การศึกษาการสร้างสายอากาศบนแก้วสำหรับยานพาหนะ

จัดทำโดย

นางสาวกันยรัตน์	ศรีหวัง	รหัสประจำตัว B5008612
นางสาวเกล็ดนทีทิพย์	เกษียรพรมราช	รหัสประจำตัว B5009602
นายธนานิติ	พรหมวงศา	รหัสประจำตัว B5010240

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม
ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2553

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาการสร้างสายอากาศบนแก้วสำหรับยานพาหนะ

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม และวิชา 427494 โครงงานศึกษาวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2553

โครงงาน	การศึกษาการสร้างสายอากาศบนแก้วสำหรับยานพาหนะ
จัดทำโดย	นางสาวกันยรัตน์ ศรีหวัง
	นางสาวเกล็ดนทีทิพย์ เกษียรพรมราช
	นายธนานิติ พรหมวงศา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษา	3/2553

บทคัดย่อ

ปัจจุบันยานพาหนะมีบทบาทสำคัญมากในการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ทำให้การพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเพิ่มมากขึ้น และการที่คนเราต้องการจะได้รับข่าวสารและสิ่งบันเทิงภายในรถก็มีมากยิ่งขึ้นไปด้วย ทำให้เกิดสายอากาศที่สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ขึ้นอย่างมากมายหลายแบบที่มาวางขายในท้องตลาดในปัจจุบัน แต่ก็ยังไม่ค่อยมีสายอากาศแบบไมโครสตริปที่รับสัญญาณโทรทัศน์ในท้องตลาดออกมาให้เห็นมากนัก ดังนั้น โครงงานชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาสายอากาศแบบไมโครสตริป เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ขึ้นมา จุดเด่นของโครงงานนี้ เพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้ง การดูแลรักษา และสิ่งสำคัญมีราคาถูกกว่าสายอากาศในท้องตลาดหลายเท่า จึงทำให้มีข้อเปรียบเทียบในท้องตลาด ซึ่งสายอากาศที่รับสัญญาณโทรทัศน์มีราคาแพงจึงมีการพัฒนาโครงงานขึ้นมาเพื่อ รองรับต่อความต้องการในการอำนวยความสะดวกในยานพาหนะ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานโครงงานการศึกษาการสร้างสายอากาศบนแก้วสำหรับยานพาหนะครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้ความรู้และประสบการณ์อย่างมากจึงใคร่ขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ เพราะความกรุณาจาก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมและที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือ เสนอแนะความคิดเห็นในการแก้ไขข้อบกพร่องและปรับปรุงจนสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ จนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ได้ดูแลและคอยให้คำปรึกษาในเรื่องการใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 การใช้อุปกรณ์ทดลองต่างๆในห้องปฏิบัติ

เพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือที่ดีทุกๆด้าน

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจ ความรัก ความห่วงใยตลอดจนการสนับสนุนในทุกด้านอย่างดียิ่งตลอดมา จนโครงงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ความสำเร็จ ความภูมิใจ และ คุณค่าของโครงงานชิ้นนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

นางสาวกันยรัตน์ ศรีหวัง

นางสาวเกล็ดนทีทิพย์ เกษียรพรมราช

นายธนานิติ พรหมวงศา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตการทำงาน 1

1.4 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2

บทที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน

2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโทรทัศน์ 3

2.1.1 ประวัติโทรทัศน์ (television) 3

2.1.2 โทรทัศน์ 5

2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแพร่ภาพและอัตราขาย 6

2.2.1 การแพร่ภาพโทรทัศน์ (Television Broadcasting) 6

2.2.2 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดิน 6

2.2.3 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ผ่านช่องนำสัญญาณ 7

2.2.4 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในประเทศไทย 7

2.2.5 ค่าอัตราการขยาย Forward Gain 12

2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศชนิดไมโครสตริป 12

2.3.1 คุณสมบัติที่พิเศษกว่าสายอากาศชนิดอื่นๆ 13

2.3.2 ข้อเสียของสายอากาศไมโครสตริป 14

2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศชนิดโมโนโพล 14

บทที่ 3 การออกแบบ CST MICROWAVE STUDIO

3.1 บทนำ CST MICROWAVE STUDIO 15

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ Antenna microstrip ในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 16

บทที่ 4 การวัดและการสร้างจริง

4.1 วัสดุอุปกรณ์ 27

4.2 ขั้นตอนการออกแบบ 28

4.3 ผลการวัด 36

4.3.1 ผลการวัดการ Polarization 36

4.3.2 ผลการวัด Pattern 37

4.3.3 ผลการวัด S parameter (S 11) 39

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.4 ผลการคำนวณอัตราขยาย 39
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ
5.1 บทสรุป 40
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 40
5.3 ข้อเสนอแนะ 40
บรรณานุกรม 41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันสื่อต่างๆ ที่นำทั้งความรู้ ความบันเทิง หรือแม้แต่ข่าวสารบ้านเมือง สิ่งที่สามารถนำสิ่งเหล่านี้มาให้ทุกคน อาจจะพูดได้ว่า โทรทัศน์ มีผลมากที่สุดในการนำข่าวสารบ้านเมือง หรือความบันเทิงในรูปแบบต่างๆ ได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่น เพราะเนื่องจากมีทั้งภาพและเสียง ซึ่งสามารถทำให้เข้าใจได้ง่าย แต่ปัจจุบัน ส่วนมากการที่จะรับชมโทรทัศน์ได้นั้นส่วนมาก ต้องอยู่ที่บ้าน หรือที่ทำงาน จึงมีแนวคิดว่าถ้าเราทำสายอากาศบนรถขึ้นมาจะช่วยให้ทุกคนสามารถรับสื่อต่างๆ ได้หลาช่องทางมากขึ้นจึงทำให้เกิดการศึกษาเกี่ยวกับตัว สายอากาศที่รับสัญญาณโทรทัศน์ได้ ขึ้นมาโดยเป็นสายอากาศ ที่สามารถติดตั้งบนกระจกรถเพื่อความสะดวกแก่การ ติดตั้ง และเพื่อความสะดวกในการรับข่าวสาร หรือแม้กระทั่ง สิ่งบันเทิงใจ อย่างได้ทันท่วงที ต่อจากนี้ไม่ว่าใครจะอยู่บนรถ หรือติดไฟแดงซึ่งเป็นสิ่งที่น่าเบื่อในการใช้รถในเมืองหลวงต่างๆ สายอากาศตัวนี้ก็จะทำให้เพื่อความสะดวกมากขึ้น มีสิ่งบันเทิงใจลดความน่าเบื่อในเมืองหลวงต่างๆ และยังสามารถเตือนภัยได้จากข่าวทางโทรทัศน์ต่างๆ ทั้งได้ความรู้ สร้างความบันเทิงอีกทั้งยังหลีกเลี่ยงอันตรายที่เราสามารถรู้ได้จากทางโทรทัศน์นั้นเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อออกแบบสายอากาศที่สามารถรับความถี่โทรทัศน์แบบไมโครสตริปที่ใช้งานในย่าน 175 MHz – 560 MHZ
2. เพื่อสร้างสายอากาศที่สามารถรับความถี่โทรทัศน์ให้มีคุณสมบัติที่ดีได้ เช่น ไม่บังทัศนะวิสัย และสามารถรับสัญญาณโทรทัศน์ได้

1.3 ขอบเขตการทำงาน

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสายอากาศ ติดกระจกรถยนต์ที่มีขายในท้องตลาดเพื่อทำการเปรียบเทียบ ศึกษาโปรแกรม Computer Simulation Technologyเพื่อใช้ในการออกแบบสายอากาศ รับสัญญาณโทรทัศน์แบบไมโครสตริป ทดสอบออกแบบสายอากาศ เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์แบบไมโครสตริป สร้างอุปกรณ์ทดสอบต้นแบบทั้งหมดเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

สถาบันวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.4 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาของสายอากาศในปัจจุบัน ซึ่งมีข้อจำกัดที่มีอยู่ในปัจจุบันคือ สายอากาศมีความสามารถในการรับสัญญาณที่จำกัด และมีขนาดใหญ่ สายอากาศที่ใช้กับรถยนต์ในปัจจุบันจะเป็นชนิดโมโนโพลที่ความยาวเท่ากับความยาวคลื่นส่วนสอง จึงทำให้อาจจะไปเกี่ยวกับกิ่งไม้ หรือแม้กระทั่งรถด้วยกันเอง จึงเสี่ยงต่อการเสียหายของสายอากาศ และทำงานได้ดีในช่วงความถี่แคบ ดังนั้นโครงงานนี้จึงศึกษาการสร้างสายอากาศบนแก้ว สายอากาศจะมีลักษณะเป็นสตริปวางตัวอยู่บนแก้วที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกระจกรถยนต์ และสามารถทำงานได้ดีในย่านความถี่ที่กำหนด ได้แก่ ความถี่โทรทัศน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่2
ข้อมูลพื้นฐาน

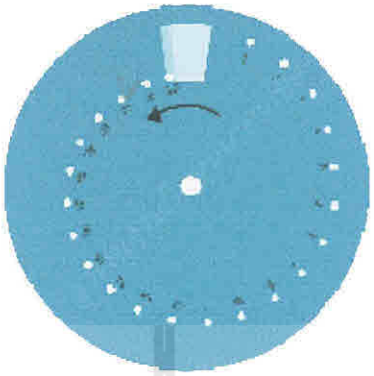
2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโทรทัศน์

คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟมีความถี่ช่วง 108 – 1,012 Hz มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะ ๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียม แล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณ

2.1.1 ประวัติโทรทัศน์

จากบันทึกในTelevision Technology Demystified ได้ระบุว่าการเริ่มต้นของโทรทัศน์เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1873(พ.ศ.2416) จากการที่ลีโอนาร์เมย์ (Leonard May) พนักงานโทรเลขชาวไอริช ได้ค้นพบสารเซเลเนียมที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดความคิดในการเปลี่ยนสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ต่อมาในปี ค.ศ.1884(พ.ศ.2427) พอล นิพโค (Paul Nipkow) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ได้คิดค้นหลักการสแกนภาพที่ใช้ระบบจานหมุนแบบกลไกเป็นครั้งแรก ต่อมาในปี ค.ศ. 1991(พ.ศ.2454) แคมเบลล์ สวินโตน (Campbell Swinton) ได้นำหลอดรังสีแคโทดมาใช้ในการรับส่งภาพของการสแกนภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้กลายเป็นแนวความคิดให้ วลาดิเมอร์ ซวอรีคีน (Vladimir Zworykin) ประดิษฐ์หลอดส่งภาพหรือไอโคโนสโคฟ (iconoscope) ซึ่งทำหน้าที่เก็บรูป และสแกนรูปไว้เป็นสัญญาณไฟฟ้าหลายๆเส้น ในปี พ.ศ.2466 และในปี พ.ศ.2467 วลาดิเมอร์ ซวอรีคีน ได้ประดิษฐ์หลอดรับภาพ (kinescope) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จาก iconoscope มายิงบนจอเรืองแสงที่มีตำแหน่งสอดคล้องกัน และในปี พ.ศ.2468 ได้มีนักวิทยาศาตร์สองคนคือจอห์น โลจี แบร์ด(John Logic Baird) ชาวอังกฤษและชาร์ลส์ ฟราน เจนคินส์(Charles Francis Jenkins) ชาวอเมริกันได้ทำการทดลองส่งภาพเงาโดยไม่ใช้สายซึ่งเป็นการทดลองออกอากาศครั้งแรกโดยใช้จานหมุนของพอล นิพโกว์ (Paul Nipkow) ต่อมาได้มีการ(พัฒนานำเอาระบบสีมาใช้ร่วมกับจานหมุนของพอล นิพโกว์ โดยในปี พ.ศ.2471จอห์น โลจี แบร์ด (John Logic Baird) ได้นำแผ่นกรองสีมาแยกสัญญาณสีได้สำเร็จโดยใช้จานหมุนแยกสีในการแยกสัญญาณ

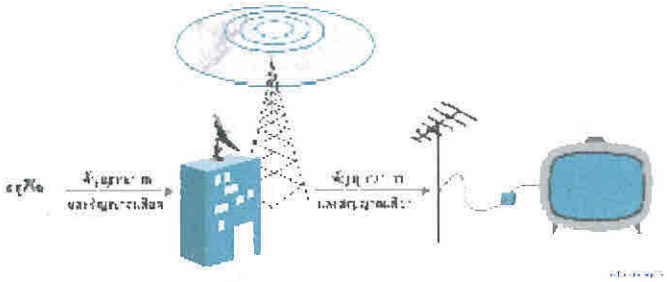
ทคนิคพื้นฐานต่างๆเพื่อใช้สำหรับการแปลงภาพไปมากับสัญญาณภาพที่ได้โดยได้นำไปสร้างเป็นระบบ
ทรทัศน์ต่อมา



รูปที่ 2.1 จานหมุนนิพโกว์(Nipkow)

การมองเห็นภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการที่เห็นภาพนิ่งที่มีความแตกต่างกันเล็กน้อยซ้อนเรียงกัน
ไม่น้อยกว่า 16 ภาพต่อวินาทีขึ้นไป ซึ่งจะทำให้สายตาของมนุษย์จับการเปลี่ยนแปลงของภาพไม่ทันทำให้
ตาของเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ จากหลักการดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการแพร่ภาพโทรทัศน์เนื่องจากการ
แพร่ภาพ คือ การส่งภาพและเสียงออกไปในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องรับสามารถรับภาพเสมือน
ภาพเคลื่อนไหวและเสียงได้อย่างต่อเนื่อง

