สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

WiMAX ANTENNA

จัดทำโดย

นางสาวเสาวภา อินทรพาณิชย์ รหัสประจำตัว B5009381

นางสาวเบญจพร จตุเทน รหัสประจำตัว B5015207

รายงานนี้เป็น ส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัย)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2553

โครงงาน	สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป
จัดทำโดย	นางสาวเสาวภา อินทรพาณิชย์
	นางสาวเบญจพร จตุเทน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษา	2/2553

บทคัดย่อ

(Abstract)

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี Board band ไร้สาย WiMAX เทคโนโลยีนี้สามารถทำงานได้ในรัศมีที่ไกลๆ ออกไปเป็นกิโลเมตร สามารถส่งกระจายสัญญาณได้แม้กระทั้งมีสิ่งกีดขวางอยู่ก็ตาม ในท้องตลาด มีสายอากาศออกมาจำหน่ายหลายรูปแบบ วัสดุที่ใช้ในการผลิตก็แตกต่างกันไป คุณภาพ คุณสมบัติที่ใช้ก็เช่นกัน ดังนั้น โครงงานชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป ที่ใช้ในการสื่อสารแบบไร้สาย จุดเด่นของสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป คือมีน้ำหนักเบา มีขนาดเล็กกะทัดรัด ง่ายต่อการสร้างและติดตั้ง โดยโครงงานนี้ทำการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริปขึ้นเพื่อที่จะเปรียบเทียบกับสายอากาศที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งจะพัฒนาจาก อัตราขยาย (Gain) แถบกว้างของความถี่ (bandwidth) เป็นตัวพัฒนาของระบบ โดยมีความถี่ใช้งานในย่านความถี่ 3.5 GHz

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การจัดทำโครงงานเพื่อทำการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริปนี้ ส่งผลให้คระผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆมากมาย โครงงานชิ้นนี้สามารถเสร็จสิ้นสมบูรณ์ได้เนื่องด้วยความกรุณาของบุคคลหลายท่านที่คอยช่วยเหลือและคอยให้คำปรึกษารวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอแสดงความขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านซึ่งบุคคลเหล่านั้นประกอบด้วย

ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและแนะนำในทุกๆด้าน รวมถึงการให้แนวคิดการดูแลเอาใจใส่ติดตามงานและแนะแนวทางในการเขียนรายงาน ให้แก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด

นางสาวปณิฏฐาท์ อาจหาญ เลขาประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำหรับคำแนะนำในการจัดทำรายงาน

นางสาวอารียา บำรุงสุข และ นางสาวชมพูนุท ยอดนวล ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องวัด รวมถึงการสอนการใช้งานโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เบื้องต้น

เพื่อนๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือที่ดีทุกๆ ด้านตลอดจนกำลังใจที่มอบให้แก่คณะผู้จัดทำตลอดมา

สุดท้ายผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา ซึ่งเป็นผู้ให้โอกาสทางการศึกษาและคอยสนับสนุน รวมทั้งกำลังใจที่คอยมอบให้ตลอดมาอย่างหาที่เปรียบมิได้

ผู้จัดทำ

นางสาวเสาวภา อินทรพาณิชย์

นางสาวเบญจพร จตุเทน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตการทำงาน 1

1.4 ขั้นตอนการทำงาน 1

บทที่ 2 สายอากาศ WiMAX และสายอากาศไมโครสตริป

2.1 สายอากาศ WiMAX 3

2.1.1 บทนิยาม 4

2.1.2 เทคโนโลยีของ WiMAX 5

2.1.33 ระบบเครือข่าย WiMAX 10

2.1.4 รูปแบบ WiMAX 11

2.2 สายอากาศ 12

2.2.1 ประเภทของสายอากาศแบบต่างๆ 12

2.2.2 ลักษณะของเสาสัญญาณ 16

2.2.3 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ 18

2.2.4 อัตราขยาย (gain) 19

2.3 สายอากาศไมโครสตริป (Microstrip Antenna) 19

บทที่ 3 การใช้งานโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เบื้องต้น

3.1 การเริ่มสร้างแบบจำลอง 22

3.2 Load from Material Library 23

3.3 การกำหนดหน่วย Units 23

3.4 การกำหนดความถี่ Frequency 24

3.5 การกำหนดขอบเขต Boundary Conditions 24

3.6 การป้อนพลังงานโดยการกำหนดพอร์ต 25

3.7 การกำหนด Field Monitors 27

3.8 การประมวลผล 28

3.9 การสร้างรูปทรงพื้นฐาน (Basic Shape Creation) 28

3.10 การสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม (Brick) 29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.10.1 การสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม (Brick) 29
3.10.2 การสร้างรูปทรงกลม (Sphere) 31
3.10.3 การสร้างรูปทรงกระบอก (Cylinder) 33
3.10.4 การสร้างรูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นวงรี (Elliptical Cylinder) 38
3.10.5 การสร้างรูปทรงกรวย (Cone) 41
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลโดยการใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5
4.1 สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป 42
4.1.1ชิ้นงานสายอากาศแบบไมโครสตริป 43
4.1.2 ตัวอย่างสายอากาศในท้องตลาด 47
4.1.3 วิเคราะห์ผล 48
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ
5.1 บทสรุป 49
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 49
5.3 ข้อเสนอแนะ 49
ประวัติผู้เขียน 50
บรรณานุกรม 51

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การติดต่อสื่อสารนับว่ามีบทบาทที่สำคัญในชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก ปัจจุบันโลกของเรากำลังเข้าสู่การสื่อสารแบบไร้สายอย่างเต็มตัว เนื่องจากการสื่อสารแบบไร้สายได้อำนวยความสะดวกและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ สายอากาศ WiMAX ก็เป็นอีกเทคโนโลยี Board band ไร้สายความเร็วสูงรุ่นใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้น พร้อมรองรับการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงในทุกสถานที่ สามารถส่งสัญญาณออกไปได้ไกลๆ พื้นที่ให้บริการ ครอบคลุม พื้นที่ได้กว้างขวาง ใช้เทคนิคของการแปลงสัญญาณที่มีความคล่องตัวสูงเพื่อการใช้งานบนมาตรฐาน IEEE 802.16a และยังใช้งานร่วมกับอุปกรณ์มาตรฐานชนิดอื่นๆ ตามท้องตลาดที่ออกมาก่อนหน้านี้ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นโครงงานชิ้นนี้ จึงได้ออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริปขึ้น เพื่อที่จะเปรียบเทียบกับท้องตลาด ว่ามีคุณภาพที่ดีกว่าหรือเท่ากับท้องตลาดหรือไม่ เช่น Gain ที่สูงขึ้น Bandwitch ที่กว้างขึ้น ใช้งานในย่านความถี่ 3.5 GHz และสามารถนำไปใช้งานได้จริง เหตุผลที่ใช้ไมโครสตริปในการออกแบบ ก็คือมีน้ำหนักเบา มีขนาดเล็กกะทัดรัด และง่ายต่อการออกแบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อออกแบบและวิเคราะห์สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป ที่ใช้งานในย่าน 3.5 GHz
2. เพื่อสร้างสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป ให้มีคุณสมบัติที่ดี เช่น ขนาด ,น้ำหนัก ,Gain , bandwitch , S_{11} ให้มีผลออกมามีค่าที่ดีกว่าหรือเท่ากับท้องตลาด

1.3 ขอบเขตการทำงาน

1. ศึกษาหาข้อมูลของ สายอากาศ WiMAX ที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ
2. ศึกษาโปรแกรม Computer Simultion Technology เพื่อใช้ในการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป และทดสอบ
3. ออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป และทดสอบ
4. สร้างอุปกรณ์ต้นแบบทั้งหมดและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

5. นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบเข้ากันเป็นตัวต้นแบบ
6. ทดสอบตัวต้นแบบที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

1.4 ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล WiMAX
2. ศึกษาโปรแกรม Computer Simultion Technology เพื่อใช้ในการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป
3. เขียนแบบเสนอโครงงานและนำเสนอโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
4. ออกแบบสายอากาศ WiMAX โดยใช้โปรแกรม
5. กัดแผ่นปริ้น เชื่อมหัวต่อ เพื่อให้ได้ สายอากาศ WiMAX
6. วัดค่าสายอากาศที่สร้างขึ้น
7. เปรียบเทียบ วิเคราะห์ และสรุปผลของสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป
8. เขียนรายงาน
9. นำเสนอโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

WiMAX สายอากาศไมโครสตริป

ในบทที่ 2 นี้จะศึกษาถึงเรื่องสายอากาศ WiMAX และสายอากาศไมโครสตริป ในส่วนของหัวข้อของ WiMAX จะกล่าวถึง บทนำ เทคโนโลยี WiMAX การจัดสรรความถี่ต่างๆ ระบบเครือข่าย WiMAX รูปแบบของ WiMAX ในส่วนของหัวข้อ สายอากาศจะศึกษาเกี่ยวกับ ประเภทของสายอากาศแบบต่างๆ รูปแบบต่างๆของสายอากาศ และในส่วนของสายอากาศไมโครสตริปจะกล่าวถึง ข้อดีข้อเสีย คุณสมบัติต่างๆที่ใช้ทำสายอากาศ รูปร่างของสายอากาศไมโครตริป เป็นต้น

2.1 WiMAX

ในยุคแรก ๆ ของการใช้งานเทคโนโลยี Board band ไร้สาย มักมุ่งไปที่การเชื่อมต่อแบบ จุดต่อจุด (Point-to-Point) โดยเชื่อมโยงระบบเครือข่ายภายในอาคาร 2 แห่งเข้าด้วยกัน เพื่อให้ติดต่อสื่อสารกันได้ ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อแบบนี้มีข้อจำกัด จึงได้มีการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจุดหนึ่งไปหลายๆ จุดได้ขึ้นมา เรียกว่า WiMAX ซึ่งย่อมาจาก Worldwide interoperability of Microwave Access เทคโนโลยีนี้สามารถทำงานได้ในรัศมีที่ไกล ๆ ออกไปเป็นกิโล เสมือนเป็น Hot Spotขนาดใหญ่WiMAX ถูกพัฒนาบนมาตรฐานของ IEEE 802.16 ภายหลังได้พัฒนาเป็น IEEE 802.16a ซึ่งมีความสามารถในการส่งกระจายสัญญาณแบบ Non line of sight ทำงานได้แม้กระทั่งมีสิ่งกีดขวางอยู่ นอกจากนี้ยังใช้ร่วมกับอุปกรณ์มาตราฐานอื่น ๆ ได้ด้วย ซึ่งเป็นเทคโนโลยี broadband ที่ได้รับความนิยม WiMAX ได้ถูกปรับปรุงประสิทธิภาพในการให้บริการรองรับการใช้งาน multimediaและเพิ่มส่วนของระบบความภัยให้กับเครือข่ายอีกด้วย

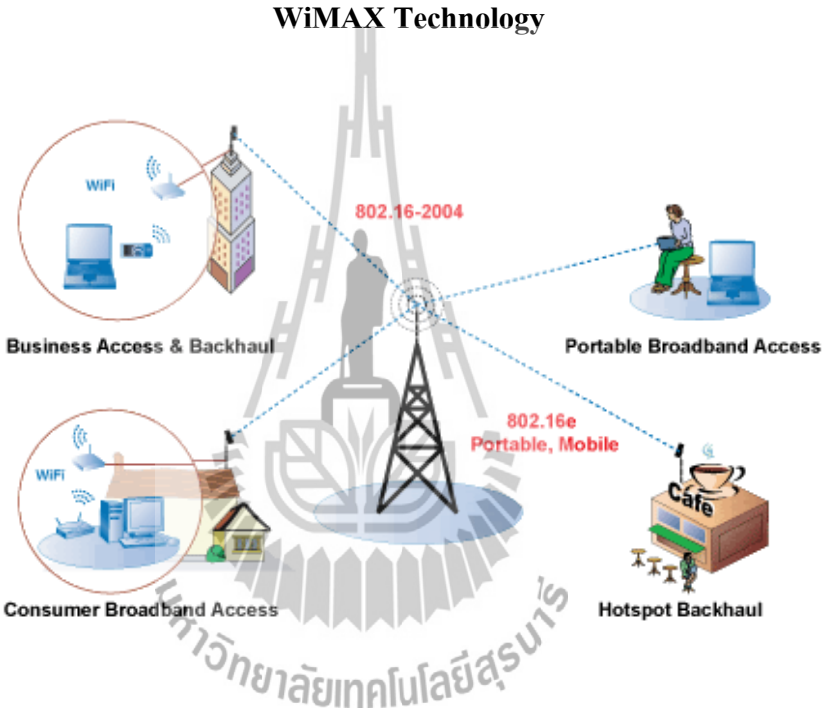
2.1.1 บทนิยาม

WiMAX เป็นชื่อเรียกเทคโนโลยีไร้สายรุ่นใหม่ล่าสุดที่คาดหมายกันว่า จะถูกนำมาใช้งานในอนาคตอันใกล้นี้ โดย WiMAX เป็นชื่อย่อของ Worldwide Interoperability for Microwave Access ซึ่งเป็นเทคโนโลยีบรอดแบนด์ไร้สายความเร็วสูงรุ่นใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาบนมาตรฐาน IEEE 802.16 ซึ่งมาก็ได้พัฒนามาตรฐาน IEEE 802.16a ขึ้น โดยได้การอนุมัติออกมาเมื่อเดือนมกราคม 2004 โดยสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือ IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ซึ่งมีรัศมีทำการที่ 30 ไมล์ หรือเป็นระยะทางประมาณ 50 กิโลเมตร ซึ่งนั่นหมายความว่า WiMAX สามารถให้บริการครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่าระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบ 3G มากถึง 10 เท่า ยิ่งกว่านั้นก็ยังมีอัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลสูงสุดถึง 75 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) ซึ่งเร็วกว่า 3G ถึง 30 เท่าทีเดียว โดยมาตรฐาน IEEE 802.16a หรือ WiMAX มีความสามารถในการส่งกระจายสัญญาณในลักษณะจากจุดเดียวไปยังหลายจุด (Point-to-multipoint) ได้พร้อมๆ กัน โดยมีความสามารถรองรับการทำงานในแบบNon-Line-of-Sight ได้ สามารถทำงานได้แม้กระทั่งมีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ หรือ อาคารได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ WiMAX สามารถช่วยให้ผู้ที่ใช้งาน สามารถขยายเครือข่ายเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้กว้างขวางด้วยรัศมีทำการถึง 31 ไมล์ หรือประมาณ 48 กิโลเมตร และมีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดถึง 75 Mbps มาตรฐาน IEEE 802.16a นี้ใช้งานอยู่บนคลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ระหว่าง 2-11 กิกะเฮิรตซ์ (GHz) และยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์มาตรฐานชนิดอื่นๆ ที่ออกมาก่อนหน้านี้ได้เป็นอย่างดี

