึงได้พัฒนาใช้เป็นสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ ผลการทดลองใช้งานจริงแสดงดังตารางที่ 4.1 จากการทดลองใช้งานจริงเมื่อเครื่องรับส่งวิทยุมือถือไม่สามารถติดต่อกับสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุได้ การทำงานเป็นสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุก็จะไม่เกิดขึ้น ซึ่งก็คือรัศมีการแพร่กระจายคลื่นของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุนั้นๆ

4.5.2 ทดสอบการใช้งานการฝากข้อความและการอ่านข้อความ

1. ปรับตั้งระบบต่างๆ เช่นเดียวกับข้อที่ 1-4 ในหัวข้อที่ 4.5.1

2 .ทำการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่จำนวนสองหลัก โดยการส่งรหัสที่ถูกต้องกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ชุดฝากข้อความ สังเกตที่หลอดแอลอีดีสีเขียว RECODER LED ติดสว่าง และครั้งที่สองเป็นการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ ที่ไม่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ หลอดแอลอีดีสีเขียว RECODER LED จะไม่ติดสว่าง

3. หลังจากที่ทำการเปิดรหัสชุดฝากข้อความที่ถูกต้องแล้ว จากนั้นทดสอบการฝากข้อความ โดยใช้เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย ที่ใช้ในการทดสอบเป็นตัวส่งข้อความ เมื่อส่งเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะทำการปิดชุดฝากข้อความ โดยการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ จำนวน 2 หลักที่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ชุดฝากข้อความ หลอดแอลอีดีสีเขียว RECODER LED จะไม่ติด

4. หลังจากที่ฝากข้อความเสร็จแล้ว จะทดสอบการอ่านข้อความจากชุดฝากข้อความในข้อ 3

5. ทำการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ จำนวนหนึ่งหลัก โดยการส่งรหัสครั้งแรกเป็นการส่งรหัสที่ถูกต้องตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ชุดอ่านข้อความ หลอดแอลอีดีสีเขียว PLAYER LED ติดสว่าง และครั้งที่สองเป็นการทดลองส่งรหัสที่ไม่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ชุดอ่านข้อความ หลอดแอลอีดีสีเขียว PLAYER LED จะไม่ติดสว่าง

6. หลังจากที่ทำการส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ที่ถูกต้องแล้ว ชุดอ่านข้อความจะนำข้อความที่บันทึกไว้ในชุดฝากข้อความส่งออกอากาศ ทดลองฟังข้อความ และคุณภาพของเสียง จากเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายทั้งสองเครื่อง โดยระยะห่างระหว่างเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายทั้งสองประมาณ 2-3 กิโลเมตร ข้อความที่ส่งมาจะเหมือนข้อความที่บันทึกไว้ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการทดลองปิดชุดอ่านข้อความ โดยส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ จำนวนสองหลักที่ตรงกับรหัสที่ชุดอ่านข้อความตั้งไว้ หลอดแอลอีดีสีเขียว PLAYER LED ไม่ติดสว่าง และครั้งที่ 2 ส่งรหัสที่ไม่ตรงกับรหัสที่ตั้งไว้ที่ชุดอ่านข้อความ หลอดแอลอีดีสีเขียวยังติดสว่าง

ผลการทดสอบ

จากการทดสอบได้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถส่งข้อความจากเครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายไปฝากข้อความที่สถานีทวนสัญญาณได้ และสามารถรับฟังข้อความที่บันทึกไว้ที่สถานีทวนสัญญาณได้โดยสะดวก และสามารถเรียกฟังข้อความเดิมได้หลายๆ ครั้ง แต่การทดสอบก็มีปัญหาเกิดขึ้นเมื่อการฝากข้อความใช้เนื้อที่ในการฝากข้อความน้อย ทำให้เสียโอกาสในการฝากข้อความในช่วงเวลาที่เหลือ เนื่องจากไม่สามารถฝากข้อความลงในส่วนที่เหลือได้ ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไข และพัฒนาต่อได้ เมื่อเปรียบเทียบการใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุทั่วไปกับสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

การใช้งาน	การฝากข้อความ	อ่านข้อความ
สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุทั่วไป	ใช้เจ้าหน้าที่ประจำสถานีรับฝากข้อความไว้	ใช้เจ้าหน้าที่ประจำสถานีส่งข้อความที่รับไว้
สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว	บันทึกข้อความโดยอัตโนมัติ (90 วินาที)	ใช้เครื่องรับส่งวิทยุเรียกฟังข้อความที่บันทึกไว้ได้ และสามารถเรียกฟังข้อความเดิมได้หลายๆ ครั้ง

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบการใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา

5.1 บทสรุป

ในการสร้างสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว ประกอบปริญญานิพนธ์นี้ได้ผลในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ในการสร้าง, การปรับแต่ง, การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะการสร้างและการทดสอบจนสามารถใช้งานได้จริง

2. งบประมาณในการสร้างต่ำ

3. มีความสามารถในการปรับตั้งความถี่ในการใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถปรับตั้งความถี่ได้ที่หน้าปัทม์ของเครื่อง โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงวงจรแต่อย่างไร

4. มีความสามารถในการปรับระดับกำลังส่งได้ตามลักษณะการใช้งาน

5. มีความสามารถในการใช้สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวร่วมกับเครื่องวิทยุรับส่งแบบมือถือหรือแบบติดรถยนต์ ที่มีระบบรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ เพื่อควบคุมสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. มีความสามารถในการใช้ เครื่องวิทยุรับส่งแบบมือถือหรือแบบติดรถยนต์ ฝากข้อความไว้และอ่านข้อความได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวนี้ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องสาธิต สำหรับการศึกษาในด้านการสื่อสารด้วยความถี่วิทยุได้ เพราะการสร้างได้จัดแบ่งส่วนต่างๆ ไว้เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในแต่ละวงจร และรวมถึงการตรวจสอบหรือการดัดแปลงใช้งานในอนาคต

5.2 ปัญหา

1. สัญญาณแสควซ์มีความไวมาก ทำให้บางครั้งวงจรเครื่องส่งทำงานค้าง

2. เกิดการรบกวนจากความถี่ข้างเคียง

3. วงจรบันทึกเสียงทำงานค้าง ทำให้เครื่องส่งส่งออกอากาศตลอดเวลา

4. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 13.8 โวลต์ มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. นำสัญญาณแสควซ์จากเครื่องรับมาหน่วงเวลา แล้วปรับระยะเวลาให้เหมาะสม

2. ทำการปรับอิมพีแดนซ์ของสายอากาศของเครื่องรับ ให้มีความเหาะสมกับความถี่ที่ใช้งาน

3. จัดทำวงจรตั้งเวลาให้มีความเร็วในการทำงานมากขึ้น

4. ใช้แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 13.8 โวลต์ แบบสวิตซ์ชิ่ง

5.4 แนวทางการพัฒนา

1. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และซอฟร์แวร์มาควบคุมการทำงานของวงจร

2. เพิ่มช่องสัญญาณในการฝากข้อความ

3. พัฒนาให้ใช้งานร่วมกับคู่สายโทรศัพท์

4. พัฒนาให้มีระบบการบันทึกเวลา การใช้งานของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

5. พัฒนาให้สามารถปิดและเปิดไฟฟ้าภายในสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรถอดรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่และรหัสผ่าน

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
C1,C2	Milar	0.1 uF/16v
R1,R2	Resistor	100k
R3	Resistor	300k
R4-R31	Resistor	10k
IC1	IC	MT8870
IC2-IC8	IC	7485
IC9-IC12	IC	7474
IC13	IC	4017
IC14	IC	7432
IC15	IC	7408
IC16	IC	7404
X-TAL	Crystal	3.579 MHz

2. วงจรทวนสัญญาณความถี่วิทยุ

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
R1,R3,R5,R14,R16,	Resistor	1k
R2,R4,R6,R7,R8,R9,R12,R13,R15,R17	Resistor	10k
R10	Resistor	100k
R11	Resistor	47k
D1-D4	Diode	1N4148
C1,C12	Electrolytic	3.3 uF/16V
C2,C3,C6,C7,C9,C13,C14	Milar	0.1 uF/50V
C4,C5	Electrolytic	10 uF/16V
C8	Electrolytic	22 uF/16V
C10	Electrolytic	47 uF/16V
C11	Electrolytic	4.7 uF/16V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
IC2,IC7	IC	4017
IC3,IC8	IC	NE555
IC4,IC9	IC	7474
IC5	IC	7432
IC6	IC	7404
Q1-Q5	Transistor	2SC458

3. วงจรฝากข้อความและอ่านข้อความ

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
R1,R3,R5,R14,R16,	Resistor	1k
R2,R4,R6,R7,R8,R9,R12,R13,R15,R17	Resistor	10k
R10	Resistor	100k
R11	Resistor	47k
D1-D4	Diode	1N4148
C1,C12	Electrolytic	3.3 uF/16V
C2,C3,C6,C7,C9,C13,C14	Milar	0.1 uF/50V
C4,C5	Electrolytic	10 uF/16V
C8	Electrolytic	22 uF/16V
C10	Electrolytic	47 uF/16V
C11	Electrolytic	4.7 uF/16V
IC1	IC	ISD2590
IC2,IC7	IC	4017
IC3,IC8	IC	NE555
IC4,IC9	IC	7474
IC5	IC	7432
IC6	IC	7404
Q1-Q5	Transistor	2SC458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรควบคุมการทำงานแบบธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติ

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
R1,R6,R9	Resistor	1k
R2,R3,R4,R5,R7,R8	Resistor	10k
D1-D7	Diode	1N4148
C1	Milar	01. UF/50V
Q1-Q5	Transistor	2SC458
IC1	IC	7408
IC2	IC	4017
RY1-RY3	RELAY	6VDC

5. วงจรควบคุม

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
R1,R2,R3,R5,R7,R8,R9,R12	Resistor	10k
R14,R16,R18,R21	Resistor	10k
R4,R6,R10,R11,R13,R15,R17,R19	Resistor	1k
R20	Resistor	2k
C1	Electrolytic	16 uF/16V
C2	Electrolytic	2.2 uF/16V
C3,C5,C7	Milar	0.1 uF/50V
C4	Electrolytic	3.3 uF/16V
C6	Electrolytic	100 uF/16V
D1-D8	Diode	1N4148
IG1,IC3,IC8	IC	NE555
IC2	IC	4017
IC4	IC	7474
IC5	IC	7415
IC6,IC7	IC	7408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับอุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	ค่าของอุปกรณ์
IC10	IC	7404
Q1-Q8	Transistor	2SC458
RY1,RY2	Relay	6VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

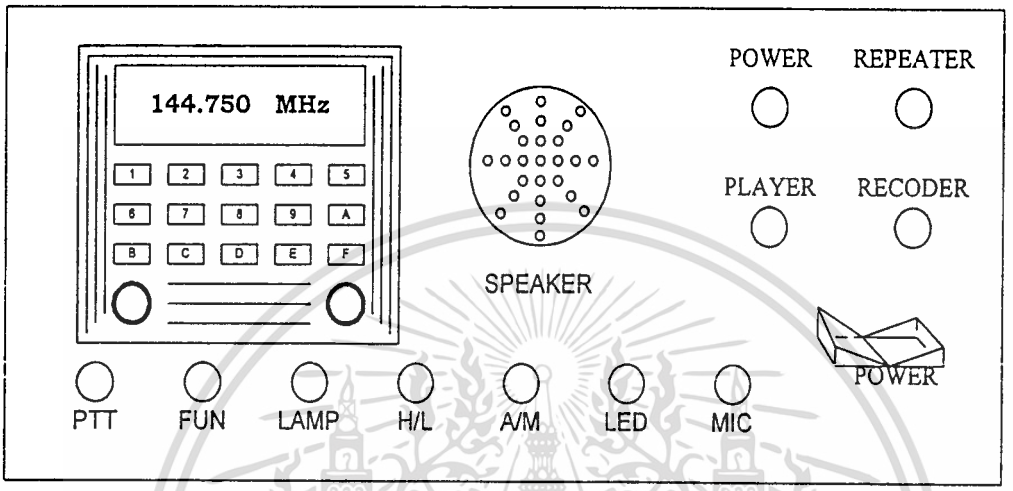
ภาคผนวก ข.

คู่มือ การใช้เครื่องสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปุ่มและหน้าที่การใช้งาน

1.1. ด้านหน้าเครื่อง.



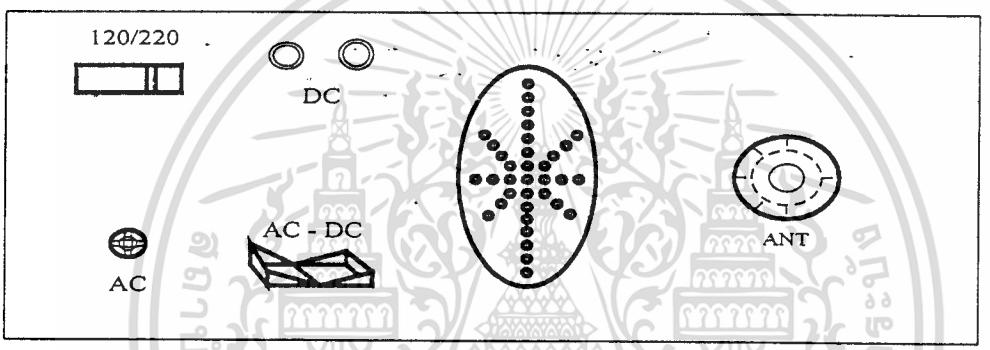
รูปที่ 1 หน้าปัทม์ของเครื่องสถานีทวนสัญญาณวิทยุความถี่เดียว