หลักในการแพร่ภาพเบื้องต้นคือการส่งสัญญาณภาพในรูปสัญญาณเอ.เอ็ม. และส่งสัญญาณเสียงใน
รูปสัญญาณเอฟ.เอ็ม. โดยที่เครื่องส่งจะทำการเปลี่ยนภาพที่อยู่ในรูปพลังงานแสงให้เป็นพลังงานทางไฟฟ้า
(สัญญาณภาพ) แล้วทำการขยายให้มีกำลังมากขึ้น จากนั้นจึงนำไปผสมสัญญาณกับ สัญญาณวิทยุและ
สัญญาณซิงโครไนซ์ที่จะช่วยทำให้สัญญาณดังกล่าวสอดคล้องหรือร่วมจังหวะกันได้แล้วแพร่กระจายออกสู่
อากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนที่เครื่องรับจะทำการแยกสัญญาณภาพที่ผสมมากับสัญญาณวิทยุ
กับสัญญาณซิงโครไนซ์ให้กลายเป็นภาพปรากฏที่หน้าจอเครื่องรับโทรทัศน์ ดังรูปที่ 2.2 โดยการที่เครื่องรับ
และเครื่องส่งจะทำงานตรงจังหวะกันได้นั้น เกิดจากสัญญาณซิงโครไนซ์ ที่ได้ทำการผสมสัญญาณ เข้ากับ
สัญญาณภาพ และสัญญาณวิทยุก่อนส่งเพราะสัญญาณ ซิงโครไนซ์เป็นสัญญาณที่ทำให้การสแกนเป็นไป
อย่างถูกต้องทั้งในแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 2.2 พื้นฐานการส่งและรับสัญญาณ

2.2 โทรทัศน์

การถ่ายทอดเสียงและภาพพร้อมกันจากสถานที่หนึ่ง หรือเครื่องส่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง หรือเครื่องรับ โดยเครื่องดังกล่าว จะเปลี่ยนสัญญาณภาพ และเสียงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อถ่ายทอดออกไป เรียกว่าเครื่องส่งโทรทัศน์ และเครื่องที่เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากลับเป็นสัญญาณภาพและเสียงดังเดิม เรียกว่าเครื่องรับโทรทัศน์ไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้

โทรทัศน์แอนะล็อก (analog television) โทรทัศน์แอนะล็อก คือ โทรทัศน์ที่มีระบบการรับ ส่งสัญญาณภาพ และเสียงในรูปสัญญาณแอนะล็อกแบบเอเอ็ม (AM) และเอฟเอ็ม (FM) เช่น โทรทัศน์ที่ระบบเอ็นทีเอสซี (NTSC) ระบบพัลล์ (PAL) และซีแคม (SECAM) เป็นต้น

โทรทัศน์ดิจิทัล (digital television) โทรทัศน์ที่มีระบบการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงในรูปดิจิทัล ซึ่งเลายช่องสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันสามารถนำมาส่งเป็นช่องสัญญาณเดียวกัน ได้ โทรทัศน์ดิจิทัล จะให้สัญญาณภาพของภาพ และเสียงคีกว่าระบบแอนะล็อก เช่น ระบบ โทรทัศน์ความคมชัดสูง (High Density Television: HDTV)

2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการแพร่ภาพและอัตราจาย

การส่งกระจายภาพ และเสียงออกไป ในรูปสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องรับสามารถรับภาพ และเสียงได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การแพร่ภาพโทรทัศน์ ซึ่งจากเดิม ที่เป็นการแพร่ภาพ แบบไม่จำกัดผู้รับ ได้รับการพัฒนามาเป็นแบบแพร่ภาพเฉพาะทาง เช่น การแพร่ภาพโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม การแพร่ภาพโทรทัศน์ ผ่านสื่อนำสัญญาณเฉพาะสถานที่โดย อาจรวมถึงการแพร่ภาพ ไปถึงเฉพาะผู้รับที่เป็นสมาชิกหรือเคเบิลทีวี (Cable TV)

2.2.1 การแพร่ภาพโทรทัศน์ (Television Broadcasting)

เป็นวิธีการรับส่งข้อมูลข่าวสารทั้งข้อมูลภาพและเสียง โดยแบ่งการทำงานออกเป็นสองประเภท ได้แก่ การแพร่ภาพโทรทัศน์แบบแอนะล็อก (Analog) และแบบดิจิทัล (Digital) โดยหลักการแพร่ภาพเบื้องต้นเกิดจากเครื่องส่งจะส่งสัญญาณภาพและเสียงพร้อมกับผสมสัญญาณรวมกับคลื่นวิทยุ แล้วกระจายสู่อากาศในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นเครื่องรับจะทำการแยกสัญญาณ ทำให้เป็นภาพปรากฏที่หน้าจอเครื่องรับ โดยหลักการของการแพร่ภาพประกอบด้วย การสแกนภาพ การส่งสัญญาณโทรทัศน์แอนะล็อกในระบบต่างๆ เช่น ระบบเอ็นทีเอสซี (NTSC) ระบบพัลล์ (PAL)และระบบซีแคม (SECAM) เป็นต้น ซึ่งการแพร่ภาพในแต่ละประเภทนี้สามารถรับและส่งข้อมูลได้ในหลายช่องทางเช่น การส่งสัญญาณผ่านสายเคเบิล การส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมและการส่งสัญญาณแพร่ภาพภาคพื้นดินด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งอาจจะมาจากการถ่ายทอดสด หรือจากการบันทึกเทปไว้ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นโทรทัศน์รายละเอียด ดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.2 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดิน

การแพร่กระจายสัญญาณไปในอากาศเมื่อติดตั้งเสาอากาศแล้วต่อสายสัญญาณเข้าเครื่องรับก็สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์จากสถานีส่งได้ การส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุส่งได้ในช่วงความถี่30-300MHz จะเป็นช่วงคลื่นความถี่สูงมาก (Very high Frequency: VHF) และช่วงความถี่ 300-3000 MHz จะเป็นช่วงของความถี่สูง (Ultra high Frequency: UHF)

2.2.3 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ผ่านช่องนำสัญญาณ

การส่งสัญญาณไปตามสายหรือช่องนำสัญญาณหรือสายเคเบิลไปยังเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างสถานีส่งกับผู้รับสัญญาณ ซึ่งต่างจากการแพร่กระจายคลื่นด้วยความถี่วิทยุที่ไม่จำกัดผู้รับ การส่งสัญญาณนี้จะผ่านสายนำสัญญาณพิเศษแบ่งออกเป็น การส่งสัญญาณผ่านสายหรือความถี่เฉพาะชุมชน การส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมทั้งที่แพร่กระจายคลื่นทั่วไปและบอกรับสมาชิกและโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต (IPTV) เป็นต้น

2.2.4 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในประเทศไทย

ณ ปีพ.ศ.2550 ประเทศไทยใช้ระบบโทรทัศน์ PAL ซึ่งแบ่งแถบคลื่นความถี่ของการใช้งานโทรทัศน์ออกเป็นย่านความถี่ VHF และ ความถี่ UHF โดยที่ย่านความถี่ VHF ได้ถูกใช้จนเต็มแล้ว ดังนั้นสถานีโทรทัศน์ที่จัดตั้งขึ้นมาใหม่จึงต้องส่งสัญญาณโทรทัศน์ในย่านความถี่ UHF แถบคลื่นความถี่ของความถี่การใช้งานโทรทัศน์ได้แบ่งตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่ที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในประเทศไทย

ช่องความถี่ใช้งาน	ย่านความถี่
ช่อง 2-6	VHF 41-68 เมกะเฮิรตซ์
สถานีวิทยุ FM	VHF 88-108 เมกะเฮิรตซ์
ช่อง 7-13	VHF 174-130 เมกะเฮิรตซ์
ช่อง14-67	UHF 470-806 เมกะเฮิรตซ์

ตารางที่ 2.2 ความถี่โทรทัศน์แบบทั้งหมด

BAND	CH	Frequency Range	Video	Audio
	2	47-54	48.25	53.75
VHF BI	3	54-61	55.25	60.75
	4	61-68	62.25	67.75
FM		88-108	-	-
	S1	104-111	105.25	110.75
	S2	111-118	112.25	117.75
	S3	118-125	119.25	124.75
VHF	S4	125-132	126.25	131.75
Low S BAND	S5	132-139	133.25	138.75
	S6	139-146	140.25	145.75
	S7	146-153	147.25	152.75
	S8	153-160	154.25	159.75
	S9	160-167	161.25	166.75
	S10	167-174	168.25	173.75
	5	174-181	175.25	180.75
	6	181-188	182.25	187.75
	7	188-195	189.25	194.75
VHF	8	195-202	196.25	201.75
BIII	9	202-209	203.25	208.75
	10	209-216	210.25	215.75
	11	216-223	217.25	222.75
	12	223-230	224.25	229.75
	S11	230-237	231.25	236.75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

	S12	237-244	238.25	243.75
	S13	244-251	245.25	250.75
VHF	S14	251-258	252.25	257.75
High S BAND	S15	258-265	259.25	264.75
	S16	265-272	266.25	271.75
	S17	272-279	273.25	278.75
	S18	279-286	280.25	285.75
	S19	286-293	287.25	292.75
	S20	293-300	294.25	299.75
	S21	302-310	303.25	308.75
	S22	310-318	311.25	316.75
	S23	318-326	319.25	324.75
	S24	326-334	327.25	332.75
	S25	334-342	335.25	340.75
	S26	342-350	343.25	348.75
	S27	350-358	351.25	356.75
VHF	S28	358-366	359.25	364.75
Hyperband	S29	366-374	367.25	372.75
	S30	374-382	375.25	380.75
	S31	382-390	383.25	388.75
	S32	390-398	391.25	396.75
	S33	398-406	399.25	404.75
	S34	406-414	407.25	412.75
	S35	414-422	415.25	420.75
	S36	422-430	423.25	428.75
	S37	430-438	431.25	436.75
	S38	438-446	439.25	444.75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

	S39	446-454	447.25	452.75
	S40	454-462	455.25	430.75
	S41	462-470	463.25	468.75
	21	470-478	471.25	476.75
	22	478-486	479.25	484.75
	23	486-494	487.25	492.75
	24	494-502	495.25	500.75
	25	502-510	503.25	508.75
	26	510-518	511.25	516.75
	27	518-526	519.25	524.75
	28	526-534	527.25	532.75
UHF Band I	29	534-542	535.25	540.75
	30	542-550	543.25	548.75
	31	550-558	551.25	556.75
	32	558-566	559.25	564.75
	33	566-574	567.25	572.75
	34	574-582	575.25	580.75
	35	582-590	583.25	588.75
	36	590-598	591.25	596.75
	37	598-606	599.25	604.75
	38	606-614	607.25	612.75
	39	614-622	615.25	620.75
	40	622-630	623.25	628.75
	41	630-638	631.25	636.75
	42	638-646	639.25	644.75
	43	646-654	647.25	652.75
	44	654-662	655.25	660.75

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

	45	662-670	663.25	668.75
	46	670-678	671.25	676.75
	47	678-686	679.25	684.75
	48	686-694	687.25	692.75
	49	694-702	695.25	700.75
	50	702-710	703.25	708.75
	51	710-718	711.25	716.75
	52	718-726	719.25	724.75
	53	726-734	727.25	732.75
	54	734-742	735.25	740.75
	55	742-750	743.25	748.75
	56	750-758	751.25	756.75
UHF Band II	57	758-766	759.25	764.75
	58	766-774	767.25	772.75
	59	774-782	775.25	780.75
	60	782-790	783.25	788.75
	61	790-798	791.25	796.75
	62	798-806	799.25	804.75
	63	806-814	807.25	812.75
	64	814-822	815.25	820.75
	65	822-830	823.25	828.75
	66	830-838	831.25	836.75
	67	838-846	839.25	844.75
	68	846-854	847.25	852.75
	69	854-862	855.25	860.75
C-BABD	-	3.4-6.4 GHz	-	-

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ช่วงความถี่ช่องโทรทัศน์ที่ใช้ทำโครงงาน

ช่อง 3 = 558 - 566 MHz

ช่อง 5 = 174 - 181 MHz

ช่อง 7 = 188 - 195 MHz

ช่อง 9 = 202 - 209 MHz

2.2.5ค่าอัตราการขยาย Forward Gain

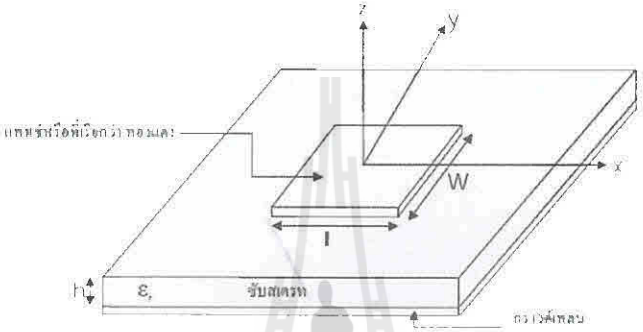
เมื่อวัดค่าอัตราการแพร่กระจายคลื่น(Radiation Pattern) ของสายอากาศยากิ ที่สร้างขึ้นแล้วจากนั้นทำการวัดอัตราการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศไดโพลมาตรฐานในเวลาที่ใกล้เคียงกัน แล้วนำผลที่วัดได้มาคำนวณหาค่าอัตราขยายของสายอากาศ โดยใช้ค่าสูงสุดของสายอากาศ ยากิ มาคำนวณเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงกับค่าที่วัดได้ด้วยสายอากาศไดโพลมาตรฐานด้วย