จากจุดเด่นของการทำงานของ WiMAX ข้างต้น ทำให้เทคโนโลยีตัวนี้สามารถตอบสนองความต้องการของการเชื่อมต่อเครือข่ายอิน เทอร์เน็ตให้กับพื้นที่ที่ห่างไกล ที่สายเคเบิ้ลไม่สามารถลากไปไม่ถึงได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเพิ่มความสะดวกสบาย และประหยัดสำหรับการขยายเครือข่ายในเมืองที่มีอยู่แล้วได้ เนื่องจากไม่ต้องลงทุน ขุดถนนเพื่อวางสายเคเบิลใยแก้วใหม่ นอกจากนั้น WiMAX หรือบรอดแบนด์ไร้สาย มาตรฐาน IEEE 802.16a ยังได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพของคุณภาพในการให้บริการ (QoS) ซึ่งสามารถรองรับการใช้ การใช้งานภาพ (video) หรือการใช้งานเสียง (voice) ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรของเครือข่ายมากอย่างเก่า (low-latency network) อีกทั้งในเรื่องของความปลอดภัยยังได้เพิ่มคุณสมบัติของความเป็นส่วนตัว (privacy) ซึ่งต้องได้รับอนุญาต (authentication) ก่อนที่จะเข้าออกเครือข่าย และข้อมูลต่างๆ ที่รับส่งก็จะได้รับการเข้ารหัส

(encryption) อีกด้วย ทำให้การรับส่งข้อมูลบน มาตรฐานตัวนี้มีความปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งประโยชน์ดังกล่าวนี้ ทำให้เราสามารถนำ WiMAX ไปประยุกต์เพื่อลดช่องว่างของ เทคโนโลยีในพื้นที่ห่างไกลที่เทคโนโลยีเข้าไปไม่ถึง ตลอดจนสนองความต้องการ การใช้งานบรอดแบนด์ในเมืองที่มีพื้นที่แออัดได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่าการติดตั้งเครือข่ายในแบบวางสายสัญญาณที่ใช้ งานกันอยู่

2.1.2 เทคโนโลยีของ WiMAX



การจัดสรรความถี่ของประเทศต่างๆ

การจัดสรรความถี่สำหรับ WiMAX ของประเทศต่างๆพิจารณาจัดสรรความถี่ที่ 3 แถบความถี่วิทยุ คืออ 2.5 GHz, 3.5 GHz และ 5 GHz ดังสรุปในตารางข้างล่าง

Frequency	**2.5 GHz**	**3.5 GHz**	**5GHz**
Allocation	Licensed	Licensed	Unlicensed/Lite License
Countries	US, Mexico, Brazil, Singapore, Korea (2.3 GHz)	Most countries	Most countries
Target	Operators	Operators	“Grass roots” ISP

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถานะปัจจุบันของการจัดสรรความถี่ของประเทศไทย

สถานะปัจจุบันของการจัดสรรความถี่ของประเทศไทย สรุปอยู่ในตารางข้างล่าง

Frequency Band	Frequency Range	สถานะปัจจุบันและอุปสรรคของการจัดสรรความถี่ประเทศไทย
2.5 GHz	2.3-2.4	**สถานะ** o กิจการ Fixed และ Mobile Services เป็น Primary ในตารางกำหนด ความถี่วิทยุแห่งชาติ (หมายเหตุ BWA สามารถพิจารณาเป็นกิจการ Fixed หรือ Mobile Services) o มีการใช้งานของกิจการ Fixed Links จำนวนมาก (39 ช่องสัญญาณ) **อุปสรรค** o อาจจะมีความยุ่งยากในประสานงานการรบกวนระหว่างกิจการ
	2.500-2.690 GHz	**สถานะ** o กิจการ Fixed และ Mobile Services เป็น Primary ในตารางกำหนด ความถี่วิทยุแห่งชาติ o มีการใช้งานของกิจการ Fixed Links จำนวนน้อย (2 ช่องสัญญาณ) o มีการใช้งานของกิจการ MMDS ซึ่งมีการใช้งานนี้อยู่ในพื้นที่กรุงเทพฯ และ ปราศจากการใช้งานในพื้นที่ต่างจังหวัด **อุปสรรค** o การปรับปรุงแผนความถี่กิจการ MMDS เพื่อนำใช้ในกิจการ BWA เป็น อำนาจของคณะกรรมการรวม กทช.- กสช. (*)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 GHz	3.4-3.7 GHz	**สถานะ** o กิจการ Fixed และ Mobile Services เป็น Secondary และกิจการ Fixed Satellite Service เป็น Primary ในตารางกำหนดความถี่วิทยุแห่งชาติ o มีการใช้งานของดาวเทียม ThaiCOM ตลอดแถบคลื่นวิทยุ **อุปสรรค** o อาจจะประสบปัญหาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการ BWA กับกิจการ ดาวเทียม o การเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้งานของ Fixed และ Mobile Services จาก Secondary เป็น Primary ในตารางกำหนดความถี่วิทยุแห่งชาติ เป็น อำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการร่วม กทช. กสช. (*)
5 GHz	5.470-5.725 GHz	**สถานะ** o กิจการ Fixed และ Mobile Services เป็น Primary ในตารางกำหนด ความถี่วิทยุแห่งชาติ o มีการใช้งานของกิจการของกองทัพอากาศ **อุปสรรค** o เนื่องจากแถบคลื่นวิทยุนี้ถูกกำหนดการจัดสรรความถี่ในรูปแบบ Unlicensed และเทคโนโลยี WiMAX ยังไม่สามารถรองรับการใช้งาน แบบ Unlicensed อย่างมีประสิทธิภาพและยังอยู่ในสถานะกำลังพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

	5.725-5.825 GHz	**สถานะ** o กิจการ Fixed และ Mobile Services เป็น Primary ในตารางกำหนด ความถี่วิทยุแห่งชาติ o มีการใช้งานของกิจการของกองทัพอากาศ **อุปสรรค** o เนื่องจากแถบคลื่นวิทยุนี้ถูกกำหนดการจัดสรรความถี่ในรูปแบบ Unlicensed และเทคโนโลยี WiMAX ยังไม่สามารถรองรับการใช้งาน แบบ Unlicensed อย่างมีประสิทธิภาพและยังอยู่ในสถานะกำลังพัฒนา

(*) คณะกรรมการ กสช. กำลังอยู่ในช่วงพิจารณาสรรหา

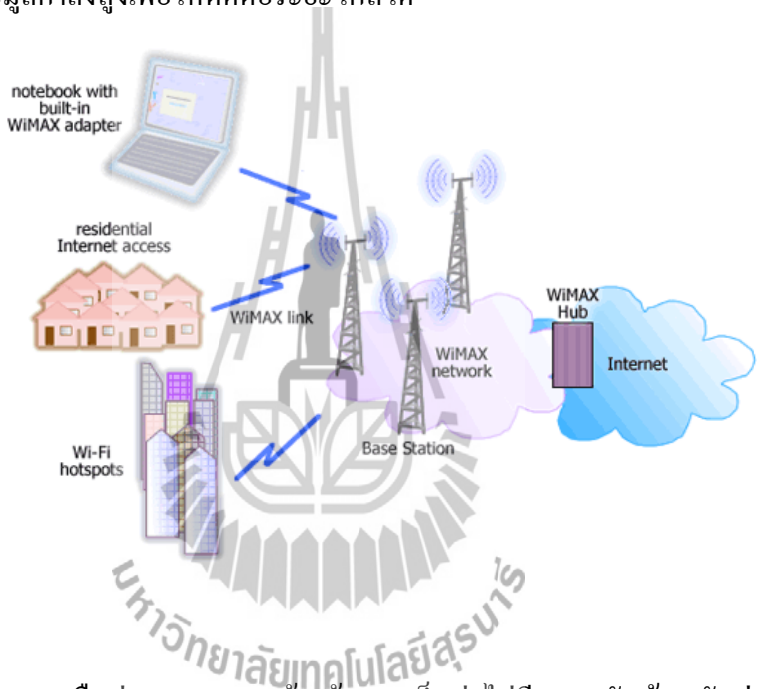
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1.3 ระบบเครือข่าย WiMAX

โครงสร้างของเครือข่าย WiMAX ประกอบด้วย

1. สถานีฐาน (Base Station : BSS) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดใน Cell Site และเชื่อมต่อกับ Wired Internet Backbone

2. สถานีลูกข่าย (Subscriber Station : SS) ทำหน้าที่ติดต่อกับสถานีส่ง โดยผ่านอุปกรณ์ลูกข่ายที่เรียกว่า CPE (Customer Premises Equipment) เป็นเสมือนเป็น Hub ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลกำลังสูงเพื่อให้ติดต่อระยะไกลได้



จากองค์ประกอบเครือข่าย WiMAX ข้างต้น จะเห็นว่าไม่มีความซับซ้อนดังเช่น ในกรณีของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยสถานีฐาน WiMAX แต่ละแห่งมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลได้สมบูรณ์แบบ พร้อมทั้งสามารถบันทึกข้อมูลในการใช้งาน และคำนวณหาเส้นทางในการรับส่งข้อมูลซึ่งอยู่ในรูปของ IP(Internet Protocol) ได้โดยตรง สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่าย WiMAX เข้าหากันทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการเช่าเครือข่าย IP เพื่อเชื่อมต่อสถานีฐานเข้าด้วยกัน

หรือแม้กระทั่งใช้สถานีฐาน WiMAX ด้วยกันทำการรับส่งสัญญาณแบบ LOS นอกจากนั้นในกรณีที่ผู้ให้บริการเครือข่าย WiMAX มีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นของตนเองอยู่แล้วก็สามารถใช้ประโยชน์จากวงจรสื่อสัญญาณที่เชื่อมต่ออุปกรณ์เครือ ข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังกล่าว

2.1.4 รูปแบบ WiMAX

รูปแบบการเชื่อมต่อของ WiMAX ที่มีหลากหลายการเชื่อมต่อ ลองมาดูสิว่าแบบไหนเหมาะสมกับเรามากที่สุด

1. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ PTP (Point to Point)เป็นการเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างสถานีฐานกับลูกข่าย

2. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ PMP (Point to Multipoint)เป็นการเชื่อมระหว่างสถานีฐานกับหลายๆ สถานีลูกข่ายพร้อมกัน

3. รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Mesh Topology เป็นการเชื่อมในแบบในลักษณะใยแมงมุม โดยสถานีฐานติดต่อกับสถานีฐานได้โดยตรง สถานีฐานติดต่อกับลูกข่ายได้ ลูกข่ายยังสามารถติดต่อกันได้เองด้วย ดังนั้น WiMAX จึงเป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายที่มีอัตราความเร็วสูง และคุณลักษณะที่มีความโดดเด่นในเรื่องของพื้นที่ในการให้บริการ จากจุดเด่นของการทำงานของ WiMAX ในข้างต้น ทำให้ WiMAX สามารถตอบสนองความต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในพื้นที่ห่างไกล ที่สายเคเบิ้ลไม่สามารถลากไปไม่ถึงได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเพิ่มความสะดวกและประหยัดในการขยายเครือข่าย ดังกล่าว คือไม่ต้องลงทุนขุดถนนเพื่อวางสายเคเบิ้ลใยแก้ว ซึ่งเทคโนโลยีWiMAX ทำให้ช่วยรองรับและสนับสนุนการสื่อสารโทรคมนาคมในพื้นที่ที่ห่างไกลในชนบท ดยเมื่อสิ้นสุดเครือข่ายโทรคมนาคมพื้นฐาน โทรศัพท์บ้านหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ ADSL ก็จะใช้ WiMAX กระจายเข้าสู่พื้นที่สุดท้ายที่อยู่ห่างไกลได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 สายอากาศ

สายอากาศ อุปกรณ์สำหรับรับและส่งคลื่น ความถี่วิทยุ (radio frequency) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และในทางกลับกัน ก็เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าเช่นกัน

สายอากาศมีหลายขนาดและรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น สายอากาศสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ในบ้าน ส่วนใหญ่เป็นสายอากาศชนิด ยากิ-อุดะ มักติดตั้งไว้บนหลังคา ทำด้วยอะลูมิเนียม เพราะน้ำหนักเบาและทนต่อสภาพอากาศได้ดีกว่าโลหะทั่วไป สายอากาศของไมค์ลอย เป็นเพียงสายไฟสั้นๆ หรือสายอากาศของโทรศัพท์มือถือ เป็นเพียงจุดเชื่อมต่อเล็กๆ เท่านั้น

คำว่าสายอากาศ เป็นศัพท์เฉพาะด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ บัญญัติขึ้นจากคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ "antenna" หรือ "aerial" ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์อาจเขียนอักษรย่อ Ant. อย่างไรก็ตาม บุคคลทั่วไปนิยมเรียกว่า เสาอากาศ อาจจะเป็นเพราะเดิมใช้เสาสูงๆ สำหรับติดตั้งสายอากาศ

2.2.1 ประเภทของสายอากาศแบบต่างๆ

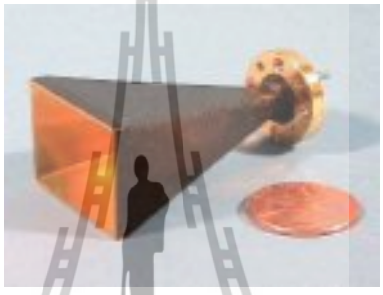
จากการพัฒนาเสาอากาศจึงเกิดสายอากาศขึ้นมากมายหลายประเภท สามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1. สายอากาศแบบเส้นลวด หรือเสาอากาศเดิมนั่นเอง รูปแบบจะมีหลายแบบแต่ส่วนใหญ่จะเป็น แบบ เส้นตรง แบบวงกลม หรือแบบสปริง เป็นส่วนใหญ่มักพบเห็นบ่อยๆกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆเช่นเสาอากาศวิทยุ ตัวอย่างดังรูปที่1

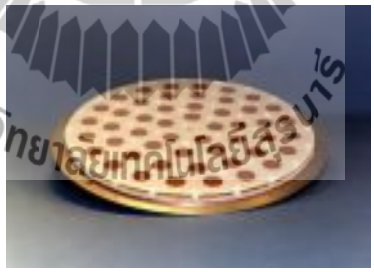
2. สายอากาศแบบโครงโลหะ ถูกใช้งานในวงแคบ เฉพาะด้านเท่านั้น ลักษณะเด่นคือสายอากาศแบบนี้ บังคับทิศทางได้แน่นอน เพราะโครงโลหะจะหันปลายไปทางทิศที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วมักพบบอยู่สามแบบคือแบบ ปิรามิด แบบกรวย และแบบเหลี่ยม ขนาดของสายอากาศชนิดนี้ยาวประมาณ 1-2 ฟุต ตัวอย่างของสายอากาศชนิดนี้ดังรูปที่2

3. สายอากาศแบบระนาบหรือเรียกอีกอย่างว่าสายอากาศแบบไมโครสตริปดังรูปที่ 3 เป็นสายอากาศบนแผ่นคล้ายแผ่นวงจรไฟฟ้าทั่วไป จะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

รูปที่ 1 ตัวอย่างของสายอากาศเส้นลวด



รูปที่ 2ตัวอย่างของสายอากาศโครงโลหะ

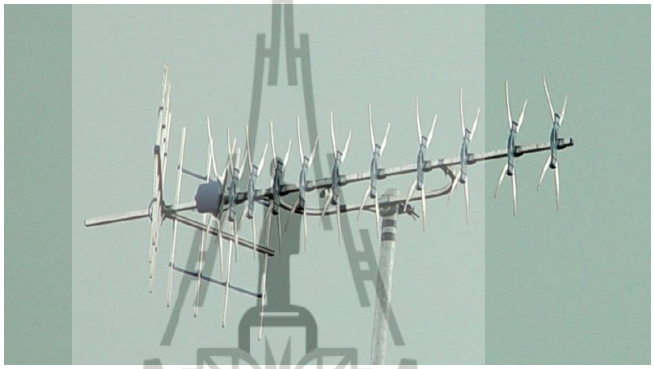


รูปที่ 3 ตัวอย่างของสายอากาศแบบระนาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ฟุต