POWER ON	เปิดเครื่อง
POWER OFF	ปิดเครื่อง
POWER LAMP	บอกสภาวะแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง
REPEATER LAMP	บอกสภาวะการเป็นสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว
RECODER LAMP	บอกสภาวะการฝากข้อความ
PLAYER LAMP	บอกสภาวะการอ่านข้อความ
AUTO LAMP	บอกสภาวะการทำงานแบบอัตโนมัติ
PTT SW	ปุ่มกดเพื่อส่ง
FUN SW	เลือกและตั้งค่าความถี่
LAMP SW	ปุ่มกดเพื่อให้แสงสว่างที่หน้าปัทม์เครื่อง
H/L	เลือกกำลังส่งสูงหรือต่ำ
A/M	เลือกการทำงานแบบธรรมดาหรือแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MIC	ไมโครโฟนสำหรับพูด
SPEAKER	ลำโพงสำหรับฟังเสียง
VOLUME	ปรับความดังของเสียง
SQL	ปรับความไวของการเปิดเสียงของช่อง
THUMB WHEEL SELECT	ตั้งความถี่รับและส่ง

1.2. ด้านหลังเครื่อง



รูปที่ 2 ด้านหลังของเครื่องสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

ANT	ต่อกับสายอากาศรับส่ง
AC	ใช้ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ
DC	ใช้ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง
AC - DC SW	เลือกใช้แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงหรือกระแส-สลับ
DC 13.8 V	ต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 13.8 โวลต์
FUSE	ป้องกันกระแสไหลเข้าในวงจรเกิน
120/220	เลือกแหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ 120 โวลต์ หรือ 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คู่มือ การใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

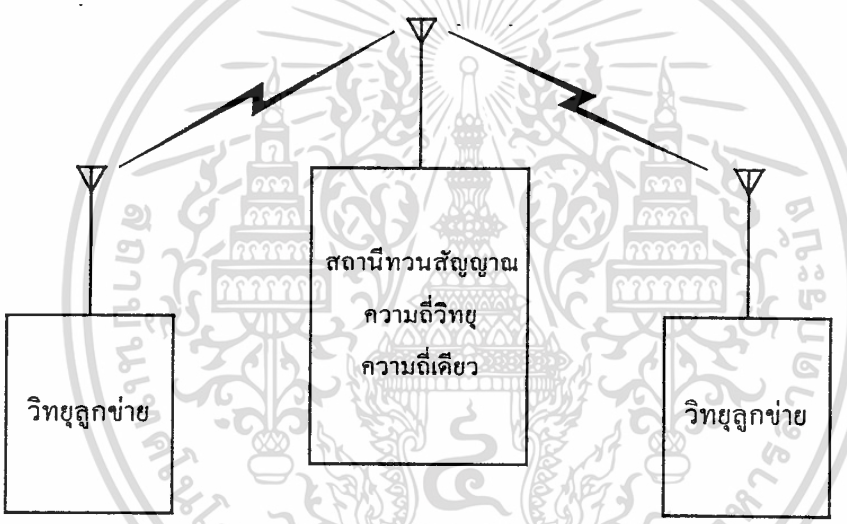
2.1 ส่วนประกอบ

1. สถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

2. แหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ หรือแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 13.8 โวลต์

3. สายอากาศ

4. เครื่องรับส่งวิทยแบบมือถือ หรือแบบติดรถยนต์ที่มีระบบสัญญาณเสียงความถี่คู่



รูปที่ 3 ส่วนประกอบการของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

2.2 ขั้นตอนการใช้งาน

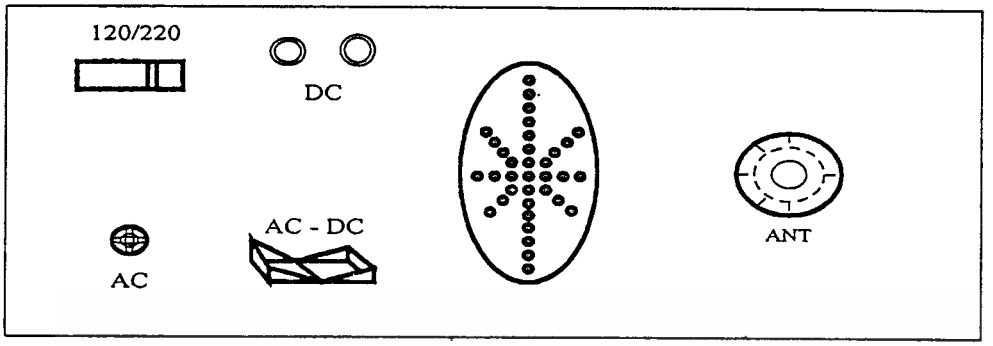
1. นำสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียวต่อเข้ากับสายอากาศ 5/8 หรือแบบยากิ (บังคับทิศทาง)

2. นำแหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับต่อที่จุด AC ด้านหลังเครื่อง หรือนำแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 13.8 โวลต์ ต่อที่จุด DC 13.8 กรณีที่ไม่ใช้แหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ

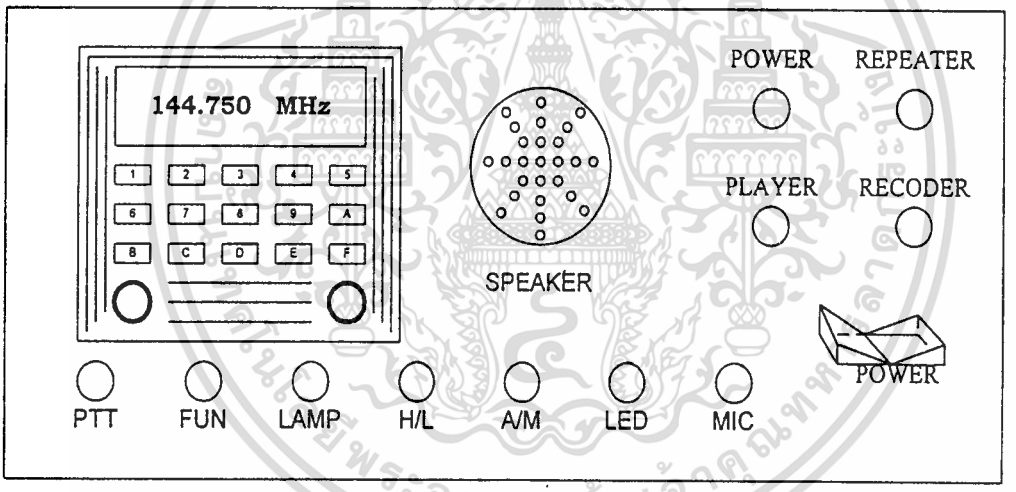
3. ปรับสวิทช์ AC - DC เพื่อเลือกชนิดแหล่งจ่ายแรงดัน

4. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ด้านหลังของเครื่องสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว



รูปที่ 5 ด้านหน้าของเครื่องสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

5. หลอดแอลอีดี POWER สีแดงที่หน้าปัทม์เครื่องสว่าง

6. เปิด VOLUME ที่หน้าปัทม์เครื่องรับส่งวิทยุ พร้อมปรับความดังของเสียงที่เหมาะสม

7. ปรับปุ่ม SQL ให้ได้ความไวที่ดีที่สุด

8. ปรับตั้งความถี่ตามการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กดปุ่ม A/M หลอดแอลอีดีสีเขียวสว่างแสดงการทำงานแบบธรรมดา สามารถรับฟังเสียงได้จากลำโพง และกดปุ่มส่งส่งข้อความได้จากหน้าปัทม์เครื่อง

10. เมื่อต้องการการทำงานแบบอัตโนมัติโดยกดปุ่ม A/M หรือส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ CD หลอดแอลอีดีสีเขียวไม่ติด แสดงว่าการทำงานของเครื่องเป็นแบบอัตโนมัติ

11. ปรับตั้งความถี่ที่เครื่องวิทยุลูกข่ายให้ตรงกับความถี่ของสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุตั้งไว้

12. ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ CD เพื่อยกเลิกการทำงานของวงจรส่วนต่างๆ

13. ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่เลข 2 เพื่อใช้เป็นสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

14. ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ CD ปิดสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

15. ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่เลข 34 เพื่อฝากข้อความ

16. เมื่อกดรหัสการฝากข้อความที่ถูกต้องแล้วปล่อยปุ่มกดส่งที่เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่ายที่นำมาใช้งาน จะได้ยินสัญญาณความถี่เสียงดังที่ลำโพงเป็นเวลา 2-3 วินาที

17. เมื่อสัญญาณเสียงหมดลง วงจรฝากข้อความก็พร้อมที่จะทำงาน

18. กดปุ่มส่งที่เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย แล้วส่งข้อความที่ต้องการบันทึก

19. เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อความให้ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่ CD ปิดการทำงาน

20. ส่งรหัสสัญญาณเสียงความถี่คู่เลข 6 เป็นการอ่านข้อความ

21. เมื่อปล่อยปุ่มกดส่งที่เครื่องรับส่งวิทยุลูกข่าย จะได้ยินสัญญาณเสียงที่ฝากไว้ออกที่ลำโพงวิทยุลูกข่าย

22. กดปุ่มส่งแล้วปล่อยจะได้ยินสัญญาณเสียงที่ฝากไว้อีกครั้งจนกว่าจะมีการกดรหัสสัญญาณเสียง CD มาปิดการทำงาน

23. จบการใช้งานสถานีทวนสัญญาณความถี่วิทยุความถี่เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