2.3ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศชนิดไมโครสตริป

สายอากาศไมโครสตริปเป็นสายอากาศอีกแบบหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายแผ่นพิมพ์ ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่มีแผ่นทองแดงประกอบอยู่ทั้งสองด้าน ทองแดงด้านแรกอาจจะเป็นลายวงจรเพื่อใช้ในการรับสัญญาณต่างๆ ทองแดงด้านที่สองอาจจะเป็นกราวด์ เพื่อกันการช็อตกันในวงจรสายอากาศของสายอากาศไมโครสตริป และมีไดอิเล็กตริกที่เป็นวัสดุฐานรองทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ คั่นกลางอยู่ การศึกษาเกี่ยวกับสายอากาศไมโครสตริปนี้มีการพัฒนากันมาในหลายลักษณะและรูปร่างเพื่อความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

สายอากาศแบบไมโครสตริปได้เริ่มถูกใช้งานครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2513 แม้ว่าแนวความคิดครั้งแรกจะได้คิดขึ้นโดย G.A. Deschamps ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ.2496 และถูกจดสิทธิบัตรไปตั้งแต่ในปี พ.ศ.2498สาเหตุที่ในช่วงแรกไม่มี การพัฒนาไปใช้งาน เนื่องจากสายอากาศชนิดนี้มีประสิทธิภาพต่ำมาก แต่มีข้อดีตรงที่ขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะกับงานด้านความถี่สูง UHF ขึ้นไป กล่าวได้ว่าสายอากาศชนิดนี้เป็นการพัฒนารูปแบบหนึ่งของสายอากาศเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ขนาดเล็กเช่น โทรศัพท์มือถือ ลักษณะอุปกรณ์จึงแบนคล้ายกับแผ่น

คล้ายกับแผ่นทองแดงทั่วไป และเนื่องจากถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับความถี่ใดความถี่หนึ่งโดยเฉพาะ รูปร่างจึงอิงตามความเหมาะสมของความถี่ใช้งานเป็นหลัก และรูปร่างจะแตกต่างกันไป เนื่องจากสายอากาศชนิดนี้ออกแบบได้ง่ายที่สุด จึงมีนักวิจัยให้ความสนใจออกแบบเป็นอย่างมาก สายอากาศไมโครสตริปจะประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นแผ่นหรือที่เราเรียกว่า แพทช์ (Patch) ซึ่งเป็นตัวนำ ซึ่งถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นระนาบกราวด์ที่มีความบาง และมีลักษณะเป็นชั้นหรือที่เรียกว่า ซับสเตรท (Substrate) ของสารไดอิเล็กตริก ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทั่วๆ ไปของสายอากาศไมโครสตริป

โดยที่ W คือ ความยาวของแพทช์

L คือ ความกว้างของแพทช์

h คือ ความสูงของซับสเตรท

Εr คือ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ ของซับสเตรท

2.3.1คุณสมบัติที่พิเศษกว่าสายอากาศชนิดอื่นๆ มีดังนี้

- น้ำหนักเบา
- สามารถนำมาดัดแปลงรูปร่างให้สมดุลได้
- การผลิตง่าย
- มีค่า scattering cross section ต่ำ
- ติดตั้งได้ง่ายกว่า
- ขนาดเล็ก
- ราคาถูก
- สามารถทำให้บางได้
- ไม่ต้องมี cavity backing

2.3.2 ข้อเสียของสายอากาศไมโครสตริป

- แบนด์วิดท์แคบ (Narrow bandwidth)
- มีการสูญเสียมากซึ่งส่งผลให้ได้อัตราขยาย (Gain) ต่ำ
- สายอากาศไมโครสตริปส่วนใหญ่จะมีการแผ่กระจายคลื่นเพียงครึ่งระนาบ

ซึ่งคาดว่าต่อไปในอนาคตจะมีการนำสายอากาศไมโครสตริปมาใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น เนื่องจากความหนาของ ไมโครสตริปบางมาก คลื่นที่เกิดขึ้นภายในสาร ไดอิเล็กตริก (คือสารที่อยู่ระหว่างสายอากาศแบบแพทช์และกราวด์เพลน) สามารถพิจารณาได้จากการสะท้อนกลับของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงขอบของสตริปซึ่งเป็นเพียงกลุ่มเล็กๆที่แสดงถึง พลังงานที่ถูกแพร่กระจาย(Fringing Field) ดังนั้น สายอากาศไมโครสตริปจึงมีประสิทธิภาพต่ำ

2.4ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศชนิดโมโนโพล

โมโนโพล เป็นสายอากาศเส้นลวดตรงที่มีต้นแบบมาจากสายอากาศไดโพล เพียงแต่นำมาใช้เพียงครึ่งหนึ่งของความยาวไดโพลและมีการป้อนสัญญาณเข้าที่กึ่งกลางของไดโพล โดยเทียบกับระนาบกราวด์ ดังนั้นความยาวของโมโนโพลจึงเท่ากับหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่นที่ใช้งาน การแจงรูปของกระแสที่เกิดขึ้นบนสายอากาศโมโนโพล มีลักษณะเป็นเชิงเส้น โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่จุดป้อนสัญญาณและค่าจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์เมื่ออยู่ที่ปลายของโมโนโพล

สายอากาศโมโนโพลในแนวตั้ง(มีการโพลาไรซ์ในแนวตั้งด้วย) ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานทางด้านการถ่ายทอดสัญญาณวิทยุระบบ AM ซึ่งมีความถี่ใช้งานในช่วงตั้งแต่ 500 – 1,500 kHz หรือมีความยาวคลื่นในช่วงตั้งแต่ 200 – 600 เมตร เนื่องจากจะเป็นสายอากาศที่มีความยาวสั้นที่สุด และให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำงานที่ย่านความถี่เหล่านี้ อีกประการหนึ่งเนื่องจากคลื่นที่มีการโพลาไรซ์แนวตั้งจะเกิดการลดทอนน้อยกว่าเมื่อใช้งานที่เข้าใกล้กับการแพร่กระจายคลื่นดิน (Ground-wave Propagation) นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้เป็นสายอากาศสำหรับสถานีฐาน(Base Station) ของระบบสื่อสารแบบเคลื่อนที่ (Mobile Communications)อีกด้วย

2.3.2 ข้อเสียของสายอากาศไมโครสตริป

- แบนด์วิดท์แคบ (Narrow bandwidth)
- มีการสูญเสียมากซึ่งส่งผลให้ได้อัตราขยาย (Gain) ต่ำ
- สายอากาศไมโครสตริปส่วนใหญ่จะมีการแผ่กระจายคลื่นเพียงครึ่งระนาบ

ซึ่งคาดว่าต่อไปในอนาคตจะมีการนำสายอากาศไมโครสตริปมาใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น เนื่องจากความหนาของ ไมโครสตริปบางมาก คลื่นที่เกิดขึ้นภายในสาร ไดอิเล็กตริก (คือสารที่อยู่ระหว่างสายอากาศแบบแพทช์และกราวด์เพลน) สามารถพิจารณาได้จากการสะท้อนกลับของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงขอบของสตริปซึ่งเป็นเพียงกลุ่มเล็กๆที่แสดงถึง พลังงานที่ถูกแพร่กระจาย(Fringing Field) ดังนั้น สายอากาศไมโครสตริปจึงมีประสิทธิภาพต่ำ

2.4ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสายอากาศชนิดโมโนโพล

โมโนโพล เป็นสายอากาศเส้นลวดตรงที่มีต้นแบบมาจากสายอากาศไดโพล เพียงแต่นำมาใช้เพียงครึ่งหนึ่งของความยาวไดโพลและมีการป้อนสัญญาณเข้าที่กึ่งกลางของไดโพล โดยเทียบกับระนาบกราวด์ ดังนั้นความยาวของโมโนโพลจึงเท่ากับหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่นที่ใช้งาน การแจงรูปของกระแสที่เกิดขึ้นบนสายอากาศโมโนโพล มีลักษณะเป็นเชิงเส้น โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่จุดป้อนสัญญาณและค่าจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งมีค่าเป็นศูนย์เมื่ออยู่ที่ปลายของโมโนโพล

สายอากาศโมโนโพลในแนวตั้ง(มีการโพลาไรซ์ในแนวตั้งด้วย) ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานทางด้านการถ่ายทอดสัญญาณวิทยุระบบ AM ซึ่งมีความถี่ใช้งานในช่วงตั้งแต่ 500 – 1,500 kHz หรือมีความยาวคลื่นในช่วงตั้งแต่ 200 – 600 เมตร เนื่องจากจะเป็นสายอากาศที่มีความยาวสั้นที่สุด และให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อทำงานที่ย่านความถี่เหล่านี้ อีกประการหนึ่งเนื่องจากคลื่นที่มีการโพลาไรซ์แนวตั้งจะเกิดการลดทอนน้อยกว่าเมื่อใช้งานที่เข้าใกล้กับการแพร่กระจายคลื่นดิน (Ground-wave Propagation) นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้เป็นสายอากาศสำหรับสถานีฐาน(Base Station) ของระบบสื่อสารแบบเคลื่อนที่ (Mobile Communications)อีกด้วย

บทที่ 3

การออกแบบ CST MICROWAVE STUDIO

3.1 บทนำ CST MICROWAVE STUDIO

จากบทที่ 2 เป็นการหาข้อมูลเพื่อจะนำมาใช้ประกอบการออกแบบ Antenna microstrip ในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO จากข้อมูลที่ได้เราได้ นำมาวิเคราะห์หาข้อสรุปได้ ดังนี้

3.1.1 ความถี่ที่ต้องการใช้งาน อยู่ในช่วง 175MHz – 560MHz ซึ่งเป็นความถี่โทรทัศน์ในระบบ UHF

3.1.2 ความหนาของกระจกรถ ความหนาของกระจกรถทั่วไปมีความหนาระหว่าง 3 – 4 mm แต่ส่วนมากรถที่เราใช้ในปัจจุบันความหนาอยู่ที่ 3 mm เป็นส่วนใหญ่

3.1.3 ค่า Dielectric constant หรือค่าที่ยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้ มีค่าเท่ากับ 3.8

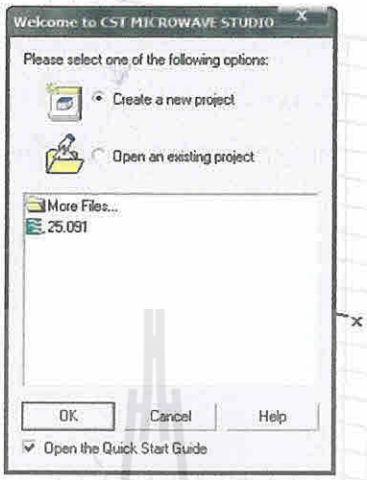
3.1.4 แผ่นทองแดงที่เราใช้ในการทำลายวงจร มีความหนา 0.03 mm

จากข้อมูลดังกล่าวเราก้อจะนำข้อมูลนี้ไปออกแบบ Antenna microstrip ในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO ได้อย่างสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ Antenna microstrip ในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO

3.2.1 เปิดโปรแกรมขึ้นมา เลือกคำว่า Create a new project แล้วตอบ Ok



รูปที่ 3.1

3.2.2 เลือก Antenna (on planar substrate) แล้วกด Ok

รูปที่ 3.2

3.2.3 การออกแบบ แผ่นกราวด์ เลือก เพื่อสร้าง

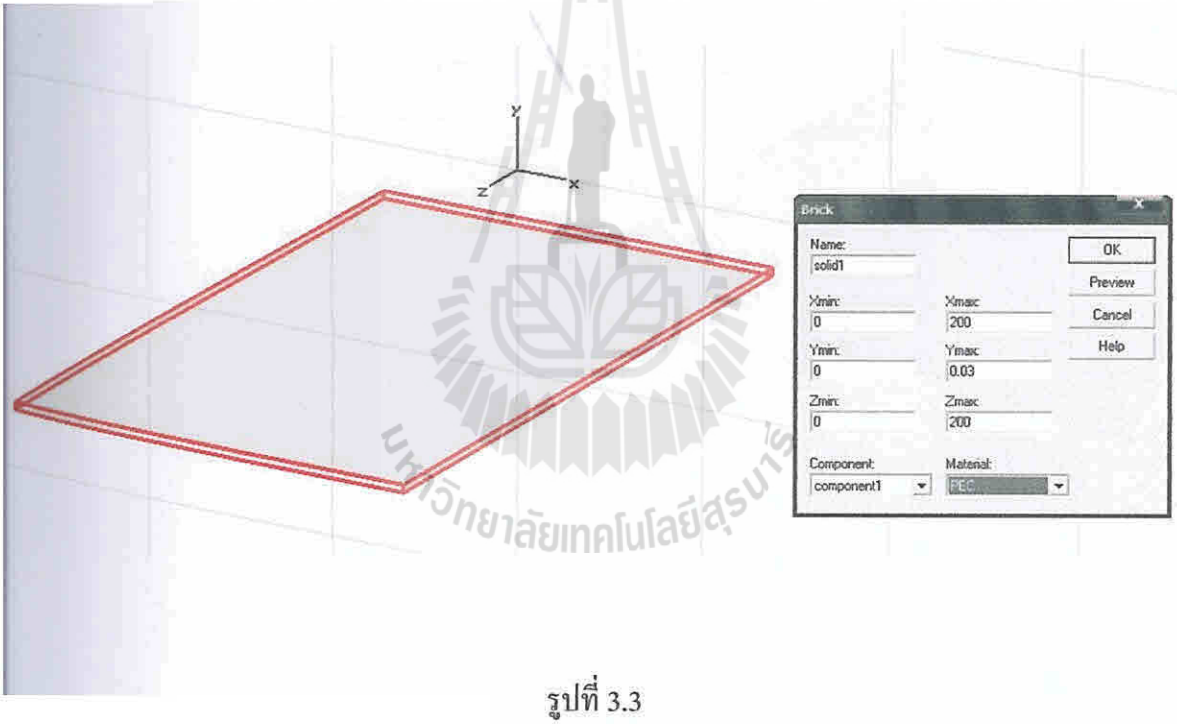
เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความหนา 0.03mm ซึ่งเป็นแผ่นทองแดง เราจะใช้ความกว้าง 200 x 200 mm