4. สายอากาศแบบอาเรย์ เป็นการนำสายอากาศแบบเส้นลวดมาเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นทำให้รับสัญญาณได้ดีขึ้น แต่ข้อเสียคือทิศทางต้องตรงกันพอดี จึงถูกใช้งานกับอุปกรณ์ที่ไม่เคลื่อนที่ ตัวอย่างที่พบเห็นเป็นประจำคือ เสาอากาศโทรทัศน์ ซึ่งยาวประมาณ 1-2เมตร

5. จานสายอากาศ ใช้งานกับดาวเทียมหรือการสื่อสารที่มีระยะทางไกลมาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่ข้อเสียคือ ทิศทางแคบมากที่สุดเช่นกัน จึงคลาดเคลื่อนไม่ได้เลย และสายอากาศชนิดนี้ยังมีขนาดใหญ่ที่สุดเช่นกัน

6. สายอากาศอื่นๆ เนื่องจากมีการพัฒนาเพื่อการใช้งานเฉพาะด้านมากมายทำให้เกิดสายอากาศเฉพาะด้านและจัดกลุ่มไม่ได้มากมาย เช่นสายอากาศแบบเลนส์เพื่อใช้งานด้านแสงเป็นต้น มักมีขนาดไม่ใหญ่มาก ยาวไม่เกิน ๑ ฟุต



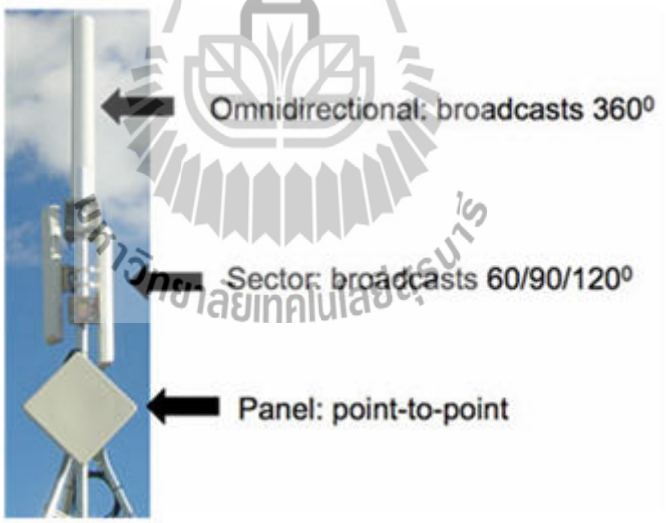
รูปที่ 4 ตัวอย่างของสายอากาศแบบอาเรย์

รูปที่ 5 ตัวอย่างของจานสายอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 6 ตัวอย่างของสายอากาศแบบเลนส์

WiMAX Antennas ก็คือ เสาส่งสัญญาณ WiMAX จากภาพ 1.1 เป็นตัวอย่างของการแสดงส่วนประกอบเสาสัญญาณแบบผสม

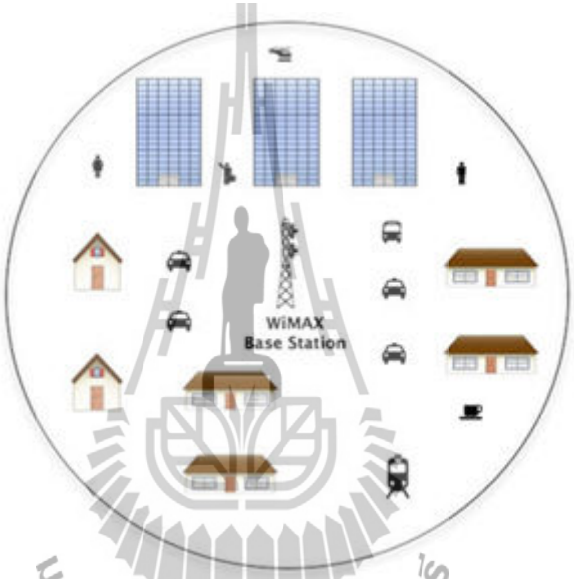


1.1 การแสดงส่วนประกอบเสาสัญญาณแบบผสม

2.2.2 ลักษณะของเสาสัญญาณ

เสาสัญญาณของ WiMAX จะมีหลายลักษณะด้วยกันดังต่อไปนี้

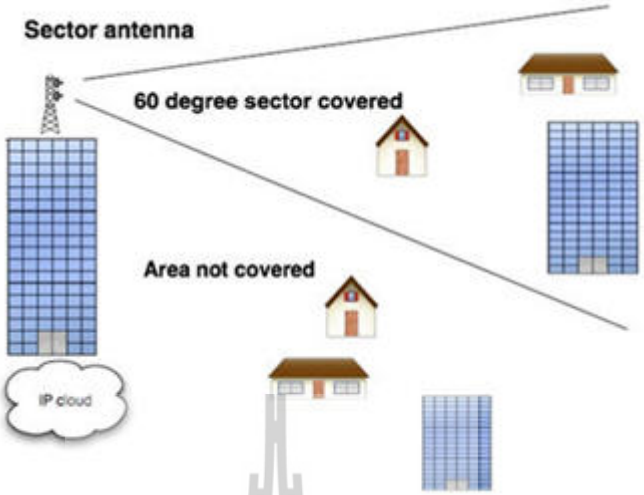
1. Omni directional antenna เป็นเสาสัญญาณแบบ Point-to-Multipoint เสา สัญญาณแบบนี้จะมีรัศมีเป็นครึ่งทรงกลมอยู่เหนือพื้นดินจากจุดศูนย์กลางขึ้น มา สัญญาณที่ส่งจากเสาสัญญาณนั้นจะมีรัศมีไม่ไกลและสัญญาณค่อนข้างอ่อน มักจะใช้ได้ดีกับตัวรับสัญญาณที่อยู่ในรัศมีไม่ไกลนัก จะมีรัศมีทำการไม่เกิน 100 เมตรจากศูนย์กลางเสา ข้อดีของการส่งสัญญาแบบนี้ คือ สามารถส่งสัญญาณได้อย่างอิสระ



จากภาพ 1.2 แสดงภาพลักษณะการส่งสัญญาณของเสาประเภท Omni directional antenna

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. Sector antennas เป็นลักษณะเสาสัญญาณที่จะส่งเป็น คลื่นแบบเจาะจงไปยังจุดใดจุดหนึ่ง ลักษณะของการส่งสัญญาณจะเป็นแบบ LOS สัญญาณในรัศมีของการส่งนี้จะแข็งแรง และมักจะสามารถส่งได้ไกลมาก ข้อเสียของเสาสัญญาณแบบนี้ คือ หากตัวรับสัญญาณอยู่นอกรัศมีการส่งสัญญาณจะไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย ตัวอย่างการส่งสัญญาณของเสาประเภท Sector antcnna ดูได้จากภาพ 2.1



ภาพ 2.1 ภาพ แสดงลักษณะการส่งสัญญาณของเสาประเภท Sector antenna

3. Panel antennas เป็นลักษณะของเสาสัญญาณที่จะส่งคลื่นแบบเจาะจงไปยังเสาส่งสัญญาณต้นอื่นๆ การส่งเป็นลักษณะ Point-to-Point สามารถใช้ได้ทั้งในที่ร่มและกลางแจ้งแต่ต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและไม่มีสิ่งกีดขวางการส่งสัญญาณของเสาชนิดนี้

ภาพ 3.1 ภาพ แสดงลักษณะเสาสัญญาณประเภท Panel antenna

2.2.3 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ

แบบรูปการแผ่พลังงานเชิงทิศ (Directional Pattern)

แบบรูปการแผ่พลังงานชนิดไอโซทรอปิก (Isotropic Pattern)

แบบรูปการแผ่พลังงานชนิดไอโซทรอปิก (Isotropic patterns) หมายถึง สายอากาศที่ใช้ในทางทฤษฎี โดยมีการแพร่กระจายของคลื่นทุกทิศทางที่พร้อมกันด้วยความเข้มสนามที่เท่ากัน เป็นสายอากาศที่ไม่สามารถสร้างขึ้นได้จริง แต่จะใช้ในการเปรียบเทียบหรือกำหนดเป็นมาตรฐานนำไปเทียบกับสายอากาศแบบอื่น เพื่อดูลักษณะคุณสมบัติ แสดงทิศทางของสายอากาศ

แบบรูปการแผ่พลังงานโอมนิ (Omni Directional Pattern)

แบบรูปการแผ่พลังงานโอมนิ (Omni Directional Pattern)คือ สายอากาศที่กระจายสัญญาณได้รอบทิศทางในแนวระนาบ หรือ ขนานกันแนวพื้นโลก และมีรูปร่างการแพร่กระจายของคลื่นคล้ายๆกับขนมโดนัทมีความถี่อยู่ประมาณช่วง 30 MHz - 1 GHz

สนามระยะไกล (Far Field)

บริเวณสนามระยะไกล คือ บริเวณที่เราสนใจเพื่อทำการศึกษาเรื่องของสายอากาศ เพราะเป็นบริเวณที่ใช้จัดวางสายอากาศเพื่อทำการวัดแบบรูปการแผ่กระจายกำลังงานหรือทำการวัดคุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศ ในกรณีที่ความยาวของสายอากาศส่งและสายอากาศรับมีขนาดแตกต่างกัน จะต้องแทนค่า D ด้วยขนาดของสายอากาศที่มีความยาวสูงสุด เพื่อจะได้มั่นใจว่าเป็นบริเวณสนามระยะไกลที่ถูกต้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนามระยะใกล้ (Near Field)

สนามแพร่กระจายระยะใกล้ (Radiating near-field) คือ บริเวณสนามของสายอากาศที่อยู่ระหว่างบริเวณของสนามรีแอคทีฟระยะใกล้กับบริเวณสนามระยะไกล โดยมีสนามที่กระจายอยู่เป็นส่วนใหญ่ และ การกระจายของสนามตามมุมต่างๆนั้น แปรผันตามระยะทางจากสายอากาศ เมื่อสายอากาศมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น สนามในบริเวณนี้อาจไม่เกิดขึ้น

สนามระยะใกล้เชิงรีแอคทีฟ (Reactive Near Field)

สนามรีแอคทีฟระยะใกล้ (Reactive-Near Field) หมายถึง บริเวณสนามรีแอคทีฟระยะใกล้เป็นสนามที่ล้อมรอบใกล้สายอากาศมากที่สุด เป็นจุดที่กระจายสัญญาณได้รอบทิศทาง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเรายืนใกล้ลำโพงที่มีกำลังวัตต์มากๆ เราจะไม่สามารถแยกได้ว่าด้านไหนเป็นด้านหน้า

ลำโพง และตรงบริเวณนี้จะมีสนามชนิดรีแอคทีฟเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบริเวณนี้จะมีระยะทางจากผิวของสายอากาศด้วย

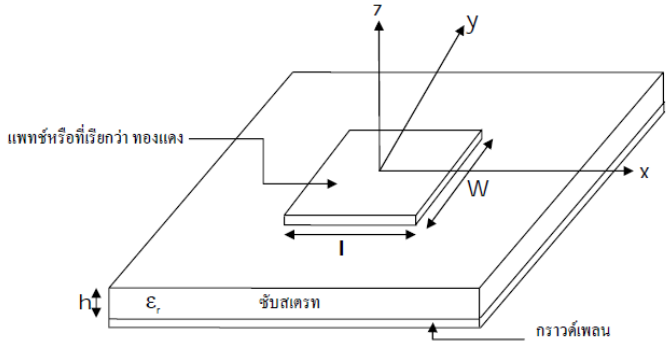
2.2.4 อัตราขยาย (gain)

เป็นความสามารถของสายอากาศในการรับส่งคลื่นวิทยุ สายอากาศแต่ละแบบมีอัตราขยายแตกต่างกัน สายอากาศแบบทิศทางเดียวจะมีอัตราการขยายมากกว่าสายอากาศแบบกึ่งรอบตัว และแบบรอบตัวโดยลำดับ ลักษณะการใช้งานจึงแตกต่างกันไป สายอากาศที่มีอัตราขยายสูง จะสามารถรับ-ส่งคลื่นวิทยุ ได้ดีมาก ตัวเลข ซึ่งมีหน่วยวัดอัตราการขยายได้แก่ dBi และ dBd

2.3 สายอากาศไมโครสตริป (Microstrip Antenna)

สายอากาศแบบไมโครสตริปได้เริ่มถูกใช้งานครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๑๓ แม้ว่าแนวความคิดครั้งแรกจะเกิดขึ้นโดย G.A. Deschamps ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ.๒๔๙๖ และถูกจด สิทธิบัตรไปตั้งแต่ในปี พ.ศ.๒๔๙๘สาเหตุที่ในช่วงแรกไม่มี การพัฒนาไปใช้งาน เนื่องจากสายอากาศชนิดนี้มีประสิทธิภาพต่ำมาก แต่มีข้อดีตรงที่ขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะกับงานด้านความถี่สูง UHF ขึ้นไป กล่าวได้ว่าสายอากาศชนิดนี้เป็นการพัฒนารูปแบบหนึ่งของสายอากาศเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ขนาดเล็กเช่น โทรศัพท์มือถือ ลักษณะอุปกรณ์จึงแบนคล้ายกับแผ่นทองแดงทั่วไป และเนื่องจากถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับความถี่ใดความถี่หนึ่งโดยเฉพาะรูปร่างจึงอิงตามความเหมาะสมของความถี่ใช้งานเป็นหลัก และรูปร่างจะแตกต่างกันไป เนื่องจากสายอากาศชนิดนี้ออกแบบได้ง่ายที่สุด จึงมีนักวิจัยให้ความสนใจออกแบบเป็นอย่างมาก

สายอากาศไมโครสตริปจะประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นแผ่นหรือที่เราเรียกว่า แพทช์ (Patch) ซึ่งเป็นตัวนำ ซึ่งถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นระนาบกราวด์ที่มีความบาง และมีลักษณะเป็นชั้นหรือที่เรียกว่า ซับสเตรท (Substrate) ของสารไดอิเล็กตริก ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างทั่วๆ ไปของสายอากาศไมโครสตริป

โดยที่ W คือ ความยาวของแพทช์

L คือ ความกว้างของแพทช์

h คือ ความสูงของซับสเตรท

Ɛr คือ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ ของซับสเตรท

คุณสมบัติที่พิเศษกว่าสายอากาศชนิดอื่นๆ มีดังนี้

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

ข้อเสียของสายอากาศไมโครสตริป

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

ซึ่งคาดว่าต่อไปในอนาคตจะมีการนำสายอากาศไมโครสตริปมาใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น เนื่องจากความหนาของ ไมโครสตริปบางมาก คลื่นที่เกิดขึ้นภายในสาร ไดอิเล็กตริก (คือสารที่อยู่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

