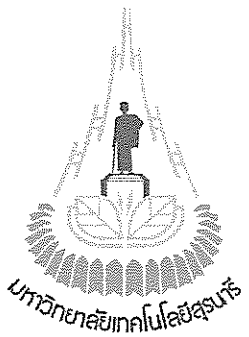


เครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ความถี่ 2.4 GHz

(Audio and Video Sender)

โดย

นางสาว โสภิตา	จารุกรุณา	B4812623
นางสาว สาวิตรี	อิ่มเต็ม	B4811336

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2552

AV Sender (เครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ทองโสภา)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัย)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2553

โครงงาน	เครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ความถี่ 2.4 GHz
จัดทำโดย	นางสาวโสภิตา จารุกรุณา
	นางสาวสาวิตรี อิ่มเต็ม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ชาญชัย ทองโสภา
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	2/ 2553

บทคัดย่อ

(Abstract)

ในปัจจุบันการสื่อสารไร้สายในทุกๆประเภทได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้น เนื่องจากความสะดวกสบายแล้วยังลดความยุ่งยากในการติดต่อ และการเดินสายสัญญาณเป็นต้น เช่นเดียวกับระบบการรับส่งภาพและเสียง สำหรับโครงการนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายอย่างเช่น ต้องการส่งภาพและเสียงจากเครื่องเล่นวีดีโอจากอีกที่หนึ่งไปยังเครื่องรับที่อยู่อีกที่หนึ่งก็เพียงแต่ติดตั้งจุดส่งสัญญาณภาพและเสียงที่เครื่องส่งวีดีโอ และนำจุดรับต่อเข้ากับจอมอนิเตอร์หรือจอทีวีก็สามารถชมสัญญาณภาพและเสียงได้โดยไม่ต้องเดินสายสัญญาณ เป็นต้น รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้ในงานต่างๆมากมายที่ต้องการส่งสัญญาณภาพและเสียง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ชาญชัย ทองโสภา ผู้ที่เป็นเจ้าของแนวคิดเริ่มแรกของเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ความถี่ 2.4 GHz ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับแนวคิด การดูแลเอาใจใส่ติดตามงาน ชี้แนะข้อพกพร่องตลอดจนช่วยฝึกฝนและให้การสนับสนุนคณะผู้จัดทำให้มีความสามารถในการทำโครงงานจนเสนอผลงานให้เป็นที่รู้จักและยอมรับได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด พี่นักศึกษาปริญญาโทและเอกวิศวกรรมโทรคมนาคมและเพื่อนนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่เป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวไปแล้วไว้ ณ ที่นี้ สำหรับส่วนดีของโครงงานชิ้นนี้ ขออุทิศให้แก่อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

โสภิตา จารุกรุณา
สาวิตรี อิ่มต็ม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1
บทคัดย่อ(Abstract)	2
บทที่1	7
1. บทนำ	
2. ความเป็นมา	7
3. วัตถุประสงค์	8
4. ขอบเขตงาน	8
5. ขั้นตอนการดำเนินงาน	8
บทที่2	10
1. บทนำ	10
2. ข้อมูลกับคลื่นไร้สาย	10
3. สเปกตรัมความถี่วิทยุ	13
4. การมอดูเลตสัญญาณ	14
5. ระบบโทรทัศน์สี	17
6. ทฤษฎีสายอากาศเบื้องต้น	22
7. สัญญาณรบกวน	27
8. สรุปทฤษฎีกับเครื่องรับส่งสัญญาณเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz	30
บทที่3	31
1. กล่าวนำ	31
2. วงจรเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4 GHz	31
3. วงจรขยายสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz	36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่4 40

1. กล่าวนำ 40
2. วงจร 40
3. การทดสอบวงจรรับส่งภาพและเสียง 41
4. การทดสอบวงจรขยายสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz 45
5. การทดสอบสายอากาศ 49
6. การทดสอบวงจรรวมโดยสถานการณ์จำลอง 53

บทที่5 54

1. กล่าวนำ 54
2. วิเคราะห์ผลการทดลอง 55
3. ปัญหาที่พบในระหว่างทำโครงงานและวิธีแก้ปัญหา 53
4. ข้อเสนอแนะ 56
5. แนวทางการพัฒนาต่อไป 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 58

1. Datasheet 59
2. AWM630 60
3. AWM634 64
4. HMC414MS8G 70

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 แสดงสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล 11

รูปที่ 2.2 แบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณ 14

รูปที่ 2.3 แสดงการมอดูเลตความถี่ 16

รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์ระบบพีเอแอล 18

รูปที่ 2.5 สายอากาศแบบรอบตัว (Omni Directional Antenna) 23

รูปที่ 2.6 สายอากาศแบบมีทิศทาง 24

รูปที่ 2.7 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง 28

รูปที่ 3.1 แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ภาคส่ง 32

รูปที่ 3.2 วงจรประกอบของโมดูลสำเร็จรูป 33

รูปที่ 3.3 สัญญาณสเปกตรัมที่เอาท์พุตของเครื่องส่ง 34

รูปที่ 3.4 แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ภาครับ 35

รูปที่ 3.5 วงจรประกอบของโมดูลสำเร็จรูป 36

รูปที่ 3.6 (ก) วงจรของตัว Amplifier 37

รูปที่ 3.7 แสดง Transmission Line บนแผ่น Print 38

รูปที่ 3.8 วงจร Amplifier ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว 39

รูปที่ 4.1 วงจรภาคส่งสัญญาณ 40

รูปที่ 4.2 วงจรภาครับสัญญาณ 41

รูปที่ 4.3 สัญญาณวิดีโอทางด้านอินพุต 41

รูปที่ 4.4 สัญญาณออดิโอด้านซ้ายทางด้านอินพุต 42

รูปที่ 4.5 สัญญาณออดิโอด้านขวาทางด้านอินพุต 42

รูปที่ 4.6 สัญญาณวิดีโอทางด้านเอาท์พุต 43

รูปที่ 4.7 สัญญาณออดิโอด้านซ้ายทางด้านเอาท์พุต 43

รูปที่ 4.8 สัญญาณออดิโอด้านขวาทางด้านเอาท์พุท 44

รูปที่ 4.9 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต 45

รูปที่ 4.10 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต 45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.11 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifierโดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต 46
รูปที่ 4.12 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifierโดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต 47
รูปที่ 4.13 วงจรขยายสัญญาณที่นำมาต่ออนุกรมกัน 47
รูปที่ 4.14 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifierโดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต 48
รูปที่ 4.15 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifierโดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต 48
รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบที่หน้าจอทีวีเมื่อส่งสัญญาณโดยใช้สายอากาศไดโพล 49
รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบที่หน้าจอทีวีเมื่อส่งสัญญาณโดยใช้สายอากาศยากิ 49
รูปที่ 4.18 เครื่อง Network Analyzer 50
รูปที่ 4.19 รูปรวมอุปกรณ์สำหรับการวัด S11 51
รูปที่ 4.20 การทดสอบ S11 สายอากาศยากิด้วยเครื่อง Network Analyzer 52

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในอดีตการสื่อสารแบบไร้สายยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากปัจจัยหลายประการ อาทิ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในย่านความถี่สูงหายากและมีราคาแพงค่อนข้างซับซ้อน ยุ่งยากเพราะอุปกรณ์มีขนาดเล็กมาก และไม่มีโปรแกรมช่วยในการออกแบบที่ดี

ปัจจุบันพบว่าเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายมีความเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เช่น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบสื่อสารวิทยุไร้สาย ระบบอินเตอร์เน็ตไร้สาย และคอมพิวเตอร์ไร้สาย เป็นต้น จึงทำให้การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในย่านความถี่สูงได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านอิเล็กทรอนิกส์ก้าวไปไกลขึ้น ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในย่านความถี่สูงหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก ข้อมูลและโปรแกรมในการออกแบบก็สามารถหาได้ง่ายจากเว็บไซต์ของผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น และยังสามารถทำงานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียง เป็นการออกแบบระบบการรับส่งภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4GHz (AV Sender) ซึ่งระบบจะประกอบไปด้วยภาคส่งและภาครับ โดยที่ภาคส่งจะรับสัญญาณภาพและเสียงมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ อย่างเช่น จากเครื่องเล่นวิดีโอ จากกล้องวงจรปิด หรือจากแหล่งกำเนิด อื่น ๆ มีทั้งสัญญาณภาพและเสียงแยกออกมา แล้วสัญญาณภาพและเสียงนี้จะทำการรวมกันโดยใช้ICรวมสัญญาณและแปลงเป็นความถี่สูง จากนั้นทำการขยายสัญญาณให้มีระดับความแรงมากขึ้น และส่งออกสายอากาศ ส่วนภาครับจะทำการรับสัญญาณความถี่สูงผ่านทางสายอากาศ จากนั้นทำการแยกสัญญาณภาพและเสียงโดยใช้ IC เฉพาะ เช่นเดียวกันกับภาคส่ง จะได้สัญญาณด้านเอาท์พุทเป็นสัญญาณภาพละเสียง นำไปต่อกับจอมอนิเตอร์ต่างๆหรือทีวี โดย

ระยะทางที่สามารถรับส่งสัญญาณได้นั้นคือ ในที่โล่งประมาณ 50 เมตรและ 20 เมตรในที่มีสิ่งกีดขวางต่างๆ

2. วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาระบบเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียง

2.เพื่อศึกษาออกแบบวงจรเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียง

3.เพื่อศึกษาออกแบบวงจรขยายสัญญาณให้ได้ระยะทางที่กำหนด

3. ขอบเขตงาน

1.ออกแบบวงจรเครื่องรับส่งโดยใช้ IC เฉพาะงาน

2.กำหนดความถี่ของการรับส่งสัญญาณที่ย่าน 2.4 GHz

3.ออกแบบวงจรขยายสัญญาณโดยใช้ทรานซิสเตอร์ให้ได้ระยะทางที่กำหนด

4.ทดสอบระบบการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงโดยใช้สัญญาณจากเครื่องเล่นวีดีโอและจอทีวี เป็นต้น

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สาย ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และศึกษาข้อมูลวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier)

1.4.2 วางแผนโครงงานในการสร้างเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียง

1.4.3 เขียนโครงการและนำเสนอโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.4 ทำการออกแบบวงจรขยายสัญญาณภาพและเสียง ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

1.4.5 ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงโดยที่ไม่มีภาคขยายสัญญาณ

1.4.5 ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงโดยมีภาคขยายสัญญาณ

1.4.6 ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงในพื้นที่ต่าง ๆ

1.4.7 สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน

1.4.8 นำเสนอโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎีและองค์ประกอบที่ควรทราบเบื้องต้นของเครื่องรับส่งสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลกับคลื่นไร้สาย ทฤษฎีระบบเครือข่ายไร้สาย การมอดูเลตและการดีมอดูเลตสัญญาณ ระบบโทรทัศน์สี สายอากาศเบื้องต้น ประเภทการรับส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุ สัญญาณรบกวนและสรุปทฤษฎีดังกล่าวในการข้องเกี่ยวกับเครื่องรับส่งสัญญาณไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz

2.2 ข้อมูลกับคลื่นไร้สาย

2.2.1 การทำงานของพื้นฐานเครือข่ายไร้สาย

ข้อมูลหลาย ๆ ชนิดสามารถส่งแบบไร้สายได้ ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณภาพและเสียง เช่นการส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์ เสียงโทรศัพท์ การส่งสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ ในขั้นตอนแรกข้อมูลที่ถูกส่งจะถูกสร้างมาจากอุปกรณ์ที่สร้างข้อมูล เช่นคอมพิวเตอร์ มือถือ สถานีวิทยุ หรือโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น สำหรับข้อมูลที่จะถูกส่งจะต้องผสมไปกับคลื่นความถี่วิทยุ (RF) (ซึ่งเรียกว่า “สัญญาณ” หรือ “Signal”) โดยกระบวนการมอดูเลชัน (Modulation) สัญญาณที่เป็นตัวส่งข้อมูล เรียกว่าคลื่นตัวนำ หรือคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ข้อมูลจะถูกผสมไปกับคลื่นตัวนำโดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า มอดูเลเตอร์ (Modulator) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีวิธีการหลายวิธีในการมอดูเลตข้อมูลไปกับคลื่นตัวนำ มอดูเลเตอร์อาจจะรวมอยู่กับอุปกรณ์ที่สร้างข้อมูล อย่างเช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ หรืออาจจะแยกอยู่ต่างหากเช่น โทรทัศน์

ซึ่งข้อมูลที่ถูกส่งเมื่อผสมไปกับคลื่นความถี่วิทยุออกมาเป็นสัญญาณ จะถูกส่งโดยอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่จะนำสัญญาณมาและส่งออกไปโดยผ่านทางอากาศ อุปกรณ์สัญญาณนั้นมีหลายแบบโดยขึ้นอยู่กับชนิดข้อมูลที่จะส่ง ระยะทาง และความแรงของสัญญาณ ส่วนอุปกรณ์รับสัญญาณสามารถรับสัญญาณได้โดยตรงหรืออาจผ่านทางระบบเครือข่ายโดยขึ้นกับชนิดของข้อมูลที่ส่ง ในกรณีของโทรศัพท์มือถือ หรือคอมพิวเตอร์เมื่อจะติดต่อกับอินเตอร์เน็ตมันจะส่งสัญญาณไปที่เครือข่ายและส่งต่อไปยังผู้รับ โดยใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Transmitter) ที่จุดรับสัญญาณเสาอากาศหรือสายอากาศจะรับคลื่นวิทยุที่ต้องการและไม่รับคลื่นที่เหลือ อุปกรณ์รับสัญญาณจะใช้แอมพลิไฟเออร์ (Amplifier) เพื่อเพิ่มความเข้มของสัญญาณเนื่องจากสัญญาณที่รับมานั้นจะอ่อนมาก และสัญญาณจะถูกมอดูเลเตอร์

หรืออาจจะเรียกว่าดีมอดูเลเตอร์ จะทำการแปลสัญญาณและแยกคลื่นตัวนำออกจากข้อมูลที่ถูกส่งมาพร้อมกัน เพื่อที่จะเปลี่ยนกลับไปเป็นข้อมูลดังเดิมที่ส่งมา

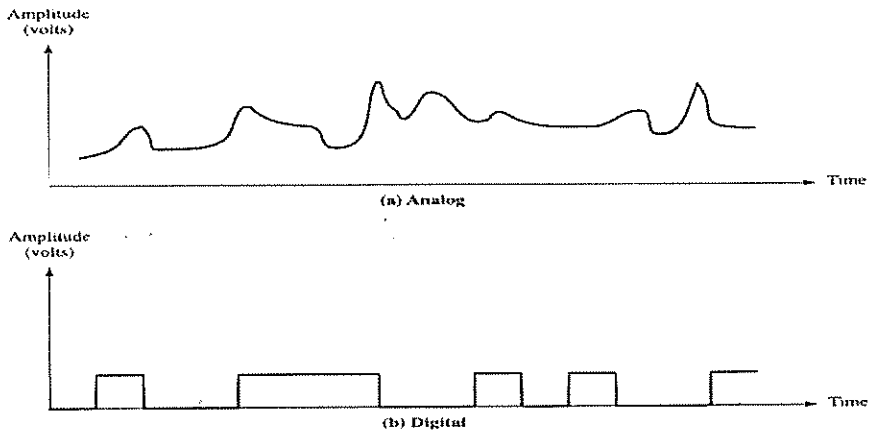
2.2.2 ข้อมูลเดินทางไปพร้อมกับคลื่นไร้สาย

การที่จะส่งข้อมูลแบบไร้สายนั้น ข้อมูลจะต้องถูกมอดูเลตลงไปบนคลื่นตัวนำก่อน ซึ่งข้อมูลที่จะส่งนั้นมีหลายชนิด เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เสียง หรือข้อมูล ไม่ว่าจะมีมากมายเพียงใดก็ตาม มันจะถูกแบ่งเป็น 2 แบบเท่านั้นคือ อนาล็อกและดิจิตอล

ข้อมูลอนาล็อกคือข้อมูลที่เป็นแบบต่อเนื่องซึ่งมีค่าหลายค่ามากมายในระหว่างจุดสองจุด ตัวอย่างเช่น นาฬิกาข้อมือที่แสดงเวลาเป็นแบบข้อมูลต่อเนื่อง หรือคลื่นก็เป็นข้อมูลอนาล็อก ในทางตรงกันข้าม ข้อมูลดิจิตอลคือข้อมูลที่เป็นแบบปิดหรือเปิดซึ่งปกติจะแทนเปิดด้วย 1 และแทนปิดด้วย 0 โดยข้อมูลในคอมพิวเตอร์ทั้งหมดก็เป็นข้อมูลดิจิตอล ไม่ว่าข้อมูลนั้นจะเป็นอนาล็อกหรือดิจิตอล เมื่อถูกส่งไร้สายจะถูกรวมไปกับคลื่นวิทยุซึ่งเป็นอนาล็อก ดังนั้นถึงแม้ว่าข้อมูลจะเป็นแบบดิจิตอล มันก็ต้องรวมกับคลื่นอนาล็อกเพื่อส่งต่อไป

- **ทำความเข้าใจสัญญาณดิจิตอลและสัญญาณอนาล็อก**

สัญญาณอนาล็อก แอมพลิจูดของคลื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ต่อเนื่องตลอดเวลา สัญญาณจะมีจำนวนแอมพลิจูดที่มากมายหลายค่าในระหว่างจุด ส่วนสัญญาณดิจิตอล จะไม่มีความต่อเนื่องโดยข้อมูลจะถูกแทนด้วยเปิดกับปิด (ON/OFF) โดยทั่วไปจะกำหนดว่า 1 แทนเปิด และ 0 แทนปิด ส่วนข้อมูลเดี่ยว ๆ ที่เปิดหรือปิดนี้เรียกว่า บิต (Bit) และ 8 บิต เรียกว่า 1 ไบต์ (Byte) ความเร็วของการส่งข้อมูลแบบดิจิตอลโดยทั่วไปเรียกเป็น บิตต่อวินาที (bps)



รูปที่ 2.1 แสดงสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล

2.2.3 ข้อดีของการส่งสัญญาณแบบดิจิตอล

1.มีความน่าเชื่อถือสูง มีความปลอดภัยในการป้องกันการขโมยข้อมูลเนื่องจากข้อมูลอยู่ในรูปรหัสพิเศษ

2.มีความสามารถในการนำพาข้อมูลหลาย ๆ ชนิดในการเดินทางเพียงครั้งเดียว

2.2.4 สาเหตุที่ระบบอนาล็อกยังคงมีใช้อยู่

1. สัญญาณดิจิตอลเป็นกรณีพิเศษของสัญญาณอนาล็อก สัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกที่ถูกกำหนดให้มีระดับแรงดันคงที่ที่ระดับต่างๆตามสัญลักษณ์ของข่าวสารนั่นหมายความว่าระบบที่ทำงานกับสัญญาณอนาล็อกสามารถใช้งานกับสัญญาณดิจิตอลได้

2. ถึงแม้ระบบที่ส่งสัญญาณจะเป็นดิจิตอลแต่สัญญาณก็ยังเป็นอนาล็อกเช่น โครงข่ายโทรศัพท์ที่ใช้ส่งสัญญาณดิจิตอลของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือการส่งสัญญาณไมโครเวฟ เป็นต้นโครงข่ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเกือบทั้งหมดเป็นโครงข่ายอนาล็อกซึ่งสามารถใช้งานได้กับสัญญาณอนาล็อก และดิจิตอลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบใหม่หากระบบนั้นสามารถใช้งานกับโครงข่ายอนาล็อกที่มีอยู่ในปัจจุบันได้

ไม่ว่าข้อมูลที่ส่งจะเป็นชนิดใด จะต้องผ่านกระบวนการประมวลผลบางอย่างก่อนการส่งเสมอ เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นวิทยุและสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเราที่คลื่นเดินทางผ่าน ในสภาพแวดล้อมเรานั้นเต็มไปด้วยรังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกสร้างจากหลายแหล่ง เช่นจากดวงอาทิตย์ เครื่องจักรต่าง ๆ หรือแม้แต่มาจากแสงไฟเอง คลื่นที่ส่งออกจากมาจากสิ่งเหล่านี้จะเป็นคลื่นรบกวน (Noise) เนื่องจากตัวมันเองไม่สามารถนำมาใช้ในการส่งข้อมูลได้ ส่วนคลื่นวิทยุก็มีความเข้มของสัญญาณที่ต่ำ จึงไม่สามารถที่จะเดินทางผ่านสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงก่อนการส่ง ด้วยการเพิ่มสัญญาณให้เข้มขึ้นก่อนการส่ง การเปลี่ยนแปลงจะทำให้การส่งมีประสิทธิภาพดีขึ้น ความเข้มที่มากขึ้นทำให้สามารถเดินทางสู่เป้าหมายได้ อุปกรณ์อย่างเช่นตัวประมวลผลสัญญาณและแอมพลิไฟเออร์ จะทำให้สัญญาณเข้มขึ้นเพื่อให้สามารถส่งถึงเป้าหมายได้

2.3 สเปกตรัมความถี่วิทยุ

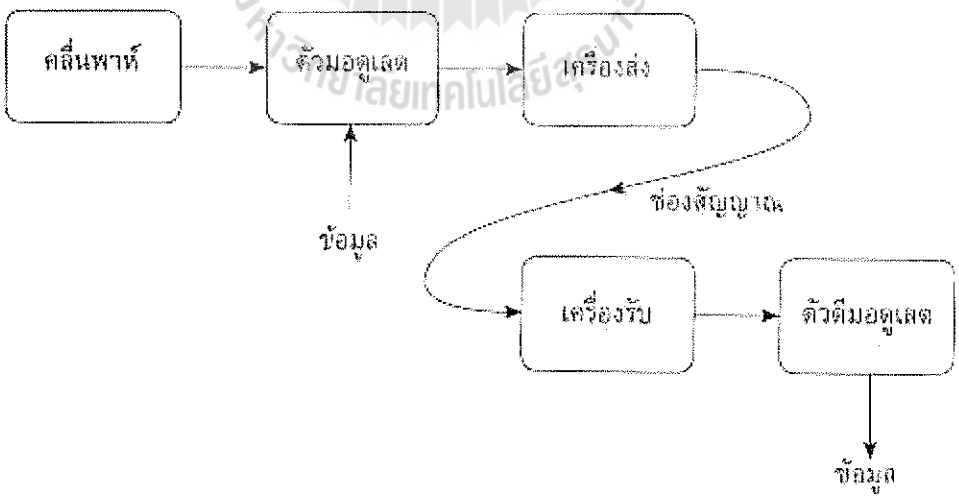
มีช่วงความถี่อยู่หลายแถบในสเปกตรัมความถี่วิทยุจึงถูกนำมาใช้ในการสื่อสารที่แตกต่างกันเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของคลื่นเอง ความถี่สูงกว่าจะถูกกีดขวางได้ง่ายกว่า ขณะที่ความถี่ต่ำสามารถทะลุผ่านไปได้ แต่ว่าความถี่ที่สูงกว่าจะมีพลังงานมากกว่า และความถี่วิทยุถูกแบ่งออกเป็นหลายย่านดังแสดงในตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ชื่อย่านความถี่	ITU ย่านที่	ความถี่ ความยาวคลื่น	ตัวอย่างการใช้งาน
ELF(Extremely low frequency)	1	3-30 Hz 100,000 km - 10,000 km	การสื่อสารกับเรือดำน้ำ
SLF(Super low frequency)	2	30-300 Hz 10,000 km - 1000 km	การสื่อสารกับเรือดำน้ำ
ULF(Ultra low frequency)	3	300-3000 Hz 1000 km - 100 km	การสื่อสารในเหมือง
VLF(Very low frequency)	4	3-30 kHz 100 km - 10 km	การสื่อสารใต้น้ำ, avalanche beacons, ระบบติดตามอัตราการเต้นของหัวใจแบบไร้สาย, ธรณีฟิสิกส์(geophysics)
LF(Low frequency)	5	30-300 kHz 10 km - 1 km	วิทยุนำร่อง, สัญญาณเวลา, ออกอากาศวิทยุ AM คลื่นยาว
MF(Medium frequency)	6	300-3000 kHz 1 km - 100 m	ส่งกระจายเสียงวิทยุ AM คลื่นความยาวกลาง
HF(High frequency)	7	3-30 MHz 100 m - 10 m	วิทยุคลื่นสั้น, วิทยุสมัครเล่น และการสื่อสารทางการบินที่ระยะข้ามเส้นขอบฟ้า
VHF(Very high frequency)	8	30-300 MHz 10 m - 1 m	ส่งกระจายเสียงวิทยุFM, ส่งสัญญาณออกอากาศโทรทัศน์ (บังคับได้ตั้งแต่ช่อง 1 ถึงช่อง 12) และ การสื่อสารแบบแนวตรงไม่โดนบดบัง(line-of-

			sight) จากพื้นสู่อากาศ และ จากอากาศสู่อากาศ
UHF(Ultra high frequency)	9	300-3000 MHz 1 m - 100 mm	ส่งสัญญาณออกอากาศโทรทัศน์ (บังคับได้ตั้งแต่ช่อง 13 ถึงช่อง 84) , โทรศัพท์มือถือ, wireless LAN, บลูทูธ, และวิทยุสองทาง เช่น วิทยุ FRS และ วิทยุ GMRS
SHF(Super high frequency)	10	3-30 GHz 100 mm - 10 mm	อุปกรณ์ไมโครเวฟ, wireless LAN, เรดาห์สมัยใหม่
EHF(Extremely high frequency)	11	30-300 GHz 10 mm - 1 mm	Radio astronomy, high-speed microwave radio relay