ให้ Xmin = 0 Xmax = 200 หมายถึงในแนวแกน X มีความยาวตั้งแต่ 0 – 200 mm

ให้ Ymin = 0 Ymax = 0.03 หมายถึงในแนวแกน Y มีความยาวตั้งแต่ 0 – 0.03 mm

ให้ Zmin = 0 Zmax = 200 หมายถึงในแนวแกน Z มีความยาวตั้งแต่ 0 – 200 mm

แล้วเลือก Material ให้เป็น PEC แล้วกด Ok

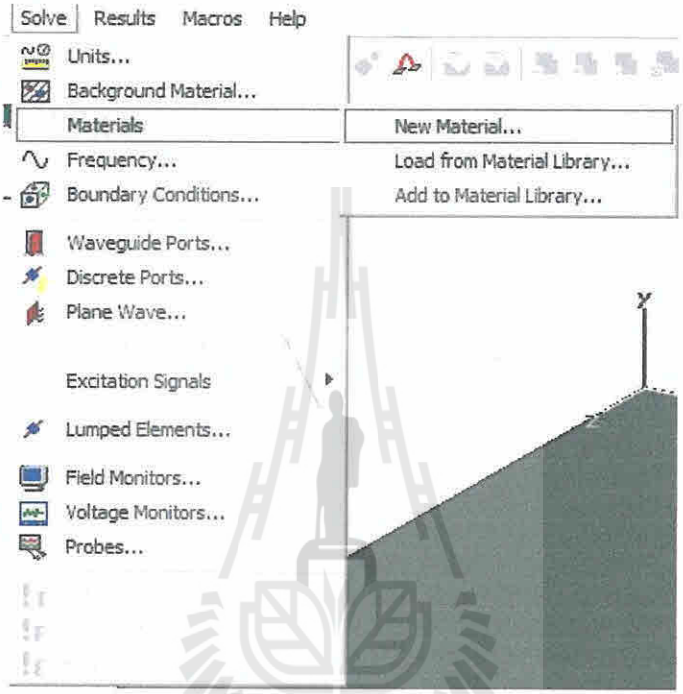


รูปที่ 3.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.4 การปรับเปลี่ยน substrate เนื่องจาก substrate เป็นกระจก ซึ่งมีค่าสภาพยอมให้ไฟฟ้า ผ่านได้ มีค่าเท่ากับ 3.8 และมีความหนา 3.3 mm เราจึงต้องสร้าง substrate ขึ้นมาใหม่เสียก่อน

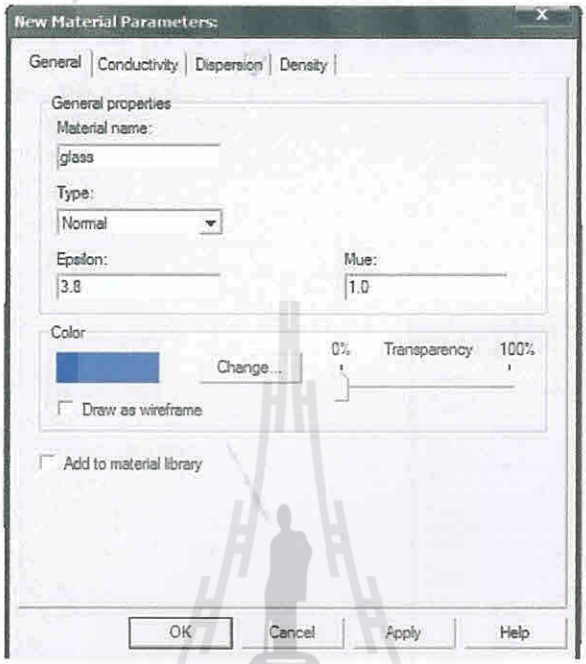
3.2.4.1 โดยการไปที่ คำสั่ง Solve >> Materials >> New Material



รูปที่ 3.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.4.3 จะปรากฏหน้าต่าง ในการสร้าง New Material ขึ้นมา ให้เราปรับ Material Name ในที่นี้ให้ตั้งชื่อ glass แล้วเลือก ชนิดของ Type ให้เป็น Normal และปรับค่า Epsilon เท่ากับที่หาได้ที่ บทที่ 2 มีค่า เท่ากับ 3.8



รูปที่ 3.5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

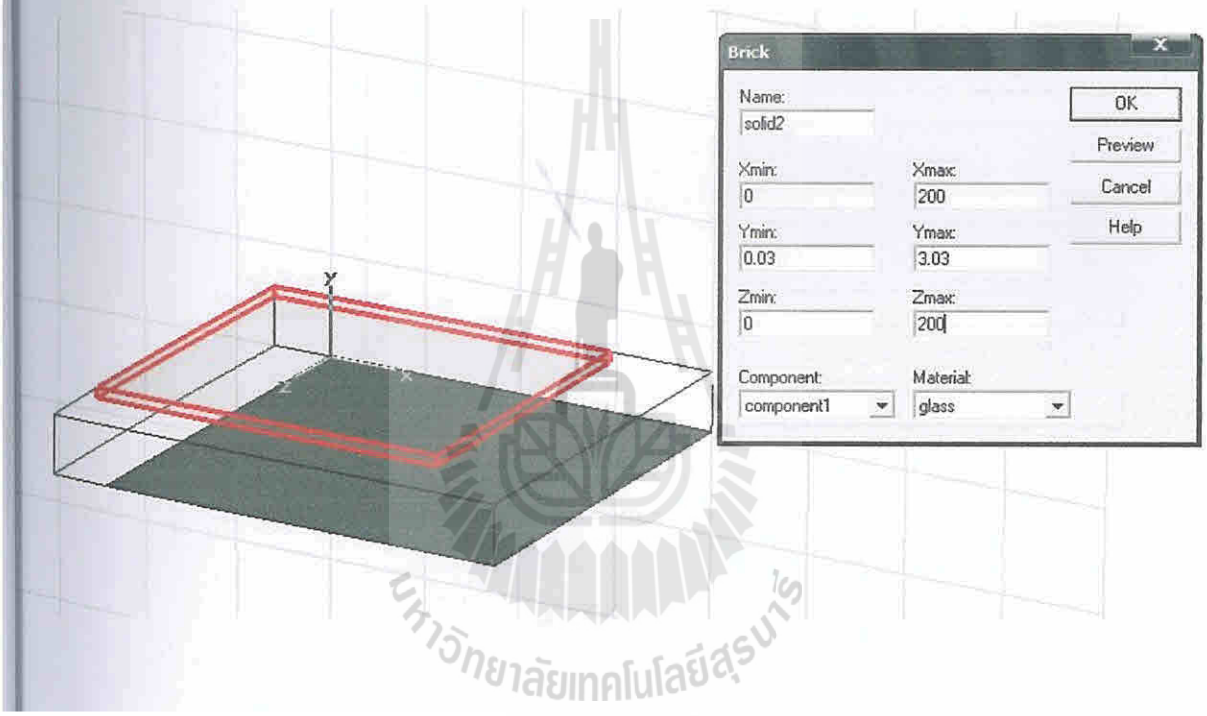
3.2.4.3 จากนั้น สร้างแผ่น substrate

ให้ Xmin = 0 Xmax = 200 หมายถึงในแนวแกน X มีความยาวตั้งแต่ 0 – 200 mm

ให้ Ymin = 0.03 Ymax = 3.03 หมายถึงในแนวแกน Y มีความยาวตั้งแต่ 0.03-3.03 mm

ให้ Zmin = 0 Zmax = 200 หมายถึงในแนวแกน Z มีความยาวตั้งแต่ 0 – 200 mm

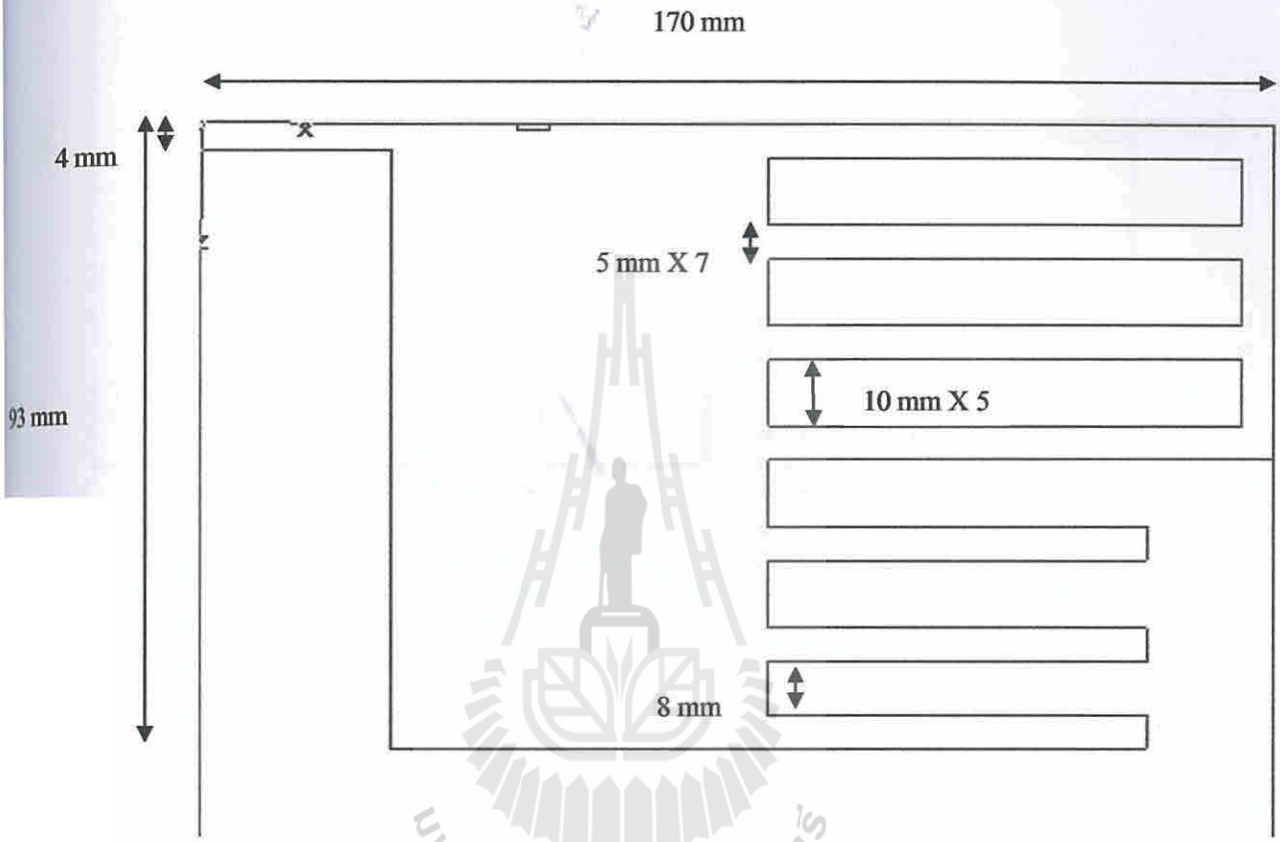
แล้วเลือก Material ให้เป็น glass แล้วกด Ok



รูปที่ 3.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

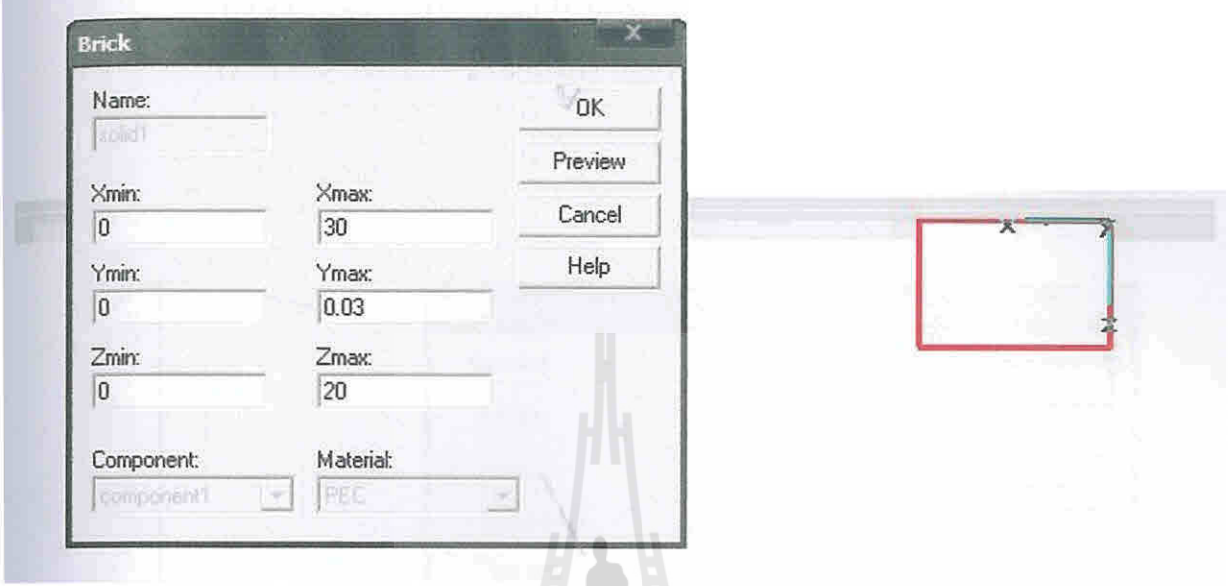
3.2.5 ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแผ่นลายสัญญาณ แล้วแต่ใครจะต้องการออกแบบอย่างไร จากนั้นเราก็จะได้ลายตามที่เราต้องการ การปรับลายวงจร ต้องทำให้มีขนาดไม่ใหญ่มากและกราวด์ก็ไม่ใหญ่มากเช่นเดียวกัน เพื่อไม่ให้เป็นการบังการมองเห็น