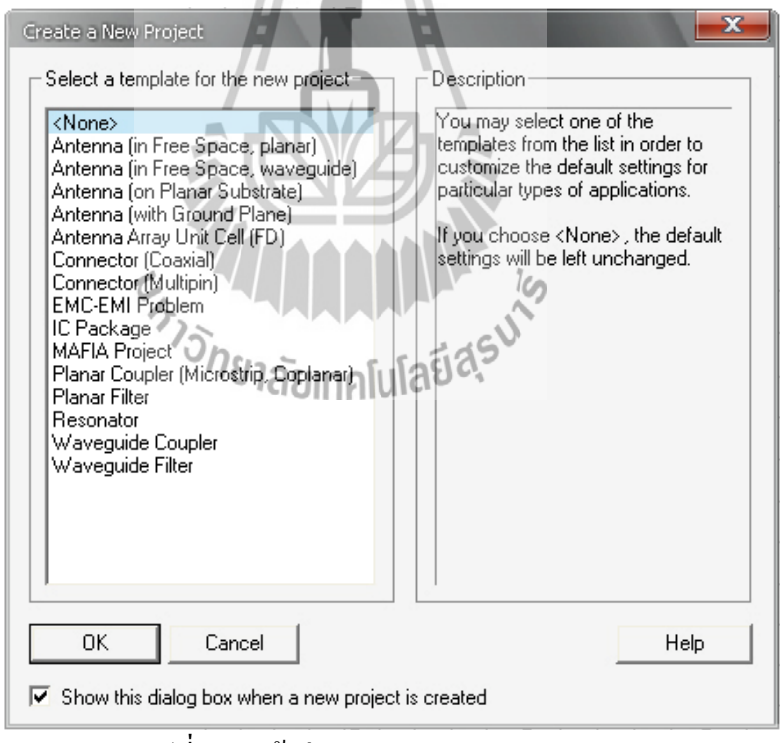
ระหว่างสายอากาศแบบแพทช์และกราวด์เพลน) สามารถพิจารณาได้จากการสะท้อนกลับของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงขอบของสตริปซึ่งเป็นเพียงกลุ่มเล็กๆที่แสดงถึง พลังงานที่ถูกแพร่กระจาย (Fringing Field) ดังนั้น สายอากาศไมโครสตริปจึงมีประสิทธิภาพต่ำ

บทที่ 3
การใช้งานโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เบื้องต้น

ในบทที่ 3 จะเป็นการแนะนำการใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เบื้องต้น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้โปรแกรมอย่างถูกวิธี จุดประสงค์เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการจะศึกษาและใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 ได้เข้าใจในโปรแกรมมากขึ้น

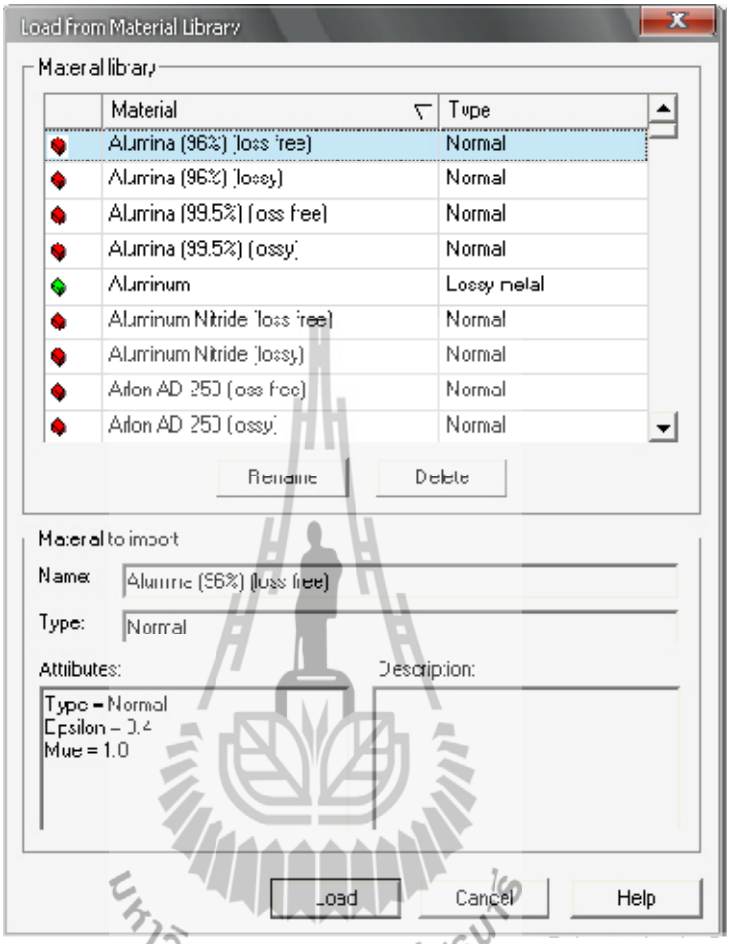
3.1 การเริ่มสร้างแบบจำลอง

1. เมื่อเปิดโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 แล้วให้เลือกที่เมนู File ⟶ New
2. จากนั้นจะขึ้นหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.1 เป็นการสร้าง templates ให้กับชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีแบบให้เลือกแล้วแต่ความต้องการ หากไม่ต้องกำหนดให้เลือก None แล้วเลือก OK



รูปที่ 3.1 หน้าต่างของ Create a New Project

3.2 Load from Material Library



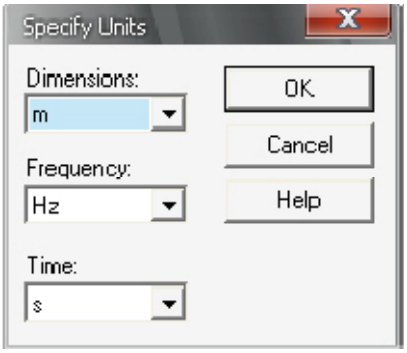
รูปที่ 3.2 หน้าต่างของ Load from Material Library

1. เลือก Solve ⟶ Materials ⟶ Load from Material Library
2. เลือก วัสดุที่ต้องการ จะเห็นว่าแต่ละชนิดจะมีค่าคุณสมบัติให้อัตโนมัติ
3. เลือก OK

3.3 การกำหนดหน่วย Units

1. เลือกเมนู Solve ⟶ Units
2. เลือก Dimensions ความถี่ และ เวลา ที่ต้องการ
3. เลือก OK

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.3 หน้าต่างของ Specify Units

3.4 การกำหนดความถี่ Frequency

1. หลังจากสร้างชิ้นงานแล้วจะสามารถกำหนดความถี่ได้โดยเลือกเมนู Solve ⟶frequency

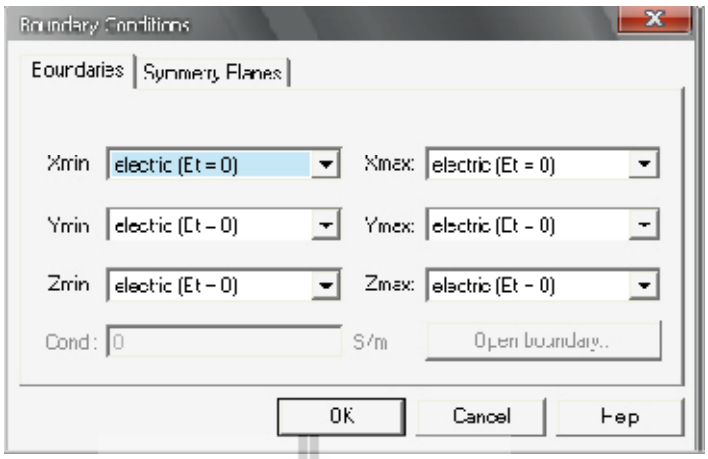
2. กำหนด ความถี่เริ่มต้น fmin และ ความถี่สูงสุด fmax ค่าของความถี่ที่ตั้งไว้จะตั้งค่า signal monitors โดยอัตโนมัติ

รูปที่ 3.4 หน้าต่างของ Frequency Range Settings

3.5 การกำหนดขอบเขต Boundary Conditions

1. เลือกเมนู Solve ⟶ Boundary Conditions

2. เลือกขอบเขตตามที่ต้องการ



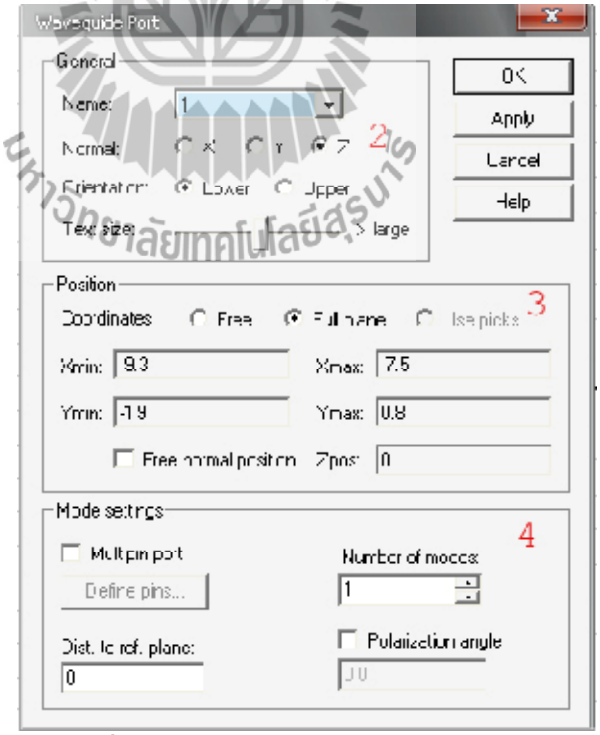
รูปที่ 3.5 หน้าต่างของ Boundary Conditions

3.6 การป้อนพลังงานโดยการกำหนดพอร์ต

การกำหนด ทำได้ 2 วิธี คือ Waveguide Port และ Discrete Port

3.6.1 Waveguide Port

1. เลือกเมนู Solve ⟶ Waveguide Port



รูปที่ 3.6 หน้าต่างของ Waveguide Port

2. ส่วนของ General – Normal สามารถเลือกระนาบ X, Y และ Z ที่ต้องการป้อนพอร์ตได้ Orientation เป็นการกำหนดระนาบให้อยู่ด้านใดของระนาบนั้น

3. ส่วนของ Position – Coordinates

Free: หากเลือก Normal ระนาบใด เราจะกำหนดความกว้างยาวของพอร์ตอีก 2 ระนาบ ดังนี้

Normal Edit fields

X Ymin, Ymax, Zmin, Zmax

Y Xmin, Xmax, Zmin, Zmax

Z Xmin, Xmax, Ymin, Ymax

Full plane: หากเลือกคำสั่งนี้ ไม่จำเป็นต้องกำหนดค่า เพราะจะสั่งให้ทั้งระนาบนั้นเป็นการป้อนพอร์ตทั้งหมด

Free normal position: กำหนดระยะการวางพอร์ต

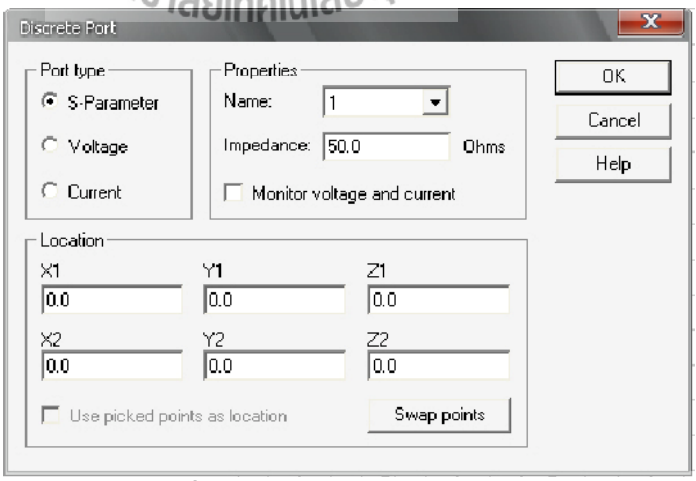
4. ส่วนของ Mode Setting เป็นการสร้างจุดอ้างอิงของพอร์ต

5. เลือก OK

3.6.2 Discrete Port

การสร้างพอร์ตแบบนี้ใช้หลักการสร้างจากจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง โดยระหว่างพอร์ตนั้นต้องไม่มีเนื้อของชิ้นงานแรกอยู่

1. เลือกเมนู Solve ⟶ Discrete Port



รูปที่ 3.7 หน้าต่างของ Discrete Port

2. ส่วนของ Port type เป็นการกำหนดลักษณะเพื่อการประมวลผล

S-Parameter – อ้างอิงโดยให้พอร์ตที่ป้อนเป็น 50 โอมห์

Voltage – อ้างอิงโดยป้อนแรงดันให้กับพอร์ตตามที่กำหนด

Current – อ้างอิงโดยป้อนกระแสให้กับพอร์ตตามที่กำหนด

3. ส่วนของ Location เป็นการกำหนดจุดที่ต้องการในการป้อนพลังงาน

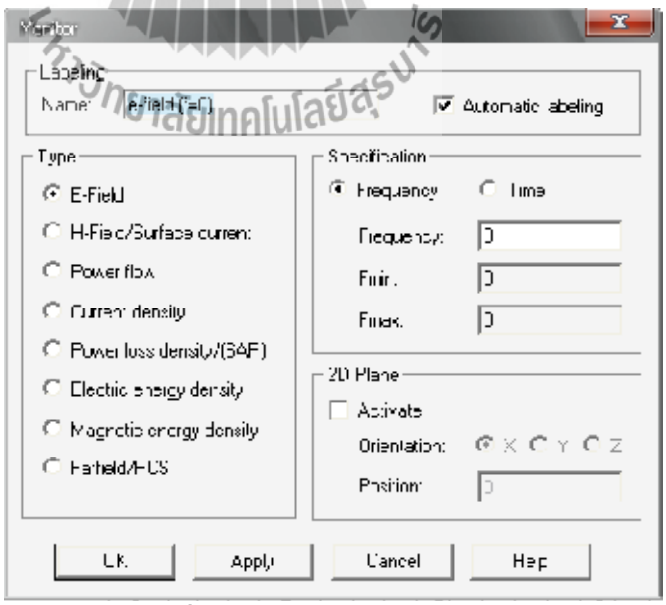
รูปที่ 3.8 รูปแบบ ของ Discrete Port

3.7 การกำหนด Field Monitors

ก่อนที่จะทำการประมวลผลจะต้อง เลือกว่าจะดูผลแบบใดบ้าง

1. เลือกเมนู Solve ⟶ Field Monitors
2. เลือก Type ที่ต้องการจะดูการประมวลผล
3. เลือก OK

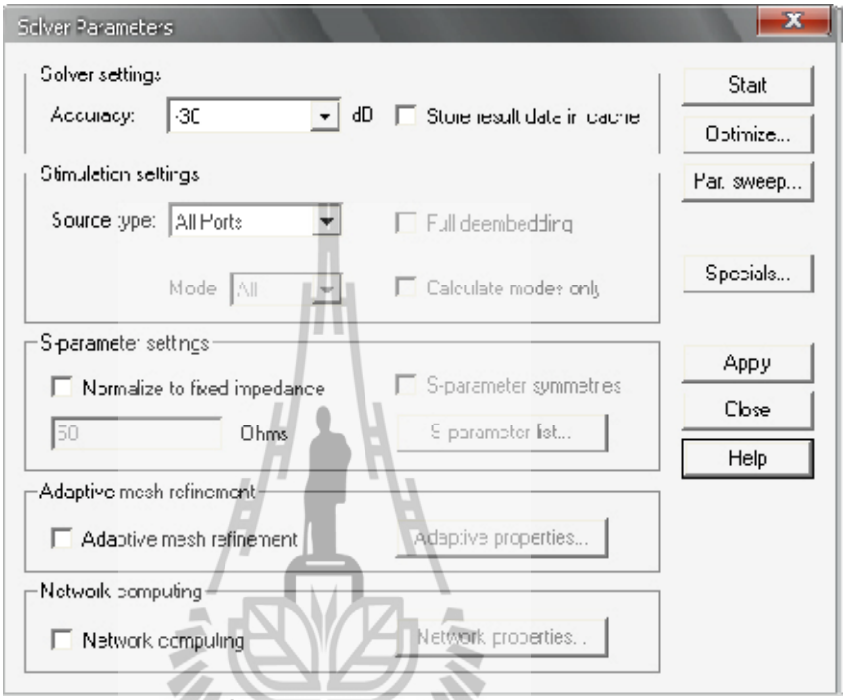
ในการตั้งค่า Field Monitors สามารถกำหนด type ได้หลายตัว



รูปที่ 3.9 รูปของหน้าต่าง Monitor

3.8 การประมวลผล

1. เลือกเมนู Solve ⟶ transient Solver
2. กำหนด Accuracy ขึ้นอยู่กับสายอากาศที่ออกแบบมา
3. เลือก Start



รูปที่ 3.10 หน้าต่างของ Solver Parameters

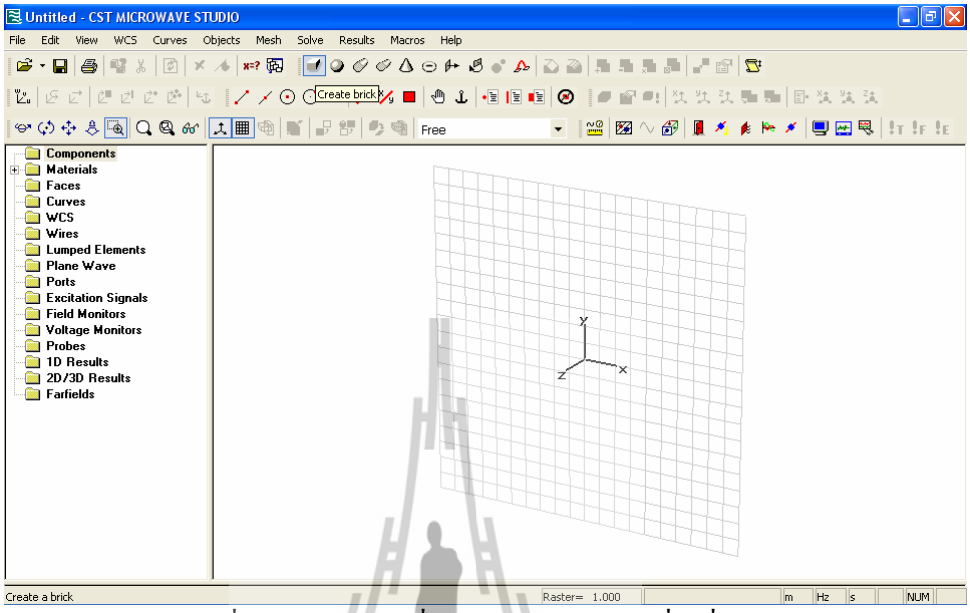
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.9 การสร้างรูปทรงพื้นฐาน (Basic Shape Creation)

การสร้างรูปทรงพื้นฐานต่างๆในโปรแกรม CST มีดังนี้

3.10 การสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม (Brick)

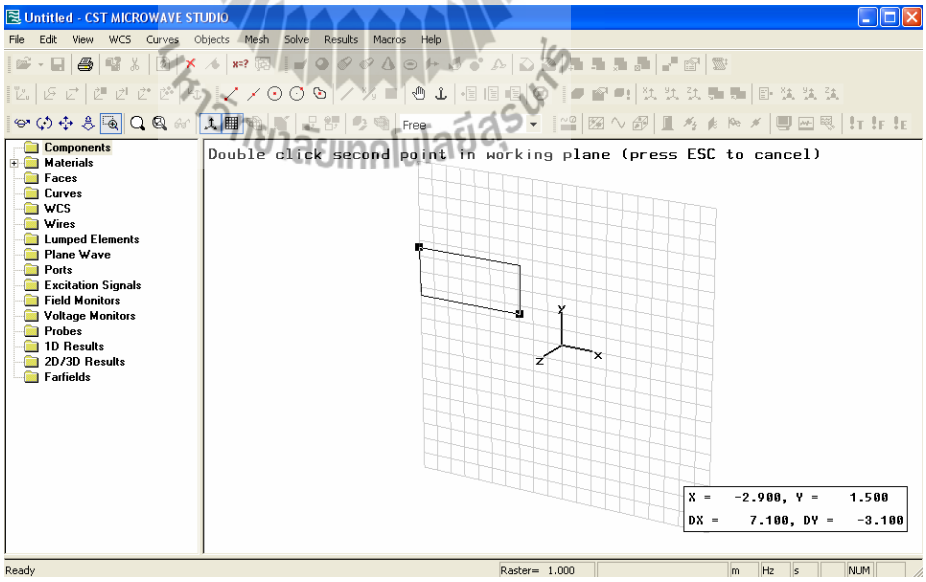
ไปที่ Objects toolbar คลิกที่รูปสี่เหลี่ยม (Create brick



รูปที่ 3.11 การใช้คำสั่งในการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมโดยทางลัด

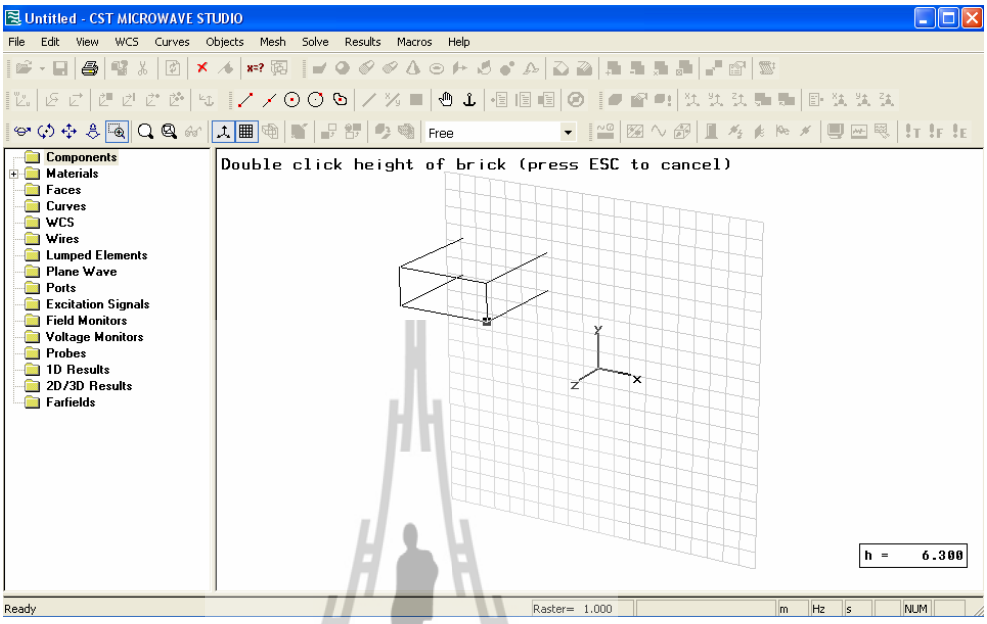
จากนั้นทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดับเบิ้ลคลิกหนึ่งครั้งบนพื้นที่ว่างแล้วลากเม้าออกไปจะได้รูปสี่เหลียมดังรูปที่ 3.12



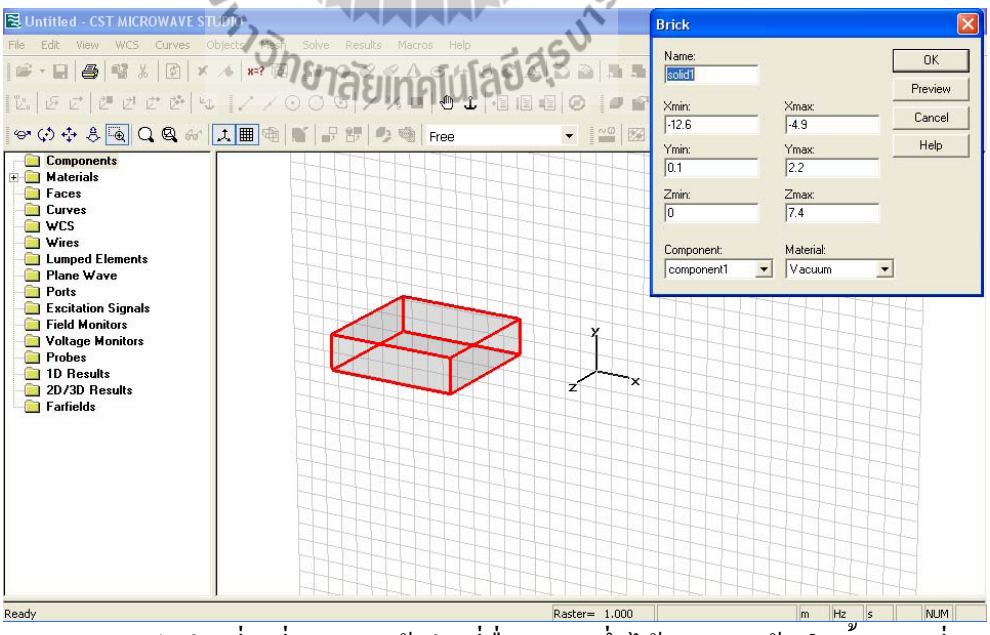
รูปที่ 3.12 รูปสีเหลี่ยมที่ได้จากการสร้างในขั้นตอนที่ 1

2. ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งแล้วลากเม้าออกไปจะได้รูปทรงของกล่องสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 รูปทรงของกล่องสี่เหลี่ยมที่ได้จากการสร้างในขั้นตอนที่ 2

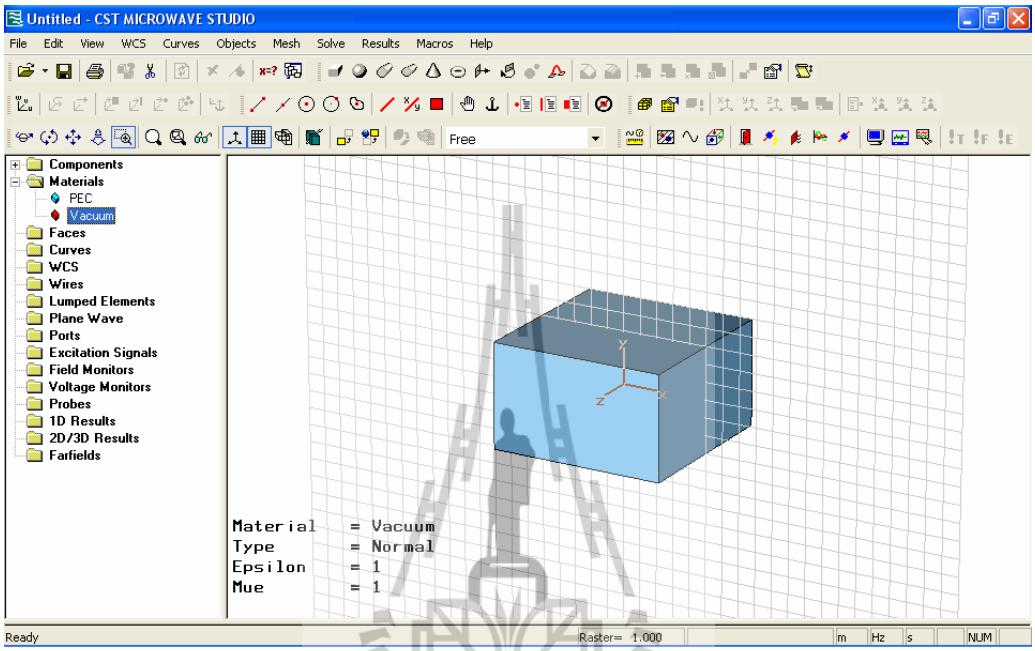
3. ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งจะได้รูปกล่องสี่เหลี่ยมและมีหน้าต่างที่ชื่อ Brick ขึ้นมาดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงรูปกล่องสี่เหลี่ยมและหน้าต่างที่ชื่อ Brick ซึ่งได้จากการสร้างในขั้นตอนที่ 3

4. ตั้งชื่อในช่อง Name กำหนดค่าต่างๆให้ครบ ส่วนตรงช่อง Component กับ Material ให้เลือกว่าจะ เอาอะไรตามที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ตอนต้น

5. คลิกที่ OK ก็จะได้รูปกล่องสี่เหลี่ยมที่มีขนาดตามที่ได้ กำหนดดังรูปที่ 3.15



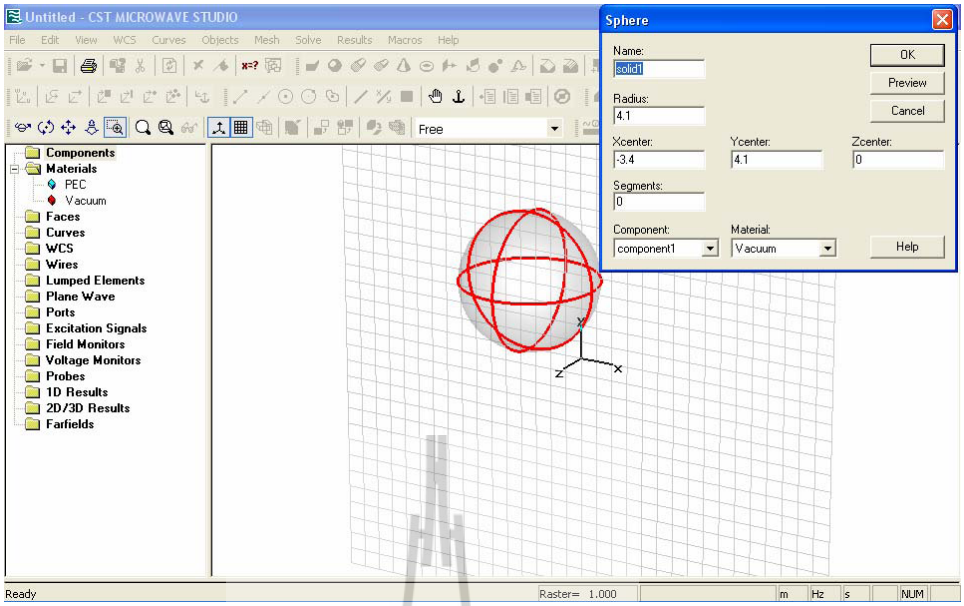
รูปที่ 3.15 กล่องสี่เหลี่ยมที่มีขนาดตามที่ได้กำหนด

3.10.2 การสร้างรูปทรงกลม (Sphere)

การสร้างรูปทรงกลมมี 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่เลือกคำสั่งจาก main menu ดังนี้

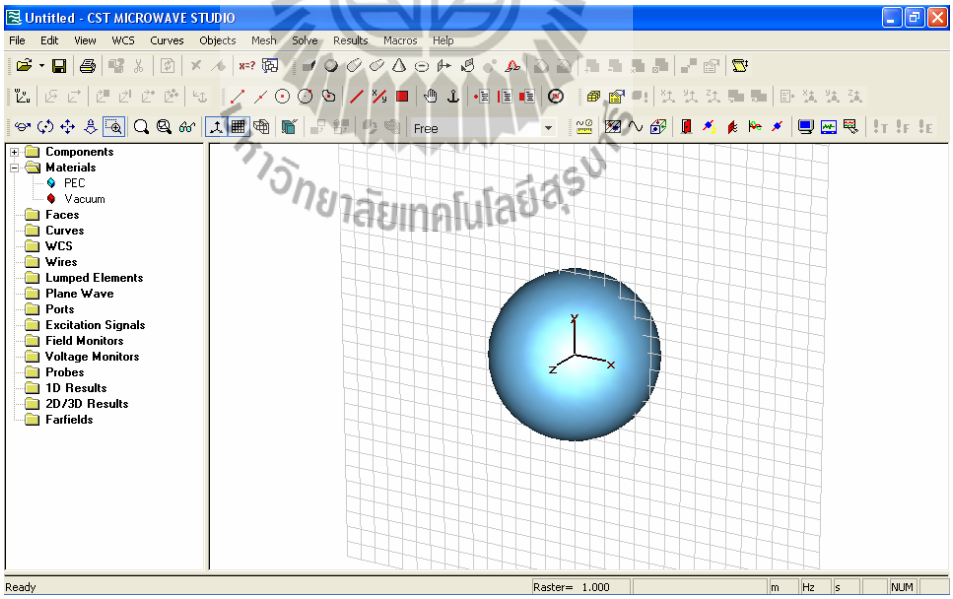
Objects ⇨Basic Shapes ⇨Sphere

แล้วทำการกำหนดค่าในหน้าต่างที่ชื่อ Sphere ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 รูปร่างของทรงกลมและหน้าต่างในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของทรงกลม

จากนั้นก็ทำเช่นเดียวกันกับการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม จะได้รูปทรงกลมออกมาดังนี้



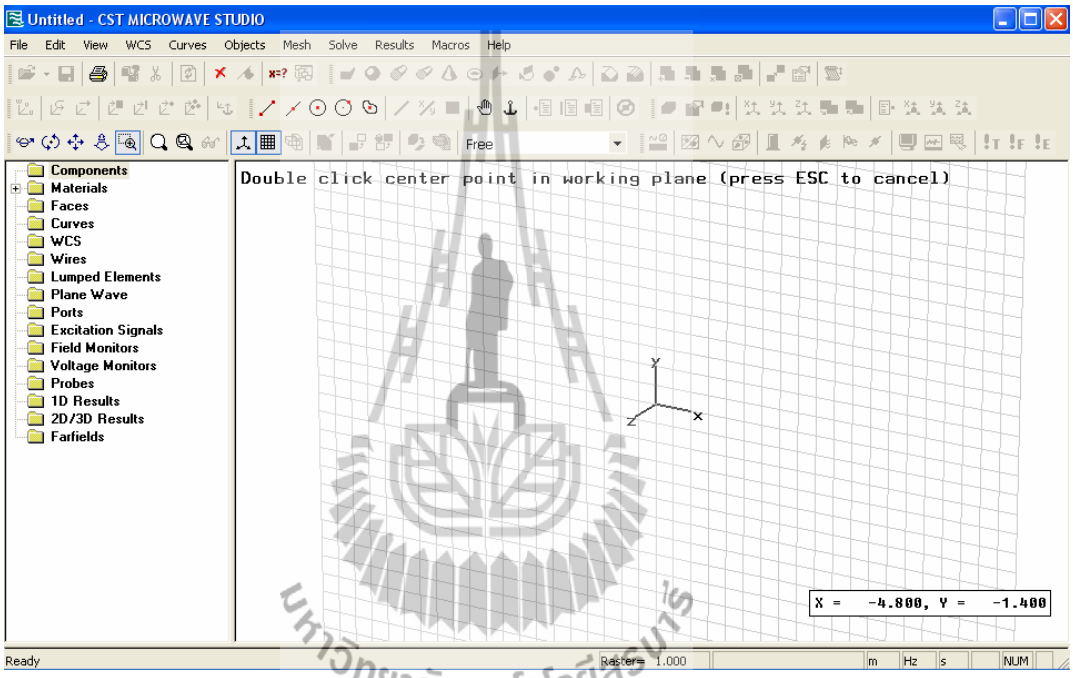
รูปที่ 3.21 รูปทรงกลมที่ได้หลังจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์เสร็จแล้ว

3.10.3 การสร้างรูปทรงกระบอก (Cylinder)

การสร้างรูปทรงกระบอก มี 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่เลือกคำสั่งจาก main menu ดังนี้

Objects ⇨ Basic Shapes ⇨ Cylinder

เมื่อเข้าไปตามคำสั่งนี้แล้วจะได้หน้าต่างดังรูปที่ 3.22

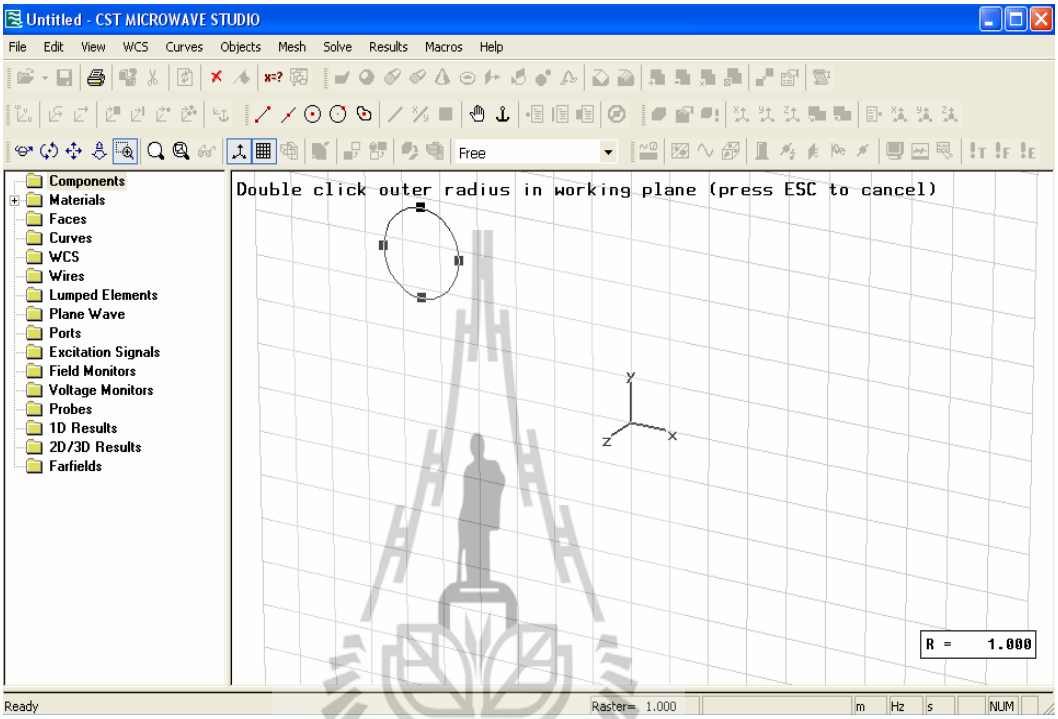


รูปที่ 3.22 หน้าต่างของการสร้างรูปทรงกระบอก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

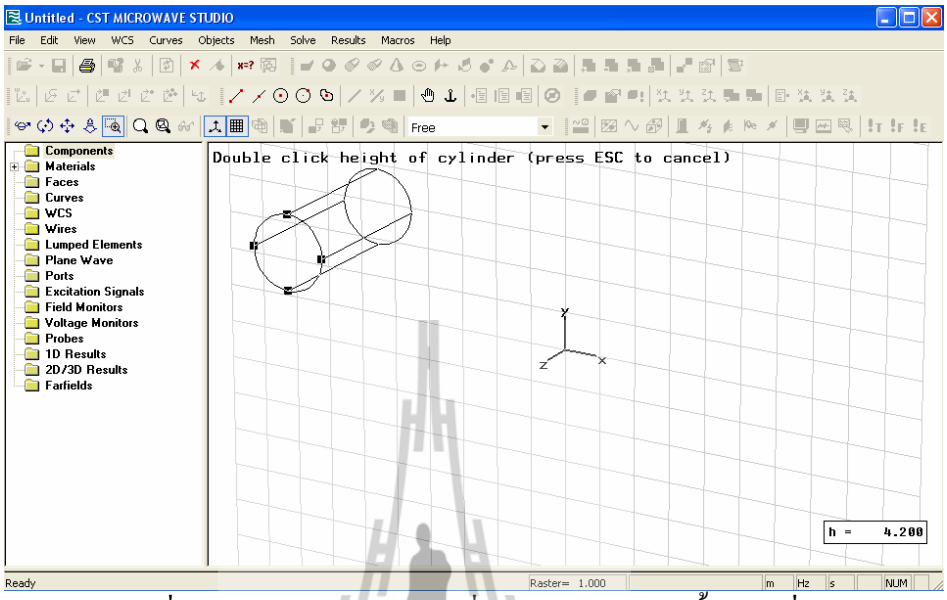
1. ดับเบิ้ลคลิกที่พื้นที่ว่างหนึ่งครั้งแล้วลากเม้าออกไปจะได้รูปวงกลมดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 รูปวงกลมที่ได้จากการสร้างรูปทรงกระบอกในขั้นตอนที่ 1

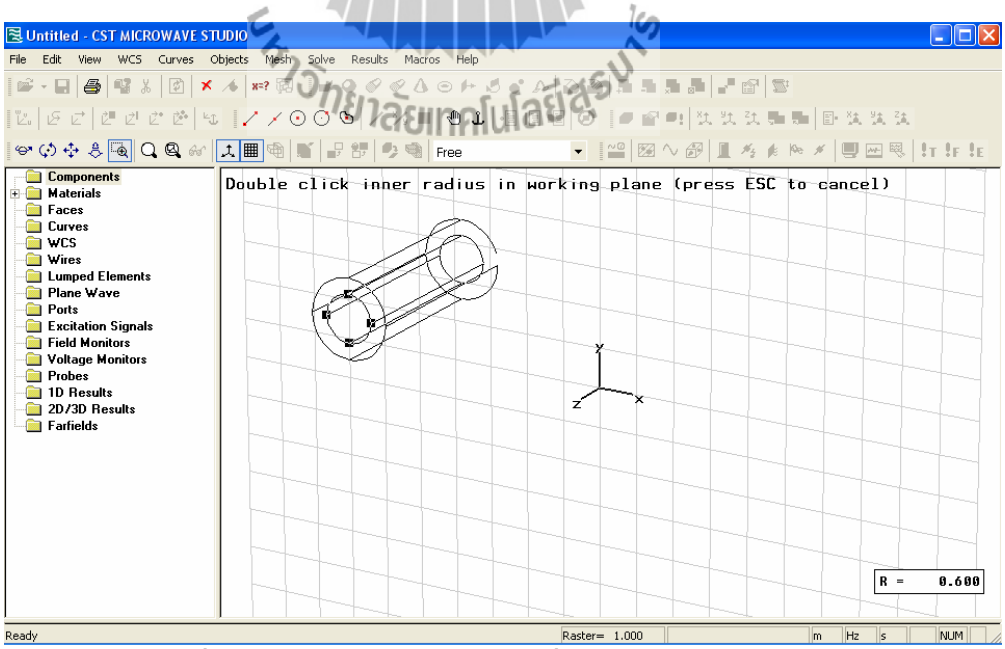
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งแล้วลากเม้าออกไปจะได้รูปร่างทรงกระบอกดังรูปที่3.24



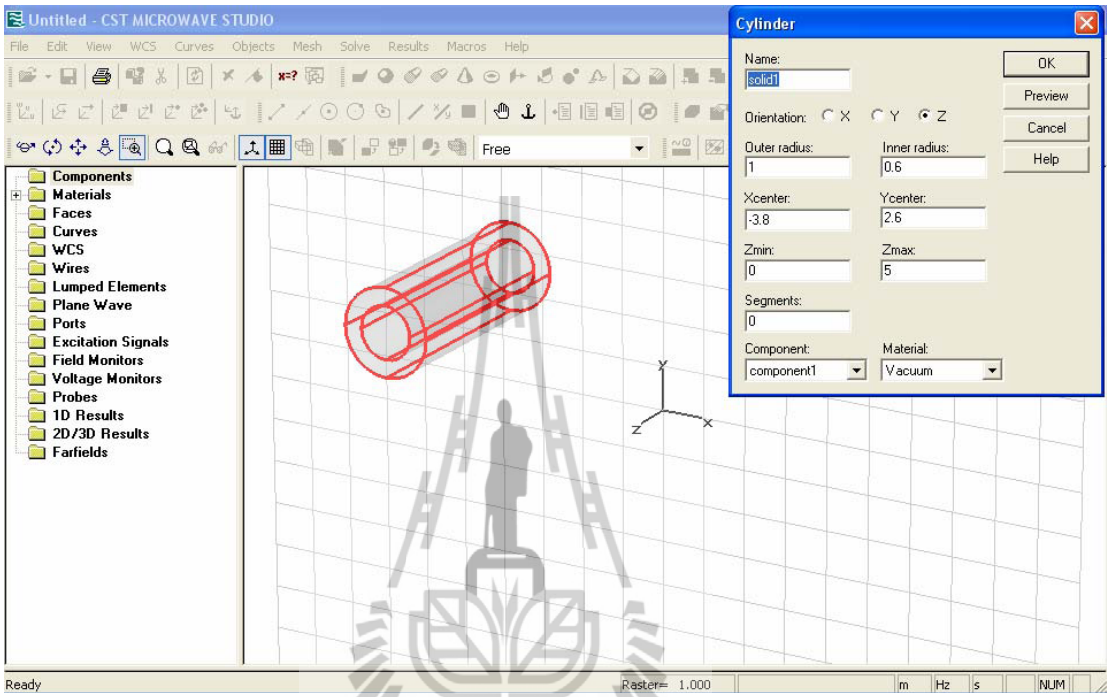
รูปที่ 3.24 รูปร่างทรงกระบอกที่ได้จากการสร้างในขั้นตอนที่ 2

3. ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งแล้วลากเม้าเข้าไปด้านในของทรงกระบอกจากรูปที่3.24 จะได้รูปร่างของทรงกระบอกที่มีวงกลมรัศมีต่างกัน 2 วง ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 รูปร่างของทรงกระบอกที่มีวงกลมรัศมีต่างกัน 2 วง

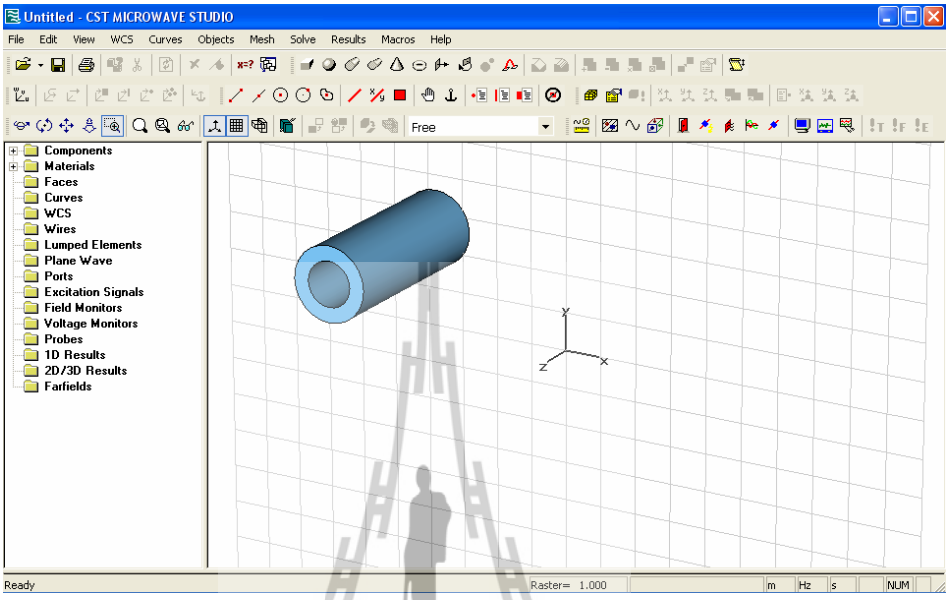
4 . ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งจะได้รูปร่างของทรงกระบอก(จากขั้นตอนที่ 2 สามารถกด Esc ออกไปเลยก็ได้แล้วค่อยไปกำหนดค่ารัศมีเอาก็จะได้เช่นกัน) และจะปรากฏหน้าต่างที่ชื่อ Cylinder ขึ้นมาเพื่อให้กำหนดค่า ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 รูปร่างของทรงกระบอกที่มีวงกลมรัศมีต่างกัน 2 วง และหน้าต่างของการกำหนด ค่าพารามิเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. เมื่อกำหนดค่าเสร็จแล้ว คลิกที่ปุ่ม OK จะได้รูปทรงกระบอกที่มีลักษณะกลวงและมีความหนาตามรัศมีของวงกลม 2 วง ที่ได้กำหนด และมีจุดศูนย์กลางกับความยาวตามแนวแกนที่กำหนด ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 รูปทรงกระบอกที่มีวงกลมรัศมีต่างกัน 2 วง มีขนาดตามที่ได้กำหนด

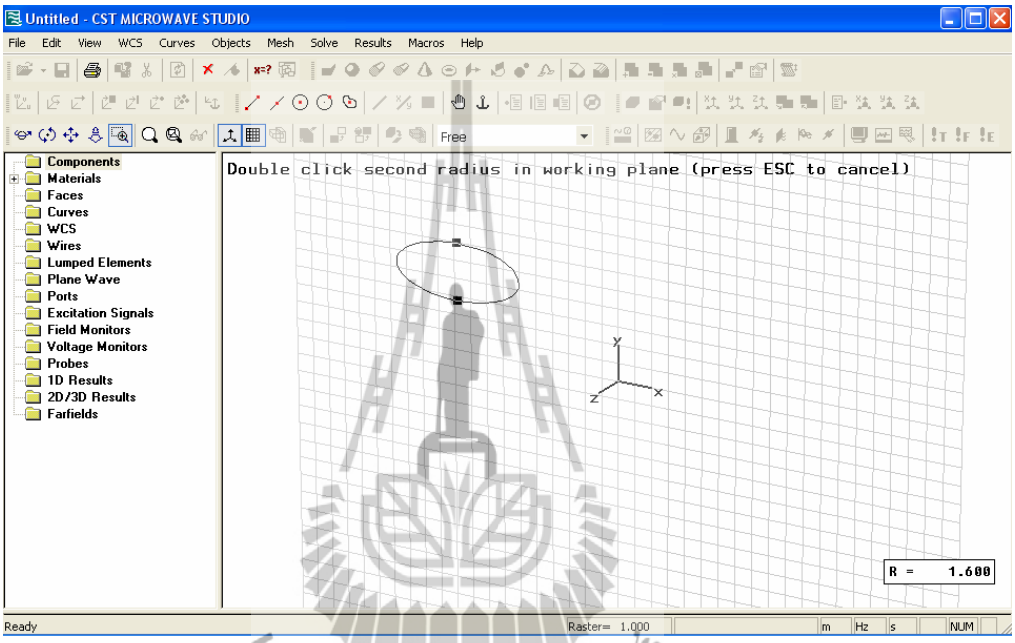
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.10.4 การสร้างรูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นวงรี (Elliptical Cylinder)

การสร้างรูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นวงรี มี 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยม แต่เลือกคำสั่งจาก main menu ดังนี้

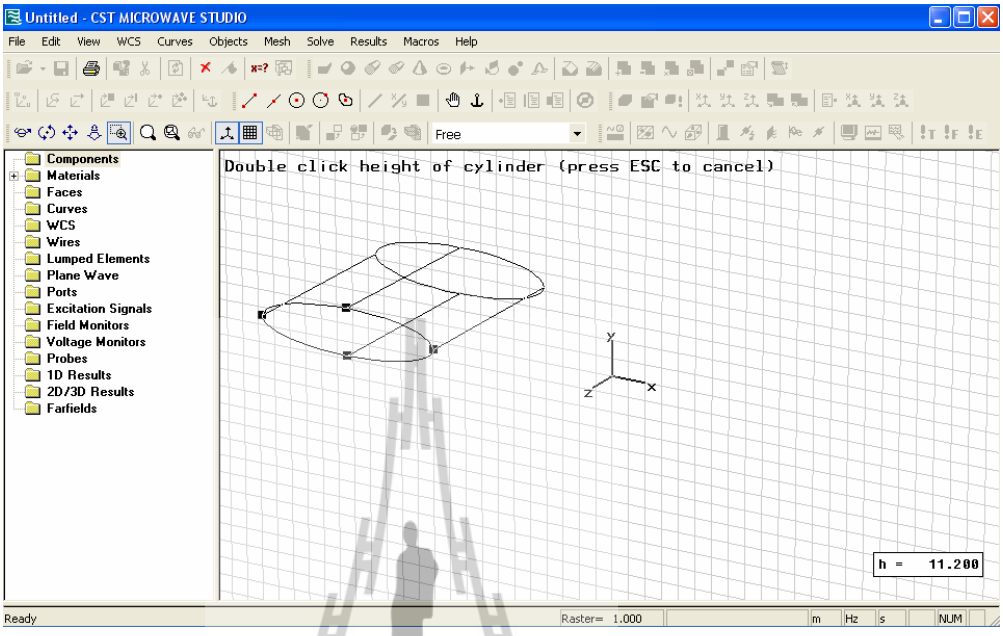
Objects ⇨ Basic Shapes ⇨ Elliptical Cylinder

1. ดับเบิ้ลคลิกบนพื้นที่ว่างหนึ่งครั้งแล้วลากเม้าออกไปจะได้เส้นตรงจากนั้นดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งจะได้รูปวงรีดังรูปที่ 3.28



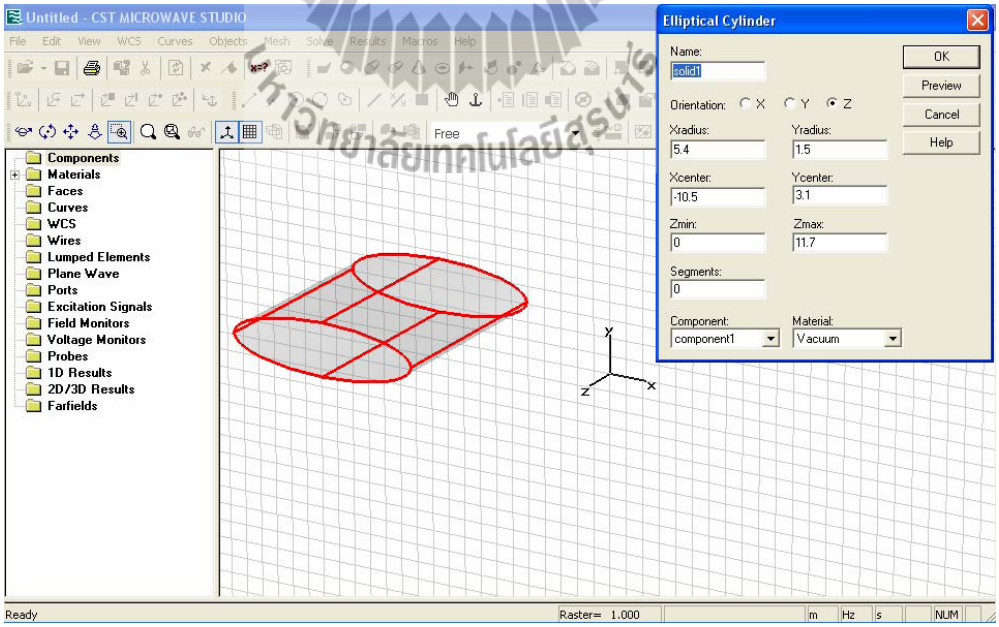
รูปที่ 3.28 วงรีที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ของการสร้างรูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นวงรี

2. ดับเบิ้ลคลิกอีกหนึ่งครั้งจะได้รูปทรงกระบอกที่มีหน้าตัดเป็นวงรีดังรูปที่3.29



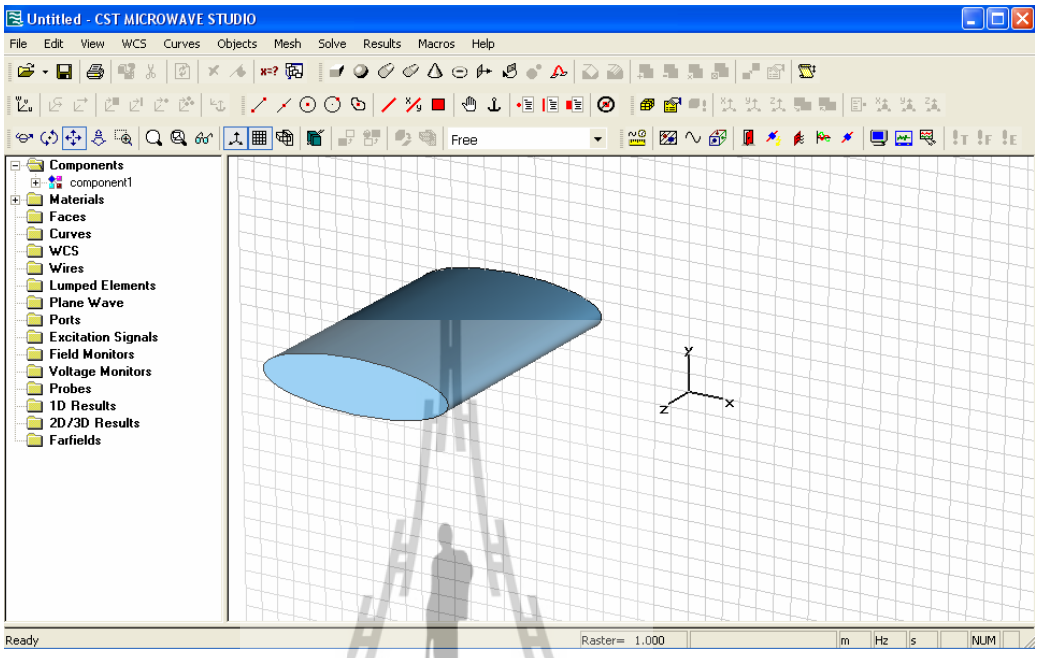
รูปที่ 3.29 รูปร่างของทรงกระบอกที่มีหน้าตัดเป็นวงรีที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 นี้

3. ดับเบิ้ลคลิกหนึ่งครั้งจะมีหน้าต่าง Elliptical Cylinder ขึ้นมาเพื่อให้กำหนดค่าต่างๆ ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 รูปร่างของทรงกระบอกที่มีหน้าตัดเป็นวงรีและหน้าต่างในการกำหนดค่าพารามิเตอร์

4. กำหนดค่าต่างๆ ให้ครบแล้วกดปุ่ม OK ก็จะได้รูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นวงรี ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 รูปทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็น วงรี

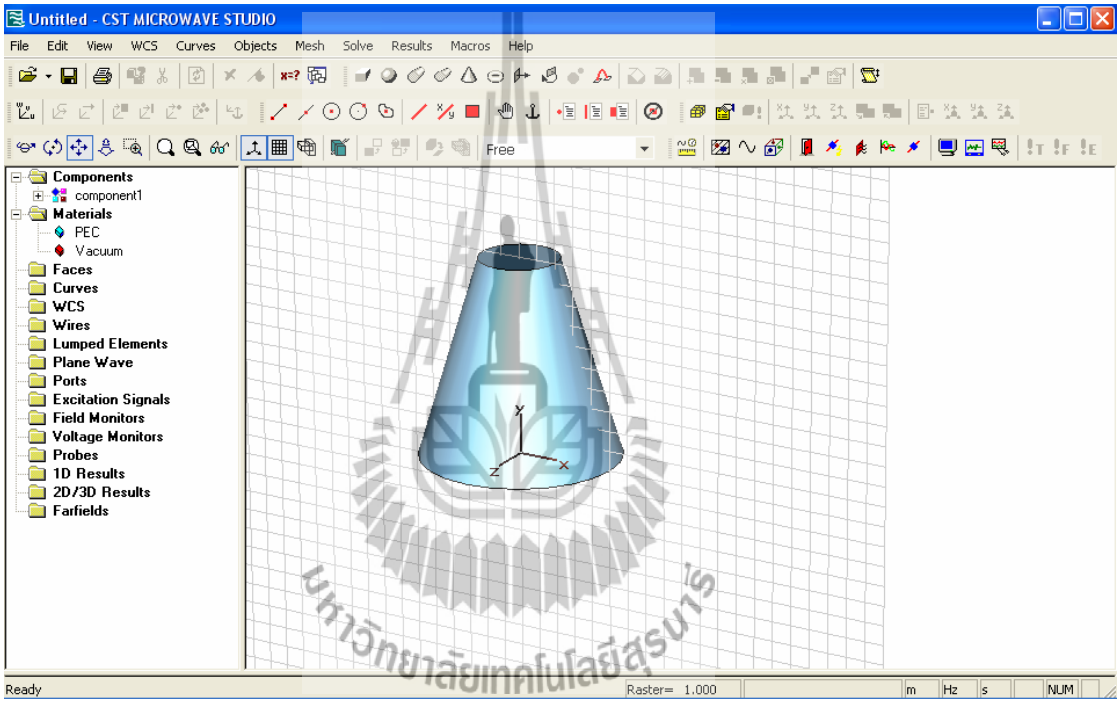
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.10.5 การสร้างรูปทรงกรวย (Cone)

การสร้างรูปทรงกรวย มี 2 วิธี เช่นเดียวกันกับการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมและรูปอื่นๆ แต่เลือกคำสั่งจาก main menu ดังนี้

Objects ⇨ Basic Shapes ⇨ Cone

ส่วนขั้นตอนการทำและการกำหนดค่านั้นเหมือนกับการสร้างรูปที่ผ่านมา จะได้รูปออกมาเป็นรูปทรงกรวย ดังรูปที่ 3.32



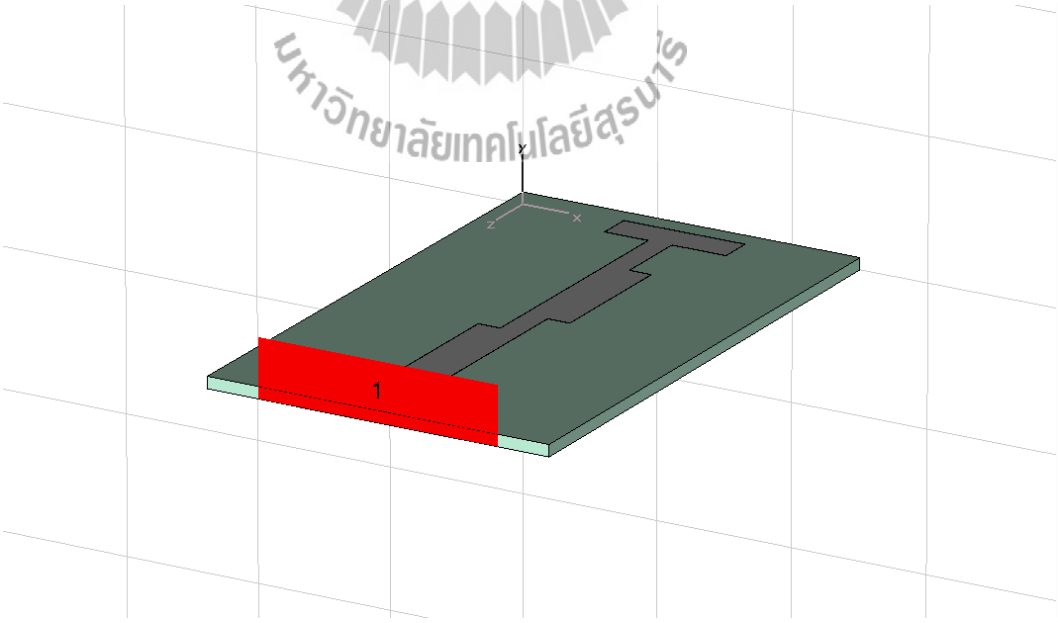
รูปที่ 3.32 รูปทรงกรวยที่มีขนาดตามที่ได้กำหนด

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลโดยการใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5

จากที่ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ WiMAX , สายอากาศ และสายอากาศไมโครสตริปในบทที่ 2 และได้ศึกษาการใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 อย่างเข้าใจในบทที่ 3 แล้วในบทนี้จะเป็นการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป โดยใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 และสร้างชิ้นงานขึ้นจริง รวมถึงการวิเคราะห์ผลจากการใช้โปรแกรมซึ่งแสดงด้วยค่า S-Paraeter , Gain และเปรียบเทียบกับสายอากาศที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด โดยเปรียบเทียบกันในเรื่องของ วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ ค่า S-Paraeter , Gain ที่ความถี่ 3.5 GHz

4.1 สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

สายอากาศไมโครสตริปที่สร้างขึ้น ที่ความถี่ 3.5 GHz มีขนาด 50x80 mm ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแผ่นหรือที่เราเรียกว่า แพทช์ (Patch) ซึ่งเป็น ตัวนำ ซึ่งถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นระนาบกราวด์ที่มีความบาง และมีลักษณะเป็นชั้นหรือที่เรียกว่า ซับสเตรท (Substrate) ของสารไดอิเล็กตริก ออกแบบด้วยโปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 ดังรูป 4.1

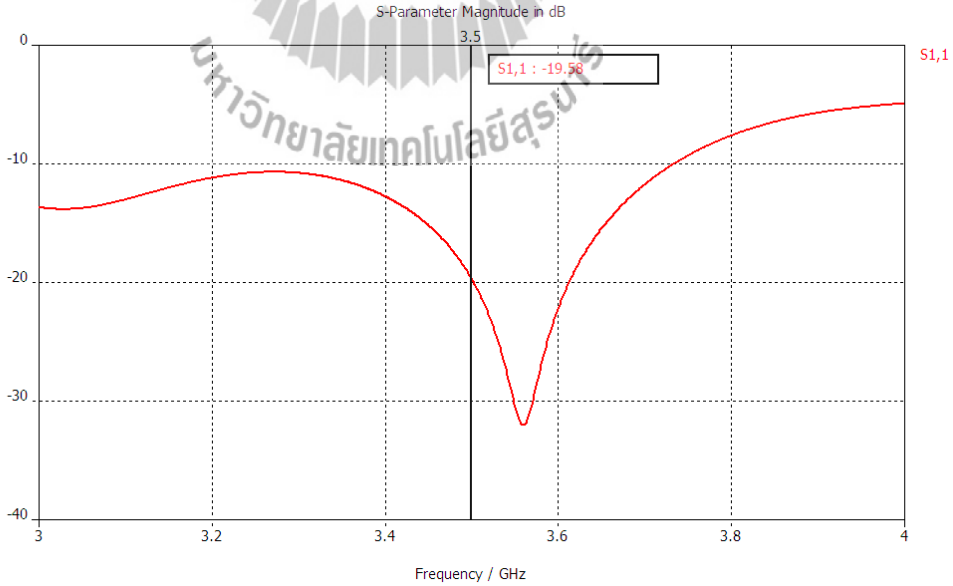


รูปที่ 4.1 แบบจำลองสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

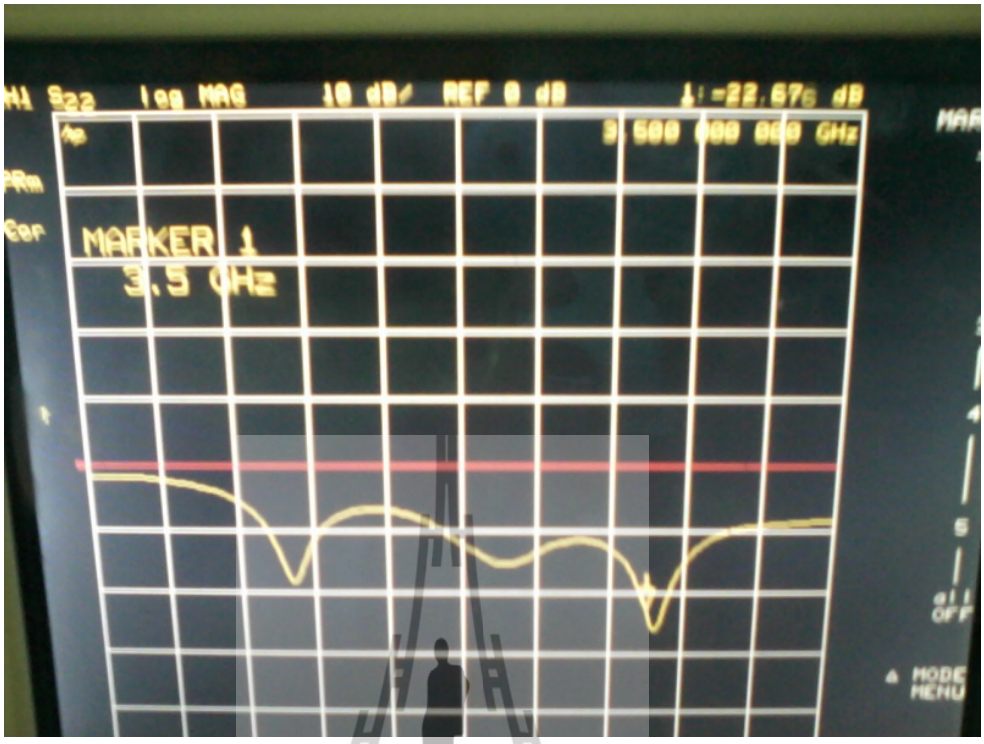
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.2 สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

จากรูปที่ 4.1 ,4.2 เมื่อได้แบบจำลอง สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป โดยสร้างพอร์ตแบบ Waveguide Port จากกราวด์ถึงสายอากาศแล้ว จะต้องประมวลผลที่ได้สามารถใช้งานในย่านความถี่ 3.5 GHz หรือไม่ โดยสามารถดูได้จากค่า S-Parameter (S1,1) และโดยทั่วไปแล้วค่า S1,1 ที่ยอมรับได้จะต้องต่ำกว่า-10 dB ค่า S1,1 จะแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.3

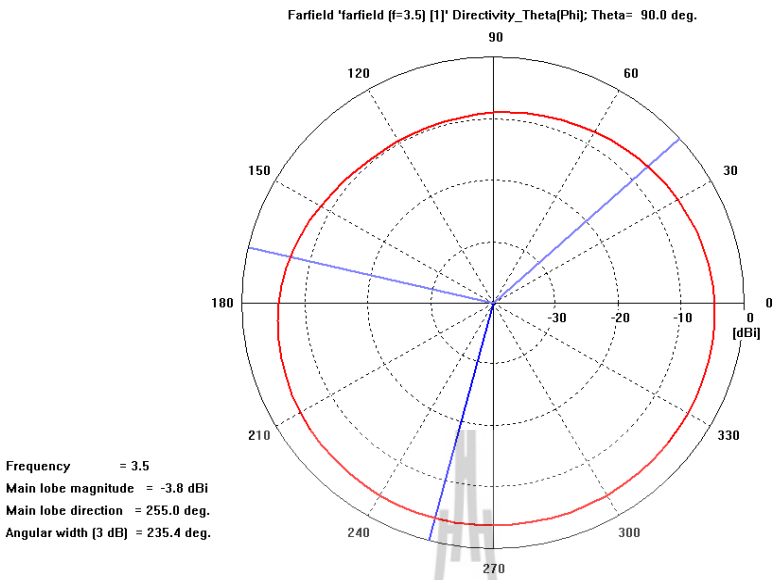


รูปที่ 4.3 ย่านความถี่การใช้งานของ สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป

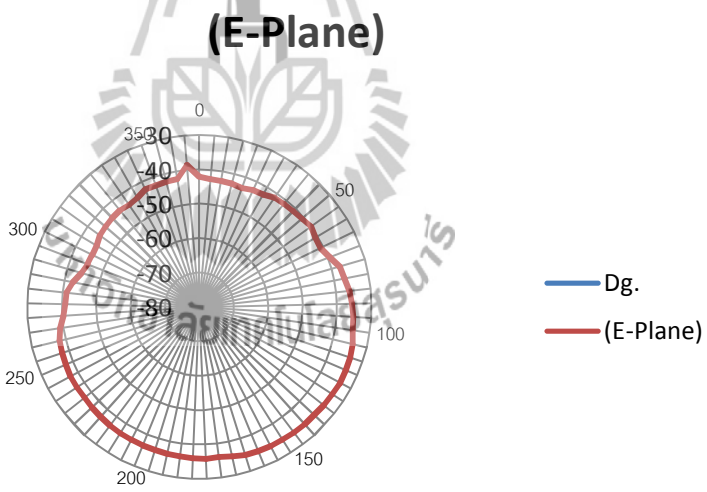


รูปที่ 4.4 ย่านความถี่การใช้งานของ สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป ที่วัดในเครื่อง Network analizor

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ที่ความถี่ 3.5 GHz มีค่า S-Parameter (S1,1) อยู่ที่ -19.58 dB และ จากรูปที่ 4.4 ที่วัดในเครื่อง Network analizor มีค่า S-Parameter (S1,1) อยู่ที่ -19.58 dB ซึ่งถือว่า แบบจำลอง สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป นี้สามารถใช้งานได้ดีในความถี่ที่ต้องการ และ มี Bandwidth ก็มีช่วงความถี่ 3.4-3.7 GHz ตามที่ WiMAX กำหนด ต่อไปต้องทำการประมวลผล ด้วยโปรแกรมเพื่อดูแบบรูปการแผ่กระจายพลังงานของ แบบจำลองนี้ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แบบรูปการแผ่กระจายพลังงานของ สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป



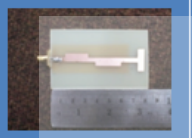
รูปที่ 4.6 แบบรูปการแผ่กระจายพลังงานของ สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริป ที่ได้จากชิ้นงานจริง

จากรูปที่ 4.5 , 4.6 แสดงแบบรูปการแผ่กระจายพลังงานของ สายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริปที่มี เมื่อทำการประมวลผลด้วย โปรแกรมและ ที่วัดจากชิ้นงานจริงจะได้แบบรูปการแผ่คลื่นแบบรอบตัวในระนาบเดี่ยว (Omni directional Pattern) คือมีเพียงระนาบในแนวนอนเท่านั้นที่คลื่นแผ่ออกไปรอบตัว การแสดงค่าของระดับพลังงานอยู่ในหน่วยของ dBi เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกับตัวแผ่คลื่นแบบไอโซทรอปิก (Isotropic Radiator) ที่มีการแผ่คลื่นออกมาเท่ากันทุกทิศทุกทาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.1 ตัวอย่างสายอากาศในท้องตลาด

แสดงการเปรียบเทียบ สายอากาศในย่าน ความถี่ 3.5 GHz

	MICRO STRIP Antenna	Magnetic Mount Antenna	Rubber Duck Antenna	Ceiling Antenna
				
Frequency Range	3.1~3.7 GHZ	3.3~3.8 GHZ	3.3~3.8G	3.3~3.8G
Gain (dBi)	7 dBi	5 dBi	4 dBi	4dBi
Radiation	Omni-directional	Omni-directional	directional	Omni-directional
Height (mm)	80 mm	245 mm	137 mm	130 mm
Weight (g)	14 g	190 g	29 g	165 g

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.3 วิเคราะห์ผล

เมื่อนำค่าต่างๆในคุณสมบัติของสายอากาศที่ได้ออกแบบขึ้นมา นำมาเปรียบเทียบกับสายอาอาศที่มีขายในท้องตลาด จะเห็นว่าชิ้นงานสายอากาศที่ได้ออกแบบขึ้นมา มีค่าGAIN สูงกว่า ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และมีค่าแบนด์วิดธ์กว้างกว่า ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ท้องตลาดต้องการ

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

โครงงานนี้ทำการออกแบบสายอากาศ WiMAX แบบไมโครสตริปขึ้นโดยใช้โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 เพื่อที่จะเปรียบเทียบกับสายอากาศที่มีจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งจะพัฒนาจาก อัตราขยาย (Gain) แถบกว้างของความถี่ (bandwidth) เป็นตัวพัฒนาของระบบ โดยมีความถี่ใช้งานในย่านความถี่ 3.5 GHz

จากการออกแบบและสร้างชิ้นงานสายอากาศแบบไมโครสตริป ย่านความถี่3.5 GHZ นำไปวัดค่าโดยเครื่องnetwork analyzer เมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับสายอากาศที่มีขายในท้องตลาดพบว่าได้ผลดีกว่า คือ ค่าGain สูงกว่า ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา แบนด์วิชกว้างทำให้รับส่งข้อมูลได้ดีกว่าในเวลาเดียวกัน

ปัญหาและอุปสรรค

- ต้องใช้เวลาในการศึกษาและออกแบบสายอากาศในโปรแกรมจนกว่าจะได้ค่าที่ดีกว่าหรือเท่ากับท้องตลาด
- การใช้เครื่องวัด network analizer ในการวัดค่า อาจคลาดเคลื่อนให้ผลไม่ตรงตาม CST จึงต้องมีการออกแบบให้ได้ค่าที่สูงๆ

ข้อเสนอแนะ

- การวัดค่าเกณฑ์จากเครื่อง Network analyzer ต้องวัดเทียบค่ากับสายอากาศโมโพล
- ต้องออกแบบสายอากาศใน CST ให้ได้ค่า S11 GAIN และ Bandwidth มีค่าสูงๆ เพราะเมื่อนำไปผลิตชิ้นงานแล้วนำมาวัดค่าอาจจะคลาดเคลื่อนได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร

ประวัติผู้เขียน

น.ส. เบญจพร จตุเทน เกิดเมื่อวันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2531 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ เมื่อปี พ.ศ. 2549 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

น.ส. เสาวภา อินทรพาณิชย์ เกิดเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2531 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลวาริชภูมิ อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร เมื่อปี พ.ศ. 2549 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] โปรแกรม CST MICROWAVE STUDIO 5 (http://www.cst.com/)

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

[3] http://th.wikipedia.org/wiki/สายอากาศ

[4] http://www.wimax.in.th/wimax

[5] http://www.100watts.com/smf/index.php?topic=32093.0

[6] http://dcms.thailis.or.th/dcms/basic.php?query

[7]Yang, K., and Wong, K. (2001). Dual-Band Circularly-Polarized Square Microstrip Antenna. IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 49(3):377-381.

[8] Wood, C., 1980, .Improved Bandwidth of Microstrip Antennas using Parasitic Elements,. IEE Proceedings, Vol. 127, Part H, pp. 231-234.

[9] Parametric Study of the Rectangular Microstrip Antenna with an Air Gap
Nirun Kumprasert Chalermpol Namkang and Taspong Tassri
King Mongkut.s University of Technology Thonburi, Bangmod