จะเห็นได้ว่าเครื่องรับส่งสัญญาณไร้สายที่ย่านความถี่ 2.4 GHz (AV Sender) อยู่ในย่านความถี่ของ UHF ซึ่งในย่านนี้การส่งสัญญาณจะมีการถูกรบกวนน้อย แต่จะสามารถส่งได้ในระยะทางสั้น ๆ ถ้าเทียบกับย่านของ VHF

2.4 การโมดูเลตสัญญาณ



รูปที่ 2.2 แบบของการสื่อสารในการรับส่งสัญญาณ

เมื่อต้องการจะส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลผ่านช่องทางการสื่อสารจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าช่วยพาสัญญาณเหล่านั้นให้เคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งขบวนการหรือขั้นต้อนในการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวเราเรียกว่าการมอดูเลชัน พลังงานไฟฟ้าซึ่งมีความถี่สูงและคงที่รวมทั้งมีแอมพลิจูด(ขนาด) สูงด้วยนั้นเราเรียกว่าสัญญาณคลื่นพาห์(Signal Carrier) อุปกรณ์สำหรับมอดูเลตสัญญาณ(Modulator) จะสร้างสัญญาณคลื่นพาห์และรวมเข้ากับสัญญาณข้อมูลเพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะส่งผ่านสื่อกลางไปยังอีกจุดหนึ่งที่อยู่ไกลออกไปได้และเมื่อถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แยกสัญญาณคลื่นพาห์ออกให้เหลือเพียงสัญญาณข้อมูลเราเรียกวิธีการแยกสัญญาณนี้ว่าการดีมอดูเลชัน (Demodulation) เรื่องการมอดูเลตสัญญาณเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการสื่อสารข้อมูลการเลือกวิธีการมอดูเลตและการดีมอดูเลตที่เหมาะสมจะช่วยให้ท่านทำการส่งข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

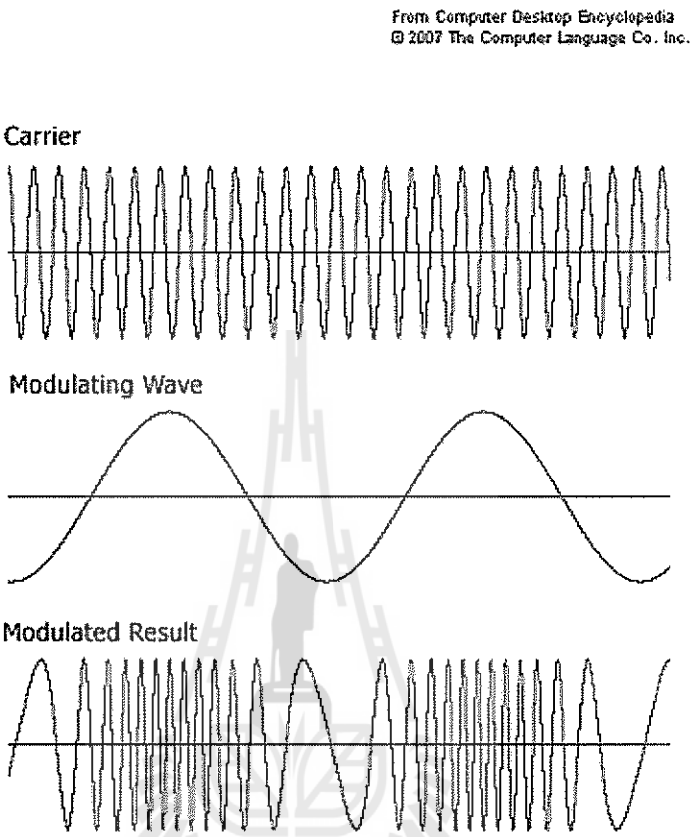
2.4.1 การมอดูเลชันสัญญาณอนาล็อก (Analog Modulation)

สัญญาณอนาล็อกก็คือ สัญญาณที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งไม่ได้เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็วดังเช่นสัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาล็อกที่เราจะนำมาโมดูเลตส่วนมากจะหมายถึงสัญญาณเสียง ซึ่งจะเป็นเสียงพูดหรือเสียงดนตรีก็ได้ วิธีการโมดูเลตจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของสัญญาณที่ส่งออกอากาศไป เพราะในสภาพความเป็นจริงจะไม่ได้มีเพียงสัญญาณที่เราออกอากาศเท่านั้น แต่ธรรมชาติยังมีสัญญาณรบกวนอยู่หลายประเภท หากอยู่ในสภาวะรบกวนสูงจะทำให้การติดต่อสื่อสารทำได้ยากขึ้น การเลือกวิธีการโมดูเลตที่เหมาะสมจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้ วิธีการมอดูเลตสัญญาณอนาล็อกเพื่อส่งผ่านไปในช่องทางสื่อสารอนาล็อกนั้นมี 3 วิธีด้วยกันคือ การมอดูเลชันแอมพลิจูด การมอดูเลชันความถี่ การมอดูเลชันเฟส แต่ในที่นี้เป็นการส่งสัญญาณไร้สายโดยมอดูเลชันถี่ จึงได้ทำการอธิบายเพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานมากขึ้น

การมอดูเลตความถี่ : Frequency Modulation (FM)

การมอดูเลตความถี่นั้นนั้นเป็นวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบสื่อสาร เนื่องจากสัญญาณรบกวนนั้นส่วนใหญ่จะทำให้ระดับสัญญาณเปลี่ยนแต่จะไม่ทำให้ความถี่เปลี่ยนแปลง การมอดูเลตวิธีนี้จึงใช้หลักในการเปลี่ยนแปลงความถี่ตามระดับสัญญาณอินพุตที่เข้ามากล่าวคือ เมื่อสัญญาณอินพุตมี

ระดับสูงก็จะทำให้ความถี่เพิ่มขึ้น และเมื่อสัญญาณอินพุตมีระดับต่ำก็จะทำให้ความถี่สัญญาณเอาต์พุตลดลง



รูปที่ 2.3 แสดงการมอดูเลตความถี่

การมอดูเลตความถี่นี้ใช้กันในระบบวิทยุ FM โดยระบบนี้จะมีความชัดเจนมากกว่า เพราะหลังจากสัญญาณถูกมอดูเลตก็จะมีระดับเอาต์พุตคงที่ และจะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะความถี่ เมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามาก็จะทำให้ระดับของสัญญาณเปลี่ยนแปลงแต่ก็ไม่ได้ทำให้ความถี่เปลี่ยน ดังนั้น สัญญาณรบกวนจึงไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณที่เราต้องการส่ง นี่เป็นสาเหตุว่าทำไมวิทยุระบบ FM จึงมีความชัดเจนมากกว่าระบบ AM และก็มีสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของระบบวิทยุ FM ที่ดูเหนือกว่าระบบ AM เป็นอย่างมาก

2.5 ระบบโทรทัศน์สี

ก่อนที่จะศึกษาเกี่ยวกับระบบโทรทัศน์สี ควรจะเข้าใจพื้นฐานของสีและการผสมสีก่อน สีที่นัยน์ตามองเห็นนั้นเกิดจากแสง ซึ่งสามารถทดลองให้เห็นว่าแสงสีขาว (white light) เช่น แสงอาทิตย์ ประกอบด้วยแสงสีต่างๆเรียงลำดับตามสีรุ้งจากสีม่วง คราม น้ำเงินไปจนถึงสีแดง สีหรือแสงที่มองเห็นเหล่านี้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างหนึ่งคล้ายกับคลื่นวิทยุ แต่มีความถี่สูงมากแสงที่ตามองเห็นเป็นสีต่างๆจะมีความถี่ไม่เท่ากัน

2.5.1 แสงและสีกับการมองเห็นของมนุษย์

1. สี หมายถึง แสงที่มากระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าตาเรา ทำให้เห็นเป็นสีต่างๆ แสงสีปฐมภูมิเป็น แสงสีที่ไม่สามารถแยกออกเป็นสีอื่นๆได้ มี 3 สี ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue)
2. แสงสีทุติยภูมิ เป็นแสงสีที่เกิดจากการนำแสงสีปฐมภูมิมาผสมกัน
3. สารสี (Pigment) เป็นสารหรือวัตถุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนสีเฉพาะบางสี สารสีปฐมภูมิ มีสามสารสี ได้แก่ สารสีเหลือง (Yellow) สารสีน้ำเงินเขียว (Cyan) และสารสีม่วงแดง (Margenta)
4. สารสีทุติยภูมิ เป็นสารสีที่เกิดจากการผสมสารสีปฐมภูมิ
5. ทฤษฎีสี หมายถึง หลักวิชาเกี่ยวกับสีที่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตา

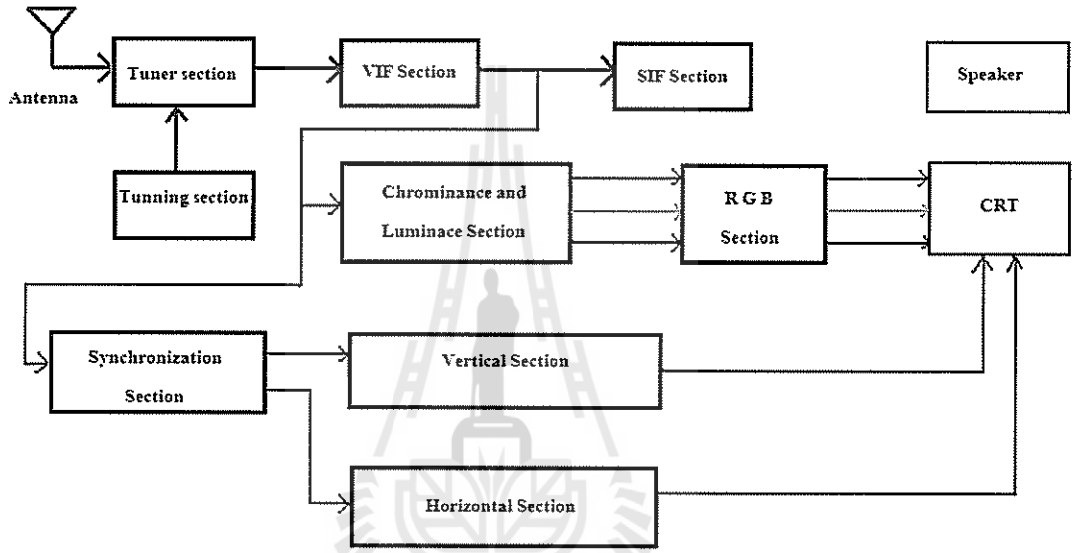
การมองเห็นสิ่งต่างๆ ที่แวดล้อมอยู่รอบๆ ตัวเราได้นั้น เนื่องจากมีแสงพุ่งออกมาจากสิ่งนั้นเข้ามาหาตาของเรา แต่ถ้าหากสิ่งนั้นไม่มีแสงในตัวเองต้องอาศัยแสงจากแหล่งกำเนิด เช่น แสงอาทิตย์ไปกระทบกับสิ่งนั้นแล้วสะท้อนเข้าตาจึงจะสามารถมองเห็นได้ สำหรับสิ่งที่มีแสงในตัวเอง เช่น จอภาพจะสร้างแสงขึ้นมาเองแล้วส่องเข้าตาโดยตรง ภาพที่ตามองเห็นเป็นรูปแบบของแสงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 380 ถึง 780 นาโนเมตร

2.5.2 การเปลี่ยนภาพให้เป็นสัญญาณภาพ

การมองเห็นภาพของมนุษย์เกิดจากการที่แสงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนเข้าหาตาเรา ด้วยหลักการดังกล่าวการสร้างกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์จึงนำเอาภาพที่อยู่ในรูปพลังงานแสงมาทำการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าที่เรียกว่าสัญญาณภาพ (Video signal) เพื่อจะนำสัญญาณภาพดังกล่าวส่งไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ อุปกรณ์สำคัญในการเปลี่ยนภาพในรูป

ของแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าก็คือกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์ ภายในกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์จะมีหลอดรับภาพ (Camera tube) ซึ่งภายในหลอดรับภาพจะมีส่วนประกอบที่จะทำหน้าที่เปลี่ยนภาพที่เป็นแสงมากระทบให้เป็นสัญญาณภาพ

2.5.3บล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์สีระบบพีเอแอล (Block Diagram Of Color Television PAL)



รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรทัศน์ระบบพีเอแอล

1. Antenna ทำหน้าที่ รับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งแพร่กระจายจากสายอากาศเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าทางโทรทัศน์ป้อนให้แก่จูนเนอร์โดยอาศัยหลักการเมื่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพุ่งตัดกับตัวนำจะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลในตัวนำ

2. Tuner and Tuning Section ทำหน้าที่คัดเลือกรับสัญญาณโทรทัศน์เพียงช่องเดียวที่ต้องการและเปลี่ยนค่าความถี่ของสัญญาณโทรทัศน์ที่รับเข้ามาให้เป็นความถี่ปานกลางป้อนให้แก่ วีไอเอฟ เซคชัน ต่อไป

สัญญาณความถี่ปานกลางของภาพ 38.9 MHz (VIF 38.9 MHz)

สัญญาณความถี่ปานกลางของเสียง 33.4 MHz (SIF 33.4 MHz)

3. VIF Section ทำหน้าที่ กรองสัญญาณให้ผ่านเฉพาะสัญญาณ VIF สัญญาณ SIF และขยายแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณดังกล่าวให้แรงขึ้นและรักษาระดับความแรงของสัญญาณให้คงที่ แล้วทำการแยกสัญญาณคอมโพสิทวิดีโอ ออกจาก สัญญาณVIF แบบ AM

Detector และเกิดการหักล้างของความถี่ ระหว่าง สัญญาณVIF 38.9 MHz กับ สัญญาณ SIF 33.4 MHz ได้เป็น สัญญาณ SIF 5.5 MHz ดังนั้นสัญญาณทางเข้าและออกได้แก่

สัญญาณทางเข้า สัญญาณVIF 38.9 MHz, สัญญาณ SIF 33.4 MHz

สัญญาณทางออก สัญญาณ คอมโพสิทวิดีโอ 0 – 4 MHz,

สัญญาณSIF 5.5 MHz ± 50 KHz

4. SIF Section ทำหน้าที่กรองสัญญาณ SIF 5.5 MHz± 50 KHz ผ่านเท่านั้น และทำการแยก สัญญาณเสียง 20-15 KHz ออกจาก สัญญาณSIF 5.5 MHz± 50 KHz แบบเอฟเอ็ม (FM,Frequency Detector) และทำการขยายแรงดันไฟฟ้า ของสัญญาณเสียง20-15KHzให้แรงขึ้นจนสามารถขับออกทางลำโพงได้ยินเป็นเสียง

อุปกรณ์ที่ใช้กรองสัญญาณ SIF 5.5 MHz± 50 KHz นั้นใช้ SFE 5.5 MHz)

สัญญาณเข้า คอมโพสิทวิดีโอ +สัญญาณ SIF 5.5 MHz ± 50 KHz

สัญญาณออก สัญญาณเสียง 20-15 KHz

5. Synchronize Section ทำหน้าที่ ตัดเอาสัญญาณ Composite Sync ออกจากสัญญาณ Composite Video โดยสัญญาณ Composite Sync ประกอบด้วย สัญญาณ Horizontal Sync 15.625 KHz สัญญาณ Vertical Sync และ Equalizing Pulse

สัญญาณทางเข้า สัญญาณ คอมโพสิทวิดีโอ

สัญญาณทางออก สัญญาณ Horizontal Sync, สัญญาณ Vertical Sync และ

สัญญาณ Equalizing Pulse

6. Horizontal Section ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณ Horizontal ให้มีความถี่และเฟสที่ถูกต้องตรงกันกับ Horizontal Sync และขยายกำลังไฟฟ้าของสัญญาณดังกล่าวให้สูงพอป้อนให้แก่ Horizontal Yoke เพื่อเกิดการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนภายในหลอดภาพ เพื่อสร้างเส้นสแกนทางแนวนอนและยังทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าตรงค่าต่าง ๆ จ่ายให้แก่ภาคต่างๆ ด้วย

สัญญาณควบคุมทางเข้า สัญญาณ Horizontal Sync

สัญญาณทางออก สัญญาณ Horizontal 15.625 KHz

7. Vertical Section ทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณเวอร์ติคอลให้มีความถี่และเฟสที่ถูกต้องตรงกันกับ, สัญญาณเวอร์ติคอลทริกพัลส์(Vertical Trig Pulse) และขยายกำลังไฟฟ้าของสัญญาณ ดังกล่าวให้สูงพอที่จะป้อนให้แก่ เวอร์ติคอลโย้ค(เวอร์ติคอลโย้ค) เพื่อเกิดการเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอนภายในหลอดภาพ จากขอบจอด้านบนลงมาสู่ขอบจอด้านล่าง และจากขอบจอด้านล่างขึ้นสู่ขอบจอด้านบน จะทำให้เกิดการเรียงรายเส้นสแกนทางแนวนอนจากขอบจอด้านบนลงมาสู่ขอบจอด้านล่างแล้วสะบัดขึ้น ทำให้เกิด ราสเตอร์เต็มจอ

สัญญาณควบคุมทางเข้า สัญญาณเวอร์ติคอลทริกพัลส์ ถูกสร้างมาจากสัญญาณเวอร์ติคอลซิงค์และสัญญาณอีควอไลซิงพัลส์

สัญญาณทางออก สัญญาณเวอร์ติคอล 50 Hz

8. Luminance Sectionทำหน้าที่ ขยายแรงดันไฟฟ้า ของสัญญาณลูมิแนนซ์ (Luminance Signal) หรือสัญญาณวาย(Y Signal) ให้แรงขึ้น และหน่วงสัญญาณดังกล่าว ให้ช้าลงประมาณ 0.5–1μsec สัญญาณทางออกป้อนให้แก่ โครมิแนนซ์ เซคชั่น(Chrominance Section) หรือ อาร์ จี บี เซคชัน(R G B Section)

สัญญาณทางเข้า สัญญาณคอมโพสิทวิดีโอ

สัญญาณทางออก สัญญาณลูมิแนนซ์ในรายการสีจะมีแบนด์วิธ 0 – 4 MHz ส่วนในรายการขาวดำจะมีแบนด์วิธ 0 – 5 MHz เป็นสัญญาณในการสร้างภาพขาวดำ

9. Chrominance Section ทำหน้าที่ แยกเอาสัญญาณ (R – Y) และ (B – Y) ออกจากสัญญาณโครมิแนนซ์ และสร้างสัญญาณทางออกเบ่งออกได้ 2 แบบได้แก่

1) แบบสัญญาณ R G B โดยการนำเอาสัญญาณ Luminance จาก Luminance Section มารวมกันกับสัญญาณ(R – Y), (B – Y), (G – Y) ภายในChrominance Section ตามสมการ R = (R - Y) + Y, B = (B – Y) + Y, G = (G – Y) + Y

2) แบบสัญญาณ (R – Y) , (B – Y) , (G – Y) แบบนี้จะไม่มีการนำเอาสัญญาณ Y มารวมกันภายใน Chrominance Section สัญญาณทางออก (R – Y), (B – Y), (G – Y) หรือ R G B

10. G B Output And CRT Section แยกอธิบายได้ดังนี้ R G B Output ทำหน้าที่ย้ายแรงดัน- ไฟฟ้าของสัญญาณ R G B หรือ (R – Y), (B – Y), (G – Y) ให้มีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น ป้อนให้แก่แคโถด ของหลอดภาพ ถ้าหากสัญญาณขาเข้าเป็น (R – Y), (B – Y), (G – Y) จะต้องขยายแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ Y และเกิดการรวมกันของสัญญาณ (R – Y) + Y จะได้ R, (B – Y) + Y จะได้สัญญาณ B, (G – Y) + Y จะได้สัญญาณ G ป้อนให้แก่แคโทดของหลอดภาพ

สัญญาณทางเข้าของ R G B Output คือ สัญญาณ(R – Y), (B – Y), (G – Y)

สัญญาณทางออกของ R G B Output คือ สัญญาณ R, G, B ใช้สร้างภาพสี

11. หลอดภาพสี (Color Cathode Ray Tube) ทำหน้าที่ เปลี่ยนจากสัญญาณ R G B ทางไฟฟ้า ให้เป็น แสงสีดแง, เขียว, น้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สีของแสง และสามารถผสมสีทางแสงได้เป็น แสงสีขาว, แสงสีเหลือง, สีฟ้า, สีเขียว, สีม่วง, สีแดง, สีน้ำเงิน ออกทางหน้าจอภาพ

โดยการใช้หลักการลำอิเล็กตรอนพุ่งชนสารเรืองแสง R G B ในอัตราส่วนที่ถูกต้อง และลำอิเล็กตรอนต้องได้รับการสแกนที่ถูกต้องด้วย