รูปที่ 3.7

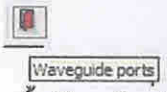
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.6 ในด้านของกราวด์ก็จะปรับให้น้อยที่สุด ดังนั้นการออกแบบที่ได้จึงทำให้ไม่บังวิสัยทัศน์ ในการขับขี่รถยนต์



รูปที่ 3.8

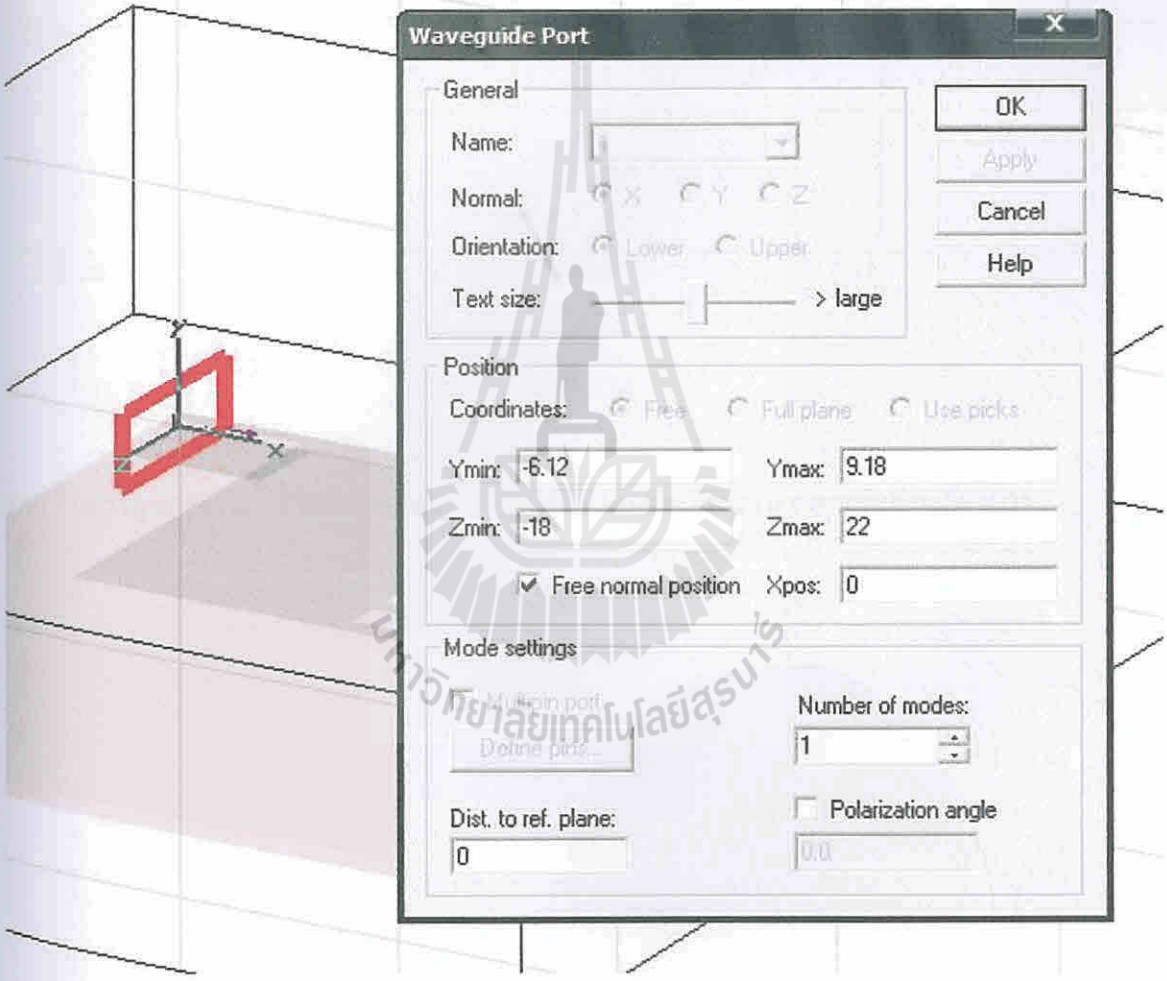
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.7 จะเป็นการแปะพล็อตในการประมวลผล ให้เลือกที่ 

Waveguide port จากนั้น เราจะให้สูตรคำนวณ ว่า ความยาว X 10 และ ความหนา X 5 จากนั้นจัด พล็อตให้ อยู่ตรงกลาง เราก็จะได้

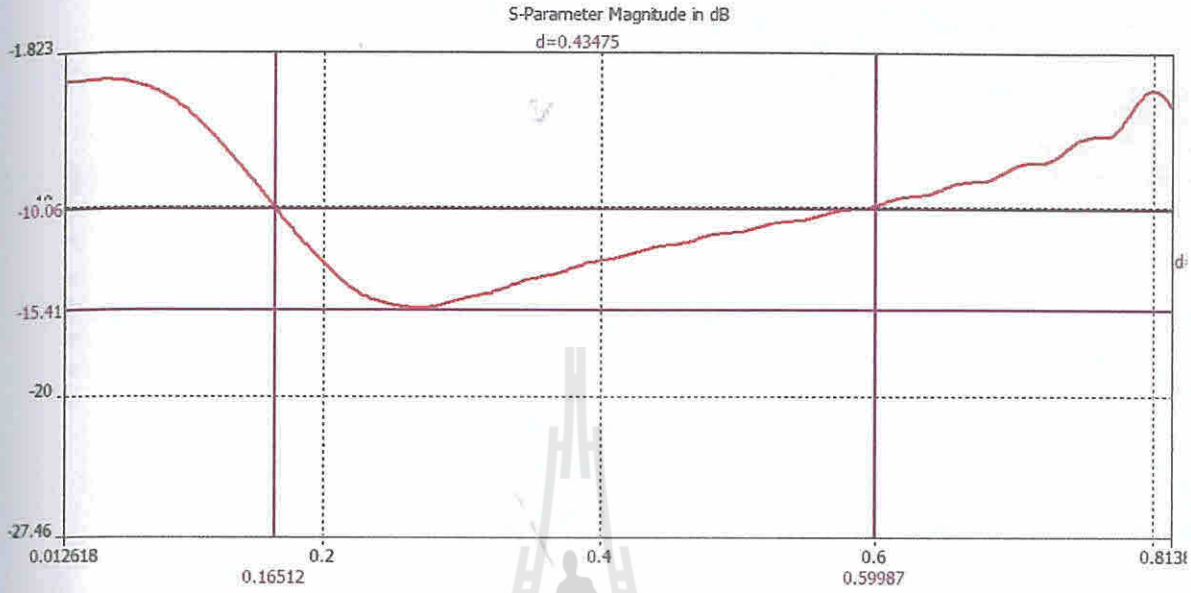
กว้าง x 10 => 4 x 10 = 40 จึงแบ่ง ได้เป็น Zmin = -18 และ Zmax = 22

ยาว x 10 => 3.06 x 5 = 15.3 จึงแบ่ง ได้เป็น Zmin = -6.12 และ Zmax = 9.18



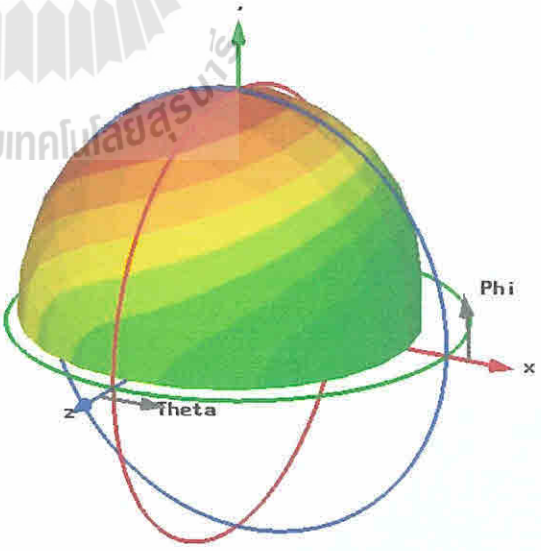
รูปที่ 3.9

3.2.8 ผลที่ได้ในการซิม ให้ไปดูที่ S11 โดยไปที่ 1D Results >> lS1 dB จะได้ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมออกมา จะเห็นว่าผลที่ได้ ครอบคลุมความถี่ ที่เราต้องการคือ 175 -560 MHz



รูปที่ 3.10

3.2.9 เป็นการดู แพทเทิลใน โปรแกรม CST โดยไปที่ Farfields ก็จะเห็น แพทเทิลที่เราต้องการ

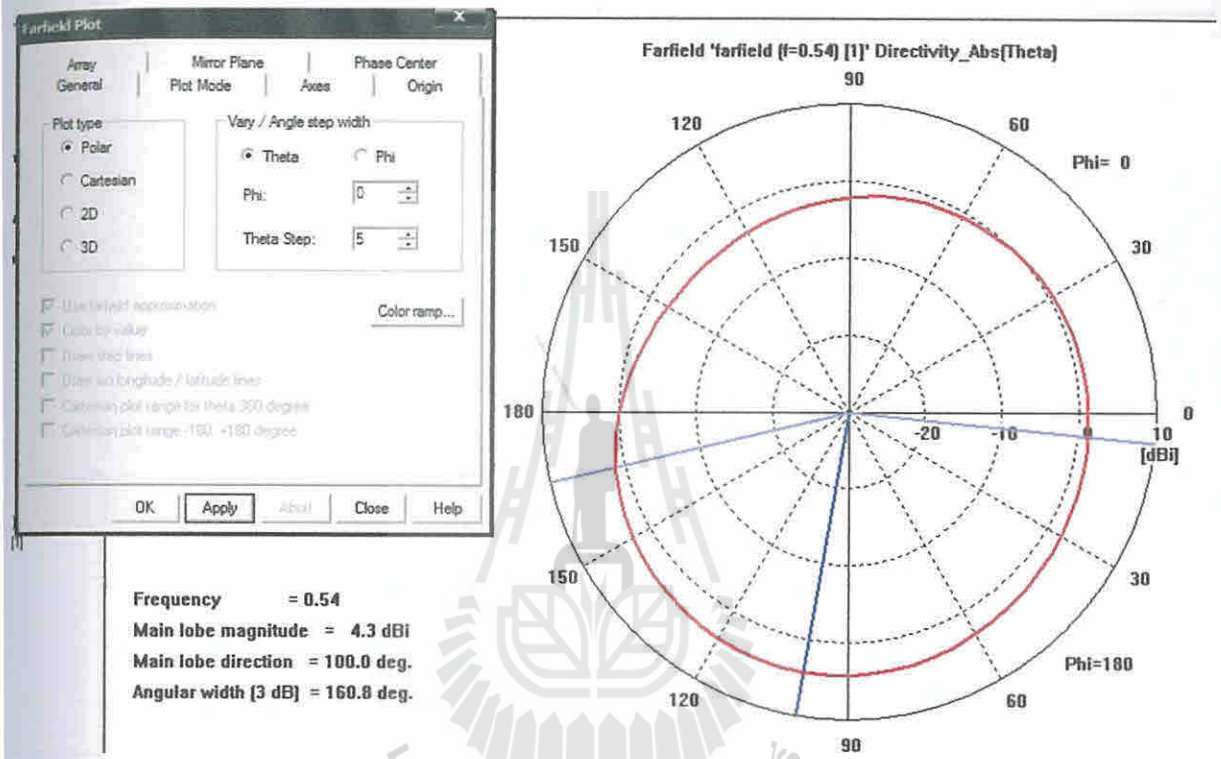



```
Type           = Farfield
Approximation  = enabled (kR >> 1)
Monitor        = farfield (f=0.54) [1]
Component      = Abs
Output         = Directivity
Frequency      = 0.54
Rad. effic.    = 0.01272
Tot. effic.    = 0.01165
Dir.           =  5.117 dBi
```