DATA SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May1995

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

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

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP

-40 °C to +85 °C

Description

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

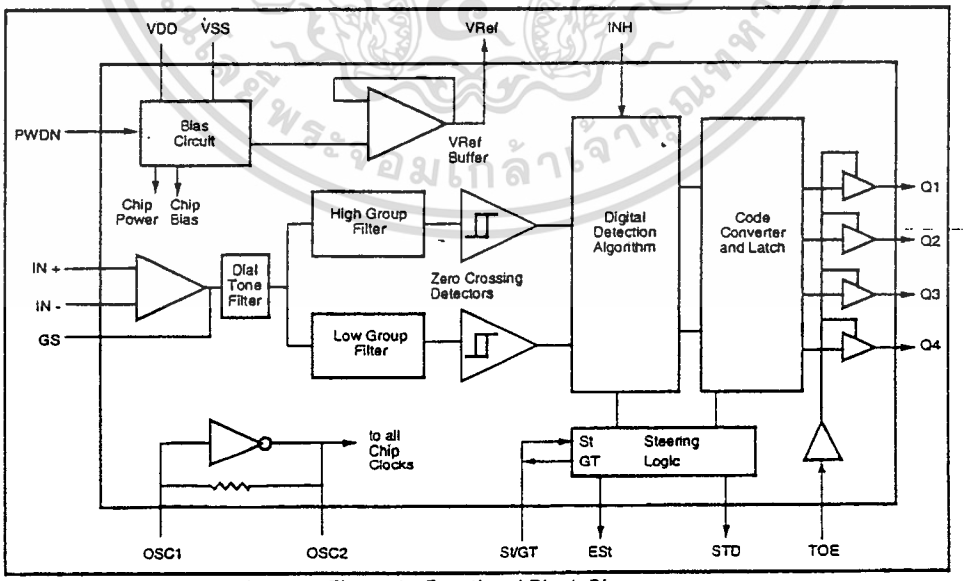


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

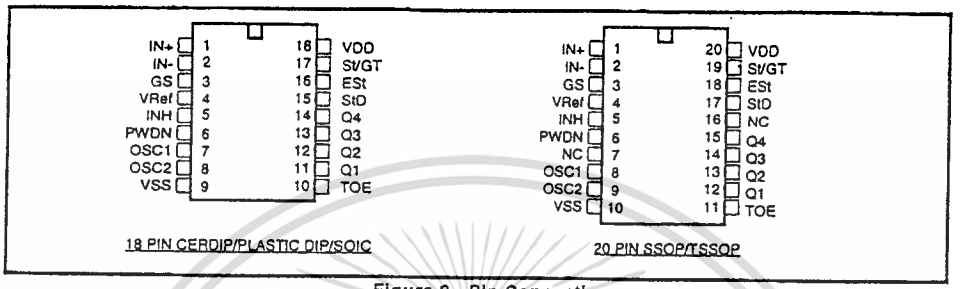


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

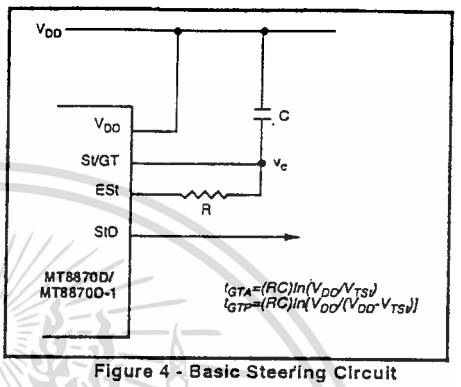


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

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

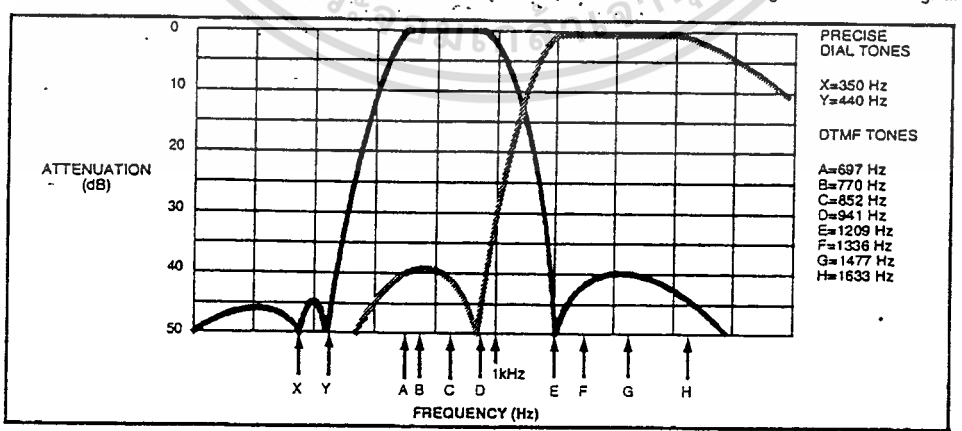


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

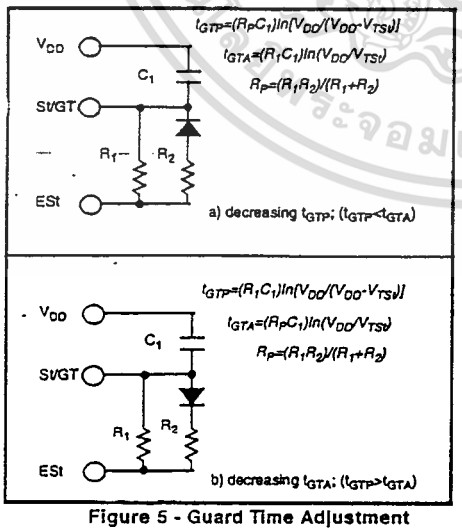


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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

Table 1. Functional Decode Table
L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

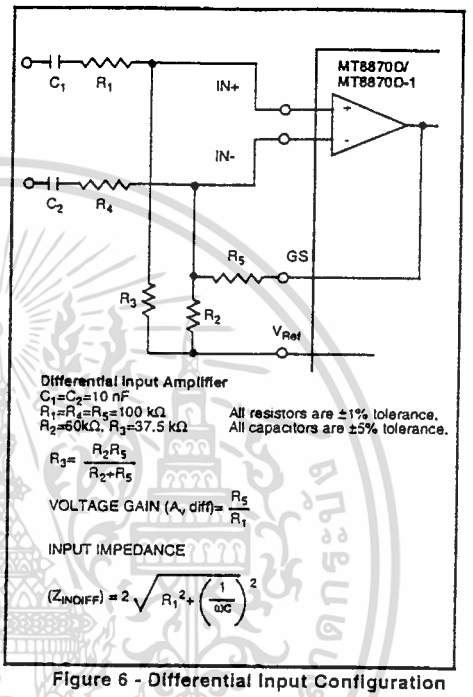


Figure 6 - Differential Input Configuration

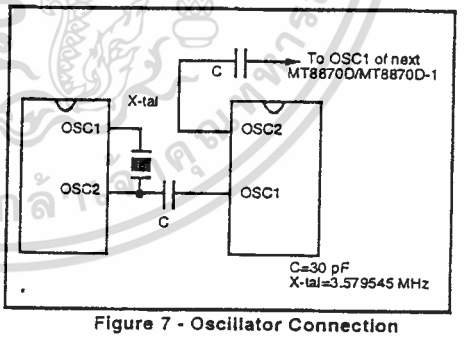


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications
Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2Π*f*R1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

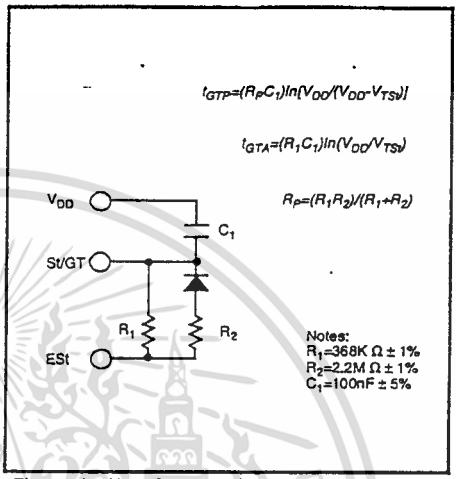


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

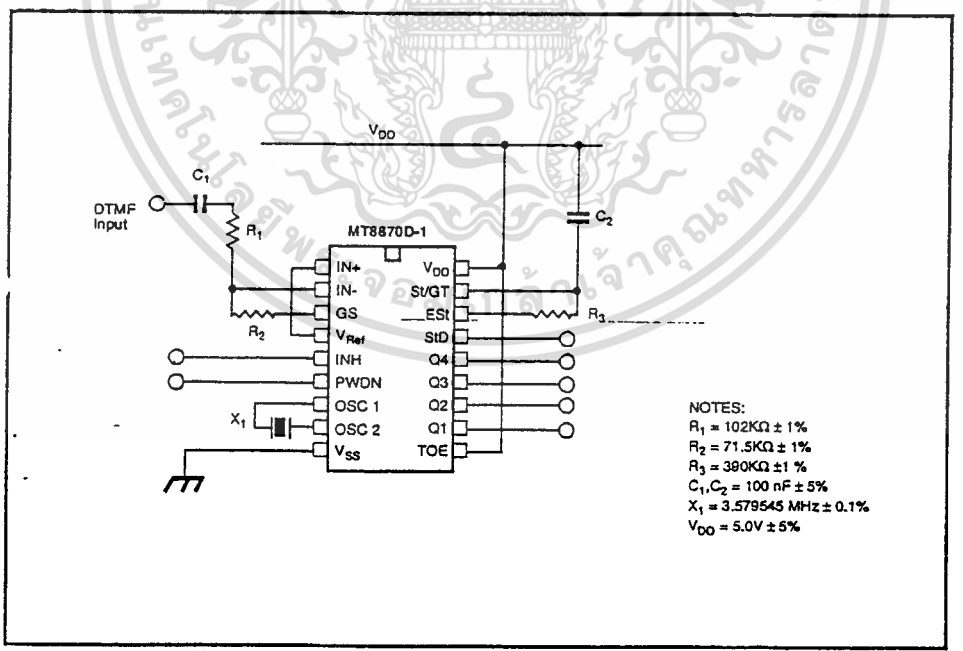


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

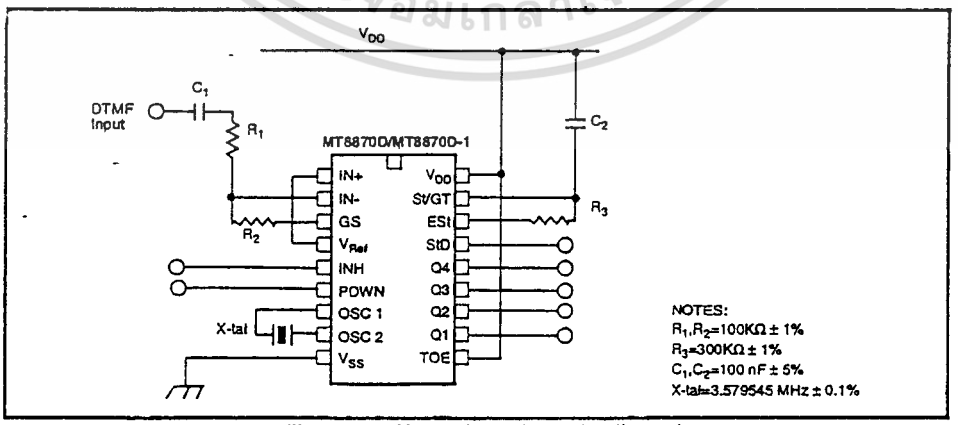
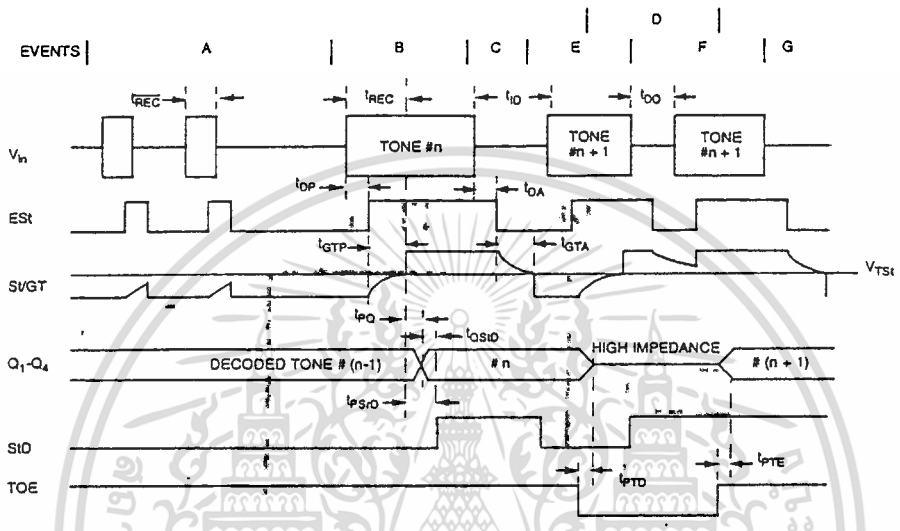


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

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

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ปริญญานิพนธ์ ปติวัติเบ็ญจกรีฑาและคณะ,ชุดระบบเชื่อมต่อโทรศัพท์กับเครื่องรับส่งวิทยุหรือสถานีทวนสัญญาณและชุดส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ,ปีการศึกษา 2537 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ปริญญานิพนธ์ นพพร สุวรรณนุรักษ์และคณะ,เครื่องเชื่อมต่อโทรศัพท์โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ, ปีการศึกษา 2536 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ปริญญานิพนธ์ สมชาย หมื่นสายญาติและคณะ,เครื่อนทวนสัญญาณความถี่วิทยุ, ปีการศึกษา 2535 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ไอซีบันทึกเสียงตระกูล ISD, ฉบับที่ 150,2538, หน้า 84-89

5. บรรเจิด ตันติกัลยาภรณ์, เครื่องรับส่ง (Transceiver) เล่ม6 กรุงเทพ, หน้า 39-44

6. CQ Amatear Radio รีพีตเตอร์คืออะไร ปีที่ 4 ฉบับที่ 54 หน้า 59-63

7. CQ Amatear Radio รีพีตเตอร์และดูเพล็กซ์เซอร์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 56 หน้า41-47

8. Telecomunication Circuit Data Book. Taxes Instruments, June, 1988

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้