2.5.3 คุณภาพของระบบโทรทัศน์สีในระบบต่างๆ

1. ระบบ NTSC (National Television Standards Committee) เป็นระบบโทรทัศน์สีระบบแรกที่ใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปีค.ศ.1953 ประเทศที่ใช้ระบบนี้ต่อ ๆ มาได้แก่ญี่ปุ่น แคนาดา เปอร์เตอริโก้ และเม็กซิโก เป็นต้น ระบบ NTSC เป็นระบบที่มีข้อดีคือสามารถมองเห็นภาพได้ 30 ภาพ/วินาที (ระบบอื่นมองเห็นได้ 25 ภาพ/วินาที) ทำให้การสั่นไหวของภาพลดน้อยลง และเนื่องจากสัญญาณภาพใช้ความกว้างของคลื่นสัญญาณน้อย ทำให้ภาพถูกรบกวนน้อย ภาพที่ได้รับจึงมีความคมชัดมากขึ้น ส่วนข้อเสีย นั้นเกิดจากการที่เส้นสแกนภาพมีจำนวนน้อย หากใช้จอภาพเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีขนาดใหญ่รับภาพจะทำให้รายละเอียดภาพมีน้อย ดังนั้นภาพจึงขาดความคมชัดและถ้าใช้เครื่องรับโทรทัศน์ขาว-ดำ สัญญาณสีที่ความถี่ 3.58 MHz จะเกิดการรบกวนสัญญาณขาว-ดำ ทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสี วิธีแก้ไข ต้องปรับแก้ที่เครื่องรับโทรทัศน์ เพื่อให้ได้ภาพเป็นธรรมชาติ ซึ่งต้องใช้ความสามารถเฉพาะตัวของผู้รับชมปรับแต่งสีให้ภาพได้ดี

2. ระบบ PAL (Phase Alternation Line) เป็นระบบโทรทัศน์ที่พัฒนามาจากระบบ NTSC ทำให้มีการเพี้ยนของสีน้อยลง เริ่มใช้งานมาตั้งแต่ปีค.ศ.1967 ในประเทศทางแถบยุโรป คือ เยอรมันตะวันตก อังกฤษ ออสเตรเลีย เบลเยี่ยม บราซิล เดนมาร์ก นอร์เวย์ สวีเดนสวิตเซอร์แลนด์ และมีหลายประเทศในแถบเอเชียที่ใช้กันคือ สิงคโปร์ มาเลเซีย รวมไปถึงประเทศไทยก็ใช้ระบบนี้ ระบบ PAL เป็นระบบที่ให้รายละเอียดของภาพสูง ไม่มีความผิดเพี้ยนของสี ภาพที่ได้เป็นธรรมชาติ ความเข้มของภาพสูง (High Contrast) ดีกว่าระบบ NTSC แต่มีข้อเสียคือภาพที่มองเห็นมีความสั่นไหวมากกว่าระบบ NTSC เนื่องจากภาพที่มองเห็น 25 ภาพ/วินาทีถูกรบกวนสัญญาณ ภาพสูง สาเหตุเพราะมีความกว้างของสัญญาณภาพมากกว่า (Higher Bandwidth)ระบบ NTSC จุดอิ่มตัวความสว่างของสีน้อย (reduce the color saturation)ทำให้เห็นความสว่างของสีน้อยลง

3. ระบบ SECAM (SEQuentiel A Memoire("memory sequential")) เป็นระบบโทรทัศน์อีกระบบหนึ่งคิดค้นขึ้นโดย Dr.Henry D.France เริ่มใช้มาตั้งแต่ปีค.ศ.1967 นิยมใช้กันอยู่หลายประเทศแถบยุโรปตะวันออก ได้แก่ ฝรั่งเศส อัลจีเรีย เยอรมันตะวันออก

ฮังการี ตูนีเซีย รูมาเนีย และรัสเซีย (ระบบ SECAM ที่รัสเซียใช้มี 625 เส้น) เป็นต้น ระบบ SECAM เป็นระบบที่ไม่มีความผิดเพี้ยนของสี รายละเอียดของภาพมีคุณภาพสูงเทียบเท่ากันระบบ PAL ข้อเสีย ภาพจะมีการสั่นไหวเหมือนระบบ PALส่วนการตัดต่อภาพในระบบนี้ไม่สามารถทำได้ ซึ่งในการผลิตรายการโทรทัศน์ส่วนมากใช้ระบบ PAL และเมื่อผลิตเสร็จแล้วจึงเปลี่ยนกลับไปเป็นระบบ SECAM แล้วจึงส่งออกอากาศและเนื่องจากความกว้างของคลื่นสัญญาณมีน้อย จึงทำให้เกิดคลื่นความถี่สัญญาณสีรบกวนภาพ (Patterning Effects) จึงทำให้ภาพเกิดมีสีรบกวนในขณะรับชมรายการได้

2.6 ทฤษฎีสายอากาศเบื้องต้น

เสาอากาศเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งในระบบสื่อสารไร้สาย ทำหน้าที่แพร่กระจายและรับสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาจากเสาอากาศต้นอื่น โดยเสาอากาศในทางทฤษฎีที่ใช้วัดประสิทธิภาพของเสาอากาศเรียกว่า เสาอากาศไอโซโทรปิก (Isotropic Antenna) เสาอากาศนี้มีการแพร่กระจายเป็นคลื่นรูปทรงกลมคล้ายลูกโป่ง หมายความว่าไม่ว่าเราจะอยู่บริเวณใดเสาอากาศนี่ก็จะรับสัญญาณได้ดี

2.6.1 ลักษณะการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุ

คุณสมบัติของสายอากาศในทางทฤษฎีจะมีรูปลักษณะการกระจายคลื่นสองแบบคือ

1. แนวตั้ง (Vertical) จะมองการแพร่กระจายคลื่นจากมุมมองด้านข้างของสายอากาศ
2. แนวนอน (Horizontal) จะมองการแพร่กระจายคลื่นจากมุมมองด้านบนของสายอากาศ

แต่ในความเป็นจริงการกระจายคลื่นมีหลายรูปแบบทั้งแบบแนวสายตา สะท้อนวัตถุ สะท้อนผิวโลกหรือชั้นเมฆ ขึ้นอยู่กับระยะทาง สิ่งกีดขวาง

2.6.2 อัตราขยายของสายอากาศ (Gain: dB)

เป็นตัวบ่งบอกอัตราขยายของสายอากาศนั้นๆว่า สามารถขยายกำลังที่ถูกส่งเข้ามาที่สายอากาศและแพร่กระจายออกไปได้ไกลเท่า ไหร่ โดยหน่วยของอัตราขยายจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

dBi เป็นหน่วยของอัตราขยายเทียบกับสายอากาศแบบ Isotropic

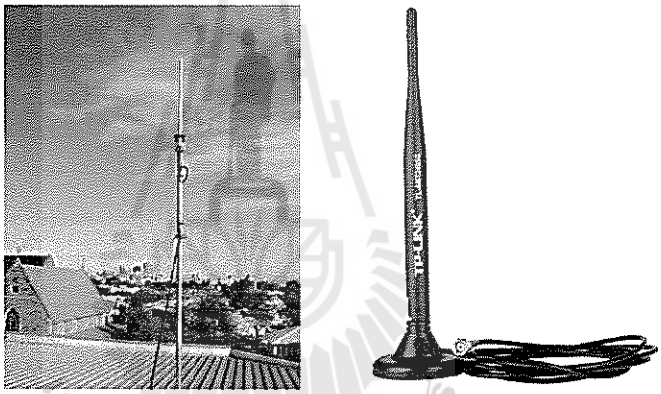
dBd เป็นหน่วยของอัตราขยายเทียบกับสายอากาศแบบ Dipole

โดยที่ 2.15 dBi = 0 dBd อัตราขยายยิ่งสูง ระยะทางยิ่งไปได้ไกลขึ้น แต่องศาในการกระจาย

คลื่นจะยิ่งแคบลง อธิบายง่ายๆ ด้วยวงแหวนยางยืด อัตราขยายน้อยคือวงแหวนแบบปกติ อัตราขยายสูงคือวงแหวนที่ถูกจับยืดออก (ระยะทางมากขึ้น แต่องศากระจายคลื่นน้อยลง)

2.6.3 ประเภทของเสาอากาศ สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ

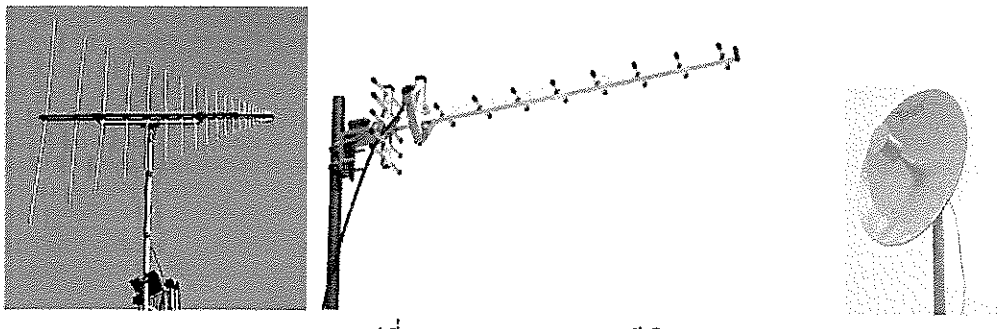
1. เสาอากาศแบบรอบตัว (Omni Directional Antenna) มีทิศทางการแพร่กระจาย 360 องศา ส่วนแนวตั้งขึ้นอยู่กับอัตราขยาย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 2 – 18 dBi เหมาะสำหรับใช้ติดต่อกับเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนไหวอยู่ในตำแหน่งและทิศทางไม่แน่นอน เสาอากาศประเภทนี้เป็นเสาอากาศพื้นฐานที่ติดมาพร้อมกับอุปกรณ์สื่อสารทั่วไป ซึ่งที่นิยมใช้กันได้แก่ Dipole Antenna อัตราการขยายของเสาอากาศแบบนี้ในระบบ Wireless Lan มีตั้งแต่ 2-12 dBi



รูปที่ 2.5 สายอากาศแบบรอบตัว (Omni Directional Antenna)

2. เสาอากาศแบบมีทิศทาง (Directional Antenna) มีทิศทางการแพร่กระจายที่ชัดเจน เหมาะสำหรับติดต่อระหว่างจุดต่อจุด มีระยะทางไกลกว่าแบบรอบตัว แต่มีข้อเสียคือถ้าไม่อยู่ในทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นจะไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย เสาที่นิยมใช้กันได้แก่ เสาอากาศแบบเซ็คเตอร์ (Sector Antenna) เสาอากาศแบบยากิ (Yagi Antenna) เสาอากาศแบบกริด (Grid Antenna) เสาอากาศแบบจาน (Solid Dish Antenna) อัตราการขยายของเสาอากาศนี้แบบนี้ในระบบไร้สายมีตั้งแต่ 6-21 dBi เสาอากาศแบบนี้สามารถนำไปกระยุกต์ใช้งานเพื่อลดการรบกวนกันของอุปกรณ์ในระบบไร้สายที่มีช่องสัญญาณให้เลือกใช้จำนวนน้อยๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

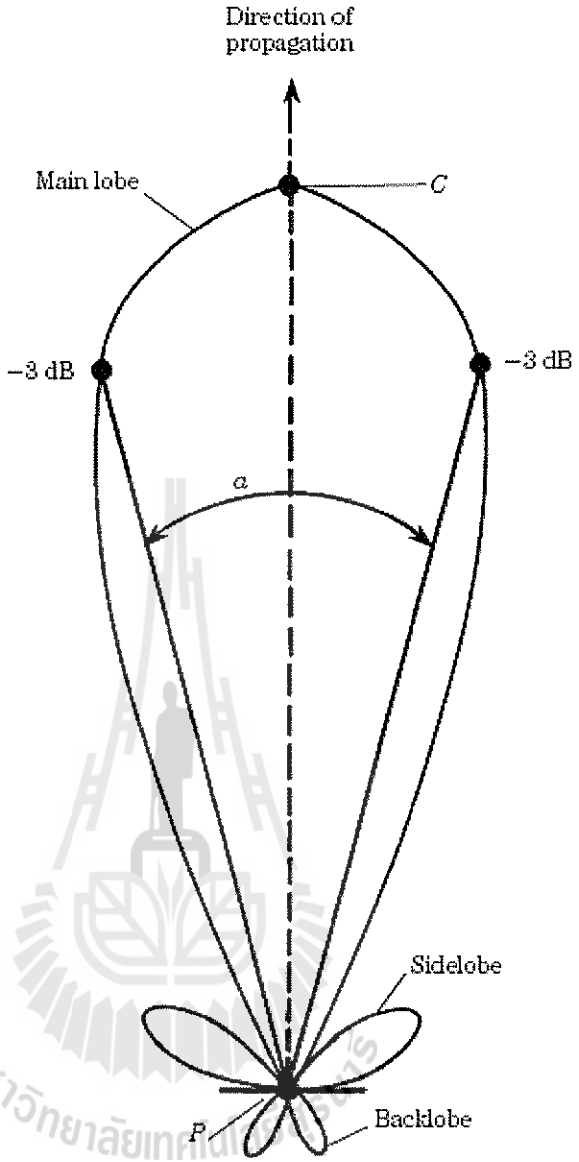


รูปที่ 2.6 สายอากาศแบบมีทิศทาง

เสาอากาศแบบยากิ (Yagi Antenna) (บางครั้งอาจจะเรียกว่า Yagi–Uda เป็นชื่อของผู้คนพบสายอากาศชนิดนี้) เป็นสายอากาศทิศทางเดียว (unidirectional) สามารถมีรูปแบบ polarized ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ก่อนที่เราจะไปดูรายละเอียดอื่น ๆ ให้เรามาดูลักษะการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศยากิก่อน

จากรูปที่ ได้อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ไว้ดังนี้

- Main Lobe เป็นลำคลื่นหลักของสายอากาศยากิ ส่วนนี้เป็นส่วนที่เราต้องการ มีความสำคัญที่สุด
- Side Lobe ลำคลื่นจำนวนเล็กน้อยที่พุ่งออกไปทางด้านข้าง ส่วนนี้เราไม่อยากให้มี
- Back Lobe ลำคลื่นจำนวนเล็กน้อยที่พุ่งไปด้านหลัง ส่วนนี้เราก็ไม่ต้องการเช่นกัน
- จุด P คือตำแหน่งของสายอากาศยากิ (ที่ตั้ง)
- มุม a คือ beam width ของสายอากาศยากิ สายอากาศที่ Gain สูง ๆ มุมนี้จะแคบ มุมนี้จะวัดที่ระดับสัญญาณตกลงไปจากจุด C -3 dB
- จุด C หรือ center point เป็นจุดที่มีสัญญาณแรงที่สุด



รูปที่ 2.6 แสดง Beamwidth ของสายอากาศยากิ

ในวิชาโครงงานนี้ ได้ใช้เสาอากาศแบบยากิเพื่อแก้ปัญหาการรบกวนสัญญาณจากทิศทางที่เราไม่ต้องการ เพราะเนื่องจากเครื่องรับส่งสัญญาณไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz นี้จะถูกรบกวนสัญญาณจากเครื่อง Router ของ Wireless

2.6.4 ทฤษฎีแถวลำดับของสายอากาศ (Antenna Arrays)

แถวลำดับของสายอากาศ หมายถึง การนำเอาสายอากาศหลายๆตัวมาจัดวางเรียงกัน โดยมีระยะห่างของสายอากาศแต่ละต้นที่แน่นอน โดยสายอากาศแต่ละตัวที่นำมาจัดเรียงให้เป็นแถวลำดับนั้น จะเรียกว่า องค์ประกอบ (element) ซึ่งการนำเอาองค์ประกอบ

มาจัดวางเรียงเป็นแถวลำดับนั้น จะให้สมรรถนะคล้ายคลึงกับสายอากาศองค์ประกอบเดี่ยวที่มีขนาดใหญ่มาก แต่การจัดเรียงแบบแถวลำดับนั้นจะสามารถขจัดปัญหาในเรื่องของกลไกลต่างๆอันเนื่องมาจากขนาดที่ใหญ่เกินไปของสายอากาศได้

ข้อดีของการนำสายอากาศมาจัดเรียงเป็นแถวลำดับนั้น ทำได้โดยการใช้สายอากาศที่มีลักษณะที่เหมือนกันหลายๆองค์ประกอบแทนการใช้สายอากาศองค์ประกอบเดี่ยว จะทำให้สามารถเพิ่มค่าสภาพเจาะจงทิศทางและค่าอัตราขยายของสายอากาศได้ นอกจากนี้สายอากาศแบบแถวลำดับนั้นยังสามารถปรับขนาดของแอมพลิจูดและเฟสของสัญญาณที่ป้อนให้แต่ละองค์ประกอบได้อีกด้วย ซึ่งทำให้สามารถปรับแบบรูปการแผ่กระจายกำลังงานให้เป็นไปตามที่เราต้องการในการใช้งานแต่ละประเภทได้ การเปลี่ยนเฟสอย่างต่อเนื่องของสายอากาศเมื่อเทียบกับเวลาจะทำให้สายอากาศสามารถกวาดลำคลื่นออกไปในทิศทางต่างๆได้ ซึ่งในกรณีนี้จะเรียกแถวลำดับแบบนี้ว่า แถวลำดับแบบปรับเฟส (phased array)

แถวลำดับแบบปรับเฟส ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายๆประเภท โดยเฉพาะสายอากาศสายอากาศที่ใช้ในงานระบบเรดาร์ การปรับเฟสของแถวลำดับนั้นจะใช้วิธีการปรับเฟสโดยอาศัยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์อีกระดับหนึ่ง เพื่อปรับเฟสให้มีผลทำให้ทิศทางแผ่กระจายกำลังงานสามารถกวาดไปยังตำแหน่งต่างๆได้อย่างรวดเร็ว

เราสามารถแบ่งจัดเรียงองค์ประกอบของแถวลำดับตามรูปร่าง ได้หลายๆประเภท เช่นแถวลำดับแบบเชิงเส้น (linear array) จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบจำนวนมากที่จัดเรียงกันอย่างสมมาตรเมื่อเทียบกับจุดศูนย์กลางของแถวลำดับในแนวเส้นตรง ซึ่งอาจจะมีระยะระหว่างองค์ประกอบห่างกันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ประเภทต่อไปก็คือ แถวลำดับเชิงระนาบ (planar array) จะเป็นการจัดเรียงองค์ประกอบในลักษณะสองมิติบนแผ่นระนาบ ซึ่งการจัดเรียงแถวลำดับในลักษณะนี้ อาจจัดเรียงในลักษณะของสี่เหลี่ยมมุมฉากหรือรูปวงกลมก็ได้โดยขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่มีอยู่ เมื่อพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเรียงแถวลำดับมีลักษณะไม่แบนราบ เช่น ที่ส่วนหัวของจรวดหรือเครื่องบิน การจัดเรียงแถวลำดับก็จะต้องมีรูปร่าง

เป็นไปตามลักษณะของพื้นที่ดังกล่าวด้วย แถวลำดับแบบนี้ จะมีชื่อเรียกว่า แถวลำดับแบบเอนด์ไฟร์ (end-fire array)

สายอากาศแบบแถวลำดับ สามารถออกแบบได้โดยอาศัยคุณลักษณะการรวมของสนามที่เกิดขึ้นจากสายอากาศแต่ละตัวที่นำมาทำเป็นแถวลำดับ ซึ่งสายอากาศเหล่านี้จะประกอบด้วยสายอากาศแบบพื้นฐานที่มีลักษณะเหมือนกันมาจัดวางเรียงกันโดยมีตำแหน่งที่แน่นอนและมีการแผ่กระจายกำลังงานออกมาในแต่ละตัว อนึ่งลักษณะของแบบรูปการแผ่กระจายกำลังงานของสายอากาศแถวลำดับ จะมีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งขึ้นอยู่กับแบบการจัดเรียงแถวลำดับนั้นๆ ซึ่งเรียกว่า ตัวประกอบแถวลำดับ (Array Factor)

ค่าสภาพเจาะจงทิศทางรวมทั้งค่าอัตราขยายเชิงกำลังงานของสายอากาศแถวลำดับมักจะมีค่ามากกว่ากรณีของสายอากาศองค์ประกอบเดี่ยว ซึ่งคุณสมบัตินี้มีประโยชน์อย่างมากทั้งในการส่งและรับสัญญาณ ในการส่งสัญญาณนั้น สายอากาศที่มีสภาพเจาะจงทิศทางที่ดีจะสามารถรวบรวมกำลังงานให้อยู่ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งมากกว่าทิศทางอื่นๆ ได้ ซึ่งให้ผลเสมือนว่าเกิดการเพิ่มกำลังงานให้กับจุดนั้นๆ ของเครื่องส่ง ส่วนทางด้านรับสายอากาศจะทำหน้าที่เสมือนว่าเลือกรับคลื่นที่เข้ามาในทิศทางที่เจาะจง โดยจะไม่เลือกรับสัญญาณที่เราไม่ต้องการรวมทั้งการแทรกสอดจากในทิศทางอื่นๆ

2.7สัญญาณรบกวน (Noise)

สัญญาณรบกวนนั้นเป็นสัญญาณที่เราไม่ต้องการซึ่งทักจะปรากฏขึ้นมาทำให้เราไม่สามารถแยกแยะสัญญาณที่เราไม่ต้องการออกมาได้ เช่น เสียงใน TV การเกิดของสัญญาณรบกวนนั้นมีด้วยกันหลายประเภท บางประเภทเกิดจากธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า จุดบอดบนดวงอาทิตย์ แต่บางอย่างก็จะเกิดจากมนุษย์ เช่น ไฟฟ้าสปาร์คจากหัวเทียน การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า เหตุการณ์เหล่านี้ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะแพร่กระจายไปรบกวนระบบสื่อสารได้

2.7.1 สัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ

โดยทั่วไปสัญญาณที่เครื่องรับ รับได้มักจะมีสัญญาณรบกวนปะปนอยู่เสมอ สัญญาณรบกวนที่เป็นปัญหาคือ สัญญาณรบกวนที่อยู่ในช่วงความถี่เดียวกับสัญญาณที่เรากำลังทำการรับ ส่วนสัญญาณรบกวนที่มีความถี่ไม่อยู่ในช่วงดังกล่าว จะถูกขจัดออกโดยวงจรฟิลเตอร์ของเครื่องรับ สัญญาณรบกวนมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ในที่นี้จะกล่าวถึง

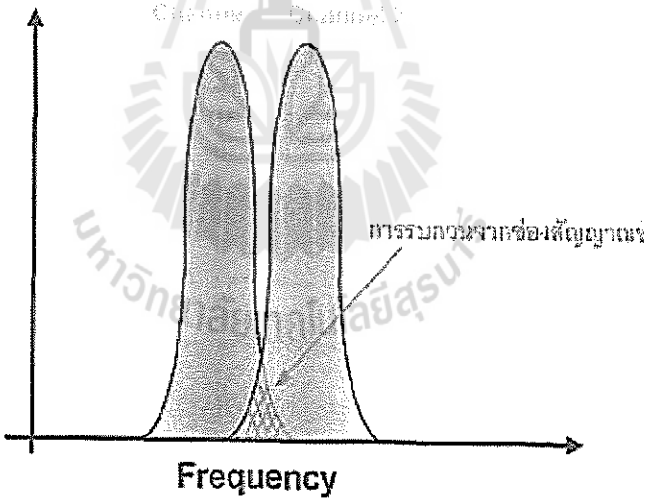
สัญญาณรบกวนที่รบกวนการรับภาพของเครื่องรับโทรทัศน์และการรับเสียงของเครื่องรับเอฟเอ็ม

สัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบสื่อสารรบกวนกันเอง

สัญญาณรบกวนบางประเภทก็เกิดจากระบบสื่อสารรบกวนกันเอง โดยคลื่นเหล่านี้แพร่กระจายออกมาทำให้สัญญาณที่รับได้ด้อยคุณภาพลงไป มีทั้งที่เกิดขึ้นแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ ส่วนมากจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงและการรบกวนจากช่องสัญญาณเดียวกัน

การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง(Adjacent Channel Interference) เกิดขึ้นจากการออกอากาศ สัญญาณวิทยุนั้นจะเกิดความถี่อื่นๆรอบความถี่หลัก แม้ว่าความถี่นี้จะมีความแรงสัญญาณไม่มาก แต่เมื่อความถี่ของช่องสัญญาณทั้งสองนี้อยู่ใกล้กันมากก็จะเกิดการรบกวนกันได้ ข้อมูลที่อยู่ในช่วงสเปกตรัมของสัญญาณช่วงที่จะเกิดการรบกวนกันขึ้นนั้นจะไม่สามารถแยกแยะออกมาได้



รูปที่ 2.7 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน

การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน(Co-Channel Interference) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นเมื่อมีเครื่องส่ง 2 เครื่องส่งสัญญาณออกอากาศที่ความถี่เดียวกัน และเครื่องรับอยู่ในบริเวณที่สามารถรับสัญญาณจากเครื่องส่งทั้งสองได้ คลื่นจากสถานีทั้งสองจะรบกวนกันเอง โดยจะรับสัญญาณได้ขาดๆหายๆ บางครั้งก็รับ

สัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องแรก หรือบางครั้งก็รับสัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องที่สองขึ้นอยู่กับว่าบริเวณที่อยู่และกำลังส่งของสถานีนั้นว่าใครจะแรงกว่ากัน ตัวอย่างของการรบกวนประเภทนี้ที่ชัดเจนก็คือ สถานีวิทยุกระจายเสียงในกรุงเทพฯ กับต่างจังหวัด ทั้งสองมักจะใช้ความถี่เดียวกันแต่ก็มีที่ตั้งห่างกันเป็นร้อยกิโล ถ้าอยู่ในกรุงเทพฯ ก็จะรับสัญญาณได้ชัด แต่เมื่อเดินทางไปต่างจังหวัดซึ่งอยู่ในบริเวณคาบเกี่ยวกับสถานีทั้งสองนี้จะประสบปัญหาการรบกวนประเภทนี้ หากสถานีใดมีกำลังส่งแรงกว่า ก็จะสามารถรับสัญญาณได้จากสถานีนี้

สัญญาณรบกวนอาร์เอฟ (RF noise)

สัญญาณรบกวนชนิดนี้เป็นสัญญาณรบกวนที่อยู่ในย่านความถี่วิทยุและมีช่วงความถี่ที่กว้าง เพราะฉะนั้นสัญญาณรบกวนชนิดนี้จะสามารถรบกวนการรับภาพของทีวี และการรับเสียงของเอฟเอ็มได้หลายๆ สถานีหรืออาจจะทุกสถานี และแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนชนิดนี้ที่ใกล้ตัวเรามากที่สุด ได้แก่ พวกมอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ที่ใช้ไทริสเตอร์คอนโทรล สำหรับแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติก็ได้แก่ ฟ้าแลบ และฟ้าผ่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.8 สรุปทฤษฎีกับเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายที่ความถี่ 2.4 GHz

เครื่องรับสัญญาณภาพและเสียงที่ความถี่ 2.4 GHz เป็นการส่งสัญญาณที่โมดูเลตแบบ FM จะมีความชัดเจนที่มากกว่า เพราะหลังจากสัญญาณถูกโมดูเลตก็จะมีระดับเอาท์พุตคงที่และจะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะความถี่เมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามาก็จะทำให้ระดับของสัญญาณเปลี่ยนแต่ไม่ได้ทำให้ความถี่เปลี่ยน และที่ย่านความถี่ 2.4 GHz เป็นความถี่ที่อยู่ในช่วง Ultra High Frequency (UHF)

จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น เป็นพื้นฐานของเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียง โดยที่เครื่องส่งสัญญาณจะรับสัญญาณมาจากแหล่งกำเนิดภาพและเสียงและถูกส่งออกผ่านตัวมอดูเลเตอร์แบบ FM Modulation สัญญาณภาพที่ส่งออกไปจะใช้ 2 ระบบคือ ระบบภาพ NTSC และ PAL เมื่อสัญญาณถูกโมดูเลตแล้วจะถูกส่งออกผ่านตัวขยายสัญญาณ ซึ่งมีช่วงขยายสัญญาณที่ความถี่ 2.2-2.8 GHz และสัญญาณถูกส่งผ่านเสาอากาศยากิ (Yagi Antenna) ที่มีอัตราขยาย 18dBi 15 Element

สาเหตุที่จำเป็นต้องใช้เสาอากาศยากิ (Yagi Antenna) เพราะเนื่องจากสภาพแวดล้อมในการทดลองมีสัญญาณรบกวนจากสัญญาณ Wireless จึงนำสายอากาศยากิมาใช้แทนสายอากาศไดโพล (Dipole Antenna) เพราะถ้าใช้สายอากาศไดโพล (Dipole Antenna) จะทำให้สัญญาณภาพและเสียงมีการรบกวนได้คุณภาพที่ไม่ดี แต่ถ้าใช้สายอากาศไดโพล (Dipole Antenna) ในที่ที่ไม่มีช่องสัญญาณใกล้เคียงกันรบกวนจะใช้ได้ดีตามความสามารถตามอัตราขยายของเสาอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างวงจรเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบวงจรเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4 GHz ประกอบด้วย อุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณ อุปกรณ์ภาครับสัญญาณ ซึ่งในส่วนของอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณจะมีอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) มาทำหน้าที่ขยายสัญญาณ จึงทำให้สัญญาณที่ภาคส่งมีระดับสัญญาณที่แรงขึ้นส่งได้ไกลขึ้น

3.2 วงจรเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

3.2.1 อุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณ

อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณภาพและเสียง โดยที่อุปกรณ์นี้เป็นชุดอุปกรณ์โมดูลสำเร็จรูป AWM630TX จากบริษัท AIRWAVE ที่ทำหน้าที่มอดดูเลชั่นเชิงความถี่ และมี 4 ช่องสัญญาณคือ

CH1 : ทำงานที่ความถี่ 2414 MHz

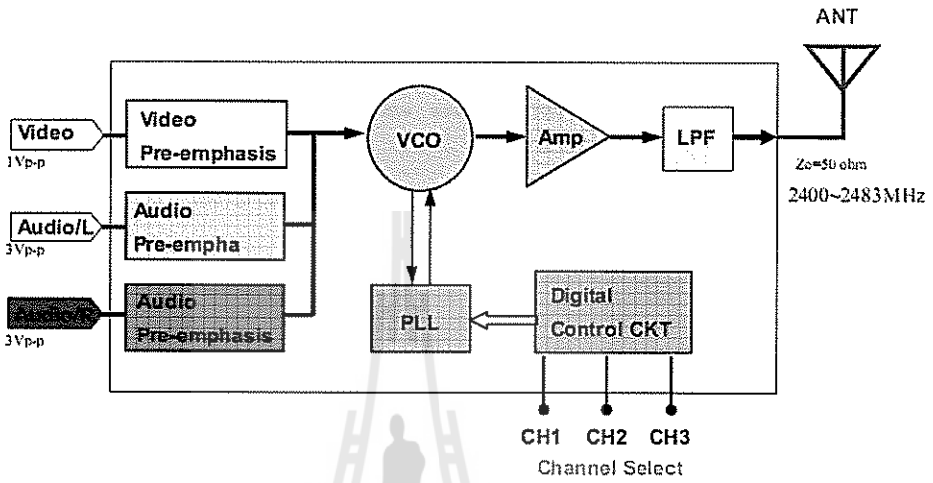
CH2 : ทำงานที่ความถี่ 2432 MHz

CH3 : ทำงานที่ความถี่ 2450 MHz

CH4 : ทำงานที่ความถี่ 2468 MHz

โดยที่ CH4 เป็นช่องสัญญาณพื้นฐาน ไม่จำเป็นต้องเลือกช่องสัญญาณวงจรก็จะทำงานที่ความถี่นี้เองโดยอัตโนมัติ แต่ CH1 CH2 และ CH3 ต้องทำการเลือกช่องสัญญาณก่อน

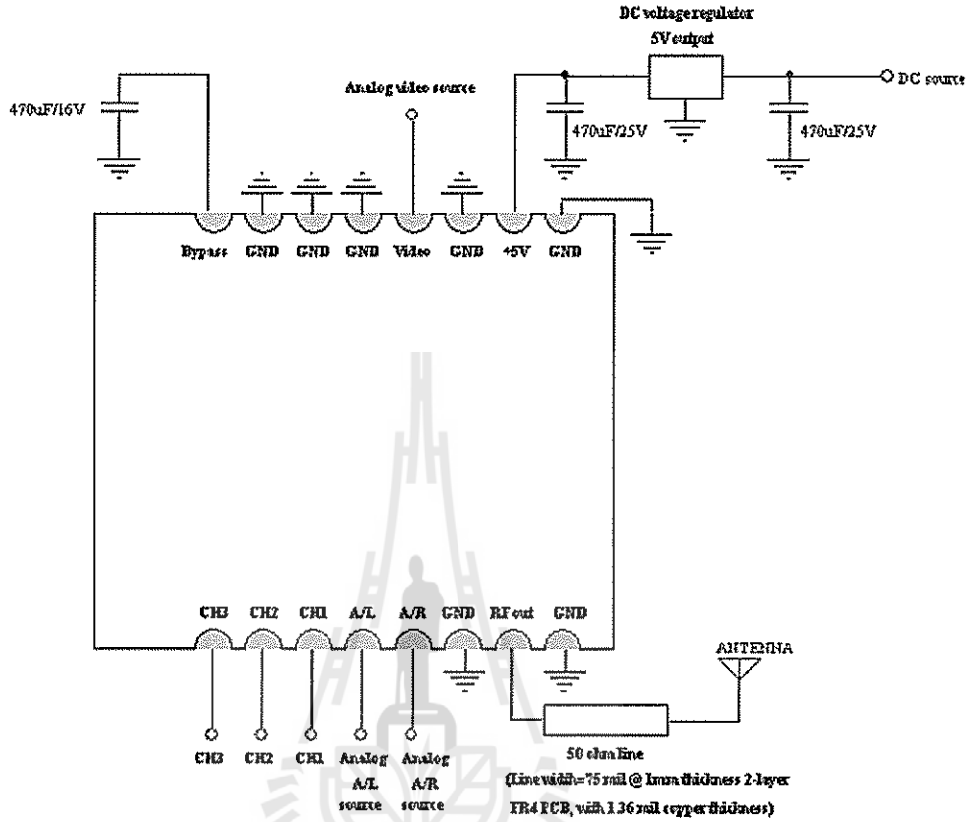
ซึ่งช่องสัญญาณความถี่ทั้งภาคส่งและภาครับต้องตรงกัน การทำงานของภาคส่งสามารถจำลองเป็น Function Block ได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ภาคส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<AWM630TX Reference Application Schematic >



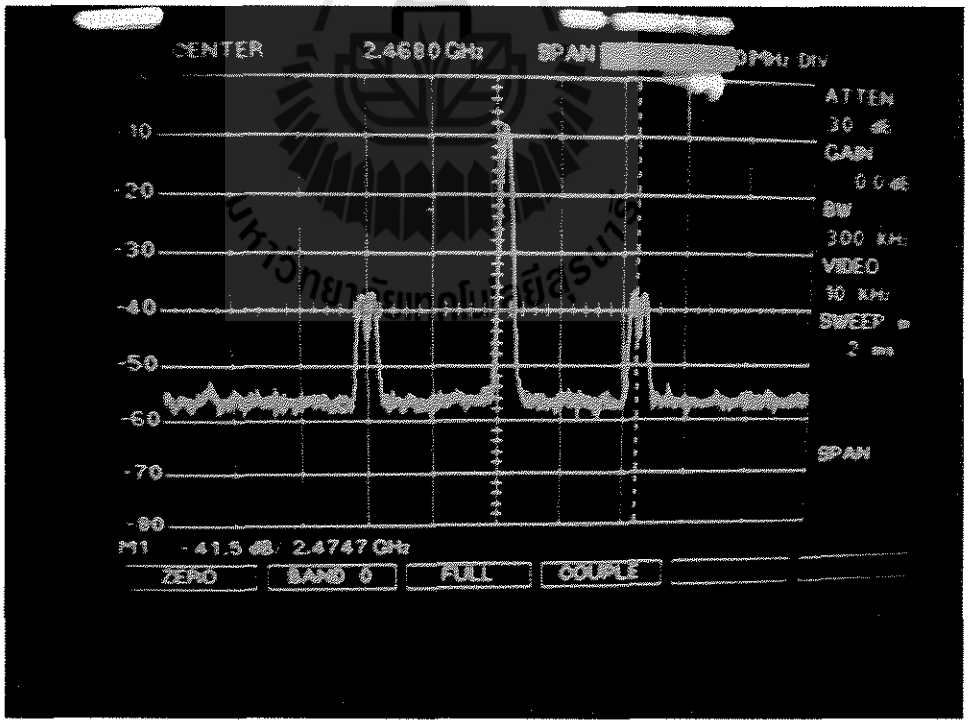
รูปที่ 3.2 วงจรประกอบของโมดูลสำเร็จรูป

จากวงจรประกอบโมดูลสำเร็จรูปนี้มีส่วนสำคัญในเรื่องช่องสัญญาณความถี่ ต้องทำการเลือกช่องสัญญาณความถี่ โดยทำการเลือกดังนี้

CH1	CH2	CH3	รายละเอียดการเลือกช่องสัญญาณ	ช่องสัญญาณที่ได้
0	0	0	CH1,CH2,CH3, ต่อวงจรลงกราวด์ทั้งหมด	2414MHz (CH1)
0	0	1	CH1,CH2 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH3 OPEN วงจร	2414MHz (CH1)
0	1	0	CH1,CH3 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH2 OPEN วงจร	2414MHz (CH1)
0	1	1	CH1 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH2,CH3	2414MHz (CH1)

			OPEN วงจร	
1	0	0	CH2,CH3 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH1 OPEN วงจร	2432MHz (CH2)
1	0	1	CH2 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH1,CH3 OPEN วงจร	2432MHz (CH2)
1	1	0	CH3 ต่อวงจรลงกราวด์ และ CH1,CH2 OPEN วงจร	2450MHz (CH3)
1	1	1	CH1,CH2,CH3 ทั้งหมด OPEN วงจร	2468MHz (CH4)

จากวงจรได้ทำการนำ CH1 CH2 และ CH3 ต่อลงกราวด์ ช่องสัญญาณที่ได้คือ CH1 ความถี่ 2414 MHz และได้ทำการใช้เครื่อง Spectrum Analysis วัดตรวจสอบสัญญาณเอาท์พุตของเครื่องส่ง

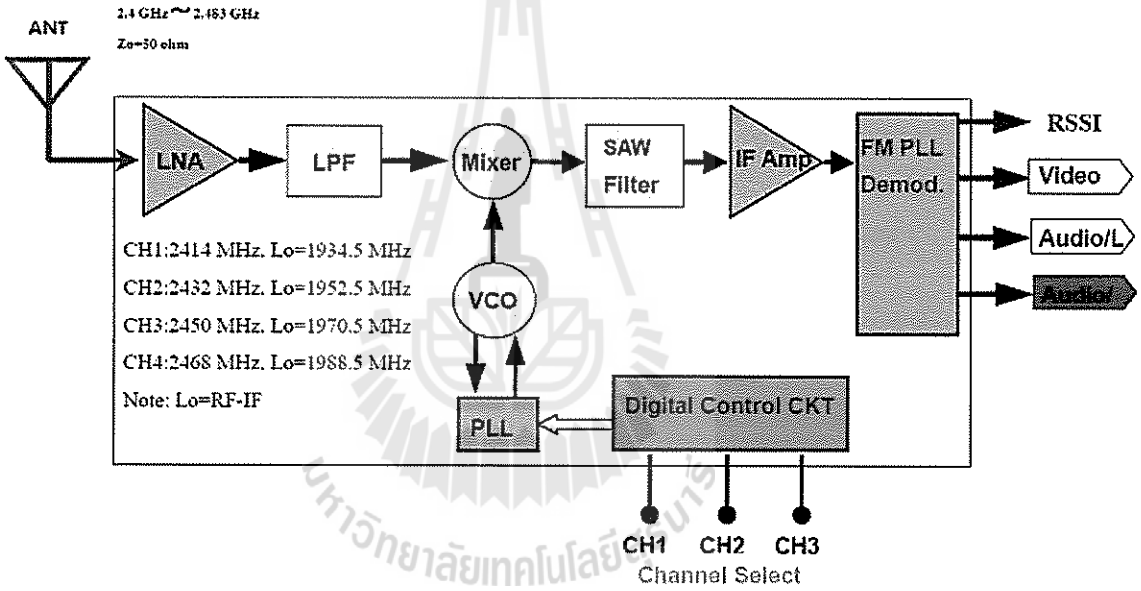


รูปที่ 3.3 สัญญาณสเปกตรัมที่เอาท์พุตของเครื่องส่ง

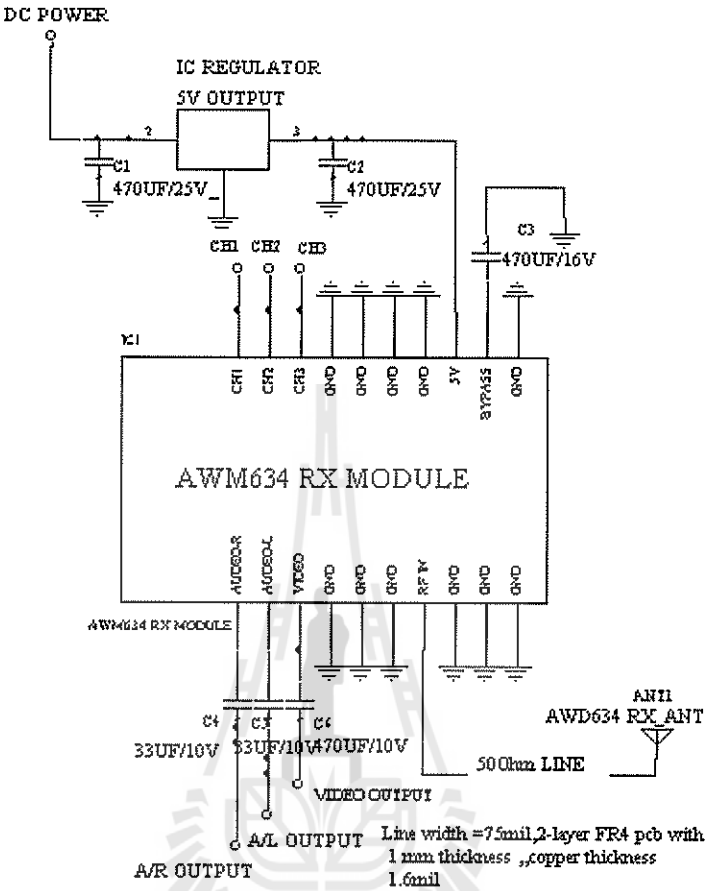
3.2.2 อุปกรณ์ภาครับสัญญาณ

อุปกรณ์ภาครับนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากเครื่องส่งสัญญาณที่ส่งสัญญาณภาพและเสียงผ่านมาทางอากาศ โดยที่อุปกรณ์นี้เป็นชุดอุปกรณ์โมดูลสำเร็จรูป AWM634TX จากบริษัท AIRWAVE ที่ทำหน้าที่มอดดูเลชั่นเชิงความถี่ และมี 4 ช่องสัญญาณเช่นกันกับอุปกรณ์ภาคส่ง และจะต้องทำการเลือกช่องสัญญาณให้ตรงกันกับอุปกรณ์ภาคส่ง

การทำงานของภาครับสามารถจำลองเป็น Function Block ได้ดังนี้



รูปที่ 3.4 แบบจำลองการทำงานของอุปกรณ์ภาครับ



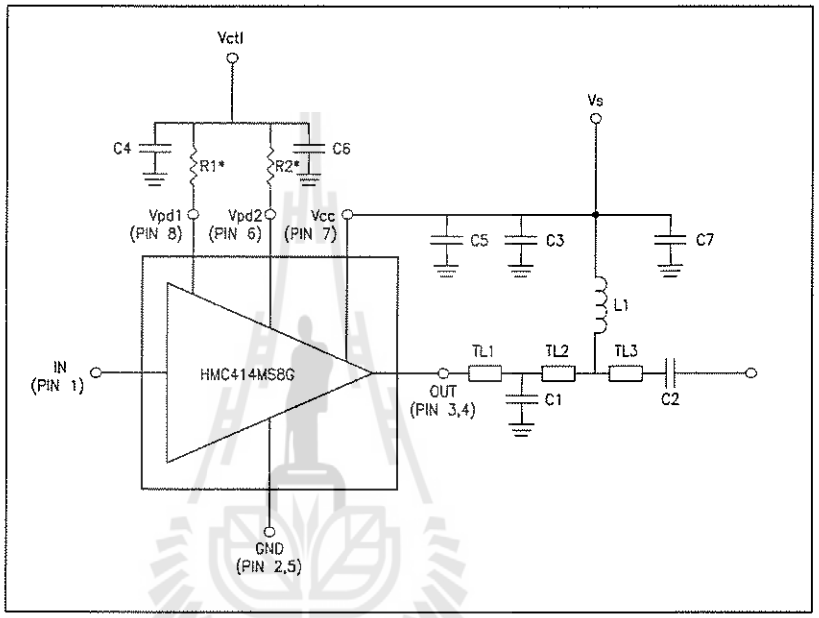
รูปที่ 3.5 วงจรประกอบของโมดูลสำเร็จรูป

3.3 วงจรขยายสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz (Amplifier)

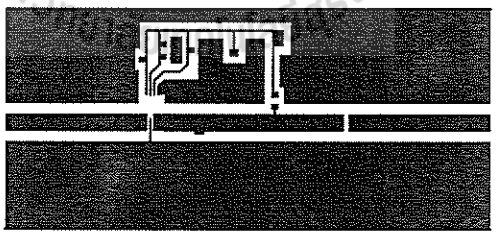
ในการออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz จะใช้ MMIC เบอร์ HMC414MS8G ที่มีคุณสมบัติในการขยายสัญญาณที่ช่วงความถี่ 2.2 GHz ถึง 2.8 GHz และมีอัตราขยายเฉลี่ย 20 dB ที่ความถี่ 2.45 GHz โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ออกแบบวงจรขยายสัญญาณบนแผ่น Print

โดยแปลงวงจรดังรูปที่ 3.4 (ก) ไปออกแบบโดยใช้โปรแกรม Altium Designer 6.6 ดังรูปที่ 3.4 (ข)



(ก)

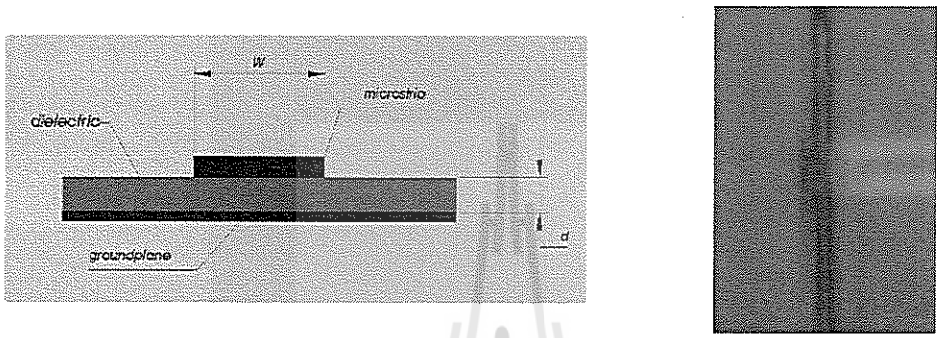


(ข)