รูปที่ 3.11

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

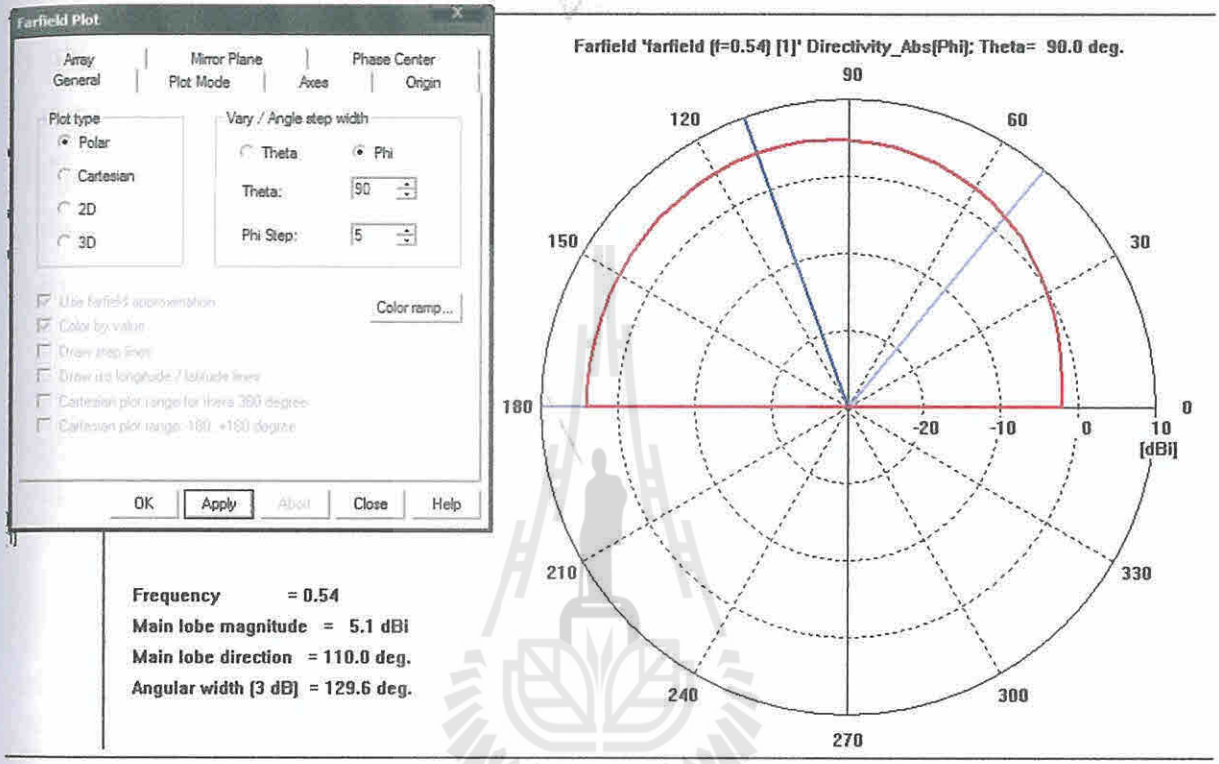
3.2.10 หากต้องการดู แบบ 2D เราสามารถทำได้โดยการ คลิ๊กขวาที่ รูป แพลเทิล >> Plot properties จะแสดงหน้าต่างขึ้นมา หากต้องการดู E-Plane ให้เลือก Polar >> Theta >> แล้วช่อง Phi ให้กรอกเป็น 0 แล้วตอบ Ok



รูปที่ 3.12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3.11 ถ้าต้องการดู แบบ 2D เราสามารถทำได้โดยการ คลิ๊กขวาที่ รูป แพลเทิล >> Plot properties จะแสดงหน้าต่างขึ้นมา หากต้องการดู H-Plane ให้เลือก Polar >> Phi >> แล้วช่อง Phi ให้กรอกเป็น 90 แล้วตอบ Ok



รูปที่ 3.13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การวัดและการสร้างจริง

4.1 วัสดุอุปกรณ์

1.) แผ่นกระจก 2 แผ่น
2.) แผ่นทองแดง
3.) หัวต่อ SMA
4.) สายส่ง 2 เส้น
5.) หัวต่อ OPEN
6.) หัวต่อ SHORT
7.) หัวต่อ 50 โอห์ม
8.) เครื่อง network analyzer
9.) สายอากาศโมโนโพล

รูปที่ 4.1แผ่นกระจก

รูปที่ 4.2แผ่นทองแดง

รูปที่ 4.3สายส่ง 2 เส้น

รูปที่ 4.4 หัวต่อ network analyzer

รูปที่ 4.5หัวต่อ network analyzer

รูปที่ 4.6หัวต่อ network analyzer

รูปที่ 4.7

รูปที่ 4.8 หัวต่อ open

รูปที่ 4.9 หัวต่อ short

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.10 หัวต่อ 50 โอห์ม

รูปที่ 4.11เครื่อง network analyzer

รูปที่ 4.12สายอากาศโมโนโพล

4.2 ขั้นตอนการออกแบบ

4.2.1) ออกแบบลายของสายอากาศไมโครสตริปในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 จนได้คุณสมบัติตรงตามสายอากาศที่ใช้รับคลื่นโทรทัศน์

4.2.2) เมื่อได้ลายตามความต้องการแล้ว นำแผ่นทองแดงติดลงบนแผ่นกระจก ให้ตรงกับลายที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม

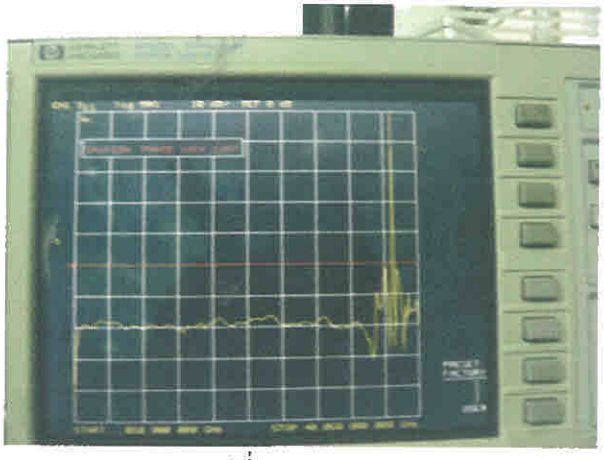
4.2.3)นำหัวต่อ SMA ต่อเชื่อมกับแผ่นกระจก เพื่อทำหน้าที่ป้อนสัญญาณเข้าที่สายอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.13

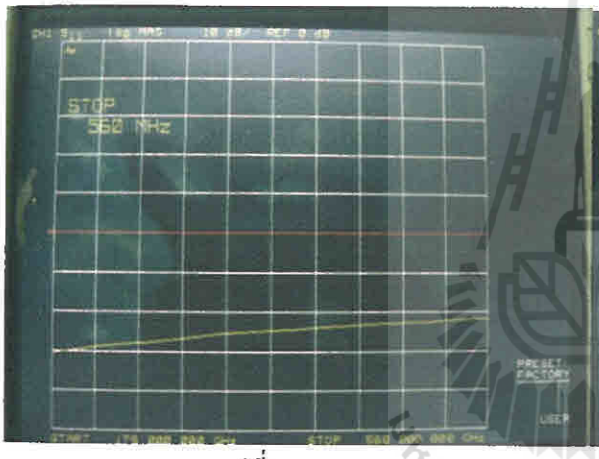
4.2.4) ทำการ Calibrate

- เปิดเครื่อง Network analyzer นำหัวต่อ ต่อเข้ากับสายด้านหนึ่งของเครื่อง Network analyzer
- กดปุ่ม Preset ที่เครื่อง Network analyzer จะขึ้นหน้าจอที่มีสัญญาณคลื่น

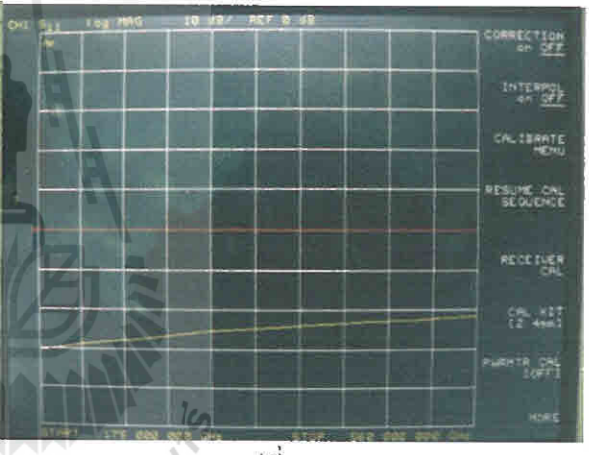


รูปที่ 4.14

- กดปุ่ม Start แล้วกดเลือกความถี่เริ่มต้น 175 MHz กดปุ่ม Stop กดเลือกความถี่สุดท้าย 560 MIz

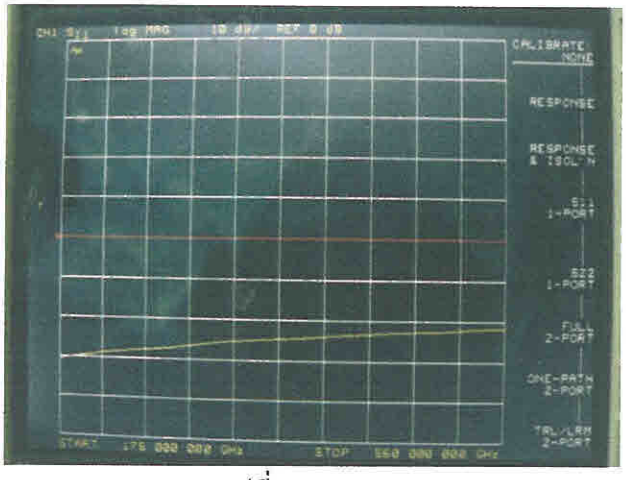


รูปที่ 4.15



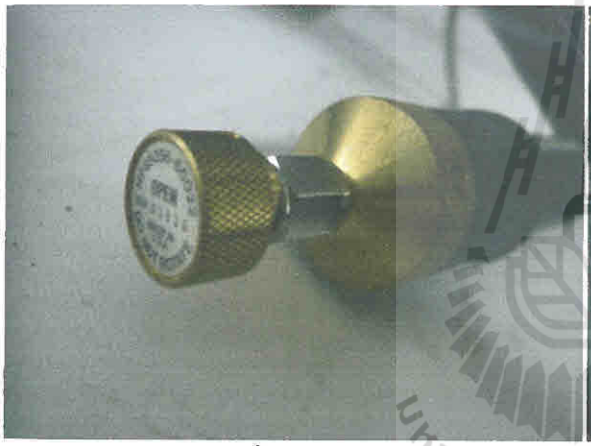
รูปที่ 4.16

- กดปุ่ม Cal จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 4.16 จากนั้นกดเลือกคำว่า CALIBRATE MENU ที่หน้าจอ
- จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 4.17 เลือก S 22 1-PORT

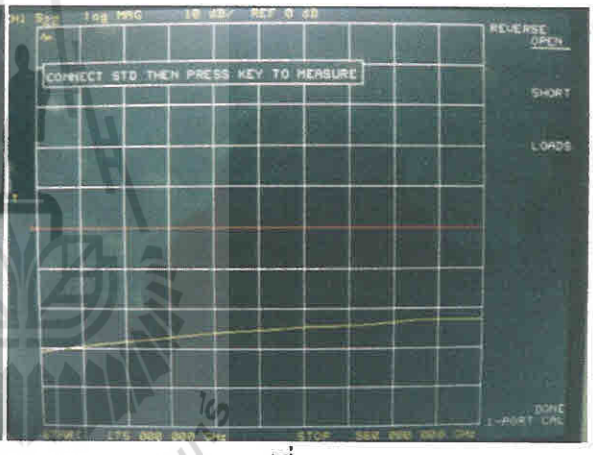


รูปที่ 4.17

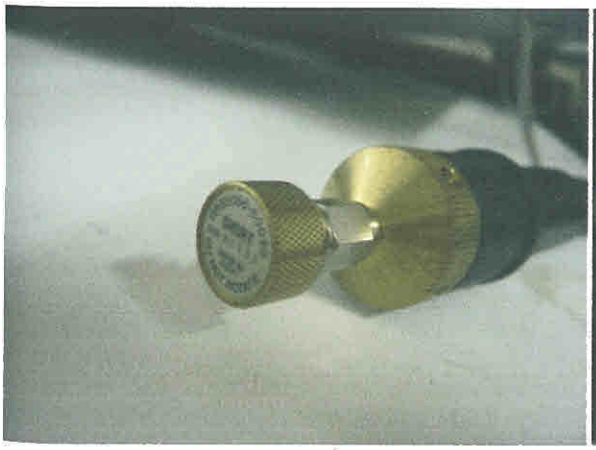
- ต่อหัวต่อ OPEN เข้าที่สายของเครื่อง Network analyzer เลือกคำว่า OPEN ที่หน้าจอ
- ต่อหัวต่อ SHORT เข้าที่สายของเครื่อง Network analyzer เลือกคำว่า SHORT ที่หน้าจอ



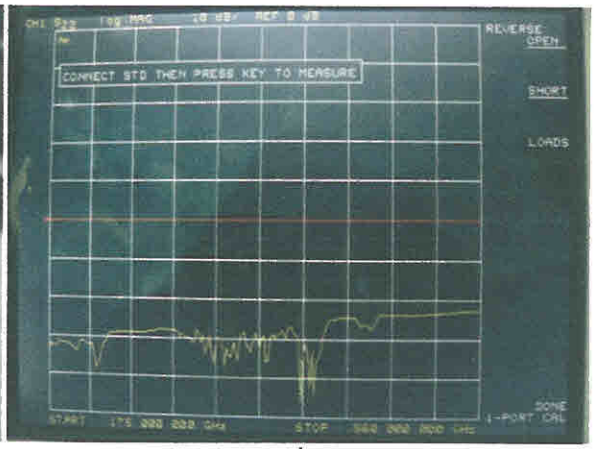
รูปที่ 4.18



รูปที่ 4.19



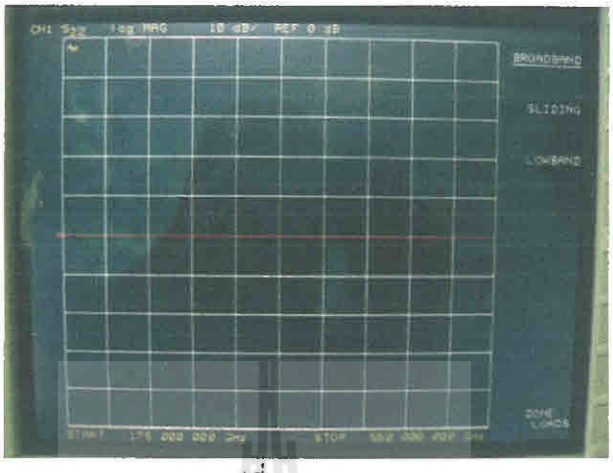
รูปที่ 4.20



รูปที่ 4.21

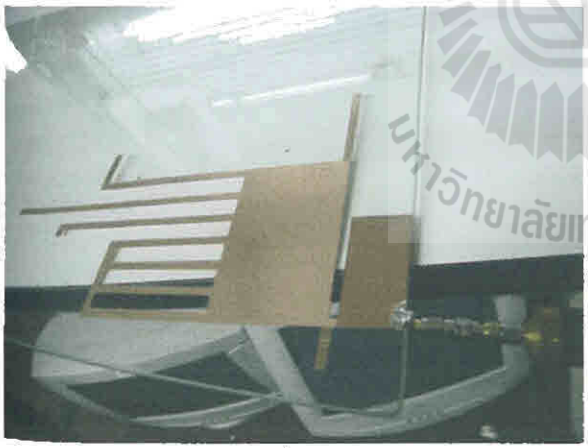
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- ต่อหัวต่อ 50 โอห์ม เข้าที่สายของเครื่อง Network analyzer เลือกคำว่า LOADS ที่หน้าจอ จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 4.22 กดคำว่า BROADBAND

