

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

ปริญญาโท เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นและหาทิศทางสัญญาณวิทยุ


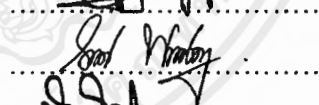
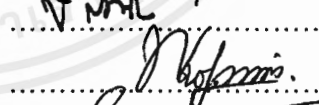
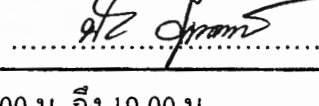

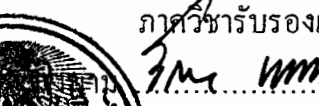
RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER

ชื่อนักศึกษา	1. นายเปรมชาย	ศรีขวัญ	รหัสประจำตัว	38031113
	2. นายพิชัย	บุญอินทร์	รหัสประจำตัว	38031116
	3. นายไมตรี	สินุ่น	รหัสประจำตัว	38031119
	4. นายอรรถสิทธิ์	พราหมณ์น้อย	รหัสประจำตัว	38031129

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท

1. อาจารย์วิสุทธิ อธิพรธรรม
2. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ
3. อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

คณะกรรมการสอบปริญญาโท		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์วิสุทธิ	อธิพรธรรม	
2. อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ	
3. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	
4. อาจารย์ปิยะ	จิตรธรรมมาภิรมย์	
5. อาจารย์พงษ์เกียรติ	เชษฐพิทักษ์สกุล	
6. อาจารย์ปิยะ	ศุภวาราสวัฒน์	

วันเดือนปีที่สอบ วันที่ 24 เมษายน 2540 เวลา 18.00 น. ถึง 19.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.



ภาควิชารับรองแล้ว



(ย.ร.วิระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

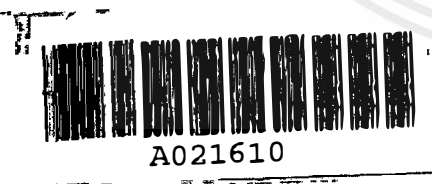
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER



นายเปรมชาย ศรีขวัญ
นายพิชัย บุญอินทร์
นายไมตรี สีนุ่น
นายอรรถสิทธิ์ พราหมณ์น้อย



เลขหมู่.....	021610
เลขทะเบียน.....	
วัน เดือน ปี 23 พค 2540	

021610

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงรวมเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2539
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER

ผู้จัดทำ

1. นายเปรมชาย ศรีขวัญ
2. นายพิชัย บุญอินทร์
3. นายไมตรี สีนุ่น
4. นายอรรถสิทธิ์ พราหมณ์น้อย

อาจารย์ผู้ควบคุม

ลงนาม.....
(อาจารย์วิสิทธิ์ อธิพรธรรม)

ลงนาม.....
(อาจารย์ประเสริฐ เกนพินค้อ)

ลงนาม.....
(อาจารย์ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมวิศวกรรม

ลงนาม.....
(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และหลักการของระบบสายอากาศ และการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
2. เพื่อออกแบบวงจร และ โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง
3. เพื่อนำวงจรที่ออกแบบไว้ ประกอบเป็นเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานของเครื่อง
5. เพื่อนำเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้และเข้าใจทฤษฎี และหลักการการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
2. รู้และเข้าใจหลักการออกแบบวงจร และ โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
3. สามารถออกแบบวงจร, โปรแกรมควบคุมการทำงาน และสร้างเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
4. ทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ และจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานของเครื่อง
5. นำเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ไปใช้งาน

เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

นายเปรมชาย ศรีขวัญ
 นายพิชัย บุญอินทร์
 นายไมตรี สีนุ่น
 นายอรรถสิทธิ์ พราหมณ์น้อย

อาจารย์ที่ปรึกษา
 อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
 อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ
 อาจารย์ไพบุลย์ พวงวงศ์ตระกูล
 ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ซึ่งออกแบบ และพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้ในการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ และหาทิศทางสัญญาณวิทยุของสถานีวิทยุได้โดยอัตโนมัติ โดยอาศัยเครื่องรับวิทยุใช้งานร่วมกับสายอากาศแบบมีทิศทาง รับสัญญาณเข้ามาประมวลผลด้วยโปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงรูปร่างของสัญญาณ โดยการวาดออกมาเป็นรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น แสดงออกทางจอภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ด้วยกราฟวงกลม และสี่เหลี่ยม และสามารถเก็บบันทึกข้อมูลลงในแผ่นจานแม่เหล็กได้ สามารถเลือกรับสัญญาณจากสถานีที่มีความแรงมากที่สุด เพื่อตรวจสอบวัดทิศทางของสัญญาณคลื่นรบกวนออกมาเป็นมุม เมื่อเทียบกับสถานีอ้างอิง

นอกจากใช้เพื่อแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ และหาทิศทางสัญญาณวิทยุแล้ว ยังใช้เป็นโรเตอร์สายอากาศในตัวได้อีกด้วย สามารถควบคุมทิศทางของสายอากาศผ่านทางคีย์บอร์ดโดยผู้ใช้ และหันสายอากาศให้ชี้ไปยังทิศทางของกลุ่มสถานีที่ต้องการได้โดยอัตโนมัติ

RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER

MR.PRAMCHAI SREEKHWUN

MR.PICHAI BOONIN

MR.MAITHREE SEENUN

MR.AUTTASIT PRAMNOI

ADVISORS

MR.WISUIT ATIPORNTUM

MR.PRASERT KENPANKHO

MR.PAIBOON PONGWONGTRAGULL

1996

ABSTRACT

This thesis presents the Radiation Pattern and Radio Signal Direction Finder which is designed and developed for plotting the radiation pattern signal of antenna and automatically finding radio signal direction of noisy station by using radio receiver and signal direction antenna. Then the signal is processed by microcomputer and program to calculate for displaying the pattern of signal on monitor and printer in polar and rectangular patterns. Each pattern can be recorded on disk. Another function of this project is to receives the highest signal from the noisy wave station.

It is also used for rotator of antenna. In addition, user is able to control the antenna direction by using keyboard and the antenna is automatically directed to desire station.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลืออันดีจากอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่าน ที่ได้ขอมสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษาในการดำเนินงาน และให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้สถานที่, เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำปริญญานิพนธ์

ขณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกๆ ท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณ คุณภาณุพันธ์ นิตย์ใหม่ คุณมาริษา นิตย์ใหม่ คุณภักดี มุซอ คุณณรงค์ศักดิ์ พุคเฝือก และเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ช่วยจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ รวมทั้งคำแนะนำด้านอื่นๆ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ชี้ความสามารถของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 เนื้อหาโดยสังเขปของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	4
2.1 ระบบสื่อสาร	4
2.2 หลักการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ	5
2.2.1 ประเภทของการสื่อสารโดยคลื่นวิทยุ	5
2.2.2 วิธีการติดต่อสื่อสารทางวิทยุ	6
2.3 หลักการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ	6
2.3.1 ความเข้มของสนามไฟฟ้า	7
2.3.2 คลื่นดิน	8
2.3.3 การหักเหของคลื่น	9
2.4 สายอากาศ	10
2.4.1 คลื่นทีอีเอ็ม และ โพลาริเซชัน	10
2.4.2 การกระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายอากาศ	11
2.4.3 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศ	12
2.4.4 การวิเคราะห์รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศเบื้องต้น	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.5 สายอากาศไดโพล	18
2.4.6 สายอากาศแบบอื่นๆ	19
2.5 เครื่องส่งวิทยุ	21
2.5.1 วงจรออสซิลเลเตอร์	21
2.5.2 การเปลี่ยนขนาดความถี่วิทยุ	21
2.5.3 ขนาดความถี่วิทยุที่ควบคุม	21
2.5.4 คลื่นพาห์	22
2.5.5 การแปรรูปคลื่นวิทยุ	22
2.5.6 ความกว้างของแถบคลื่นวิทยุ	23
2.5.7 คลื่นวิทยุที่คลื่นอื่นปะปนออกไป	23
2.5.8 เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่น	24
2.6 เครื่องรับวิทยุ	24
2.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุ	24
2.6.2 ดีเทกเตอร์	25
2.6.3 ระบบการรับคลื่นวิทยุ	25
2.6.4 เสียรบกวน	26
2.6.5 การกวาดหาคคลื่นวิทยุ	27
2.6.6 สเตวลซ์คอนโทรล	28
2.6.7 อาร์ไอทีคอนโทรล	29
2.7 ตัวเชื่อมโยงทางแสง	29
2.7.1 พื้นฐานของตัวเชื่อม โยงทางแสง	29
2.7.2 คุณสมบัติของตัวเชื่อม โยงทางแสง	29
2.8 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว	30
2.9 การควบคุมมอเตอร์กระแสสลับ	32
2.9.1 วงจรจุดชนวน	32
2.9.2 วงจรจุดชนวนด้วยเฟสของสัญญาณกระแสสลับ	34
2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 51	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.10.1 โครงสร้างของ 8051	36
2.10.2 การจัดการหน่วยความจำของ 8051	37
2.10.3 สถาปัตยกรรมของ 8051	39
2.10.4 การทำงานของ 8051	45
2.10.5 ชุดคำสั่งของ 8051	46
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	48
3.1 การออกแบบวงจร	48
3.1.1 แผนผังของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	48
3.1.2 สายอากาศเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด	49
3.1.3 โรเตอร์สายอากาศ	51
3.1.4 วงจรจุดชนวนเบื้องต้นสำหรับการควบคุมเฟสเต็มคลื่น	52
3.1.5 วงจรขับมอเตอร์	53
3.1.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับโรเตอร์	54
3.1.7 วงจรแชมป์ลิง และ โฮสต์	55
3.1.8 วงจรขยายเอส-มิเตอร์	55
3.1.9 วงจรคีย์บอร์ด	56
3.1.10 ภาคแหล่งจ่ายกำลัง	57
3.2 การออกแบบโปรแกรม	58
3.2.1 แผนผังโปรแกรมของชุดไมโครคอมพิวเตอร์	58
3.2.2 แผนผังโปรแกรมของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์	62
บทที่ 4 การทดลอง ผลการทดลอง และการทดสอบ	69
4.1 การทดลองเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม	69
4.2 การทดลองเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม	79

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	89
5.1 บทสรุป	89
5.2 ปัญหาในการทำงาน และแนวทางการแก้ปัญหา	89
5.3 แนวทางในการพัฒนา	90
5.3.1 แนวทางในการพัฒนางจร	90
5.3.2 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม	90
ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัตยญาณวิทยุ	91
ภาคผนวก ข วงจร, ฉายวงจรมิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรมิมพ์	100
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	108
ภาคผนวก ง โปรแกรมของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัตยญาณวิทยุ	112
ภาคผนวก จ ข้อมูลโรเตอร์ รุ่น G-250 และวงจรมินิเวอริเตอร์	136
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัตยญาณวิทยุ	143
ประวัติผู้แต่ง	156
บรรณานุกรม	160

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างรหัสคำสั่งช่วยจำของ 8051	47
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลตัวอย่างสำหรับสายอากาศแบบขาคี-อูคา	51



สารบัญญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนผังของระบบการสื่อสาร	4
รูปที่ 2.2 ระบบการสื่อสารพื้นฐาน	5
รูปที่ 2.3 การกระจายพลังงานของคลื่น	7
รูปที่ 2.4 คลื่นดิน	8
รูปที่ 2.5 การหักเหของคลื่น	9
รูปที่ 2.6 การแผ่รังสีของหน้าคลื่น	10
รูปที่ 2.7 คลื่นทีอีเอ็ม	11
รูปที่ 2.8 การกระจายคลื่น ไฟฟ้าจากสายอากาศ	12
รูปที่ 2.9 รูปแบบการกระจายของค่ากระแส และแรงดันบนสายอากาศไดโพล	13
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างรูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศในแนวนอน	14
รูปที่ 2.11 เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า	15
รูปที่ 2.12 การวัดค่าความเข้มสนามไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงความถี่	16
รูปที่ 2.13 จุดวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก โดยใช้จุดต่างๆ แสดงการวัดที่จุดต่างๆ	17
รูปที่ 2.14 รูปบันทึกวงกลมจากการวัดจุด 8 จุดต่างๆ กัน	17
รูปที่ 2.15 สายอากาศไดโพล	18
รูปที่ 2.16 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศไดโพล	19
รูปที่ 2.17 สายอากาศโฟลเค็ด ไดโพล	20
รูปที่ 2.18 สายอากาศขากิ	20
รูปที่ 2.19 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศขากิ	20
รูปที่ 2.20 ชั้นส่วนอินพุตของตัวเชื่อม โยงทางแสง	30
รูปที่ 2.21 เส้นโค้งลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันกับกระแสของเกด	33
รูปที่ 2.22 (ก) วงจรสมมูลย์ของวงจรจุดชนวนเกด (๗) เส้นภาระ	34
รูปที่ 2.23 วงจรจุดชนวนด้วยเฟสของสัญญาณกระแสสลับแบบง่าย	35
รูปที่ 2.24 วงจรควบคุมเฟสครึ่งคลื่นแบบง่าย	35
รูปที่ 2.25 แผนผังโครงสร้างของ 8051	37
รูปที่ 2.26 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.27 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	39
รูปที่ 2.28 แผนผังขาของ 8051 แบบ DIP	40
รูปที่ 2.29 โครงสร้างของพอร์ต 0	41
รูปที่ 2.30 โครงสร้างของพอร์ต 1	41
รูปที่ 2.31 โครงสร้างของพอร์ต 2	42
รูปที่ 2.32 โครงสร้างของพอร์ต 3	42
รูปที่ 2.33 วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051	44
รูปที่ 2.34 8051 ที่ทำงานโดยสัญญาณที่มาจากภายนอก	44
รูปที่ 2.35 ลำดับสถานะการทำงานใน MCS-51	46
รูปที่ 3.1 แผนผังของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	48
รูปที่ 3.2 รูปร่างของสายอากาศแบบยางกี-ยูดา	50
รูปที่ 3.3 วงจรจุดชนวนควบคุมเฟสแบบเต็มคลื่นแบบใช้ไดโอด และ ไตรโอด	52
รูปที่ 3.4 วงจรขับมอเตอร์	53
รูปที่ 3.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับ ไมโคร	54
รูปที่ 3.6 วงจรแชนเปลิ่งและ โฮลด์	55
รูปที่ 3.7 วงจรขยายเอส-มิเตอร์	56
รูปที่ 3.8 วงจรคีย์บอร์ด	56
รูปที่ 3.9 วงจรแหล่งจ่ายกำลัง	57
รูปที่ 3.10 แผนผังโปรแกรมเก็บค่าตัวแปร	58
รูปที่ 3.11 แผนผังโปรแกรมแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น	60
รูปที่ 3.12 แผนผัง โปรแกรมหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	61
รูปที่ 3.13 แผนผัง โปรแกรมแสดงเมนูหลัก	62
รูปที่ 3.14 แผนผัง โปรแกรมการใส่ชนิดสายอากาศ	63
รูปที่ 3.15 แผนผัง โปรแกรมการใส่ค่าความถี่	63
รูปที่ 3.16 แผนผัง โปรแกรมการหมุน ไมโครรับค่าสัญญาณวิทยุ	64
รูปที่ 3.17 แผนผัง โปรแกรมการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.18 แผนผังโปรแกรมการดึงข้อมูลจากชุดกระเป่าหัว	66
รูปที่ 3.19 แผนผังโปรแกรมการบันทึกเพิ่มข้อมูล	67
รูปที่ 3.20 แผนผังโปรแกรมการลบเพิ่มข้อมูล	68
รูปที่ 4.1 เมนูการใช้เครื่องแสดงรูปแบบแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุ	70
รูปที่ 4.2 เมนูการใส่ข้อมูลชนิดสายอากาศ และความถี่ใช้งาน	70
รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์รับค่าความแรงสัญญาณวิทยุ	71
รูปที่ 4.4 หน้าจอการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น	72
รูปที่ 4.5 หน้าจอการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น	72
รูปที่ 4.6 หน้าจอการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	73
รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 0 องศา	74
รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 90 องศา	75
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 180 องศา	76
รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 270 องศา	77
รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายไดโพล 1 E มุม 90 องศา	78
รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 0 องศา	79
รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงเมนูหลัก	80
รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงการเลือกชนิดสายอากาศ	80
รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงการใส่ค่าความถี่	81
รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์รับค่าความแรงสัญญาณวิทยุ	81
รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ	81
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงการดึงข้อมูลจากชุดกระเป่าหัว	82
รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงการบันทึกเพิ่มข้อมูล	82
รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนชุดรับค่าความแรงสัญญาณวิทยุระยะใกล้เป็นระยะไกล	83
รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 0 องศา	84
รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 90 องศา	85
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาคี 7 E มุม 180 องศา	86

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาว 7 E มุม 270 องศา	87
รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายยาว 7 E มุม 0 องศา	88



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มา

จากทฤษฎี และหลักการของสายอากาศ สายอากาศแต่ละชนิดจะมีรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นที่แตกต่างกันไป และสายอากาศที่ออกแบบขึ้นมา นั้น ใช้ได้ดีที่สุดที่ย่านความถี่หนึ่งๆ เท่านั้น ในการใช้งานทิศทางของสายอากาศเป็นตัวกำหนดระยะทางการสื่อสารให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จากหลักการ และทฤษฎีของสายอากาศ จึงได้ประยุกต์มาสร้างเป็นเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางของสัญญาณวิทยุขึ้นมา เพื่อทดสอบ และเปรียบเทียบกับสายอากาศทางทฤษฎีว่า เป็นไปได้ตามทฤษฎี หรือมีข้อแตกต่างอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และหลักการของระบบสายอากาศ และการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
2. เพื่อออกแบบวงจร และโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
3. เพื่อนำวงจรที่ออกแบบไว้ ประกอบเป็นเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานของเครื่อง
5. เพื่อนำเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุไปใช้งานจริง

1.3 ขีดความสามารถของโครงการ

1. สามารถหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศชนิดต่างๆ ได้
2. สามารถหาทิศทางของสัญญาณวิทยุที่ชัดเจนที่สุดในการติดต่อสื่อสารได้
3. สามารถแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และทิศทางสัญญาณวิทยุได้ในย่านความถี่

144 - 146 เมกะเฮิร์ตซ์

4. สามารถแสดงผลออกทางจอภาพของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ได้

5. สามารถบันทึกข้อมูลลงในแผ่นงานแม่เหล็กได้ และสามารถเปิดข้อมูลเก่าที่บันทึกไว้ได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้และเข้าใจทฤษฎี และหลักการการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

2. รู้และเข้าใจหลักการออกแบบ และโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

3. สามารถออกแบบวงจร, โปรแกรมควบคุมการทำงาน และสร้างเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

4. ทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ และจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานของเครื่อง

5. นำเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ไปใช้งานจริง

1.5 เนื้อหาโดยสังเขปของปฏิญญานิพนธ์

ปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้กล่าวถึงทฤษฎี และรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ซึ่งได้แบ่งเป็นบทต่างๆ ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ กล่าวถึงเรื่องระบบสื่อสาร, การสื่อสารโคออร์ดิเนชันวิทยุ, การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ, สายอากาศ, เครื่องส่งวิทยุ, เครื่องรับวิทยุ, ตัวเชื่อมต่อทางแสง, แอลซีดี, การควบคุมมอเตอร์ไฟสลัป และทฤษฎีไมโคร โปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-51

บทที่ 3 การออกแบบ, การสร้าง และการทำงาน แบ่งเป็นการออกแบบวงจร และการออกแบบโปรแกรม ในการออกแบบวงจรมานั้น จะกล่าวถึงแผนผังการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ การออกแบบโปรแกรม และคำอธิบายการทำงานของแต่ละวงจร ส่วนการออกแบบโปรแกรมนั้น จะกล่าวถึงผังโปรแกรม และโปรแกรมของการออกแบบโปรแกรมในแต่ละโหมดการทำงานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

บทที่ 4 การทดลอง, ผลการทดลอง และการทดสอบ กล่าวถึงการทดลองใช้งานของ เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ผลการทดลอง และสรุปผล การทดลอง

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางใน การแก้ไข ตลอดจนแนวทางในการพัฒนาเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัญญาณวิทยุ

ภาคผนวก จะแบ่งออกเป็น 5 ภาคผนวก ประกอบด้วย

ภาคผนวก ก ส่วนประกอบของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัญญาณวิทยุ

ภาคผนวก ข วงจร, ลายวงจรพิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทาง สัญญาณวิทยุ

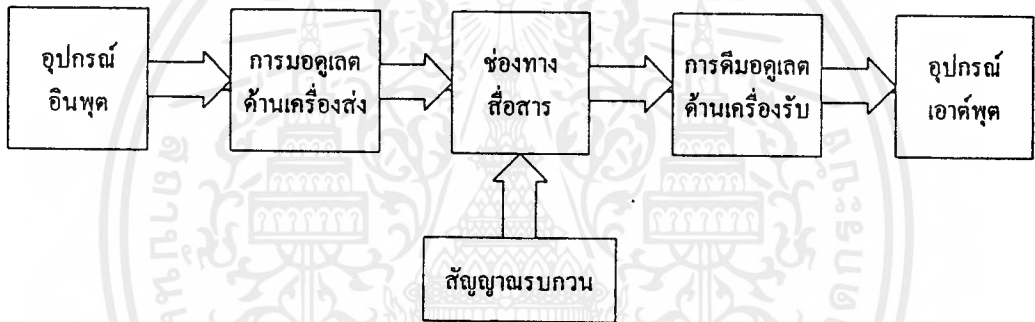
ภาคผนวก จ ข้อมูลโรเตอร์รุ่น G-250 และวงจรอินเวอร์เตอร์

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการ

2.1 ระบบสื่อสาร

การสื่อสาร คือ การติดต่อเพื่อแลกเปลี่ยนเรื่องราวต่างๆ ของมนุษย์ การสื่อสารนับว่าเป็นกิจกรรมพื้นฐานอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่มีมาตั้งแต่กำเนิด การสื่อสารจะได้ผลดี เมื่อผู้รับสารสามารถเข้าใจตรงกับที่ผู้ส่งสารต้องการ สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ ตัวกลางที่ใช้เพื่อเป็นทางนำข้อมูลจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับ ตัวกลางที่ใช้นำข้อมูลนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า ช่องสัญญาณ (Channel) หรือ ทรานสมิชชันลิงค์ (Transmission Link) สามารถเขียนแผนผังของการสื่อสาร ดังในรูปที่ 2.1



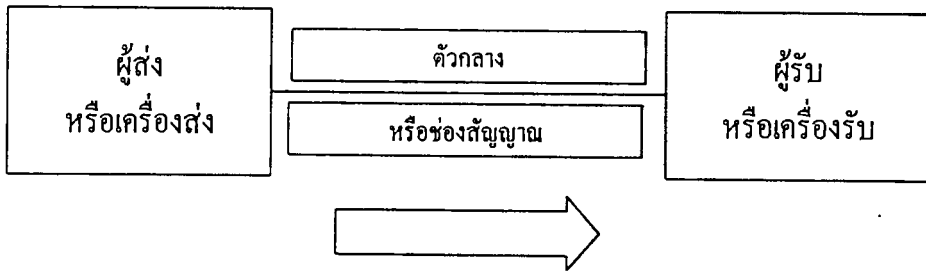
รูปที่ 2.1 แผนผังของระบบการสื่อสาร

ในระบบสื่อสารนั้นไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตาม แผนผังพื้นฐานมักจะเหมือนกับที่แสดงในรูปที่ 2.2 ระบบสื่อสารโดยพื้นฐานประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุต (Input Device) เครื่องส่ง และช่องทางสื่อสาร ซึ่งมักมีสัญญาณรบกวน (Noise) มารบกวนเครื่องรับ และอุปกรณ์เอาต์พุต

ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกได้เป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ

1. เสียง (Audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์, เสียงพูด, เสียงเพลง, หรือเสียงดนตรี ซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง
2. ภาพ (Picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร (Facsimile), หรือระบบส่งภาพระยะไกล (Telephoto), ภาพยนตร์ในระบบโทรทัศน์ เป็นต้น
3. ข้อมูล (Data) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะส่งมาเป็นรหัสให้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ข้อมูลและคำสั่งในระบบโทรมาตร, ตัวอักษรในระบบพิมพ์ หรือโทรเลข, ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ระบบการสื่อสารพื้นฐาน

2.2 หลักการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ

จากการศึกษาระบบการสื่อสาร จะเห็นได้ว่าการสื่อสารที่ได้รับการพัฒนา และมีความเจริญก้าวหน้าไปเป็นอย่างมาก นั่นคือ การสื่อสารทางด้านวิทยุ ซึ่งช่วยให้มนุษย์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้เป็นระยะทางไกลมากขึ้น โดยวิธีเปลี่ยนเสียงพูดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า ขยายให้เป็นคลื่นเสียงแล้วทำการผสมกับคลื่นพาหะ ซึ่งเป็นคลื่นวิทยุ แล้วแผ่ออกไปยังเครื่องรับที่อยู่ห่างออกไป

2.2.1 ประเภทของการสื่อสารโดยคลื่นวิทยุ

เครื่องรับ-ส่งวิทยุต่างๆ ไป จะแบ่งประเภทที่ใช้งานในย่านความถี่ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องรับ-ส่งวิทยุย่านความถี่เอชเอฟ (HF: High Frequency) คือ ย่านความถี่สูง เริ่มตั้งแต่ความถี่ 3-30 เมกะเฮิร์ตซ์ เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่เอชเอฟ ส่วนใหญ่ออกแบบให้ใช้รับส่งสัญญาณในระบบไซด์แบนด์เดี่ยว (SSB: Single Side Band) และซีบี (CB: Citizen Band) การสื่อสารในย่านความถี่เอชเอฟนี้ จะเป็นการสื่อสารระยะไกล และเป็นการสื่อสารเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด การสื่อสารย่านนี้จะไปได้ไกลมากเพราะคลื่นวิทยุสามารถสะท้อนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ได้ดี ทำให้สถานีรับ และสถานีส่งติดต่อกันข้ามประเทศได้

2. เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่วีเอชเอฟ (VHF: Very High Frequency) คือ ย่านความถี่สูงมาก ตั้งแต่ความถี่ 30-300 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนใหญ่ใช้รับส่งสัญญาณเอฟเอ็ม การสื่อสารในย่านวีเอชเอฟ มีทั้งแบบเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด และการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ระยะทางที่ติดต่อสื่อสารจะไม่เกิน 50 กิโลเมตร

3. เครื่องรับส่งวิทยุย่านความถี่ยูเอชเอฟ (UHF: Ultra High Frequency) คือ ย่านความถี่สูงยิ่ง เริ่มตั้งแต่ความถี่ 300-3,000 เมกะเฮิร์ตซ์ ส่วนใหญ่จะใช้รับส่งสัญญาณเอฟเอ็ม การสื่อสารในย่านความถี่ยูเอชเอฟ มีทั้งแบบเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด และการสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ระยะทางที่ติดต่อสื่อสารจะไม่เกิน 50 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 วิธีการติดต่อสื่อสารทางวิทยุ

การติดต่อสื่อสารทางวิทยุ จำแนกออกเป็น

1. การติดต่อสื่อสารทางเดียว (One-Way Radio Communication) วิธีนี้จะมีสถานีต้นทางเป็นสถานีส่งฝ่ายเดียว ส่วนสถานีปลายทางเป็นสถานีรับเท่านั้น โดยปกติจะมีสถานีปลายทางมากกว่า 1 สถานี ได้แก่ วิทยุกระจายเสียง, โทรทัศน์ และวิทยุติดตามตัว (Paging Radio) เป็นต้น

2. การติดต่อสื่อสารสองทาง (Two-Way Radio Communication) จะมีสถานีเป็นโครงข่ายตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไป แต่ละคู่สามารถติดต่อโต้ตอบกันได้ด้วยวิธีดังนี้

- ซิมเพิล็กซ์ (Simplex) ซึ่งแต่ละสถานีจะโต้ตอบสวนกันไม่ได้ เหมือนในการติดต่อทางวิทยุโทรศัพท์ เมื่อสถานีหนึ่งหมดข้อความที่จะส่ง จะต้องใช้คำว่า "เปลี่ยน" เพื่อให้คู่สถานีทราบและพูดตอบโต้ได้ เครื่องวิทยุที่ใช้จะมีเครื่องรับ และส่งรวมอยู่ด้วยกัน ในสภาพปกติเครื่องวิทยุจะทำหน้าที่ฟังเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อต้องการส่ง จะต้องกดปุ่มพูดที่ไม่โครโฟน แล้วจึงพูดออกอากาศไปได้ ความถี่วิทยุที่ใช้ในการติดต่อวิธีนี้จะใช้ความถี่เดียว หรือสองความถี่ก็ได้

- ดูเพล็กซ์ (Duplex) ซึ่งคู่สถานีสามารถพูดโต้ตอบกันได้ทันที ไม่ต้องรอให้อีกสถานีหยุดพูดหยุดส่ง วิธีนี้จะแยกภาคเครื่องรับออกจากเครื่องส่ง ใช้ความถี่ในการรับส่งไม่เหมือนกัน เครื่องวิทยุจะเปิดไว้ให้รับ และส่งอยู่ตลอดเวลาทั้งสองสถานีเลยก็ได้ หรือจะเปิดให้เครื่องรับเพียงอย่างเดียว และเปิดส่งโดยการใชระบบสัญญาณ (Signaling) จากคู่สถานีไปบังคับก็ได้

- เซมิดูเพล็กซ์ (Semiduplex) ซึ่งสถานีส่งทำงานแบบดูเพล็กซ์ ส่วนคู่สถานีทำงานแบบซิมเพิล็กซ์ โดยใช้สองความถี่ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งมีศูนย์วิทยุควบคุมเครือข่ายของการติดต่อส่วนใหญ่เป็นแบบซิมเพิล็กซ์ ใช้ความถี่เดียว หรือสองความถี่

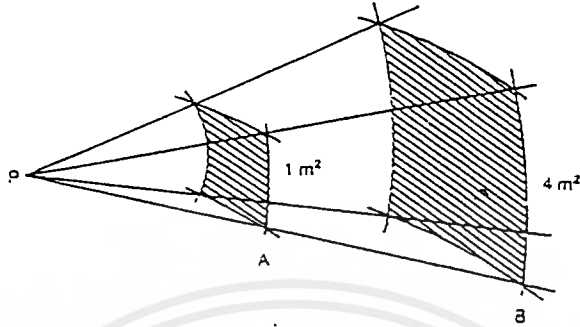
2.3 หลักการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศนั้น จะมีการแพร่ออกไปในทุกทิศทาง คลื่นวิทยุเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเดินทางไปได้ด้วยความเร็วเท่าแสง คุณสมบัติในการเคลื่อนที่ของคลื่นภายหลังที่ได้แพร่กระจายออกไปในอากาศแล้ว จากสายอากาศส่งคลื่นวิทยุจะเดินทางไปในอากาศในลักษณะต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับชั้นบรรยากาศ

2.3.1 ความเข้มของสนามไฟฟ้า

การวัดความแรงของคลื่นวิทยุนั้น โดยทั่วไปนิยมวัดจากค่าระดับความเข้มของสนามไฟฟ้า (Electric Field Intensity) ที่เกิดขึ้นจากคลื่นวิทยุนั้น หน่วยมาตรฐานที่ใช้ในการวัดความเข้มของ

สนามไฟฟ้า นั่นคือ โวลต์/เมตร แต่ในทางปฏิบัติ นั้น ค่าของสนามไฟฟ้า มักจะมีค่าน้อยลง จึงนิยมใช้ให้อยู่ในหน่วย มิลลิโวลต์/เมตร หรือ ไมโครโวลต์/เมตร เท่านั้น



รูปที่ 2.3 การกระจายพลังงานของคลื่น

เมื่อสมมติว่าคลื่นวิทยุที่มีแหล่งกำเนิดกระจายมาจากสายอากาศ ที่มีลักษณะเป็นจุด (Point Source) ตามทฤษฎีแล้ว คลื่นจะกระจายออกไปรอบๆ สายอากาศ ที่มีลักษณะเป็นจุดนั้นอย่างสม่ำเสมอ พลังงานของคลื่นนั้นจะไม่มีสูญหายไป หากไม่ไปกระทบกับวัตถุซึ่งมีความสามารถที่จะดูดซับพลังงานไป สายอากาศนั้นจะกระจายคลื่นให้เคลื่อนที่ออกไปเป็นหน้าคลื่น (Wave Front) ในลักษณะของทรงกลมที่ค่อยๆ ใหญ่ขึ้น ดังนั้น หน้าคลื่นที่อยู่ใกล้กับสายอากาศ ย่อมจะมีความเข้มมากกว่าหน้าคลื่นที่อยู่ห่างไกลออกไป ทั้งนี้เพราะว่า พื้นที่ของพื้นผิวทรงกลมจะขยายออกมามากขึ้นเมื่อทรงกลมมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงทำให้พลังงานของคลื่นตลอดผิวหน้าของทรงกลมนั้นมีค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ที่น้อยลง รูปที่ 2.3 แสดงความเข้มของพลังงาน หรือพลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่มีค่าลดลง เมื่อเคลื่อนที่ห่างออกไปจากจุดกำเนิดคลื่นมากยิ่งขึ้น ค่าของความหนาแน่น หรือ ความเข้มของกำลังงานในคลื่นที่เคลื่อนที่ออกไปเป็นระยะต่างๆ จากจุดกำเนิดจะมีค่าแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง หรือเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{ความหนาแน่นพลังงาน} = P / (4\pi d^2)$$

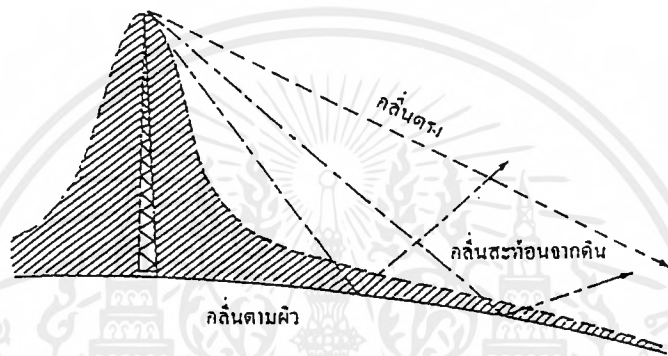
โดยในที่นี้ P คือ กำลังของคลื่นจากสายอากาศ หรือแหล่งกำเนิด และ d คือ ระยะทางจากสายอากาศ หรือแหล่งกำเนิดคลื่นนั้น

แม้คลื่นจะกระจายออกไปจากสายอากาศในลักษณะของทรงกลม แต่เมื่อระยะทางที่คลื่นกระจายออกไปนั้นอยู่ห่างจากสายอากาศมากๆ หน้าคลื่นจะเหมือนกับเกิดอยู่บนผิวของทรงกลมขนาดใหญ่ เพราะฉะนั้น ถ้าหากพิจารณาเฉพาะเพียงบริเวณส่วนน้อยของหน้าคลื่น อาจเห็นว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าคลื่นมีลักษณะเป็นระนาบในแนวอนันต์เอง การพิจารณาคลื่นที่อยู่ไกลจากสายอากาศมากๆ ในลักษณะดังกล่าวมานี้ ทำให้มักจะสมมติว่าคลื่นนั้นคือ คลื่นระนาบ (Plane Wave) กล่าวคือ เป็นคลื่นที่มีลักษณะราบเรียบเสมอกัน และเคลื่อนที่ออกไปเป็นระลอกคลื่นที่เป็นระนาบขนานกันมากกว่าที่จะคิดว่าหน้าคลื่นเคลื่อนที่ในลักษณะโค้งงอ

2.3.2 คลื่นดิน

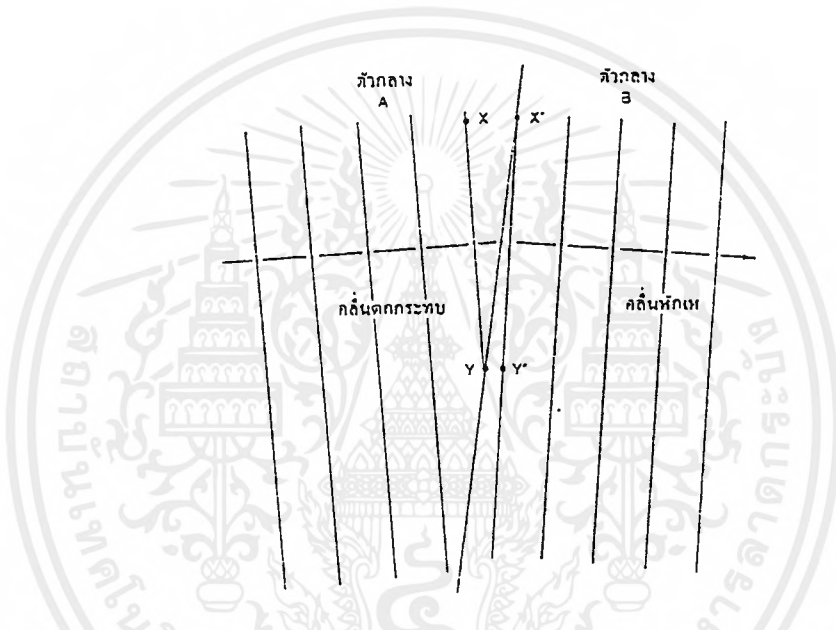


รูปที่ 2.4 คลื่นดิน

คลื่นที่เคลื่อนที่อยู่ในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) โดยอาศัยการเป็นตัวนำหรือความนำ (Conduction) ของผิวโลกเป็นสื่อ นั้น เรียกว่า คลื่นดิน (Ground Wave) ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์นั้น คือ ชั้นของบรรยากาศที่เป็นบรรยากาศห่อหุ้มโลก ซึ่งจะอยู่สูงจากพื้นดินขึ้นไปจนถึงประมาณ 10 กิโลเมตรจากผิวโลก การลดทอนการกระจายของคลื่นดินนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการเป็นตัวนำของพื้นโลก คลื่นดินจะถูกลดทอนลงอย่างมาก เมื่อความถี่ของคลื่นที่ใช้สูงขึ้นสูงกว่าความถี่ในย่านเอ็มเอฟ คือ ประมาณ 3 เมกะเฮิร์ตซ์ ขึ้นไป คลื่นดินนั้น ในบางครั้งหมายถึงคลื่นที่ประกอบขึ้นมาด้วย 3 องค์ประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 คือ คลื่นตามผิว (Surface Wave), คลื่นตรง (Direct Wave) และคลื่นที่สะท้อนจากดิน (Ground Reflected Wave) เพราะส่วนประกอบทั้งสามนี้มีเส้นทางการเคลื่อนที่ต่างกัน ดังนั้น เมื่อรวมตัวกันเข้าสู่สายอากาศของเครื่องรับ อาจจะทำให้สัญญาณที่สายอากาศรับได้นั้นมีขนาดแรงขึ้นหรือลดน้อยลงก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต่างเฟสของคลื่นที่เป็นองค์ประกอบทั้งสามนั้น

2.3.3 การหักเหของคลื่น

การหักเห (Reflection) ของคลื่นเกิดขึ้น เมื่อคลื่นวิทยุเดินทางจากตัวกลางหนึ่งไปยังอีก ตัวกลางหนึ่งที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าไม่เหมือนกัน โดยที่มุมตกกระทบ ณ ตัวกลางที่สองไม่เป็นมุมฉากแน่นอน พลังงานคลื่นส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับเข้าไปยังตัวกลางที่หนึ่ง โดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อนกลับ แต่ยังมีพลังงานส่วนหนึ่งจะเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สอง การเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สองนี้จะไม่เป็นแนวเส้นตรงต่อไปจากแนวเดินทางในตัวกลางแรก แต่จะหักเหออกไปเล็กน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวกลางทั้งสอง



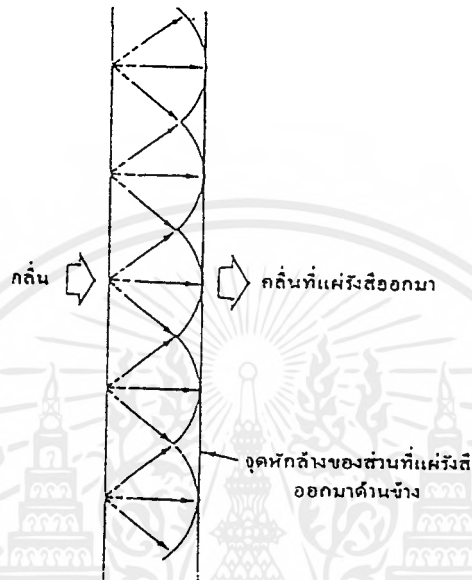
รูปที่ 2.5 การหักเหของคลื่น

สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุ เนื่องจากกฎที่ว่า ความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลางที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะไม่เท่ากัน

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.5 ทำให้เข้าใจสาเหตุแห่งความหนาแน่นกว่าของตัวกลาง A หน้าคลื่นบริเวณจุด Y จะผ่านเข้าไปในตัวกลาง B ก่อนหน้าคลื่นบริเวณจุด X เพราะว่าตัวกลาง B มีความหนาแน่นมากกว่าตัวกลาง A ดังนั้น จะเคลื่อนจากจุด Y ไปสู่ Y' จะได้ระยะทางน้อยกว่าส่วนของคลื่นที่เคลื่อนที่อยู่ในตัวกลาง A คือ จากจุด X ไปสู่จุด X' ดังนั้น จึงทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของหน้าคลื่นเกิดขึ้น ทำให้ทิศทางการเดินทางของคลื่นนั้นเกิดการเบี่ยงเบนออกไปจากเดิม

ปรากฏการณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ ปรากฏการณ์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่เดี่ยวอ้อม (Diffraction) สิ่งกีดขวางไปได้ ที่เป็นดังนี้เพราะตามทฤษฎีของไฮยเกิน (Huygen) กล่าวว่า "จะมีพลังงานแผ่รังสีออกไปจากทุกๆ จุดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

บนหน้าคลื่น" พลังงานของคลื่นที่แผ่รังสีออกไปข้างๆ จะหักล้างซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดการกระจายของคลื่นออกไปแต่เพียงด้านหน้าเท่านั้น รูปที่ 2.6 แสดงให้เห็นถึงการแผ่รังสีของหน้าคลื่นที่เคลื่อนที่ไปโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 2.6 การแผ่รังสีของหน้าคลื่น

2.4 สายอากาศ

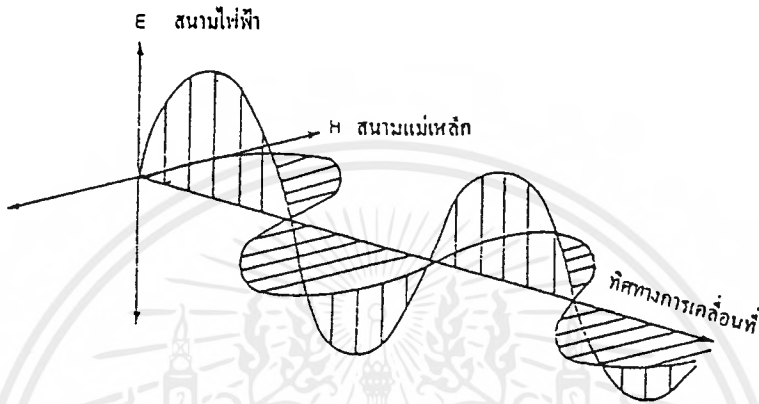
สายอากาศเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการสื่อสารในระบบวิทยุ ซึ่งจะใช้สายอากาศเพื่อการกระจายคลื่นวิทยุออกไปจากตัวมันทางด้านเครื่องส่ง และจะใช้ดักจับเอาคลื่นวิทยุเข้าสู่ตัวองทางด้านเครื่องรับ

2.4.1 คลื่นทีอีเอ็ม (TEM) และโพลาไรเซชัน

ระนาบของคลื่นเมื่ออ้างอิงกับระนาบของผิวโลก เรียกว่า โพลาไรเซชัน (Polarization) โพลาไรเซชันของคลื่นทีอีเอ็ม (Transverse Electromagnetic Mode) กำหนดโดยระนาบของ สนามไฟฟ้าซึ่งกระจายออกไป คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจายออกไปจะมีระนาบของสนามไฟฟ้า, ระนาบของสนามแม่เหล็ก และทิศทางการแพร่กระจายคลื่นตั้งฉากซึ่งกันและกัน ตามรูปที่ 2.7 แสดงว่าคลื่นทีอีเอ็มมีโพลาไรเซชันในแนวตั้ง (Vertical Polarization) ให้สังเกตว่าโพลาไรเซชันนี้จะเป็นตัวอ้างอิงถึงระนาบของสายอากาศด้วย ตัวอย่างเช่น ถ้าให้สายอากาศใดโพลอยู่ใน แนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉากกับพื้นโลก คือ ปลายด้านหนึ่งชี้ขึ้นฟ้า และปลายอีกข้างหนึ่งชี้ลงดิน เวลามองจากฟ้าจะเห็นคลื่นวิทยุแพร่ออกไปแรงที่สุดทุกทิศทางบนพื้นโลก เรียกว่า การกระจายคลื่นวิทยุออกไปรอบตัวด้วยความแรงเท่ากันไม่ว่าจะเป็นทิศใด การแพร่กระจายคลื่นจากสายอากาศตั้งฉาก เรียกว่า โพลาริเซชันในแนวตั้ง



รูปที่ 2.7 คลื่นทีอีเอ็ม

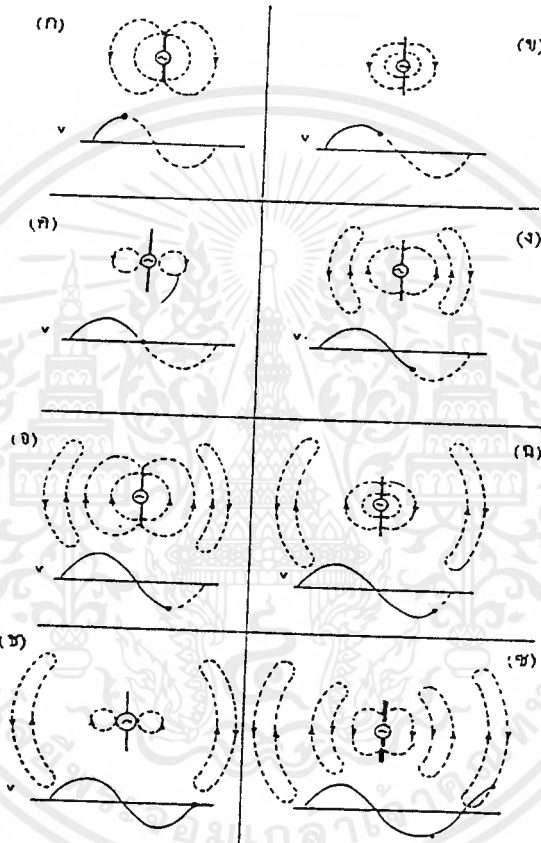
2.4.2. การกระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายอากาศ

สนามเหนี่ยวนำ (Induction Field) จะเกิดขึ้น เมื่อมีการไหลของกระแสเข้าไปในสายอากาศ โดยปฏิกิริยาตามธรรมชาติ เช่นเดียวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหม้อแปลงไฟฟ้า เฉพาะในขั้นตอนนี้ จะไม่มีการแผ่รังสีพลังงานออกไปจากสายอากาศแต่อย่างใด สนามเหนี่ยวนำนี้จะเป็นตัวทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่รังสีต่อออกไปตามขั้นตอน ซึ่งอธิบายเป็นลำดับจากรูป (ก) ถึงรูป (จ) ในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 อธิบายให้เห็นถึง ขั้นตอนการกระจายของคลื่นไฟฟ้าแต่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ เพราะว่าการกระจายของคลื่นแม่เหล็กจะมีทิศทางตั้งฉากกับคลื่นไฟฟ้าเสมอ ตามรูปที่ 2.8 (ก) เมื่อแรงดันที่เกิดขึ้นบนสายอากาศมีค่าสูงสุด สนามไฟฟ้าจะเกิดขึ้นมากที่สุด และเมื่อแรงดันที่ป้อนเข้าสายอากาศมีค่าลดลง สนามไฟฟ้าจะมีค่าลดลงตาม ดังแสดงในรูปที่ 2.8 (ข) สนามไฟฟ้าก็จะลดลงตามแรงดันที่ป้อนเข้าสู่สายอากาศจนกระทั่งแรงดันมีค่าเป็นศูนย์ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อสัญญาณ ที่ป้อนเข้าไปมีความถี่สูงพอสมควรแล้ว สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะยุบตัวตามลงมาไม่ทันหมดโดยสิ้นเชิง ดังในรูปที่ 2.8 (ค) จากนั้นแรงดันที่ป้อนเข้าสู่สายอากาศจะค่อยๆ เกิดขึ้นในทิศทางที่สลับตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอยู่เดิม ดังรูปที่ 2.8 (ง) สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใหม่กับสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอยู่เดิมในบริเวณที่ใกล้กันที่สุดนั้น จะมีทิศทาง หรือขั้ว (Polarity) ที่เหมือนกัน ดังนั้น จึงเกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลึกคั่นออกไปจากกัน ความเข้มของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใหม่จะค่อยๆ มากขึ้นตามค่าแรงดัน ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น สนามจึงผลึกสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นครั้งแรกให้ไกลออกไปจากสายอากาศมากขึ้นทุกที ดังในรูปที่ 2.8 (จ) สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเดิมจะหลุดออกเป็นอิสระ และเคลื่อนที่ออกไปจากสายอากาศในที่สุด รูปที่ 2.8 (ฉ), 2.8 (ช) และ 2.8 (ซ) แสดงให้เห็นถึงขั้นขั้นตอนต่อไปในปรากฏการณ์การกระจายสนามไฟฟ้าของคลื่นสัญญาณเป็นลำดับ



รูปที่ 2.8 การกระจายของคลื่นไฟฟ้าจากสายอากาศ

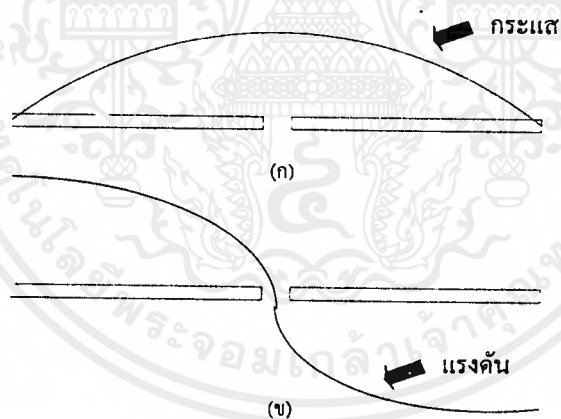
2.4.3 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศ

คุณสมบัติที่สำคัญของสายอากาศ คือ รูปแบบการกระจายพลังงานของคลื่น โดยทิศทางที่สายอากาศจะแพร่กระจายคลื่นออกไปนั้น อาจพุ่งขึ้นไปในท้องฟ้า หรือพุ่งไปในทิศทางต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสายอากาศนั้น คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของสายอากาศ คือ รูปแบบแสดงความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กระจายออกจากสายอากาศในทิศทางต่างๆ ตามธรรมชาติแล้ว รูปแบบนี้จะมีลักษณะการกระจายคลื่นไปในทั้ง 3 มิติ แต่การเขียนรูปแบบการกระจายคลื่นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะ 3 มิติทำได้ลำบาก ดังนั้น โดยทั่วไปแล้ว การเขียนรูปแสดงรูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศ จึงมักนิยมเขียนกันอยู่ในสองระนาบเท่านั้น คือ การเขียนรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบแนวนอน และแนวตั้ง การเขียนรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบแนวนอนมีชื่อว่า โพลาร์ไดอะแกรม หรืออะซิมูทไดอะแกรม (Polar or Azimuth Diagram) ตัวอย่างของรูปแบบการกระจายพลังงานของคลื่นจากสายอากาศในแนวนอน และแนวตั้ง แสดงในรูปที่ 2.9

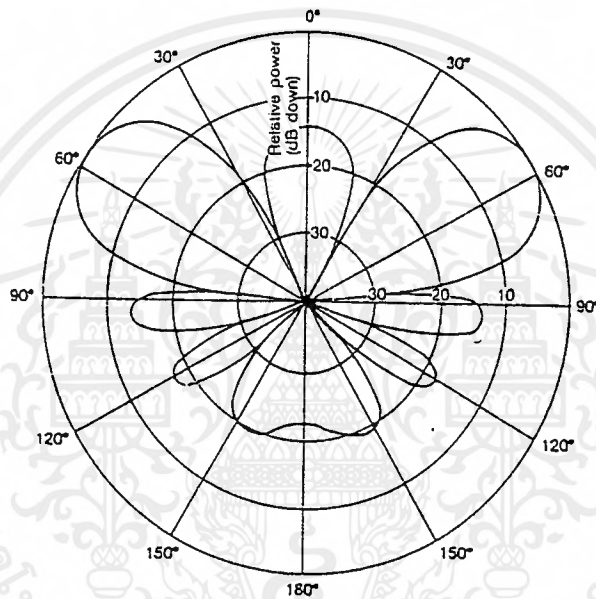
สำหรับสายอากาศแบบไดโพลนั้นจะมีรูปแบบการกระจายคลื่น ดังรูปที่ 2.10 ได้แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการกระจายคลื่นทั้งแบบที่มีโพลาริเซชันอยู่ในแนวนอน และอยู่ในแนวตั้ง ลักษณะของการกระจายคลื่นของสายอากาศไดโพลที่แสดงให้เห็นนี้ มีชื่อเรียกเฉพาะว่า รูปแบบรอบตัว (Omnidirection) คือ จะมีทิศทางการกระจายออกไปทั่วๆ ทั่วกันรอบๆ ตัวในแนวระนาบหนึ่ง คือ ในระนาบที่ตั้งฉากกับตัวสายอากาศ และมีทิศทางที่พุ่งออกไปสองข้างตัวในอีกระนาบหนึ่ง คือ ระนาบที่ตัดตามความยาวของสายอากาศ ตามรูปที่ 2.10 นั้น แสดงรูปแบบในระนาบนี้มีลักษณะคล้ายเลข 8



รูปที่ 2.9 รูปแบบการกระจายของค่ากระแส และแรงดันบนสายอากาศไดโพล

กรณีที่มีความเข้มของพลังงานที่กระจายออกไปจากสายอากาศในแต่ละทางนั้น มีค่าต่างกันย่อมจะมีทิศทางอยู่ที่ทิศทางหนึ่ง ที่ทำให้พลังงานสามารถกระจายออกไปได้มากที่สุด ทิศทางที่พลังงานสามารถกระจายออกไปจากสายอากาศได้มากที่สุดนี้ ตามปกติแล้วจะถือว่าเป็นทิศทางของสายอากาศนั้น ค่าที่ช่วยแสดงบอกให้รู้ว่าสายอากาศมีสมรรถภาพในการกระจายคลื่นไปในทิศทางที่กำหนดเอาไว้ได้มากหรือน้อยอย่างไร ได้แก่ ค่าอัตราขยายตามทิศทาง (Directive Gain) และ

ค่าความเป็นทิศทาง (Directivity) ของสายอากาศนั้น อัตราการขยายตามทิศทางของสายอากาศนั้นมีค่าจำกัดความ คือ อัตราส่วนของความเข้มของสนามไฟฟ้าจากสายอากาศนั้น ในทิศทางที่กำหนด ต่อความเข้มของสนามไฟฟ้าจากสายอากาศมาตรฐาน เมื่อกำลังคลื่นทั้งหมดที่กระจายออกจาก สายอากาศทั้งสองมีค่าเท่ากัน ที่กล่าวไว้ว่า สายอากาศมาตรฐานนั้น ตามทฤษฎีแล้วหมายถึง สายอากาศแบบไอโซทรอปิก (Isotropic) ซึ่งหมายถึง สายอากาศที่สามารถกระจายคลื่นออกจากตัวเองไปได้เท่ากันหมดในทุกทิศทุกทางรอบตัวเอง จึงถือว่ามีความมีทิศทางในทุกทิศทางเท่ากับ 1



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างของรูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบแนวนอน

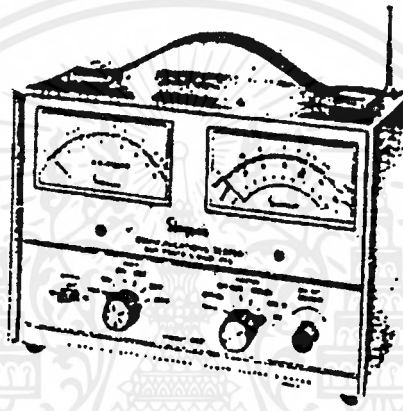
2.4.4 การวัดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศเบื้องต้น

ชนิดของสายอากาศ และการติดตั้งสายอากาศบนรถยนต์ จะไม่มีผลต่อรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ แนวความคิดโดยทั่วไปของรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ สามารถกำหนดได้โดยใช้เครื่องมือซึ่งเกี่ยวข้องกับเครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า (Field Strength Meter) ดังแสดงไว้ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งให้ความเชื่อถือได้แน่นอนในการอ่านค่าความสัมพันธ์ได้อย่างแท้จริง และหน้าปัทม์มิเตอร์มักจะถูกแบ่งไว้ตั้งแต่ 1 ถึง 10 dBV/m

เครื่องวัดควรจะใช้ได้ที่ระยะทางไกลที่สุดจากสายอากาศซึ่งยังคงแสดงค่าได้ สายอากาศควรจะอยู่ในที่โล่ง ห่างจากสิ่งกีดขวางในระยะ 100 ฟุต ขึ้นแรก กำหนดทิศทางของสัญญาณสูงสุดไว้ โดยให้เข็มของมิเตอร์อ่านได้เต็มหน้าปัทม์ บันที่ระยะทางจากสายอากาศ และเดินไปรอบๆ

สายอากาศอย่างช้าๆ โดยรักษาระยะห่างให้เท่ากัน และสังเกตดูเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กการค่า
เอกลสห้ามมิให้ผู้อื่นลอกเลียนแบบหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรักษาระดับของสายอากาศให้อยู่ในแนวตั้งตลอดเวลา จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของเข็มมิเตอร์เมื่อเดินไปรอบๆ สายอากาศ ไม่ใช่เรื่องผิดปกติที่เข็มมิเตอร์ตกลงมาใกล้ศูนย์แต่จุดนี้จะมีค่าความสัมพันธ์ต่อเนื่อกันของค่ารวมวงกลม เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กชนิดพิเศษ เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับงานนี้ อย่างไรก็ตาม เครื่องวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงความถี่ (Spectrum Analyzer) สามารถนำมาใช้สำหรับการทดสอบได้ โดยการปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต และวัดผลที่ได้บนกระดาษกราฟวงกลม



รูปที่ 2.11 เครื่องวัดความเข้มสนามไฟฟ้า

การวัดค่าความเข้มสนามไฟฟ้าแม่เหล็กในหน่วย dBV/m

ค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กส่วนใหญ่แสดงอยู่ในรูปของ dBV/m แต่เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่ มักถูกปรับแต่งให้อยู่ในหน่วย dBm ดังนั้น เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่ที่อ่านได้จึงอยู่ในหน่วย dBm และจะต้องแปลงหน่วยให้อยู่ในรูป dBV/m ซึ่งสามารถทำได้ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรก การเปลี่ยนรูป dBm ไปเป็น dBV โดยการบวกค่า 107 dB เข้ากับ dBm

ขั้นต่อมาเปลี่ยนรูป dBV ไปเป็น dBV/m ขั้นตอนนี้ ต้องการค่าตัวแปรสายอากาศ (K) ที่ทราบค่า ค่าตัวแปรสายอากาศ (K) สามารถหาได้จากสูตร

$$K = 20 \log F - G \quad (29.8)$$

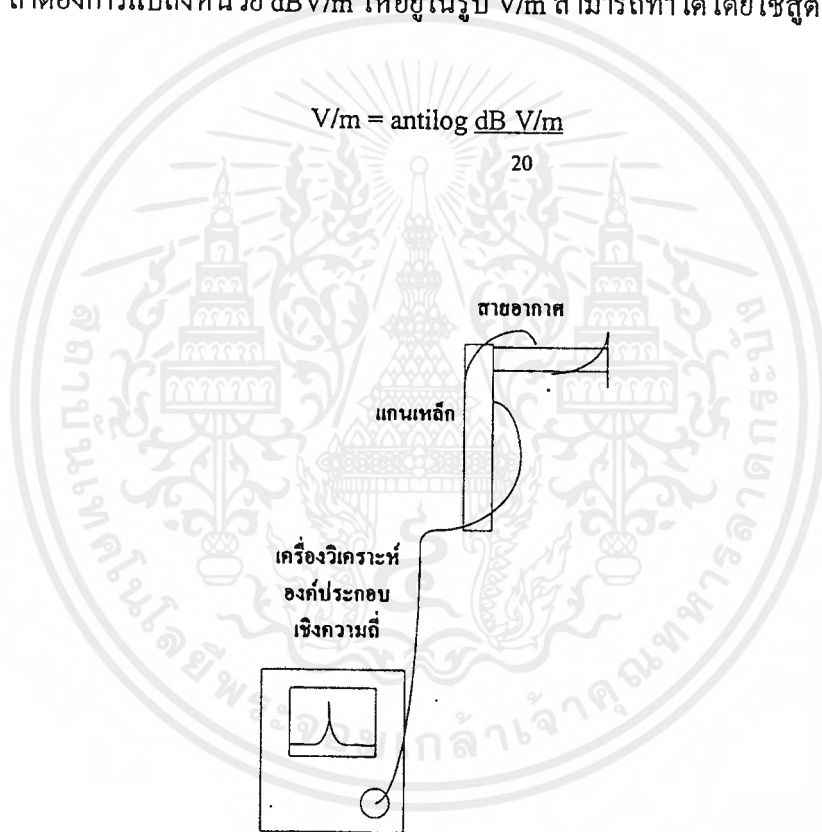
โดยที่ค่า K คือ ค่าตัวแปรสายอากาศ

F คือ ความถี่ในหน่วย MHz

G คือ อัตราการขยายของสายอากาศในหน่วยเดซิเบล (dB)

ขั้นตอนการหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ต่ออุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.12
2. หมุนสายอากาศไปซ้ายๆ จนกระทั่งได้ค่าสัญญาณที่มีขนาดสูงสุดที่เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่แสดงผลออกมา
3. อ่านค่าแอมพลิจูดในรูปหน่วย dBm จากเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่
4. แปลงรูปหน่วย dBm ให้อยู่ในรูป dBV/m โดยการบวกค่า 107 dB กับค่าตัวแปรสายอากาศ (K) สำหรับสายอากาศที่ใช้งานกับเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่
5. ถ้าต้องการแปลงหน่วย dBV/m ให้อยู่ในรูป V/m สามารถทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

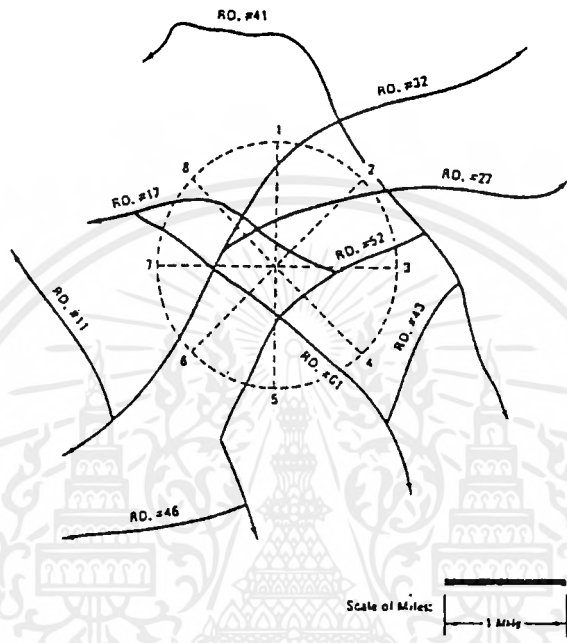


รูปที่ 2.12 การวัดหาค่าความเข้มสนามไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่

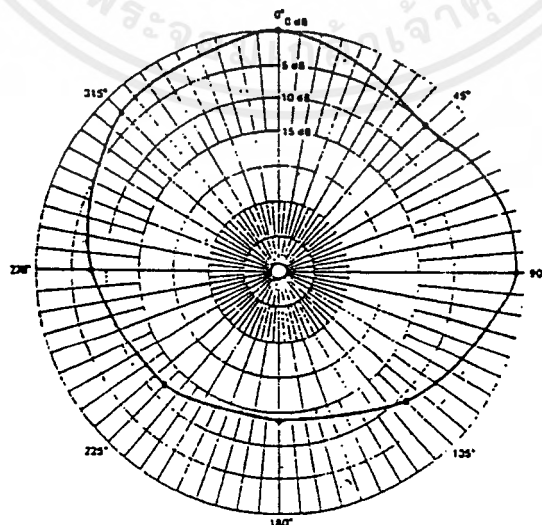
การตรวจสอบรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของระบบสายอากาศ

เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงความถี่สามารถใช้ตรวจสอบการแพร่กระจายคลื่นของระบบสายอากาศ สำหรับการวัดการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศของสถานีประจำที่ การวัดควรจะทำที่รัศมีห่างออกไปประมาณ 1 ไมล์จากสายอากาศ ซึ่งเป็นระยะที่ไกลที่สุดที่สายอากาศยังสามารถแสดงค่าได้ สามารถใช้การวาดวงกลมรัศมี 1 ไมล์บนแผนที่ และใช้จุดตัดของถนนหลายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาย และที่ตั้งจุดทดสอบต่างๆ ดังรูปที่ 2.13 ค่าความเข้มสนามไฟฟ้าที่วัดได้ที่จุดต่างๆ กัน และตำแหน่งการวัดของจุดต่างๆ ให้จดบันทึกไว้ จะเป็นการดีมาก ถ้าการวัดกระทำที่จุด 2-3 จุดที่แตกต่างกัน แต่อยู่ในบริเวณที่ใกล้ๆ กัน แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา



รูปที่ 2.13 จุดการวัดหาค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก ที่กำหนดโดยการเขียนวงกลมรอบๆ ที่ตั้งเสาอากาศ ใช้จุดต่างๆ เช่น ถนน เพื่อเป็นจุดวัด แผนที่แสดงการวัดที่จุดต่างๆ

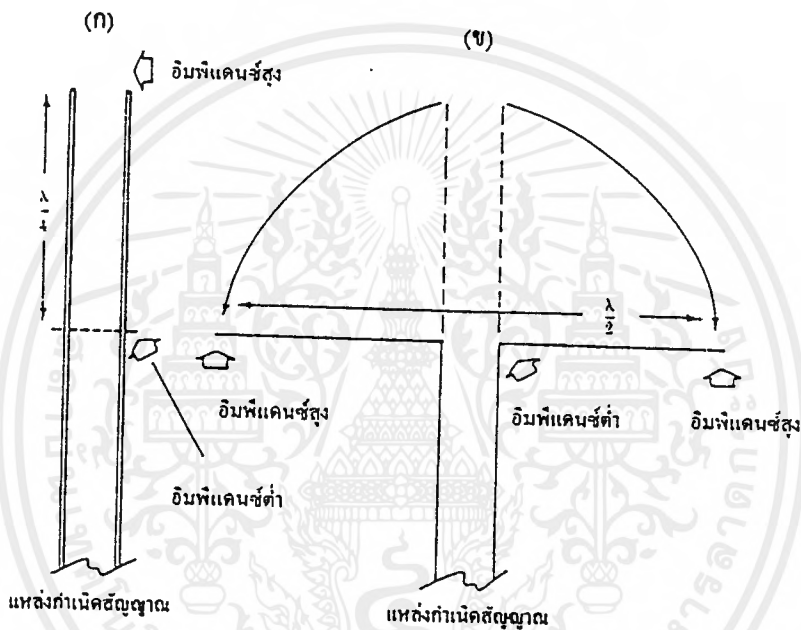


รูปที่ 2.14 รูปบันทึกวงกลมจากการวัดจุด 8 จุดต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่าผลรวมของ 8 จุดที่อ่านได้ในมุมที่ต่างกัน 45 องศา สามารถเขียนกราฟได้ในส่วนระนาบบนกระดาษกราฟวงกลม โดยวิธีต่อไปนี้ กำหนดค่าความแตกต่างสูงสุดในขณะที่อ่านได้ ซึ่งค่าความแตกต่างแสดงให้เห็นระดับค่าสูงสุด 0 dB และระดับอื่นๆ ค่า 0 dB คือ ค่าที่จุดวัดได้เป็นค่าแรก ค่าที่วัดได้จุดที่สองต่ำกว่า 5 dB และต่อๆ ไป รูปกราฟที่สมบูรณ์แสดงดังรูปที่ 2.14

2.4.5 สายอากาศไดโพล



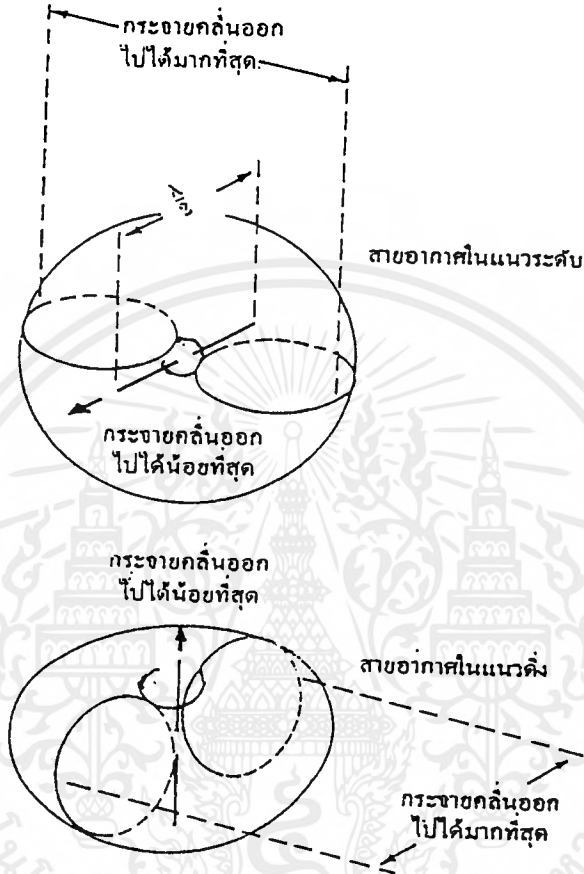
รูปที่ 2.15 สายอากาศไดโพล

มีสายส่งสัญญาณที่มีปลายหนึ่งต่ออยู่กับแหล่งกำเนิดสัญญาณ และมีปลายอีกข้างหนึ่งเปิดอยู่ ดังรูปที่ 2.15 (ก) ปลายด้านที่เปิดอยู่ย่อมมีค่าอิมพีแดนซ์สูง ถ้าทำการหาค่าอิมพีแดนซ์ตามตำแหน่งต่างๆ บนสายส่งสัญญาณ โดยเริ่มจากปลายเปิดย้อนลงไปตามสาย จะพบว่า ค่าอิมพีแดนซ์ตามตำแหน่งต่างๆ นั้น จะค่อยๆ ลดลง และจะมีค่าต่ำสุด ณ ตำแหน่งที่ห่างจากปลายเปิดนั้นเท่ากับ $\lambda/4$ และเมื่อทำการแผ่สายทั้งสองออกจากกัน ดังรูปที่ 2.15 (ข) จะเห็นว่ามีการแสไหลเข้าสู่สาย ณ ตำแหน่งตรงจุดต่อนี้ได้มากที่สุด คือ จะมีพลังงานไหลเข้าในส่วนนี้ได้มากที่สุด

ความแรงของกระแส และแรงดันตามจุดต่างๆ บนสายส่งที่ได้กางแผ่ออกไปแล้ว จะมีลักษณะรูปแบบดังรูปที่ 2.16 ซึ่งพบว่า การกางแผ่สายนำสัญญาณออกในตำแหน่งนี้ มีการกระจายของแรงดันได้มากที่สุด หมายถึงว่า เกิดการกระจายคลื่นที่อ้อมออกมาจากสายนำสัญญาณส่วนนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ดังนั้น สายนำสัญญาณส่วนนี้จะกลายเป็นสายอากาศขึ้นมา สายอากาศในลักษณะนี้จึงมีชื่อเรียกตามลักษณะที่มีแขน หรือขั้วที่ยื่นออกไปนั้นว่า สายอากาศไดโพล

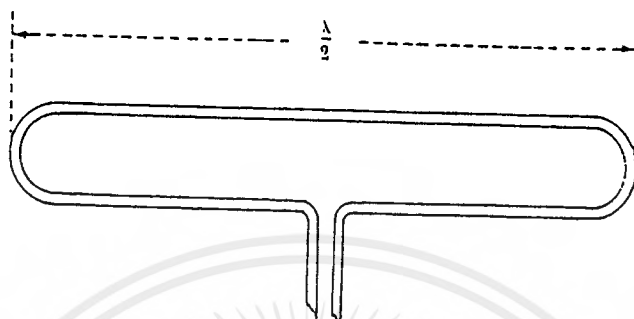


รูปที่ 2.16 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศไดโพล

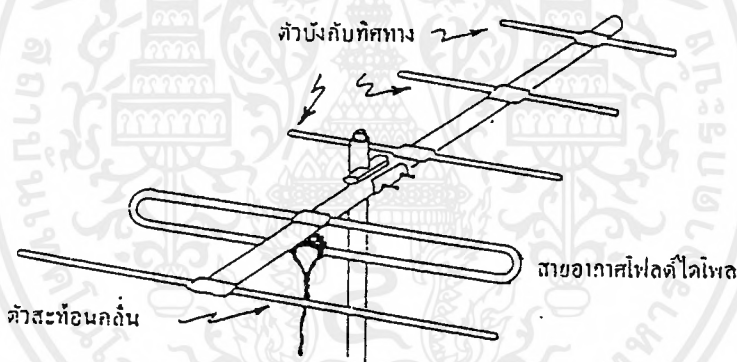
2.4.6 สายอากาศแบบอื่นๆ

นอกจากสายอากาศไดโพลแล้ว ยังมีสายอากาศอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งมีวิวัฒนาการมาจากสายอากาศแบบไดโพลแทบทั้งสิ้น เช่น สายอากาศโพลเต็ดไดโพล (Folded Dipole Antenna) ดังรูปที่ 2.17 โพลเต็ดไดโพลนี้ มีรูปแบบการกระจายคลื่นเหมือนกับสายอากาศไดโพล แต่จะมีอินพุตอิมพีแดนซ์มากกว่าอยู่ 4 เท่า การใส่ตัวสะท้อนคลื่น (Reflector) และตัวบังคับทิศทาง (Director) ให้กับสายอากาศโพลเต็ดไดโพลดังรูปที่ 2.18 เพื่อให้สายอากาศมีทิศทาง และกำลังขยายดีขึ้น ตามแนวความคิดของดอกเตอร์ยากิ (Dr.Yagi) ทำให้สายอากาศชนิดนี้มีชื่อว่า สายอากาศยากิ แต่อย่างไร

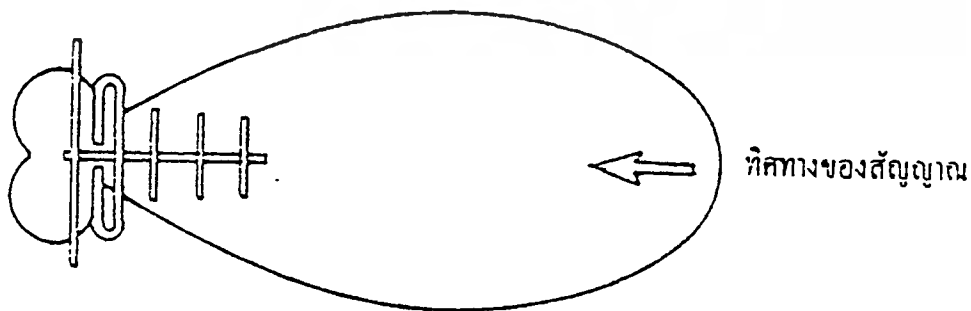
ก็ตาม จำนวนของตัวสะท้อนคลื่นที่มากกว่าหนึ่งตัวนั้นมีผลต่อทิศทางของสายอากาศน้อยมาก ดังนั้น จึงนิยมใช้ตัวสะท้อนคลื่นกับสายอากาศชนิดนี้เพียงตัวเดียว



รูปที่ 2.17 สายอากาศโพลเต็ดไดโพล



รูปที่ 2.18 สายอากาศยาคิ



รูปที่ 2.19 รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศยาคิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เครื่องส่งวิทยุ

2.5.1 วงจรออสซิลเลเตอร์

วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) คือ วงจรที่จะทำให้เกิดกระแสสลับความถี่วิทยุ หรือเรียกว่าวงจรกำเนิดความถี่วิทยุ เป็นวงจรอันดับต้นๆของเครื่องส่งวิทยุ และมีใช้อยู่ในเครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ วงจรออสซิลเลเตอร์มีหลายชนิด เช่น

1. ชนิดใช้ผลึก (Quartz Crystal) ควบคุมความถี่วิทยุ ซึ่งได้ความถี่คงที่แน่นอนดีมาก
2. ชนิดวีเอฟโอ (VFO: Variable Frequency Oscillator) ความถี่ที่ได้จะไม่คงที่แน่นอนนัก
3. ชนิดสังเคราะห์ความถี่ (Frequency Synthesizer) ได้ความถี่คงที่แน่นอน ต้องใช้วงจรกรองกระแส ป้องกันมิให้ความถี่รบกวนที่ไม่ต้องการออกไป

2.5.2 การเปลี่ยนขนาดความถี่วิทยุ

ขนาดความถี่วิทยุของออสซิลเลเตอร์จะเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้

1. ถ้าเป็นวงจรใช้ผลึกจะต้องเปลี่ยนใหม่ (หนาหรือบางกว่าเก่า)
2. ถ้าเป็นวงจรวีเอฟโอ ต้องเปลี่ยนค่าอินดักแตนซ์ของขดลวด หรือเปลี่ยนค่าความจุไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ของวงจรรีโซแนนซ์
3. ถ้าเป็นชนิดใช้เครื่องทำความถี่สังเคราะห์ ต้องทำให้หมุนเปลี่ยนค่าความถี่วิทยุได้เป็นขั้นๆ เช่น ขั้นละ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือขั้นละ 25 กิโลเฮิร์ตซ์ วงจรชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากโดยเฉพาะในเครื่องรับส่งวิทยุสมัครเล่น เพราะใช้ได้สะดวก และได้ความถี่วิทยุที่แน่นอน และดีกว่าชนิดที่ใช้วงจรวีเอฟโอ

2.5.3 ขนาดความถี่วิทยุที่ควบคุม

1. ข้อบังคับวิทยุสากลของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ กำหนดให้ความถี่ตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ ขึ้นไปจนถึง 275 กิกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่สำหรับใช้ในกิจการวิทยุระหว่างประเทศที่จะต้องจัดสรรตามประเภทของกิจการวิทยุ

2. พรบ.วิทยุคมนาคม พ.ศ.2498 มาตรา 4 กำหนดความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตั้งแต่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ จนถึง 300,000 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นความถี่ที่ต้องควบคุม ผู้ขอใช้จะต้องขออนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลขก่อน

2.5.4 คลื่นพาห้

คลื่นพาห้ หมายถึง คลื่นวิทยุที่ยังไม่มีการแปรรูปคลื่น หรือคลื่นวิทยุที่ส่งออกจากสายอากาศเครื่องส่ง เพื่อจะใช้เป็นพาหะนำสัญญาณเสียง ไปสู่เครื่องรับ แต่ยังไม่มีสัญญาณเสียง

2.5.5 การแปรรูปคลื่นวิทยุ

การแปรรูปคลื่นวิทยุ (Modulation) หมายถึง การเอาความถี่เสียง (AF) กับความถี่วิทยุ (RF) ผสมกัน หรือการเอาความถี่เสียงไปบีบบังคับความถี่วิทยุให้เป็นรูปคลื่นวิทยุแปรเปลี่ยนไป วิธีการแปรรูปคลื่นวิทยุที่ใช้กันมากมี 2 วิธี คือ

1. การแปรรูปคลื่นวิทยุทางแอมพลิจูด คือ การทำให้แอมพลิจูดของคลื่นวิทยุเปลี่ยนรูปไป เรียกว่า แอมพลิจูดมอดูเลชัน (AM: Amplitude Modulation) มีสัญลักษณ์ต่าง ๆ กันดังนี้

A_0 หมายถึง ไม่มีการแปรรูปคลื่น (มีแต่คลื่นพาห้เพียงอย่างเดียว)

A_1 หมายถึง วิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียง

A_2 หมายถึง วิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดมีเสียง

A_3 หมายถึง วิทยุโทรศัพท์

A_4 หมายถึง วิทยุโทรภาพ (Facsimile)

A_5 หมายถึง วิทยุโทรทัศน์ (Television)

2. การแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ (FM: Frequency Modulation) คือ การทำให้ความถี่ของคลื่นวิทยุแปรเปลี่ยนไปเป็นความถี่สูงขึ้น และเป็นความถี่ต่ำลง มีสัญลักษณ์ต่างๆ กันดังนี้

F_1 หมายถึง วิทยุโทรเลขระบบเอฟเอสเค (FSK: Frequency Shift Keying)

F_2 หมายถึง วิทยุโทรเลขระบบเอฟเอสเคที่มีเสียง

F_3 หมายถึง วิทยุโทรศัพท์

F_4 หมายถึง วิทยุโทรภาพ

F_5 หมายถึง วิทยุโทรทัศน์

การแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ มีข้อกำหนดว่า ความถี่ที่ใช้ต้องไม่ต่ำกว่า 30 เมกะเฮิรตซ์ ต้องเป็นความถี่วิทยุในย่านวีเอชเอฟ, ยูเอชเอฟ และเอสเอชเอฟ ส่วนการแปรรูปคลื่นวิทยุทางขนาดของสัญญาณไม่มีข้อห้าม จะใช้ความถี่วิทยุขนาดใด ๆ ก็ได้ เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่นขนาดเล็กทุกชนิด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ทั้งนี้ เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มือถือ ซึ่งใช้ความถี่ในย่าน 144-148 เมกะเฮิร์ตซ์ นิยมใช้การแปรรูปคลื่นวิทยุของความถี่สำหรับทำวิทยุโทรศัพท์แบบเอฟเอ็ม ส่วนเครื่องส่งวิทยุโทรศัพท์ขนาดเล็กแบบที่เรียกว่า วิทยุประชาชน หรือเรียกย่อว่า ซีบี มักใช้การแปรรูปคลื่นทางขนาด และใช้ความถี่ระหว่าง 26,957 - 27,283 กิโลเฮิร์ตซ์

2.5.6 ความกว้างของแถบคลื่นวิทยุ

การส่งคลื่นวิทยุเป็นพาหะอย่างเดียว จะไม่เกิดแถบคลื่นวิทยุหรือแถบข้าง จนกระทั่งมีการแปรรูปคลื่นวิทยุ จึงจะเกิดแถบคลื่นวิทยุแผ่กว้างออกไปจากความถี่วิทยุที่เป็นคลื่นพาห้ ตามแต่ละประเภทของการแปรรูปคลื่นวิทยุ เช่น

1. การแปรรูปคลื่นวิทยุทางขนาด หรือเอเอ็ม สำหรับวิทยุโทรศัพท์ชนิดที่มีแถบข้าง เป็น 2 ข้าง (Double Side Band: DSB) ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3,000 เฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นวิทยุกว้าง 3,000 บวกกับอีก 3,000 เท่ากับ 6,000 เฮิร์ตซ์ ถ้าเป็นวิทยุโทรศัพท์ชนิดที่มีแถบข้างเพียงข้างเดียว หรือที่เรียกว่า ซิงเกิ้ลไซด์แบนด์ ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3,000 เฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นวิทยุกว้าง 3,000 เฮิร์ตซ์ หรือเท่ากับ 3 กิโลเฮิร์ตซ์

2. การแปรรูปคลื่นทางความถี่ หรือเอฟเอ็ม สำหรับระบบวิทยุโทรศัพท์เพื่อการพาณิชย์ ใช้ความถี่เสียงไม่เกิน 3 กิโลเฮิร์ตซ์ จะมีแถบคลื่นกว้าง 36 กิโลเฮิร์ตซ์ แต่สำหรับวิทยุโทรศัพท์ในกิจการวิทยุสมัครเล่นนั้น จะถูกบีบให้มีแถบคลื่นวิทยุลดลงเหลือกว้างเพียง 16 กิโลเฮิร์ตซ์ เท่านั้น

2.5.7 คลื่นวิทยุที่คลื่นอื่นปะปนออกไป

เครื่องส่งวิทยุที่ดีจะส่งคลื่นที่บริสุทธิ์ออกไปเป็นคลื่นพาห้ แต่เครื่องส่งวิทยุบางเครื่องจะส่งคลื่นอย่างอื่นปะปนออกไปด้วย เนื่องจากความบกพร่องของวงจรเครื่องส่ง คลื่นเหล่านี้ได้แก่

1. คลื่นฮาร์มอนิก ซึ่งมีขนาดความถี่เป็น 2 เท่า 3 เท่า เป็นต้น ของความถี่คลื่นพาห้ ทำให้กำลังคลื่นพาลดน้อยลง เพราะต้องแบ่งกำลังไปอยู่ที่คลื่นฮาร์มอนิก และไม่ให้ประโยชน์ใดในการรับฟัง คลื่นฮาร์มอนิกยังไปรบกวนเครื่องรับอื่นๆ ที่กำลังรับฟังคลื่นพาห้ของสถานีอื่น ซึ่งมีความถี่ตรงกับคลื่นฮาร์มอนิกนี้ด้วย

2. คลื่นพาราซิติค (Parasitic Oscillation) มักเกิดขึ้นในวงจรขยายแรงไฟความถี่วิทยุย่านวีเอชเอฟ และเอชเอฟ มีความถี่ไม่แน่นอนปะปนแพร่ออกไปพร้อมกับคลื่นพาห้ ทำให้คลื่นมีกำลังลดลง เพราะกำลังส่วนหนึ่งต้องเสียไปในการส่งคลื่นพาราซิติคนี้

คลื่นที่ปะปนออกไปกับคลื่นพาห้นี้เป็นคลื่นเทียม (Spurious Transmission) เป็นตัวที่ไปรบกวนเครื่องรับอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง เช่น ไปรบกวนเครื่องรับโทรทัศน์ และเครื่องรับวิทยุ ดังนั้น

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมที่ดี จะต้องมีการวางจรรยาบรรณคลื่นฮาร์โมนิก และคลื่นเทียม หรือลดความแรงของคลื่นที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุด

2.5.8 เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่น

กรมไปรษณีย์โทรเลขอนุญาตให้จดทะเบียนใช้เครื่องส่งวิทยุสมัครเล่นได้ เฉพาะในกรณีต่อไปนี้

1. ความถี่วิทยุ ใช้ย่านความถี่ 144-146 เมกะเฮิร์ตซ์ หรือความยาวคลื่นในย่าน 2 เมตร
2. กำลังส่ง ไม่เกิน 10 วัตต์
3. ระบบสื่อสาร ใช้เฉพาะวิทยุโทรศัพท์ระบบเอฟเอ็ม คือ F₃

2.6 เครื่องรับวิทยุ

2.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุ

สิ่งที่แสดงประสิทธิภาพของเครื่องรับวิทยุทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นเครื่องรับวิทยุกระจายเสียง หรือเครื่องรับวิทยุคมนาคมที่นักวิทยุสมัครเล่นใช้ในการติดต่อสื่อสารทางวิทยุ ได้แก่

1. ความไวในการรับ หมายถึง ความสามารถในการรับสัญญาณวิทยุเบาๆ มีความแรงน้อยได้ เครื่องรับที่มีความไวน้อยต้องการสัญญาณวิทยุที่แรงมากๆ จึงจะทำให้ได้ยินเสียงได้
2. ความสามารถเลือกเฟ้นสัญญาณ หมายถึง ความสามารถแยกสถานีวิทยุที่ต้องการรับฟังให้ออกมาจากกลุ่มสัญญาณของสถานีวิทยุที่อยู่ข้างเคียงได้ ทำให้เสียงรบกวนจากสถานีที่ไม่ต้องการรับฟังเบาบางลงไปมากๆ ถ้าเครื่องรับมีความสามารถเลือกรับสัญญาณดี ทำให้การเลือกรับสัญญาณที่ต้องการได้ง่าย และถูกต้องแม่นยำ
3. ความชัดเจนของสัญญาณเสียง หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เสียงที่รับฟังได้จากเครื่องรับวิทยุชัดเจน คล้ายคลึงกับเสียงที่มาจากต้นทางมากที่สุดในการรับฟังวิทยุโทรทัศน์นั้นเพราะวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ มีทั้งเสียงพูด และเสียงดนตรี มีย่านความถี่เสียงกว้างกว่าที่ใช้ในงานวิทยุโทรศัพท์มาก
4. ความมีเสถียรภาพดี หมายถึง ความสามารถทำให้สัญญาณวิทยุปรับนิ่งอยู่ตรงความถี่วิทยุที่รับฟังได้ตลอดเวลา เครื่องรับวิทยุบางแบบ หรือบางเครื่อง โดยเฉพาะเครื่องรับวิทยุใช้หลอด เมื่อปรับให้รับคลื่นของสถานีวิทยุแห่งหนึ่งได้แล้ว จะได้ยินเสียงดังที่สุดอยู่ช่วงเวลาหนึ่งแล้วเสียงจะเบาบางไป เพราะความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรับ ทำให้ค่าของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ค่าคาปาซิเตอร์ หรือค่าอินดักเตอร์ที่เปลี่ยนไป ทำให้ความถี่รีโซแนนซ์ที่เกิดขึ้นคลาดเคลื่อนไป หรือเลื่อนไปจาก

ความถี่วิทยุที่ส่งมา จึงต้องปรับแต่งเครื่องรับให้ได้ความถี่ตรงกับความถี่ที่ส่งมาอีกครั้ง เสียงจึงจะดังขึ้นเท่าเดิม เครื่องรับชนิดใช้ทรานซิสเตอร์จะมีเสถียรภาพดีกว่าเครื่องรับชนิดหลอด

2.6.2 ดีเทคเตอร์

วงจรสำคัญที่เครื่องรับวิทยุจะขาดเสียมิได้ คือ วงจรดีเทคเตอร์ (Detector) เพราะดีเทคเตอร์เป็นตัวแยกสัญญาณเสียงออกจากสัญญาณวิทยุ

ในระบบการแปรรูปคลื่นวิทยุทางขนาด หรือเอเอ็ม ใช้หลอดโคโอด หรือสิ่งที่ทำงานได้อย่างหลอดโคโอด เช่น แร่เยอรมันเนียม หรือแร่ซิลิกอน ในสมัยเริ่มแรกที่มีวิทยุกระจายเสียง เครื่องรับวิทยุกระจายเสียงมีดีเทคแบบง่ายๆ เป็นกาลินา หรือแร่ซิลิกอน เรียกว่า เครื่องแร่ ต่อมาดีเทคเตอร์จึงเป็นหลอดโคโอด และเป็นทรานซิสเตอร์ มีชื่อเรียกต่างๆ กันตามหน้าที่การทำงาน เช่น โคโอดดีเทคเตอร์, รีเจนเนอเรทีฟดีเทคเตอร์, เฟลทดีเทคเตอร์ และโปรดัคดีเทคเตอร์ เป็นต้น ส่วนการแปรรูปคลื่นวิทยุทางความถี่ หรือเอฟเอ็มดีเทคเตอร์ เอฟเอ็มเรียกว่า ดิสคริมิเนเตอร์ (Frequency Discriminator) ต่อมาจะมี รัซดีเทคเตอร์ (Ratio Detector) ซึ่งเรียกดีเทคเตอร์ว่า คีมอดูเลเตอร์ เพื่อให้หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่กลับกันกับมอดูเลเตอร์

2.6.3 ระบบการรับคลื่นวิทยุ

เครื่องรับวิทยุแบบง่ายที่สุด คือ เครื่องแร่ มีดีเทคเตอร์เป็นก้อนแร่กับเข็มจิ้มแร่ และใช้หูฟังเป็นเครื่องเปลี่ยนความถี่เสียงเป็นคลื่นเสียง เครื่องแร่ใช้รับวิทยุกระจายเสียง และเครื่องรับวิทยุโทรศัพท์ระบบเอเอ็ม กับวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดมีเสียงได้ แต่เครื่องรับวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียงไม่ได้

เครื่องรับวิทยุชนิดหลอดแบบง่ายที่มีใช้ทั่วไป คือ แบบที่ใช้ดีเทคเตอร์แบบรีเจนเนอเรทีฟ (Regenerative Detector) เพียงหลอดเดียว ใช้รับวิทยุกระจายเสียง, วิทยุโทรศัพท์, วิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดมีเสียง และวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียงได้

การรับสัญญาณวิทยุโทรเลขรหัสสมอร์สชนิดไม่มีเสียง ใช้วิธีปรับแต่งวงจรป้อนกำลังกลับ ให้ดีเทคเตอร์เกิดการออสซิลเลต เป็นความถี่เกือบเท่าความถี่วิทยุที่รับฟัง ให้ผลต่างของความถี่ทั้งสองที่มากกระทบกัน (Beat) เป็นความถี่เสียงประมาณ 500-1000 เฮิรตซ์ เช่น เมื่อรับฟังความถี่ 14,000 กิโลเฮิรตซ์ แล้ว จะได้ยินเสียงกระทบกัน ความถี่ 500 เฮิรตซ์

ถ้าลดการป้อนกำลังกลับให้น้อยลงจนไม่เกิดการออสซิลเลต ดีเทคเตอร์จะอยู่ในสภาวะรีเจนเนอเรต (Regenerate) คือ เป็นรีเจนเนอเรทีฟดีเทคเตอร์ มีความไวในการรับฟังเพิ่มมากขึ้น รับสัญญาณวิทยุโทรเลขชนิดมีเสียง, วิทยุโทรศัพท์ และวิทยุกระจายเสียงได้ความแรงสูงมาก เครื่องรับ

วิทยุแบบปรับเปลี่ยนความถี่วิทยุ (TRF หรือ Tuned Radio Frequency) มีหลอดขยายแรงไฟความถี่วิทยุเป็นหลอดคั่น ทำหน้าที่ปรับความถี่วิทยุของวงจรขาเข้า ให้ได้เท่ากับความถี่วิทยุที่รับฟังแล้ว จึงส่งแรงไฟที่ขยายแล้วไปเข้าหลอดรีเจนเนอเรทีฟดีเทคเตอร์ เมื่อได้แรงไฟความถี่เสียงออกจากหลอดดีเทคเตอร์แล้ว จึงส่งเข้าหลอดขยายแรงไฟความถี่เสียง และส่งกระแสสลับความถี่เสียงเข้าหูฟัง หรือลำโพงเสียงเป็นอันดับสุดท้าย เครื่องรับวิทยุแบบทีอาร์เอฟนี้ แม้จะมีความไวสูง และสามารถเลือกเฟ้นสัญญาณได้ดีกว่าเครื่องรับวิทยุแบบแรม และแบบรีเจนเนอเรทีฟดีเทคเตอร์ แต่ยังใช้งานได้ไม่ดีเหมือนกับเครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (Superheterodyne)

เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ มีหลักการการทำงานที่สำคัญ คือ ใช้วิธีเปลี่ยนความถี่วิทยุที่รับเข้ามาให้เป็นความถี่กลาง (IF) เสียก่อน เพื่อขยายความแรงให้มากขึ้น แล้วจึงส่งเข้าวงจรดีเทคเตอร์เพื่อแยกเอาความถี่เสียงออกมา

ภาคแรกของเครื่องรับวิทยุเป็นภาคขยายแรงไฟความถี่วิทยุที่รับมาจากสายอากาศ แล้วจึงส่งเข้าภาคผสมความถี่ หรือภาคเปลี่ยนความถี่ โดยมีวงจรทำให้เกิดความถี่วิทยุภายในเครื่องรับ แล้วส่งความถี่วิทยุที่เกิดขึ้นนี้เข้าไปผสมกับความถี่วิทยุที่รับเข้ามา ทำให้เกิดผลต่างเป็นจำนวนเท่ากับ 455 หรือ 465 กิโลเฮิร์ตซ์ หลังจากนั้น จึงส่งความถี่เข้าภาคขยายแรงไฟ ซึ่งอาจมีตอนเดียว หรือสองตอน แล้วส่งผลที่ได้ไปเข้าวงจรไดโอดดีเทคเตอร์ เพื่อแยกความถี่เสียงออกจากความถี่ไอเอฟ และส่งความถี่เข้าภาคขยายแรงไฟความถี่เสียงต่อไป

การที่มีภาคขยายแรงไฟความถี่วิทยุจะทำให้เครื่องรับมีความไวสูง การเปลี่ยนความถี่วิทยุเป็นความถี่ไอเอฟ ซึ่งเป็นความถี่ขนาดต่ำลงมา ทำให้เครื่องรับสามารถเลือกเฟ้นสัญญาณได้ดี ลดการรบกวนจากสถานีข้างเคียงลงได้มากขึ้น และยังช่วยขยายแรงไฟความถี่ไอเอฟได้แรงกว่าที่จะขยายความถี่วิทยุ ดังนั้น เครื่องรับวิทยุแบบซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องรับแบบอื่นๆ ทั้งหมด

แม้เครื่องรับวิทยุซูเปอร์เฮเทอโรไดน์มีมา 50 ปีแล้ว แต่ยังเป็นเครื่องรับที่ทันสมัย ปัจจุบันมีการดัดแปลงวงจรแต่ละภาค เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น ใช้วิธีการแปลงความถี่ 2 ครั้ง ครั้งแรก เปลี่ยนความถี่จากความถี่วิทยุที่รับเข้ามาให้เป็นความถี่ไอเอฟขนาดความถี่ 10.7 เมกะเฮิร์ตซ์ ก่อน เมื่อผ่านภาคขยายแรงไฟ แล้วจึงเปลี่ยนความถี่ 10.7 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็น ไอเอฟ 465 กิโลเฮิร์ตซ์ อีกครั้งหนึ่งในภายหลัง ซึ่งวิธีนี้ เรียกว่า ดับเบิ้ล หรือมัลติคอนเวอร์ชันซูเปอร์เฮเทอโรไดน์ (Multiconversion Superheterodyne)

2.6.4 เสียงรบกวน

เสียงรบกวน (Noise) แบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เสียงรบกวนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องรับ คือ แม้จะปลดสายอากาศออกจากเครื่องรับแล้ว ยังได้ยินเสียงรบกวนนั้นอยู่

2. เสียงรบกวนที่เข้ามาทางสายอากาศ อันได้แก่ เสียงอากาศ (Atmospherics) รบกวน เป็นเสียงรบกวนอันเกิดจากประกายไฟฟ้าที่มนุษย์ก่อขึ้น เช่น ประกายระเบิดของหัวเทียน, เครื่องยนต์, รถยนต์ และเครื่องรังสี-เอ็กซ์ เป็นต้น

เครื่องรับวิทยุที่ดีจะมีเสียงรบกวนน้อย คือ มีประสิทธิภาพสูงในการรับสัญญาณวิทยุ จึงมีการเทียบอัตราส่วนระหว่างความแรงของสัญญาณวิทยุ กับความแรงของเสียงรบกวน เรียกว่า Signal to Noise Ratio ย่อเป็น S : N หรือ S/N เช่น เครื่องรับวิทยุมีอัตราส่วนระหว่างสัญญาณวิทยุ กับสัญญาณรบกวน เท่ากับ 20 ดีบี (S/N = 20 ดีบี) หมายความว่า สัญญาณวิทยุที่เข้ามามีความแรงเหนือกว่า หรือมากกว่าเสียงรบกวน 20 ดีบี หรือเท่ากับ

$$\begin{aligned} S/N &= 20 \text{ Log } 10/1 \\ &= 20 \text{ Log } \text{แรงสัญญาณ} / \text{แรงเสียงรบกวน} \end{aligned}$$

อนึ่ง นอกจากการใช้เครื่องรับวิทยุที่มีค่า S/N สูงแล้ว สามารถจะเพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณวิทยุได้ด้วยอัตราขยายของสายอากาศที่จะใช้กับเครื่องรับนั้น เช่น ถ้าใช้สายอากาศตั้งฉากขนาดความยาว 5/8 ของความยาวคลื่น จะได้รับความแรงของสัญญาณวิทยุสูงกว่าที่จะได้สายอากาศขนาด 1/4 ของความยาวคลื่น หรือถ้าใช้สายอากาศยาคิชนิด 4 อิลเมนต์จะได้รับความแรงของสัญญาณวิทยุสูงกว่าใช้สายอากาศโคโพลขนาด 1/2 ของความยาวคลื่นที่หันไปทิศทางเดียวกัน เป็นต้น

2.6.5 การกวาดหาคลื่นวิทยุ

การกวาดหาคลื่นวิทยุเป็นลักษณะการทำงานอย่างหนึ่งของเครื่องรับวิทยุสมัยปัจจุบัน แต่เดิมนั้น การเปลี่ยนหาคลื่นวิทยุต้องใช้วิธีหมุนคาปาซิเตอร์ด้วยมือ เปลี่ยนค่าความถี่รีโซแนนซ์ ในปัจจุบันนี้ มีวิธีเปลี่ยนค่าความถี่รีโซแนนซ์ได้เองโดยอัตโนมัติ เพื่อหาคลื่นวิทยุที่มีส่งอยู่ในขณะนั้น วิธีการกวาดหาคลื่นวิทยุได้เองโดยอัตโนมัติ เรียกว่า การกวาดหาคลื่นวิทยุ

เมื่อกดปุ่มให้เครื่องรับกวาดหาคลื่นด้วยวิธีการกวาดหาคลื่นวิทยุ เครื่องรับจะทำการกวาดหาสถานีวิทยุที่กำลังส่งคลื่นอยู่ในขณะนั้น พร้อมกับแสดงตัวเลขความถี่วิทยุที่เครื่องรับทำงานอยู่ ถ้ามีเสียงสัญญาณวิทยุ เครื่องรับจะหยุดการกวาดหา ถ้าไม่มีเสียงสัญญาณวิทยุ จะกวาดหาต่อไปจน

สุดทาง หรือสุดขนาดความถี่ที่เครื่องนั้นจะรับได้สูงที่สุด แล้วจะกลับมาตั้งต้นกวาดหาคลื่นตั้งแต่ความถี่ต่ำที่สุดอีกครั้งหนึ่ง

เครื่องรับวิทยุเอเอ็ม และเอฟเอ็ม แบบจีเอฟ 8 พีแอลแอลซินทีไซเซอร์ออโตจูนนิ่ง (GF8 PLL Synthesizer Auto Tuning) ของบริษัทซาร์ป สามารถกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงในย่านความถี่ปานกลาง 531-1602 กิโลเฮิร์ตซ์ และตลอดจนในย่านความถี่สูงมาก 87.5-108.0 เมกะเฮิร์ตซ์ได้

วิธีกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงในย่านความถี่ปานกลาง เมื่อกดสวิทช์ขึ้น (UP) แล้วปล่อย ความถี่รับจะเคลื่อนไปทางความถี่สูง 9 กิโลเฮิร์ตซ์ เท่ากับความกว้างของแถบความถี่วิทยุ 1 สถานี แล้วจะหยุดอยู่ตรงนั้นตลอดไป แต่ถ้ากดสวิทช์ขึ้นไว้นานหน่อย เครื่องรับจะกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงเรื่อยไป จนพบเสียงสัญญาณของสถานีหนึ่งเข้าจึงจะหยุด และจะหยุดอยู่ประมาณ 5 วินาที ถ้าไม่ทำอะไรจะกวาดหาคลื่นสถานีอื่นต่อจนสุดแถบความถี่ 1,602 กิโลเฮิร์ตซ์ แล้วจะกลับมาเริ่มต้นที่ความถี่ 531 กิโลเฮิร์ตซ์ใหม่ แต่ถ้าเราต้องการฟังสถานีนั้นต่อไป จะต้องกดสวิทช์หยุด (Stop) ให้เครื่องรับหยุดกวาดหาคลื่น

ในลักษณะเดียวกัน ถ้ากดสวิทช์ลง (Down) ความถี่รับก็จะเคลื่อนไปทางด้านความถี่ต่ำ 9 กิโลเฮิร์ตซ์ ทุกครั้งที่กดสวิทช์ และถ้าหากกดสวิทช์ไว้นานหน่อย เครื่องรับจะกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงที่มีความถี่ต่ำเรื่อยไป จนพบเสียงสัญญาณของสถานีหนึ่งเข้า จึงหยุดรอให้ฟังประมาณ 5 วินาที แล้วกวาดต่อไป ส่วนการรับสถานีวิทยุกระจายเสียงในย่านความถี่สูงมากระบบเอฟเอ็มเมื่อกดสวิทช์ขึ้นครั้งหนึ่ง ความถี่รับจะเคลื่อนสูงขึ้นไป 100 กิโลเฮิร์ตซ์ ถ้ากดสวิทช์ไว้นานหน่อย เครื่องรับจะกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงที่มีความถี่สูง ๆ ขึ้นไป เรื่อยๆจนกว่าจะได้ยินเสียงสัญญาณวิทยุจึงจะหยุดกวาดหา แล้วปล่อยให้ฟังได้นาน 5 วินาที ในทำนองเดียวกัน ถ้าเรากดสวิทช์ลง เครื่องรับจะกวาดหาสถานีวิทยุกระจายเสียงทางด้านที่ใช้ความถี่ต่ำลง

2.6.6 สquelch คอนโทรล

สquelch คอนโทรล (Squelch Control ย่อเป็น SQL) คือ ปุ่มบังคับในเครื่องรับวิทยุคมนาคมระบบเอฟเอ็ม ที่ทำหน้าที่ปรับให้เสียงรบกวนลดลง หรือเงียบหายไปในขณะที่ไม่มีเสียงสัญญาณวิทยุเข้ามา ในกรณีที่เมื่อเปิดเครื่องรับแล้วได้ยินแต่เสียงรบกวน ไม่มีเสียงพูด ต้องหมุนปุ่มบังคับ squelch คอนโทรลไปตามเข็มนาฬิกา จนเสียงรบกวนลดลง และให้ตั้งปุ่มบังคับนี้ไว้ตรงที่จะเริ่มมีเสียงรบกวน

หากได้ยินเสียงสัญญาณวิทยุ หรือเสียงพูดเข้ามา ต้องหมุนปุ่มบังคับไปทางขวา หรือซ้ายจนพอจะเริ่มได้ยินเสียงรบกวน และเสียงพูดวิทยุโทรศัพท์จะดังกลบเสียงนั้นได้

2.6.7 อาร์ไอทีคอนโทรล (RIT Control)

อาร์ไอทีคอนโทรล (RIT: Reciever Incremental Tuning) หมายถึง ปรับความถี่ของเครื่องรับให้เพิ่มขึ้น หรือลดลงอีกเล็กน้อย ในบางโอกาส ความถี่วิทยุของเครื่องส่งมาเข้าเครื่องรับไม่ค่อยตรงกับความถี่ที่เครื่องรับตั้งรับอยู่นัก แม้ความถี่วิทยุจะต่างกันเพียง 1 หรือ 2 กิโลเฮิร์ตซ์ อาจทำให้ได้ยินเสียงไม่ถนัดชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีวงจรช่วยปรับความถี่ของเครื่องรับอีกเล็กน้อย เพื่อให้ความถี่วิทยุตรงกันจริงๆ และเสียงจะดังชัดเจนยิ่งขึ้น การปรับความถี่นี้ กระทำได้ด้วยการปรับปุ่มอาร์ไอที ไปทางบวก (ความถี่เพิ่มขึ้น) หรือไปทางลบ (ความถี่ลดลง) ให้ได้ความถี่สูงขึ้น หรือลดลงประมาณ 3 กิโลเฮิร์ตซ์เป็นอย่างมาก ดังนั้น เมื่อใดเสียงที่รับฟังไม่ชัดเจน ให้ทดลองปรับปุ่มอาร์ไอทีไปทางบวก หรือลบทีละน้อย แต่ถ้าทำแล้วเสียงไม่ดีขึ้น แสดงว่าไม่เกี่ยวกับความถี่วิทยุเคลื่อนหรือหล่นกัน หากไม่ประสงค์ที่จะใช้วงจรอาร์ไอที ให้หมุนปุ่มปรับอาร์ไอทีไปทางซ้ายจนสุดจะถึงจุดปิด (Off)

2.7 ตัวเชื่อมโยงทางแสง (Optocoupler)

2.7.1 พื้นฐานของตัวเชื่อมโยงทางแสง

ตัวเชื่อมโยงทางแสง บางครั้งเรียกว่า ตัวแยกโดยใช้แสง (Opto Isolator) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง และตัวตรวจจับแสง โดยทั้งสองชิ้นส่วนนี้ ถูกแยกจากกันโดยมีฉนวนที่โปร่งใสคั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังที่บดแสง

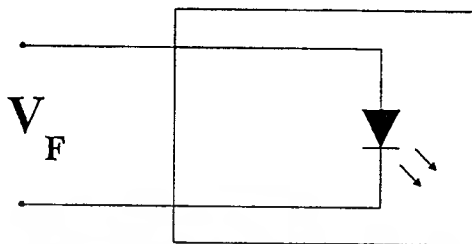
แหล่งกำเนิดแสงสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสงนั้น โดยส่วนมากจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (Infared Emitting Diode) ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอินทรีย์ ส่วนตัวตรวจจับ หรืออุปกรณ์ภาคเอาต์พุตนั้น อาจเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์, โฟโตไดร์ลิงตัน หรือสวิตช์สองทิศทาง ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้น และเอสซีอาร์ (SCR) ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง

2.7.2 คุณสมบัติของตัวเชื่อมโยงทางแสง

ในการออกแบบตัวเชื่อมโยงทางแสงควรเข้าใจถึงตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญ ตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสสามารถแบ่งออกได้เป็น อินพุต, เอาต์พุต และอัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส (CTR: Current Transfer Ratio)

อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของตัวเชื่อมโยงทางแสง เรียกว่า ไบอัส แทนด้วยตัวอักษร (η) ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ

ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด และช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุต และเอาต์พุต โดยที่ความไว และ อัตราการขยายตัวของตัวตรวจรับ จะมีความสำคัญเช่นเดียวกันกับตัวแปรอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.20 ชิ้นส่วนอินพุตของตัวเชื่อม โยงทางแสง

ตัวแปรอินพุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง จะเป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของ ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง (I_F) แรงดันตกคร่อม ไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง (V_F) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ (V_R) ดังแสดงในรูปที่ 2.20 เนื่องจากตัวแปรของเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง และตัวแปรทางด้านการส่งถ่าย (Transfer Parameter) จะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในตัวเชื่อม โยงทางแสง

ตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตรีซิสเตอร์ และโฟโตรีดาร์ลิ่งตันนั้น มีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอลเลกเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบบนรอยต่อจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน และ โฮลขึ้นมา เกิดการนำกระแสไฟ ซึ่งตัวแปรทั้งสองแบบมีดังนี้

I_C : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลกเตอร์ (เอาต์พุต)

$V_{(BR) CBO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลกเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR) CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลกเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

$V_{(BR) ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลกเตอร์

2.8 จอแสดงผลแบบผลึกเหลว

ตัวแสดงผลแบบผลึกเหลว หรือเรียกว่า LCD (Liquid Crystal Display) ซึ่งใช้สำหรับวงจร แสดงผลระบบตัวเลขในเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในยุคปัจจุบันนี้ ซึ่งแอลซีดีจะอยู่ในภาคแสดงผลของเครื่องคิดเลข, นาฬิกา, หน้าปัทม์เครื่องวิทยุ-โทรทัศน์, เครื่องมือวัด เป็นต้น ในรุ่นแรกๆ ตัว

แสดงผลจะมี 7 ส่วน ต่อมาแอลซีดีได้ก้าวเข้าไปมีบทบาทในวิทยุเคลื่อนที่, คอมพิวเตอร์ และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อความบันเทิงต่างๆ

ในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการค้นพบว่าแผ่นสารผลึกเหลวสามารถเปลี่ยนตัวเองจากใสกลายเป็นทึบแสง หรือจากทึบแสงกลายเป็นใสได้โดยการป้อนแรงดันเข้าไป คุณสมบัตินี้คือ หลักการ พื้นฐานของแอลซีดีในปัจจุบันนั่นเอง

เนื่องจากแอลซีดีกินกำลังเป็นมิลลิวัตต์ ซึ่งถ้านำมาใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จ่ายกระแสได้จำกัด เช่น มัลติมิเตอร์, นาฬิกา, เครื่องคิดเลข เป็นต้น จะสิ้นเปลืองมาก ต้องเปลี่ยนถ่านอยู่บ่อย ๆ แต่ถ้าเราหันมาใช้แอลซีดี ซึ่งกินกำลังเป็นไมโครวัตต์แล้ว อายุการใช้งานของถ่านก้อนเล็กๆ ที่บรรจุไว้นั้นจะใช้ได้นานกว่า

ผลึกเหลวเป็นตัวหลักของแอลซีดีนี้ เป็นสารชนิดหนึ่งซึ่งมีสภาพการไหลเหมือนของเหลว แต่การรวมตัวกันของโมเลกุลจะรวมตัวเช่นเดียวกันกับแบบโมเลกุลของแข็ง ซึ่งการรวมตัวกันแบบดังกล่าวนี้ เรียกว่า การรวมตัวกันแบบนีแมติกลิควิคริสทอล (Nematic Liquid Crystal)

เมื่อจ่ายไบอัสเข้าไป โดยทั่วไป แอลซีดีจะใช้แรงดันไบอัสอยู่ในระดับ 6 หรือ 20 โวลต์ สำหรับแอลซีดีขนาดใหญ่ จะทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นภายใน ลักษณะนี้เองที่ทำให้โมเลกุลภายในของผลึกเกิดการสะท้อนแสงผ่านหลอดแก้วคาร์เร็คไลท้อออกมา สำหรับอายุการใช้งานของแอลซีดีจะมีอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 10,000 ชั่วโมง

แอลซีดีที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดไดนามิกสแกตเตอริง (Dynamic Scattering) และชนิดฟิลด์เอฟเฟค (Field-effect LCD) แอลซีดีชนิดที่ 2 นิยมใช้มากกว่าชนิดแรก เพราะกินกระแสเพียง 20% ของชนิดแรก และยังสามารถให้แสงได้ชัด

การป้อนไบอัสให้แก่แอลซีดีต้องป้อนไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่พอเหมาะ และมีขนาดแรงเคลื่อนที่ถูกต้อง แต่ไม่จำเป็นจะต้องเป็นรูปคลื่นไซน์เสมอไป สัญญาณกระแสสลับนี้ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 หรือค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) 50% ถ้าไม่เป็น 0 จริง จะทำให้อายุการใช้งานของแอลซีดีสั้นลง ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ผลิตความถี่ แล้วป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าไปยังแผ่นแก้ว ที่เรียกว่าแบล็คเพลน (Black plane) และอีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนของชิ้นส่วน

การนำแอลซีดีมาใช้งานมีข้อดีดังต่อไปนี้ คือ

1. บางเบาและพกพาสะดวก มีความหนาเพียงไม่กี่มิลลิเมตร
2. ใช้พลังงานน้อย เนื่องจากต้องการกำลังงาน และแรงดันต่ำ ทำให้สามารถใช้งานได้ แม้จะมีเพียงแบตเตอรี่ขนาดเล็กเป็นตัวจ่ายกำลัง และใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ซีโมส (CMOS) ได้

3. เป็นตัวแสดงผลแบบพาสซี เพราะว่าแอลซีดีไม่ได้กำเนิดแสง การอ่านค่าที่ตัวแสดงผล ต้องใช้แสงสว่างจากภายนอก แต่ความเข้มของการแสดงผลไม่ได้จางลง เมื่อแสงสว่างจากภายนอก เพิ่มขึ้น หากต้องการอ่านค่าในที่มืด ทำได้โดยใช้แสงไฟส่องมาจากด้านหลังของแผงแอลซีดี

4. เชื้อถั่วได้ ใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิกว้าง และมีอายุการใช้งานนาน
5. ราคาถูก

2.9 การควบคุมมอเตอร์กระแสลับ

2.9.1 วงจรจุดชนวน

วิธีการจุดชนวนไทรซิสเตอร์ จึงต้องออกแบบวงจรจุดชนวนให้ได้ความต้องการต่อไปนี้

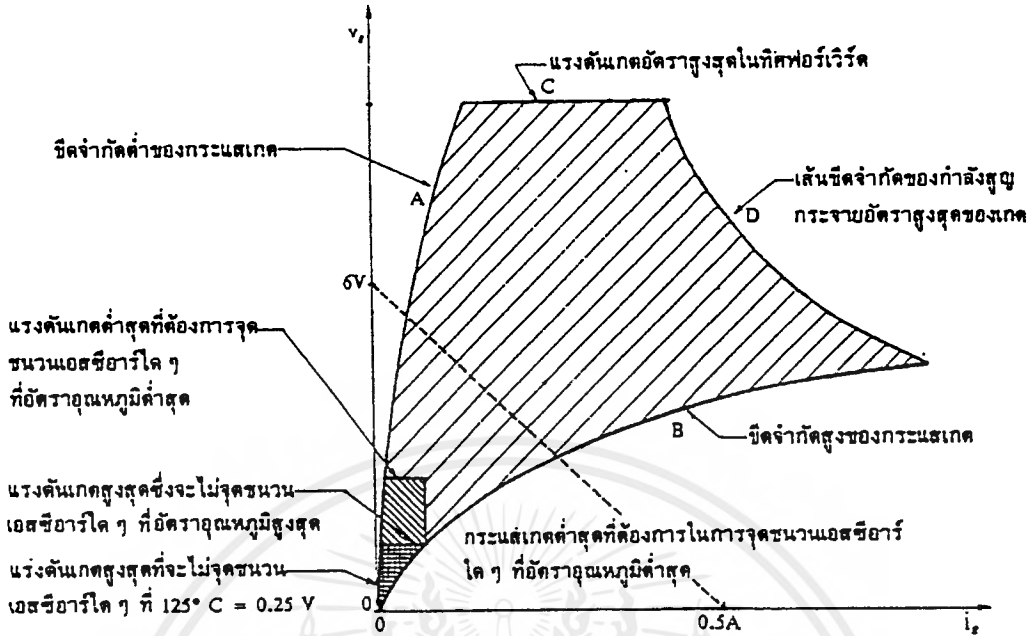
1. ต้องสามารถจุดชนวนได้ ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนไทรซิสเตอร์เป็นตัวอื่น แต่ยังคงเป็นตัวเดียว
2. ต้องมีแรงดัน และกำลังไม่สูงเกินกว่าจะทนทานได้
3. ต้องแน่ใจได้ว่า การจุดชนวนจะต้องไม่เกิดจากสัญญาณรบกวนอื่นๆ

ตามความต้องการดังกล่าว จึงออกแบบวงจรจุดชนวนที่มีวงจรสมมูล ดังรูปที่ 2.22 (ก) ซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีแรงดันเปิดวงจร E_{OC} , มีความต้านทานภายใน R_G และมีเส้นโค้งลักษณะสมบัติ ดังรูปที่ 2.21 โดยสามารถเขียนเส้นภาระ (Load Line) จากจุด E_{OC} ซึ่งอยู่บนแกนตั้งของรูปที่ 2.21 ผ่านบริเวณที่นิยมใช้ขั้ววงจร ซึ่งเป็นบริเวณที่สามของรูปที่ 2.21 มายังจุดของกระแสลัดวงจรของ วงจรจุดชนวน I_{SC} ซึ่งอยู่บนแกนนอนของรูปที่ 2.22 ดังได้นำมาแสดงใหม่ในรูปที่ 2.22 (ข) โดย แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเปิดวงจร E_{OC} กับกระแสลัดวงจร I_{SC} ดังนี้

$$I_{SC} = E_{OC} / R_G \quad (3.1)$$

สำหรับไทรซิสเตอร์ขนาด 100 แอมแปร์ทั่วๆ ไป ควรมีวงจรที่สามารถให้แรงดันเปิดวงจร 6 โวลต์ และมีความต้านทาน 12 โอห์ม ซึ่งสามารถเขียนรูปแสดงเส้นภาระได้ ดังเส้นประที่แสดงใน รูปที่ 2.21

ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้าของวงจรจุดชนวนมีแรงดันเป็นฟังก์ชันกับเวลา คือ $E_{OC} = e_s(t)$ แล้วเส้น ภาระที่เขียนได้จะเป็นเส้นที่เคลื่อนที่กวาดไปตามเส้นกราฟ โดยเริ่มต้นจากจุดกำเนิดไปสู่ตำแหน่ง สูงสุด คือ เส้นภาระที่แสดงเอาต์พุตสูงสุดของวงจรจุดชนวน

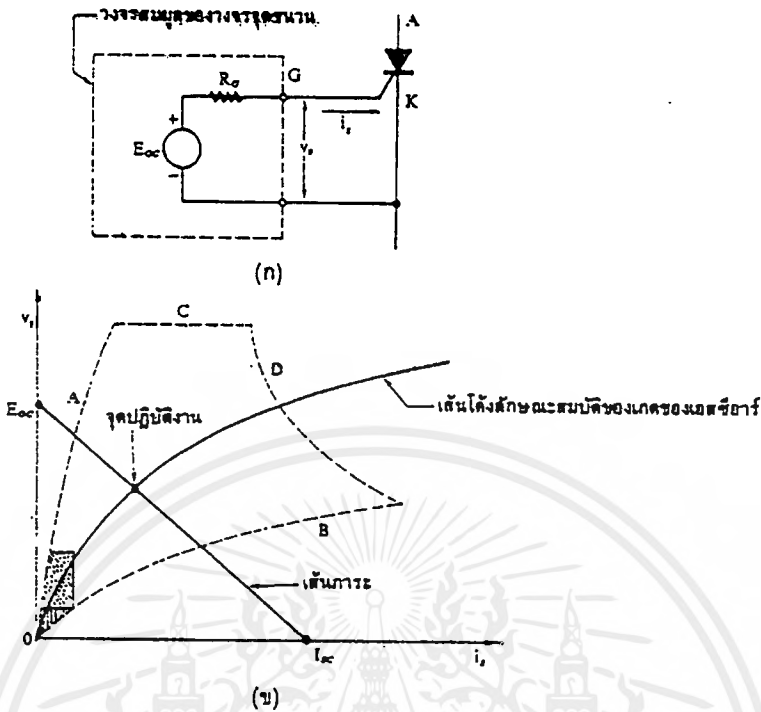


รูปที่ 2.21 เส้นโค้งลักษณะสมบัติระหว่างแรงดันกับกระแสของแกต

การเลือกใช้เส้นโค้งกำลังของแกตนี้จะขึ้นอยู่กับขีดจำกัดค่าเฉลี่ย หรือขีดจำกัดค่าสูงสุดที่สามารถยอมให้ได้ ค่ากำลังสูญเสียกระจายของแกต ดังตัวอย่าง เช่น ถ้าใช้สัญญาณไฟตรงเข้าจุดชนวน ต้องเลือกให้เส้นโค้งที่ไม่เกินค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สามารถยอมให้ได้ของกำลังสูญเสียกระจายของแกต ถ้าใช้พัลส์เข้าจุดชนวน ต้องเลือกใช้เส้นโค้งกำลังสูญเสียกระจายของแกต คือเส้น D ในรูปที่ 2.21 สำหรับสัญญาณแกตที่รูปคลื่นอยู่กลางๆ ระหว่างสัญญาณคี่ซีกกับพัลส์ ต้องใช้เส้นโค้งขีดจำกัดของกำลังสูญเสียกระจายที่สามารถยอมให้ได้ของแกต ที่คำนวณได้จากวัฏจักรหน้าที่ (Duty Cycle) ของสัญญาณจุดชนวนตามสูตร

$$(\text{กำลังสูงสุดของแกต}) \times (\text{ความกว้างของพัลส์}) \times (\text{จำนวนของพัลส์}) \leq (\text{กำลังเฉลี่ยของแกต}) \quad (3.2)$$

ในปัจจุบันมีวงจรจุดชนวนที่ใช้งานจริงมีอยู่หลายแบบ แต่ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเฉพาะวงจรจุดชนวนด้วยเฟสของไฟฟ้ากระแสสลับทั้งแบบครึ่งคลื่น และแบบเต็มคลื่นเท่านั้น ซึ่งเป็นวงจรจุดชนวนชนิดที่นำมาใช้ออกแบบในปริณญาณิพนธ์นี้



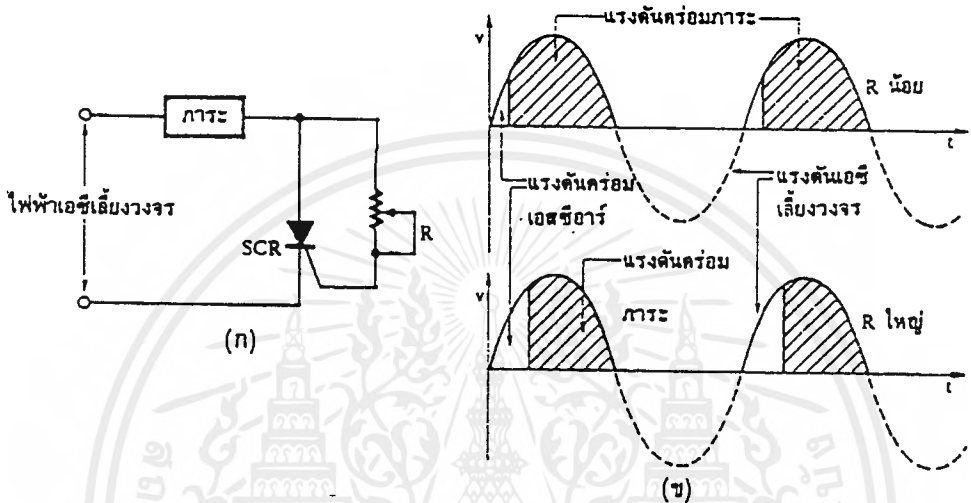
รูปที่ 2.22 (ก) วงจรสมมูลของวงจรจุดชนวนเกต (ข) เส้นการะ

2.9.2 วงจรจุดชนวนด้วยเฟสของสัญญาณกระแสสลับ

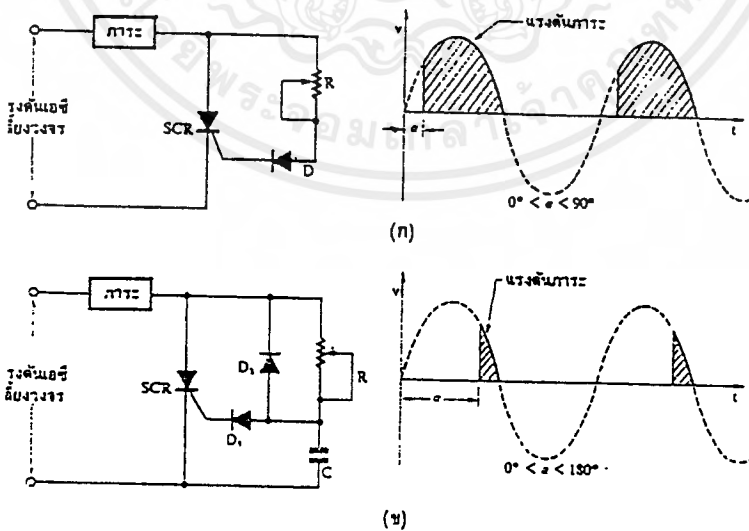
ใช้แรงดันไฟสลับเลี้ยงวงจรจุดชนวนผ่านความต้านทานที่แปรค่าได้ R ดังรูปที่ 2.23 (ก) ซึ่งทำให้เอสซีอาร์เปิดกระแสขึ้น เมื่อกระแสเกตมีค่าเพียงพอ ในครึ่งวัฏจักรกระบวนระหว่างเฟส และเอสซีอาร์จะปิดกระแสเมื่อครึ่งวัฏจักรกลับมาถึง ซึ่งมีรูปคลื่นแรงดัน ดังรูปที่ 2.23 (ข) แต่เกตของเอสซีอาร์อาจชำรุดได้ เมื่อครึ่งวัฏจักรกลับมาถึง จึงได้มีการแก้ไขโดยการใส่ไดโอด D เข้ากับแรงดันกลับที่ป้อนเข้าเกต ดังรูปที่ 2.24 (ก) ซึ่งวงจรสามารถควบคุมให้เอสซีอาร์เปิดกระแสแปรค่ามุมจาก 0 องศา คือ เปิดให้นำกระแสครั้งคลื่นเต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ ถึงมุม 90 องศา คือ เปิดให้กระแสครั้งคลื่น 50 เปอร์เซ็นต์ จึงนิยมนำไปใช้ในการควบคุมกระแส เรียกว่า วิธีควบคุมเฟส

เพื่อให้สามารถควบคุมเฟสได้จาก 0 องศา ถึง 180 องศา ต้องใช้ความต้านทาน, ตัวเก็บประจุ และไดโอดเข้าต่อร่วมกัน ดังรูปที่ 2.24 (ข) ต้องเลือกใช้ตัวเก็บประจุที่ใหญ่พอที่จะสามารถเก็บประจุ เพื่อถ่ายออกเป็นกระแสเกตที่ใหญ่พอเพียงที่จะจุดชนวนได้ และเลือกค่าความต้านทานเพื่อที่จะสามารถปรับค่าเวลาของ RC ให้มุมจุดชนวนเกิดขึ้นจาก 0 องศา ถึง 180 องศาได้ ซึ่งเมื่อแรงดันไฟสลับเลี้ยงวงจรครึ่งวัฏจักรบวกผ่านเข้ามา จะประจุให้แผ่นบนของตัวเก็บประจุ C มีศักย์บวก จนถึงเวลาที่ตั้งไว้ด้วยการปรับค่าความต้านทาน R จะทำให้ศักย์บวกบนตัวเก็บประจุ C มีค่าใหญ่พอ

พอที่เอสซีอาร์จะปิดกระแส และแรงดันค่าลบนี้จะให้กระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุ C และไดโอด D₂ แล้ว ประจุให้มีสัปดาห์ที่แผ่นบนของตัวเก็บประจุ C ซึ่งเป็นการตั้งต้นใหม่ รอคอยครึ่งวัฏจักรบวกที่จะมาถึงต่อไป สำหรับไดโอด D₁ ทำหน้าที่กั้นแรงดันกลับที่จะป้อนเข้าเกิดในช่วงครึ่งวัฏจักรลบ วงจรนี้สามารถนำไปดัดแปลงให้ใช้กับวงจรควบคุมเฟสเต็มคลื่นได้



รูปที่ 2.23 (ก) วงจรจุดชนวนด้วยเฟสของสัญญาณกระแสสลับแบบง่าย (ข) รูปคลื่นแรงดันเมื่อค่าความต้านทาน R มีค่าน้อย และใหญ่



รูปที่ 2.24 (ก) วงจรควบคุมเฟสครึ่งคลื่นแบบง่ายด้วยความต้านทานปรับค่าได้ (ข) วงจรควบคุมเฟสครึ่งคลื่นด้วยความต้านทานปรับค่าได้, ตัวเก็บประจุ และไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก บรรจุไว้ในแผงวงจรรวมเพียงชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล 51 หรือ MCS51 อันได้แก่ เบอร์ 8051 และ 8052 ซึ่ง MCS-51 ผลิตโดยบริษัท Intel มีการทำงานเป็นแบบ 8 บิต

2.10.1 โครงสร้างของ 8051

ภายใน 8051 จะประกอบขึ้นด้วยเกตต่างๆ เช่น AND, OR และ NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะถูกออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังแผนผังในรูปที่ 2.25

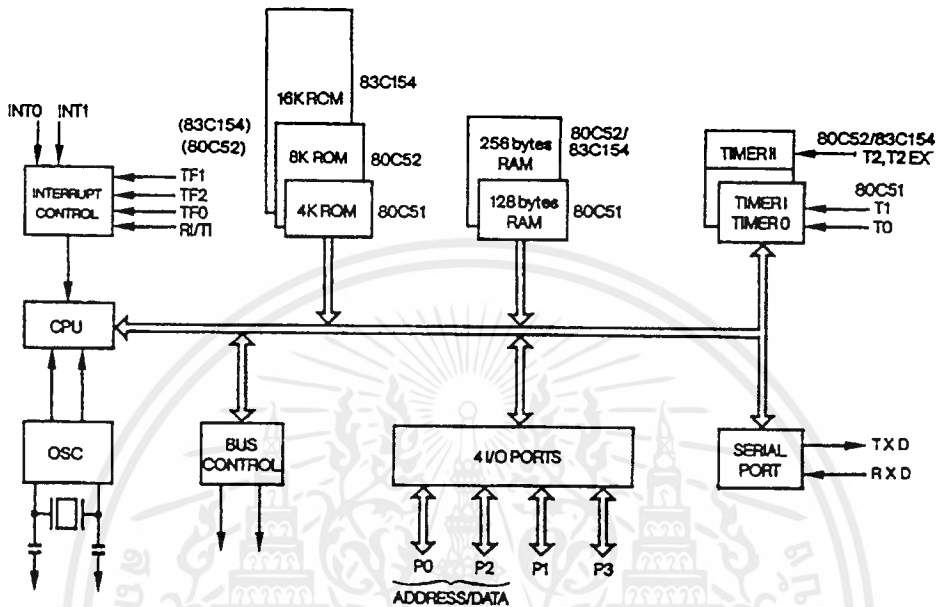
แผนผังในรูปที่ 2.25 เป็นโครงสร้างใหญ่ๆ ของ 8051 เนื่องจากลักษณะของ 8051 เป็นคอมพิวเตอร์ จึงประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ ตัวประมวลผล หรือ CPU (Central Processing Unit) ส่วนนี้จะมีส่วนที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้า หรือส่งออก จากตัว 8051 ซึ่งควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมเส้นทาง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย ใน CPU นี้ยังประกอบด้วยส่วนย่อยอีกส่วนที่เรียกว่า ส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ หรือหน่วยความจำที่ต้องการ

ส่วนที่ 2 คือ หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ซึ่งในการจะนำข้อมูลออกมาใช้จะต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ หรือตำแหน่ง (Address) นั้นเอง การเอาข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า การเขียนข้อมูล และการเอาข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปรวมทั้ง 8051 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะมีค่าได้เพียง 8 บิต แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 255 การติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. ค่าตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ใน 8051 จะติดต่อกับหน่วยความจำประเภท Program Memory หรือ Data Memory ได้สูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง ดังนั้น การอ้างอิงแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น
2. ข้อมูลที่จะอ่าน หรือเขียนกับหน่วยความจำที่ตำแหน่งในข้อ 1

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล



รูปที่ 2.25 แผนผัง โครงสร้างของ 8051

สัญญาณเหล่านี้จะถูกวงจรควบคุมภายใน 8051 สร้างมาจากวงจรลอจิกของคำสั่งที่ 8051 อ่านจากหน่วยความจำ Program Memory เข้าไปทำงานนั่นเอง ในรูปที่ 2.25 หน่วยความจำได้แก่ 4K ROM และ 128 Byte RAM ซึ่งขนาดของหน่วยความจำนี้มีขนาดต่างๆ กันตามเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนที่ 3 อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต (Input/Output Device) เป็นส่วนที่จะใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือออกจาก 8051 ทำให้ 8051 ติดต่อกับภายนอกได้ ดังรูปที่ 2.27 อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตได้แก่ 4 I/O Port, Timer 0, Timer 1 และ Serial Port

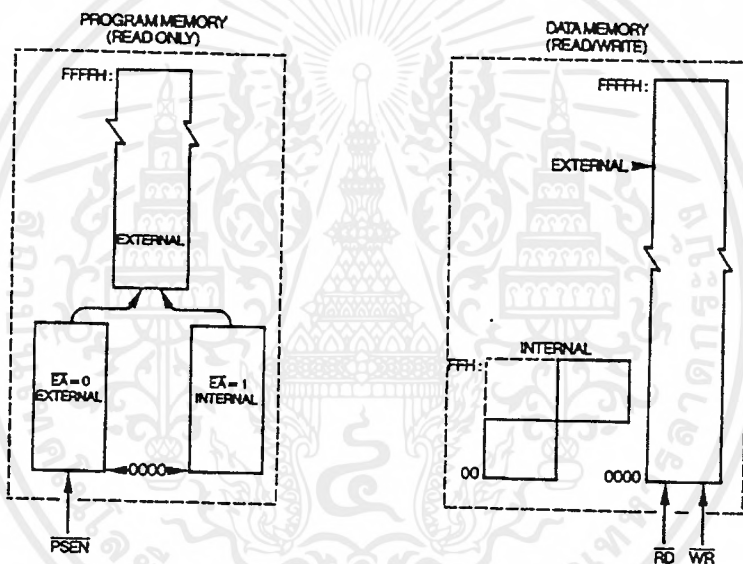
2.10.2 การจัดการหน่วยความจำของ 8051

หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกไว้เป็น 2 แบบ ตามลักษณะของการใช้งาน คือ

1. Program Memory เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปรหัสภาษาเครื่อง ซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน 8051 จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำประเภทนี้เข้าไปถอดรหัส แล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำแบบนี้จะต้องเป็นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM และผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นรหัสภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ จำนวนตำแหน่งสูงสุดของหน่วยความจำแบบนี้ ที่ 8051 จะใช้งานได้ คือ 65,536 ตำแหน่ง หน่วยความจำตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH จำนวน 4 กิโลไบต์ นั้น ผู้ใช้จะเลือกได้ว่าเป็นตำแหน่งของ ROM ที่อยู่ภายใน หรือภายนอก 8051 ถ้าต้องการให้ 8051 ทำงานตามคำสั่งที่เก็บไว้ใน ROM ภายใน 8051 ให้ป้อนสัญญาณสถานะลอจิก 1 เข้าที่ขา EA ของ 8051 แต่ถ้าต้องการให้ทำงานในโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM ภายนอก 8051 ให้ต่อลอจิก 0 เข้าที่ขา EA ของ 8051 ส่วนหน่วยความจำที่ตำแหน่ง 1FFFH ถึง FFFFH จะต้องต่ออยู่ภายนอก 8051 เสมอ ดังแสดงในแผนภูมิหน่วยความจำ (Memory Map) ในรูปที่ 2.26

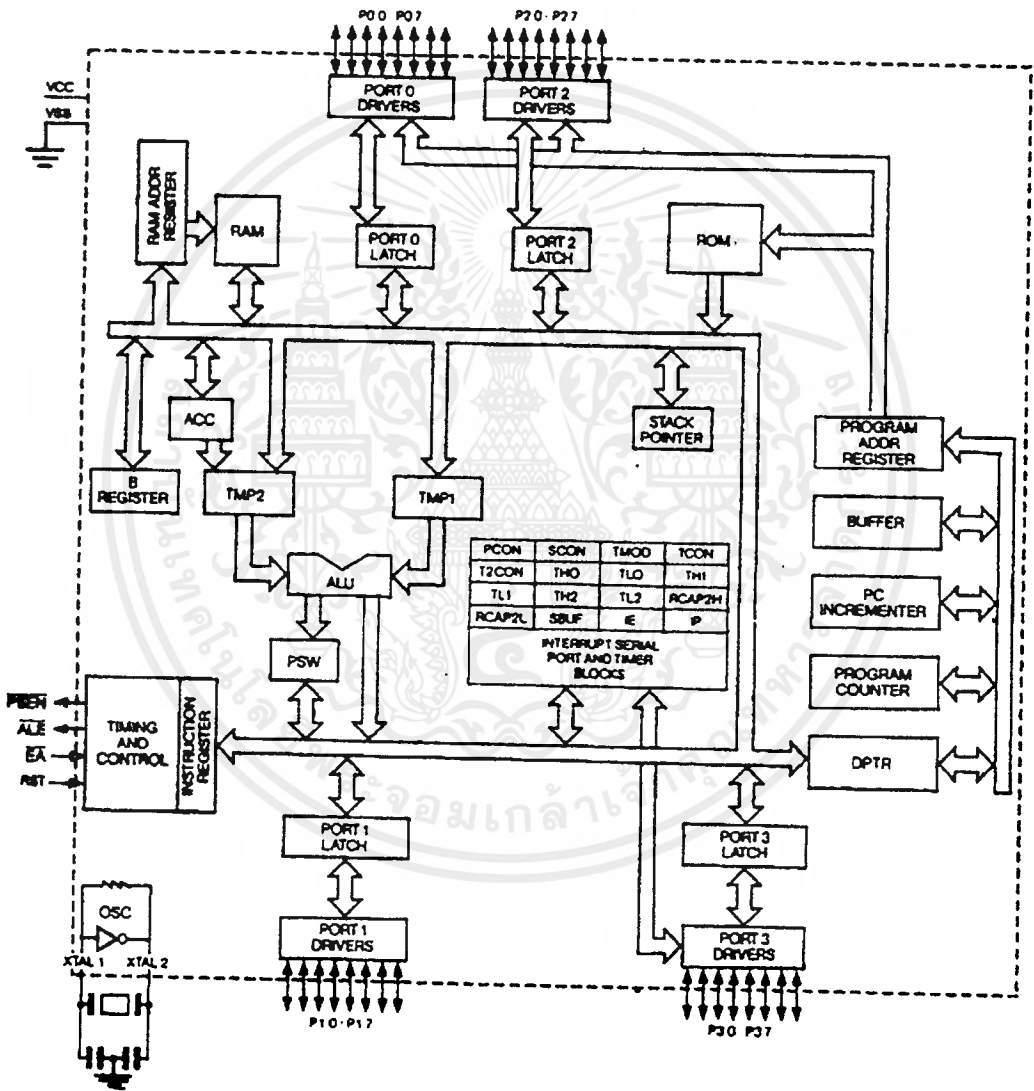


รูปที่ 2.26 แผนภูมิหน่วยความจำของ 8051

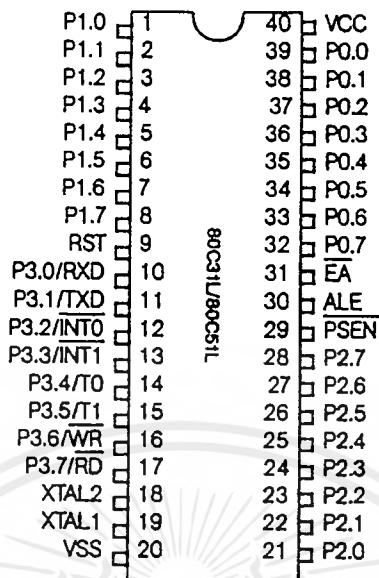
2. Data Memory เป็นหน่วยความจำที่ 8051 จะใช้สำหรับพัก หรือเก็บข้อมูล แล้วเรียกมาใช้ใหม่ในระหว่างการทำงานของ 8051 การอ่าน หรือเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำ จะกระทำโดยคำสั่งที่เก็บไว้ใน Program Memory หน่วยความจำแบบนี้เป็นประเภท RAM หน่วยความจำแบบ Data Memory ของ 8051 จะมีอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งอยู่ภายใน 8051 จำนวน 128 ไบต์ที่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH และอีกชุดหนึ่งจะต้องต่ออยู่ภายนอกของวงจรรวม 8051 มีได้สูงสุด 65536 ไบต์ (64 กิโลไบต์) อยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH ดังแสดงในรูปที่ 2.26

2.10.3 สถาปัตยกรรมของ 8051

ในรูปที่ 2.27 เป็นรูปแสดงสถาปัตยกรรมภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนประกอบย่อยๆ ภายในตัวของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 เพียงชีพเดียว และสัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครโปรเซสเซอร์ ตระกูล MCS-51 ที่มีอยู่ 40 ขา ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.27 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051



รูปที่ 2.28 แผนผังขาของ 8051 แบบ DIP

8051 ที่บรรจุอยู่ใน IC แบบ DIP ซึ่งมีขาทั้งหมด 40 ขานั้นจะใช้งานต่างๆ กันดังนี้ คือ
Vcc

ขา 40 เป็นขาที่ต้องป้อนไฟ +5 โวลต์ เข้าไปเพื่อให้ IC ทำงานได้ ระดับแรงดันของลอจิก 0 และ 1 ของ 8051 จึงต่อเข้ากับอุปกรณ์ TTL ได้โดยตรง

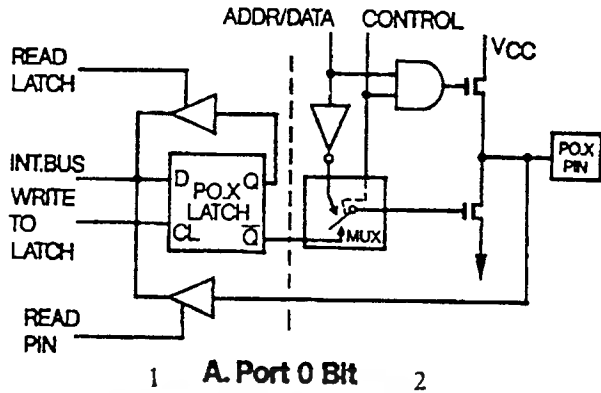
Vss

ขา 20 เป็นขาที่ต้องต่อกับกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟ การต่ออุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมีกราวด์ของอุปกรณ์ต่อเข้าด้วยกัน

Port 0

เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ที่ขา 39 ถึง 32 ตามรูปที่ 2.28 แต่ละขาจะเรียกว่า P0.0,....., P0.7 พอร์ต 0 นี้ใช้ได้ทั้งการรับส่งตำแหน่ง และข้อมูลกับหน่วยความจำ หรือใช้เป็นพอร์ตรับส่งข้อมูลได้ โครงสร้างแต่ละบิตของพอร์ต 0 เป็นดังรูปที่ 2.29

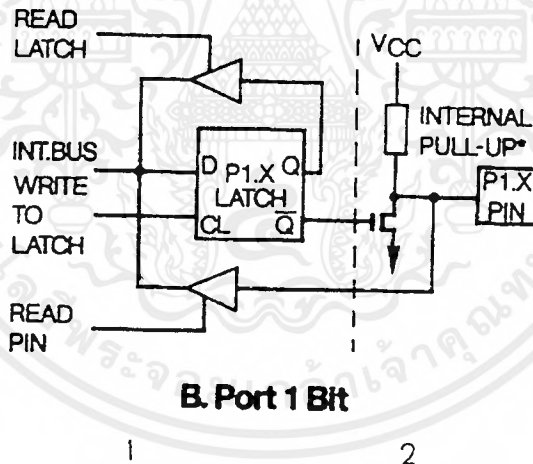
จากโครงสร้างในรูปที่ 2.29 เมื่อมีคำสั่งการเขียนข้อมูลมายังพอร์ต 0 ข้อมูลจากเส้นทางข้อมูลภายในจะถูกแลตช์ ไว้ที่ D-FF โดยสัญญาณ write to latch ที่ถูกสร้างมาจากส่วน Timing and Control และในการอ่านข้อมูลจากพอร์ต 0 จะอ่านได้ 2 แบบ คือ การอ่านข้อมูลที่ส่งไปเก็บไว้ที่พอร์ต จะมีสัญญาณ read latch มา เพื่ออ่านข้อมูลจาก D-FF กลับเข้ามายังเส้นทางข้อมูลภายใน การอ่านข้อมูลอีกแบบ คือ การอ่านสถานะของสัญญาณที่เข้ามาทางพอร์ต 0 จะมีสัญญาณ read pin มาควบคุมการอ่าน



รูปที่ 2.29 โครงสร้างของพอร์ต 0

Port 1

เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต ในรูปที่ 2.28 คือ ขา P1.0 ถึง P1.7 (ขา 1-8) โครงสร้างของพอร์ต 1 แต่ละบิตมีดังรูปที่ 2.30



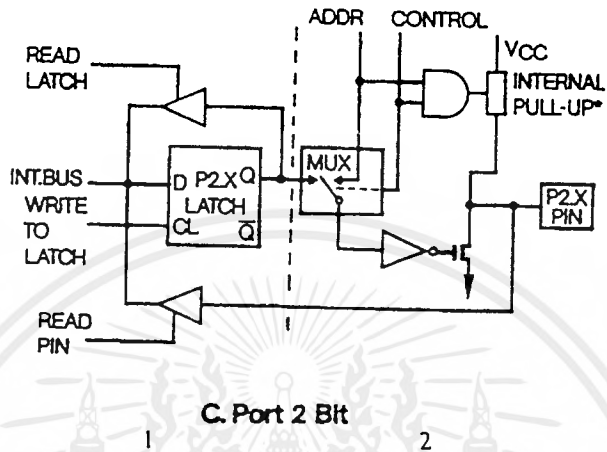
รูปที่ 2.30 โครงสร้างของพอร์ต 1

Port 2

พอร์ตขนานขนาด 8 บิต คือ ขา P2.0 ถึง P2.7 ในรูปที่ 2.28 โครงสร้างของพอร์ต 2 แต่ละบิตจะมีดังรูปที่ 2.31

โครงสร้างเหมือนพอร์ต 0 แตกต่างที่พอร์ต 2 นั้น ภาคขับจะใช้งานเพียง 2 ลักษณะ คือ

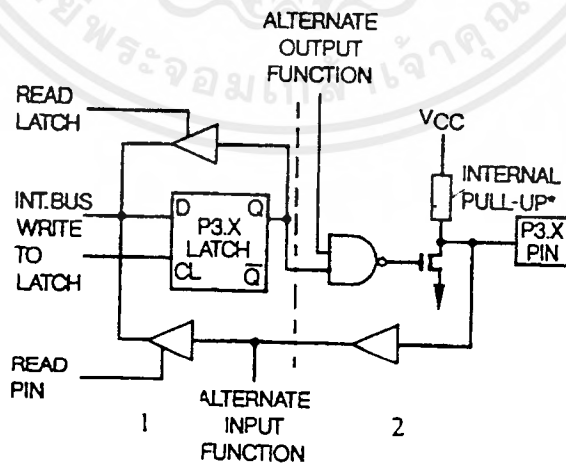
1. ใช้ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำภายนอกที่ต้องการติดต่อ ค่าตำแหน่งนี้เป็น 8 บิตบนของค่าตำแหน่ง
2. ใช้เป็นพอร์ตรับ และส่งข้อมูลกับภายนอก



รูปที่ 2.31 โครงสร้างของพอร์ต 2

Port 3

เป็นพอร์ตขนานขนาด 8 บิต คือ ขา P3.0 ถึง P3.7 (ขา 10-17) ตามลำดับในรูปที่ 2.28 พอร์ตนี้มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 โครงสร้างของพอร์ต 3

RST

ขาริเซตนี้จะใช้ทำการริเซตการทำงานของ 8051 ที่ขา RST ภายใน 8051 จะมีความต้านทานต่อระหว่างขาเข้ากับกราวด์ ถ้าป้อนสัญญาณที่มีสภาวะลอจิก 1 เข้าไปที่ขา RST นี้ จะเป็นการริเซตการทำงานของ 8051 ดังนั้น จึงสามารถต่อตัวเก็บประจุภายนอกระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง +5 โวลต์ เพื่อให้เกิดการริเซต เมื่อเริ่มป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 8051 ซึ่งเรียกว่า การริเซตเมื่อเปิดเครื่อง

เมื่อสัญญาณที่ขา RST กลับเป็น 0 จะออกจากการริเซต 8051 จะเริ่มทำงานจากคำสั่งที่อยู่ในโปรแกรม program memory ตำแหน่ง 0000H เพราะค่าของรีจิสเตอร์ PC ซึ่งใช้ตำแหน่งโปรแกรมที่จะทำงานถูกเปลี่ยนให้เป็น 0000H

ALE

Address Latch Enable ขานี้จะส่งสัญญาณที่มีความถี่ 1/6 เท่าของสัญญาณนาฬิกาจากออสซิลเลเตอร์ สัญญาณนี้จะส่งออกมาตลอดเวลา สัญญาณนี้จะบอกกับอุปกรณ์ภายนอก 8051 ว่าขณะนี้สัญญาณนี้ active (เป็นลอจิก 1) จะมีการส่งข้อมูลที่เป็น 8 บิตล่างของตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก 8051 ที่ต้องการติดต่อออกไปทางพอร์ต 0 อุปกรณ์ภายนอกจะใช้สัญญาณนี้ในการแลตช์ข้อมูลไว้ เพราะพอร์ต 0 จะส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำออกมาเพียงชั่วขณะเท่านั้น ซึ่งในเวลาต่อมาพอร์ต 0 จะใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำภายนอก

PSEN

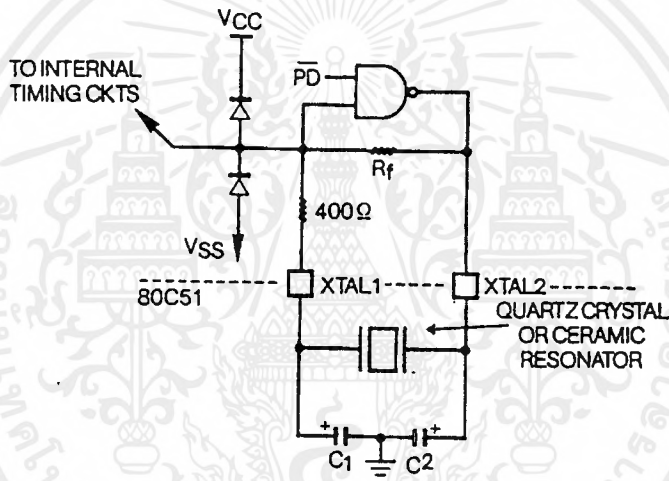
Program Store Enable เป็นขาที่ 29 ในรูปที่ 2.28 ขานี้ปกติจะให้ลอจิก 1 แต่จะส่งลอจิก 0 เมื่อต้องการอ่านคำสั่ง ที่จะนำไปทำงานจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม ภายนอก 8051 ในกรณีที่อ่านคำสั่ง ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายใน 8051 แล้วสัญญาณนี้จะไม่เปลี่ยนลอจิกเป็น 0

EA

External Access ขา 31 ของรูปที่ 2.28 เป็นขาอินพุต ที่ต่อเข้าไปยังวงจร timing and control ในรูปที่ 2.28 เพื่อควบคุมการสร้างสัญญาณ PSEN ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA นี้ แสดงว่าโปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ที่ต้องการให้ทำงานถูกเก็บไว้ภายนอก 8051 จะต้องสร้างสัญญาณ PSEN ออกไปยังภายนอก เพื่อทำการ FETCH คำสั่งเข้ามาทำงาน แต่ถ้าสัญญาณที่ป้อนให้ขา EA เป็น 1 หมายความว่า โปรแกรมในตำแหน่ง 0000H ถึง 0FFFH ถูกเก็บไว้ใน 8051 การทำงานในตำแหน่งหน่วยความจำช่วงนี้จะอ่านคำสั่งต่างๆ จาก ROM ภายใน 8051

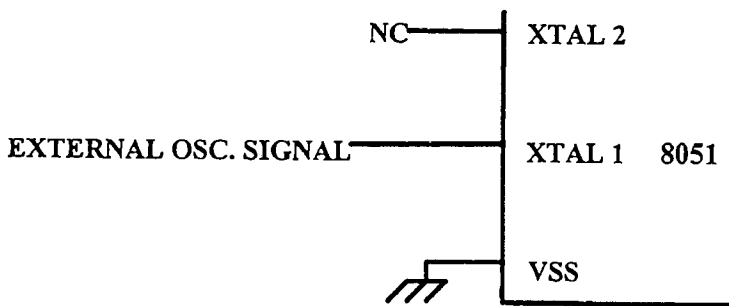
XTAL 1

ขา 19 ของรูปที่ 2.28 ขานี้จะต่อเข้ากับขาของวงจรขยายแบบกลับเฟส ที่ประกอบเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ ในรูปที่ 2.33 จะเห็นวงจรภายในของออสซิลเลเตอร์ NAND gate จะทำหน้าที่เป็นวงจรขยายแบบกลับเฟสของสัญญาณ ที่จะควบคุมให้มีการออสซิลเลตหรือไม่ ขึ้นอยู่กับสัญญาณ PD ซึ่งต่อมาจากบิต PD ของรีจิสเตอร์ PCON ถ้าต้องการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานของ 8051 ให้ป้อนสัญญาณเข้ามาที่จุดนี้ แต่ถ้าต้องการใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ภายในให้ต่อคริสตัล หรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ ดังรูปที่ 2.33 คาปาซิเตอร์ในวงจรควรมีค่าประมาณ 20 pF



รูปที่ 2.33 วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051

XTAL 2



รูปที่ 2.34 8051 ที่ทำงานโดยสัญญาณที่มาจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

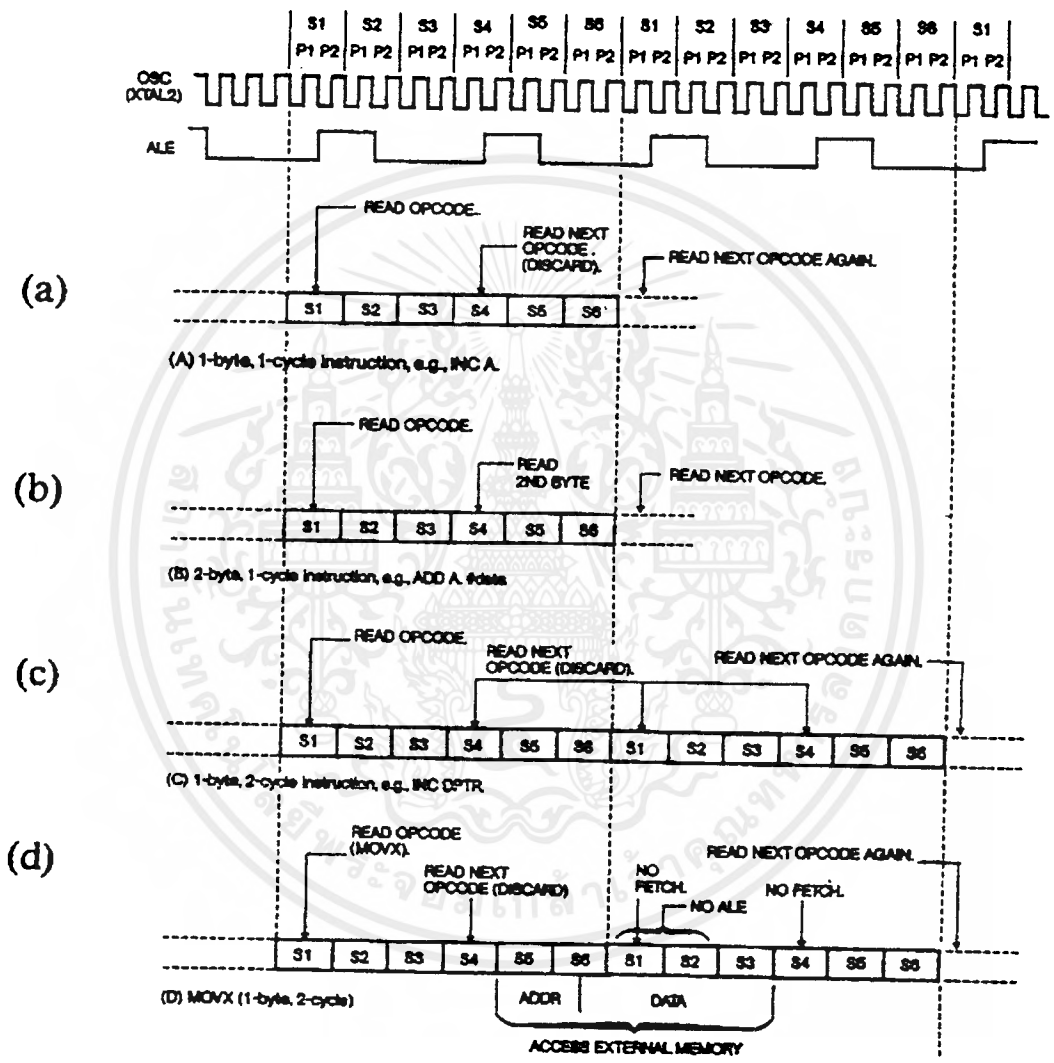
ขาที่ 18 ของรูปที่ 2.28 ขานี้เป็นเอาต์พุตของวงจรถยายแบบกลับเฟส สัญญาณที่ประกอบเป็นวงจรถออสซิลเลเตอร์ อินพุต คือ ขา XTAL 1 ถ้าจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่สร้างมาจากภายนอกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาของ 8051 แล้ว ให้ปล่อยขานี้ลอยไว้ แล้วป้อนสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกเข้ามาที่ขา XTAL 1 ดังรูปที่ 2.34

2.10.4 การทำงานของ 8051

จากรูปที่ 2.27 เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับ 8051 ซึ่งมีวงจรรีเซ็ตเมื่อเปิดเครื่องต่ออยู่ จะเกิดการรีเซ็ต การทำงานภายใน 8051 จะเริ่มจากภาค Program Counter ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปในเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางนี้มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR register ค่าตำแหน่งหน่วยความจำ จะปรากฏที่บนบัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังจากรีเซ็ต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม จะเลือกได้ว่าเป็น ROM ภายใน หรือภายนอก 8051 โดยการป้อนสถานะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับส่วน timing and control ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าไปที่ขา EA จะเป็นการเลือกใช้ ROM ภายใน 8051 โดยที่วงจร timing and control จะสร้างสัญญาณไปยัง ROM ภายใน ให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจากตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมาทางเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจาก ROM จะถูกส่งลงไปยังเส้นทางหมายเลข 3 ที่เรียกว่า เส้นทางข้อมูลภายใน แล้วนำไปเก็บไว้ที่ Instruction Register เพื่อส่งไปให้กับวงจร timing and control ทำการถอดรหัส แล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่นๆ ต่อไป ในกรณีที่เลือก ROM ภายนอก 8051 โดยการป้อนสัญญาณลอจิก 1 เข้าไปที่ขา EA จะทำให้วงจร timing and control ส่งสัญญาณไปยังพอร์ท 0 และพอร์ท 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปชี้หน่วยความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ท 0 ไปยังเส้นทางข้อมูล ภายใน แล้วไปเก็บที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไป เหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจาก ROM ภายใน การทำงานในช่วงส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำ แล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาเก็บไว้ใน IR เรียกว่าช่วงของการ fetch ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงานตามคำสั่ง เรียกว่า execute cycle

คำสั่งแต่ละคำสั่งของ 8051 จะใช้เวลาทำงาน 1, 2 หรือ 3 machine cycle แล้วแต่ว่าเป็นคำสั่งประเภทใด 1 machine cycle จะใช้เวลา 12 ไชเคลของสัญญาณนาฬิกา ดังนั้น แต่ละคำสั่งของ 8051 จะใช้เวลาการทำงาน 12, 24 หรือ 36 ไชเคลของสัญญาณนาฬิกานั้นเอง แต่ละ machine cycle จะถูกแบ่งออกเป็น 6 สถานะ คือ S1, S2, S3, S4, S5 และ S6 แต่ละสถานะ จะประกอบด้วย 2 ไชเคลของสัญญาณนาฬิกา ใน ไชเคลแรกจะเรียกว่าเฟส 1 (P1) และ ไชเคลที่ 2 เรียกว่าเฟส 2 (P2) ในแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเฟสจะนับตั้งแต่ขอบขาของสัญญาณนาฬิกา ถึงขอบขาของสัญญาณนาฬิกาที่อยู่ถัดไป ดังรูปที่ 2.38 เมื่อ 8051 ทำงานเสร็จ 1 machine cycle จะเริ่มทำงาน state 1 phase 1 (S1P1) ของไซเคิลต่อไป ใน 1 machine cycle วงจร timing and control จะสร้างสัญญาณ ALE ออกมา 2 ไซเคิล เพื่อ fetch คำสั่งเข้าไป 2 ครั้งเสมอ



รูปที่ 2.35 ลำดับสถานะการทำงานใน MCS-51

2.10.5 ชุดคำสั่งของ 8051

ตารางที่ 2.1 เป็นตัวอย่างชุดคำสั่งของ 8051 ส่วนที่ 1 เป็นรหัสคำสั่งช่วยจำ (Mnemonic code) ของ 8051 และในส่วนที่ 2 จะเป็นคำอธิบายโดยย่อของการทำงานในแต่ละคำสั่งที่อยู่ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ายมือของคำอธิบาย ในการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีจะไม่นำเอาส่วนของส่วนที่ 2 มาเขียน จะมีเฉพาะส่วนที่ 1 เท่านั้น รหัสคำสั่งช่วยจำเป็นประโยคที่สามารถอ่านแล้วเข้าใจการทำงานได้โดยตรง ในรหัสคำสั่งแต่ละคำสั่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างรหัสคำสั่งช่วยจำของ 8051

ARITHMETIC OPERATIONS		
Mnemonic		Description
ADD	A,Rn	Add register to Accumulator
SUBB	A,Rn	Subtract register from A with Borrow
INC	A	Increment Accumulator
DEC	A	Decrement Accumulator
MUL	AB	Multiply A&B
DIV	AB	Divide A by B
DA	A	Decimal Adjust Accumulator

1. รหัสดำเนินการ (Operation Code, OP-CODE) เป็นชุดคำสั่งของตัวอักษรที่บอกถึงการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ รหัสดำเนินการนี้จะเป็นคำในภาษาอังกฤษความยาว 2 ถึง 4 ตัวอักษร และคำเหล่านี้มีความหมายที่สามารถจดจำได้ง่าย เช่น MOV มีความหมายเป็นคำสั่งสำหรับการเคลื่อนย้ายข้อมูลเหมือนภาษาอังกฤษว่า MOVE

2. ตัวถูกดำเนินการ (Operand) เป็นส่วนที่ 2 ของรหัสคำสั่งช่วยจำ ในส่วนนี้จะบอกถึงตัวอักษรที่บอกถึงส่วนที่จะถูกดำเนินการ เช่น รหัสคำสั่งช่วยจำของ 8051 ในตารางที่ 2.1 มีคำสั่งว่า

MOV A,Rn Move register to Accumulator

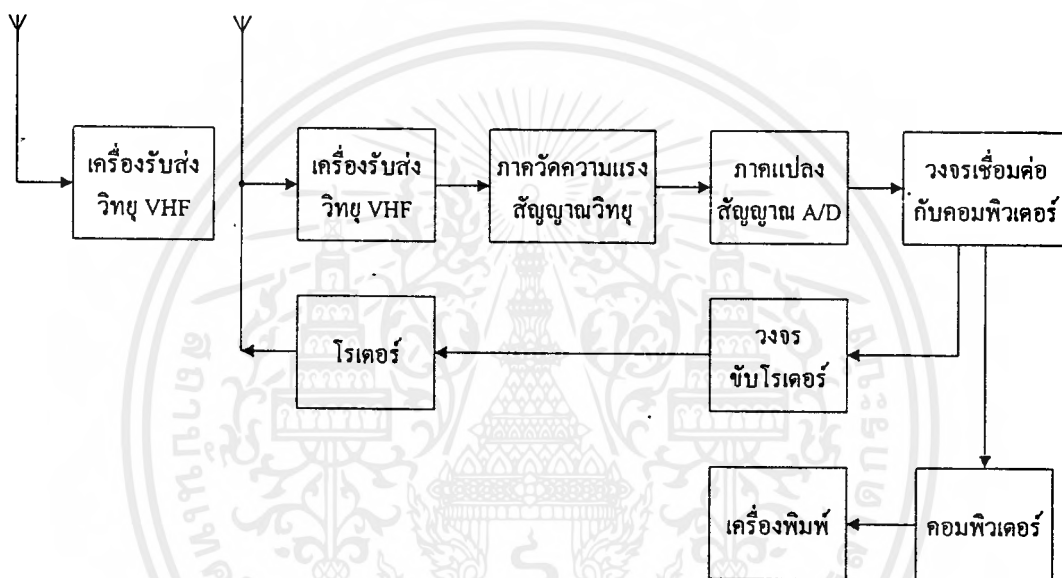
จากตัวอย่าง OP-CODE เป็นสิ่งบอกการดำเนินการว่า เป็นการเคลื่อนย้ายข้อมูล และ operand เป็นตัวบอกสิ่งที่ถูกดำเนินการ ซึ่งก็คือรีจิสเตอร์ A และรีจิสเตอร์ Rn

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 การออกแบบวงจร

3.1.1 แผนผังของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 3.1 แผนผังของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

แผนผังของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สายอากาศ ทำหน้าที่กระจายคลื่นวิทยุออกไปจากตัวทางด้านเครื่องส่ง และใช้ดักจับเอาคลื่นวิทยุเข้าสู่ตัวเองทางด้านเครื่องรับ ซึ่งจะใช้สายอากาศแบบทิศทาง คือ สายอากาศยาคี-อูดา 10 อีเลเมนต์ 2 เบย์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

2. เครื่องรับส่งวิทยุ จะใช้เครื่องรับส่งวิทยุในย่านวิทยุสมัครเล่น ซึ่งสามารถที่จะใช้เฉพาะเครื่องรับเพียงอย่างเดียวก็ได้ ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้เครื่องส่งวิทยุ

3. ภาควัดความแรงสัญญาณวิทยุ เป็นตัววัดความเข้มของสนามไฟฟ้า

4. วงจรเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D Converter) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกจากเครื่องรับวิทยุ และจากความต้านทานปรับค่าได้ ในโรเตอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต ซึ่งจะใช้อิซีเบอร์ ADC0804 จำนวน 2 ตัว

5. โรเตอร์ ใช้ในการหมุนสายอากาศให้ไปในทิศทางตามต้องการ ซึ่งมอเตอร์เป็นแบบกระแสสลับมอเตอร์ ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลต์

6. วงจรขับมอเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของโรเตอร์ว่าจะให้หมุนไปทางซ้าย หรือให้หมุนไปทางขวา ซึ่งจะถูกสั่งให้ทำงานผ่านทางโปรแกรม และคีย์บอร์ด

7. วงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างวงจรแปลงสัญญาณ A/D กับคอมพิวเตอร์

8. ไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณที่รับมาจากวงจรเปลี่ยนสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยผ่านวงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ให้แสดงผลออกทางจอแสดงผล และทำหน้าที่รับข้อมูลจากคีย์บอร์ดมาประมวลผล เพื่อส่งไปควบคุมการทำงานของวงจรมอเตอร์

9. เครื่องพิมพ์ สำหรับแสดงผลข้อมูลโดยการพิมพ์

3.1.2 สายอากาศเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุด

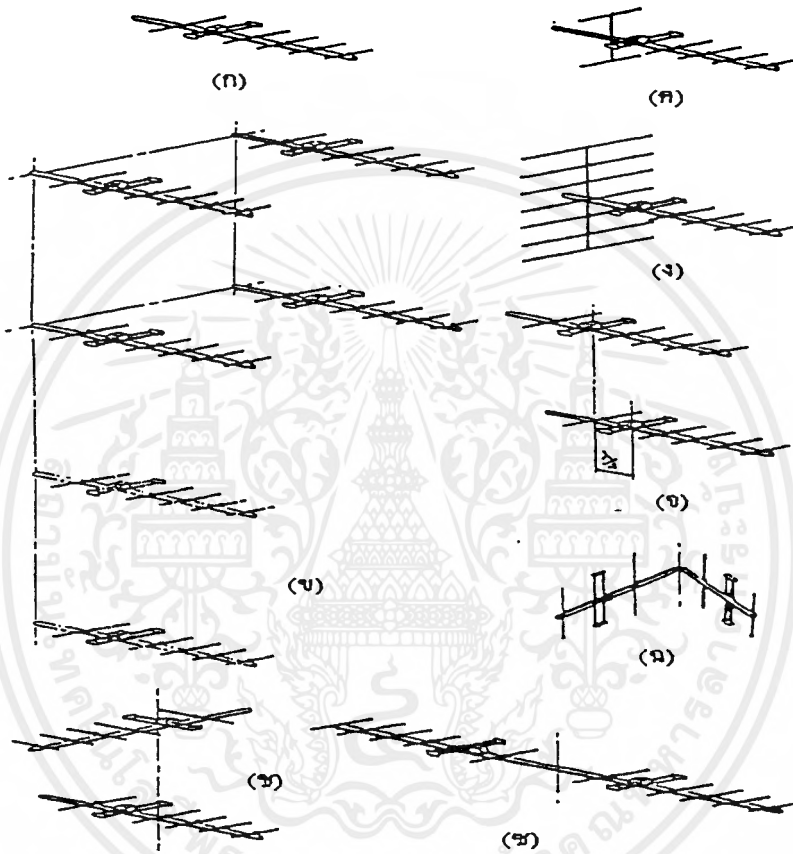
สายอากาศที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างจุดต่อจุดนั้น แบ่งออกได้หลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ สายอากาศแบบยาคี-ฮูคา และสายอากาศแบบพานเนล เป็นต้น แต่ที่ใช้สำหรับปริญญาโทครั้งนี้เป็นสายอากาศแบบยาคี-ฮูคา ดังนั้นในที่นี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะสายอากาศแบบยาคี-ฮูคาเท่านั้น

สายอากาศแบบยาคี-ฮูคา ใช้ในความมุ่งหมายเช่นเดียวกับสายอากาศต่างๆ ไป ได้อย่างกว้างขวางที่ความถี่สูงถึง 900 เมกะเฮิร์ตซ์ เป็นอย่างน้อย สร้างง่าย ราคาถูก มีแบนด์วิดท์ที่ยืดหยุ่นได้ และให้อัตราการขยายสูงประมาณ 17 dBi หรือมากกว่านั้น ถ้าใช้แผงเอเรย์เพิ่มขึ้น อัตราการขยายยังใช้ได้ที่ดีความถี่ต่ำซึ่งถูกกำหนดโดยขนาดทางกายภาพของสายอากาศ แต่การใช้งานย่านยูเอชเอฟ ทำให้มีความแน่นอนได้ด้วยปัจจัยเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะสามารถทำได้ โดยการสร้างส่วนประกอบของการป้อน (Fed Element) และระบบตัวป้อน (Feeder System)

สายอากาศแบบยาคี-ฮูคาจะให้ลำคลื่นในทิศทางเดียว และโลบ (Lobe) เกยขึ้น จากคุณสมบัติของสายอากาศแบบพื้นฐาน สามารถจะปรับปรุงให้ใช้ประโยชน์ได้หลายแบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 สายอากาศพื้นฐานดังรูป (ก) สามารถนำมาต่อเรียงแถวเป็นแผง หรือเอเรย์ตามทางยาว หรือเอเรย์ตามแผงที่ออกแบบไว้ในรูป (ข) เมื่อสายอากาศตัวเดียวอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม แอเรย์ของสายอากาศ N จะมีอัตราขยายกำลัง N ด้วยเวลานานเท่ากับสายอากาศตัวเดียว และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียจากการจ่ายของพีตเตอร์ดำ ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างของอัตราขยาย และระยะการ แอเรียสำหรับสายอากาศแบบขากิ-ฮูคาที่มีขนาดเปลี่ยนไป ระยะห่างของแอเรียอาจจะใช้ เมื่อ ต้องการให้มีการหักล้างอย่างลึก (Deep Null) ในตำแหน่งที่ต้องการความละเอียด แต่ด้านหน้าจะมี อัตราขยายลดลงเล็กน้อย



รูปที่ 3.2 รูปร่างของสายอากาศแบบขากิ-ฮูคา

รูปที่ 3.2 (ก) สายอากาศ 6 ส่วนประกอบแบบมาตรฐาน

(ข) แอเรียจำนวนหลายแผงต่อกันอยู่

(ค) แท่งโลหะการสะท้อนคู่ (Double Reflector Rods)

(ง) ตัวสะท้อนแบบตั้งฉาก (Reflector Screen)

(จ) การเพิ่มอัตราส่วน F/b โดยให้มีระยะเป็น $\lambda/4$ ลากตั้งฉากกับเส้นระดับ

(ฉ), (ช), (ซ) การทำให้เกิดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นสำหรับการประยุกต์ใช้

งานเป็นพิเศษ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลตัวอย่างสำหรับสายอากาศแบบขากิ-อูคา

จำนวนของส่วนประกอบ	อัตราขยาย (dB)	ระยะห่างของการแอเรีย, λ
3	7	0.7
4	9	1.0
6	10.5	1.25
8	12.5	1.63
12	14.5	1.8
15	15.5	1.9
18	16.5	2.0

แบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นอาจทำให้อัตราส่วนฟรอนท์-ทู-แบ็ค (Front-To-Back Ratio) เพิ่มขึ้นได้ โดยการเปลี่ยนแท่งตัวสะท้อนตัวเดียว เป็นแท่งโลหะแบบขนานสอง หรือสามตัว ดังรูปที่ 3.2 (ค) อัตราส่วนแบ็ค-ทู-ฟรอนท์ของสายอากาศแบบขากิ-อูคาอย่างง่าย อาจเพิ่มทั้งคู่โดยการเพิ่มขนาดของฉากดังรูปที่ 3.2 (ง) หรือโดยการแอเรียสายอากาศสองตัวเข้าแทนที่รอบแกนด้วย $\lambda/4$ โดยให้ส่วนที่เพิ่มขึ้น $\lambda/4$ ของตัวเคเบิลป้อนสัญญาณอยู่ด้านหน้าของสายอากาศ ดังรูปที่ 3.2 (จ) การออกแบบฉากที่ดี จะทำให้ได้อัตราส่วนแบ็ค-ทู-ฟรอนท์ มีค่าสูงถึง 40 dB ในขณะที่การหาจากระบบควอดราเจอร์-เฟด (Quadrature-Fed) ได้ประมาณ 26 dB

โพลาริเซชันแบบวงกลม (Circular Polarization) สามารถใช้สายอากาศขากิ-อูคาแบบขนานได้ โดยการเอาสายอากาศมาเข้าคู่กัน ตั้งขึ้นบนแกน (Boom) ร่วมกัน โดยตั้งขึ้นส่วนของสายอากาศให้ได้มุมที่ถูกต้อง โดยที่สายอากาศทั้งสองตัว จะต้องแปรคลื่นในควอดราเจอร์เฟส (Phase Quadrature) ดังนั้น ต้องป้อนในควอดราเจอร์ หรือป้อนในเฟส และเข้าแทนที่ซึ่งกันและกัน โดยมีแกนของ $\lambda/4$ ร่วมด้วย จากการแอเรียสายอากาศแบบขากิ-อูคา ทำให้ได้ประโยชน์เพิ่มขึ้น คือใช้ได้ยาวนาน

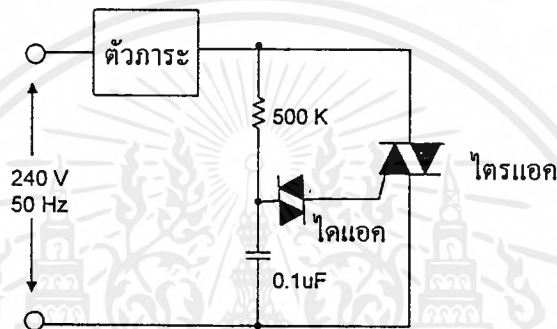
3.1.3 โรเตอร์สายอากาศ

สำหรับการควบคุมการหมุนของสายอากาศในการวัดสัญญาณ และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ นั้น ในปริยานิพนธ์นี้ควบคุมโดยใช้โรเตอร์ และคอนโทรลเลอร์สายอากาศรุ่น G-250

3.1.4 วงจรจูดชนวนเบื้องต้นสำหรับการควบคุมเฟสเต็มคลื่น

วงจรจูดชนวนควบคุมเฟสเต็มคลื่น เป็นวงจรที่ปรับปรุงมาจากวงจรจูดชนวนควบคุมเฟสครึ่งคลื่น ถ้าหากในวงจรใช้ไทรสเตอร์เป็นไครแอคสามารถใช้วงจรจูดชนวนควบคุมเฟสเต็มคลื่นได้เหมือนกับวงจรจูดชนวนควบคุมเฟสครึ่งคลื่น

วิธีการจูดชนวนใช้วงจรวัดแคว้งรีเล็กเซชัน

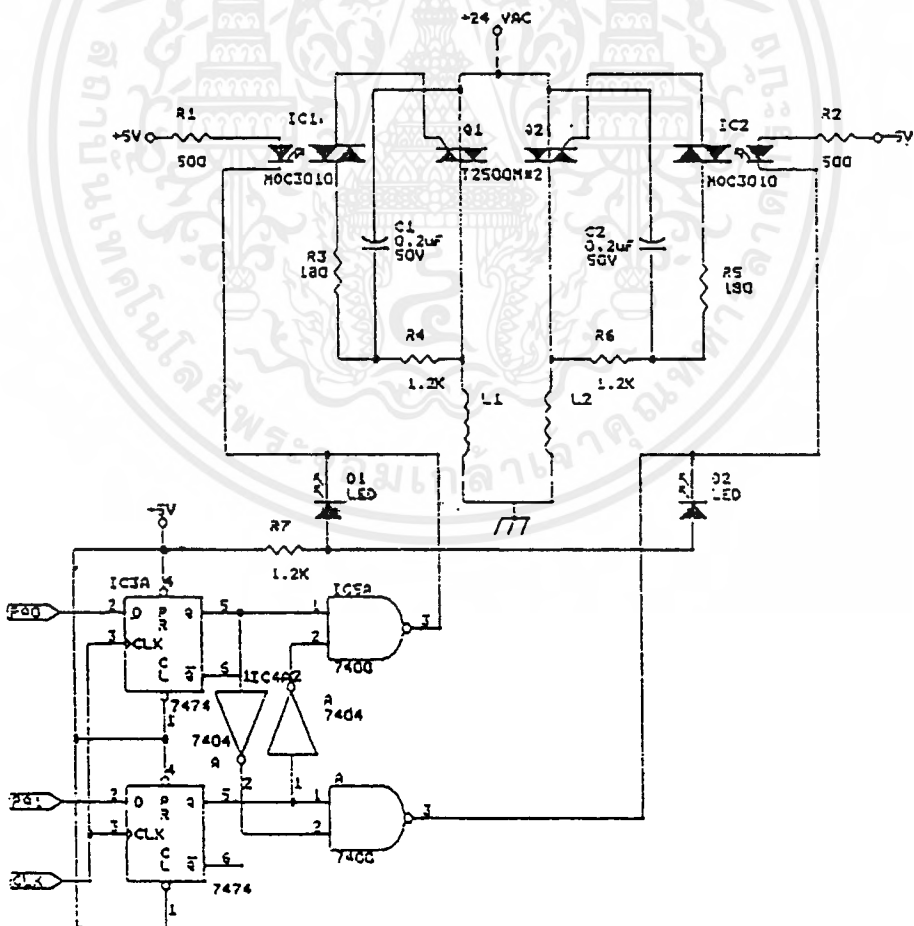


รูปที่ 3.3 วงจรจูดชนวนควบคุมเฟสเต็มคลื่นแบบใช้ไดโอดและไครแอค

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรจูดชนวนควบคุมเฟสเต็มคลื่นที่ใช้ไดโอดกับไครแอค คล้ายกับวงจรจูดชนวนควบคุมเฟสครึ่งคลื่น แต่แตกต่างกันที่แรงดันที่เหลืออยู่บนตัวเก็บประจุ V_C ตรงจุดเริ่มต้นของแต่ละครึ่งวัฏจักร ต้องมีศักย์ตรงข้ามกับศักย์ของแรงดันจูดชนวน V_G อันต่อไป ถ้าเพิ่มค่า R_1 ขึ้นเล็กน้อย รูปคลื่นแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจะเปลี่ยนใหม่เป็น V_C จะเห็นว่า V_C มีค่าน้อยกว่า V_G ดังนั้น ไดโอดจะไม่เปิดกระแส และไม่มีการจูดชนวนเกิดขึ้น และถ้าในครึ่งวัฏจักรก่อนได้มีการจูดชนวนเรียบร้อยแล้ว และมีแรงดัน V_0 เหลือค้างอยู่บน C จะคงค้างอยู่เช่นนั้นต่อไป ถ้าต้องการให้มีการจูดชนวนขึ้นใหม่ ต้องลดค่า R_1 เพื่อให้ค่า V_C มีค่าขึ้นสูงถึงค่า V_G แต่ในการกระทำนี้ถ้าเป็นจังหวะที่ V_C มีศักย์อย่างเดียวกันกับ V_0 แรงดันบน C จะบวกกัน เป็นผลให้ V_C มีค่าขึ้นสูงถึงค่า V_G รวดเร็วขึ้น เป็นสาเหตุให้มีการจูดชนวนเร็วขึ้นกว่าเดิมมาก จึงทำให้กระแสภาระกระโดดขึ้นจากค่าศูนย์เข้าสู่กระแสภาระค่าใหญ่อย่างทันทีทันใด เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า สแน็บออน (Snap-on) ภายหลังจากการสแน็บออนได้เกิดขึ้นแล้ว สามารถควบคุมกระแสนี้ด้วยการควบคุมเฟสจาก α_1 ถึง α_2 ได้ตามปกติ โดยไม่มีการสแน็บออนเกิดขึ้น

3.1.5 วงจรขับมอเตอร์

เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์กระแสสลับ ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลต์ ควบคุมการหมุนโดยใช้ไทรแอกเบอร์ T2500M เป็นตัวตัดต่อวงจร ซึ่งไทรแอกจะนำกระแสได้ต่อเมื่อขาที่ 3 มีแรงดันมากระตุ้น ในการออกแบบจะใช้ตัวแยกทางแสง เบอร์ MOC3010 เป็นตัวทรigger เมื่อแยกแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลต์ ออกจากแรงดันไฟตรง +5 โวลต์ และใช้พอร์ต PA (40) เป็นตัวควบคุมการหมุนซ้าย หรือขวาของโรเตอร์ โดยการใช้ PA0 ควบคุมการหมุนทางซ้าย และ PA1 ควบคุมการหมุนทางขวา จากวงจรจะใช้ดีฟลิปฟลอปเป็นตัวส่งข้อมูล และป้องกันเอาต์พุตของแนนเกตเป็นลอจิก 0 ทั้งคู่ ด้วยการต่ออนุกรมกับเอาต์พุตของดีฟลิปฟลอปมาเข้า แนนเกต ทำให้เอาต์พุตของแนนเกต ไม่มีโอกาสที่จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 ทั้งคู่ เป็นผลทำให้ไอโซเลเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งนำกระแสเสมอ ถ้าไม่มีการส่งข้อมูลมาที่ PA (40) จะทำให้เอาต์พุตแนนเกต มีสถานะเป็นลอจิก 1 ตลอดเวลา ไทรแอกจะไม่นำกระแส ทำให้โรเตอร์ไม่ทำงาน

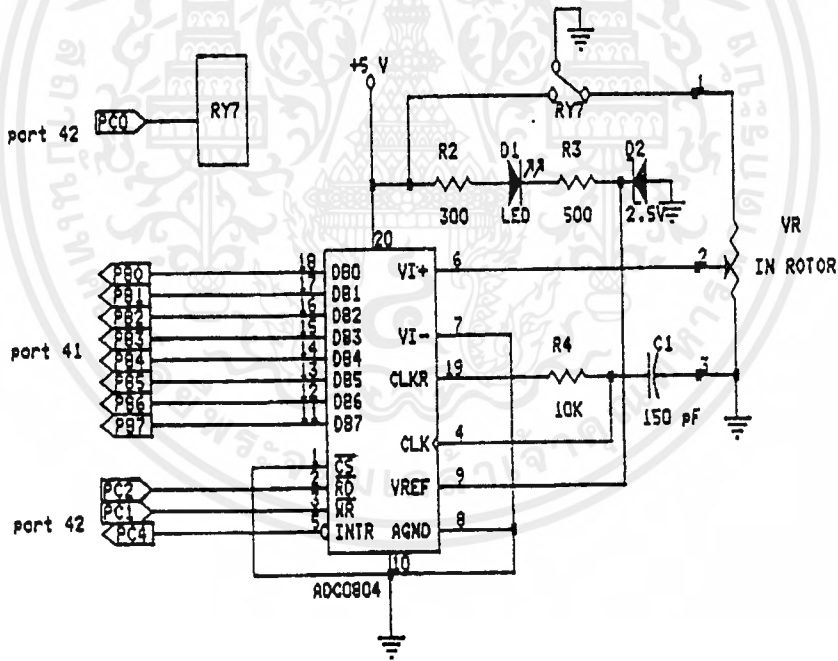


รูปที่ 3.4 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับโรเตอร์

ในการออกแบบวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล สำหรับปริยญาณิพนธ์ฉบับนี้ ใช้ไอซีเบอร์ ADC0804 โดยเริ่มต้นกำหนดให้พอร์ต B (41) เป็นอินพุตพอร์ต และพอร์ต C (42) ให้บิต 0.3 เป็นเอาต์พุตพอร์ต และบิต 4-7 เป็นอินพุตพอร์ต ดังนั้น จากวงจรจะเห็นว่าแรงดัน V_{REF} เท่ากับ 2.7 โวลต์ และสัญญาณนาฬิกาเท่ากับ R_4C_1 เริ่มต้นการทำงานโดยการเอาต์พุต PC0 ด้วยลอจิก 1 เพื่อเริ่มจ่ายไฟให้ไอซีเบอร์ ADC0804 ทำให้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3905 เริ่มนำกระแส จากนั้นจะส่ง PC1 เพื่อให้ไอซีเบอร์ ADC0804 เริ่มการอ่านแรงดันจากขา 6 เข้ามาทำการประมวลผล เพื่อเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งแรงดันที่ขา 6 นี้ มาจากความต้านทานปรับค่าได้ 200 โอห์ม ที่อยู่บนโรเตอร์ โดยปกติ RY₇ จะต่อลงกราวด์ ทำให้ไม่มีไฟไปที่ความต้านทานปรับค่าได้ เมื่อต้องการอ่านค่าจากความต้านทานปรับค่าได้บน โรเตอร์ จะส่งลอจิก 1 ไปที่พอร์ต 42 (PC0) ทำให้ RY₇ ต่อแรงดัน +5 โวลต์ ให้กับความต้านทานปรับค่าได้บน โรเตอร์

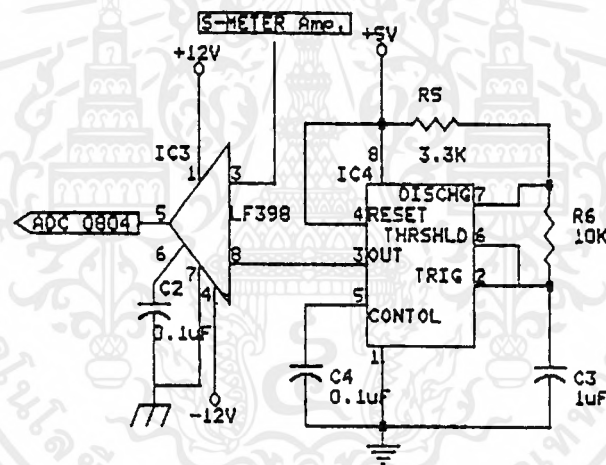


รูปที่ 3.5 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับโรเตอร์

เมื่อทำการประมวลผลเสร็จแล้ว ขา INTR จะมีสถานะเป็นลอจิก 0 ทำให้ PC4 เป็นลอจิก 0 ด้วย หลังจากนั้นจะส่ง PC2 เพื่อให้ข้อมูลถูกอ่านเข้าไปทางพอร์ต B ไปเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ที่ตั้งไว้แล้วนำไปแปลงเป็นรหัส ASCII เพื่อส่งออกจอแสดงผลแอลซีดีต่อไป

3.1.7 วงจรแซมปลิงและโฮลด์ (Sampling And Hold)

จากวงจรใช้ไอซีเบอร์ LF398 ทำหน้าที่เป็นวงจรแซมปลิงและโฮลด์ โดยอัตราการแซมปลิงและโฮลด์ จะถูกควบคุมด้วยไอซีเบอร์ 555 ที่ต่อวงจรแบบมัลติไวเบรเตอร์ สัญญาณที่มาจากวงจรขยายเอสมิเตอร์ที่ขา 3 จะมาคอยสภาวะของวงจรว่าอยู่ในสภาวะใด ถ้าแซมเปิ้ล คือ ที่ขา 8 มีสภาวะเป็น 1 จะมีแรงดันออกทางเอาต์พุตที่ขา 5 แต่ถ้าขา 8 อยู่ในสภาวะลอจิก 0 จะไม่มี แรงดันออกทางเอาต์พุตที่ขา 5 ซึ่งเอาต์พุตที่ขา 5 นั้น สามารถควบคุมได้ด้วยคาปาซิเตอร์ที่ต่ออยู่กับขา 6 โดยแรงดันไฟตรงที่ขา 5 จะถูกส่งไปยังขา 6 ของไอซีเบอร์ ADC0804 เพื่อทำการเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อไป โดยการทำงานของวงจร ADC0804 นี้ จะเหมือนกับวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ที่ใช้กับโรเตอร์ เพียงแต่เปลี่ยนพอร์ตเป็น PA2, PA3 ของพอร์ต PA (40) และอินพุตพอร์ตเป็น POS และใช้พอร์ต B (81) แทน

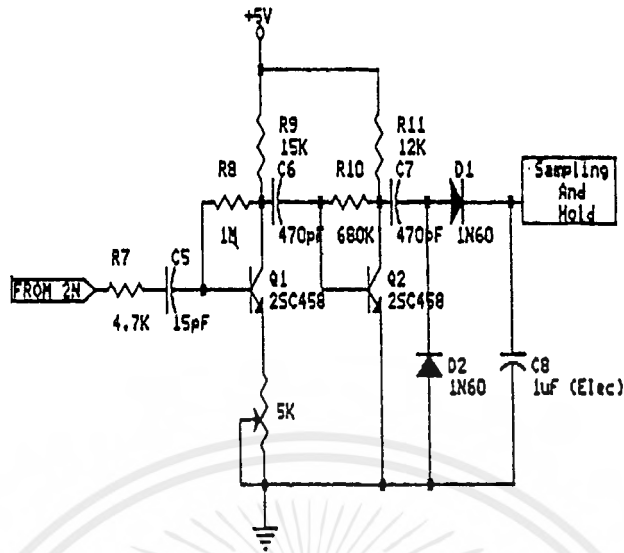


รูปที่ 3.6 วงจรแซมปลิงและโฮลด์

3.1.8 วงจรขยายเอส-มิเตอร์ (S-Meter Amp)

จากวงจรจะนำสัญญาณไอเอฟของเครื่องวิทยุรับส่ง ยี่ห้อ Icom รุ่น 2N มาทำการขยาย และแปลงให้เป็นแรงดันไฟตรง เพื่อทำการป้อนเข้าสู่วงจรแซมปลิงและโฮลด์ต่อไป โดยที่สัญญาณไอเอฟ 0.2 โวลต์ มาเข้าที่ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC458 ทำการขยาย ซึ่งอัตราการขยายจะถูกควบคุมโดยความต้านทานปรับค่าได้ 5 กิโลโห์ม ที่ต่อเป็น R_B อยู่ในวงจร สัญญาณเอาต์พุตที่ขา C จะถูกตัดยอดด้วยตัวคาปาซิเตอร์ C_4 เข้าไปสู่ทรานซิสเตอร์ TR2S458 อีกตัวหนึ่ง เพื่อขยายให้สูงขึ้น แล้วสัญญาณจะถูกคัทด้วยไดโอด 1N60 ให้เป็นแรงดันไฟตรง เพื่อส่งไปให้วงจรแซมปลิงและโฮลด์ต่อไป

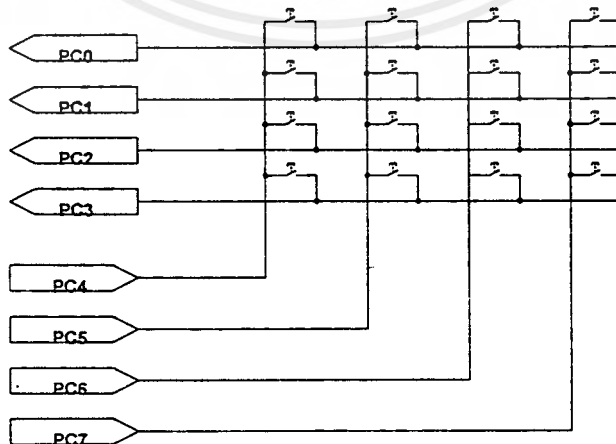
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรขยายเอส-มิเตอร์

3.1.9 วงจรคีย์บอร์ด

การทำงานของวงจรคีย์บอร์ด เริ่มต้นโดยการจัดตั้งให้พอร์ต C ทำหน้าที่ให้บิต 0-3 เป็นเอาต์พุตพอร์ต และบิต 4-7 เป็นอินพุตพอร์ต โดยจะนำบิตที่ 0-3 ไปเข้าไอซีเบอร์ 74145 ซึ่งเป็น BCD To Decimal Decoder ทำงานในลักษณะที่ให้เอาต์พุตมีเป็นลอจิก 0 จากวงจรคีย์บอร์ด ถ้ามีการกดคีย์ใดๆ สถานะที่เอาต์พุตของไอซีเบอร์ 74145 จะมีสถานะเป็น 0 ไปเรื่อยๆ ดังนั้นเมื่อมีการกดคีย์จะทำให้ขานั้นลงกราวนด์ ทำให้สถานะของขานั้นเป็น 0 อินพุตพอร์ตจะเข้ามาเป็นลอจิก 0 ด้วยเช่นกัน โดยวงจรมีจะใช้คีย์จำนวน 16 คีย์ ดังแสดงในวงจร



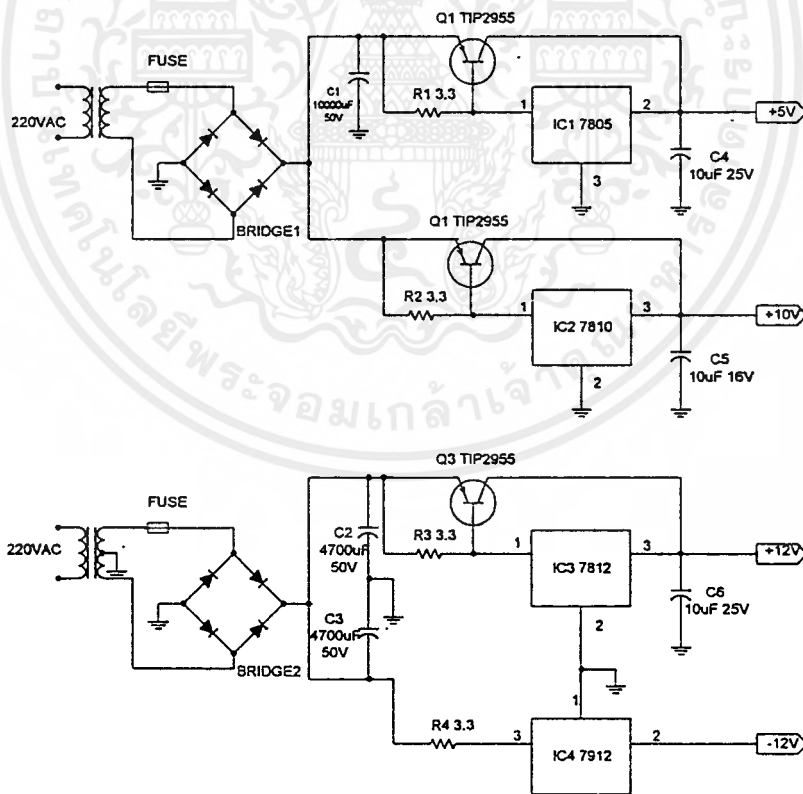
รูปที่ 3.8 วงจรคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 ภาคแหล่งจ่ายกำลัง

การออกแบบวงจรแหล่งจ่ายกำลัง ที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับวงจรส่วนต่างๆ ของเครื่อง แสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งใช้หม้อแปลงแบบ เตอโรยด์

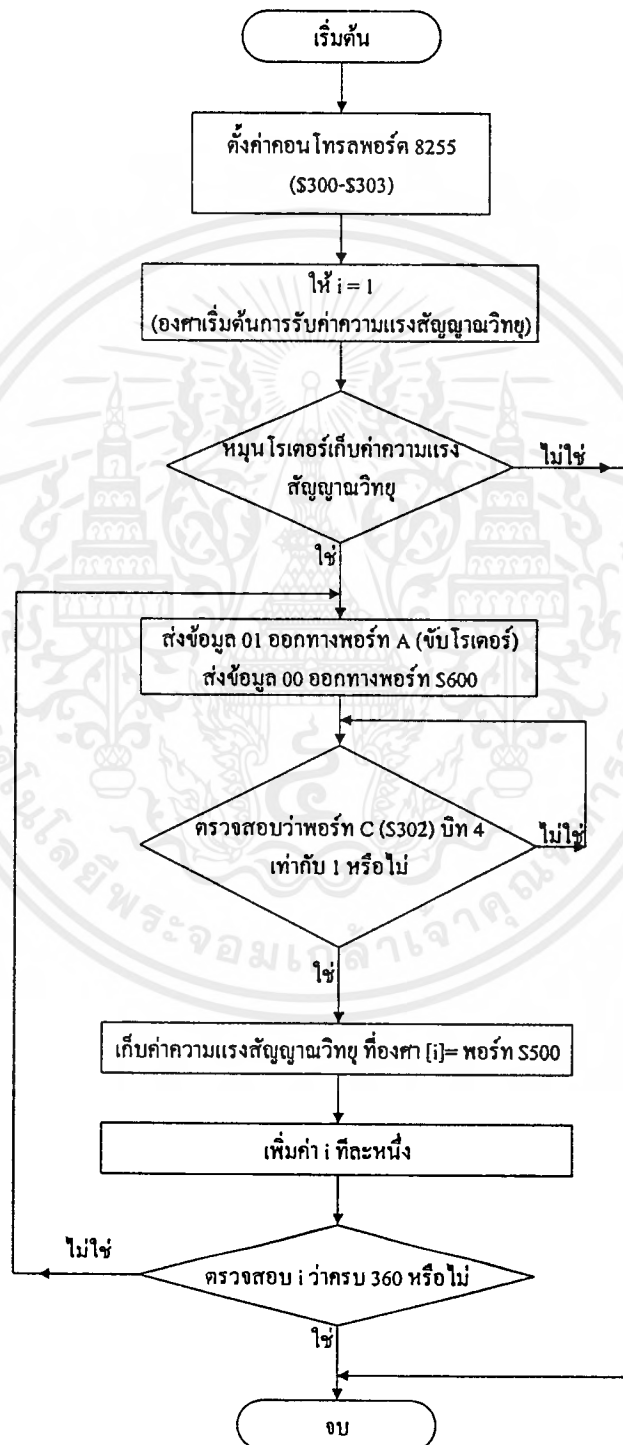
ทางด้านขดปฐมภูมิใช้อินพุตแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และแรงดันออกทางด้าน ขดทุติยภูมิเป็นแรงดันไฟสลับ 9 โวลต์, 12 โวลต์ และ 12 โวลต์ แล้วผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์ โดยใช้ ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805, 7809 และ 7812 ตามลำดับ สำหรับไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7812 จะใช้ สองตัว เพื่อให้ได้แรงดัน +12 โวลต์ และ -12 โวลต์ สำหรับแรงดัน +12 โวลต์ ป้อนให้กับวงจร แชนปลิงและโฮลด์ สำหรับแรงดัน +5 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 ป้อนให้กับวงจร แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล วงจรแชนปลิงและโฮลด์ วงจรขยายเอส-มิเตอร์ และ วงจรคีย์บอร์ด ส่วนแรงดัน +9 โวลต์ ที่ได้จากไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7809 จะป้อนให้กับเครื่องรับ ส่งวิทยุ



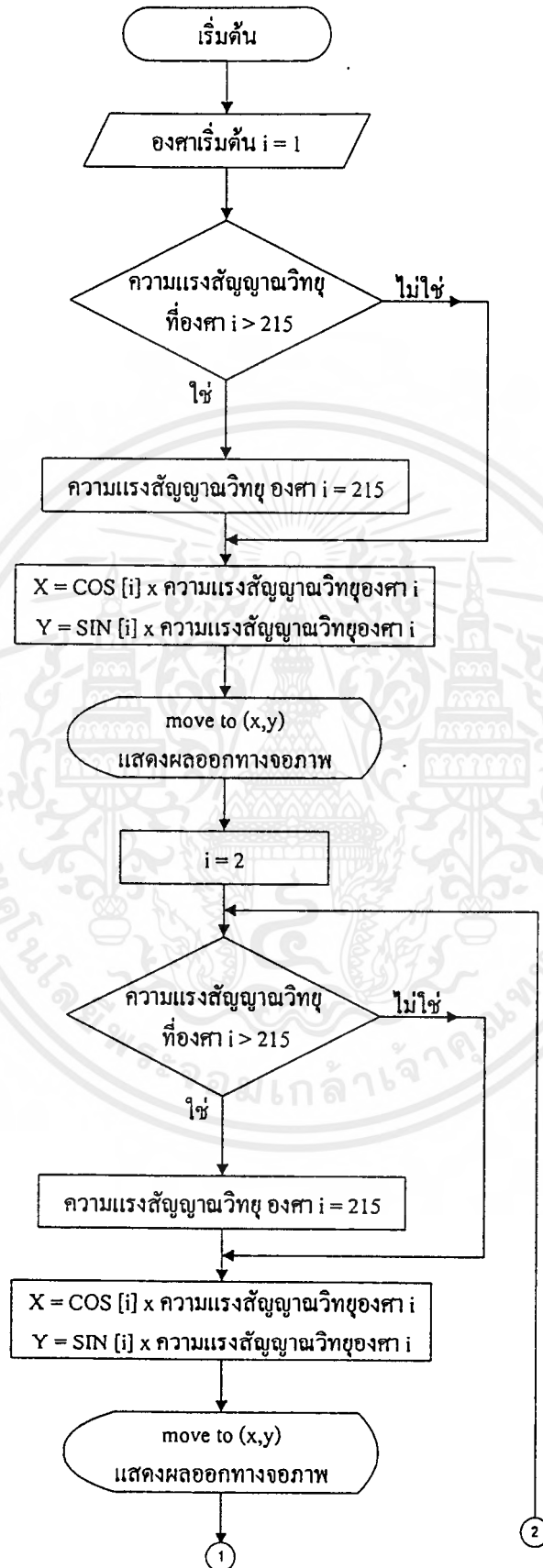
รูปที่ 3.9 วงจรแหล่งจ่ายกำลัง

3.2 การออกแบบโปรแกรม

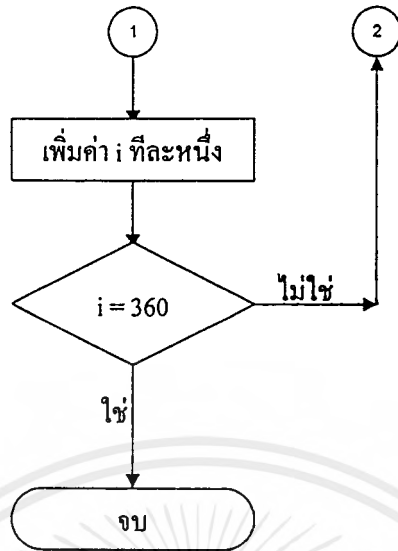
3.2.1 แผนผังโปรแกรมของชุดไมโครคอมพิวเตอร์



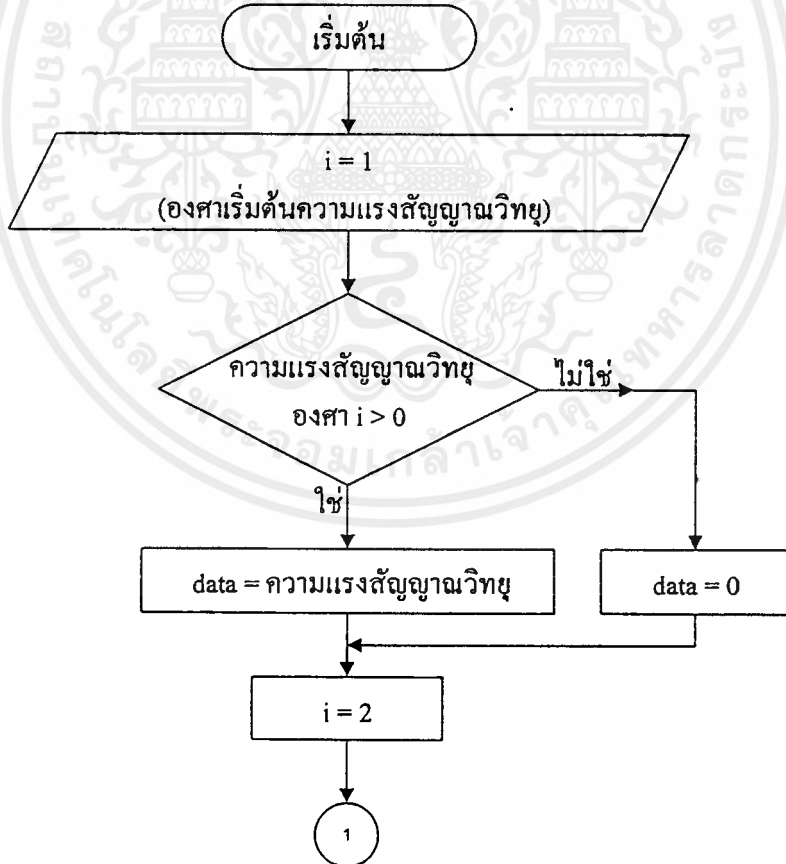
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.10 แผนผังโปรแกรมเก็บค่าตัวแปร ดึงหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

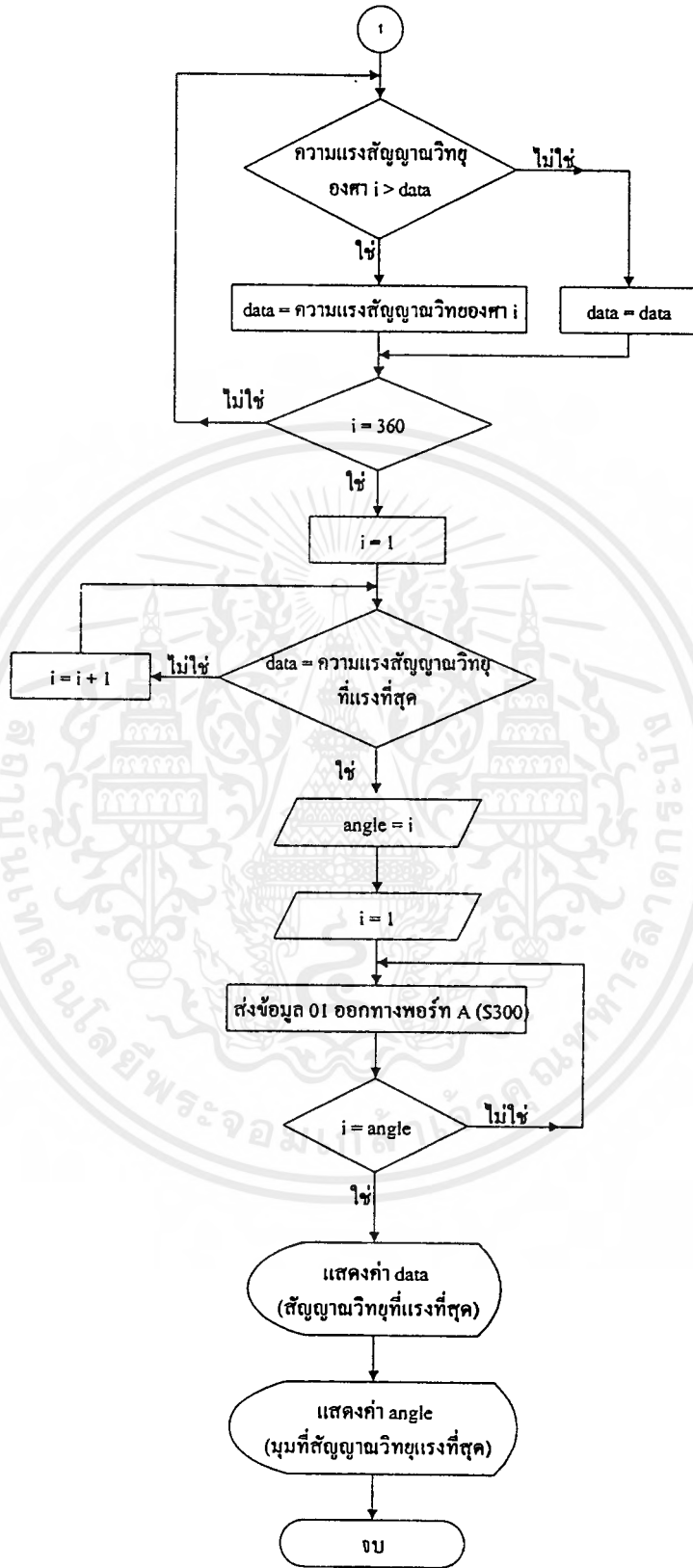


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนผัง โปรแกรมแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น

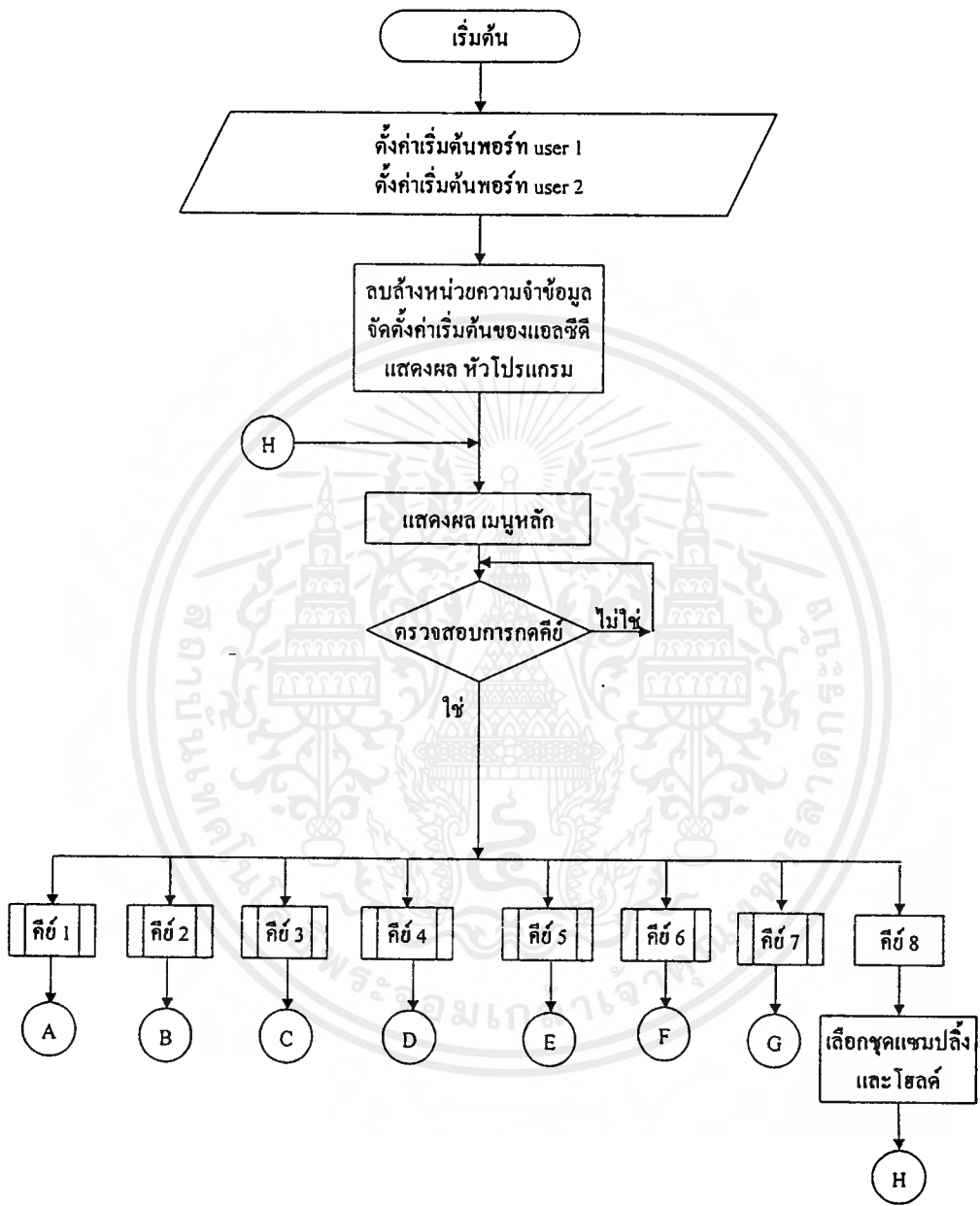




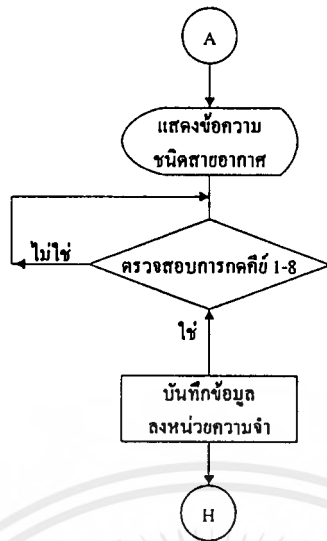
รูปที่ 3.12 แผนผัง โปรแกรมหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

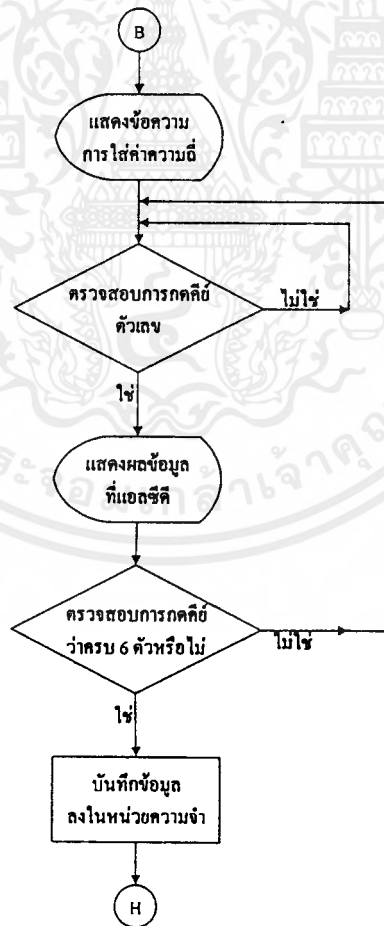
3.2.2 แผนผังโปรแกรมของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.13 แผนผัง โปรแกรมแสดงผลเมนูหลัก

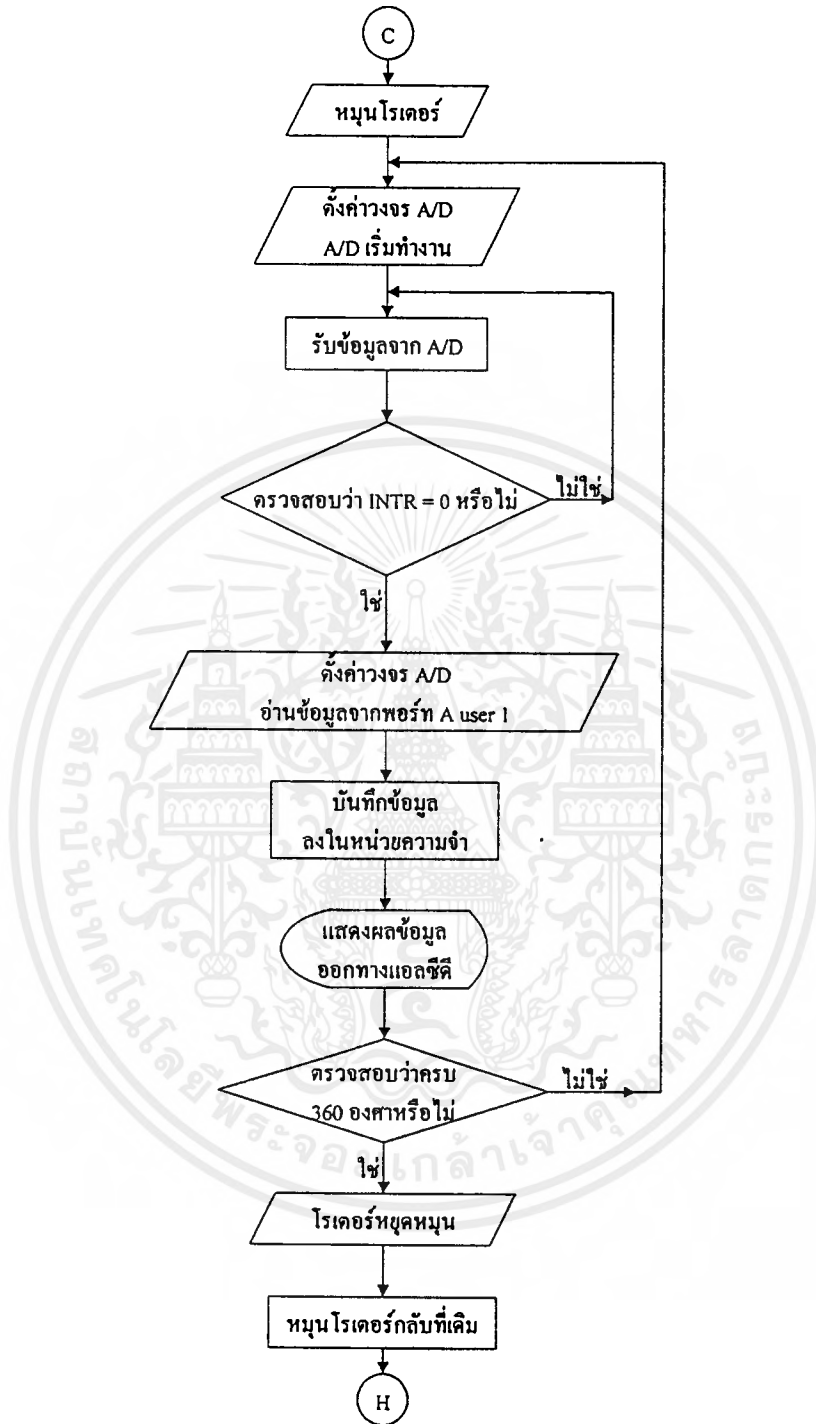


รูปที่ 3.14 แผนผัง โปรแกรมการใส่ชนิดสายอากาศ

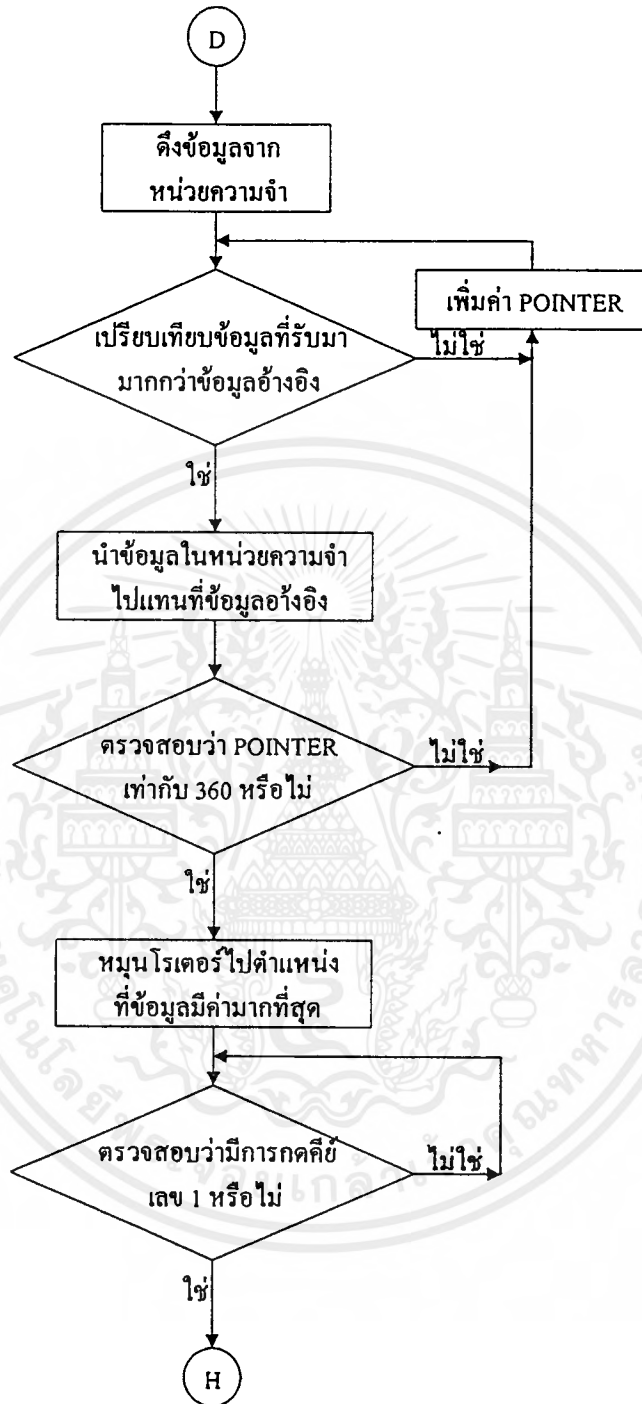


รูปที่ 3.15 แผนผัง โปรแกรมการใส่ค่าความถี่

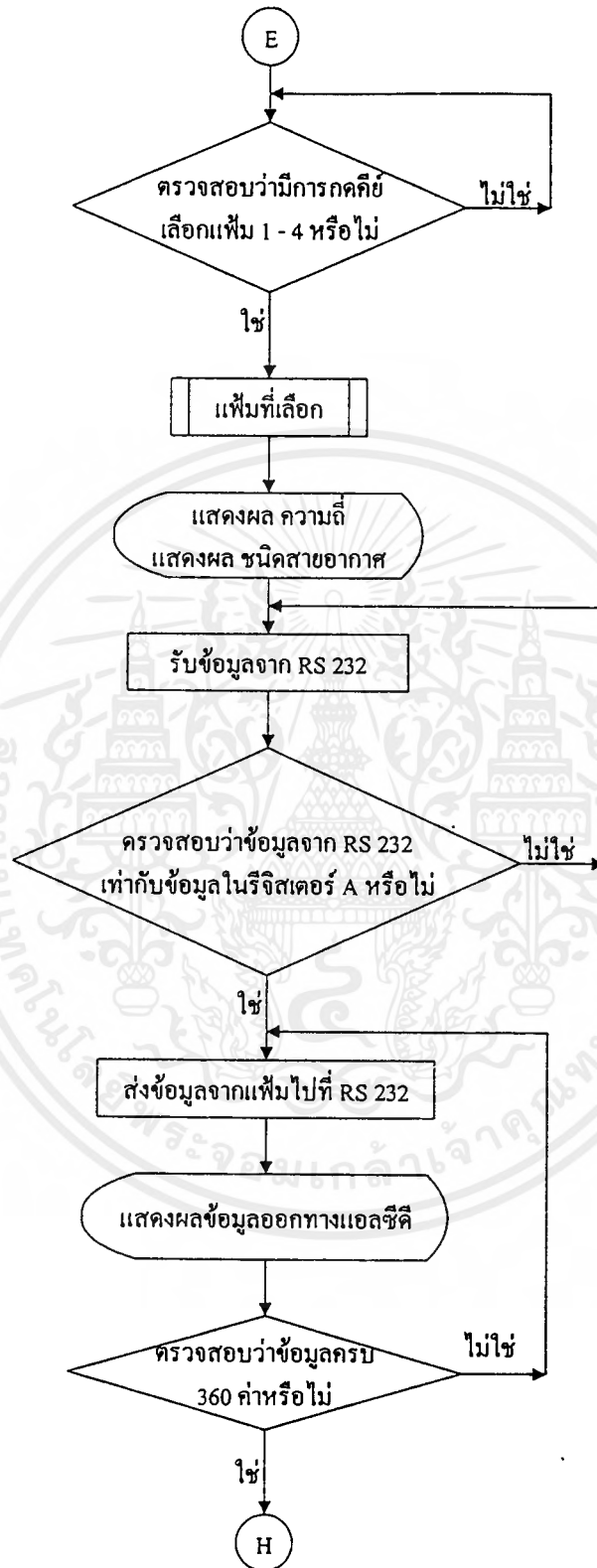
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แผนผัง โปรแกรมการหมุน โรเตอร์รับค่าสัญญาณวิทยุ

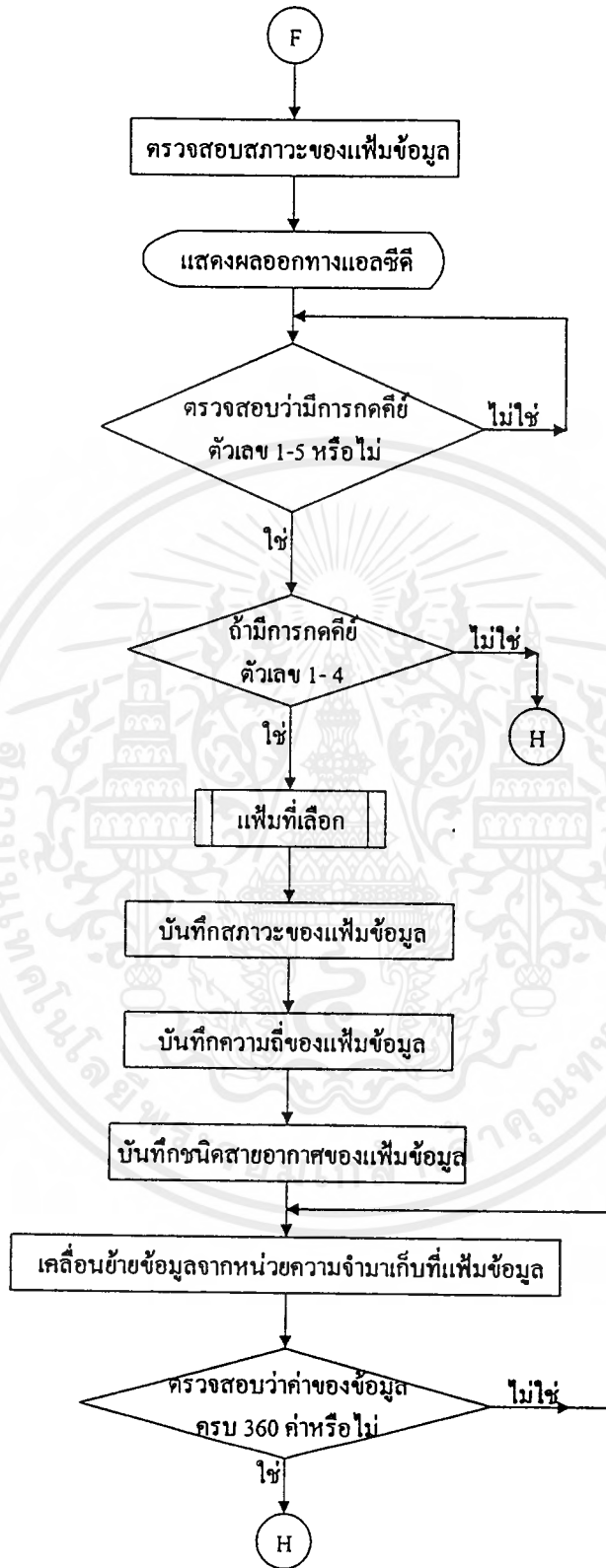


รูปที่ 3.17 แผนผังโปรแกรมการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ



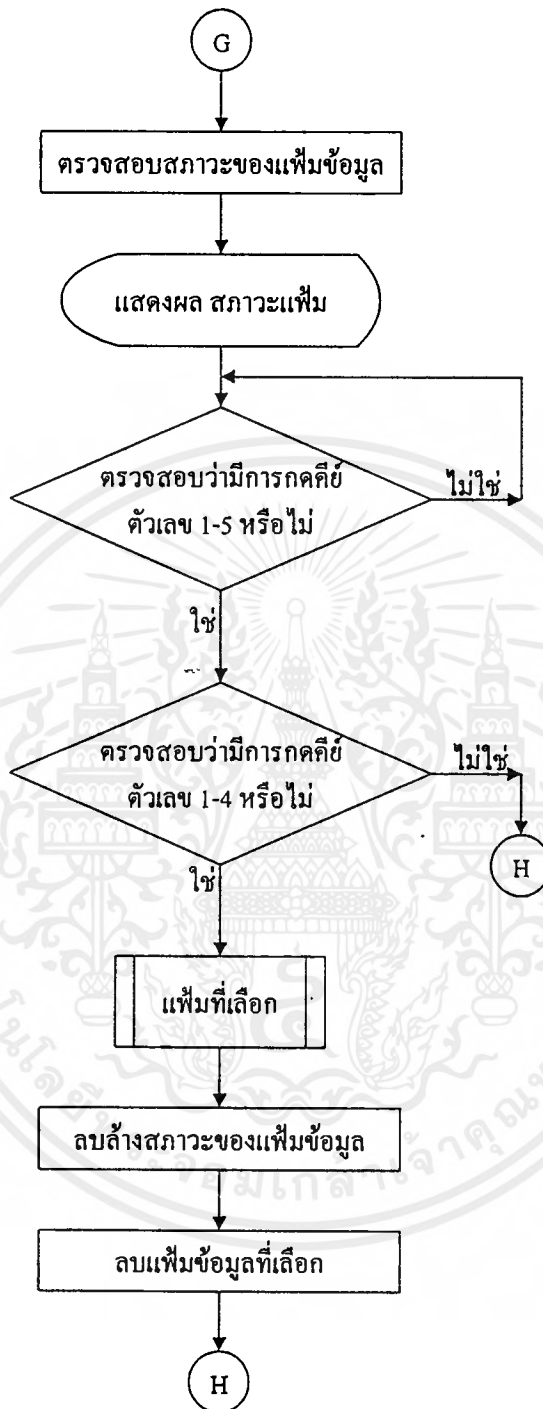
รูปที่ 3.18 แผนผัง โปรแกรมการดึงข้อมูลจากชุดกระเป๋าคิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แผนผัง โปรแกรมการบันทึกเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



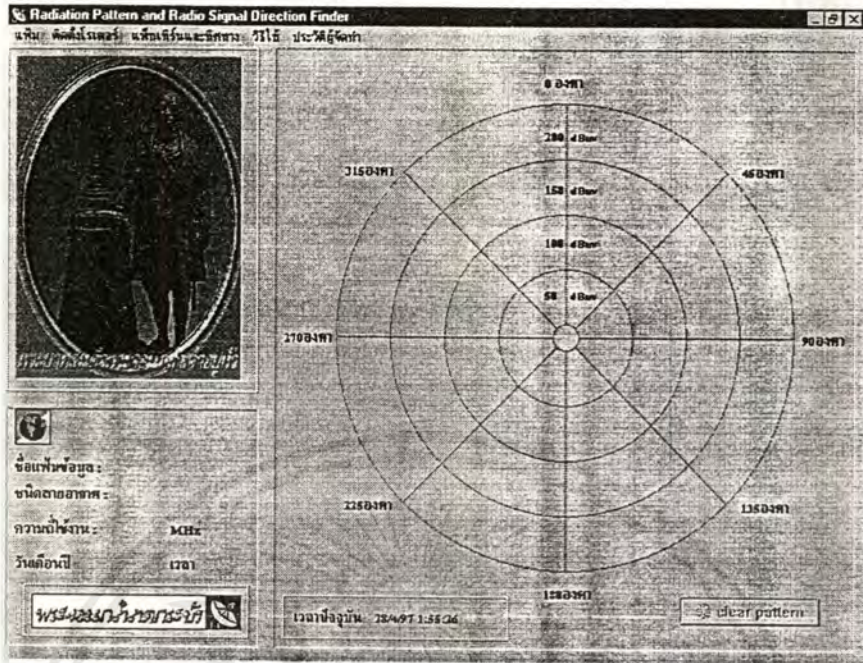
รูปที่ 3.20 แผนผัง โปรแกรมการลบเพิ่มข้อมูล

บทที่ 4

การทดลอง ผลการทดลอง และการทดสอบ

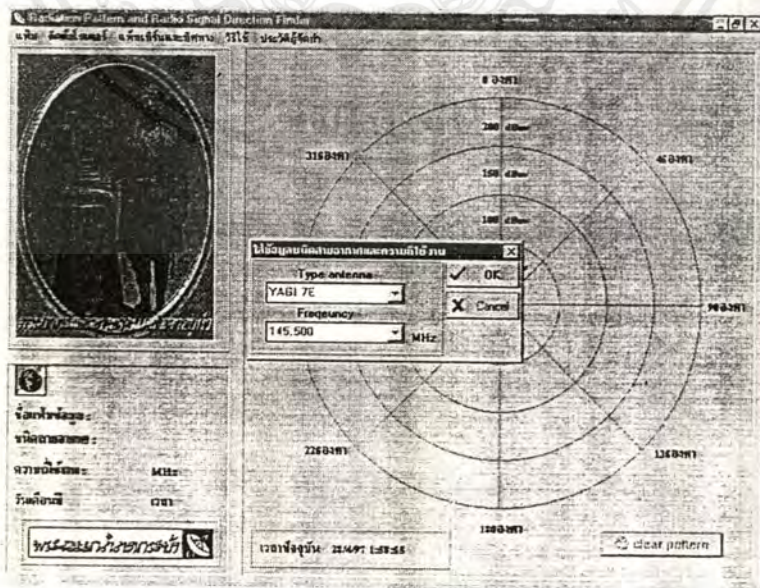
4.1 การทดลองเครื่องแสดงรูปแบบแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม

1. ประกอบสายอากาศเข้ากับโรเตอร์
2. ประกอบชุดกระแสเป่าหัว และสายต่อร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์
 - ต่อขั้วสายอากาศเข้ากับชุดรับสัญญาณวิทยุในชุดกระแสเป่าหัว
 - ต่อสายปลั๊กไฟฟ้าเข้ากับขั้วต่อ AC 220 V
 - ต่อสายควบคุมโรเตอร์ เส้นสีน้ำตาลเข้ากับขั้วต่อ L1, เส้นสีเขียวเข้ากับขั้วต่อ L2, เส้นสีเหลืองเข้ากับขั้วต่อ G2
 - ต่อสายรับส่งข้อมูลเข้ากับชุดเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์
3. เปิดสวิทซ์ไฟฟ้าที่ชุดกระแสเป่าหัว และคอมพิวเตอร์
4. ในขณะที่เดียวกันปรับความถี่ที่ใช้งานระหว่างเครื่องส่งวิทยุ กับเครื่องรับที่ชุดกระแสเป่าหัวให้ตรงกัน
5. เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์เข้าสู่โปรแกรม WINDOWS 95 เลื่อนเมาท์ไปที่ SHORT CUT ที่ชื่อว่า PATTERN 1 หรือเข้าที่ TASKBAR ที่มีแฟ้มโปรแกรม PATTERN 1 ขึ้นอยู่กับการติดตั้งโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ กดเมาท์เปิดโปรแกรม PATTERN 1 จนแสดงเมนูหลัก ตามรูปที่ 4.1



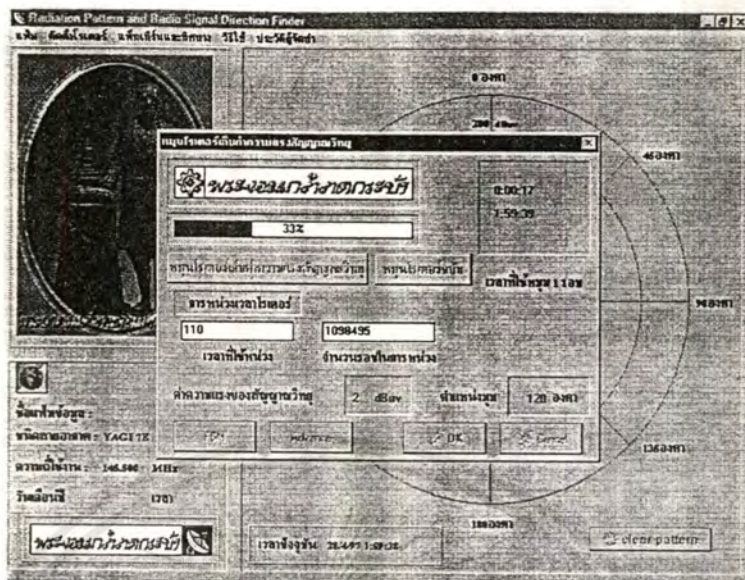
รูปที่ 4.1 เมนูการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุ

6. เลื่อนเมาท์มาที่เมนูแพทเทิร์น และทิศทาง เข้าสู่เมนูย่อยคือเมนูใส่ข้อมูลการทดลอง จากนั้นป้อนชนิดสายอากาศ และความถี่ที่ใช้งาน กดปุ่ม OK ดังรูปที่ 4.2 จากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอการหมุน โรเตอร์เก็บค่าความแรงสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 4.2 เมนูใส่ข้อมูลชนิดสายอากาศ และความถี่ใช้งาน

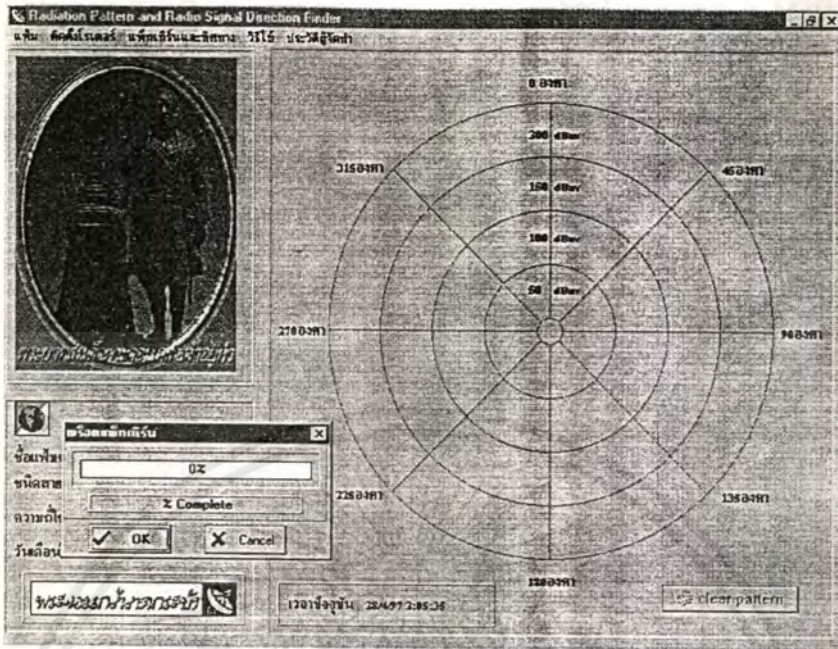
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์รับค่าความแรงสัญญาณวิทยุ

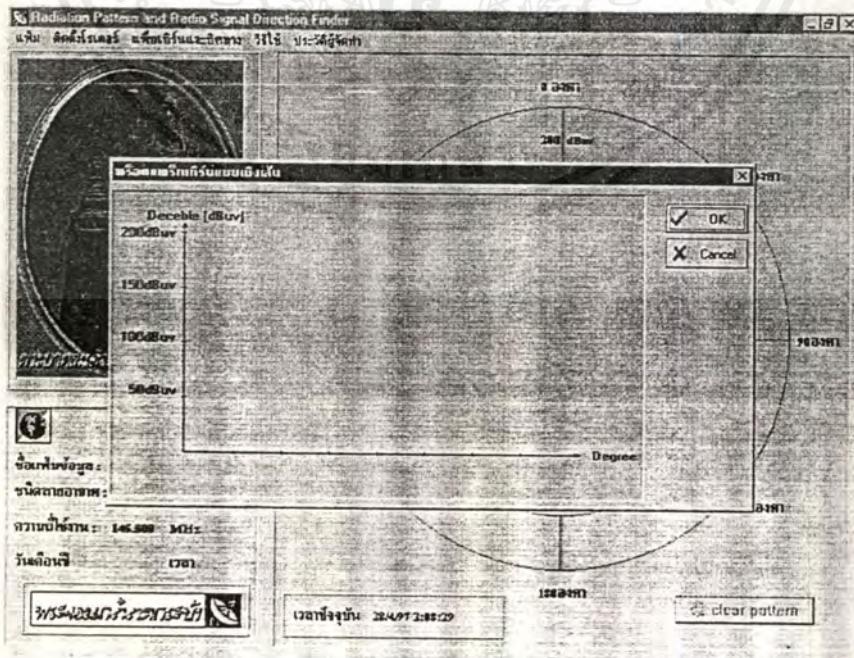
การทดลองชุด FIELD STRENGTH

- กดปุ่ม FSM (เมื่อเลือกใช้ชุดรับสัญญาณระยะใกล้ : FIELD STRENGTH)
- กดปุ่มหมุนโรเตอร์เก็บค่าความแรงสัญญาณวิทยุ ขณะนี้โปรแกรมจะหมุนสายอากาศเก็บค่าความแรงสัญญาณ 0-360 องศา
- เมื่อครบ 360 องศาแล้ว กดปุ่มหมุนโรเตอร์กลับ เพื่อป้องกันสายอากาศพันเสา
- เมื่อหมุนโรเตอร์กลับแล้วกดปุ่ม OK เพื่อทำงานต่อไป
- จากนั้นสามารถที่จะหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นและหาทิศทางได้
- ถ้าเข้าสู่เมนูพรีอิตแพ็ทเทิร์น กดปุ่ม OK เพื่อแสดงรูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศที่ทดลองอยู่ จะแสดงหน้าจอการแสดงผลรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น ดังรูป



รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น

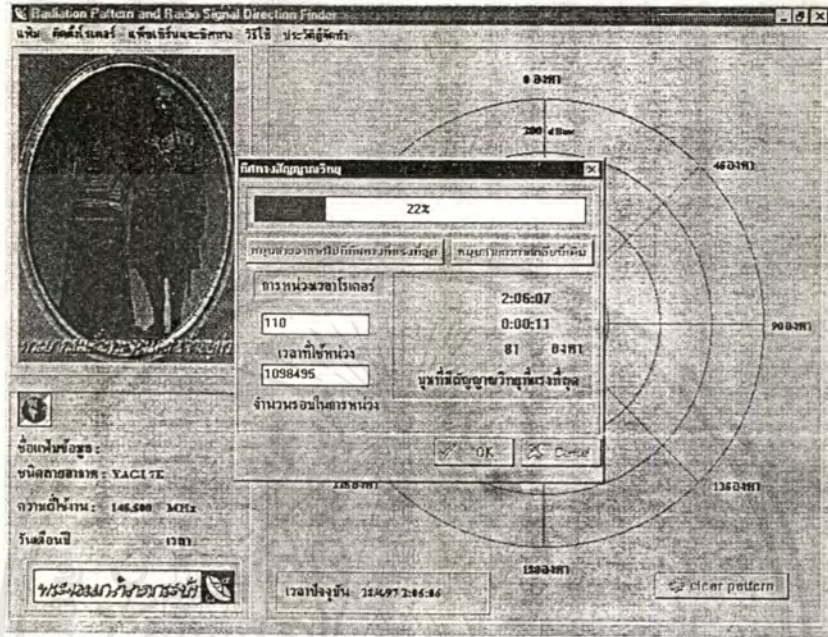
7. โปรแกรมสามารถที่จะหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น โดยเลื่อนเมาส์ไปที่เมนูรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 หน้าจอการปรับแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จากรูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศที่ทดลอง สามารถเข้าสู่เมนูหาทิศทางสัญญาณวิทยุ สายอากาศที่หาทิศทางควรเป็นสายอากาศที่บังคับทิศทางได้ เช่น ยากิ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

จากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอการหาทิศทางสัญญาณวิทยุแล้ว สามารถหาทิศทางที่แรงที่สุด โดยกดปุ่มหมุนสายอากาศไปที่ทิศทางที่แรงที่สุด เมื่อโปรแกรมเสร็จสิ้นจะเข้าสู่เมนูหลัก

การทดลอง ชุด FEILD STRENGTH METER

สายอากาศยาคิ 7E

ความถี่ใช้งาน 145.400 MHZ

สถานที่ทดลอง คาดฟ้า ชั้น 3 ตึกครุศาสตร์อุตสาหกรรม

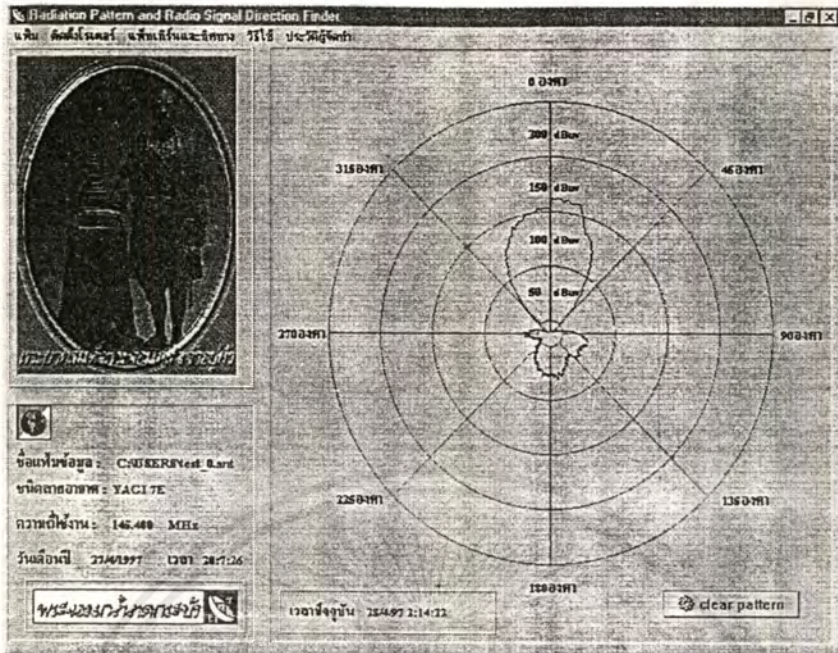
การออกแบบการทดลอง

1. ใช้เครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่งด้าน 0 องศา ด้านหน้าสายอากาศรับ ด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศรับจะสามารถดูได้จากเพิ่มข้อมูล TEST_0.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศ ยากิ 7 อิลิเมนต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 5 องศา ดังรูป

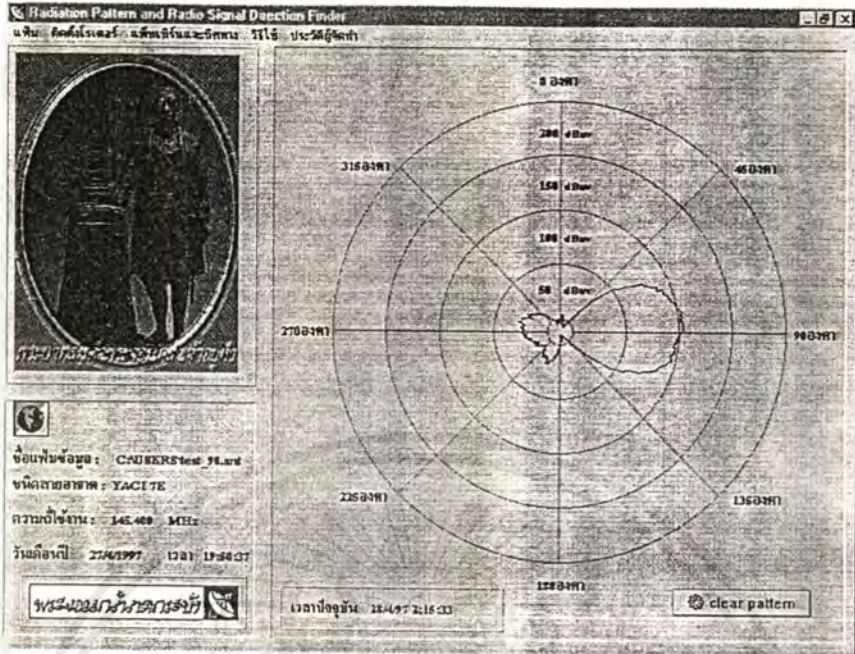
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 0 องศา

2. ใช้เครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่งด้าน 90 องศา ด้านข้างสายอากาศรับ ด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ
ผลการทดลอง

รูปแบบการกระจายคลื่นของสายอากาศรับจะสามารถดูได้จากเพิ่มข้อมูล TEST_90 .ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศ ยาคี 7 อิลิเมนต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 91 องศา ดังรูป

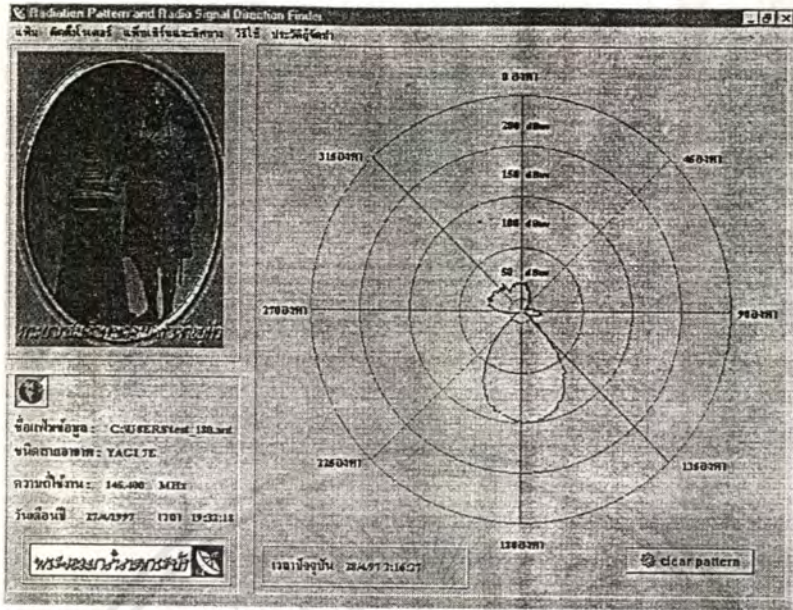


รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 90 องศา

3. ใช้เครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่งด้าน 180 องศา ด้านหลังสายอากาศรับ ด้วยระยะห่าง 20 เมตร จากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ สามารถดูได้จากเพิ่มข้อมูล TEST_180.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยาคี 7 อิลิเมนต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 181 องศา ดังรูป

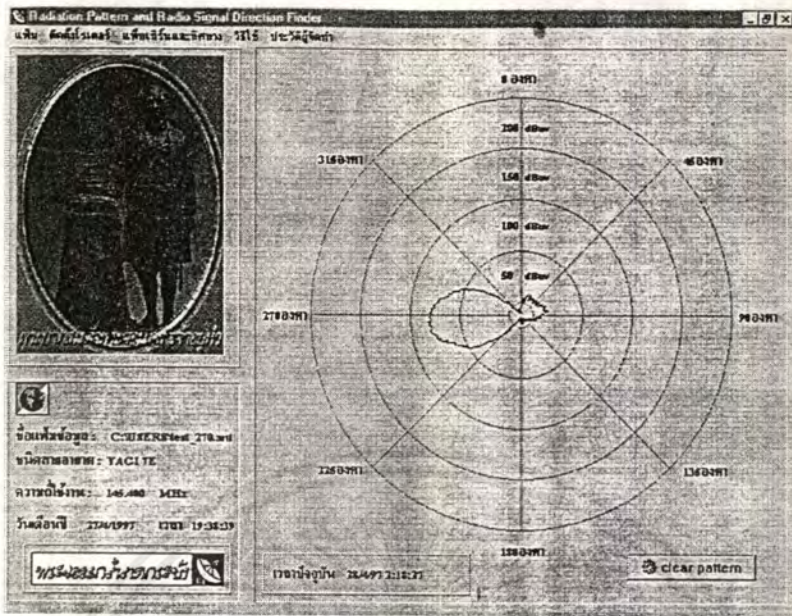


รูปที่ 4.9 หน้าจอการแสดงผลรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 180 องศา

4. ใช้เครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่งด้าน 270 องศา ด้านข้างสายอากาศรับ ด้วยระยะห่าง 20 เมตร จากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล TEST_270 .ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศ ยาคี 7 อิลิเมนต์ อยู่ที่ตำแหน่ง 268 องศา ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7 E มุม 270 องศา

การทดลอง ชุด FIELD STRENGTH METER

สายอากาศไดโพล 1E

ความถี่ที่ใช้งาน 145.400 เมกะเฮิร์ต

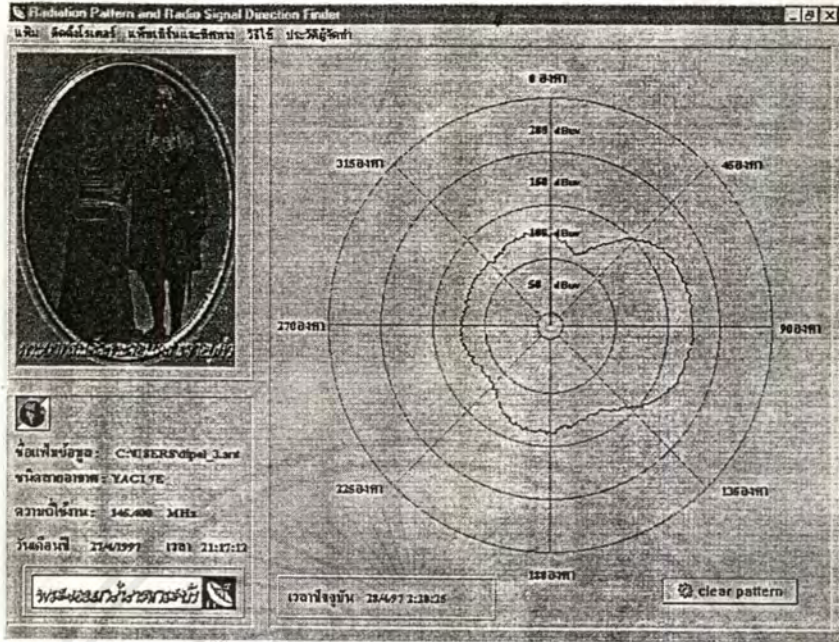
สถานที่ทดลอง คาดฟ้า ชั้น 3 ตึกครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศไดโพล 1E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 90 องศา ด้วยระยะห่าง 25 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล DIPOLE .ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศไดโพล อยู่ที่ตำแหน่ง 97 องศา ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศไดโพล 1E มุม 90 องศา

การทดลองชุด ADVANCE

สายอากาศยาคี 7E

ความถี่ที่ใช้งาน 145.400 เมกกะเฮิร์ต

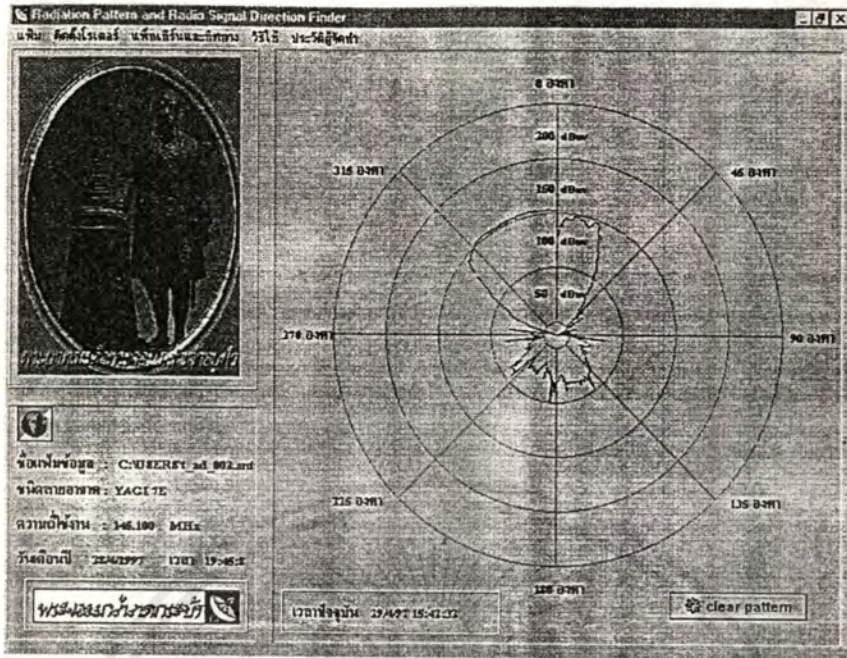
สถานที่ทดลอง คาดฟ้า ชั้น 3 ตึกครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยาคี 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0 หรือ 360 องศา ด้วยระยะห่าง 600 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล TEAD_002.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยาคี 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 351 องศา ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7 E มุม 0 องศา

4.2 การทดลองเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุโดยใช้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม ขั้นตอนการทดลอง

1. ประกอบสายอากาศเข้ากับโรเตอร์
2. ประกอบชุดกระแสเป่าหัว
 - ต่อขั้วสายอากาศเข้ากับชุดรับสัญญาณวิทยุในชุดกระแสเป่าหัว
 - ต่อสายปลั๊กไฟฟ้าเข้ากับขั้วต่อ (AC 220 V)
 - ต่อสายควบคุมโรเตอร์ เส้นสีน้ำตาลเข้ากับขั้วต่อ L1, เส้นสีเขียวเข้ากับขั้วต่อ L2, เส้นสีเหลืองเข้ากับขั้วต่อ G1
3. เปิดสวิทช์ไฟฟ้าที่ชุดกระแสเป่าหัว
4. กดปุ่มรีเซตหน่วยประมวลผลกลางจากนั้นหน้าจอแสดงผลดังรูป

TELECOM
ED. ENGINEER
KMITL LADKRABANG

+-MENU-+
SET FUNCTION
AND
USE FUNCTION

1. SET ANTENNA
2. SET FREQUENCY
3. RADIATION
4. DIRECTION

รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงเมนูหลัก

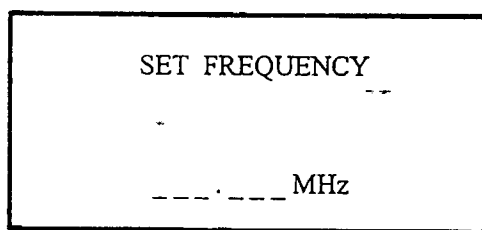
5. จากเมนูหลักจะประกอบไปด้วยเมนูย่อยดังนี้

- กดหมายเลข 1 เพื่อเลือกชนิดสายอากาศที่ทำการทดลอง โดยการกดหมายเลข 1-8 เพื่อเลือกชนิดของสายอากาศ

1. YAGI	5. Y - 10
2. Y - 3	6. DIPOLE
3. Y - 5	7. D - 4
4. Y - 7	8. LAMDA

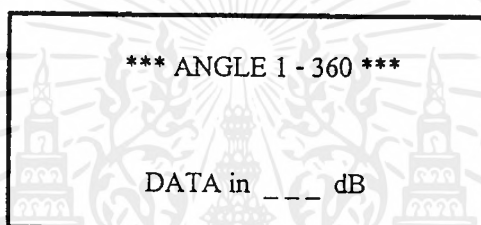
รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงการเลือกชนิดสายอากาศ

- กดหมายเลข 2 เพื่อป้อนความถี่ที่ทำการทดลอง โดยการป้อนความถี่วิทยุย่าน 144.000-146.000 เมกะเฮิร์ตซ์



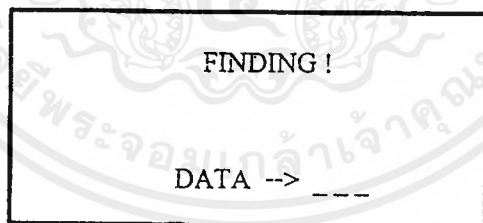
รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงการใส่ค่าความถี่

- กศหมายเลข 3 ทำการหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น โดยโรเตอร์จะหมุนรับค่าความแรงสัญญาณวิทยุจาก 0-360 องศาและหมุนเสากลับโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันสายนำสัญญาณพันเสา



รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์เก็บค่าความแรงสัญญาณวิทยุ

- กศหมายเลข 4 เพื่อหาทิศทางสัญญาณวิทยุที่มีความแรงที่สุด



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

- กศหมายเลข 5 เพื่อส่งข้อมูลไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการเลือกเพิ่มข้อมูลที่จะส่งไปให้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และทิศทางสัญญาณวิทยุ ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลครบบันทึกเพิ่มข้อมูลก่อน

<p>UP LOAD DATA</p> <p>SELECT FILE</p>
--

<p>FREQ = ____ . ____ MHz</p> <p>ANTENNA = YAGI</p>

รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงการดึงข้อมูลจากชุดกระเป่าหัว

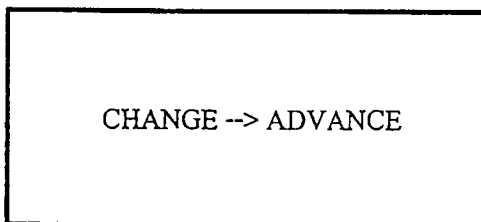
- กคหมายเลข 6 เพื่อบันทึกข้อมูลความแรงสัญญาณวิทยุลงในหน่วยความจำ สามารถจะบันทึกความแรงสัญญาณวิทยุได้ 4 แฟ้มข้อมูล ถ้าบันทึกแฟ้มข้อมูลจะปรากฏเครื่องหมาย * แทนหมายเลขแฟ้มข้อมูล

<p>SAVE FILE</p> <table> <tr> <td>1. FILE 1</td> <td>2. FILE 2</td> </tr> <tr> <td>3. FILE 3</td> <td>4. FILE 4</td> </tr> </table>	1. FILE 1	2. FILE 2	3. FILE 3	4. FILE 4
1. FILE 1	2. FILE 2			
3. FILE 3	4. FILE 4			

<p>SAVE FILE</p> <table> <tr> <td>1. FILE 1</td> <td>2. FILE 2</td> </tr> <tr> <td>3. FILE 3</td> <td>4. FILE 4</td> </tr> </table> <p>COMPLETE !</p>	1. FILE 1	2. FILE 2	3. FILE 3	4. FILE 4
1. FILE 1	2. FILE 2			
3. FILE 3	4. FILE 4			

รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงการบันทึกแฟ้มข้อมูล

- กคหมายเลข 8 เพื่อเลือกใช้ชุดรับความแรงระยะไกล (ADVANCE)



รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงการเปลี่ยนชุดรับค่าความแรงสัญญาณวิทยุระยะไกลเป็นระยะใกล้

จากนั้นทำการเลือกเพิ่มข้อมูลที่จะส่งไปให้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อทำการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นและทิศทางสัญญาณวิทยุ เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์เข้าสู่โปรแกรม WINDOWS 95 เลื่อนเมาท์ไปที่ SHORT CUT ที่ชื่อว่า PATTERN 1 หรือเข้าที่ TASKBAR ที่มี เพิ่มโปรแกรม PATTERN 1 ขึ้นอยู่กับการติดตั้งโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ กดเมาท์เปิดโปรแกรม PATTERN 1 ควรเข้าสู่โปรแกรมแพทเทิร์น 1 ก่อนที่จะส่งข้อมูลผ่าน RS 232 จากนั้นเข้าสู่เมนูแพทเทิร์น และทิศทาง และเลื่อนเมาส์มาที่เมนูดึงข้อมูลจากชุดกระเป่าหิ้ว กดปุ่มโหลดข้อมูล โปรแกรมจะทำการรับข้อมูลจากชุดกระเป่าหิ้วเมื่อรับข้อมูลครบแล้วกดปุ่ม OK เพื่อทำขั้นตอนต่อไป ต่อจากนั้นสามารถที่จะหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และทิศทางสัญญาณวิทยุได้ตามขั้นตอนการทดลองในไมโครคอมพิวเตอร์ได้

การทดลองชุด FIELD STRENGTH

สายอากาศยาคี 7E

ความถี่ที่ใช้งาน 145.400 เมกกะเฮิร์ต

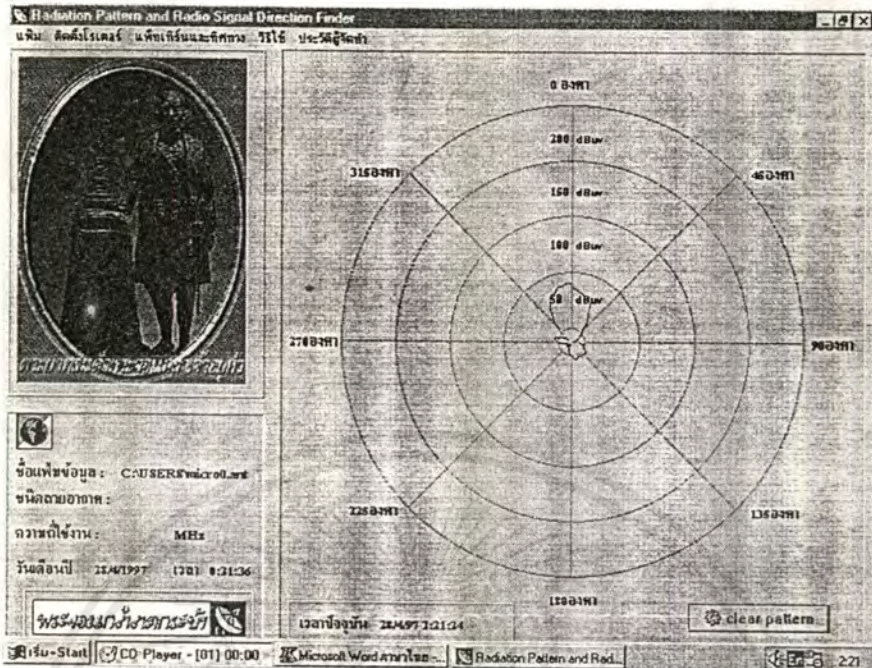
สถานที่ทดลอง ดาดฟ้า ชั้น 3 ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยาคี 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0 หรือ 360 องศา ด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากเพิ่มข้อมูล MICRO0.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยาคี 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 358 องศา ดังรูปที่ 4.21



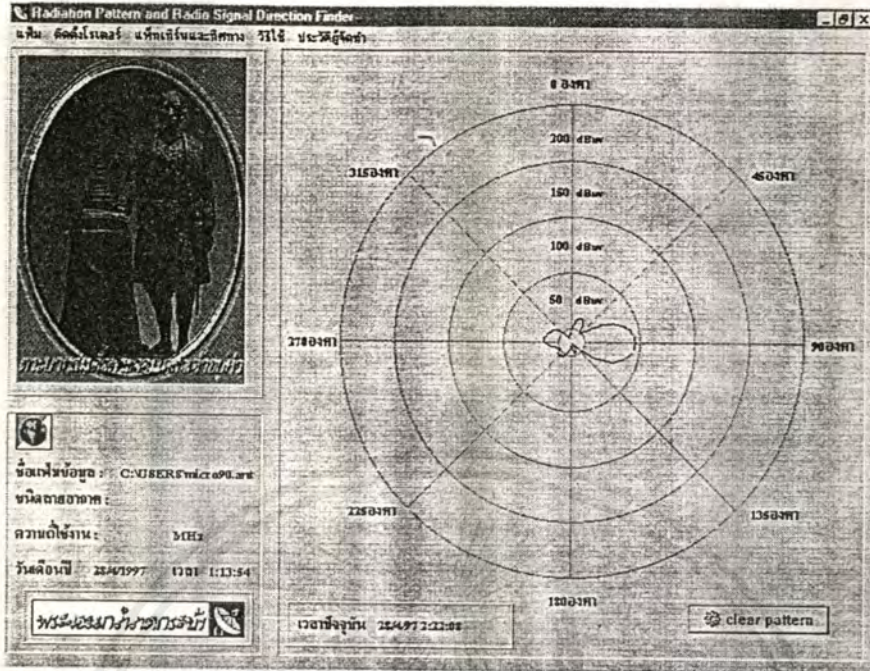
รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยี่ห้อ 7E มุม 0 องศา

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยี่ห้อ 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 90 องศาด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับจะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล MICRO90.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยี่ห้อ 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 91 องศา ดังรูปที่ 4.22



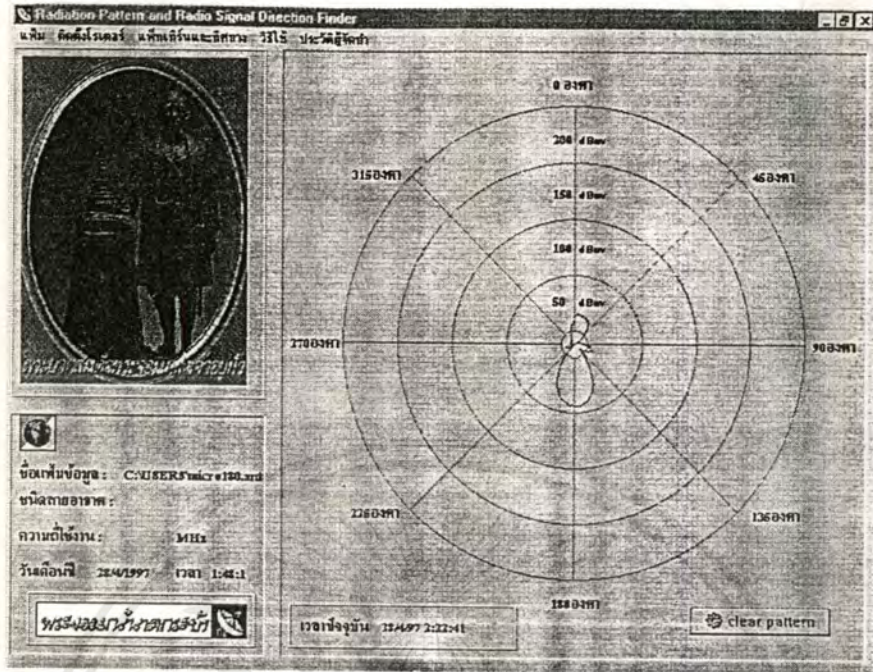
รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 90 องศา

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยาคี 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 180 องศาด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล MICRO180.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยาคี 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 179 องศา ดังรูปที่ 4.23



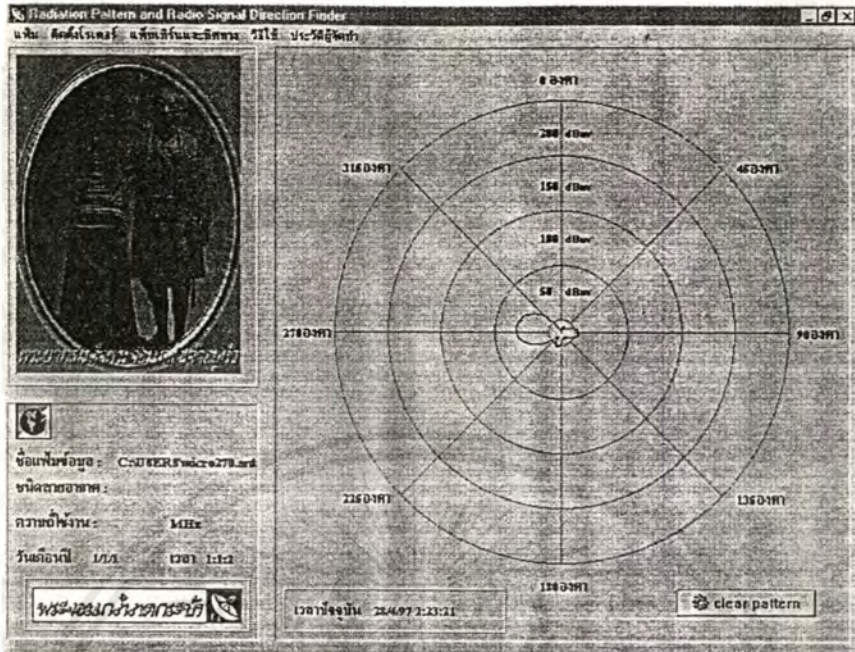
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 180 องศา

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยาคี 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 270 องศาด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากแฟ้มข้อมูล MICRO270.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยาคี 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 268 องศา ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยี่ห้อ 7E มุม 270 องศา

การทดลองชุด ADVANCE

สายอากาศยี่ห้อ 7E

ความถี่ที่ใช้งาน 145.400 เมกกะเฮิร์ต

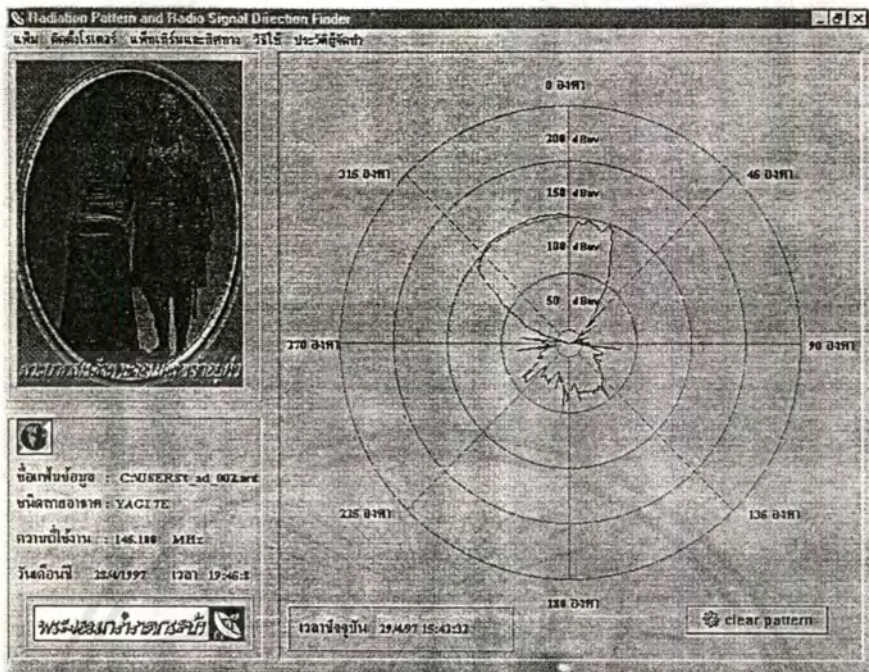
สถานที่ทดลอง คาดฟ้า ชั้น 3 ตึกครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การออกแบบการทดลอง

นำสายอากาศยี่ห้อ 7E มาต่อกับโรเตอร์ โดยเครื่องส่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0 หรือ 360 องศา ด้วยระยะห่าง 20 เมตรจากสายอากาศรับ

ผลการทดลอง

รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศรับ จะสามารถดูได้จากเพิ่มข้อมูล TEAD_002.ANT ทิศทางที่แรงที่สุดของสายอากาศยี่ห้อ 7E อยู่ที่ตำแหน่ง 351 องศา ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยาคี 7E มุม 0 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

ปริญญาณีพนธ์เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุนี้ ใช้ ไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงาน ซึ่งเครื่องจะทำงานได้ 3 โหมด คือ โหมดแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น, แบบกราฟวงกลม และโหมดการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ โดยวิธีการทำงานเบื้องต้นของเครื่อง คือ เมื่อเปิดเครื่อง และเข้าสู่โปรแกรม ขึ้นแรก ต้องทำการเลือกชนิดของสายอากาศ และความถี่ที่ใช้งานอยู่ จากนั้นทำการเก็บค่าตัวแปรก่อน ด้วยการขับโรเตอร์ 0-360 องศา แล้วหมุนเสาอากาศกลับมาที่ตำแหน่งเดิม ถ้าจะหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น ให้เลือกที่แถบเลือกการแสดงผลรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นว่า จะแสดงผลรูปแบบเป็นแบบเชิงเส้น หรือเป็นแบบวงกลม แต่ถ้าต้องการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ให้เลือกไปที่โหมดนี้ โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบสัญญาณที่รับเข้ามา กับสัญญาณอ้างอิงว่า สัญญาณสูงสุดอยู่ที่ใด เมื่อได้สัญญาณสูงสุดแล้ว วงจรจะขับ โรเตอร์ให้หมุนสายอากาศไปยังตำแหน่งสัญญาณสูงสุดนั้น นอกจากนั้นโปรแกรมยังสามารถเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ และแผ่นจานแม่เหล็กได้

อย่างไรก็ตาม เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุนี้ ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง คณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางในการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาในการทำงาน และแนวทางการแก้ไขปัญหา

1. โรเตอร์สายอากาศควบคุมมุมในการหมุนได้ยาก และความเร็วในการหมุนต่อรอบต่ำ ทำให้ต้องใช้เวลาในการประมวลผลนาน

แก้ปัญหาโดย ทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อหาค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงที่สุด และใช้โรเตอร์รุ่นใหม่ที่มีความเร็วสูงกว่าเดิม

2. ปัญหาด้านโปรแกรม ซึ่งใช้โปรแกรม Delphi สำหรับ Window 95 เขียน ระหว่างการประมวลผลโปรแกรม มีการทำงานในโปรแกรมอื่น ที่หน้าต่างอื่นๆ พร้อมๆ กันหลายโปรแกรม ทำให้เวลาในการประมวลผลคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

แก้ปัญหาโดย ในขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลอยู่ ควรปิดโปรแกรมอื่นๆใน Window และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรแกรม เช่น การขยับเมาท์

3. โรเตอร์สายอากาศ รุ่น G-250 ที่นำมาใช้งานร่วมกับเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุนี้ มีเทอร์โมสตัท (Thermostat) เป็นตัวตัดต่ออยู่ภายใน ทำให้การทำงานของโรเตอร์ไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้งานเครื่องไปนานๆ โรเตอร์ร้อนแล้วจะหยุดทำงาน ต้องรอนจนกว่าโรเตอร์เย็นลงถึงจะทำงานต่อไปได้

แก้ปัญหาโดย ในขณะที่ทำการทดลองจะต้องหยุดพักการใช้งานโรเตอร์เป็นช่วงๆ เพื่อไม่ให้โรเตอร์ร้อนจนเกินไป จนถึงจุดที่เทอร์โมสตัทจะตัดการทำงาน

4. การวัดรอบของโรเตอร์ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากโรเตอร์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุนี้เป็นโรเตอร์รุ่นเก่า ความต้านทานปรับค่าได้ในตัวโรเตอร์ชำรุด เสื่อมสภาพ ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดจำนวนรอบของโรเตอร์ได้

แก้ปัญหาโดย ใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวตรวจสอบรอบการหมุนของโรเตอร์

5.3 แนวทางในการพัฒนา

5.3.1 แนวทางในการพัฒนางจร

1. ควรหาโรเตอร์ที่มีความเร็วสูงกว่านี้ หรืออาจจะใช้วิธีการหมุนเสาแบบอื่น ที่หมุนได้เร็วกว่าวิธีที่ใช้อยู่

2. เปลี่ยนจากไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ไปเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตตระกูล 68HC51 หรือตระกูลอื่นๆ เพื่อทำให้ความเร็วในการประมวลผลเร็วยิ่งขึ้น และมีความเที่ยงตรงในการคำนวณยิ่งขึ้น

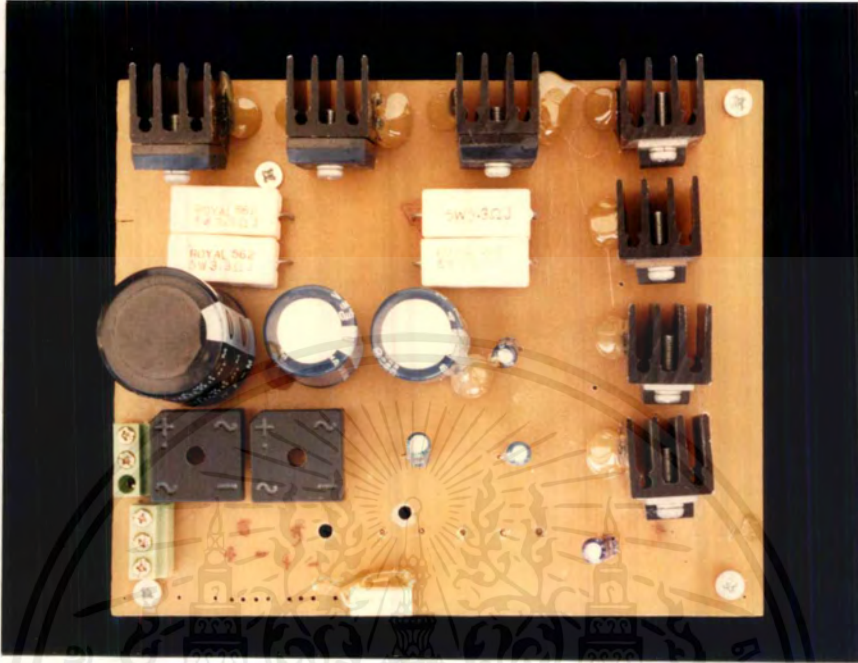
5.3.2 แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

ควรพัฒนากราฟิของโปรแกรมให้เป็นแบบ 3 มิติ หรือแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบ 3 แกน จะทำให้การแสดงผลชัดเจนและสมจริงยิ่งขึ้น

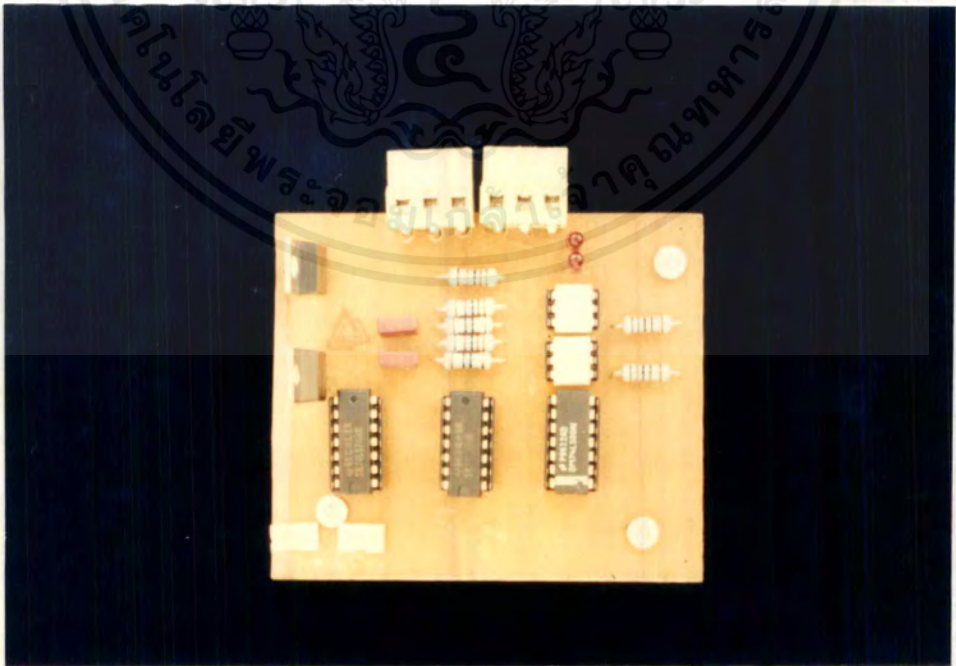
ภาคผนวก ก

ส่วนประกอบของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

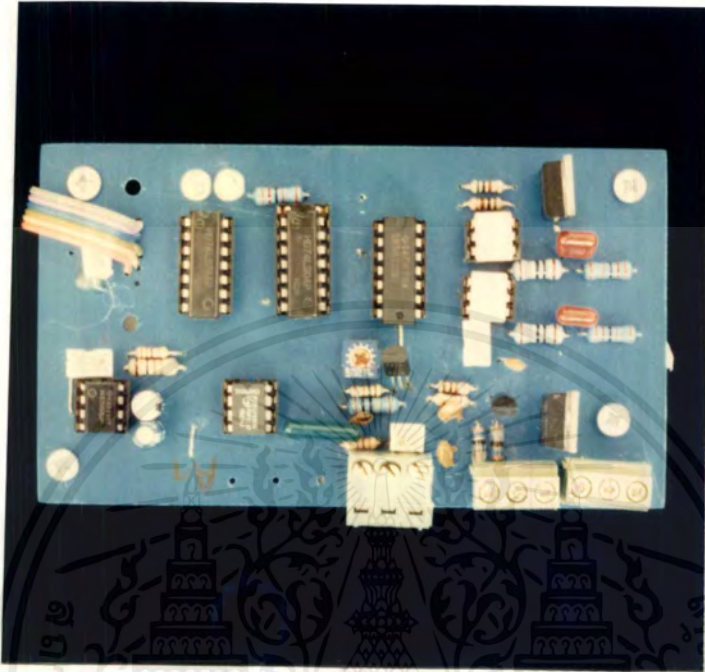


รูปที่ 1 แผงวงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

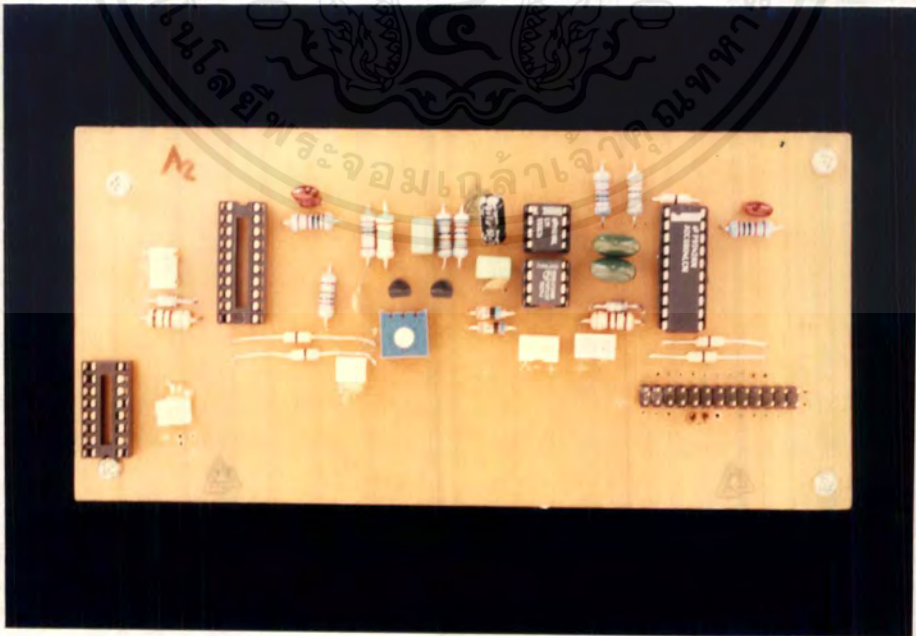


รูปที่ 2 แผงวงจรขับโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

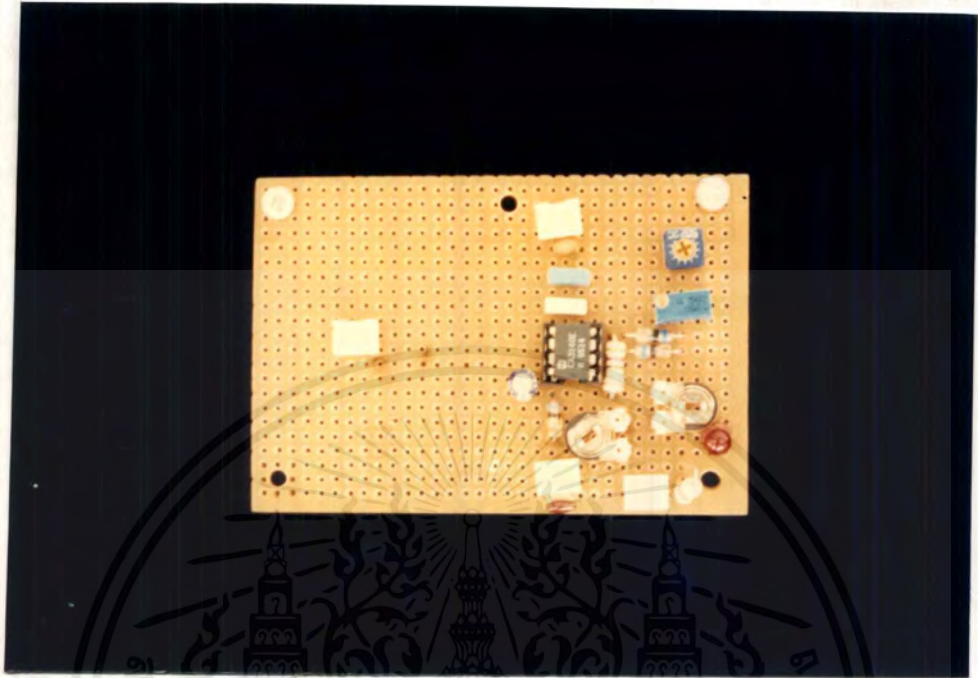


รูปที่ 3 แผงวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล, วงจรวัดความเข้มสัญญาณวิทยุ ที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์

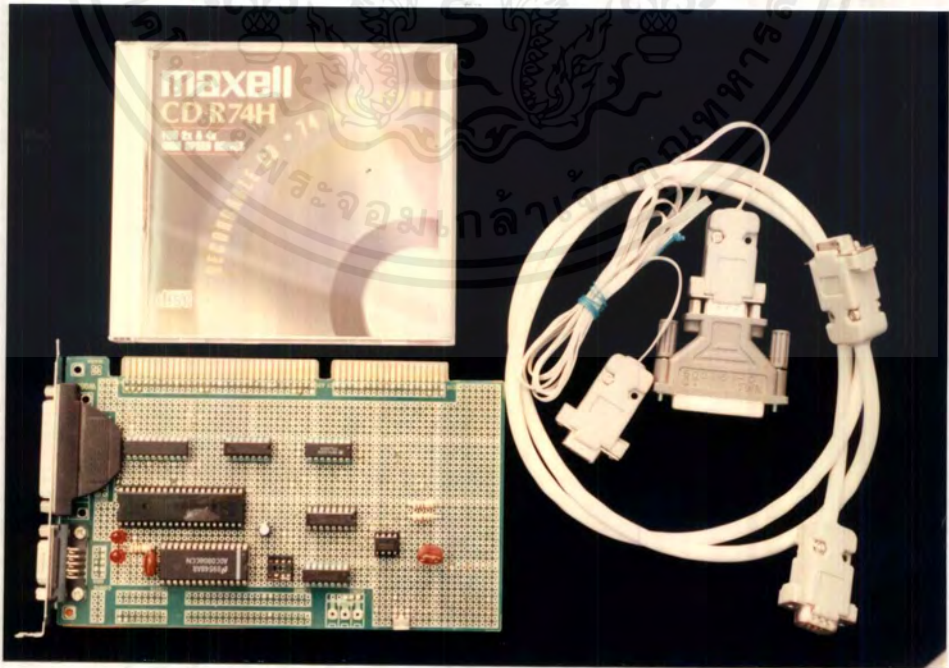


รูปที่ 4 แผงวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรวัดความเข้มสัญญาณวิทยุ ที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

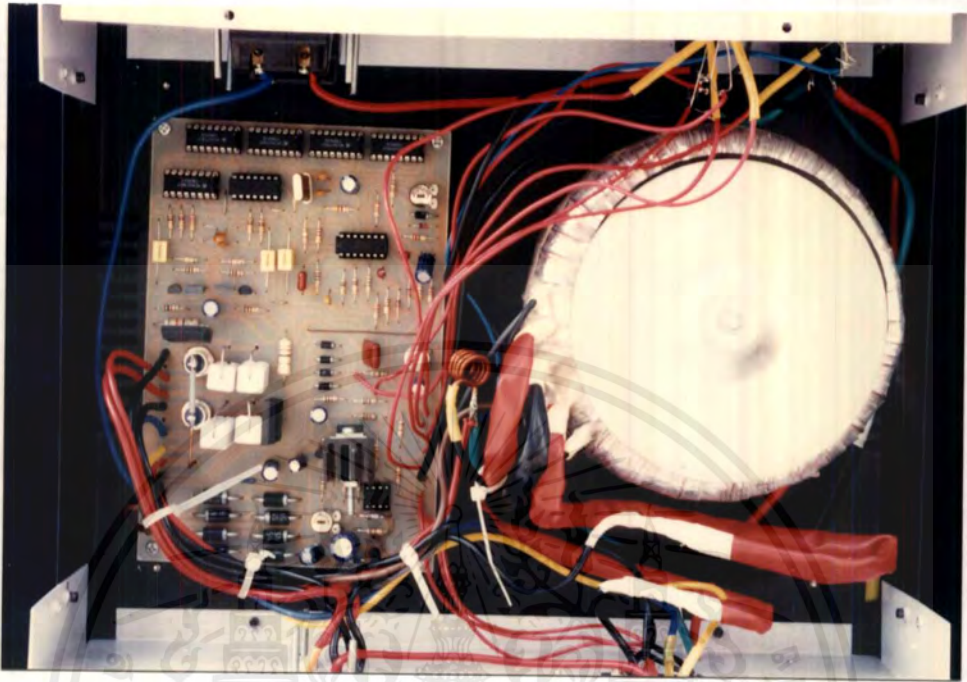


รูปที่ 5 วงจรวัดความเข้มสัญญาณวิทยุ

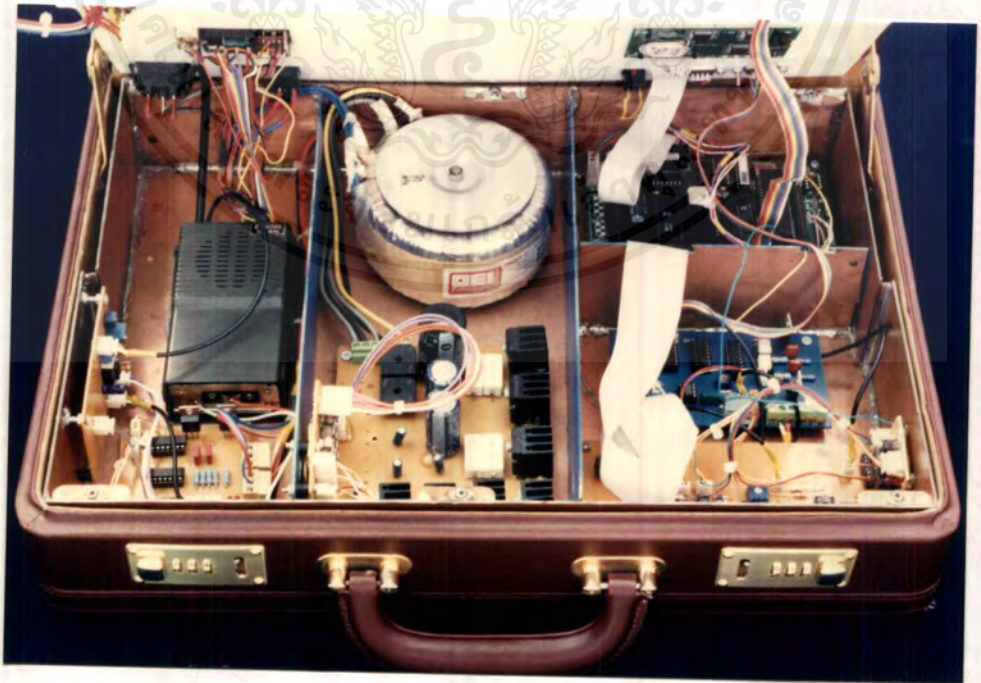


รูปที่ 6 วงจรอินเตอร์เฟส, แผ่น โปรแกรม และสายต่อเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

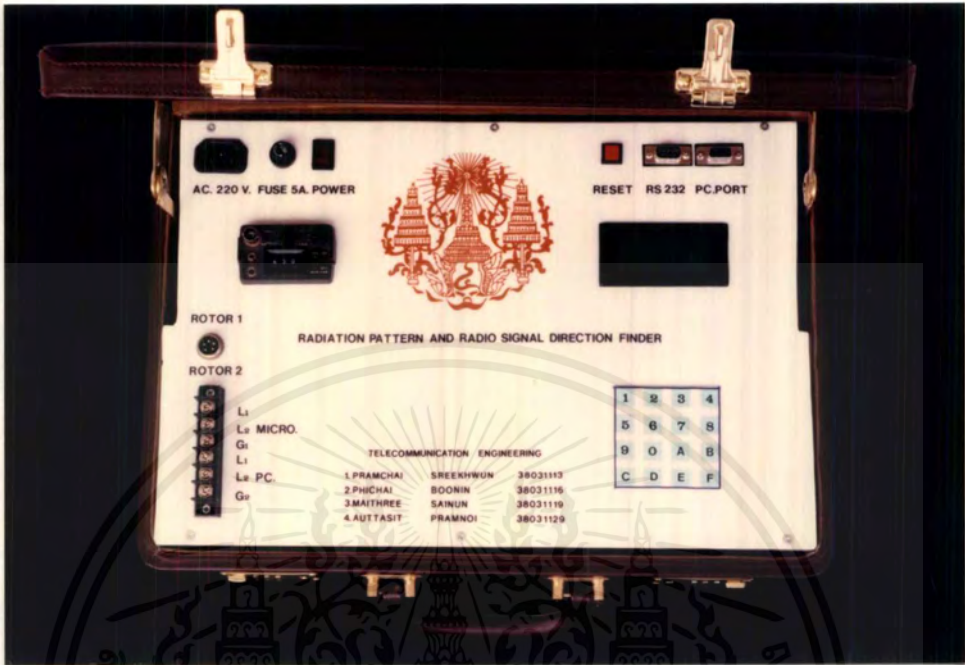


รูปที่ 7 วงจรอินเวอร์สเตอร์



รูปที่ 8 การติดตั้งวงจรลงกระเป๋าหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

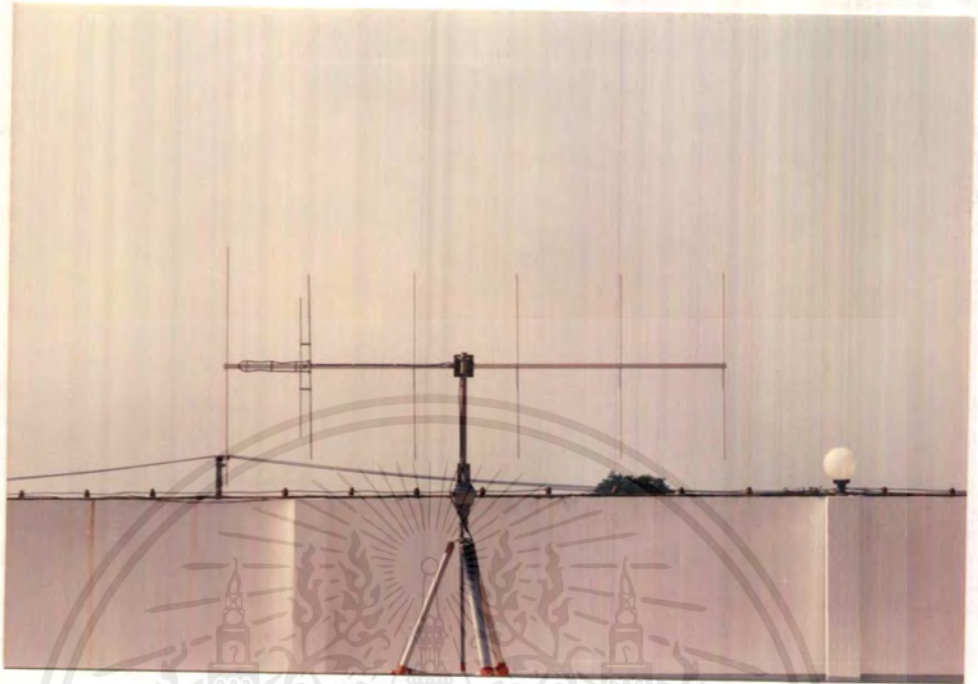


รูปที่ 9 หน้าปัทม์ของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

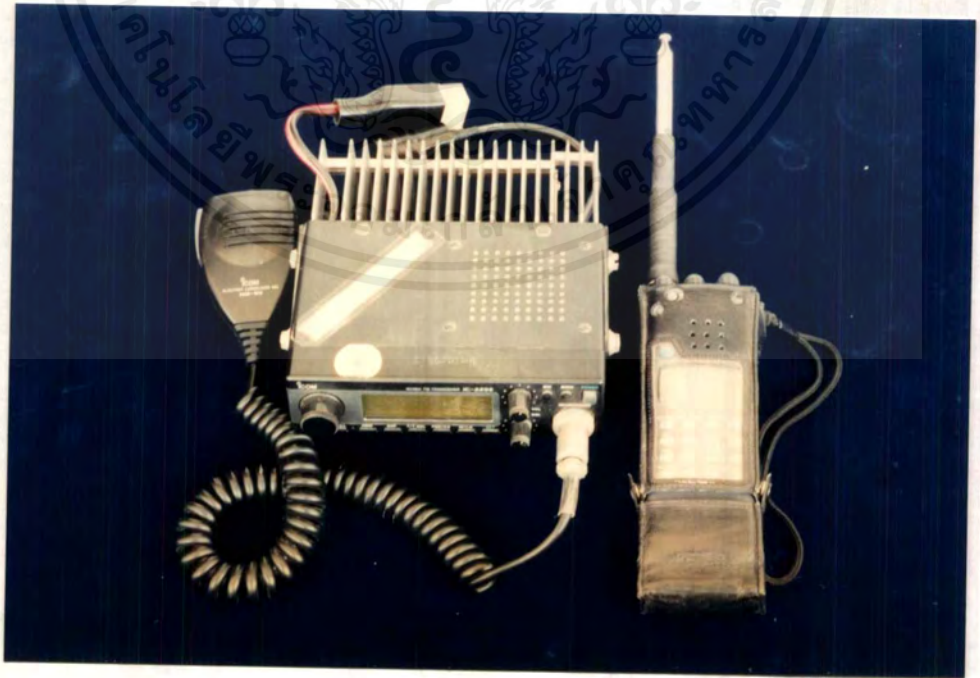


รูปที่ 10 โรเตอร์ และขาตั้งโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 สายอากาศยาคิ 7 อีเลเมนต์ ที่ใช้งานร่วมกับเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และ
หาทิศทางสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 12 ชุดวิทยุรับส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

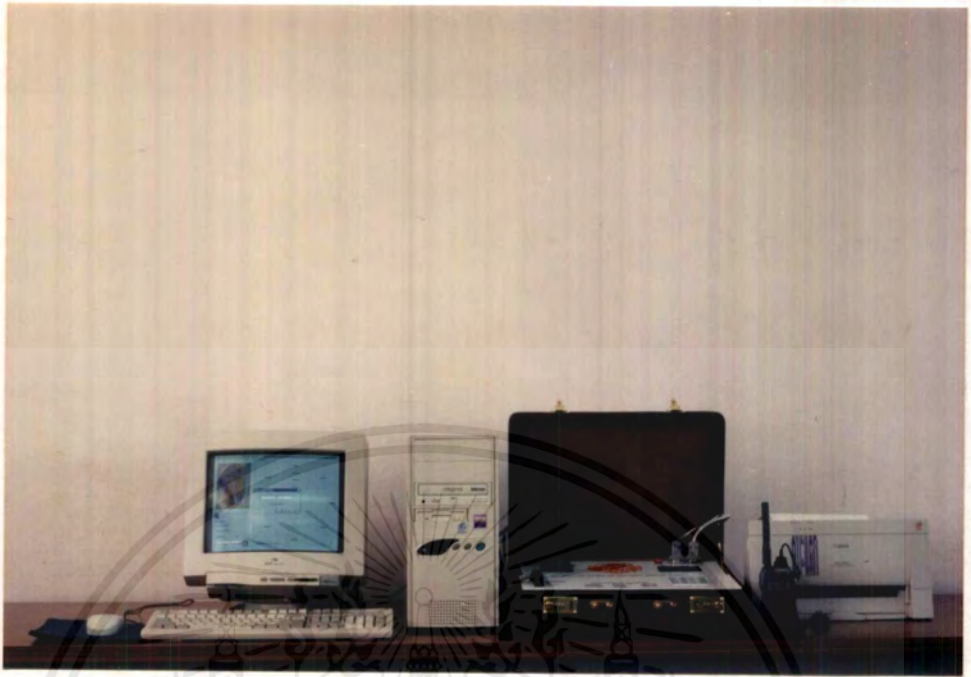


รูปที่ 13 ชุดกระเป๋าหิ้วของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 14 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุในงานภาคสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 การต่อใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุกับชุดไมโครคอมพิวเตอร์

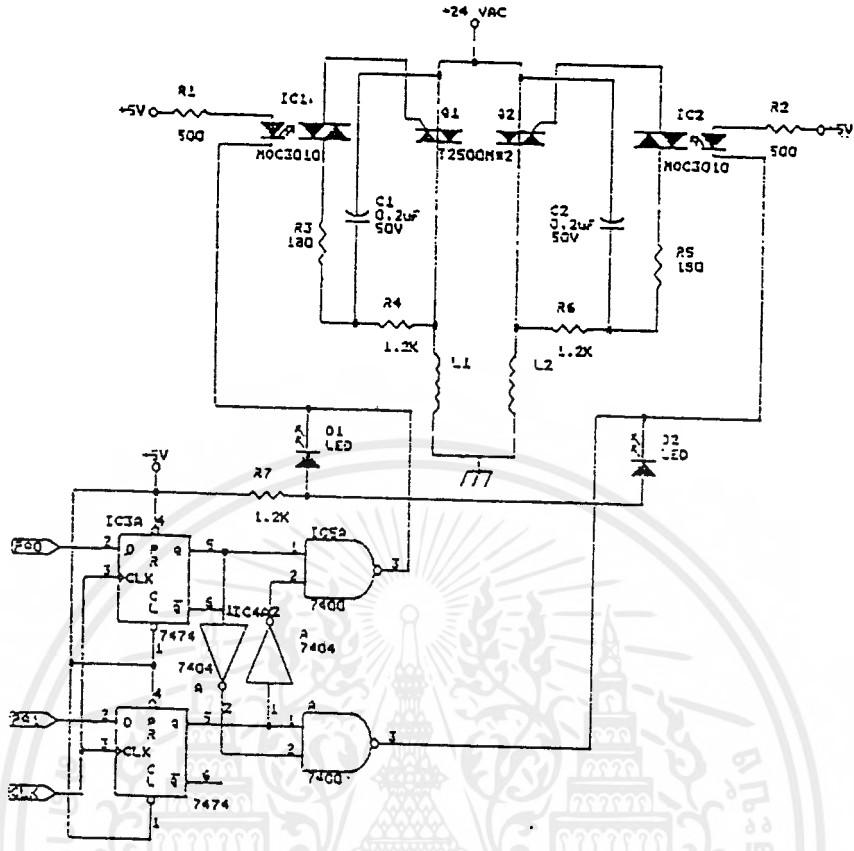
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



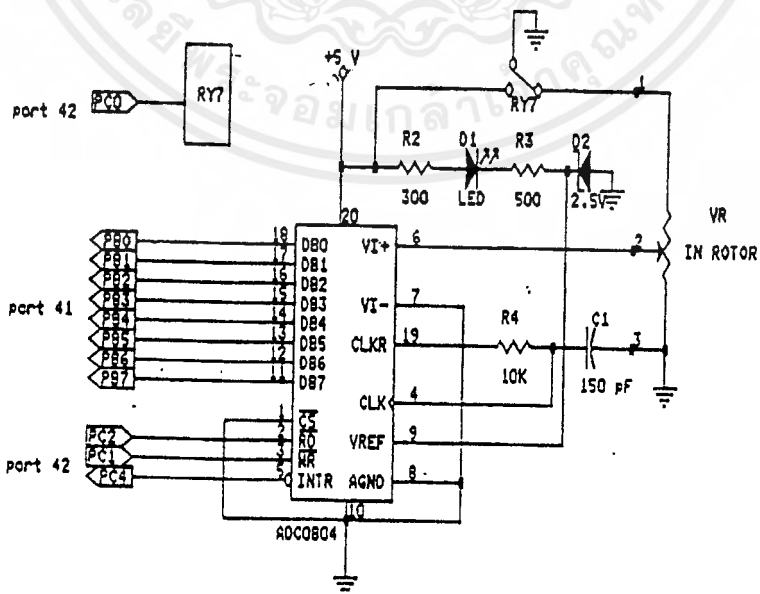
ภาคผนวก ข

วงจร ลายวงจรมพิมพ์ และการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรมพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

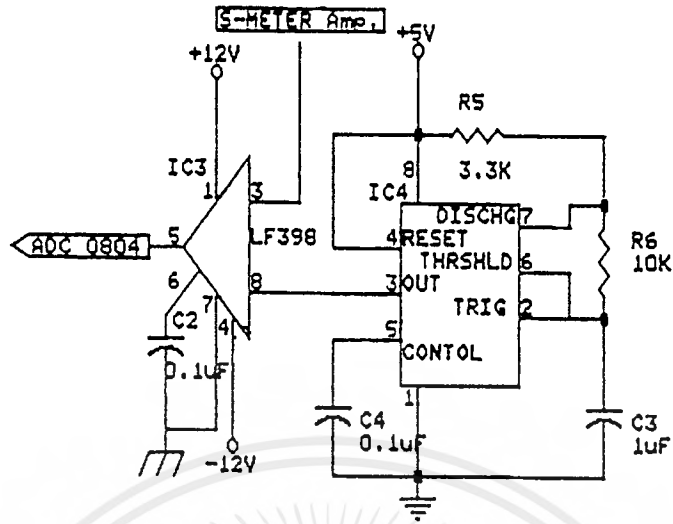


รูปที่ 1 วงจรขับมอเตอร์

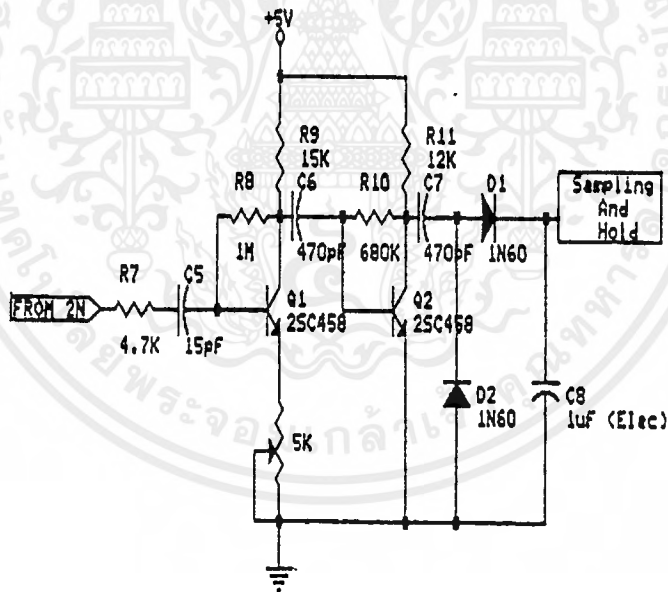


รูปที่ 2 วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

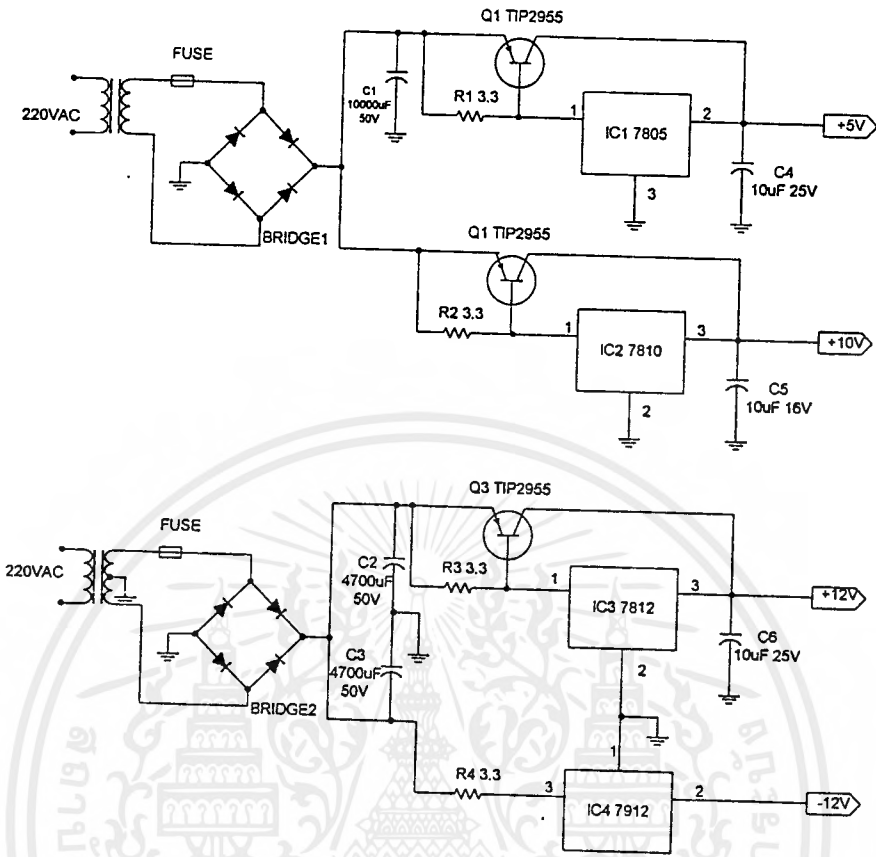


รูปที่ 3 วงจรแซมปลิง และ โฮลด์

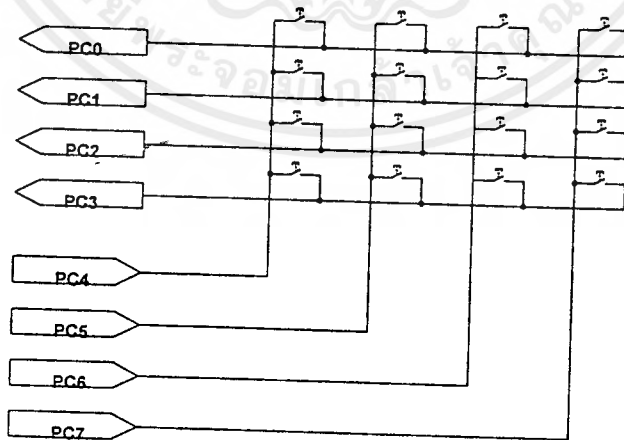


รูปที่ 4 วงจรขยายเอส-มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

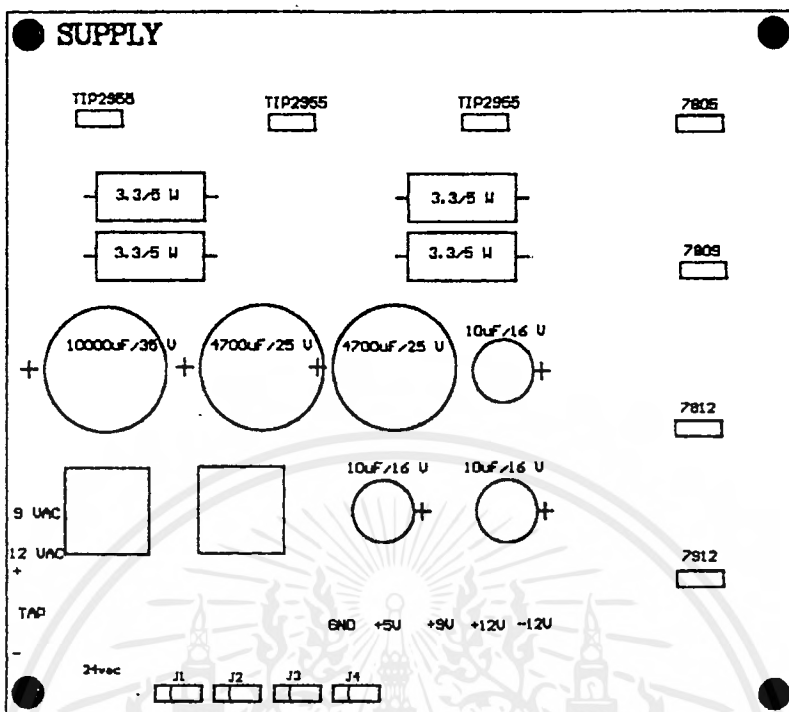


รูปที่ 5 วงจรแหล่งจ่ายกำลัง

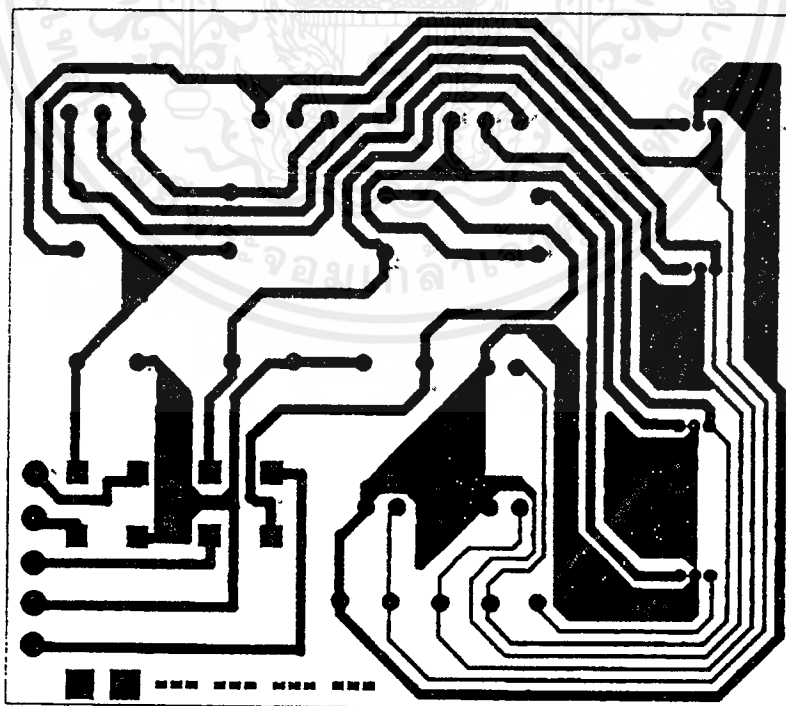


รูปที่ 6 วงจรตีขั้วบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

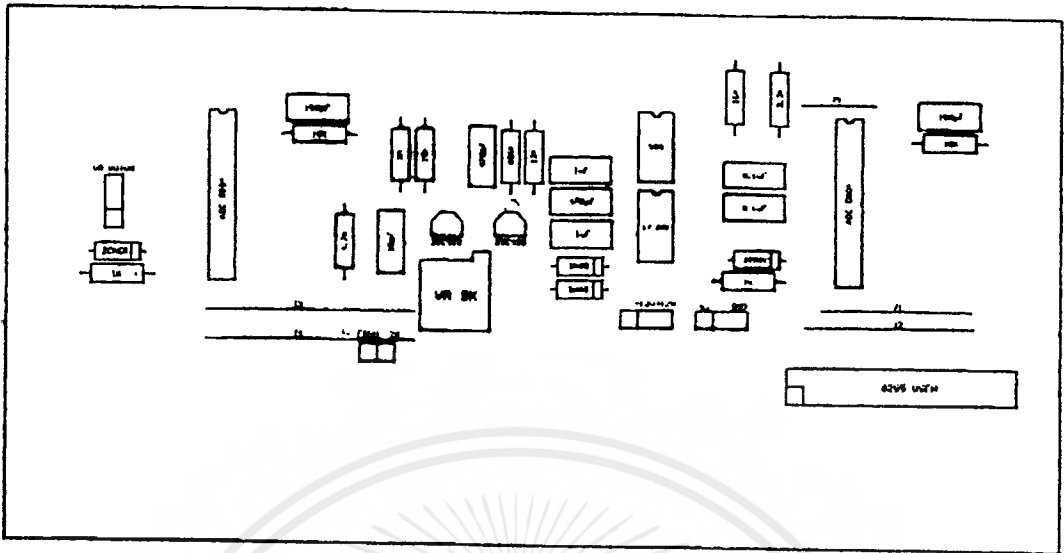


รูปที่ 9 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายกำลัง

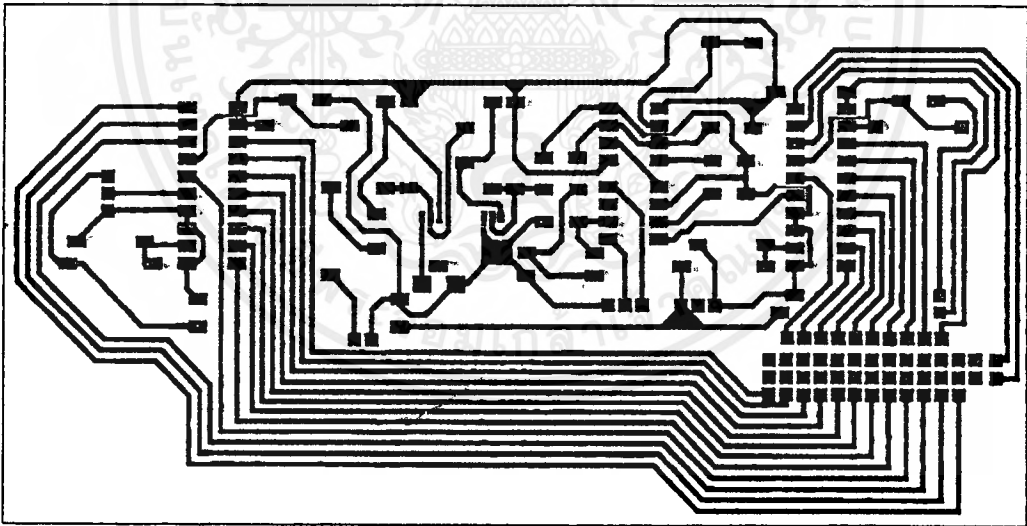


รูปที่ 10 ลายวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 การวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจรพิมพ์วงจรแชนเปลิ่งและโฮลด์, วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อก เป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรขยายเอส-มิเตอร์ ที่ใช้กับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 12 ลายวงจรพิมพ์วงจรแชนเปลิ่งและโฮลด์, วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรขยายเอส-มิเตอร์ ที่ใช้กับชุดไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1. รายการอุปกรณ์ของวงจรจับโรเตอร์

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R_1, R_2	Carbon	500Ω	2
R_3, R_5	"	180Ω	2
R_4, R_6, R_7	"	$1.2 K\Omega$	2
C_1, C_2	Wima	$0.2 \mu F$	2
D_1, D_2	LED		2
M_1	AC	24 V	1
Q_1, Q_2	Triac	T2500M 600 V 6 A	2
IC_1, IC_2	Trive Driven Output	MOC 3010	2
IC_3	TTL	7400	1
IC_4	TTL	7404	1
IC_5	D Flip-Flop	7474	1

2. รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่ใช้กับโรเตอร์

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R_1	Carbon	910Ω	1
R_2	"	300Ω	1
R_3	"	500Ω	1
R_4	"	$10 K\Omega$	1
C_1	Wima	150 pF	1
D_1	LED		1
D_2	Zener Diode	2.5 V	1
Q_1	Switching & Driver	2N3905	1
IC_1	TTL	7404	1
IC_2	A/D	ADC 0804	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รายการอุปกรณ์วงจรแรมป์ลิง และ โฮลด์

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R ₁	Carbon	910 Ω	1
R ₂	"	300 Ω	1
R ₃	"	500 Ω	1
R ₄ , R ₆	"	10 KΩ	2
R ₅	"	3.3 KΩ	1
R ₇	"	4.7 KΩ	1
R ₈	"	1 MΩ	1
R ₉	Variable Resister	5 KΩ	1
R ₁₀	Carbon	680 KΩ	1
R ₁₁	"	12 KΩ	1
C ₁	Wima	150 pF	1
C ₃ , C ₈	Electrolytics	1 μF	1
C ₅	Wima	15 pF	1
C ₆ , C ₇	"	470 pF	1
Q ₁ , Q ₂	Switching & Driver	2SC458	2
Q ₃	"	2N3905	1
D ₁ , D ₂	Germanium	1N60	2
D ₃	LED		1
D ₄	Zener Diode	2.5 V	1
IC ₁	TTL	7404	1
IC ₂	A/D	ADC 0804	1
IC ₃	Sampling & Hold	LF398	1
IC ₄	Timing	555	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รายการอุปกรณ์ของวงจรคีบอร์ค

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
$S_1 - S_{16}$	กดติดปลั๊กคีย์		16

5. รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายกำลัง

อุปกรณ์	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R_1, R_2, R_3, R_4	Carbon	3.3Ω	4
C_1	Electrolytics	10000 μF	1
C_2, C_3	"	4700 μF	2
C_4, C_5, C_6	"	10 μF	3
D_1, D_2	Bridge Rectifier	8 A/600 V	2
IC_1	Regulator	7805	1
IC_2	"	7809	1
IC_3	"	7812	1
IC_4	"	7912	1
T_1	Toroidal	Pri 220 V Sec 9, 12, 24 V	1

ภาคผนวก ง

โปรแกรมของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

```

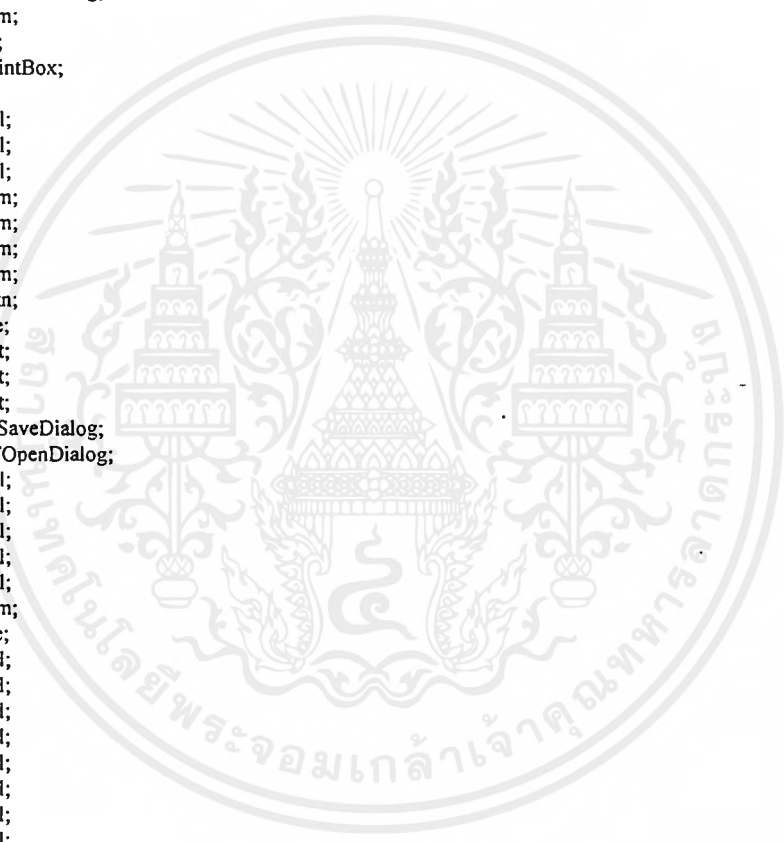
program Pattern1;
uses
  Forms,
  Patten in 'PATTREN.PAS' {Form1},
  Unit2 in 'UNIT2.PAS' {BtnRightDlg},
  Unit3 in 'UNIT3.PAS' {Open},
  Unit4 in 'UNIT4.PAS' {BtnRightDlg2},
  Unit5 in 'UNIT5.PAS' {BtnBottomDlg},
  Unit6 in 'UNIT6.PAS' {BtnBottomDlg1},
  Unit7 in 'UNIT7.PAS' {BtnBottomDlg2},
  Unit8 in 'UNIT8.PAS' {AboutBox},
  Unit9 in 'UNIT9.PAS' {AboutBox1},
  Unit10 in 'UNIT10.PAS' {AboutBox2},
  Unit11 in 'UNIT11.PAS' {AboutBox3},
  Unit12 in 'UNIT12.PAS' {BtnRightDlg1},
  Unit13 in 'UNIT13.PAS' {BtnBottomDlg3},
  Unit14 in 'UNIT14.PAS' {BtnRightDlg3},
  Unit15 in 'UNIT15.PAS' {BtnBottomDlg4},
  Unit16 in 'UNIT16.PAS' {BtnBottomDlg5},
  Unit17 in 'UNIT17.PAS' {MultiPageDlg};
{$R *.RES}
begin
  Application.CreateForm(TForm1, Form1);
  Application.CreateForm(TBtnRightDlg, BtnRightDlg);
  Application.CreateForm(TBtnRightDlg2, BtnRightDlg2);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg, BtnBottomDlg);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg1, BtnBottomDlg1);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg2, BtnBottomDlg2);
  Application.CreateForm(TAboutBox, AboutBox);
  Application.CreateForm(TAboutBox1, AboutBox1);
  Application.CreateForm(TAboutBox2, AboutBox2);
  Application.CreateForm(TAboutBox3, AboutBox3);
  Application.CreateForm(TBtnRightDlg1, BtnRightDlg1);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg3, BtnBottomDlg3);
  Application.CreateForm(TBtnRightDlg3, BtnRightDlg3);
  Application.CreateForm(TOpen, Open);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg4, BtnBottomDlg4);
  Application.CreateForm(TBtnBottomDlg5, BtnBottomDlg5);
  Application.CreateForm(TMultiPageDlg, MultiPageDlg);
  Application.Run;
end.
unit Patten;
interface
uses
  SysUtils, WinTypes, WinProcs, Messages, Classes, Graphics, Controls,
  Forms, Dialogs, Menus, VBXCtrl, Pict, ExtCtrls, StdCtrls, Gauges, printers,
  Buttons;
type
  TForm1 = class(TForm)
    MainMenu: TMainMenu;
    N1: TMenuItem;
    N2: TMenuItem;
    N3: TMenuItem;
    N4: TMenuItem;
    N5: TMenuItem;
    N6: TMenuItem;
    N7: TMenuItem;
    N8: TMenuItem;
    N9: TMenuItem;
    N10: TMenuItem;
    N11: TMenuItem;
    N12: TMenuItem;
    N13: TMenuItem;
    N14: TMenuItem;
    N15: TMenuItem;
  end;

```

```

N16: TMenuItem;
N17: TMenuItem;
Bevel2: TBevel;
Bevel3: TBevel;
Bevel4: TBevel;
BiPic1: TBiPic;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
Timer1: TTimer;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
PrintDialog1: TPrintDialog;
N18: TMenuItem;
Bevel1: TBevel;
PaintBox1: TPaintBox;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label13: TLabel;
N19: TMenuItem;
N20: TMenuItem;
N21: TMenuItem;
N22: TMenuItem;
BitBtn1: TBitBtn;
Image1: TImage;
BiPic2: TBiPic;
BiPic3: TBiPic;
BiPic5: TBiPic;
SaveDialog1: TSaveDialog;
OpenDialog1: TOpenDialog;
Label12: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
N23: TMenuItem;
Image2: TImage;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
Label20: TLabel;
Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
N24: TMenuItem;
N25: TMenuItem;
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure N7Click(Sender: TObject);
procedure N18Click(Sender: TObject);
procedure N3Click(Sender: TObject);
procedure N5Click(Sender: TObject);
procedure N13Click(Sender: TObject);
procedure N4Click(Sender: TObject);
procedure FormPaint(Sender: TObject);
procedure N8Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure N2Click(Sender: TObject);
procedure N6Click(Sender: TObject);
procedure N20Click(Sender: TObject);
procedure N19Click(Sender: TObject);
procedure N21Click(Sender: TObject);
procedure N22Click(Sender: TObject);

```



```

procedure N10Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure N14Click(Sender: TObject);
procedure N23Click(Sender: TObject);
procedure N16Click(Sender: TObject);
procedure N24Click(Sender: TObject);
procedure N25Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  Form1: TForm1;
  data_pattren:array[1..360] of integer;
implementation
uses unit2,unit3,unit4,unit5,unit6,unit7,unit8,unit9,unit10,
  unit11,unit12,unit13,unit14,unit15,unit16,unit17;
{$R *.DFM}
procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  Label7.Caption := DateTimeToStr(Now);
end;
procedure TForm1.N7Click(Sender: TObject);
begin
  if printdialog1.execute then;
end;
procedure TForm1.N18Click(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
procedure TForm1.N3Click(Sender: TObject);
begin
  open.show;
end;
procedure TForm1.N5Click(Sender: TObject);
begin
  BtnRightDlg.show;
end;
procedure TForm1.N13Click(Sender: TObject);
begin
  BtnRightDlg2.show;
end;
procedure TForm1.N4Click(Sender: TObject);
begin
  MessageDlg('Save changes?', mtConfirmation,mbYesNoCancel , 0);
end;
procedure TForm1.FormPaint(Sender: TObject);
var
  a1,b1:real;
  a,b:integer;
begin
  paintbox1.visible:=true;
  paintbox1.canvas.pen.Color := clgraytext;
  paintbox1.canvas.arc(425,425,0,0,0,0,0);
  paintbox1.canvas.arc(375,375,50,50,0,0,0,0);
  paintbox1.canvas.arc(325,325,100,100,0,0,0,0);
  paintbox1.canvas.arc(275,275,150,150,0,0,0,0);
  paintbox1.canvas.arc(225,225,200,200,0,0,0,0);
  paintbox1.canvas.moveto(212,0);
  paintbox1.canvas.lineto(212,425);
  paintbox1.canvas.moveto(0,212);
  paintbox1.canvas.lineto(425,212);
  paintbox1.canvas.moveto(221,221);
  a1:=cos(45*3.1414/180)*212+212;
  b1:=sin(45*3.1414/180)*212+212;
  a:=round(a1);
  b:=round(b1);

```

```

paintbox1.canvas.lineto(a,b);
paintbox1.canvas.moveto(203,221);
a1:=cos(135*3.1414/180)*212+212;
b1:=sin(135*3.1414/180)*212+212;
a:=round(a1);
b:=round(b1);
paintbox1.canvas.lineto(a,b);
paintbox1.canvas.moveto(203,203);
a1:=cos(225*3.1414/180)*212+212;
b1:=sin(225*3.1414/180)*212+212;
a:=round(a1);
b:=round(b1);
paintbox1.canvas.lineto(a,b);
paintbox1.canvas.moveto(221,203);
a1:=cos(315*3.1414/180)*212+212;
b1:=sin(315*3.1414/180)*212+212;
a:=round(a1);
b:=round(b1);
paintbox1.canvas.lineto(a,b);
{ paintbox1.Canvas.TextOut(213, 165, '50dB');}
end;
procedure TForm1.N8Click(Sender: TObject);
var
  a1,b1:real;
  a,b:integer;
  printer : Tprinter;
begin
  printer.canvas.arc(425,425,0,0,0,0,0,0);
  printer.canvas.arc(375,375,50,50,0,0,0,0);
  printer.canvas.arc(325,325,100,100,0,0,0,0);
  printer.canvas.arc(275,275,150,150,0,0,0,0);
  printer.canvas.arc(225,225,200,200,0,0,0,0);
  printer.canvas.moveto(212,0);
  printer.canvas.lineto(212,425);
  printer.canvas.moveto(0,212);
  printer.canvas.lineto(425,212);
  printer.canvas.moveto(221,221);
  a1:=cos(45*3.1414/180)*212+212;
  b1:=sin(45*3.1414/180)*212+212;
  a:=round(a1);
  b:=round(b1);
  printer.canvas.lineto(a,b);
  printer.canvas.moveto(203,221);
  a1:=cos(135*3.1414/180)*212+212;
  b1:=sin(135*3.1414/180)*212+212;
  a:=round(a1);
  b:=round(b1);
  printer.canvas.lineto(a,b);
  printer.canvas.moveto(203,203);
  a1:=cos(225*3.1414/180)*212+212;
  b1:=sin(225*3.1414/180)*212+212;
  a:=round(a1);
  b:=round(b1);
  printer.canvas.lineto(a,b);
  printer.canvas.moveto(221,203);
  a1:=cos(315*3.1414/180)*212+212;
  b1:=sin(315*3.1414/180)*212+212;
  a:=round(a1);
  b:=round(b1);
  printer.canvas.lineto(a,b);
end;
procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
  paintbox1.visible:=false;
  bitbtn1.enabled:=false;
end;
procedure TForm1.N2Click(Sender: TObject);
var

```

```

i:integer;
begin
  paintbox1.visible:=false;
  label2.caption:=' ';
  label5.caption:=' ';
  label6.caption:=' ';
  label12.caption:=' ';
  label14.caption:=' ';
  for i:=1 to 360 do
    begin
      data_pattren[i]:=0;
    end;
  paintbox1.visible:=false;
  bitbtn1.enabled:=false;
end;
procedure TForm1.N6Click(Sender: TObject);
begin
  btnbottomdlg2.show;
end;
procedure TForm1.N20Click(Sender: TObject);
begin
  aboutbox.show;
end;
procedure TForm1.N19Click(Sender: TObject);
begin
  aboutbox1.show;
end;
procedure TForm1.N21Click(Sender: TObject);
begin
  aboutbox2.show;
end;
procedure TForm1.N22Click(Sender: TObject);
begin
  aboutbox3.show;
end;
procedure TForm1.N10Click(Sender: TObject);
begin
  BtnBottomDlg3.show;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var
  v:integer;
begin
  port[$400]:=0;
  for v:= 1 to 3000 do
    begin
      v:=v+1;
    end;
end;
procedure TForm1.N14Click(Sender: TObject);
begin
  BtnBottomDlg4.show;
end;
procedure TForm1.N23Click(Sender: TObject);
begin
  BtnBottomDlg5.show;
end;
procedure TForm1.N16Click(Sender: TObject);
begin
  MultiPageDlg.show;
end;
procedure TForm1.N24Click(Sender: TObject);
begin
  BtnBottomDlg1.show;
end;
procedure TForm1.N25Click(Sender: TObject);
begin
  BtnRightDlg3.show;

```

```

end;
end.
unit Unit2;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
  StdCtrls, ExtCtrls, FileCtrl, MessageS, dialogs, SysUtils;
type
TBtnRightDlg = class(TForm)
  OKBtn: TBitBtn;
  CancelBtn: TBitBtn;
  HelpBtn: TBitBtn;
  Label1: TLabel;
  Bevel1: TBevel;
  Edit1: TEdit;
  procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
  procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
  procedure Edit1Change(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  BtnRightDlg: TBtnRightDlg;
implementation
{$R *.DFM}
uses pattren, unit4;
procedure TBtnRightDlg.OKBtnClick(Sender: TObject);
var name:string[13];
    file_data:file of integer;
    idex,k,d,temp2:integer;
    present : tdatetime;
    Year,Month,Day,Hour,Min,Sec,MSec : word;
    temp : string;
begin
  form1.label2.caption:=edit1.text;
  name:=form1.label2.caption;
  if edit1.text=""then
    begin
      MessageDlg('PLEASE FILE NAME ?', mtError,[mbOK], 0);
    end
  else
    begin
      Present:= Now;
      DecodeDate(Present, Year, Month, Day);
      DecodeTime(Present, Hour, Min, Sec, MSec);
      assignfile(file_data,name);
      rewrite(file_data);
      k:=BtnRightDlg2.ComboBox1.ItemIndex;
      write(file_data,k);
      k:=BtnRightDlg2.ComboBox2.ItemIndex;
      write(file_data,k);
      {***** Convert Time to string *****}
      temp:=inttostr(Year);
      temp2:=StrToInt(temp);
      write(file_data,temp2);
      temp:=inttosur(Month);
      temp2:=StrToInt(temp);
      write(file_data,temp2);
      temp:=inttostr(Day);
      temp2:=StrToInt(temp);
      write(file_data,temp2);
      temp:=inttostr(Hour);
      temp2:=StrToInt(temp);
      write(file_data,temp2);
      temp:=inttostr(Min);
      temp2:=StrToInt(temp);
      write(file_data,temp2);

```

```

temp:=inttostr(Sec);
temp2:=StrToInt(temp);
write(file_data,temp2);
{*****}
for index:=1 to 360 do
write(file_data,data_pattren[index]);
close;
end;
end;
procedure TBtnRightDlg.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
close;
end;
procedure TBtnRightDlg.Edit1Change(Sender: TObject);
begin
if edit1.text=""then
begin
MessageDlg('PLEADE FILE NAME ?', mtError,[mbOK], 0);
end;
end;
end;
end.
unit Unit3;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
StdCtrls, ExtCtrls, FileCtrl,sysutils,MessageS,dialogs;
type
TOpen = class(TForm)
OKBtn: TBitBtn;
CancelBtn: TBitBtn;
HelpBtn: TBitBtn;
Bevel1: TBevel;
FileListBox1: TFileListBox;
procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
Open: TOpen;
implementation
{$R *.DFM}
uses pattren;
procedure TOpen.OKBtnClick(Sender: TObject);
var
name : string;
file_data:file of integer;
index,k,s : integer;
Year,Month,Day,Hour,Min,Sec : integer;
begin
form1.Label2.caption:=filelistbox1.filename;
name:=*filelistbox1.filename;
if filelistbox1.filename=""then
begin
MessageDlg('PLEADE FILE NAME ?', mtError,[mbOK], 0);
end
else
begin
assignfile(file_data,name);
reset(file_data);
index:=1;
read(file_data,k):
case k of
0 : Form1.Label5.Caption:='YAGI 3E';
1 : Form1.Label5.Caption:='YAGI 5E';
2 : Form1.Label5.Caption:='YAGI 7E';
3 : Form1.Label5.Caption:='YAGI 10E';

```

```

4 : Form1.Label5.Caption:='DIPOL';
5 : Form1.Label5.Caption:='DIPOL 2 STACK';
6 : Form1.Label5.Caption:='DIPOL 4 STACK';
7 : Form1.Label5.Caption:='DIPOL 8 STACK';
8 : Form1.Label5.Caption:='DIPOL 16 STACK';
9 : form1.label5.caption:='5/8 LAMDA';
10: form1.label5.caption:='5/8 LAMDA 2STACK';
    end;
read(file_data,s);
case s of
0 : Form1.Label6.Caption:='144.000';
1 : Form1.Label6.Caption:='144.100';
2 : Form1.Label6.Caption:='144.200';
3 : Form1.Label6.Caption:='144.300';
4 : Form1.Label6.Caption:='144.400';
5 : Form1.Label6.Caption:='144.500';
6 : Form1.Label6.Caption:='144.600';
7 : Form1.Label6.Caption:='144.700';
8 : Form1.Label6.Caption:='144.800';
9 : Form1.Label6.Caption:='144.900';
10: Form1.Label6.Caption:='145.000';
11: Form1.Label6.Caption:='145.100';
12: Form1.Label6.Caption:='145.200';
13: Form1.Label6.Caption:='g';
end;
case s of
13: Form1.Label6.Caption:='145.300';
14: Form1.Label6.Caption:='145.400';
15: Form1.Label6.Caption:='145.500';
16: Form1.Label6.Caption:='145.600';
17: Form1.Label6.Caption:='145.700';
18: Form1.Label6.Caption:='145.800';
19: Form1.Label6.Caption:='145.900';
20: form1.label6.caption:='144.000';
end;
read(file_data,Year);
read(file_data,Month);
read(file_data,Day);
Form1.label12.caption:=IntToStr(Day)+ '+' +IntToStr(Month)+ '+' +IntToStr(Year);
read(file_data,Hour);
read(file_data,Min);
read(file_data,Sec);
Form1.label14.caption:=IntToStr(Hour)+ '+' +IntToStr(Min)+ '+' +IntToStr(Sec);
while not eof (file_data) do
begin
read(file_data,data_patten[idx]);
inc(idx,1);
end;
closefile(file_data);
close;

end;
end;
procedure TOpen.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
close;
end;
end.
unit Unit4;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
StdCtrls, ExtCtrls,Messages,Dialogs,SysUtils;
type
TBtnRightDlg2 = class(TForm)
OKBtn: TBitBtn;
CancelBtn: TBitBtn;
HelpBtn: TBitBtn;
ComboBox1: TComboBox;
ComboBox2: TComboBox;
Bevel1: TBevel;

```

```

Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  BtnRightDlg2: TBtnRightDlg2;
implementation
{$R *.DFM}
uses pattren,unit5;
procedure TBtnRightDlg2.OKBtnClick(Sender: TObject);
begin
  form1.label5.caption:=combobox1.text;
  form1.label6.caption:=combobox2.text;
  if ((combobox1.text=""
    or (combobox2.text="")) then
    begin
      MessageDlg('PLEADE IN FREQUEUCY AND TPYE ANTENNA ?', mtError,[mbOK], 0);
    end
  else
    begin
      btnbottomdlg.show;
      close;
    end;
end;
procedure TBtnRightDlg2.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
end.
unit Unit5;
interface
uses SysUtils,WinTypes, WinProcs, messages,Classes, Graphics, Forms, Controls,
Buttons,Dialogs,StdCtrls, ExtCtrls, Gauges;
type
TBtnBottomDlg = class(TForm)
  gauge1: TGauge;
  Header1: THeader;
  Button1: TButton;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Button3: TButton;
  Edit1: TEdit;
  Edit2: TEdit;
  Label6: TLabel;
  Timer1: TTimer;
  Timer3: TTimer;
  Label7: TLabel;
  Bevel1: TBevel;
  Bevel2: TBevel;
  Label8: TLabel;
  Bevel3: TBevel;
  Label9: TLabel;
  Label10: TLabel;
  Label11: TLabel;
  Label12: TLabel;
  Bevel4: TBevel;
  BitBtn1: TBitBtn;
  BitBtn2: TBitBtn;
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
  procedure Timer2Timer(Sender: TObject);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
  BtnBottomDlg: TBtnBottomDlg;
  k:integer;
  tim2:Tdatetime;
  tem:longint;
implementation
uses pattren,unit6;
{$R *.DFM}
procedure TBtnBottomDlg.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  port[$400]:=S80;
  BtnBottomDlg.Cursor:=crNoDrop;
  form1.enabled:=false;
  k:=1;
  form1.timer1.enabled:=false;
  timer1.interval:=strtoint(edit1.text);
  label3.Caption:=TimeToStr(time);
  tem:=StrToInt(Edit2.text);
  tim2:=time;
  Timer1.enabled:=true;
  button1.enabled:=false;
end;
procedure TBtnBottomDlg.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
  jj2:longint;
  tim:TdateTime;
  data1,data2:integer;
begin
  port[$600]:=S00;
  repeat
    data1:=port[$402];
    data1:=data1 and 0;
  until data1=0;
  data_pattren[k]:=port[$500];
  label7.caption:=IntToStr(data_pattren[k]);
  j2:=0;
  if k<360 then
    begin
      port[$400]:=S01;
      for j:=0 to tem do
        begin
          j2:=j2+1;
          end;
      inc(k,1);
      label1.caption:=IntToStr(k);
      gauge1.progress:=k;
      tim:=time -tim2;
      label6.caption:=TimeToStr(tim);
    end
  else
    begin
      Timer1.Enabled:=false;
      form1.timer1.enabled:=true;
      port[$400]:=S00;
      gauge1.progress:=0;
      button3.enabled:=true;
      form1.enabled:=true;
      BtnBottomDlg.Cursor:=crDefault;
    end
  end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

begin
  button1.enabled:=true;
  button3.enabled:=false;
  close;
end;
end;
end;
procedure TBtnBottomDlg.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  button3.enabled:=false;
end;
end.
unit Unit6;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
  StdCtrls, Spin, ExtCtrls, Gauges;
type
TBtnBottomDlg1 = class(TForm)
  OKBtn: TBitBtn;
  CancelBtn: TBitBtn;
  HelpBtn: TBitBtn;
  Bevel1: TBevel;
  Gauge1: TGauge;
  Bevel2: TBevel;
  Bevel3: TBevel;
  Header1: THeader;
  Edit1: TEdit;
  Label1: TLabel;
  procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
  procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  BtnBottomDlg1: TBtnBottomDlg1;
implementation
{$R *.DFM}
uses pattren, unit14;
procedure TBtnBottomDlg1.OKBtnClick(Sender: TObject);
const pi=3.14141;
var
  a,b,c,e,d,i:integer;
  a1,b1:real;
  v:string;
begin
{*****plot pattren antenna *****}
  form1.paintbox1.canvas.pen.Color := clred;
  edit1.visible:=true;
  d:=1;
  if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
  c:=270;
  a1:=cos(c*pi/180)*data_pattren[1];
  b1:=sin(c*pi/180)*data_pattren[1];
  a:=round(a1)+212;
  b:=round(b1)+212;
  form1.paintbox1.canvas.moveto(a,b);
  e:=270;
  gauge1.progress:=d;
  for d:=2 to 360 do
  begin
    if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
    a1:=cos(e*pi/180)*data_pattren[d];
    b1:=sin(e*pi/180)*data_pattren[d];
    a:=round(a1)+212;
    b:=round(b1)+212;
    form1.paintbox1.canvas.lineto(a,b);
    gauge1.progress:=d;
  end;

```

```

        e:=e+1;
    end;
    if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
    c:=270;
    a1:=cos(c*pi/180)*data_pattren[d];
    b1:=sin(c*pi/180)*data_pattren[d];
    a:=round(a1)+212;
    b:=round(b1)+212;
    form1.paintbox1.canvas.lineto(a,b);
    gauge1.progress:=0;
    form1.bitbtn1.enabled:=true;
    close;
end;
procedure TBtnBottomDlg1.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
    close;
end;
end.
unit Unit7;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
StdCtrls, ExtCtrls, MessageS, dialogs;
type
TBtnBottomDlg2 = class(TForm)
    OKBtn: TBitBtn;
    CancelBtn: TBitBtn;
    HelpBtn: TBitBtn;
    Edit1: TEdit;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Bevel1: TBevel;
    procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
    procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    BtnBottomDlg2: TBtnBottomDlg2;
implementation
{$R *.DFM}
uses pattren, unit4;
procedure TBtnBottomDlg2.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
    close;
end;
procedure TBtnBottomDlg2.OKBtnClick(Sender: TObject);
var name:string[13];
    file_data:file of integer;
    idex,k,d:integer;
begin
    label2.caption:=form1.label2.caption;
    form1.label2.caption:=edit1.text;
    name:=form1.label2.caption;
    if edit1.text="" then
    begin
        MessageDlg('PLEASE FILE NAME ?', mtError,[mbOK], 0);
    end
    else
    begin
        assignfile(file_data,name);
        rewrite(file_data);
        k:=BtnRightDlg2.ComboBox1.ItemIndex;
        write(file_data,k);
        k:=BtnRightDlg2.ComboBox2.ItemIndex;
        write(file_data,k);
    end;
end;
end.

```

```

    for index:=1 to 360 do
      write(file_data,data_pattren[index]);
      okbtn.enabled:=false;
      close;
    end;
  end;
end;
procedure TBtnBottomDlg2.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  label2.caption:=form1.label2.caption;
end;
end.
unit Unit8;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, StdCtrls,
  Buttons, ExtCtrls, VBXCtrl, Pict;
type
TAboutBox = class(TForm)
  OKButton: TBitBtn;
  Memo1: TMemo;
  BiPict1: TBiPict;
  procedure OKButtonClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  AboutBox: TAboutBox;
implementation
{$R *.DFM}
procedure TAboutBox.OKButtonClick(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
end.
unit Unit9;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, StdCtrls,
  Buttons, ExtCtrls, VBXCtrl, Pict;
type
TAboutBox1 = class(TForm)
  OKButton: TBitBtn;
  Memo1: TMemo;
  procedure OKButtonClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  AboutBox1: TAboutBox1;
implementation
{$R *.DFM}
procedure TAboutBox1.OKButtonClick(Sender: TObject);
begin
  close;
end;
end.
unit Unit10;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, StdCtrls,
  Buttons, ExtCtrls, VBXCtrl, Pict;
type
TAboutBox2 = class(TForm)
  OKButton: TBitBtn;
  Memo1: TMemo;
  BiPict1: TBiPict;
private

```

```

    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    AboutBox2: TAboutBox2;
implementation
{$SR *.DFM}
end.
unit Unit11;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, StdCtrls,
    Buttons, ExtCtrls, VBXCtrl, Pict;
type
TAboutBox3 = class(TForm)
    OKButton: TBitBtn;
    Memo1: TMemo;
    BiPict1: TBiPict;
    procedure OKButtonClick(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    AboutBox3: TAboutBox3;
implementation
{$SR *.DFM}
procedure TAboutBox3.OKButtonClick(Sender: TObject);
begin
    close;
end;
end.
unit Unit12;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
    StdCtrls, Gauges, ExtCtrls;
type
TBtnRightDlg1 = class(TForm)
    CancelBtn: TBitBtn;
    HelpBtn: TBitBtn;
    Bevel1: TBevel;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Gauge2: TGauge;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    Bevel2: TBevel;
    Bevel3: TBevel;
    Bevel4: TBevel;
    Bevel5: TBevel;
    Gauge1: TGauge;
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    BtnRightDlg1: TBtnRightDlg1;
implementation
{$SR *.DFM}
uses pattren;
procedure TBtnRightDlg1.BitBtn2Click(Sender: TObject);
var
    i:integer;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  for i := 1 to 100 do
    begin
      gauge1.progress:=i;
    end;
    gauge1.progress:=0;
  end;
  procedure TBtnRightDlg1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
  var
    i:integer;
  begin
    for i := 1 to 100 do
      begin
        gauge2.progress:=i;
      end;
      gauge2.progress:=0;
    end;
  procedure TBtnRightDlg1.CancelBtnClick(Sender: TObject);
  begin
    close;
  end;
end.
unit Unit13;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
  StdCtrls, Gauges, ExtCtrls, Messages, dialogs, sysutils;
type
  TBtnBottomDlg3 = class(TForm)
    OKBtn: TBitBtn;
    CancelBtn: TBitBtn;
    HelpBtn: TBitBtn;
    Gauge1: TGauge;
    Label1: TLabel;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Timer1: TTimer;
    Timer2: TTimer;
    Timer3: TTimer;
    Edit1: TEdit;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Edit2: TEdit;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Bevel1: TBevel;
  procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
  procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
  procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
  procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
var
  BtnBottomDlg3: TBtnBottomDlg3;
  k:integer;
  tim2:Tdatetime;
  tem:longint;
implementation
{$R *.DFM}
uses patten;
procedure TBtnBottomDlg3.OKBtnClick(Sender: TObject);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
  if(( button1.enabled=false)xor( button2.enabled=false)) then
    begin
      MessageDlg('â»Ã´·òµÔÁµÑé!µí'ãÉé¶ü;µéí§?', mtError,[mbOK], 0);
    end
  else
    begin
      close;
      {BtnBottomDlg1.show;}
    end;
  end;
procedure TBtnBottomDlg3.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
  if(( button1.enabled=false)XOR( button2.enabled=false)) then
    begin
      MessageDlg('ÁÔÁµí§ãÁµíÃííÔ`ã»ÁÔéÁ'ã»Á§ ?', mtError,[mbOK], 0);
    end
  else
    begin
      button1.enabled:=true;
      button2.enabled:=false;
      close;
    end;
  end;
procedure TBtnBottomDlg3.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  port[$400]:=580;
  k:=1;
  timer1.interval:=strtoint(edit1.text);
  label3.Caption:=TimeToStr(time);
  tem:=StrToInt(Edit2.text);
  tim2:=time;
  Timer1.enabled:=true;
  Timer2.enabled:=true;
  button1.enabled:=false;
end;
procedure TBtnBottomDlg3.Button2Click(Sender: TObject);
begin
  port[$403]:=580;
  k:=1;
  Timer3.Interval:=StrToInt(edit1.text);
  label3.caption:=TimeToStr(time);
  tem:=StrToInt(edit2.text);
  tim2:=time;
  Timer2.Enabled:=true;
  Timer3.Enabled:=true;
  gauge1.progress:=0;
end;
procedure TBtnBottomDlg3.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
  jj2:longint;
  tim:TdateTime;
  data1,data2:integer;
begin
  j2:=0;
  if k<360 then
    begin
      port[$400]:=01;
      for j:=0 to tem do
        begin
          j2:=j2+1;
          end;
        inc(k,1);
        label1.caption:=IntToStr(k);
        gauge1.progress:=k;
      end
    else
      begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Timer1.Enabled:=false;
    Timer2.Enabled:=false;
    tim:=time -tim2;
    label6.caption:=TimeToStr(tim);
    port{$400}:=S00;
    gauge1.progress:=0;
    button2.enabled:=true;
end;
end;
procedure TBtnBottomDlg3.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
    label2.caption:=TimeToStr(time);
end;
procedure TBtnBottomDlg3.Timer3Timer(Sender: TObject);
var
    jj2:longint;
    tim:TdateTime;
    data1,data2:integer;
begin
    j2:=0;
    if k<360 then
        begin
            port{$400}:=2;
            for j:=0 to tem do
                begin
                    j2:=j2+1;
                end;
            inc(k,1);
            label1.caption:=IntToStr(k);
            gauge1.progress:=k;
        end
    else
        begin
            Timer2.Enabled:=false;
            Timer3.Enabled:=false;
            tim:=time-tim2;
            label6.caption:=TimeToStr(tim);
            port{$400}:=S00;
            gauge1.progress:=0;
            button2.enabled:=false;
        end;
    end;
end;
procedure TBtnBottomDlg3.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    button2.enabled:=false;
end;
end;
unit Unit14;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
    StdCtrls, ExtCtrls, VBXCtrl, Pict;
type
TBtnRightDlg3 = class(TForm)
    OKBtn: TBitBtn;
    CancelBtn: TBitBtn;
    HelpBtn: TBitBtn;
    PaintBox1: TPaintBox;
    Beyel1: TBevel;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  BtnRightDlg3: TBtnRightDlg3;
implementation
{$R *.DFM}
USES patten;
procedure TBtnRightDlg3.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  paintbox1.canvas.pen.Color := clblue;
  paintbox1.canvas.moveto(50,20);
  paintbox1.canvas.lineto(50,230);
  paintbox1.canvas.moveto(50,230);
  paintbox1.canvas.lineto(420,230);
  paintbox1.canvas.moveto(48,25);
  paintbox1.canvas.lineto(50,20);
  paintbox1.canvas.moveto(50,20);
  paintbox1.canvas.lineto(52,25);
  paintbox1.canvas.moveto(52,25);
  paintbox1.canvas.lineto(48,25);
  paintbox1.canvas.moveto(415,228);
  paintbox1.canvas.lineto(420,230);
  paintbox1.canvas.moveto(420,230);
  paintbox1.canvas.lineto(415,232);
  paintbox1.canvas.moveto(415,232);
  paintbox1.canvas.lineto(415,228);
  paintbox1.canvas.moveto(48,30);
  paintbox1.canvas.lineto(52,30);
  paintbox1.canvas.moveto(48,80);
  paintbox1.canvas.lineto(52,80);
  paintbox1.canvas.moveto(48,130);
  paintbox1.canvas.lineto(52,130);
  paintbox1.canvas.moveto(48,180);
  paintbox1.canvas.lineto(52,180);
  paintbox1.canvas.moveto(410,228);
  paintbox1.canvas.lineto(410,232);
  paintbox1.canvas.moveto(365,228);
  paintbox1.canvas.lineto(365,232);
  paintbox1.canvas.moveto(320,228);
  paintbox1.canvas.lineto(320,232);
  paintbox1.canvas.moveto(275,228);
  paintbox1.canvas.lineto(275,232);
  paintbox1.canvas.moveto(230,228);
  paintbox1.canvas.lineto(230,232);
  paintbox1.canvas.moveto(185,228);
  paintbox1.canvas.lineto(185,232);
  paintbox1.canvas.moveto(140,228);
  paintbox1.canvas.lineto(140,232);
  paintbox1.canvas.moveto(95,228);
  paintbox1.canvas.lineto(95,232);
  { paintbox1.Canvas.TextOut(15, 20, '0dB');
  paintbox1.Canvas.TextOut(10, 70, '10dB');
  paintbox1.Canvas.TextOut(10, 120, '20dB');
  paintbox1.Canvas.TextOut(10, 170, '30dB');
  paintbox1.Canvas.TextOut(5,0, 'Decebel dB/Km');
  paintbox1.Canvas.TextOut(40,240, '0');
  paintbox1.Canvas.TextOut(85,240, '45');

```

```

paintbox1.Canvas.TextOut(130,240,'90');
paintbox1.Canvas.TextOut(175,240,'135');
paintbox1.Canvas.TextOut(220,240,'180');
paintbox1.Canvas.TextOut(265,240,'225');
paintbox1.Canvas.TextOut(310,240,'270');
paintbox1.Canvas.TextOut(350,240,'315');
paintbox1.Canvas.TextOut(420,225,'Degree');}
end;
procedure TBtnRightDlg3.OKBtnClick(Sender: TObject);
var
i,a,b,c,d,e,f,j,k,l:integer;
begin
paintbox1.canvas.pen.Color := clyellow;
a:=230-data_pattren[1];
paintbox1.canvas.moveto(50,a);
b:=50;
e:=1;
j:=230;
for i:= 2 to 360 do
begin
d:=b+e;
f:=j-data_pattren[i];
paintbox1.canvas.lineto(d,f);
e:=e+1;
end;
end;
procedure TBtnRightDlg3.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
close;
end;
end.
unit Unit15;
interface
uses SysUtils, WinTypes, WinProcs, Messages, Classes, Graphics, Forms, Controls,
Buttons, dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, VBXCtrl, Mscmm;
type
TBtnBottomDlg4 = class(TForm)
OKBtn: TBitBtn;
CancelBtn: TBitBtn;
HelpBtn: TBitBtn;
Bevel1: TBevel;
Timer1: TTimer;
Label1: TLabel;
Comm1: TComm;
procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;
var
BtnBottomDlg4: TBtnBottomDlg4;
ncid:integer;
implementation
uses pattren;
{$R *.DFM}
procedure TBtnBottomDlg4.OKBtnClick(Sender: TObject);
var
data:pchar;
data_in:string;
begin
comm1.portopen:=true;
Timer1.Enabled:=true;
end;
procedure TBtnBottomDlg4.Timer1Timer(Sender: TObject);
var

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

data:pchar;
data_in:string;
begin
  data_in:=comm1.input;
  label1.caption:=data_in;
end;
procedure TBtnBottomDlg4.CancelBtnClick(Sender: TObject);
begin
  timer1.enabled:=true;
end;
end.
unit Unit16;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, Buttons,
  StdCtrls, SysUtils, Gauges, ExtCtrls, VBXCtrl, messages, Pict,
  Dialogs;
type
TBtnBottomDlg5 = class(TForm)
  OKBtn: TBitBtn;
  CancelBtn: TBitBtn;
  HelpBtn: TBitBtn;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Bevel1: TBevel;
  Bevel2: TBevel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  BiPict1: TBiPict;
  Bevel3: TBevel;
  Timer1: TTimer;
  Gauge1: TGauge;
  Bevel4: TBevel;
  procedure OKBtnClick(Sender: TObject);
  procedure CancelBtnClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
var
  BtnBottomDlg5: TBtnBottomDlg5;
implementation
uses pattren;
{$R *.DFM}
procedure TBtnBottomDlg5.OKBtnClick(Sender: TObject);
const pi=3.14141;
var
  a,b,c,e,d,i:integer;
  a1,b1:real;
  t,t1,t2,t3,j:integer;
begin
  t:=0;
  for t1:=1 to 360 do
    begin
      label6.caption:=inttostr(t1);
      {gauge1.progress:=t1;}
      if data_pattren[t1]>t then
        begin
          t:=data_pattren[t1];
          label1.caption:=inttostr(t);
        end
      end
    else
      t:=t;
      if data_pattren[t1]<t then
        begin
          t3:=t1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        label2.caption:=inttostr(t3);
    end;
end;
{*****plot pattren antenna*****}
    form1.paintbox1.canvas.pen.Color := clred;
    d:=1;
if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
    c:=t3+90;
    a1:=cos(c*pi/180)*data_pattren[d];
    b1:=sin(c*pi/180)*data_pattren[d];
    a:=round(a1)+212;
    b:=round(b1)+212;
    form1.paintbox1.canvas.moveto(a,b);
    gauge1.progress:=d;
    e:=t3+90;
    for d:=2 to 360 do
        begin
            if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
                a1:=cos(e*pi/180)*data_pattren[d];
                b1:=sin(e*pi/180)*data_pattren[d];
                a:=round(a1)+212;
                b:=round(b1)+212;
                form1.paintbox1.canvas.lineto(a,b);
                gauge1.progress:=d;
                e:=e+1;
            end;
            if data_pattren[d]>212 then data_pattren[d]:=212;
                c:=t3+90;
                a1:=cos(c*pi/180)*data_pattren[d];
                b1:=sin(c*pi/180)*data_pattren[d];
                a:=round(a1)+212;
                b:=round(b1)+212;
                form1.paintbox1.canvas.lineto(a,b);
                gauge1.progress:=0;
                form1.bitbtn1.enabled:=true;
            close;
        end;
    procedure TBtnBottomDlg5.CancelBtnClick(Sender: TObject);
    begin
        close;
    end;
end.
unit Unit17;
interface
uses WinTypes, WinProcs, Classes, Graphics, Forms, Controls, StdCtrls, Tabs,
    Buttons, ExtCtrls;
type
TMultiPageDlg = class(TForm)
    ButtonPanel: TPanel;
    TabSet: TTabSet;
    Notebook: TNotebook;
    OKBtn: TBitBtn;
    CancelBtn: TBitBtn;
    HelpBtn: TBitBtn;
    GroupBox1: TGroupBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    GroupBox3: TGroupBox;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure TabSetClick(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    MultiPageDlg: TMultiPageDlg;
implementation
{$R *.DFM}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

procedure TMultiPageDlg.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  { make the number of Tabs = number of Pages,
    and have the same names }
  TabSet.Tabs := Notebook.Pages;
end;
procedure TMultiPageDlg.TabSetClick(Sender: TObject);
begin
  { set visible Page to which Tab was clicked }
  Notebook.PageIndex := TabSet.TabIndex;
end;
end.

```



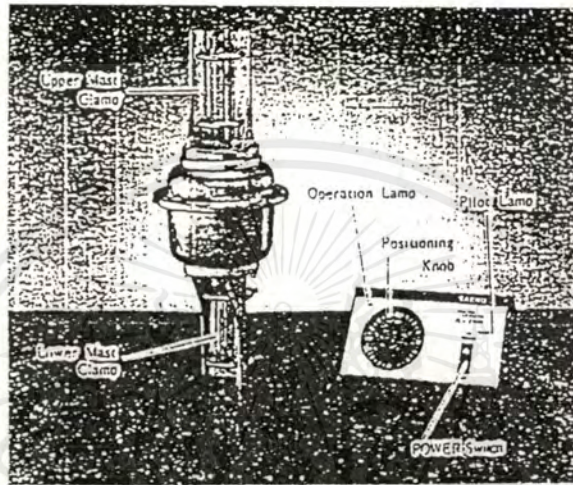
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โรเตอร์สายอากาศ

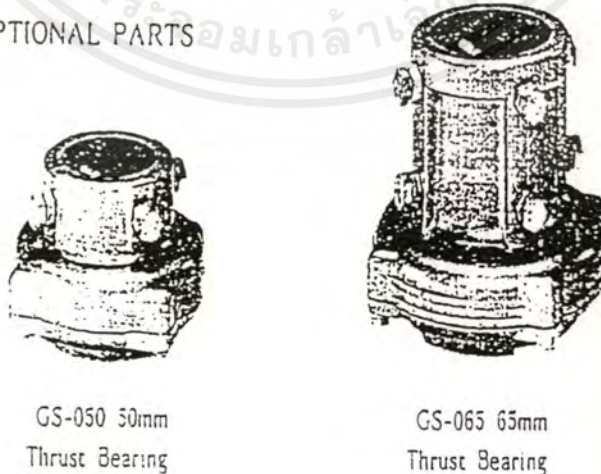
สำหรับการควบคุมการหมุนของสายอากาศ ในการหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ นั้น ในปริญญานิพนธ์นี้ควบคุมโดยการใช้โรเตอร์และคอนโทรลเลอร์สายอากาศรุ่น G-250 ของบริษัทยาเอสซีเอ็มวีเซ็น (Yaesu Co.,Ltd) ประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 1 หน่วยโรเตอร์และหน่วยคอนโทรลเลอร์

G-250 ออกแบบมาเพื่อใช้กับสายอากาศวิทยุเอฟเอ็ม และสายอากาศโทรทัศนซ์ขนาดเล็ก และขนาดกลางหลายๆ ชุดมาต่อเรียกว่ากันเป็นแผงแอเรย์ ภายใต้การควบคุมของรีโมทคอนโทรล

OPTIONAL PARTS



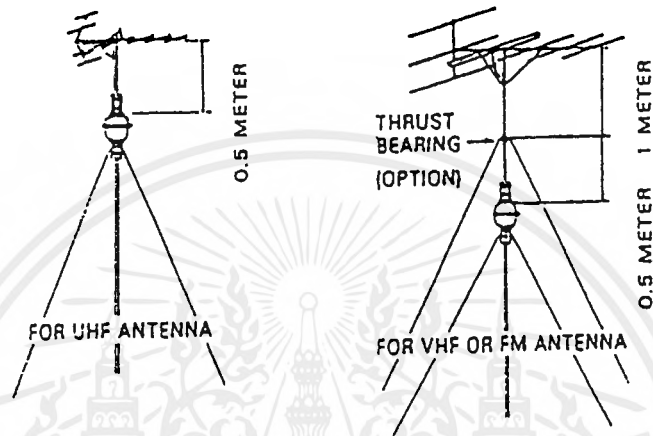
GS-050 50mm
Thrust Bearing

GS-065 65mm
Thrust Bearing

รูปที่ 2 ตลับเพลตที่ใช้ในการติดตั้งเสาโรเตอร์สายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

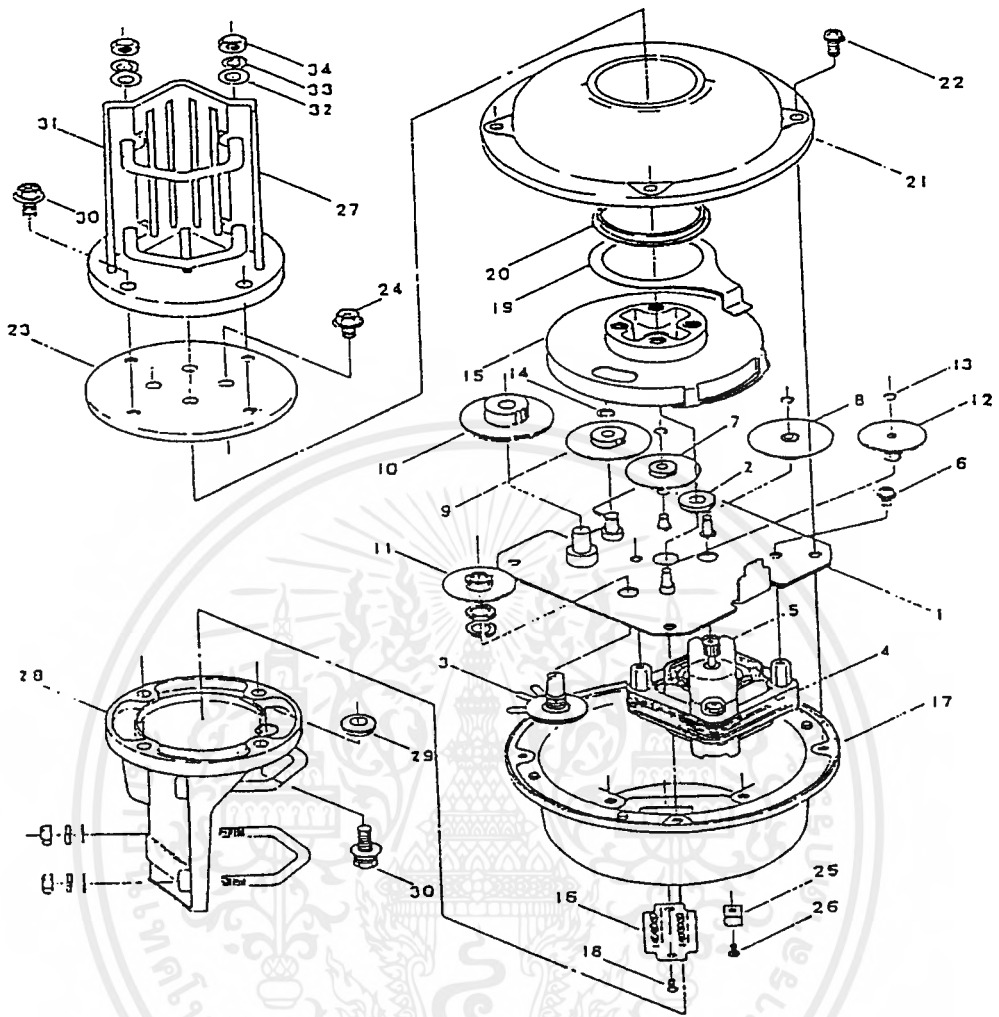
หน่วยโรเตอร์ผลิตจากอลูมิเนียมหล่อ จึงทำให้สามารถทนแดดทนฝนได้ดี บำรุงรักษาง่าย และใช้งานได้ทุกสภาพภูมิอากาศ สวิตช์ความร้อนที่อยู่ภายในจะช่วยป้องกันโรเตอร์จากการใช้งานหนักตลอดเวลา หน่วยคอนโทรลเลอร์ออกแบบมาให้มีรูปแบบสวยงาม ซึ่งจะชี้เป็นวงกลม 360 องศา รอบทิศทางสายอากาศที่ใช้อยู่ขณะนั้น



รูปที่ 3 การติดตั้งโรเตอร์สายอากาศ

1.1 ข้อมูลทางเทคนิคของ G-250

Voltage Requirement	110-120 หรือ 220-240 VAC
Power Consumption	37 VA
Motor Voltage	24 V , Split phase
360 Rotation Time (approx)	43 Seconds @ 60 Hz
Rotation Torque	200 kg-cm (14 ft-lbs)
Stationary Braking Torque	600 kg-cm (43.3 ft-lbs)
Control Cable	6 conductor - 20 AWG หรือมากกว่า
Mast Diameter	25 - 38 mm (1 to 1.5 inches)
Weight: Rotor	1.8 Kg (4 lbs)
Controler	1.1 Kg (2.5 lbs)



รูปที่ 4 ส่วนประกอบต่างๆ ของโรเตอร์

1.2 รายการอุปกรณ์ของโรเตอร์

1. Gear Mounting Plate Ass'y
2. Central Shaft Bushing
3. Potentiometer
4. 3x6 mm screw (x2)
5. Rotation Limit arm
6. Upper Shaft Bushing
7. Motor
8. Motor Pinion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

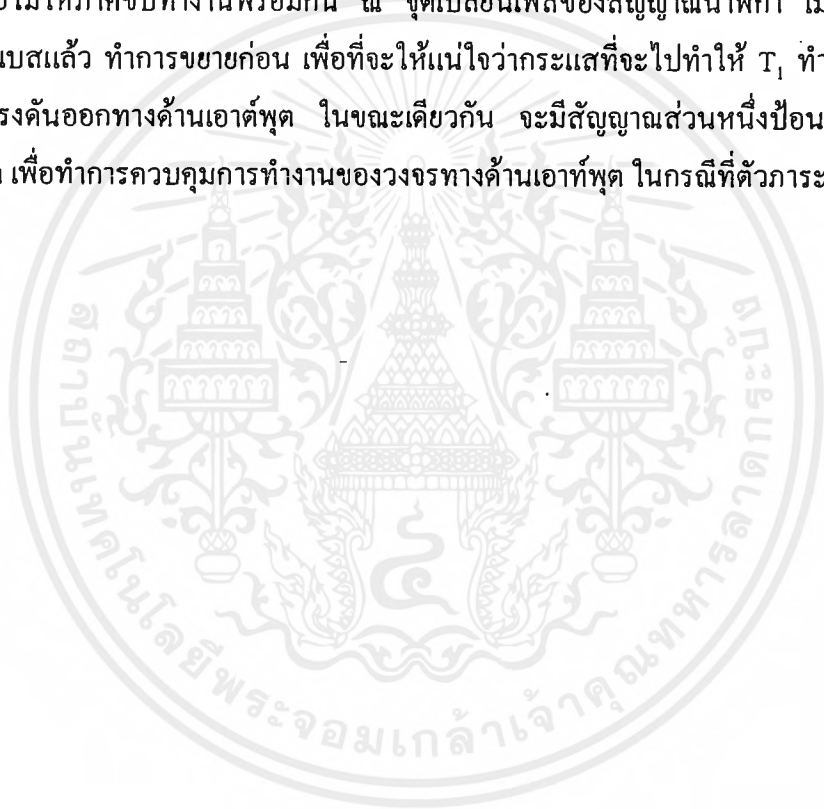
9. M4x8 screw (x2)
10. Gear Ass'y (#2)
11. Gear (#1)
12. Gear Ass'y (#3)
13. Gear (#4)
14. Pot. Divider Gear (#1)
15. Pot. Divider Gear (#2)
16. Plate
17. 'E' Ring
18. Internal Gear
19. Terminal Board
20. Lower Housing
21. Upper Housing
22. M4x4 screw (x4)
23. Mast support plate
24. M5x12 bolt (x4)
25. Cable clamp
26. Cable clamp screw
27. Upper mast clamp
28. Lower mast clamp
29. Cable Grommet
30. M5x15 bolt (x4)
31. 'U' bolt
32. M6 flat washer
33. M6 split washer
34. M6 nut


2. วงจรอินเวอร์เตอร์

วงจรอินเวอร์เตอร์ 300 VA แสดงไว้ดังรูป โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในปฏิญานีพจน์นี้ จะทำหน้าที่แปลงแรงดัน 12 โวลต์ จากแบตเตอรี่รถยนต์ ไปเป็นแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ซึ่งวงจรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินเวอร์เตอร์ประกอบด้วยวงจรหลายภาคด้วยกัน คือ ภาคผลิตความถี่, ภาครักษาแรงดัน, ภาคจำกัดกระแส, ภาคป้องกันอุณหภูมิ, ภาคขยาย, วงจรขับเบสทรานซิสเตอร์ และ วงจรตัดไฟเองเมื่อไม่มีตัวภาระ

จากวงจรสามารถอธิบายการทำงานได้ ดังต่อไปนี้ เมื่อทำการจ่ายตัวภาระ และทำการป้อนแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ให้กับวงจร วงจรจะทำงาน โดยเริ่มจากวงจรออสซิลเลเตอร์ผลิตความถี่ และส่งผ่านไปยังวงจรหารความถี่ เพื่อให้ได้สัญญาณ 50 Hz ตามที่ต้องการ และจะได้สัญญาณ 2 สัญญาณ โดยสัญญาณ 50 Hz จะถูกส่งผ่านไปทางด้านเอาต์พุต เมื่อได้สัญญาณแล้ว จะผ่านวงจรปรับเฟส 180 องศา เพื่อไม่ให้ภาคขับทำงานพร้อมกัน ณ จุดเปลี่ยนเฟสของสัญญาณนาฬิกา เมื่อสัญญาณทางภาคขับนำเบสแล้ว ทำการขยายก่อน เพื่อที่จะให้แน่ใจว่ากระแสที่จะไปทำให้ T_1 ทำงานมีค่าสูงพอ และจะมีแรงดันออกทางด้านเอาต์พุต ในขณะเดียวกัน จะมีสัญญาณส่วนหนึ่งป้อนกลับมายังส่วนของอินพุต เพื่อทำการควบคุมการทำงานของวงจรทางด้านเอาต์พุต ในกรณีที่ตัวภาระเปลี่ยน





ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

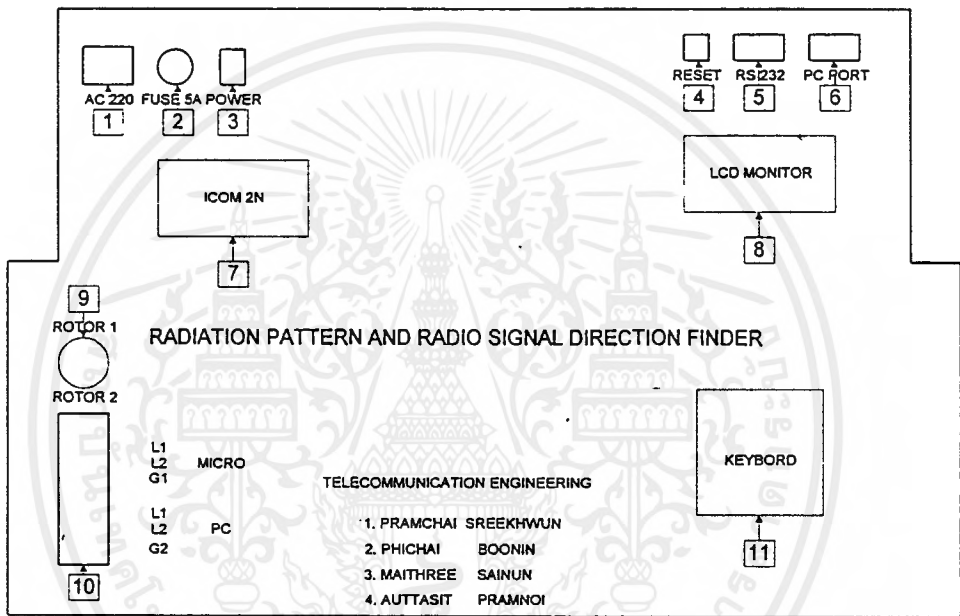
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

RADIATION PATTERN AND RADIO SIGNAL DIRECTION FINDER

หน้าปัทม์ของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 1 หน้าปัทม์ของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

จากรูปที่ 1 แสดงหน้าปัทม์ของเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- KEYBOARD
- LCD
- AC 220 V.
- POWER
- ANTENNA
- ROTOR 1
- ROTOR 2
- ปุ่มปรับความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- VOL
- SGL
- SP and MIC
- ON - OFF
- สวิตช์ปรับความถี่ 5 KHz
- LED แสดงการ SEND
- LED แสดงการตัดการส่ง
- PC PORT
- RS 232
- RESET

หน้าที่ของส่วนประกอบแต่ละส่วน

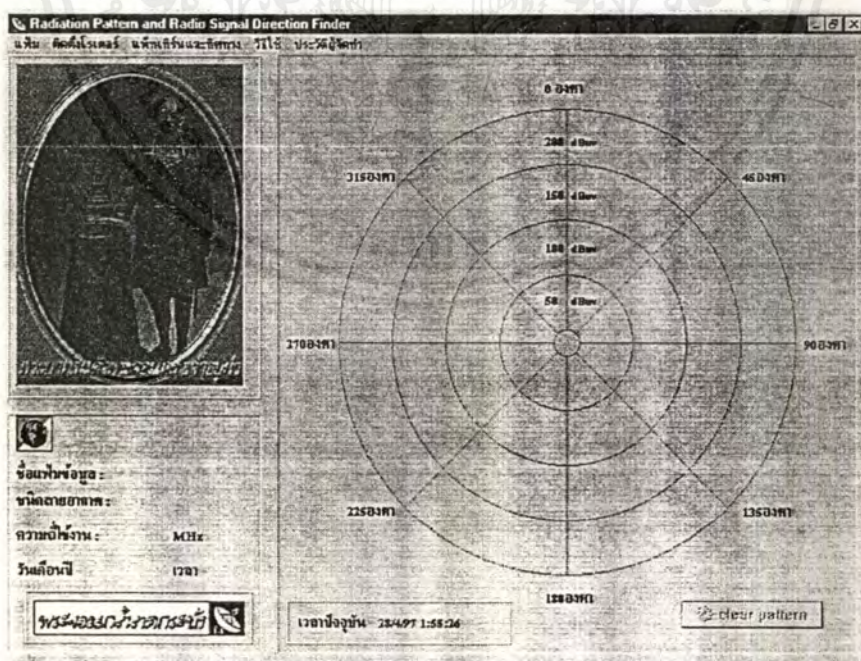
1. KEYBOARD คีย์บอร์ดจะประกอบด้วยปุ่มฟังก์ชันคีย์ต่างๆ ดังนี้
 - ปุ่มกดตัวเลข 0-9
 - ปุ่มตัวอักษร A-F
2. LCD เป็นส่วนแสดงผลของเครื่อง
3. AC 220 V. ใช้ต่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
4. POWER เป็นสวิตช์เปิดปิดเครื่อง
5. ANTENNA เป็นขั้วต่อสายอากาศ
6. ROTOR 1 เป็นขั้วต่อโรเตอร์ตัวที่ 1
7. ROTOR 2 เป็นขั้วต่อโรเตอร์ตัวที่ 2
8. ปุ่มปรับความถี่วิทยุ ใช้ตั้งความถี่วิทยุย่าน 140.00-149.00 MHz
9. VOL (Volume) ใช้ปรับความดังของเสียง
10. SQL (Squelch Control) ปรับจุดต่ำสุดที่สัญญาณเสียงจะผ่านได้
11. SP and MIC เป็นจุดต่อไมค์ภายนอก
12. ON-OFF ทำหน้าที่เปิดปิดวิทยุ ICOM 2N
13. สวิตช์ปรับความถี่ 5 KHz ทำหน้าที่ปรับความถี่ +5 KHz หรือ 0 ของหลักหน่วย
14. LED แสดง Send แสดงสถานะการส่งของเครื่อง
15. LED แสดงการตัดการส่ง เพื่อให้รู้ว่าปุ่มส่งโดนตัดออกจากระบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนที่จะเริ่มทำการเปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. PC PORT ต่อเชื่อมวงจรบนชุดกระเป่าหิ้วกับวงจรอินเตอร์เฟซของคอมพิวเตอร์
17. RS 232 ต่อเชื่อมชุดไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์
18. RESET ทำหน้าที่รีเซ็ตซีพียู

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม

1. ทำการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย โดยสายโรเตอร์ซึ่งมีอยู่สามเส้น ในกรณีที่จะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม ให้ต่อกับขั้วต่อที่เขียนว่า PC โดยสายสีน้ำตาลต่อกับขั้ว L1 สายสีเขียวต่อกับขั้ว L2 สายสีเหลืองต่อกับขั้ว G2 จากนั้นต่อสายอากาศเข้ากับขั้ว สายพอร์ต สาย RS 232 และสายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้าจุดต่อให้เรียบร้อย
2. กดสวิตช์ POWER เพื่อเปิดเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ
3. เข้าโปรแกรม PATTERN บนโปรแกรม WINDOWS 95
4. เมื่อเครื่องเริ่มดำเนินงาน ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงผลดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูต่างๆ ดังนี้ แฟ้ม, ทดสอบ โรเตอร์, แฟ้มเทิร์นและทิศทาง, วิธีใช้ และประวัติผู้จัดทำ



รูปที่ 2 หน้าจอแสดงผลการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และสัญญาณวิทยุ

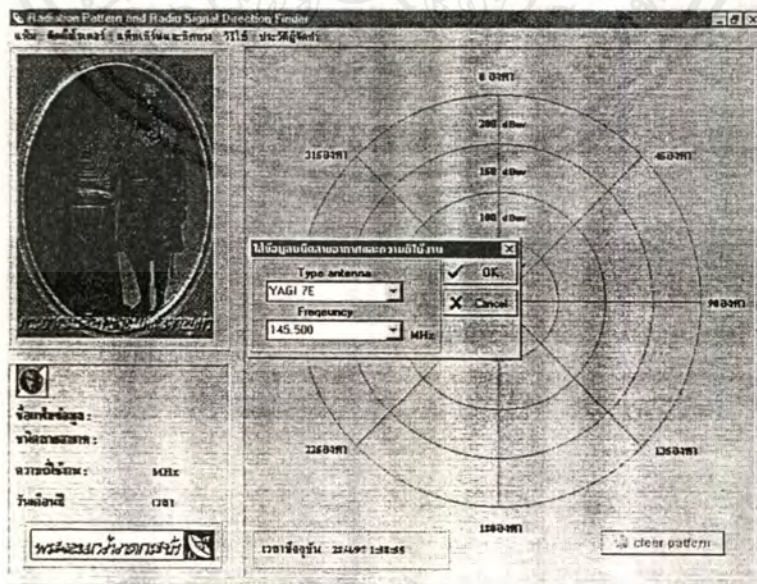
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมนูเพิ่มจะประกอบไปด้วยเมนูย่อยๆ อีกหลายเมนู คือ สร้าง ใช้เมื่อต้องการสร้างเพิ่มข้อมูลใหม่, เปิด ใช้เมื่อต้องการเปิดเพิ่มข้อมูลเก่า, ปิด ใช้เมื่อต้องการปิดเพิ่มข้อมูล, บันทึก ใช้เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลลงในฮาร์ดดิสก์ หรือแผ่นจานแม่เหล็กอย่างรวดเร็ว, บันทึกเป็น ใช้เมื่อต้องการระบุหรือเปลี่ยนชื่อบันทึกข้อมูล, ติดตั้งเครื่องพิมพ์, พิมพ์ ใช้เมื่อต้องการพิมพ์เพิ่มข้อมูล และจบการทำงาน ใช้เมื่อเสร็จการทำงานและต้องการออกจากโปรแกรม

6. เมื่อจะเริ่มค้นใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ในการหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ขั้นแรกต้องเริ่มต้นการทดสอบว่าการติดตั้งโรเตอร์ถูกต้องหรือไม่ โรเตอร์ใช้งานได้หรือไม่ โดยทำการเลือกที่เมนูทดสอบโรเตอร์ แล้วเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่หมุนโรเตอร์ตามเข็มนาฬิกา โปรแกรมจะเริ่มต้นทำการทดสอบโรเตอร์ โดยการขับโรเตอร์ไปตามเข็มนาฬิกาจนครบ 360 องศา จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่หมุนโรเตอร์กลับตามเข็มนาฬิกา โรเตอร์ก็จะเริ่มหมุนกลับในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จนครบ 360 องศา แสดงว่าโรเตอร์พร้อมที่จะทำงานแล้ว

7. จากนั้นทำการเก็บค่าตัวแปร โดยไปที่เมนูแพทเทิร์น และทิศทาง ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูต่างๆ คือ ใส่ข้อมูลการทดลอง, ดึงข้อมูลจากชุดกระเป๋าหัว, หาทิศทางสัญญาณวิทยุ, พล็อตแพทเทิร์นแบบวงกลม และพล็อตแพทเทิร์นแบบเชิงเส้น

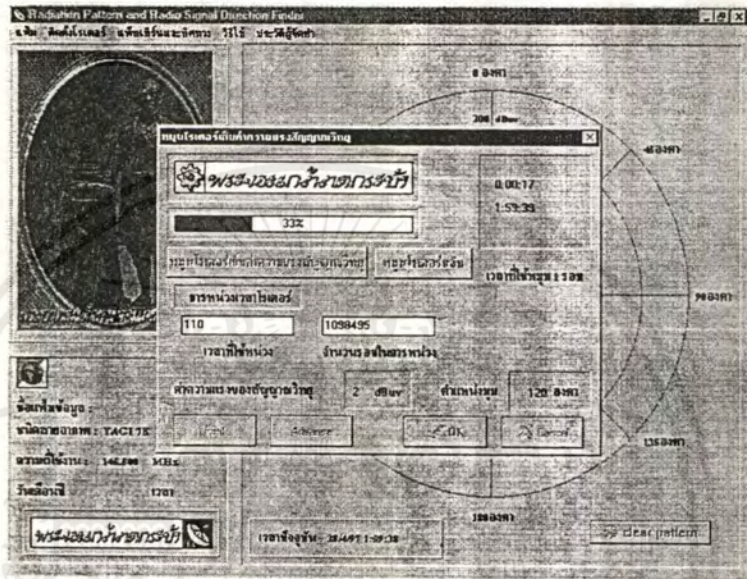
8. จากนั้นเลือกไปที่ใส่ข้อมูลการทดลอง โปรแกรมจะให้ทำการเลือกชนิดของสายอากาศและความถี่ที่ใช้งาน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 หน้าจอแสดงเมนูใส่ข้อมูลชนิดสายอากาศ และความถี่ใช้งาน

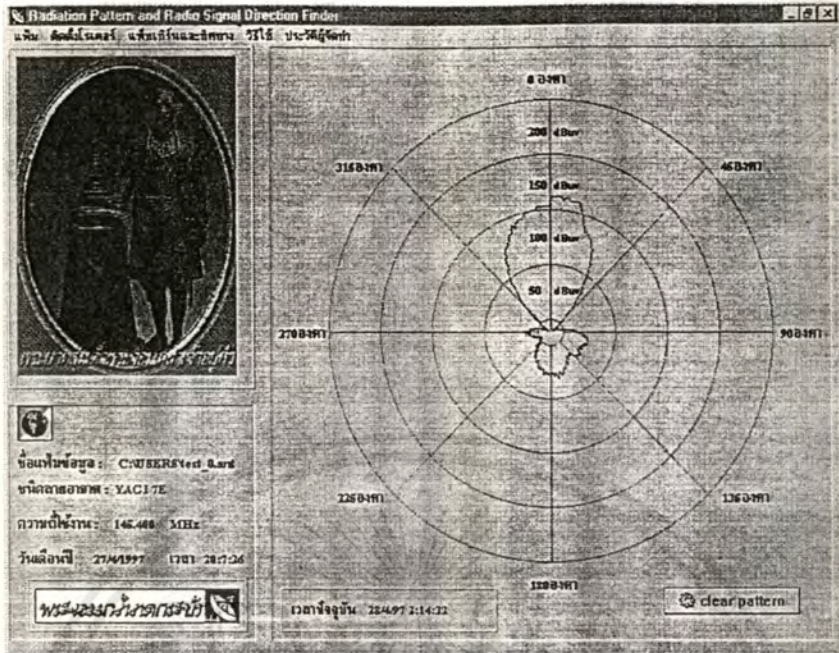
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากนั้นจะต้องทำการหมุนโรเตอร์เพื่อเก็บค่าความแรงของสัญญาณ โดยเลื่อนเมาส์ไปคลิกที่เป็นหมุนโรเตอร์เก็บค่าความแรงสัญญาณ โปรแกรมจะเริ่มขับให้โรเตอร์หมุนจนครบ 360 องศา ดังรูปที่ 4 เมื่อโรเตอร์หมุนจนครบ 360 องศา ให้ทำการหมุนโรเตอร์กลับ โดยเลื่อนเมาส์ไปเลือกที่หมุนโรเตอร์กลับ โปรแกรมจะทำการขับให้โรเตอร์หมุนกลับคืนจนครบ 360 องศา



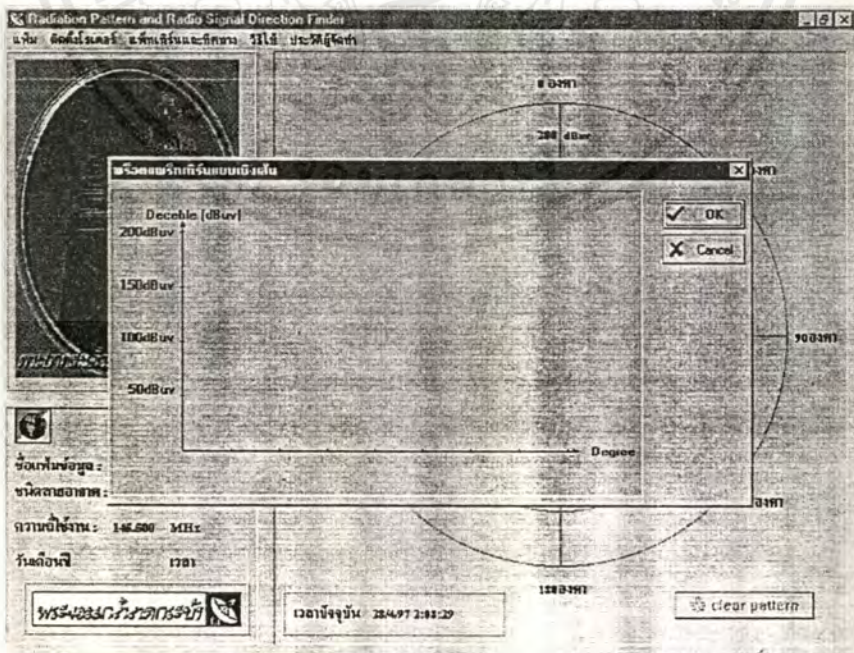
รูปที่ 4 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์รับค่าความแรงสัญญาณวิทยุ

10. เมื่อต้องการแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศที่ใช้ ให้เลือกไปที่เมนูพล็อตแพทเทิร์น ซึ่งมี 2 แบบ คือ สามารถแสดงได้ทั้งในแบบกราฟวงกลม และเชิงเส้น ถ้าต้องการรูปแบบการแพร่กระจายแบบกราฟวงกลม รูปแบบการแพร่กระจายจะแสดงออกมา ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าจอแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบกราฟวงกลม

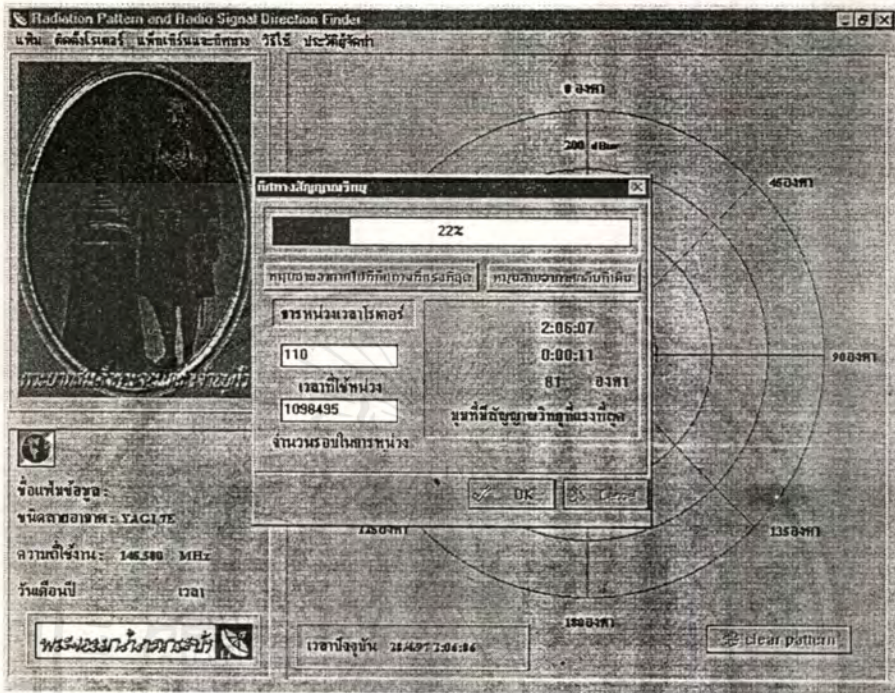
ถ้าต้องการแบบเชิงเส้น รูปแบบจะแสดง ดังรูปที่ 6 ในทุกครั้งที่จะเปลี่ยนการทำงาน ต้องลบล้างข้อมูลเก่าเสียก่อน โดยเลือกที่เมนู CLEAR PATTERN ด้านล่างของโปรแกรม



รูปที่ 6 หน้าจอการแสดงผลรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นแบบเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. เมื่อต้องการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ให้เลือกไปที่เมนูหาทิศทางสัญญาณวิทยุ โปรแกรมจะแสดงผลสัญญาณที่มีความแรงที่สุด และมุมของสัญญาณนั้น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

12. ในกรณีที่ออกภาคสนาม และบันทึกข้อมูลลงในชุดกระดาษปอนด์ ในการจะดึงข้อมูลจากชุดกระดาษปอนด์ เข้ามายังคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยเลือกไปที่เมนูดึงข้อมูลจากชุดกระดาษปอนด์ โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลจากชุดกระดาษปอนด์มาเข้ายังคอมพิวเตอร์

12. ในกรณีที่มีปัญหา หรือข้อสงสัยเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ให้เลือกไปที่เมนูวิธีใช้ โปรแกรมจะแสดงวิธีการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ โดยละเอียด

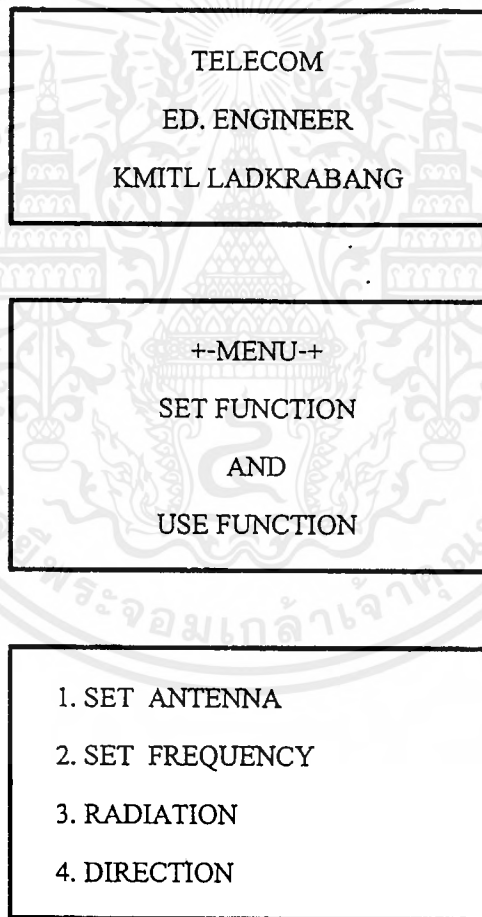
13. ถ้าต้องการทราบถึงประวัติของผู้จัดทำโครงการงานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุนี้ สามารถทำได้โดยเลือกไปที่เมนูประวัติผู้จัดทำ โปรแกรมจะแสดงประวัติ และรูปถ่ายของผู้จัดทำ

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุโดยใช้ชุดไมโครคอลโทรลเลอร์ควบคุม

1. ทำการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้เรียบร้อย โดยการเปลี่ยนสายโรเตอร์ซึ่งมีอยู่สามเส้นเข้าที่ขั้วต่อที่เขียนว่า MICRO โดยสายสีน้ำตาลต่อกับขั้ว L1 สายสีเขียวต่อกับขั้ว L2 สายสีเหลืองต่อกับขั้ว G1 นอกนั้นเหมือนกรณีใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม

2. กดสวิทช์ POWER เพื่อเปิดเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

3. จอแอลซีดีจะแสดงผลเริ่มต้น และเข้าสู่เมนูหลัก ดังรูปที่ 8 ซึ่งประกอบไปด้วยเมนูย่อย 8 เมนู แต่จะแสดงผลที่หน้าจอเพียง 4 เมนู



รูปที่ 8 หน้าจอแสดงเมนูหลัก

4. เมื่อจะเริ่มต้นใช้งานเครื่องแสดงรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ในการหารูปแบบการแพร่กระจายคลื่น และหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ขั้นแรกจะต้องทำการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวแปร โดยเริ่มต้นโปรแกรมจะให้ทำการเลือกชนิดของสายอากาศ โดยการกดคีย์หมายเลข 1 เลือกเมนู SET ANTENNA หน้าจอของแอลซีดีจะแสดงผล ดังรูปที่ 9 ให้ทำการเลือกชนิดของสายอากาศ โดยการกดคีย์หมายเลขตามชนิดสายอากาศที่แสดงผลอยู่ เมื่อเลือกเสร็จ โปรแกรมจะกลับคืนสู่เมนูหลัก ในกรณีที่ต้องการยกเลิกการใส่ชนิดสายอากาศ ให้กดคีย์ F เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

1. YAGI	5. Y - 10
2. Y - 3	6. DIPOLE
3. Y - 5	7. D - 4
4. Y - 7	8. LAMDA

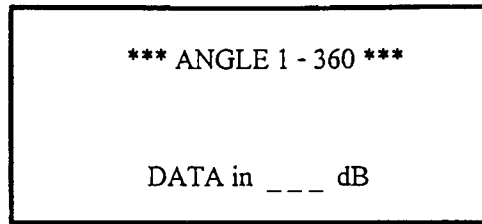
รูปที่ 9 หน้าจอแสดงการเลือกชนิดสายอากาศ

5. จากนั้น โปรแกรมจะให้ทำการใส่ค่าความถี่วิทยุที่ใช้งาน โดยการกดคีย์หมายเลข 2 เลือกเมนู SET FREQUENCY หน้าจอของแอลซีดีจะแสดงผล ดังรูปที่ 10 ให้ทำการใส่ค่าความถี่วิทยุที่ใช้ โดยการกดคีย์หมายเลขตามค่าความถี่ให้ครบทั้ง 6 ตัว เช่น 145.500 Mhz เมื่อใส่ค่าเสร็จ โปรแกรมจะกลับคืนสู่เมนูหลัก ในกรณีที่ต้องการยกเลิกการใส่ค่าความถี่ ให้กดคีย์ F เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

SET FREQUENCY
---.--- MHz

รูปที่ 10 หน้าจอแสดงการใส่ค่าความถี่

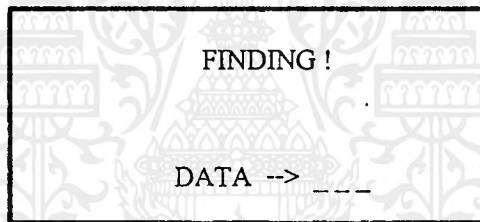
6. จากนั้นจะต้องทำการหมุนโรเตอร์เพื่อเก็บค่าความแรงของสัญญาณ โดยการกดคีย์หมายเลข 3 เลือกเมนู RADIATION โปรแกรมจะเริ่มขับให้โรเตอร์หมุนจนครบ 360 องศา ดังรูปที่ 11 เมื่อโรเตอร์หมุนจนครบ 360 องศา โรเตอร์จะหมุนกลับอีก 360 องศาโดยอัตโนมัติ เมื่อเสร็จสิ้นการเก็บค่าตัวแปร โปรแกรมจะย้อนกลับสู่เมนูหลัก



รูปที่ 11 หน้าจอแสดงการหมุนโรเตอร์เก็บค่าความแรงสัญญาณวิทยุ

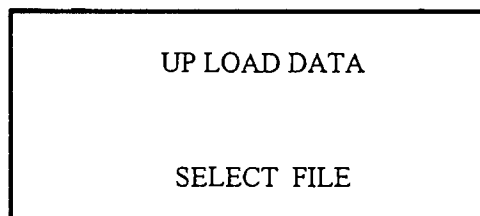
7. เมื่อต้องการผลของรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ จะต้องนำข้อมูลที่บันทึกไว้ไปเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อดูผลบนไมโครคอมพิวเตอร์

8. เมื่อต้องการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ ให้เลือกไปที่เมนู DIRECTION โดยการกดคีย์หมายเลข 4 โปรแกรมจะแสดงผลสัญญาณที่มีความแรงที่สุด และมุมของสัญญาณนั้น ดังรูปที่ 12 จากนั้นโปรแกรมจะขับให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางที่สัญญาณแรงที่สุด



รูปที่ 12 หน้าจอแสดงการหาทิศทางสัญญาณวิทยุ

9. ในกรณีที่ออกภาคสนาม และบันทึกข้อมูลลงในชุดกระเป๋าหิ้ว ในการจะดึงข้อมูลจากชุดกระเป๋าหิ้วเข้ามายังคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยเลือกไปที่เมนู UP LOAD DATA โดยการกดคีย์หมายเลข 5 โปรแกรมจะทำการให้เลือกเพิ่มข้อมูลที่ต้องการดึงจากชุดกระเป๋าหิ้วมาเข้ายังคอมพิวเตอร์ เมื่อกดคีย์เลือกแล้ว หน้าจอจะแสดงชนิดของสายอากาศ และความถี่วิทยุของแฟ้มนั้น



FREQ = ____ . ____ MHz
ANTENNA = YAGI

รูปที่ 13 หน้าจอแสดงการตั้งข้อมูลจากชุดกระเป่าหิ้ว

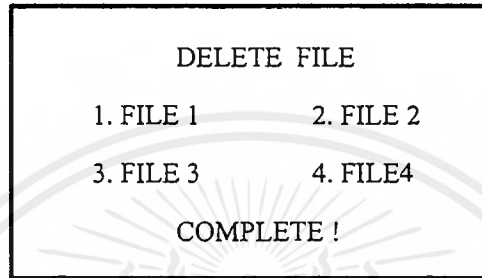
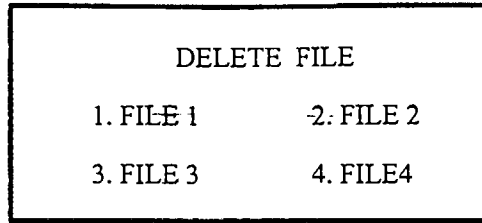
10. ในกรณีที่ต้องการบันทึกเพิ่มข้อมูลที่ทำการทดสอบไว้ ให้เลือกไปที่เมนู SAVE FILE โดยการกดคีย์หมายเลข 6 หน้าจอจะแสดงเพิ่มข้อมูลที่ต้องการบันทึก 4 แฟ้ม หน้าเพิ่มใดมีเครื่องหมายดอกจันแสดงว่าแฟมมนั้นมีการบันทึกข้อมูลไว้แล้ว ดังรูปที่ 14 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จหน้าจอจะแสดงคำว่า COMPLETE และโปรแกรมจะกลับสู่เมนูหลัก

SAVE FILE	
1. FILE 1	2. FILE 2
3. FILE 3	4. FILE 4

SAVE FILE	
1. FILE 1	2. FILE 2
3. FILE 3	4. FILE 4
COMPLETE !	

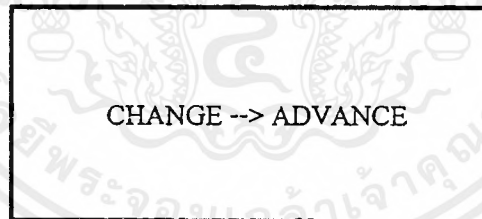
รูปที่ 14 หน้าจอแสดงการบันทึกเพิ่มข้อมูล

11. เมื่อต้องการลบแฟ้มที่บันทึกไว้ให้เลือกไปที่เมนู DELETE FILE โดยการกดคีย์หมายเลข 7 หน้าจอจะแสดงเพิ่มข้อมูลที่ต้องการลบ 4 แฟ้ม ต้องการลบแฟ้มใดให้กดคีย์หมายเลขนั้น หน้าจอจะแสดงผล ดังรูปที่ 15 เมื่อหน้าจอแสดงคำว่า COMPLETE แสดงว่าข้อมูลถูกลบเสร็จสิ้นแล้ว และโปรแกรมจะกลับสู่เมนูหลัก



รูปที่ 15 หน้าจอแสดงการลบเพิ่มข้อมูล

12. ในกรณีที่ต้องการวัดค่าสัญญาณระยะไกลโดยใช้วงจร FIELD STRENGE ให้ทำการเลือกที่เมนู ADVANCE โดยการกดคีย์หมายเลข 8 หน้าจอจะแสดงผลการเปลี่ยนวงจรวัดค่าสัญญาณ ดังรูปที่ 16 และโปรแกรมจะกลับสู่เมนูหลัก



รูปที่ 16 หน้าจอแสดงการเลือกใช้ชุดรับค่าความแรงสัญญาณ จากระยะใกล้เป็นระยะไกล

13. ในกรณีที่ต้องการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมใหม่ สามารถทำได้โดยการกดปุ่มรีเซ็ต โปรแกรมจะเริ่มต้นการทำงานใหม่

ประวัติ



ชื่อผู้ทำปฏิญญานิพนธ์	นายเปรมชาย ศรีขวัญ
วัน เดือน ปีเกิด	31 พฤษภาคม 2516
สถานที่เกิด	จ.สงขลา
ภูมิลำเนาเดิม	จ.สงขลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	84/1 ม.8 ต.ท่าข้าม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์	(01) 4788809
<u>ประวัติการศึกษา</u>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดเขากลอย จ.สงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนวมินทราชูทิศทักษิณ จ.สงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จ.สงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคใต้ สงขลา
ปริญญาตรี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
คติพจน์	ค่าของคน อยู่ที่ผลของงาน

ประวัติ



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	ไมตรี สีนุ่น
วัน เดือน ปีเกิด	12 สิงหาคม 2514
สถานที่เกิด	จ.นครศรีธรรมราช
ภูมิลำเนาเดิม	จ.นครศรีธรรมราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	139 ถ.ชายทะเล อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
โทรศัพท์	(075) 333655
<u>ประวัติการศึกษา</u>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาลปากพนัง 1 จ.นครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง กรุงเทพมหานคร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง กรุงเทพมหานคร
ปริญญาตรี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
คติพจน์	รู้จริง ทำจริง มุ่งมั่น

ประวัติ



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายพิชัย บุญอินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	30 มกราคม 2516
สถานที่เกิด	จ.อุตรดิตถ์
ภูมิลำเนาเดิม	จ.อุตรดิตถ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	68 ม.10 ต.วังตะเคียน อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000
โทรศัพท์	(038) 515209
<u>ประวัติการศึกษา</u>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านแก่ง จ.อุตรดิตถ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดพุทธโสธร จ.ฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
คติพจน์	ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติ



ชื่อผู้ทำปฏิญยานิพนธ์	นายอรรถสิทธิ์ พราหมณ์น้อย
วัน เดือน ปีเกิด	9 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	จ.มหาสารคาม
ภูมิลำเนาเดิม	จ.มหาสารคาม
ที่อยู่ปัจจุบัน	111 บ้านโนนตำราญ ต.เวียงนาง อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000
โทรศัพท์	(043) 711874
<u>ประวัติการศึกษา</u>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนหลักเมืองมหาสารคาม จ.มหาสารคาม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสารคามพิทยาคม จ.มหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จ.มหาสารคาม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงใต้ จ.นครราชสีมา
ปริญญาตรี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
คติพจน์	โลกสดใสด้วยรอยยิ้ม

บรรณานุกรม

1. กร กรังด์ปรีซ์. คู่มือรวมวงจรวิทยุมือถือ 22 รุ่น, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ซีคิว อินเตอร์เนชันแนล, 2537, หน้า 40-58.
2. เจน สงสมพันธ์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ 1, กรุงเทพมหานคร: สถาบันอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพมหานคร, 2537, หน้า 162-164.
3. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. โครงการเครื่องจ่ายไฟ, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด, 2538, หน้า 35-42.
4. บริษัท อีทีที จำกัด. คู่มือ CP-Z80 V2 smart control, กรุงเทพมหานคร: หน้า 1-18.
5. เมธี ฉัตรทอง และคณะ. คู่มือวิทยุคมนาคม, กรุงเทพมหานคร: ภัทรการพิมพ์, 2534, หน้า 183-188.
6. วิวัฒน์ กิรานนท์. พื้นฐานการสื่อสาร, กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536, หน้า 21-65.
7. วิชัย ศังขจันทรานนท์. ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1, กรุงเทพมหานคร: เอช-เอ็น การพิมพ์, 2532, หน้า 72-77, 307-308, 325-326.
8. สุเจตน์ จันทรังษ์. ไมโครคอนโทรลเลอร์ซีพียูเดียว 8051, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหานคร, 2535, หน้า 1-82.
9. สุขชาติ กังวารจิตต์. เครื่องรับส่งวิทยุระบบสื่อสาร, กรุงเทพมหานคร: เอช-เอ็น การพิมพ์, 2533, หน้า 232.
10. เสงี่ยม เผ่าทองสุข. คู่มือวิทยุสมัครเล่น, กรุงเทพมหานคร: บริษัท อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์ จำกัดการพิมพ์, 2536, หน้า 24-32.
11. Jeff Duntemann. Delphi Programing Explorer, USA: IDG Books worldwide, Inc., 1995.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้