รูปที่ 3.6 (ก) วงจรของตัว Amplifier

(ข) ลายวงจรที่ใช้ในการกัดแผ่น Print

จากรูปที่ 3.4 (ข) เป็นลายวงจรที่ต้องทำการแมตช์ชิงอิมพีแดนต์ด้านอินพุตและเอาท์พุตการออกแบบ Transmission Line บนแผ่น Print นี้จึงต้องทำการคำนวณหา W ที่มี $Z_0 = 50\Omega$ ที่ความถี่ 2.4 GHz



รูปที่ 3.7 แสดง Transmission Line บนแผ่น Print

พิจารณาจากรูปที่ 3.5 หา w จาก

$$\frac{w}{d} = \frac{8e^{A}}{e^{2A} - 2}$$

$$A = \frac{Z_0}{60}\sqrt{\frac{\varepsilon_r + 1}{2}} + \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1}\left(0.23 + \frac{0.11}{\varepsilon_r}\right)$$

$$\varepsilon_r = 4.6$$

แทน A ในสมการ

$$A = \frac{50}{60}\sqrt{\frac{4.6+1}{2}} + \frac{4.6-1}{4.6+1}\left(0.23 + \frac{0.11}{4.6}\right)$$

$$= (1.65)(0.83) + (0.63)(0.254)$$

$$= 1.4 + 0.16$$

$$= 1.56$$

$$\frac{w}{d} = \frac{8e^{1.56}}{e^{2\times 1.56} - 2} = \frac{38.07}{20.64} = 1.84$$

$$d = 1.6mm$$

$$w = 1.84 \times 1.6 = 2.944mm$$

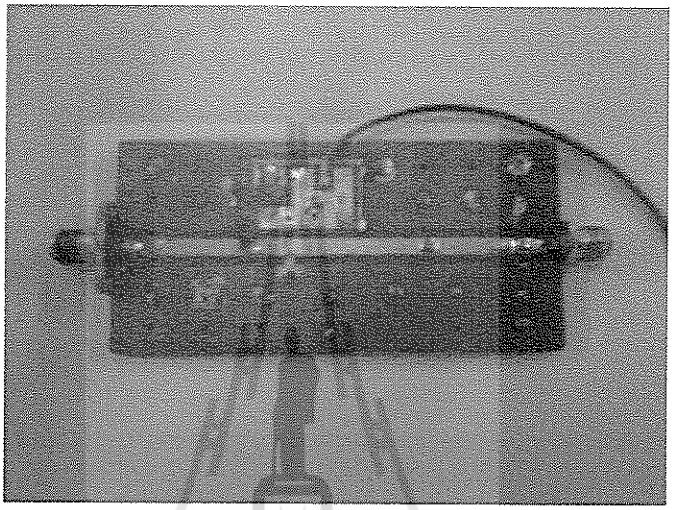
เมื่อ w คือ ความกว้างของ Transmission Line

D คือ ความหนาของ Dielectric

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อคำนวณความกว้างของ W ได้แล้วนำไปออกแบบลายวงจรและทำการกัดแผ่นปริ้น บัดกรีอุปกรณ์ลงแผ่นปริ้นได้ดังรูป

จะได้วงจรดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจร Amplifier ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

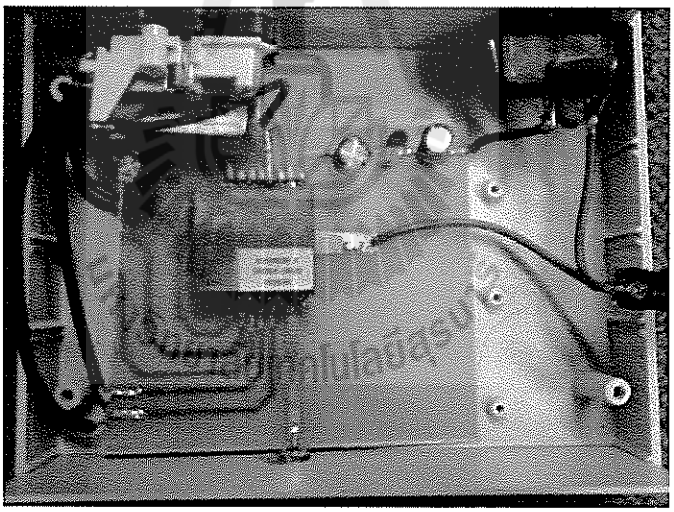
บทที่ 4
การทดสอบรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้จะนำวงจรทั้งหมดที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น มาทำการทดสอบโดยจะมีการทดสอบสัญญาณภาพและเสียงที่ส่งออกจากเครื่องเล่นดีวีดีก่อนการเข้าเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สาย ทำการทดสอบสัญญาณภาพและเสียงที่ตัวรับที่ Connector RCA ทำการทดสอบ Amplifier ด้วยเครื่อง Spectrum Analyzer และทำการทดสอบวัดวงจรรวมว่ามีความสามารถรับส่งได้ระยะเท่าไร

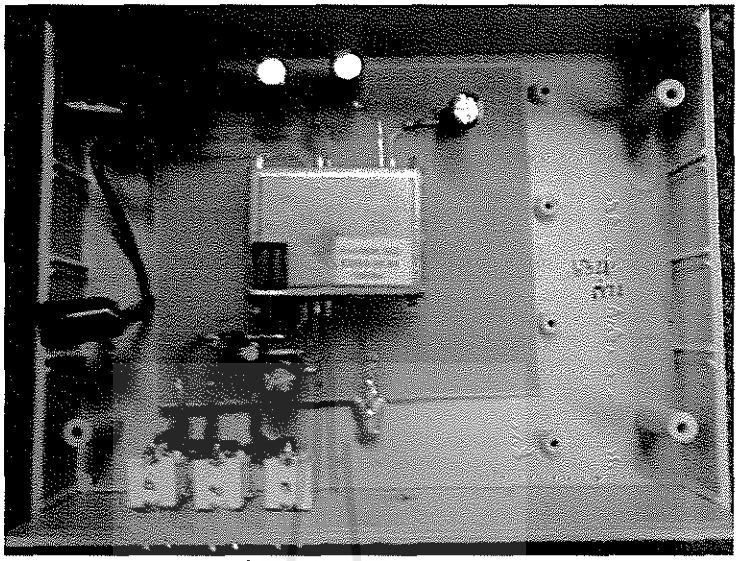
4.2 วงจร

4.2.1 วงจรรวมภาคส่ง



รูปที่ 4.1 วงจรภาคส่งสัญญาณ

4.2.1 วงจรรวมภาครับ

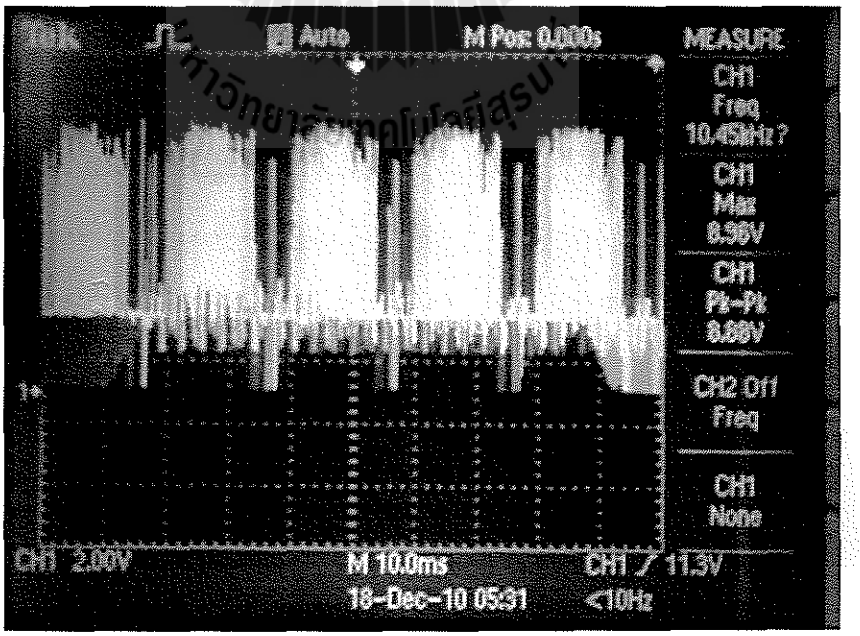


รูปที่ 4.2 วงจรภาครับสัญญาณ

4.3 การทดสอบวงจรรับส่งสัญญาณภาพและเสียง

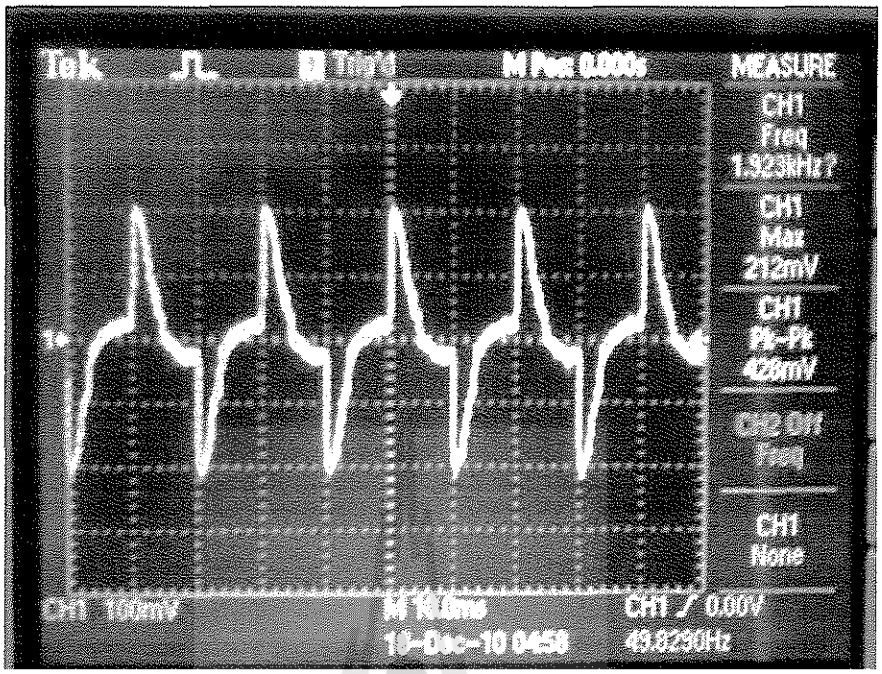
ที่วงจรภาคส่งสัญญาณ Input ที่รับมาจากเครื่องเล่น DVD มีรูปสัญญาณดังนี้

สัญญาณ Video :



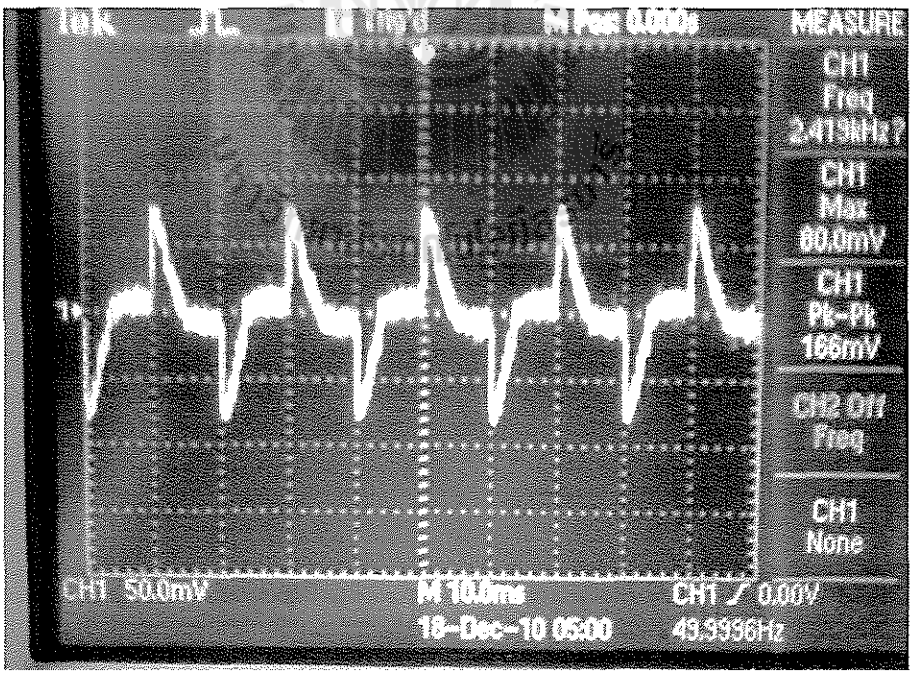
รูปที่ 4.3 สัญญาณวิดีโอทางด้านอินพุต

สัญญาณ Audio-L :



รูปที่ 4.4 สัญญาณออดิโอด้านซ้ายทางด้านอินพุต

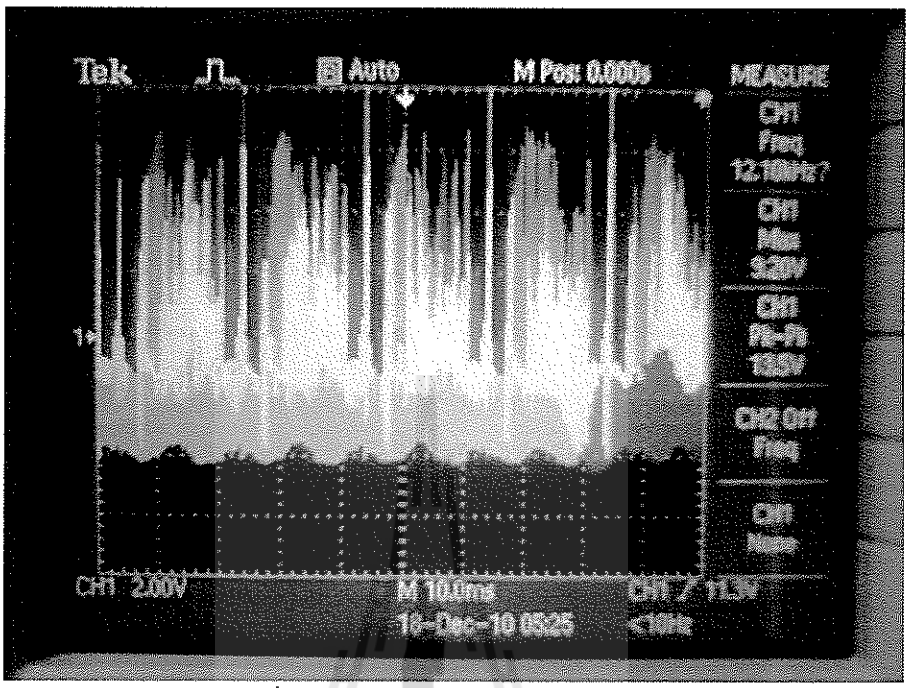
สัญญาณ Audio-R :



รูปที่ 4.5 สัญญาณออดิโอด้านขวาทางด้านอินพุต

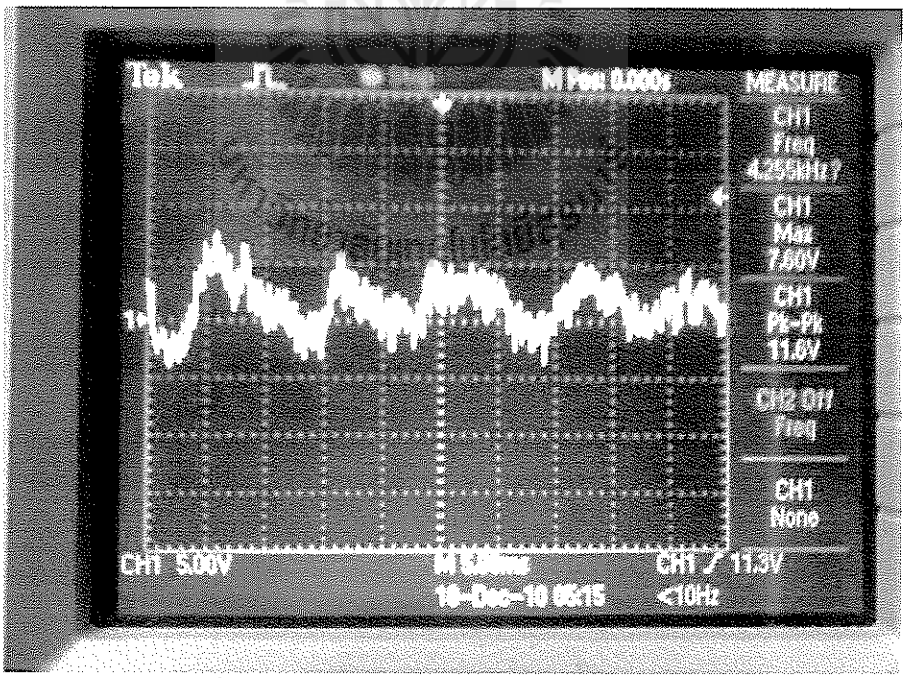
ที่วงจรภาครับสัญญาณ Output ที่ Connector RCA มีรูปสัญญาณดังนี้

สัญญาณ Video :



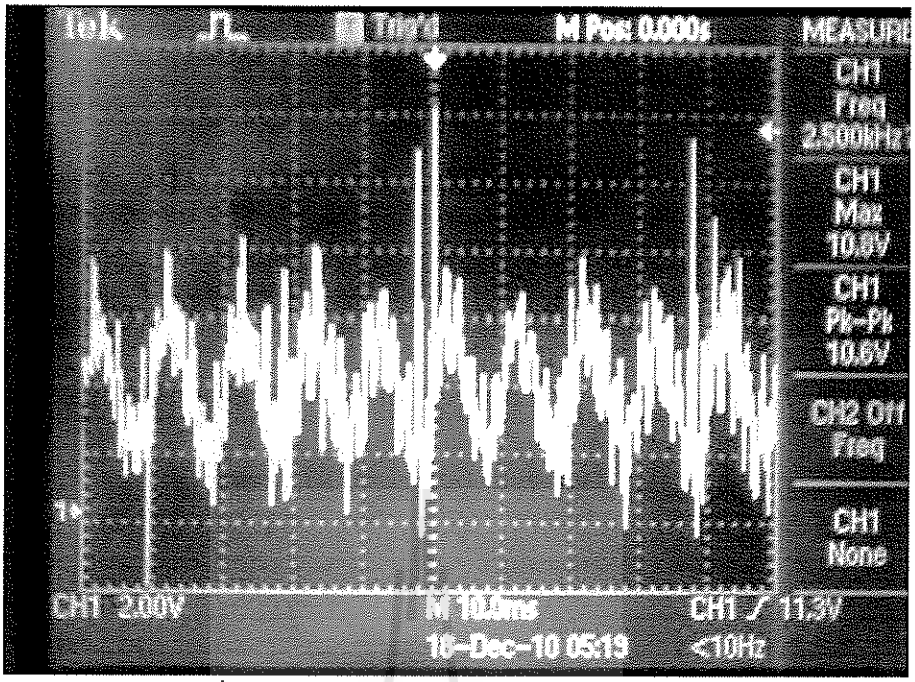
รูปที่ 4.6 สัญญาณวิดีโอทางด้านเอาท์พุต

สัญญาณ Audio-L :



รูปที่ 4.7 สัญญาณออดิโอด้านซ้ายทางด้านเอาท์พุต

สัญญาณ Audio-R :



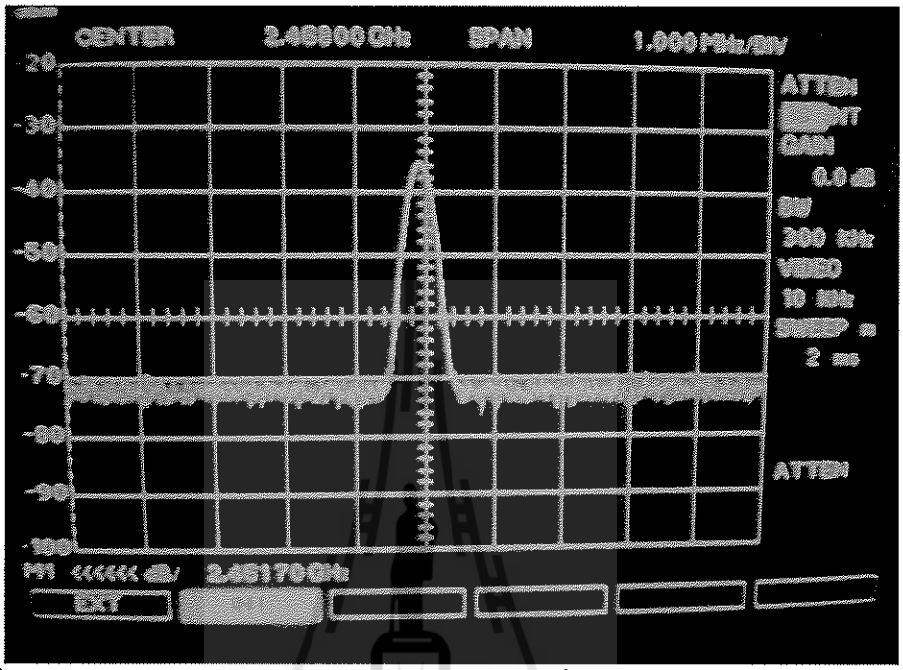
รูปที่ 4.8 สัญญาณออดิโอด้านขวาทางด้านเอาท์พุท

4.3.1 สรุปการทดสอบ

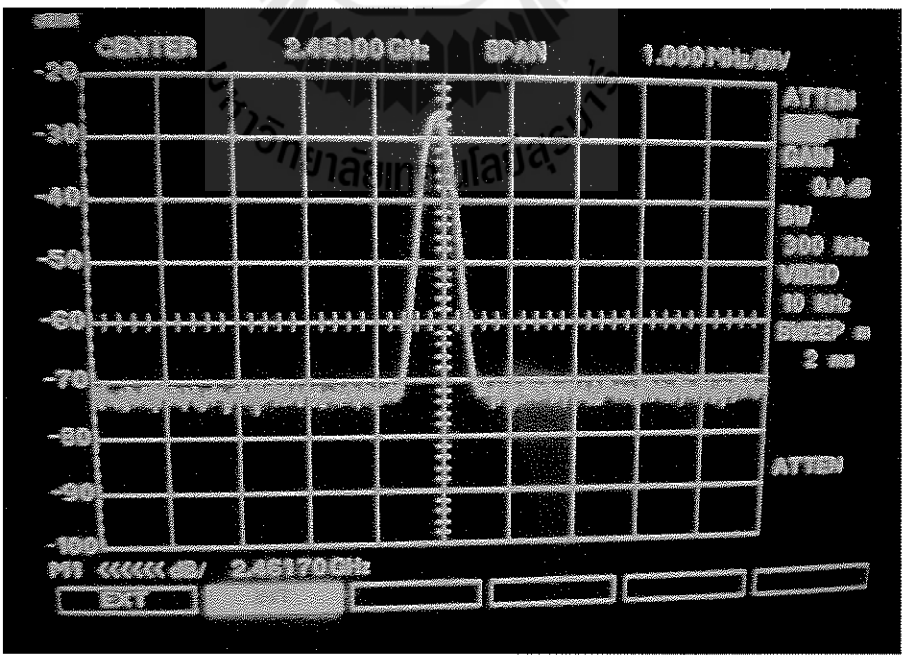
จากการวัดสัญญาณด้วยเครื่อง Oscilloscope ที่ด้านอินพุตและด้านเอาท์พุต เริ่มจากสัญญาณวิดีโอ จะเห็นได้ว่ารูปสัญญาณที่ออกมาทั้งสองนั้น มีลักษณะคล้ายกันทั้งด้านส่งและด้านรับ ส่วนสัญญาณเสียงนั้นเหมือนกันทั้งด้านอินพุตและด้านเอาท์พุต ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณเสียงที่เครื่องเล่นวิดีโอที่ส่งมาด้วย จะเห็นได้ว่าสัญญาณของข้อมูลข่าวสารที่ถูกส่งมาจากเครื่องเล่นวิดีโอแล้วผ่านการโมดูเลตเชิงความถี่ก่อนที่จะถูกส่งสัญญาณไร้สายออกที่สายอากาศมาเข้าเครื่องรับและถูกการดีโมดูเลต จะได้สัญญาณข่าวสารที่เป็นสัญญาณเดิมกลับมานั้นเอง

4.4 การทดสอบวงจรขยายสัญญาณที่ย่านความถี่ 2.4 GHz

จากการออกแบบวงจรจากบทที่ผ่านมา ได้ทำการบัดกรีวงจรเรียบร้อยแล้ว นำไปทดสอบด้วยเครื่อง Spectrum Analyzer ได้ผลดังนี้

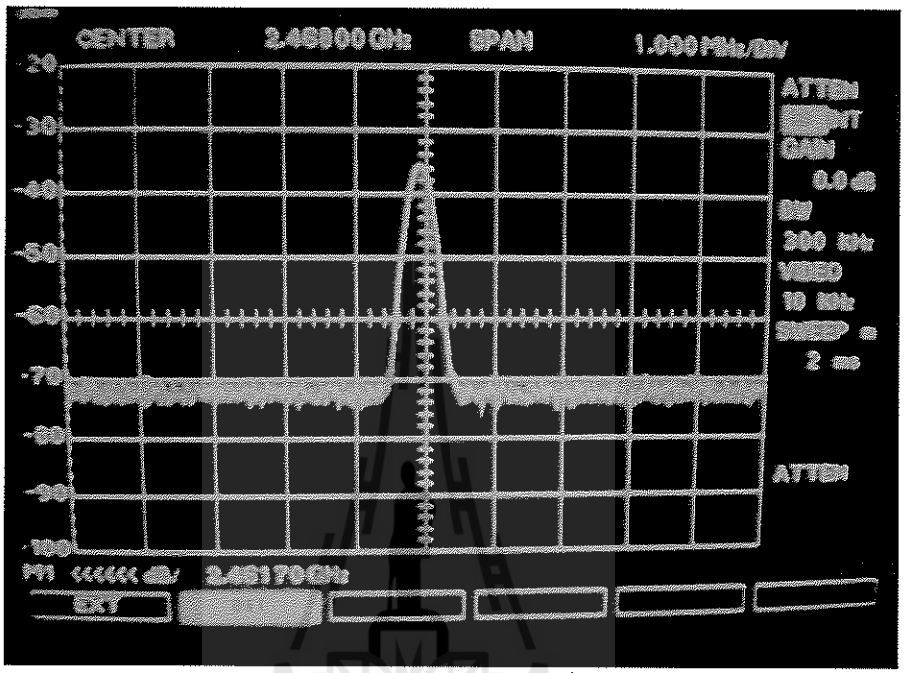


รูปที่ 4.9 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต

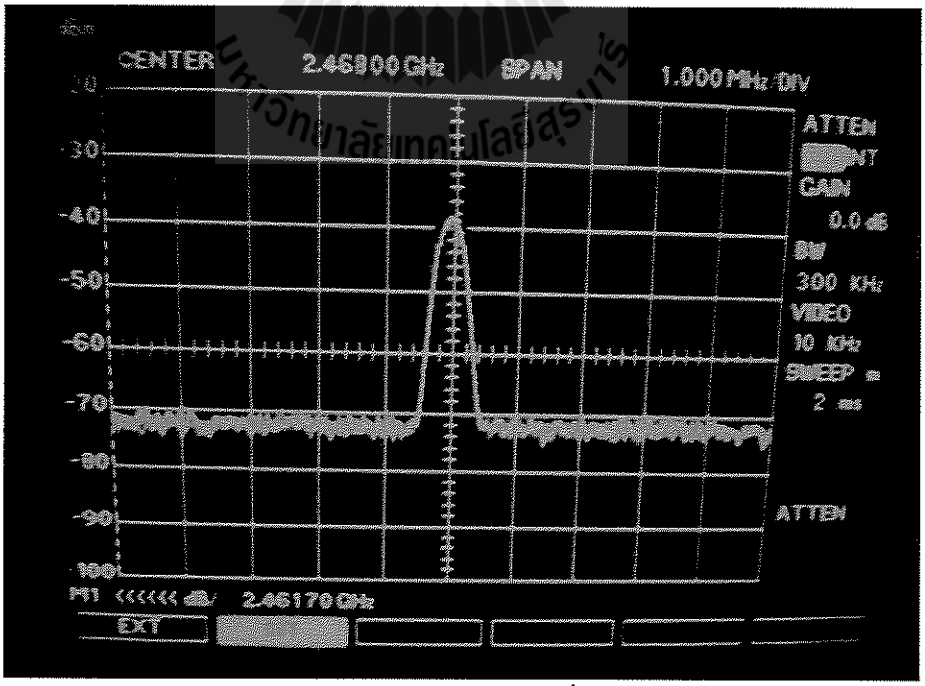


รูปที่ 4.10 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต

ซึ่ง Amplifier ตัวนี้มีความแรงของสัญญาณ Output ที่ 12 dBm จะเห็นได้ว่ากำลังขยายไม่เป็นไปตามผลใน Datasheet และตามผลใน Datasheet ที่รูปจะมี Power ที่ Output ได้สูงสุด 30 dBm เราจึงทำการเพิ่ม Amplifier ขึ้นมาอีกวงจรหนึ่ง ซึ่งสามารถวัดด้วยเครื่อง Spectrum Analyzer ได้ดังนี้

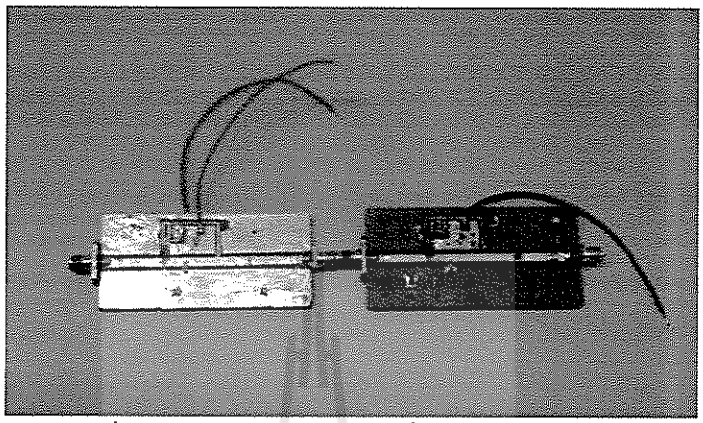


รูปที่ 4.11 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต

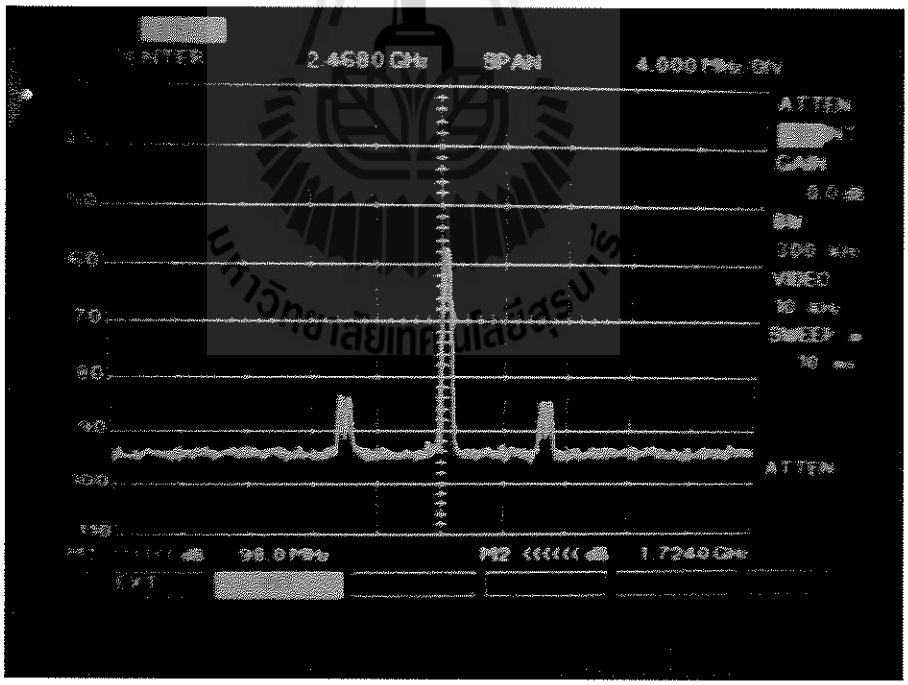


รูปที่ 4.12 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต

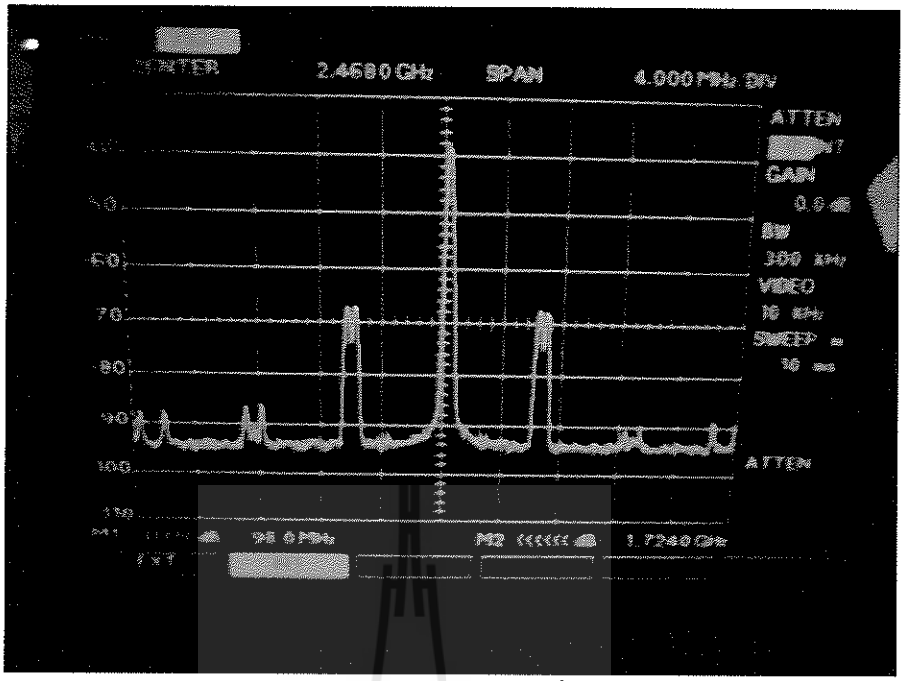
ซึ่ง Amplifier ตัวนี้มีความแรงของสัญญาณ Output ที่ 6 dBm ซึ่งน้อยมากเหมือนกับตัวที่ 1 จึงได้นำ Amplifier ตัวที่ 1 กับ Amplifier ตัวที่ 2 มาต่ออนุกรมกันแล้วนำมาทดสอบด้วยเครื่อง Spectrum Analyzer ได้ดังนี้



รูปที่ 4.13 วงจรขยายสัญญาณที่นำมาต่ออนุกรมกัน



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านอินพุต



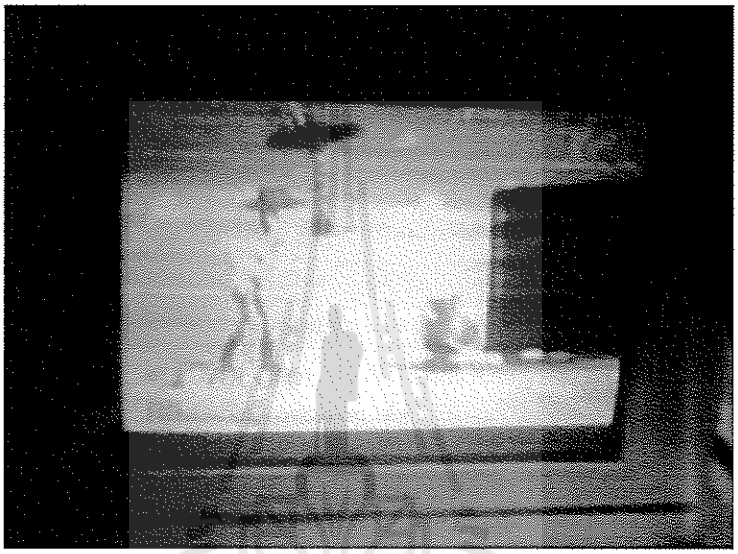
รูปที่ 4.15 ภาพแสดงอัตราขยายของ Amplifier โดยใช้เครื่อง Spectrum Analysis ด้านเอาท์พุต

จะเห็นได้ว่ามีความแรงของสัญญาณ Output ที่ 18 dBm ซึ่งเป็นผลที่น่าพอใจ เพราะเนื่องจากว่าผู้ทดลองได้ทำการทดลองมาหลายวงจร ได้ประสบกับปัญหา MMIC พังเพราะเนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป และบางวงจรที่นำมาทดลองก็ได้ผล Output ที่น้อยกว่านี้ การนำ Amplifier ทั้ง 2 ตัวนี้มาอนุกรมกันจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.5 การทดสอบสายอากาศ

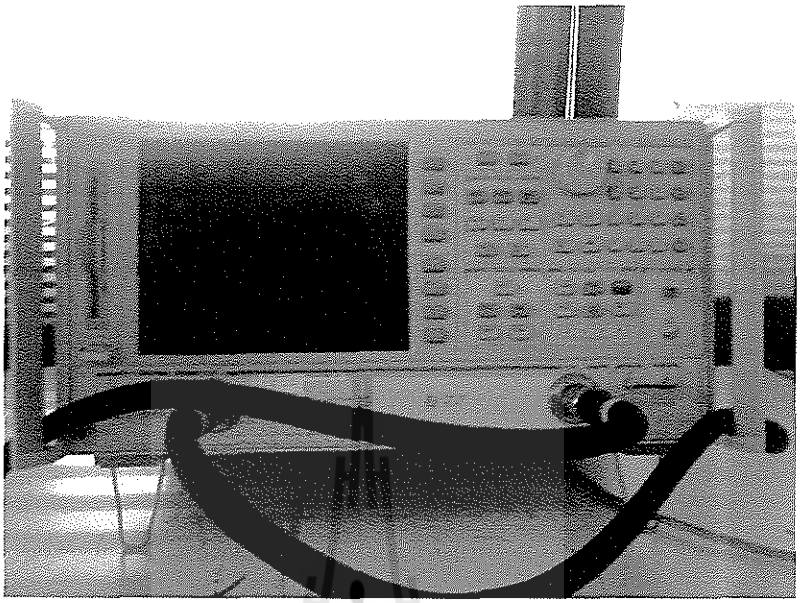
ในการทดสอบนี้ได้ทำการใช้สายอากาศ 2 ประเภท คือ Omni Directional และ Directional Antenna หรือ Dipole และ Yagi Antenna ตามลำดับ ทำการทดสอบส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายได้ผลที่หน้าจอมอนิเตอร์หรือจอทีวี (โดยทดสอบในกรณีที่ที่มีสัญญาณ Wireless รบกวน) ดังนี้



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบที่หน้าจอทีวีเมื่อส่งสัญญาณโดยใช้สายอากาศไดโพล

รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบที่หน้าจอทีวีเมื่อส่งสัญญาณโดยใช้สายอากาศยากิ

4.5.1 การทดสอบ S11 ของสายอากาศยากิ ด้วยเครื่อง Network Analyzer



รูปที่ 4.18 เครื่อง Network Analyzer

การ Calibrate S11 Port ที่เครื่อง Network Analyzer

1. ตั้งช่วงของความถี่ที่ต้องการวัด (เช่น ตั้งแต่ 2 GHz-6GHz) โดย

   - กดปุ่ม Start แล้วป้อนค่าความถี่เริ่มต้น (เช่น กด 2 แล้วตามด้วยกด G/n)

   - กดปุ่ม Stop แล้วป้อนค่าความถี่เริ่มต้น (เช่น กด 6 แล้วตามด้วยกด G/n)

2. กดปุ่ม Cal จากนั้น

   - เลือก "CALIBRATE MANU"

   - เลือก "S11 1-PORT" จากนั้นให้ต่ออุปกรณ์โหลดมาตรฐานทั้ง 3 ตัว โดยเริ่มจาก

     - ต่ออุปกรณ์โหลดมาตรฐาน OPEN (2.4 mm) เข้ากับสายนำสัญญาณ Port 1 (2.4 mm) แล้วเลือก "OPEN" รอจนคำว่า OPEN ถูกขีดเส้นใต้ (OPEN)

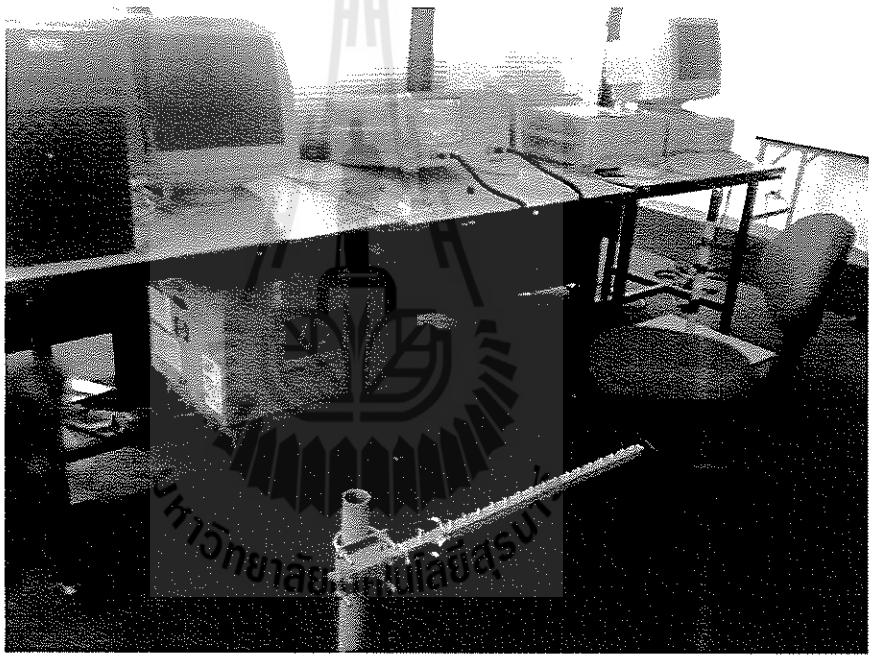
     - ต่ออุปกรณ์โหลดมาตรฐาน SHORT (2.4 mm) เข้ากับสายนำสัญญาณ Port 1(2.4 mm) แล้วเลือก "SHORT" รอจนคำว่า SHORT ถูกขีดเส้นใต้ (SHORT)

- ต่ออุปกรณ์โหลดมาตรฐาน 50 โอห์ม (2.4 mm) เข้ากับ สายนำสัญญาณ PORT 1 (2.4 mm) แล้วเลือก “LOAD” จากนั้นเลือก “BROADBAND” รอจนคำว่า BROADBAND ถูกขีดเส้นใต้ (BROADBAND)

- เลือก “DONE:LOADS” แล้วเลือก “DONE 1 PORT CAL”

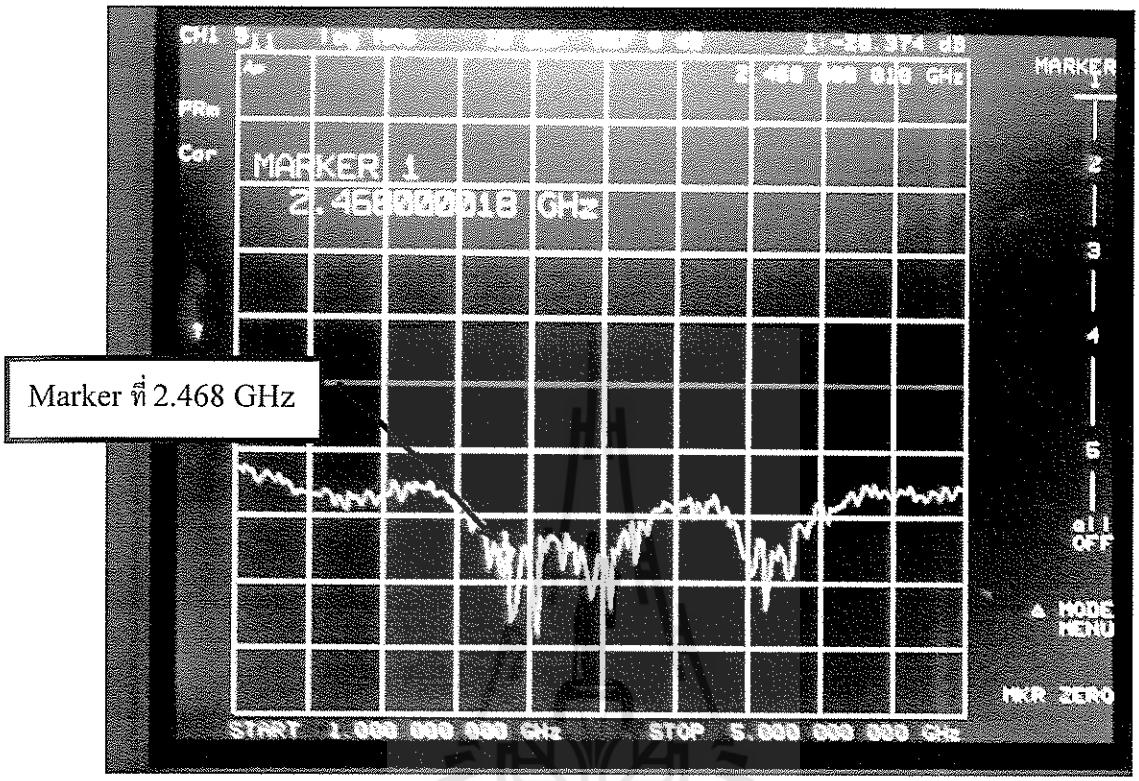
3. ให้รอจนคำว่า “COMPUTING CAL COEFFICIENTS” ที่กระพริบอยู่หายไป ถือเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ CALIBRATION สำหรับ 1-PORT

ทำการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับวัดค่า S11 ของสายอากาศยากิ



รูปที่ 4.19 รูปรวมอุปกรณ์สำหรับการวัด S11

หลังจากได้ทำการ CALIBRATE เครื่อง Network Analyzer และจัดเตรียมอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการวัดค่า S11 ของสายอากาศยากิ มีผลดังนี้



รูปที่ 4.20 การทดสอบ S11 สายอากาศยากิด้วยเครื่อง Network Analyzer

จากการทดสอบ S11 ด้วยเครื่อง Network Analyzer จะเห็นได้ว่าความถี่ที่เครื่องรับส่งใช้งาน คือ 2.468 GHz นั้น มีค่า Reflection ที่ -28.37 สรุปได้ว่าสายอากาศยากินี้สามารถทำงานที่ความถี่ 2.468 GHz

4.6 สรุปการทดสอบวงจรรวมโดยสถานการณ์จำลอง

ในการทดสอบนี้ต้องกล่าวถึงเรื่องสายอากาศ เพราะเนื่องจากมีการใช้สายอากาศในการทดลอง 2 แบบ คือ Dipole Antenna และ Yagi Antenna จากรูปที่ 4.16 และ 4.17 ทำการทดสอบส่งสัญญาณภาพออกที่จอมอนิเตอร์ จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ได้ทดลองส่งเมื่อใช้สายอากาศไดโพลสัญญาณภาพออกมาไม่ชัดเจน และเมื่อเปลี่ยนสายอากาศมาใช้สายอากาศยากิสัญญาณภาพที่ออกมามีความชัดเจนมากกว่า ซึ่งสายอากาศยากิสามารถแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนที่ช่องสัญญาณใกล้เคียงได้ แต่ถ้าในสถานที่ที่ไร้สัญญาณรบกวนจำพวกสัญญาณ Wireless จะสามารถส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายโดยใช้สายอากาศไดโพลได้โดยที่ไม่มีปัญหาสัญญาณภาพกระตุกหรือสัญญาณเสียงขาดหายเลย

จากการทดลองได้เลือกสายอากาศยากิในการทดลองจะได้ว่า

- ทำการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายได้ระยะที่ไกลที่สุดที่สามารถรับได้ดีที่ 70-80 เมตร โดยประมาณในที่โล่งแจ้ง
- ทำการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไร้สายต่างชั้นกันได้ระยะที่ไกลที่สุดที่สามารถรับได้ดีที่ 40-50 เมตร โดยประมาณ
- ทำการรับส่งสัญญาณในอาคารที่มีผนังกีดขวางได้ 40-50 เมตร โดยประมาณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงระบบรวมของเครื่องรับส่งสัญญาณภาพและเสียงที่ย่านความถี่ 2.4 GHz โดยได้วิเคราะห์ผลการทดลอง อธิบายปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงงาน วิธีแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะแนวทางพัฒนาต่อไปและบทสรุปของโครงงานที่จัดทำขึ้น

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดลองส่งสัญญาณภาพและเสียงโดยที่ใช้สายอากาศแบบไดโพล (Dipole Antenna) และยากิ (Yagi Antenna) นั้นมีความแตกต่างกันหลาย ๆ เรื่องโดยที่สายอากาศไดโพลจะมีข้อดีที่สามารถส่งได้รอบทิศทางแต่ยากินั้นต้องระบุทิศทางทั้งภาครับและภาคส่ง แต่ถ้าเรารู้จุดที่รับส่งอยู่แล้วทำให้ทิศทางอื่น ๆเป็นการส่งที่ไร้ประโยชน์แล้วยังรับสัญญาณรบกวนอื่น ๆ มาได้อีกด้วย เช่น สัญญาณรบกวนที่มาจาก Router เครื่องส่งสัญญาณ Wireless เป็นต้น อัตราขยายสัญญาณของสายอากาศนั้นก็มีความสำคัญ ยิ่งอัตราขยายมาก ๆ จะมีความสามารถในการรับส่งได้ไกล

ภาคขยายสัญญาณมีความสำคัญที่มาช่วยเพิ่มกำลังในการส่งได้มากขึ้น ในกรณีที่เราต้องการส่งในระยะไกลขึ้นเราควรต่ออุปกรณ์ขยายสัญญาณเพิ่ม

สถานที่ในการใช้ส่งสัญญาณภาพและเสียงก็มีความสำคัญอย่างหนึ่งถึงแม้ว่าสัญญาณรบกวนจะไม่ทำให้ความถี่เปลี่ยนแปลงแต่ก็ทำให้ระดับของสัญญาณเปลี่ยน ที่ช่องความถี่เดียวกันจึงทำให้สัญญาณรบกวนกันได้ ในสถานที่ที่ไม่มีสัญญาณอะไรรบกวนเลยจะสามารถส่งสัญญาณได้ดี และยิ่งสถานที่ที่ไม่มีสิ่งกีดขวางเลย ก็จะสามารถรับส่งสัญญาณได้ดีมากกว่า แต่ในความเป็นจริงแล้วในชีวิตประจำวันเราย่อมเลี่ยงไม่ได้ เราต้องปรับเปลี่ยนทั้งสายอากาศ เพิ่มภาคอัตราขยายเพื่อให้เหมาะสมและการรับส่งเป็นไปได้ดีขึ้น

5.3 ปัญหาที่พบในระหว่างทำโครงงานและวิธีแก้ปัญหา

ตารางที่ 5.1 แสดงรายระเอียดของปัญหาที่พบ และวิธีแก้ปัญหาของโครงงาน

ปัญหาที่พบ	สาเหตุและแนวทางแก้ไข
1. MMIC เบอร์ HMC414MS8G ที่เป็น Amplifier ฟังบ่อย	สาเหตุ เนื่องจาก MMIC เบอร์นี้มีขนาดเล็กมากที่ตรงขาของ MMIC จะติดกันทำให้เกิดการ short circuit ได้และเวลาบัดกรีความร้อนของหัวแร้งที่ร้อนมากทำให้ MMIC เสีย แนวทางแก้ไข ต้องค่อย ๆ บัดกรีที่ละขา หากมีการ short circuit กันใช้ลวดซุบน้ำประสานซับตะกั่วออก ส่วนเรื่องความร้อนของหัวแร้งในจุดสำคัญจะทำการใช้ที่เป่าลมร้อนในการบัดกรีแทนหัวแร้ง
2. ลายวงจรที่กัดบนแผ่น Print มีขนาดเล็กมากต้องเปลี่ยนแผ่น Print บ่อยเพราะลายวงจรที่ได้มาไม่คมจะทำให้เกิด Loss	สาเหตุ เนื่องจากความถี่ที่ใช้งานอยู่ในย่าน 2.4 GHz ดั้งนั้น Transmission Line จึงมีขนาดเล็กและตัวอุปกรณ์ MMIC เบอร์ HMC414MS8G มีขนาดเล็กมาก แนวทางแก้ไข ในการออกแบบลายวงจรบนแผ่น Print ใช้โปรแกรม Altium Designer ช่วยในการออกแบบ จะได้ความกว้างของ Transmission Line ที่มีค่าพอดี หลังจากนั้นให้ปริ้นลายวงจรลงบนแผ่นใสแล้วนำมาลอกลายลงแผ่นปริ้นจะได้ลายวงจรที่คม แต่เพื่อความแน่นอนควรใช้สติ๊กเกอร์เข้าไปช่วยติดในส่วนที่ติดได้ และใช้ปากกาเขียนแผ่น CD เน้นลงไปในส่วนที่เล็ก จะช่วยได้ในระดับหนึ่ง
3. สัญญาณที่ภาครับมี Power ค่อนข้างต่ำ	สาเหตุ เนื่องจากการสูญเสียในวงจรสายส่งและในอากาศทำให้สัญญาณที่ออกมาจากภาครับค่อนข้างต่ำ แนวทางแก้ไข ได้นำอุปกรณ์ภาคขยายสัญญาณมาต่อที่ภาครับ ทำให้สัญญาณที่ภาครับค่อนข้างดีขึ้น ทั้งนี้ยังสามารถเพิ่มอัตราขยายของเสาอากาศให้มีกำลังสูงขึ้น ก็จะได้สัญญาณที่ออกมามากขึ้นด้วยเช่นกัน

4. แหล่งจ่ายกระแสและแรงดันเข้าอุปกรณ์ภาคขยายสัญญาณ	สาเหตุ เนื่องจาก MMIC เบอร์ HMC414MS8G มีการจำกัดกระแสกับแรงดัน หากจ่ายไฟเกินจะทำให้ MMIC พัง แนวทางแก้ไข นำ Adapter ที่วัดสัญญาณที่เครื่อง Oscilloscope แล้วมีสัญญาณไฟ DC คงทีเป็นแหล่งจ่ายแทน
5. สายอากาศ (Antenna)	สาเหตุ สายอากาศแบบไดโพลเมื่อทำการทดลองที่สถานที่ทดลองมีสัญญาณรบกวนจาก Router Wireless ทำให้เกิดการรบกวน แนวทางแก้ไข เปลี่ยนจากสายอากาศไดโพลเป็นสายอากาศยากิระบุทิศทางในการรับส่ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การเลือกใช้สายอากาศที่สถานที่ต่าง ๆ นั้นต้องดูองค์ประกอบของสถานที่นั้น ๆ ว่ามีสัญญาณรบกวนหรือไม่

5.3.2 เนื่องจาก MMIC และ IC มีขนาดเล็ก ควรที่จะระมัดระวังในการบัดกรี เพราะเวลาบัดกรีขาของ MMIC หรือ IC อาจติดกันทำให้เกิดการ Short Circuit ได้ และควรระวังเรื่องความร้อนในการบัดกรีด้วย เช่น ไม่ควรจี้ขา IC เป็นเวลานานๆ อาจทำให้ IC พังได้

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อไป

5.4.1 เพิ่มชุดวงจรขยายสัญญาณที่ภาคส่งและภาครับให้มากขึ้น เพื่อทำให้สัญญาณมีความแรงมากขึ้น สามารถรับ- ส่งสัญญาณได้ระยะทางที่ไกลขึ้น

5.4.2 ปรับปรุงให้เครื่องรับส่งสัญญาณนี้ประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นได้ เช่น UBC

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] http://www.thaigaming.com/articles/9918.htm

[2] http://202.44.34.134/teacher/FileDL/wiset147254917375.ppt

[3] http://www.hittite.com/index.cfm?body_content=products&type=amplifier&catid=1&part_number=HMC414MS8G&source=dropdown&sort=function

[4] กัมปนาท ลานอก และ สุรเดช สุวรรณโมรา. **"วงจรขยายสัญญาณสำหรับเครือข่ายไร้สายย่านความถี่ 2.45 GHz โดยใช้วงจรขยายแบบ MMIC."** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา, 2548

[5] http://th.element14.com/lprs/awm630tx/module-tx-audio-video-2-4ghz/dp/1338632?Ntt=awm630

[6]http://th.element14.com/lprs/awm634rx/module-rx-audio-video-2-4ghz/dp/1338633?Ntt=awm634

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Data Sheet

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Description

Airwave 2.4GHz Audio/Video wireless RF module contains one Transmitter and on Receiver. Using of the most popular 2.4GHz ISM band and designed with high reliability. Airwave RF module is compliance with the criteria of FCC and R&TTE which can transmit/receive a wide band audio & video signals up to 300 feet in open area.

Features

- Worldwide 2.4GHz ISM band
- Conform with R&TTE & FCC stipulation
- Compact size and low power consumption
- Highly efficient FM-FM modulation/demodulation scheme
- Compatible with both NTSC and PAL video formats
- Integrating Audio/Video input and output into one module base-band PCB
- No external Audio circuit needed

TECHNICAL SPECIFICATION

General

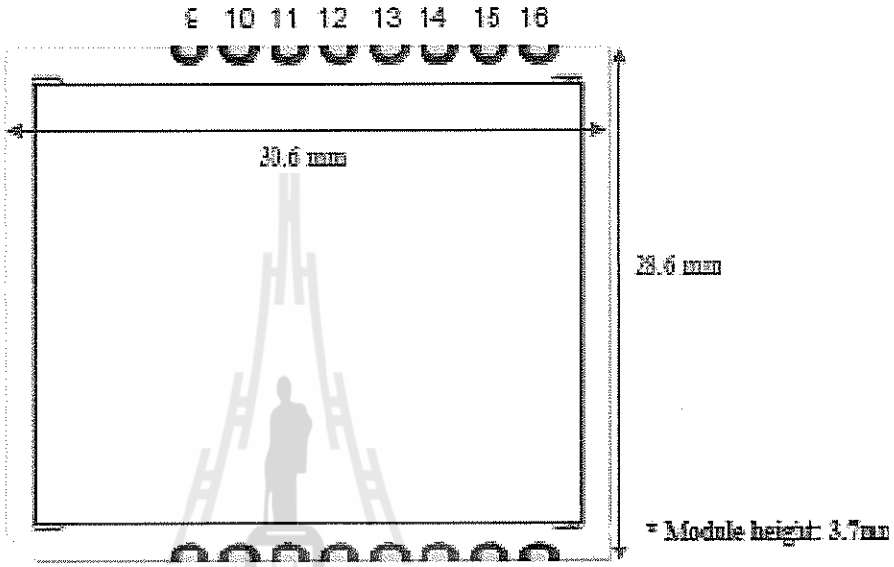
Operation Frequency Range	2400 ~ 2483MHz
Channel Selection	PLL Synthesizer, 4CH.
Channel Frequency	CH1: 2414MHz, CH2: 2432MHz, CH3: 2450MHz, CH4: 2468MHz
Video-Audio Modulation/Demodulation Type	FM-FM
Operating Ambient Temperature	-10℃ ~ 60℃

Transmitter

Supply Voltage	DC + 5V (± 2%)
Supply Current	55mA, Typ.
Output Power	10dBm ± 1dBm (CE) 0dBm ± 1dBm (FCC)
2.4GHz Carrier Frequency Accuracy	±100KHz, typ.
Antenna Port Impedance	50Ω
Video Input Impedance	75Ω
Video Input Level	1V $_{p-p}$, Typ.
Audio Input Level	3V $_{p-p}$, max.

Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice

Pad Description

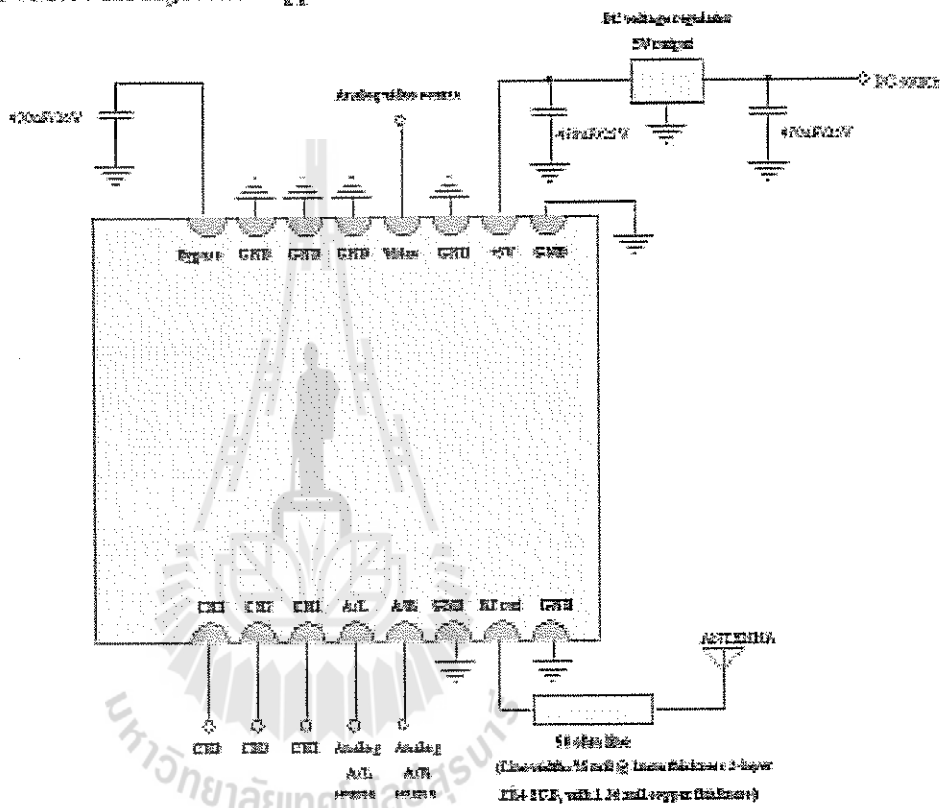


Pin	Function	Pin	Function
1	GND	9	Bypass
2	RF out	10	GND
3	GND	11	GND
4	Audio/R in	12	GND
5	Audio/L in	13	Video in
6	CH1	14	GND
7	CH2	15	DC +5V
8	CH3	16	GND

3F, No.3 Industry E. 9th Rd., Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. TEL : 886-3-5772500 Fax 886-3-5772100
Copyright © 2006 by Airwave Technologies Inc. All Specifications are subject to change without notice.

Application Schematic

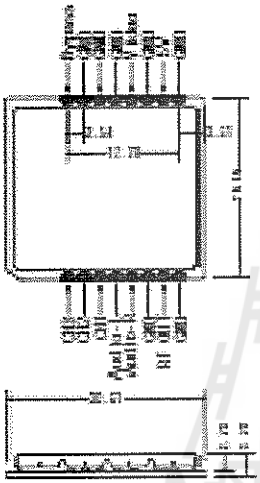
AWM630TX Reference Application Schematic



Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

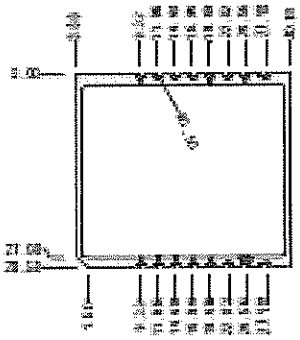
Dimension

AWM630-TX(一)



Unit:mm Tolerance:± 0.15

AWM630-TX(二)



Unit:mm Tolerance:±0.15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All specification are subject to change without notice.

Description

Airwave 2.4GHz Audio/Video wireless RF receiver module.
Using the popular 2.4GHz ISM band and designed with high reliability. Airwave RF module is compliant with the criteria of FCC and R&TTE which can transmit/receive wide band audio & video signals up to 300 feet in open area.

Features

- Worldwide 2.4GHz ISM band
- Conform with R&TTE & FCC stipulation
- Compact size and low power consumption
- Highly efficient FM-FM modulation/demodulation scheme
- Compatible with both NTSC and PAL video formats
- Integrating Audio/Video input and output into one module baseband PCB
- No external Audio circuit needed

TECHNICAL SPECIFICATION

General

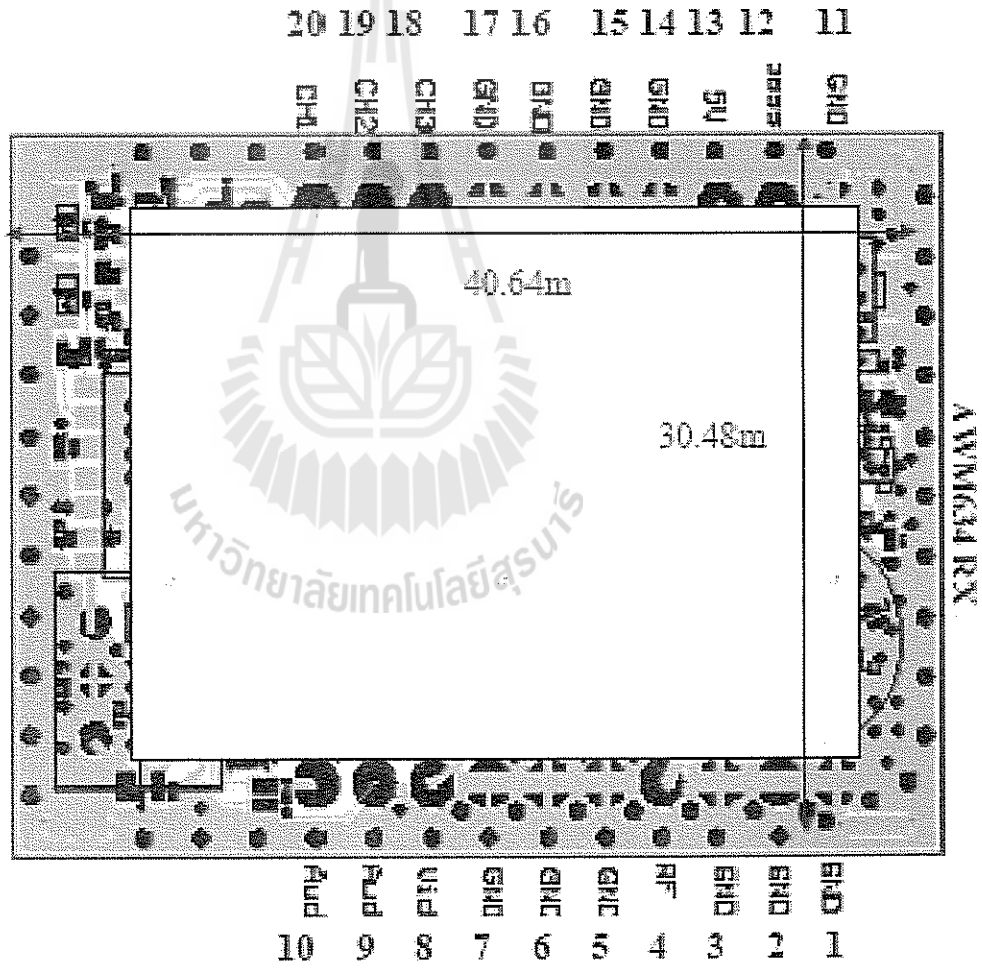
Operation Frequency Range	2400 ~ 2483MHz
Channel Selection	PLL Synthesizer, 4ch. (2414,2432,2450,2468MHz)
Video-Audio Modulation/Demodulation Type	FM-FM
Supply Voltage	DC + 5V (+/-2%)
Supply Current	140mA ~ 180mA
Operating Ambient Temperature	-10° C~+60° C

Receiver

Input Signal Level Range	-85~-10dBm
Video	
Output Signal Level	1V P-P, typ. (+/-0.2Volt)
Frequency Response	+/-5 dB, max. 50Hz~5.5MHz
S/N Ratio (100KHz, 1V P-P Sine Wave)	40dB, min.
Audio	
Output Frequency Range	50Hz ~ 20KHz
Output Signal Level (Modulation Signal : 50Hz~15KHz Sine Wave)	3V P-P, typ. (+/-0.3Volt)
Audio Frequency Response	50Hz ~ 15kHz (-3dB Bandwidth)
S/N Ratio (50Hz ~ 15KHz)	50dB, typ. (+/-3dB)

3F, No.9 Industry E. 8th Rd., Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. TEL : 886-3-5778099 Fax 886-3-5778199
Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

DIMENTIONS & Pin Definition



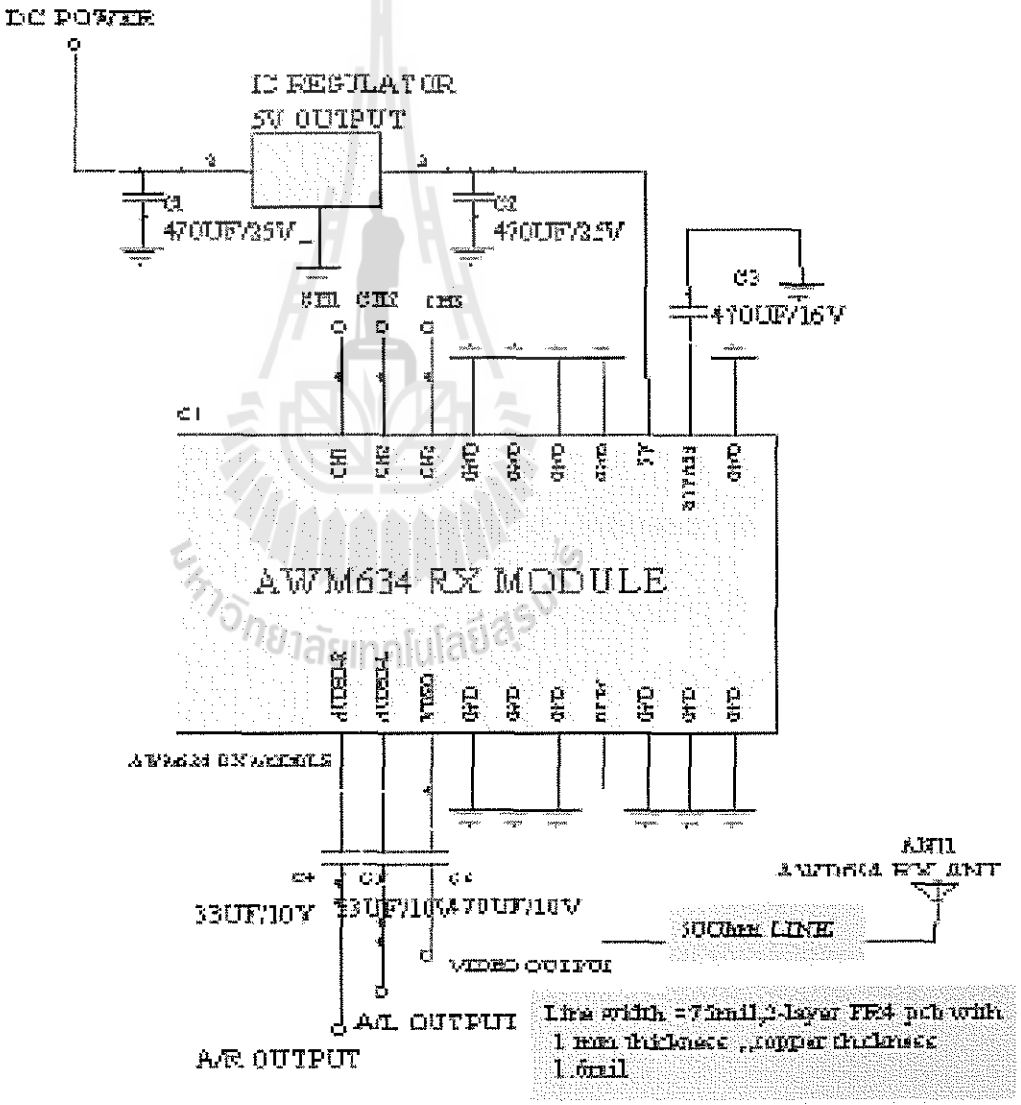
3F, No.3 Industry E. 9th Rd., Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. TEL : 886-3-5778599 Fax 886-3-5775169
Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

PIN	Function	PIN	Function
1	GND	11	GND
2	GND	12	BYPASS
3	GND	13	5V
4	RF IN	14	GND
5	GND	15	GND
6	GND	16	GND
7	GND	17	GND
8	VIDEO	18	CH3
9	AUDIO-L	19	CH2
10	AUDIO-R	20	CH1

Copyright © 2006 by Airwave Technologies Inc.

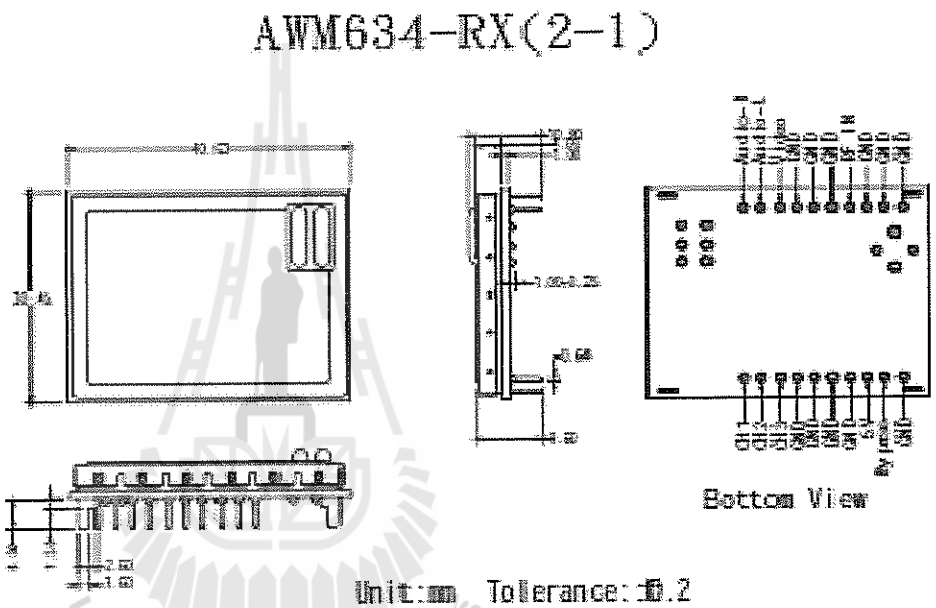
All Specification are subject to change without notice.

AWM634RX Module Application Circuit



Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

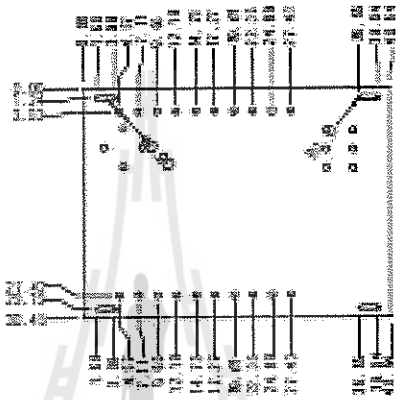
* **Module height:**



5F, Mech Industry E. 9th RD., Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C. TEL : 886-3-5773500 Fax 886-3-5773502

Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

AWM634-RX(2-2)



Top View

Unit:mm Tolerance:±0.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Copyright © 2005 by Airwave Technologies Inc. All Specification are subject to change without notice.

HMC414MS8G / 414MS8GE

MICROWAVE CORPORATION v03.0505

GaAs InGaP HBT MMIC POWER AMPLIFIER, 2.2 - 2.8 GHz

Typical Applications

This amplifier is ideal for use as a power amplifier for 2.2 - 2.7 GHz applications:

- BLUETOOTH
- MMDS

Features

Gain: 20 dB

Saturated Power: +30 dBm

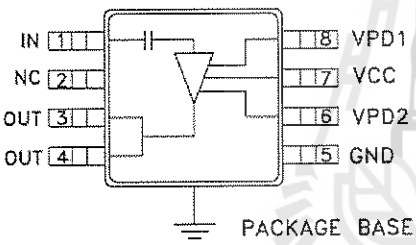
32% PAE

Supply Voltage: +2.75V to +5.0 V

Power Down Capability

Low External Part Count

Functional Diagram



General Description

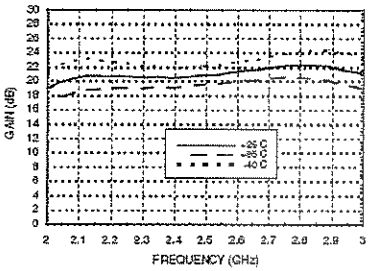
The HMC414MS8G & HMC414MS8GE are high efficiency GaAs InGaP Heterojunction Bipolar Transistor (HBT) MMIC Power amplifiers which operate between 2.2 and 2.8 GHz. The amplifier is packaged in a low cost, surface mount 8 leaded package with an exposed base for improved RF and thermal performance. With a minimum of external components, the amplifier provides 20 dB of gain, +30 dBm of saturated power at 32% PAE from a +5.0V supply voltage. The amplifier can also operate with a 3.6V supply. Vpd can be used for full power down or RF output power/current control.

Electrical Specifications, T_A = +25° C, As a Function of Vs, Vpd = 3.6V

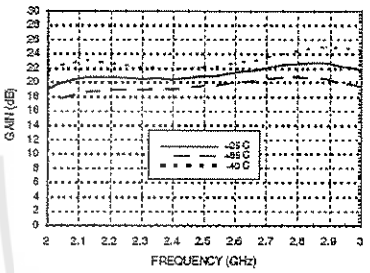
Parameter	Vs = 3.6V			Vs = 5.0V			Units
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Frequency Range		2.2 - 2.8			2.2 - 2.8		GHz
Gain	17	20	25	17	20	25	dB
Gain Variation Over Temperature		0.03	0.04		0.03	0.04	dB/°C
Input Return Loss		8			8		dB
Output Return Lose		9			9		dB
Output Power for 1 dB Compression (P1dB)	21	25		23	27		dBm
Saturated Output Power (Psat)		27			30		dBm
Output Third Order Intercept (IP3)	30	35		35	39		dBm
Noise Figure		6.5			7.0		dB
Supply Current (Idq) Vpd = 0V / 3.6V		0.002 / 240			0.002 / 300		mA
Control Current (Ipd) Vpd = 3.6V		7			7		mA
Switching Speed tON, tOFF		45			45		ns

For price, delivery, and to place orders, please contact Hittite Microwave Corporation:
20 Alpha Road, Chelmsford, MA 01824 Phone: 978-250-3343 Fax: 978-250-3373
Order On-line at www.hittite.com

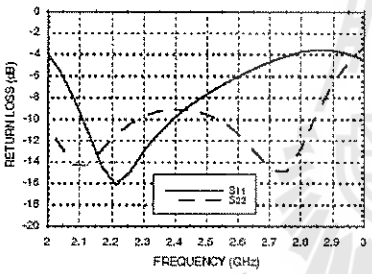
Gain vs. Temperature, Vs= 3.6V



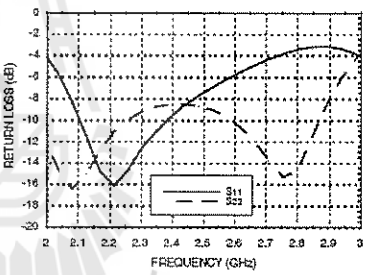
Gain vs. Temperature, Vs= 5.0V



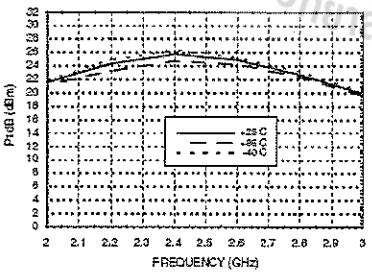
Return Loss, Vs= 3.6V



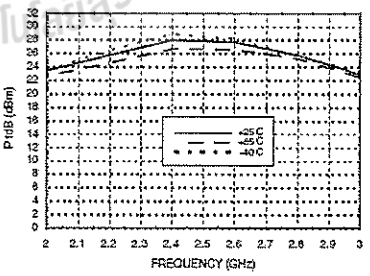
Return Loss, Vs= 5.0V



P1dB vs. Temperature, Vs= 3.6V



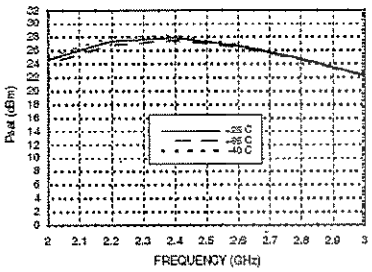
P1dB vs. Temperature, Vs= 5.0V



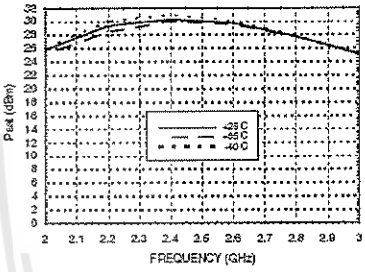
HMC414MS8G / 414MS8GE

GaAs InGaP HBT MMIC POWER AMPLIFIER, 2.2 - 2.8 GHz

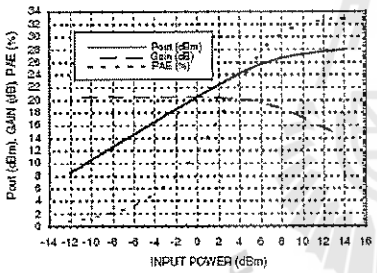
Psat vs. Temperature, Vs= 3.6V



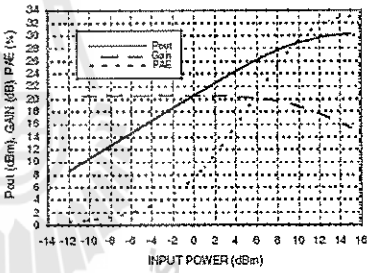
Psat vs. Temperature, Vs= 5.0V



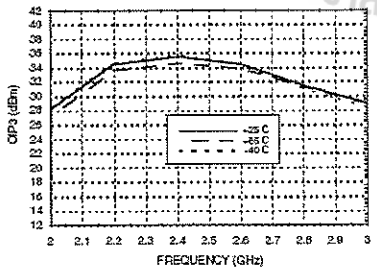
Power Compression@ 2.4 GHz, Vs= 3.6V



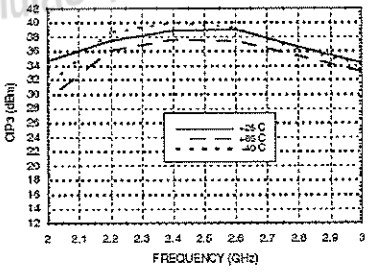
Power Compression@ 2.4 GHz, Vs= 5.0V



Output IP3 vs. Temperature, Vs= 3.6V

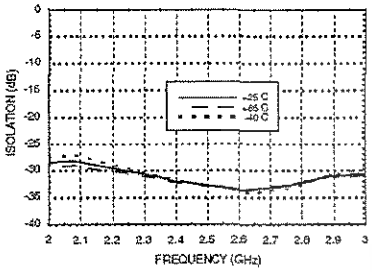


Output IP3 vs. Temperature, Vs= 5.0V

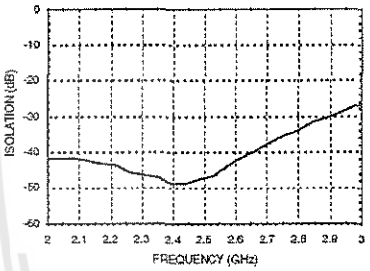


For price, delivery, and to place orders, please contact Hittite Microwave Corporation:
20 Alpha Road, Chelmsford, MA 01824 Phone: 978-250-3343 Fax: 978-250-3373
Order On-line at www.hittite.com

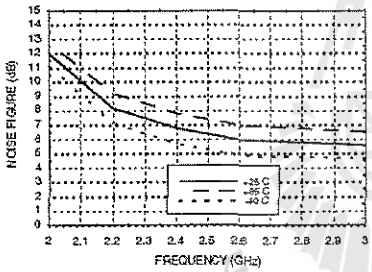
Reverse Isolation vs. Temperature, Vs= 3.6V



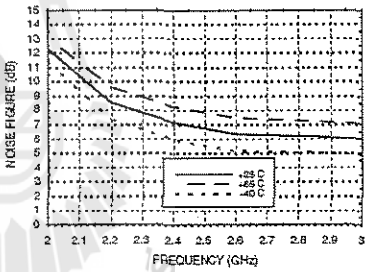
Power Down Isolation, Vs= 3.6V



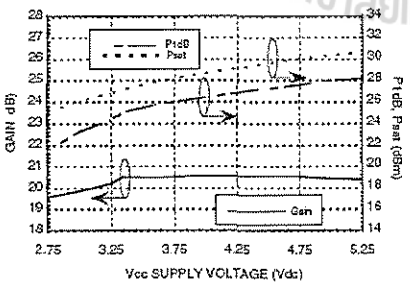
Noise Figure vs. Temperature, Vs= 3.6V



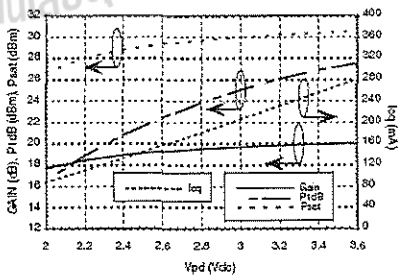
Noise Figure vs. Temperature, Vs= 5.0V



Gain & Power vs. Supply Voltage



Gain, Power & Quiescent Supply Current vs Vpd@ 2.4 GHz



HMC414MS8G / 414MS8GE

GaAs InGaP HBT MMIC POWER AMPLIFIER, 2.2 - 2.8 GHz

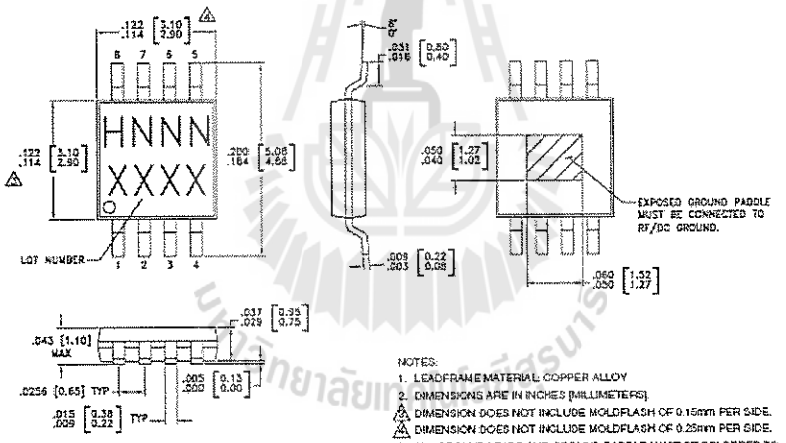
v03.0505

Absolute Maximum Ratings

Collector Bias Voltage (Vcc)	+5.5 Vdc
Control Voltage (Vpd1, Vpd2)	+4.0 Vdc
RF Input Power (RFin)(Vs = +5.0, Vpd = +3.6 Vdc)	+17 dBm
Junction Temperature	150 °C
Continuous Pdiss (T = 85 °C) (derate 27 mW/°C above 85 °C)	1.755 W
Thermal Resistance (junction to ground paddle)	37 °C/W
Storage Temperature	-65 to +150 °C
Operating Temperature	-40 to +85 °C

ELECTROSTATIC SENSITIVE DEVICE
OBSERVE HANDLING PRECAUTIONS

Outline Drawing



NOTES:
1. LEADFRAME MATERIAL: COPPER ALLOY
2. DIMENSIONS ARE IN INCHES [MILLIMETERS]
3. DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLDFLASH OF 0.15mm PER SIDE.
4. DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLDFLASH OF 0.25mm PER SIDE.
5. ALL GROUND LEADS AND GROUND PADDLE MUST BE SOLDERED TO PCB RF GROUND.

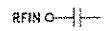
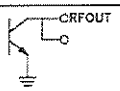
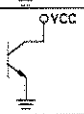
Package Information

Part Number	Package Body Material	Lead Finish	MSL Rating	Package Marking [3]
HMC414MS8G	Low Stress Injection Molded Plastic	Sn/Pb Solder	MSL1 [1]	H414 XXXX
HMC414MS8GE	RoHS-compliant Low Stress Injection Molded Plastic	100% matte Sn	MSL1 [2]	H414 XXXX

[1] Max peak reflow temperature of 235 °C
[2] Max peak reflow temperature of 260 °C
[3] 4-Digit lot number XXXX

For price, delivery, and to place orders, please contact Hittite Microwave Corporation:
20 Alpha Road, Chelmsford, MA 01824 Phone: 978-250-3343 Fax: 978-250-3373
Order On-line at www.hittite.com

Pin Descriptions

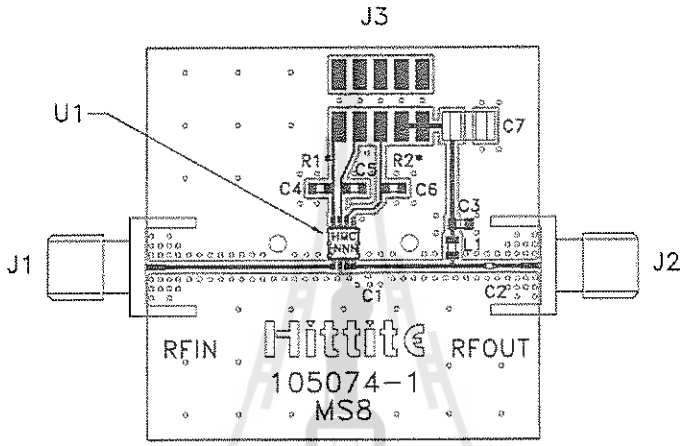
Pin Number	Function	Description	Interface Schematic
1	RFIN	This pin is AC coupled and matched to 50 Ohms from 2.2 to 2.8 GHz.	
2	NC	Not Connected.	
3, 4	RFOUT	RF output and DC bias for the output stage.	
5	GND	Ground: Backside of package has exposed metal ground slug that must be connected to ground thru a short path. Vias under the device are required.	
6, 8	Vpd1, Vpd2	Power control pin. For maximum power, this pin should be connected to 3.6V. For 5V operation, a dropping resistor is required. A higher voltage is not recommended. For lower idle current, this voltage can be reduced.	
7	Vcc	Power supply voltage for the first amplifier stage. An external bypass capacitor of 330 pF is required as shown in the application schematic.	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

HMC414MS8G / 414MS8GE

GaAs InGaP HBT MMIC POWER AMPLIFIER, 2.2 - 2.8 GHz

Evaluation PCB



* For 5V operation on Vctl line, select R1, R2 such that 3.6V is presented on Pins 6 and 8.

List of Materials for Evaluation PCB 105006 [1]

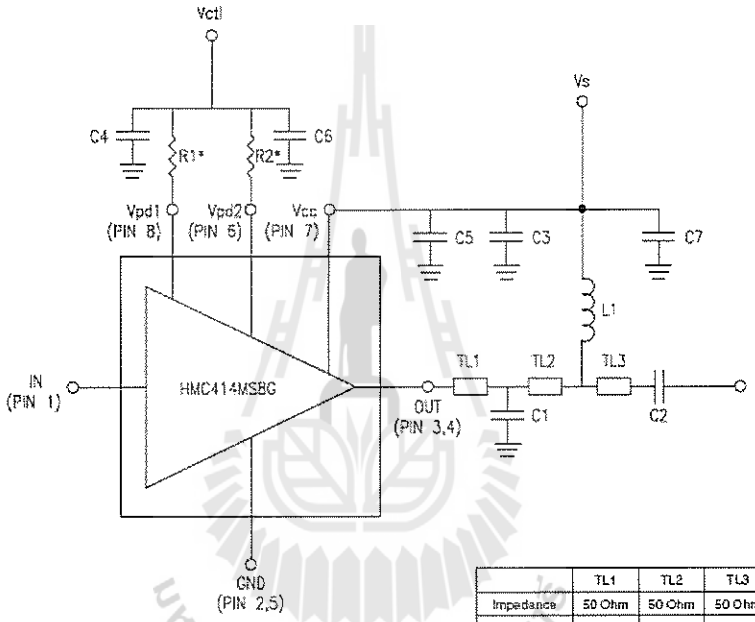
Item	Description
J1 - J2	PCB Mount SMA RF Connector
J3	2 mm DC Header
C1	2.7 pF Capacitor, 0603 Pkg.
C2	100 pF Capacitor, 0402 Pkg.
C3 - C6	330 pF Capacitor, 0603 Pkg.
C7	2.2 pF Capacitor, Tantalum
L1	18nH Inductor 0603 Pkg.
U1	HMC414MS8G / HMC414MS8GE Amplifier
PCB [2]	105074 Eval Board

[1] Reference this number when ordering complete evaluation PCB

[2] Circuit Board Material: Rogers 4350

The circuit board used in the final application should use RF circuit design techniques. Signal lines should have 50 ohm impedance while the package ground leads and exposed paddle should be connected directly to the ground plane similar to that shown. A sufficient number of VIA holes should be used to connect the top and bottom ground planes. The evaluation board should be mounted to an appropriate heat sink. The evaluation circuit board shown is available from Hittite upon request.

Application Circuit



	TL1	TL2	TL3
Impedance	50 Ohm	50 Ohm	50 Ohm
Length	0.036"	0.3"	0.11"

* For 5V operation on Vctl line, select R1, R2 such that 3.6V is presented on Pins 6 and 8.