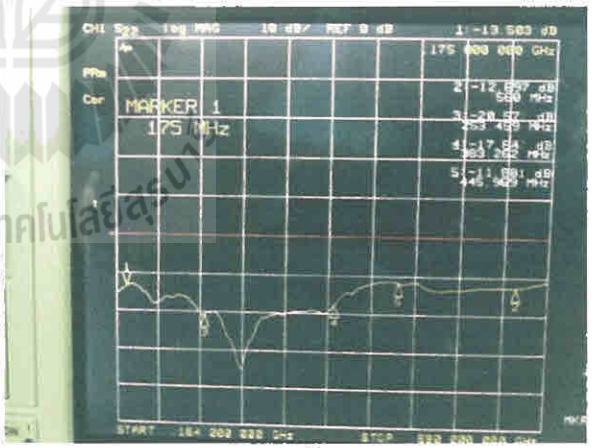


รูปที่ 4.22

4.2.5) วัดสัญญาณสายอากาศ โดยใช้เครื่อง Network analyzer ต่อตามรูปที่ 4.23 ให้ได้ความถี่ในช่วง 175 MHz-560MHzที่สามารถรับคลื่นโทรทัศน์ ตกต่ำกว่า -10 dB



รูปที่ 4.23



รูปที่ 4.24

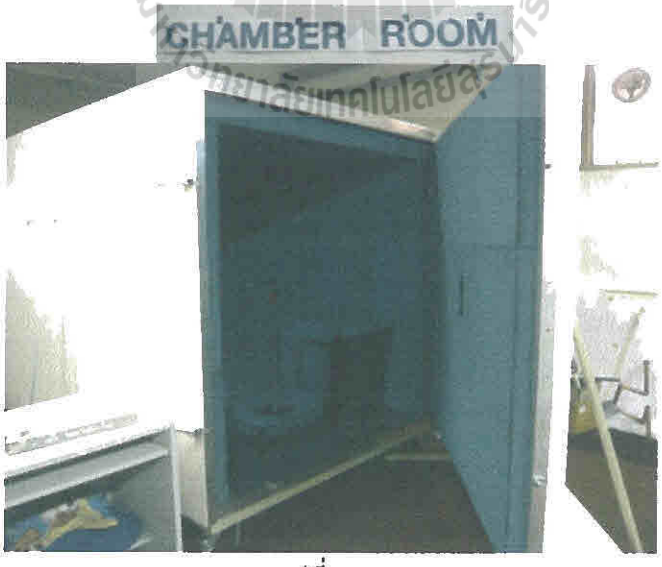
4.2.6) นำสายอากาศที่จะนำไปวัดการโพลาไรซ์ มาทำการวัดความถี่ โดยต่อตามรูปที่4.25 วางสายอากาศในแนวตั้งให้ตั้งฉากกับพื้น

รูปที่ 4.25

รูปที่ 4.26

4.2.7) การวัด POLARIZE

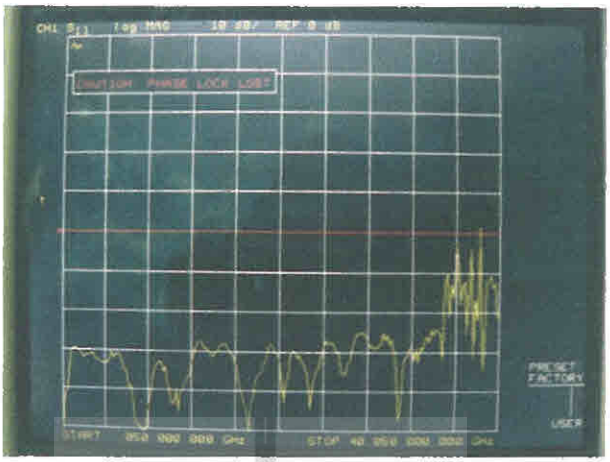
- ทำการวัด POLARIZE ในห้องปฏิบัติการ (CHAMBER ROOM) รูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27

4.2.8) ทำการ Calibrate สายส่งทั้งสองเส้น

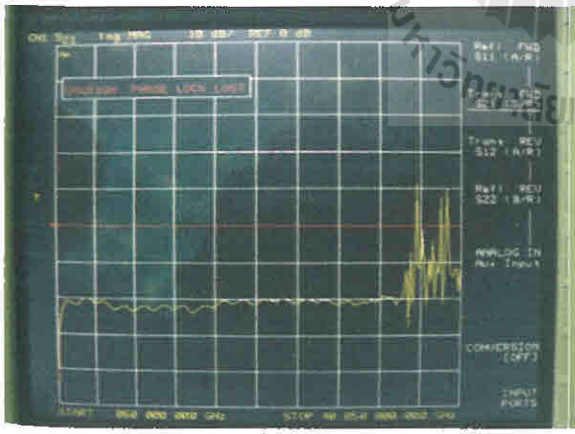
- กดปุ่ม Preset บนเครื่อง Network analyzer จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 4.28



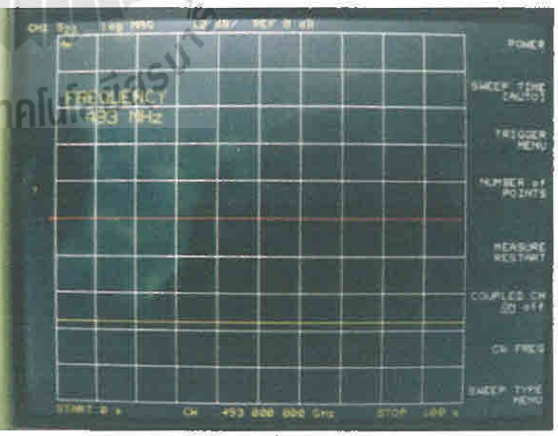
รูปที่ 4.28

- หลังจากนั้นกดปุ่ม Meas หน้าจอจะขึ้นให้เลือกทางด้านขวามือ เลือก Trans:FWD S21 (B/R)

- กดปุ่ม Menu บนเครื่อง Network analyzer และกด CW FREQ เลือกความถี่ของสายอากาศโมโนโพลที่ทำการวัด Polarize (493MHz)



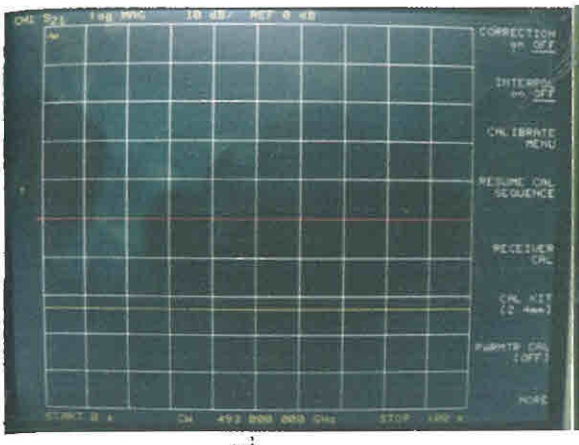
รูปที่ 4.29



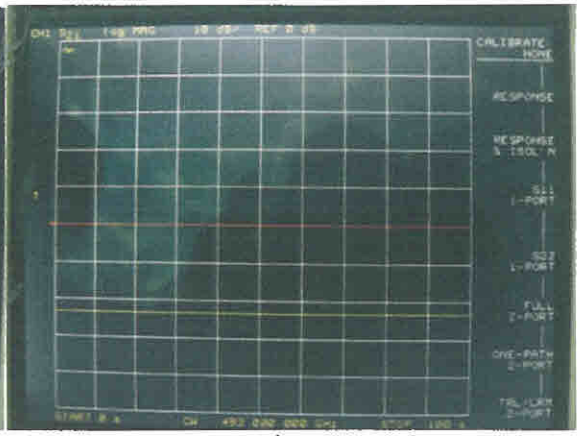
รูปที่ 4.30

- กดปุ่ม Cal จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่ 4.31 เลือกคำว่า Calibrate Menu ทางขวามือของหน้าจอ

- หลังจากนั้น เลือก Response และเลือก Thru



รูปที่ 4.31



รูปที่ 4.32

4.2.9) ต่อสายส่งเข้าที่แผ่นกระจกที่ติดแผ่นทองแดงด้านหนึ่ง ปลายสายส่งอีกด้านหนึ่งนำสายอากาศที่จะทำการ Polarize มาต่อเข้า

4.2.10) ทำการตั้งกระจกตามรูปที่ 4.33 หมุนสายอากาศไปทีละ 90 องศา จนถึง 360 องศา

4.2.11) สังเกตดูค่าที่วัด ว่าแนวใดที่มีการ Polarize มากที่สุด นั่นคือ แนวของการ Polarize ของสายอากาศ

4.2.12) เมื่อรู้แนวการ Polarize จึงทำการวัดหาค่าการ Polarize ในทุกๆ 5 องศา เพื่อนำไป วาดกราฟดูผลการ Polarize

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.33

รูปที่ 4.34

รูปที่ 4.35

รูปที่ 4.36

4.2.13) <u>การวัด PATTERN</u>

- ต่อสายส่งเข้ากับแผ่นกระจกที่ติดแผ่นทองแดงเรียบร้อยแล้ว ทั้งสองแผ่น แล้วนำมาวางในแนวระนาบ เอช (H plane) ตามรูปที่ 4.38 ห่างกันเป็นระยะทาง 1 เมตร
- ทำการหมุนแป้นมุม ตั้งแต่ 0 องศา แล้วบันทึกค่า เพิ่มมุมไปเรื่อยๆทีละ 5 องศา จนถึง 360 องศา
- จากนั้น ทำการวัดในระนาบ อี (E plane) วางกระจกตามรูปที่ 4.37 ทำซ้ำข้อ 10.)
- เมื่อได้ค่าทั้งระนาบ อี และ ระนาบ เอช แล้ว นำค่าไปวาดกราฟ Pattern

รูปที่ 4.37

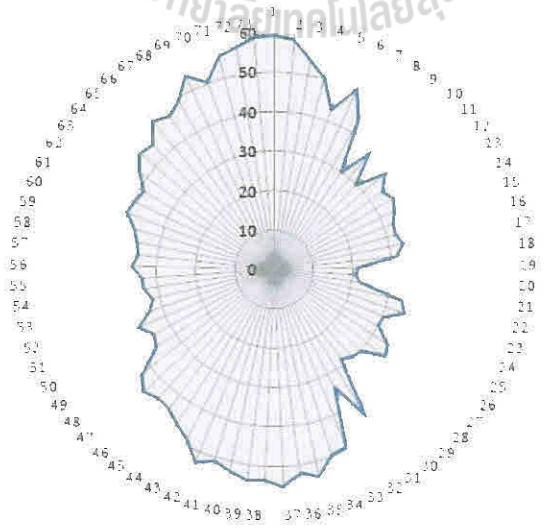
รูปที่ 4.38

4.3 ผลการวัด

4.3.1) ผลการวัดการ Polarization

Polarizationของคลื่นที่แพร่กระจายนั้น หมายถึงรูปที่แสดงคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่กระจายออกไป และขนาดของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าซึ่งแปรผันตามเวลา รูปแสดงPolarizationจะแสดงการกวาดของยอดของเวกเตอร์สนามไฟฟ้าที่เวลาต่าง ๆ ณ ตำแหน่งที่ทำการสังเกตคงที่และการสังเกตนี้จะทำโดยมองตามหลังคลื่นที่เดินทางไป สำหรับโพลาไรเซชันของสายอากาศในทิศทางหนึ่งทิศทางใดจะเป็นโพลาไรเซชันของคลื่น ที่แพร่กระจายออกจากสายอากาศนั้นเมื่อเป็นสายอากาศส่ง หรือเป็นโพลาไรเซชันของคลื่นที่มาตกกระทบสายอากาศนั้นจากทิศทางที่กำหนดและมีกำลังงานที่ขั้วของสายอากาศมากที่สุด ถ้าหากไม่ได้กำหนดทิศทางมาให้จะหมายถึงทิศทางที่สายอากาศมีอัตราขยายมากที่สุด ดังนั้น Polarizationของสายอากาศในทิศทางที่ต่างกันจะแตกต่างกันการแบ่งชนิดของ Polarization ขึ้นอยู่กับลักษณะการหมุนของยอดของเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าถ้าเวกเตอร์ที่แสดงสนามไฟฟ้าแปรผันกับเวลา ณ จุดใด ๆ ในอากาศอิสระชี้เป็นเส้นตรงเสมอจะเรียกว่าเป็นโพลาไรเชิงเส้นแต่ถ้าสนามไฟฟ้ามีการหมุนรูปวงรี จะเรียกสนามแบบนั้นว่าเป็น Polarize เชิงวงรี ทั้งโพลาไรซ์เชิงเส้น และโพลาไรซ์เชิงวงกลมต่างก็เป็นกรณีพิเศษของโพลาไรซ์เชิงวงรี

การเปลี่ยนมุมตั้งรับการตั้งมุมเอียงรับแนวระนาบสนามไฟฟ้าที่ 0 องศากำหนดชื่อการเอียงมุมที่ตำแหน่งนี้ว่าเป็น Vertical เป็นแกนหลักและเอียงมุม 90 องศาเป็นแกนรองกำหนดการเรียกชื่อการเอียงมุมที่ตำแหน่งนี้ว่าเป็น Horizontal

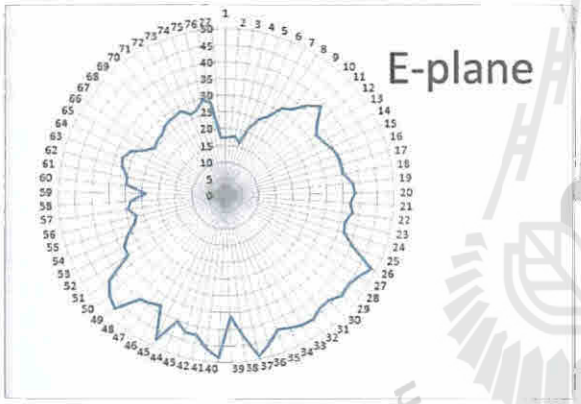


รูปที่ 4.39เป็นการแสดงทิศทางของการ Polarize

จะเห็นได้ว่าเป็นการPolarize ในแกน Vertical เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์เป็นการPolarize ในแกน Horizontal ดังนั้นควรติดกระจกในแนวตั้ง (หรือ เอียง 90 องศาจากการทดลอง) รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ ส่งผลต่อการลดทอนสัญญาณ สายอากาศที่มีการแพร่กระจายคลื่นแบบ Vertical polarization จะมีการลดทอนน้อยกว่า การแพร่กระจายคลื่นแบบ horizontally polarization

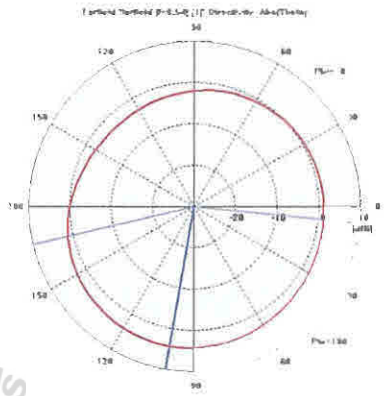
4.3.2) ผลการวัด Pattern

Pattern เป็นการบอกคุณสมบัติในการแผ่กำลังงานของสายอากาศในรูปของกราฟิก ในการพิจารณาแบบรูปการแผ่กำลังงานจะต้องกระทำในบริเวณสนามระยะไกล เพื่อให้ทราบถึงการติดตั้งของสายอากาศ



ระนาบ อี

รูปที่ 4.40 ผลการวัด Pattern ในโปรแกรม Microsoft excel

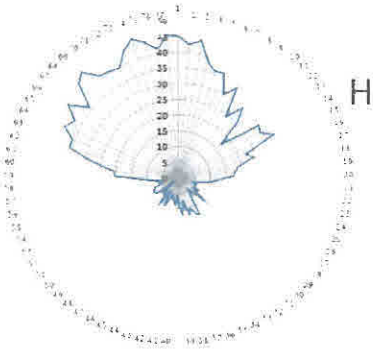


ระนาบ อี

รูปที่ 4.41 ผลการวัด Pattern ในโปรแกรม cst

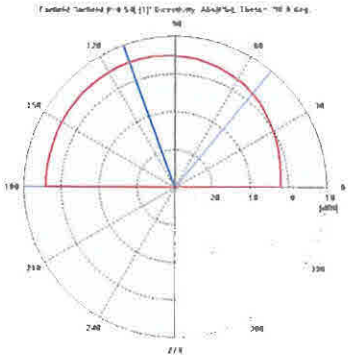
จากรูปที่ 4.40 และรูปที่ 4.41 ผลการวัด Pattern ในระนาบ อี จะเห็นว่าการแผ่กระจายคลื่นในโปรแกรม Microsoft excel มีลักษณะการแผ่กระจายคลื่นใกล้เคียงกับในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ระนาบ เอช

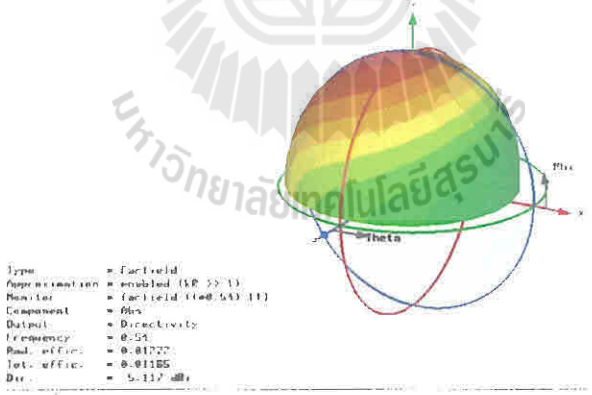
รูปที่ 4.42 ผลการวัด Pattern ในโปรแกรม Microsoft excel



ระนาบ เอช

รูปที่ 4.43 ผลการวัด Pattern ในโปรแกรม cst

จากรูปที่ 4.42 และรูปที่ 4.43 ผลการวัด Pattern ในระนาบ เอช จะเห็นว่าการแผ่กระจายคลื่นในโปรแกรม Microsoft excel มีลักษณะการแผ่กระจายคลื่นใกล้เคียงกับในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5

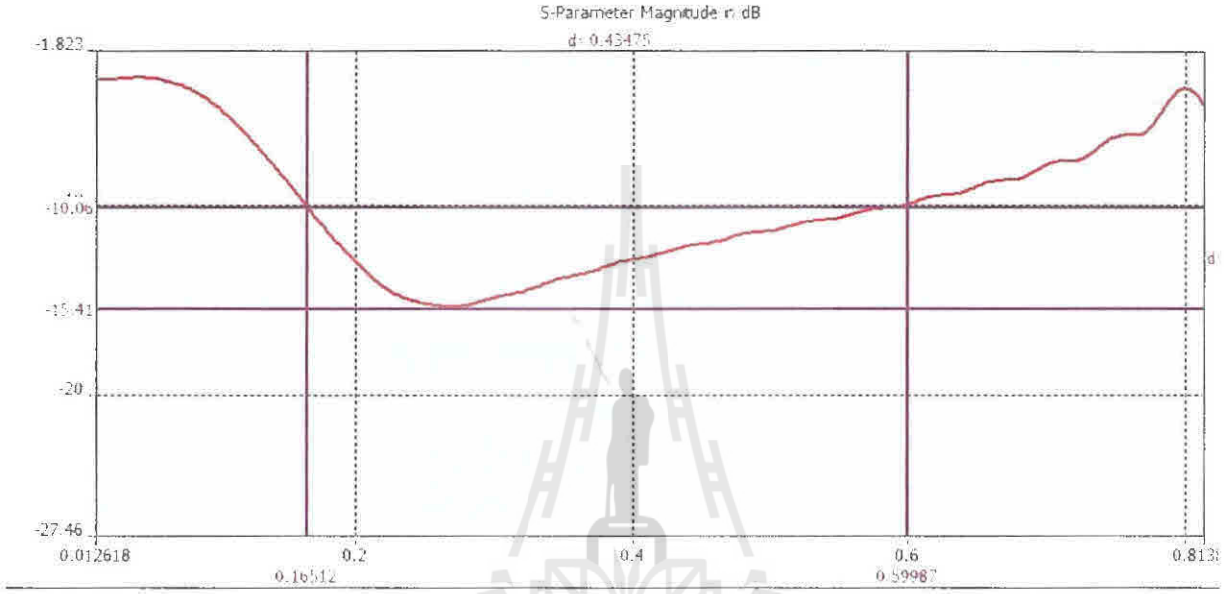


รูปที่ 4.43 ผลการวัด Pattern สามมิติ ในโปรแกรม cst

จากPattern ที่ได้ ควรติดตั้งกระจก ให้ลายของสายอากาศออกข้างนอกรถยนต์ เพื่อให้การรับสัญญาณมีประสิทธิภาพสูงสุด และควรติดไว้ที่กระจกหน้ารถยนต์ เพื่อไม่ให้ตึกหรืออาคารบังสัญญาณที่จะรับ

4.3.3 ผลการวัด S parameter (S 11)

จากรูปที่ 4.44 จะเห็นว่า S parameter(S 11) ต่ำกว่า – 10 dB มีความถี่ตั้งแต่ 165-599 MHz ซึ่งครอบคลุมความถี่ที่ต้องการ คือ 175 -560 MHz จากทฤษฎีสามารถรับคลื่นโทรทัศน์ได้



รูปที่ 4.44

4.3.4 ผลการคำนวณอัตราขยาย

จาก $Pr = Pt + GAINt + GAINr - Loss$

$$Loss = 20 \log \frac{4\pi r}{lamda}$$

เนื่องจากสายอากาศเป็นตัวเดียวกัน มีลักษณะเหมือนกัน จึงได้ว่า

$$Pr\text{-}Pt = 2gain + Loss$$

จะได้ค่า $Pr\text{-}Pt = -1.6$ dB (คือกำลังสูงสุด)

$Loss = 25.23$ (เมื่อ r = 0.8m)

ดังนั้นจะได้ gain = 11.8 dB

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

โครงงานนี้ทำการออกแบบสายอากาศ แบบไมโครสตริป เพื่อรับสัญญาณโทรทัศน์ บนกระจกรถยนต์ขึ้นโดยใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เพื่อที่จะเปรียบเทียบกับสายอากาศที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเนื่องจากสายอากาศรับสัญญาณโทรทัศน์ เป็นแบบ monopole ซึ่งมีขนาดใหญ่และเป็นเสา ทำให้อาจจะไปเกี่ยวกับกิ่งไม้ได้ง่าย จากข้อมูลสายอากาศ monopole มีความสามารถในการรับคลื่นต่ำและในท้องตลาด สายอากาศรับสัญญาณโทรทัศน์มีราคาสูง

จากการออกแบบ การสร้างชิ้นงานสายอากาศแบบไมโครสตริป ที่ความถี่โทรทัศน์ จะเห็นว่าสายอากาศแบบไมโครสตริป ที่ออกแบบ จะสะดวกในการติดตั้ง การดูแลรักษา ง่ายต่อการระมัดระวังในการเสียหายของสายอากาศได้ และคุณสมบัติในการใช้งาน ทั้ง S11 Gainมีคุณสมบัติที่ดีกว่า และต้นทุนในการต่ำกว่าในท้องตลาดมาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

- ต้องใช้เวลานานในการศึกษาและออกแบบสายอากาศในโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO
- การใช้เครื่องวัด network analyzer ในการวัดค่า อาจคลาดเคลื่อนให้ผลไม่ตรงตาม CST จึงต้องมีการออกแบบให้ได้ค่าที่สูงๆ
- การวัดผลในเครื่อง network analyzer มีความต่างกันในการวัดแต่ละครั้ง ได้ค่าที่ไม่เหมือนกัน อาจเกิดจากสภาพแวดล้อม ห้องที่ใช้วัดสายอากาศ
- เนื่องจากกระจกมีขนาดใหญ่ ทำให้การวัดผลเป็นไปได้ยากและ หัวต่อ SMA หลุดได้ง่าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

- การวัดค่าต่างๆ ควรวัดในห้องที่ไม่มีสัญญาณรบกวน เพราะจะทำให้ค่าไม่คลาดเคลื่อนกันมาก
- การวางตำแหน่งของสายอากาศในการวัดแต่ละครั้ง ควรวางในตำแหน่งเดียวกัน เพราะตำแหน่งก็มีผลทำให้ค่าต่างๆเปลี่ยนได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกันยรัตน์ ศรีหวัง เกิดวันที่17 เดือน เมษายน พ.ศ.2532
ภูมิลำเนา ตำบลสระใคร อำเภอสระใคร จังหวัดหนองคาย
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร
อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย เมื่อปีพ.ศ.2549
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวเกล็ดนทีทิพย์ เกษียรพรมราช เกิดวันที่9 เดือน มกราคม พ.ศ.2532
ภูมิลำเนา ตำบลตูม อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนมารีย์วิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีพ.ศ.2549
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายธนานิติ พรหมวงศา เกิดวันที่28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2532
ภูมิลำเนา ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนท่าบ่อ
อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย เมื่อปีพ.ศ.2549
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] USA, "Federal Communications Commission,"category,28 April 2008,30 April 2008 http://www.fcc.gov

[2] Todovoric,Alecsandra Louis,Television technology demystified,Burlington:Elsevier,2006.

[3] Bray,John,Innovation and the communications revolution,London:The Institution of Electrical Engineering,2002.

[4] Grob,Bernard,Basic television and video system,5th ed.Singapore:McGrow-Hill,1984.

[5] ประเทศไทย, "ศูนย์เทคโนโลทางการศึกษา,"ดิจิทัล,25 เมษายน 2550 http://www.ceted.org/

[6] กรัลลา,เพรสตัน,เทคโนโลยีไร้สายทำงานอย่างไร,แปลโดย สุขสันต์ เรือนแก้ว,กรุงเทพฯ:ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2548.

[7] ปรัชญนันท์ นิลสุข,ทฤษฎีและการทำงานเครื่องรับโทรทัศน์เบื้องต้น,กรุงเทพฯ:ซีเอ็ด ยูเคชั่น,2541.

[8] Frenzel,Louis E.Communication electronic, 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill,2000.

[9] เจน สงสมพันธ์และนิคม อนันต์ทิพย์,เทคโนโลยีโทรทัศน์.พิมพ์ครั้งที่2,กรุงเทพฯ:สถาบันอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพฯ,2534.

[10] วิศวกรรมสายอากาศ, Antenna Engineering (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ วงศ์สรรค์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี