สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

เงินรายได้สถาบันฯ

สายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด

A Circular Aperture Antenna Fed by Circular Monopole for UWB Applications

ผศ.ดร. ชูวงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ (หัวหน้าโครงการวิจัย)

Asst.Prof.Dr.Chuwong Phongcharoenpanich

ศ.ดร. โมไนย ไกรฤกษ์ (นักวิจัย)

Prof.Dr.Monai Krairiksh

นายคณะวัติ เนื่องวงษา (ผู้ช่วยวิจัย)

Mr.Kanawat Nuangwongsa

นางสาวพิชชานันท์ วงศ์ศิริธร (ผู้ช่วยวิจัย)

Miss Pitchanun Wongsiritorn

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กันยายน พ.ศ. 2551

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

September 2008

b.12339830

i.

RCH

TK 7871.6 ช 681ส

เลขหมู่

เลขทะเบียน 120177

วัน, เดือน, ปี 9 ก.พ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 วงเงินงบประมาณ 50,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปย่อ

ในรายงานนี้ได้ทำการศึกษาค่าพารามิเตอร์ต่างๆโดยใช้การจำลองผลเพื่อให้ได้โครงสร้างของสายอากาศที่สามารถรองรับช่วงความถี่ 3.1 – 10.6 กิกะเฮิรตซ์ โดยมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศเป็นแบบสองทิศทาง ซึ่งลักษณะของสายอากาศเป็นสายอากาศช่องเปิดวงกลมที่มีการป้อนสัญญาณด้วยโมโนโพลวงกลมซึ่งเป็นโครงสร้างที่ง่ายในการเริ่มต้นในการศึกษา โดยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมนั้นสามารถสรุปได้ดังนี้คือ สายอากาศที่ได้นำมาทำการจำลองผลการทำงานซึ่งจากการจำลองผลจะพบว่าค่า $|S_{11}|$ ได้ช่วงความถี่กว้างมาก และได้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบสองทิศทาง โดยมีขนาดของสายอากาศเท่ากับ 40×40 ตารางมิลลิเมตร จากการจำลองผลของสายอากาศพบว่าอัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบไม่มีสตับจะมีค่าเพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่อง แต่อัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบมีสตับจะมีค่าคงที่ในย่านความถี่ก่อน 3.1 กิกะเฮิรตซ์และจะเพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่องในย่านความถี่กลาง และที่ย่านความถี่เกิน 10.6 กิกะเฮิรตซ์ค่าอัตราขยายของสายอากาศจะมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบค่า |S11| แล้วพบว่าสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมจะมีค่า |S11| ลดต่ำกว่า -10 dB ที่ความถี่ประมาณ 2.5 กิกะเฮิรตซ์และจะต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ที่ต้องการคือตลอดช่วงความถี่กว้างยิ่งยวดที่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ และพบว่าสายอากาศเมื่อใส่สตับจะมีค่า |S11| ลดต่ำกว่า -10 dB ที่ความถี่ประมาณ 3 กิกะเฮิรตซ์และจะต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ที่ต้องการคือตลอดช่วงความถี่กว้างยิ่งยวดที่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ แต่จากการจำลองผลถ้าพิจารณาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะพบว่าสายอากาศที่ใส่สตับนั้นจะมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ดีกว่าสายอากาศที่ไม่ใส่สตับ โดยการออกแบบโครงสร้างของสายอากาศจะเน้นความไม่ซับซ้อน สร้างได้ง่าย น้ำหนักเบาและราคาถูก ซึ่งสายอากาศที่สำเร็จนั้นสามารถทำงานรองรับช่วงความถี่ 3.1 – 10.6 กิกะเฮิรตซ์ ตลอดในช่วงความถี่กว้างยิ่งยวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

รายงานนี้นำเสนอการจำลองผลของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System) ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.3a โดยมีย่านความถี่ที่ถูกกำหนดโดย Federal Communications Commission (FCC) ที่มีการรองรับช่วงความถี่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ โครงสร้างสายอากาศเป็นช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลม ระนาบกราวนด์เป็นช่องเปิดวงกลมกว้างใช้สำหรับขยายช่วงความถี่และบังคับทิศทางแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศให้เป็นแบบลำคลื่นสองทิศทาง (Bi-directional pattern) และจำลองผลสายอากาศหาค่าความถี่ที่ค่า $|S_{11}|$ ต่ำกว่า -10 dB พบว่าสายอากาศครอบคลุมความถี่ได้ตั้งแต่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

This report presents the simulation of a circular aperture antenna fed by circular monopole for ultra-wideband applications. This antenna is desired to cover the ultra-wideband of Federal Communications Commission (FCC) IEEE 802.15.3a standard from 3.1 to 10.6 GHz. This structure is made up of the circular aperture antenna fed by circular monopole. This ground plane is a wide circular aperture to obtain bandwidth enhancement and bidirectional radiation. From the simulated results, the bandwidth ($|S_{11}|$ < -10 dB) cover 3.1-10.6 GHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทสรุปย่อ	II
บทคัดย่อ	III
คำย่อและสัญลักษณ์	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 เปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ	2
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและขอบเขตของงานวิจัย	6
1.5 เนื้อหาโดยรวมของรายงาน	6
บทที่ 2 การออกแบบสายอากาศและการจำลองผลของสายอากาศ	8
2.1 โครงสร้างของสายอากาศ	8
2.2 โครงสร้างของสายอากาศด้านหน้าและด้านหลัง	9
2.3 การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผล	10
2.3.1 การจำลองผลของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลม	10
2.3.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่น	12
บทที่ 3 ข้อวิจารณ์และการวิเคราะห์การจำลองผล	16
3.1 การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผลเมื่อใส่สตับ	16
3.1.1 การจำลองผลของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลม เมื่อใส่สตับ	16
3.1.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเมื่อใส่สตับ	17
3.1.3 การวิเคราะห์การจำลองผลเมื่อใส่สตับ	20
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	22
4.1 สรุปและข้อเสนอแนะ	22
4.2 ข้อดีของสายอากาศ	25
4.3. ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สรุปผลงานภายใต้โครงการ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

UWB	Ultra-Wide Band
FCC	Federal Communications Commission
CPW	Coplanar Wave Guide
PAN	Personal Area Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

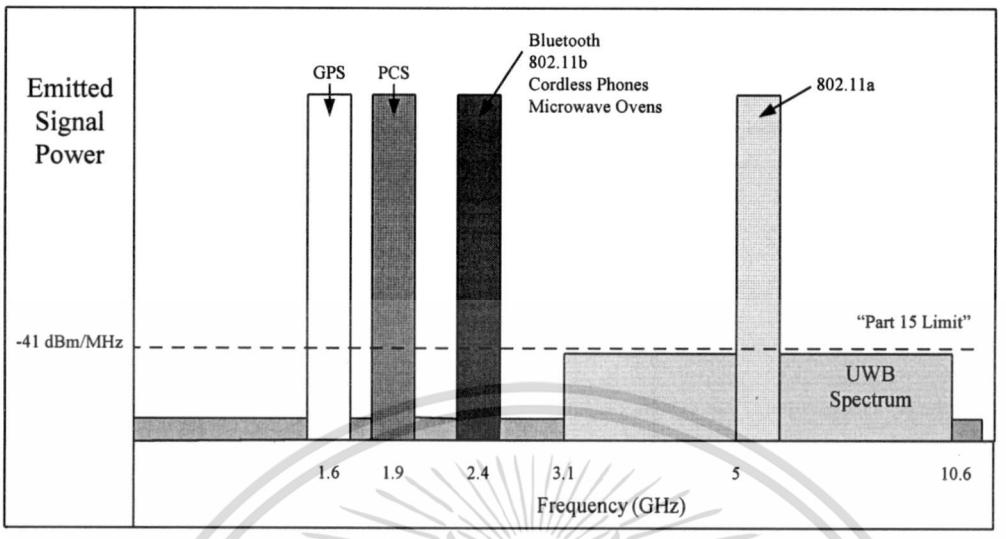
บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

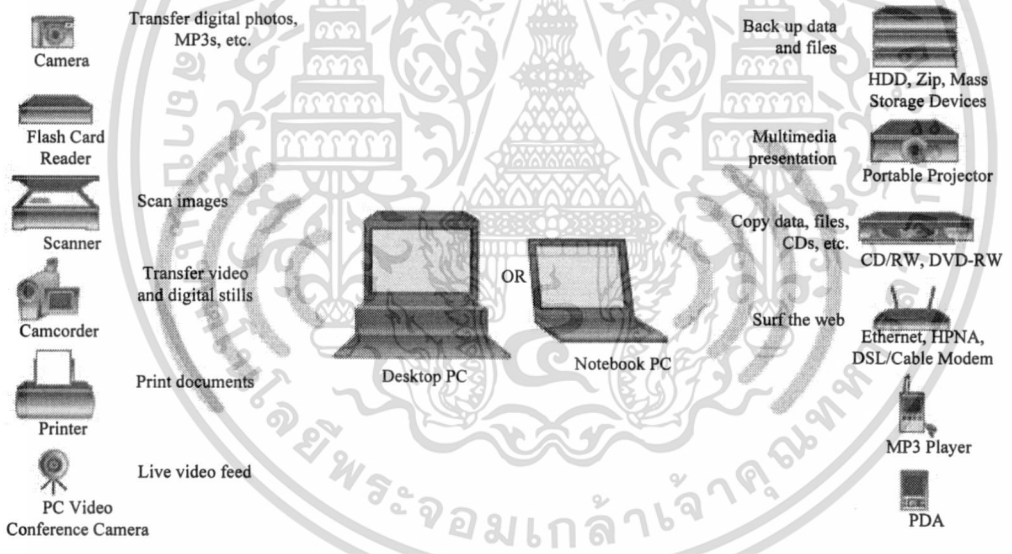
เทคโนโลยีการสื่อสารทางด้านโทรคมนาคมนั้นในปัจจุบันมีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลทั้งระยะใกล้และระยะไกล โดยเฉพาะย่านความถี่ไมโครเวฟและย่านความถี่ไมโครเวฟที่จะใช้นั้นจะต้องมีย่านความถี่ที่ไม่ซ้อนทับกับย่านความถี่ของระบบที่มีอยู่เดิมเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนกันของระบบสื่อสารไร้สาย โดยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) เป็นการส่งข้อมูลแบบพัลส์สั้นๆ ผ่านคลื่นวิทยุความถี่กว้าง ทำให้สามารถโอนข้อมูลจำนวนมากได้ในระยะทางสั้นๆ ด้วยพลังงานที่ต่ำ ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีอื่นที่จะส่งผ่านคลื่นวิทยุความถี่แคบ โดยถ้าเราจะเปรียบเทียบกับเทคโนโลยี Wi-Fi ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ 11 เมกะบิตต่อวินาทีแล้ว เทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) สามารถที่จะรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วถึง 500 เมกะบิตต่อวินาที หรือมากกว่า 45 เท่า และถ้าเรามามองในเรื่องของค่าใช้จ่ายก็ใกล้เคียงกับเทคโนโลยี Wi-Fi เพราะชิ้นส่วนของเครื่องส่งที่เป็นอนาลอกจะมีความสลับซับซ้อนน้อยกว่า เมื่อเทียบกับเครื่องส่งสัญญาณแบบความถี่แคบ ด้วยการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลพัลส์ ที่แตกต่างจากคลื่นความถี่แบบสัญญาณไซน์ทั่วไป เทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) จึงสามารถส่งสัญญาณพัลส์ได้เป็นหลายล้านครั้งในหนึ่งวินาที ทำให้เราสามารถกำหนดระยะเวลาของการรับส่งที่แม่นยำ ในเรื่องของการนำไปใช้งานเราสามารถที่จะนำเทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) ไปใช้เพื่อการค้นหาวัตถุหรือเรดาร์ และอ่านตำแหน่งของวัตถุที่มีความแม่นยำสูงระดับหน่วยมิลลิเมตร เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีจีพีเอส (GPS) ที่ให้ความแม่นยำเพียงแค่หน่วยเมตรเท่านั้น

เทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) ได้รับการกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน IEEE 802.15.3a โดยมีย่านความถี่ที่ถูกกำหนดโดย Federal Communications Commission (FCC) อยู่ที่ 3.1 - 10.6 GHz [2] ซึ่งเป็นย่านความถี่เดียวกันกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม การกำหนดความถี่ในย่านดังกล่าวจะช่วยป้องกันปัญหาการรบกวนของสัญญาณวิทยุกับเทคโนโลยีสื่อสารภาคพื้นอื่นๆ ที่มีการใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้เทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) ยังสนับสนุนการสร้างพื้นที่โครงข่ายส่วนบุคคล ที่เรียกว่า Personal Area Network (PAN) ซึ่งช่วยให้เราสามารถจัดการข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ ที่เคลื่อนที่ไปมาได้อย่างหลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 การเปรียบเทียบย่านความถี่ของเทคโนโลยีแบบต่างๆ [5]



รูปที่ 1.2 การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ USB ต่างๆที่เป็นระบบไร้สาย [6]

1.2 เปรียบเทียบเทคโนโลยีไร้สายในแบบต่างๆ

เทคโนโลยี มาตรฐาน เครือข่าย อัตราความเร็ว ระยะทางและความถี่

- Wi-Fi IEEE 802.11a WLAN สูงสุด 54 Mbps 100 เมตร 5 GHz
- Wi-Fi IEEE 802.11b WLAN สูงสุด 11 Mbps 100 เมตร 2.4 GHz
- Wi-Fi IEEE 802.11g WLAN สูงสุด 54 Mbps 100 เมตร 2.4 GHz
- WiMax IEEE 802.16d WMAN สูงสุด 75 Mbps (20 MHz BW) ปกติ 6.4 - 10 กิโลเมตร Sub 11 GHz

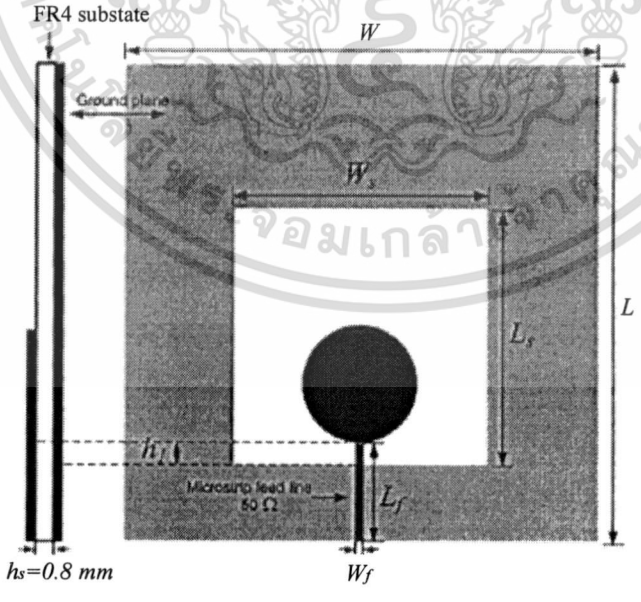
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- WiMax IEEE 802.16e Mobile WMAN สูงสุด 30 Mbps
  (10 MHz BW) ปกติ 1.6 - 5 กิโลเมตร 2 - 6 GHz
- WCDMA/UMTS 3G WWAN สูงสุด 2 Mbps/10 Mbps (HSDPA) ปกติ 1.6 - 8 กิโลเมตร 1800, 1900, 2100 MHz
- CDMA2000 1x EV-DO 3G WWAN สูงสุด 2.4 Mbps ปกติ 1.6 - 8 กิโลเมตร 400, 800, 900, 1700, 1800, 1900, 2100 MHz
- EDGE 2.5G WWAN สูงสุด 348 kbps ปกติ 1.6 - 8 กิโลเมตร 1900 MHz
  UWB IEEE 802.15.3a WPAN 110 – 480 Mbps 10 เมตร 7.5 GHz

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ได้นำมาเป็นแนวทางในการทำรายงานนี้ ซึ่งขอแสดงงานวิจัยที่ได้นำมาเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

งานวิจัยแรกคือการศึกษาเรื่องสายอากาศไมโครสตริปวงกลมป้อนด้วยเส้นไมโครสตริปเหนือระนาบกราวนด์ที่เป็นร่องกว้าง (Circular Microstrip Antenna Fed by Microstrip Line above Wide-Slot Ground Plane) [1] เป็นผลงานของ Yuktitath Chawanonphithak ในปี พ.ศ.2550 ที่ผ่านมางานวิจัยนี้ได้เสนอการออกแบบสายอากาศไมโครสตริปวงกลมป้อนด้วยเส้นไมโครสตริปเหนือระนาบกราวนด์ที่เป็นร่องกว้าง ดังรูปต่อไปนี้

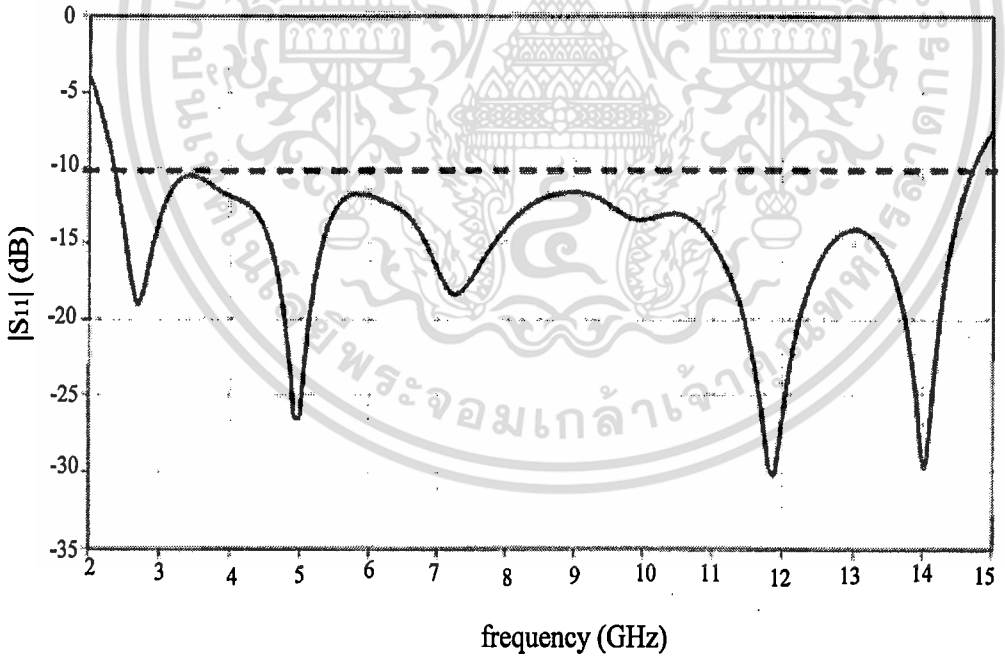


รูปที่ 1.3 สายสายอากาศไมโครสตริปวงกลมป้อนด้วยเส้นไมโครสตริปเหนือระนาบกราวนด์ที่เป็นร่องกว้าง [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ค่าความกว้างและความยาวของแผ่นวงจรพิมพ์ [1]

ความกว้าง (*W*) (mm)	**ความยาว (*L*)** (mm)	**ความถี่เรโซแนนซ์** (GHz)	**แบนด์วิดธ์จากผลการจำลอง** (GHz)
150	150	2.25	2.25-14.70
120	120	2.25	2.25-14.70
80	80	2.34	2.34-14.70
70	70	2.34	2.34-14.70
60	60	2.34	2.34-14.70
50	50	2.16	2.16-14.70
40	40	1.86	1.86-2.11



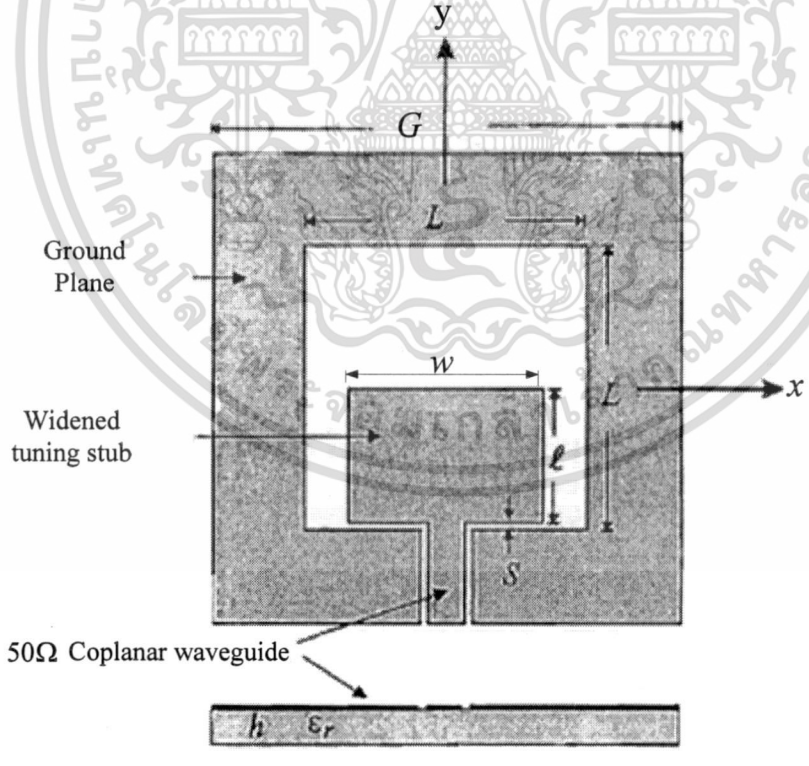
รูปที่ 1.4 ค่า $|S_{11}|$ ต่ำกว่า – 10 dB ในช่วงความถี่ 2.34-14.70 กิกะเฮิรตซ์ของสายอากาศขนาด 60×60 ตารางมิลลิเมตร [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ค่ามุมที่ลำคลื่นแรงที่สุดและความกว้างลำคลื่น [1]

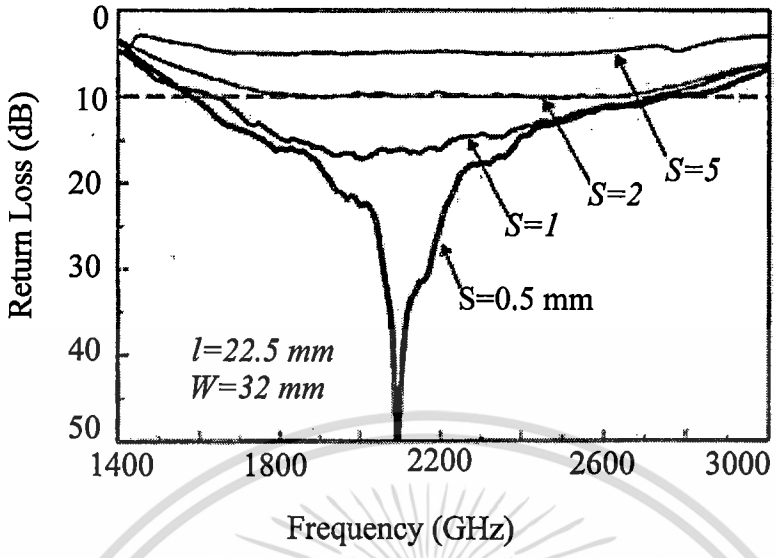
ความถี่ (GHz)	ระนาบสนามไฟฟ้า		ระนาบสนามแม่เหล็ก	
	มุมที่ลำคลื่นแรงที่สุด (องศา)	ความกว้างลำคลื่น (องศา)	มุมที่ลำคลื่นแรงที่สุด (องศา)	ความกว้างลำคลื่น (องศา)
3.1	160	58	180	71
6.8	180	103	180	59
10.6	125	31	45	38

งานวิจัยที่สองคือ H. D. Chen ในค. ศ. 2003 [4] ศึกษาเกี่ยวกับการขยายแบนด์วิดธ์ของสายอากาศไมโครสตริป โดยใช้วิธีการป้อนสายนำสัญญาณด้วยโครงสร้างระนาบร่วม (CPW-Fed) และจูนสตับ (Widened Tuning Stub) ร่วมกัน ซึ่งได้สายอากาศร่องสี่เหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วม (CPW-Fed Square Slot Antenna) ใช้สำหรับทำงานในย่านความถี่กว้าง



รูปที่ 1.5 สายอากาศร่องสี่เหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมที่มีสตับจูนสี่เหลี่ยมแบบแถบความถี่กว้าง [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.6 การทดสอบค่า |S11| เมื่อเปลี่ยนค่า S ของสายอากาศร่องสี่เหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมที่มีสตับจูนสี่เหลี่ยม [4]

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและขอบเขตของงานวิจัย

รายงานนี้มุ่งหวังเพื่อศึกษา ออกแบบ และการจำลองผลของสายอากาศที่ให้แบนด์วิดธ์กว้างครอบคลุมช่วงความถี่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ โดยใช้แผ่นวัสดุที่มีความบาง น้ำหนักเบาและราคาถูก โดยการออกแบบโครงสร้างของสายอากาศนั้นจะเน้นให้สร้างได้ง่าย และไม่ซับซ้อน

1.5 เนื้อหาของรายงาน

รายงานฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

1. บทนำ กล่าวถึงความสำคัญของเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายและเทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) ที่มีความจำเป็นในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในชีวิตประจำวัน และการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการสื่อสารแบบต่างๆกับเทคโนโลยีความถี่กว้างยิ่งยวด (UWB) ว่าแต่ละช่วงความถี่ใช้งานแตกต่างกันอย่างไร
2. การออกแบบสายอากาศ กล่าวถึงการออกแบบและการจำลองผลของสายอากาศจากการใช้โปรแกรมในการจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผลของสายอากาศ
3. การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผล ซึ่งจะกล่าวถึงการจำลองผลและอธิบายการจำลองผลของสายอากาศจากการใช้โปรแกรมในการจำลองผลการทำงาน

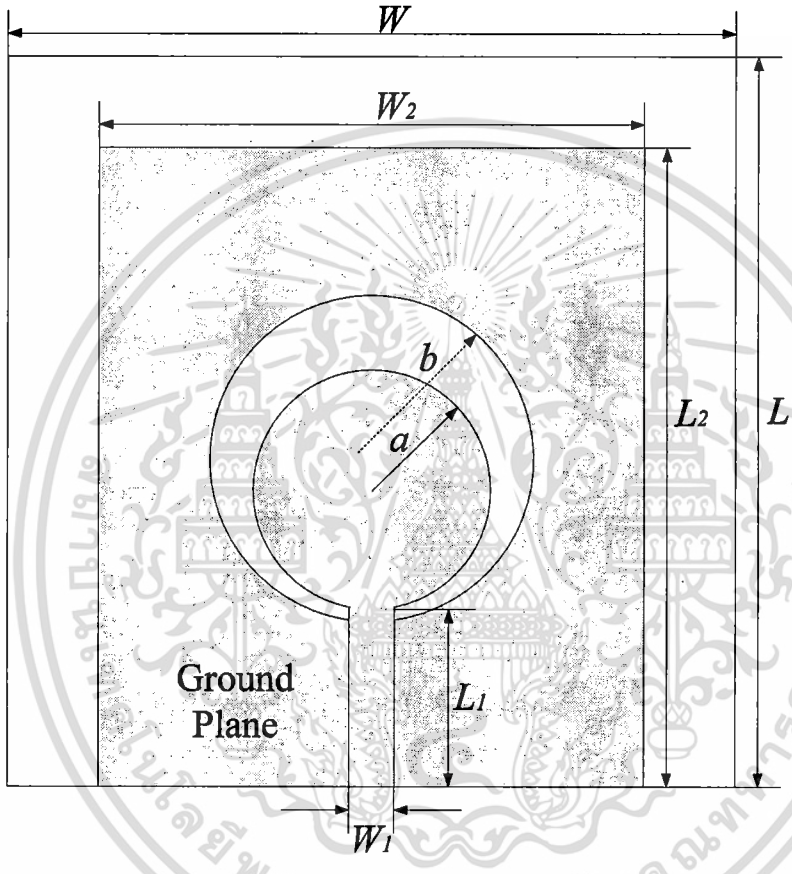
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผลเมื่อใส่สตับ (Stub) กล่าวถึงการจำลองผลและการอธิบายการจำลองผลของสายอากาศจากการใช้โปรแกรมในการจำลองผลการทำงานเมื่อใส่สตับ
5. สรุป กล่าวถึงการสรุปเนื้อหาโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การออกแบบสายอากาศและการจำลองผลของสายอากาศ

2.1 โครงสร้างของสายอากาศ



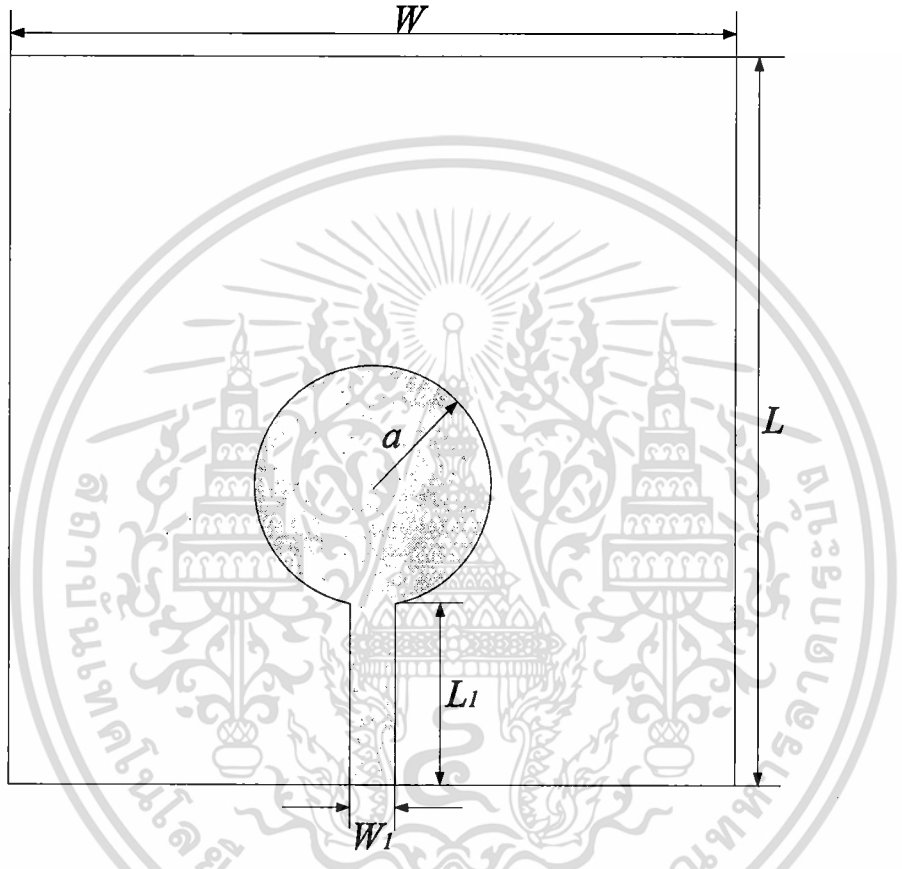
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System)

โดยโครงสร้างสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System) ที่ออกแบบดังแสดงในรูปที่ 2.1 จะใช้วัสดุฐานรองเป็นสารอีพ็อกซี่ซึ่งเป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่สามารถหาได้ง่ายและราคาถูก โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 โดยมีค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ของวัสดุฐานรอง (ε_r) เท่ากับ 4.4 และมีความสูง (h) เท่ากับ 0.8 มิลลิเมตร มีความกว้าง W และความยาว L เท่ากัน ซึ่งในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์นั้นจะต้องใช้ส่วนประกอบของทั้งสองด้านในการออกแบบ โดยให้แผ่นวงจรพิมพ์ด้านหนึ่งใช้สำหรับโครงสร้างสายอากาศและสายนำสัญญาณ และอีกส่วนหนึ่งใช้สำหรับการออกแบบเพื่อเพิ่มช่วงกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

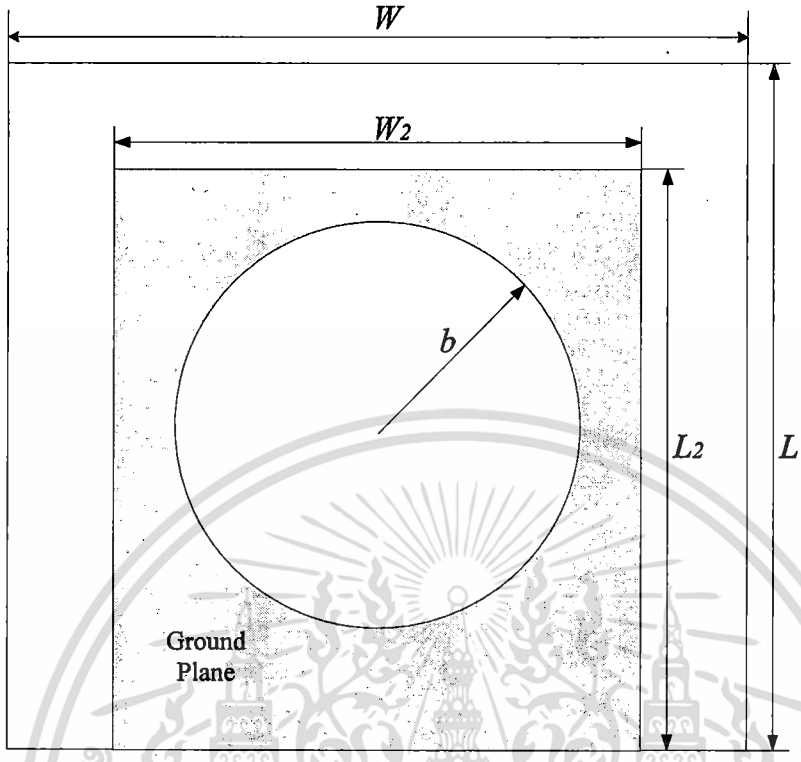
ความถี่ โดยการใช้ช่องเปิดวงกลม เพื่อที่จะให้ได้สายอากาศที่รองรับความถี่ 3.1 – 10.6 กิกะเฮิรตซ์ และได้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นตามต้องการ

2.2 โครงสร้างของสายอากาศด้านหน้าและด้านหลัง



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของสายอากาศด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของสายอากาศด้านหลัง

ในส่วนของโครงสร้างสายอากาศประกอบไปด้วยสายอากาศไมโครสตริปวงกลมรัศมี a มีการป้อนสัญญาณด้วยเส้นไมโครสตริปตรงกลาง [3] ที่มีค่าความกว้างเท่ากับ W_1 และมีความยาวเท่ากับ L_1 และในส่วนของระนาบกราวนด์จะถูกออกแบบเป็นช่องเปิดวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ b อยู่บนระนาบกราวนด์ที่มีขนาดความกว้างเท่ากับ W_2 และมีความยาวเท่ากับ L_2 โดยการออกแบบสายอากาศนี้จะมีส่วนที่เป็นวัสดุฐานรองเป็นสารอีพ็อกซี่มีขนาดความกว้างเท่ากับ W และมีขนาดความยาวเท่ากับ L

2.3 การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผล

2.3.1 การจำลองผลของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลม

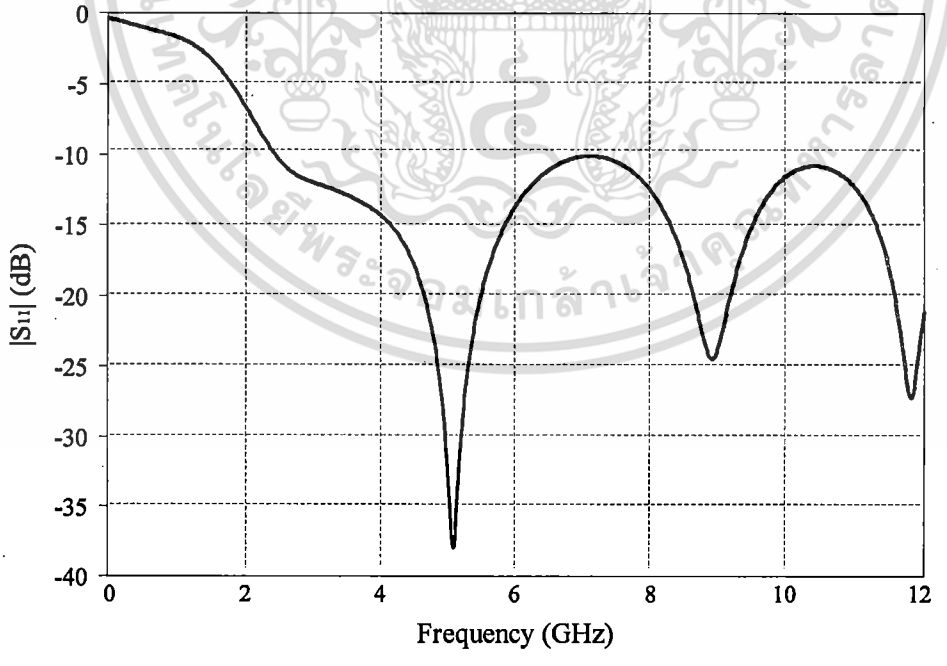
ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวดมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศ ช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System)

พารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศ	พารามิเตอร์	ขนาด (มิลลิเมตร)
ความกว้างของวัสดุฐานรอง	W	40
ความยาวของวัสดุฐานรอง	L	40
รัศมีของโมโนโพลวงกลม	a	5
ความกว้างของเส้นไมโครสตริป	W_1	1
ความยาวของเส้นไมโครสตริป	L_1	11
รัศมีช่องเปิดวงกลม	b	12
ความกว้างของระนาบกราวนด์	W_2	25
ความยาวของระนาบกราวนด์	L_2	25

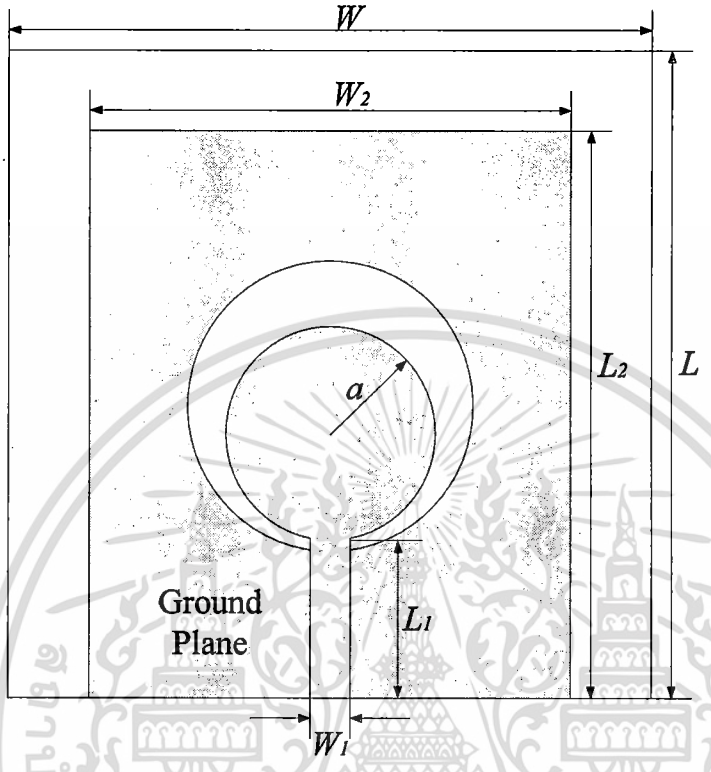
ในรายงานนี้จะเลือกใช้แผ่นวงจรพิมพ์ชนิด FR-4 โดยมีค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ของวัสดุฐานรอง (ε_r) เท่ากับ 4.4 และมีความสูง (h) เท่ากับ 0.8 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.4 ค่า $|S_{11}|$ ที่ต่ำกว่า -10 dB ของสายอากาศขนาด 40×40 ตารางมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่น

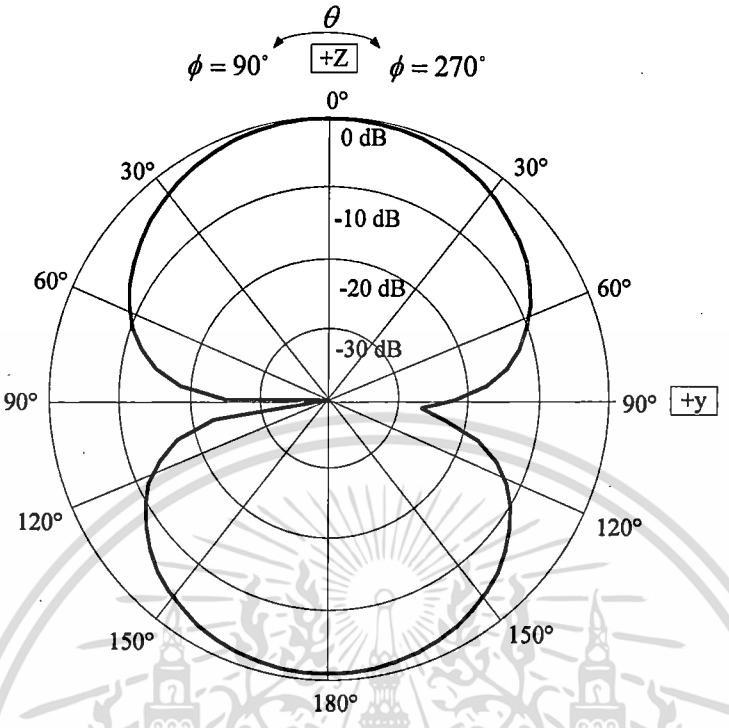


รูปที่ 2.5 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศ

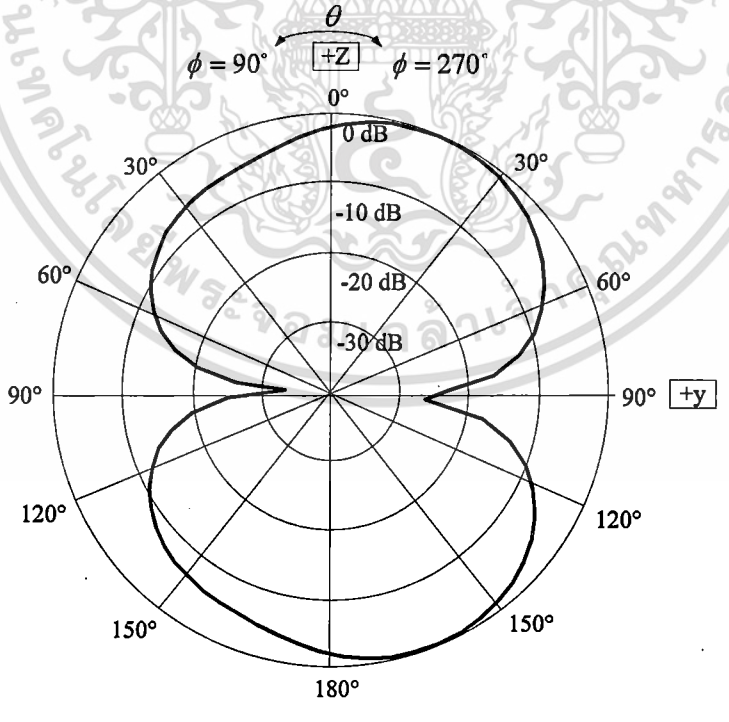
จากการจำลองผลในหัวข้อที่ผ่านมาแล้วจะทำให้เราได้ค่าพารามิเตอร์ของสายอากาศโดยจะมีความกว้าง W เท่ากับ 40 มิลลิเมตร และจะมีความยาว L เท่ากับ 40 มิลลิเมตร ค่ารัศมีของโมโนโพลวงกลม a มีค่าเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ความยาวของเส้นไมโครสตริป L_1 เท่ากับ 11 มิลลิเมตร และมีค่าความกว้างของเส้นไมโครสตริป W_1 เท่ากับ 1 มิลลิเมตร และมีรัศมีของช่องเปิดวงกลม b เท่ากับ 12 มิลลิเมตร อยู่บนแผ่นระนาบกราวนด์ที่มีขนาดความยาว L_2 เท่ากับ 25 มิลลิเมตร ขนาดของความกว้างของระนาบกราวนด์ W_2 เท่ากับ 25 มิลลิเมตรดังรูปที่ 2.5

นำค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดมาทำการจำลองผลหาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้า (E-plane) และระนาบสนามแม่เหล็ก (H-plane) และเนื่องจากช่วงความถี่มีช่วงกว้างมากซึ่งครอบคลุมช่วง 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ ดังนั้นในการจำลองผลเราจึงได้ทำการพิจารณาที่ช่วงความถี่เริ่มต้น ความถี่กลาง และความถี่สุดท้ายคือ 3.1, 6.8 และ10.6 กิกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

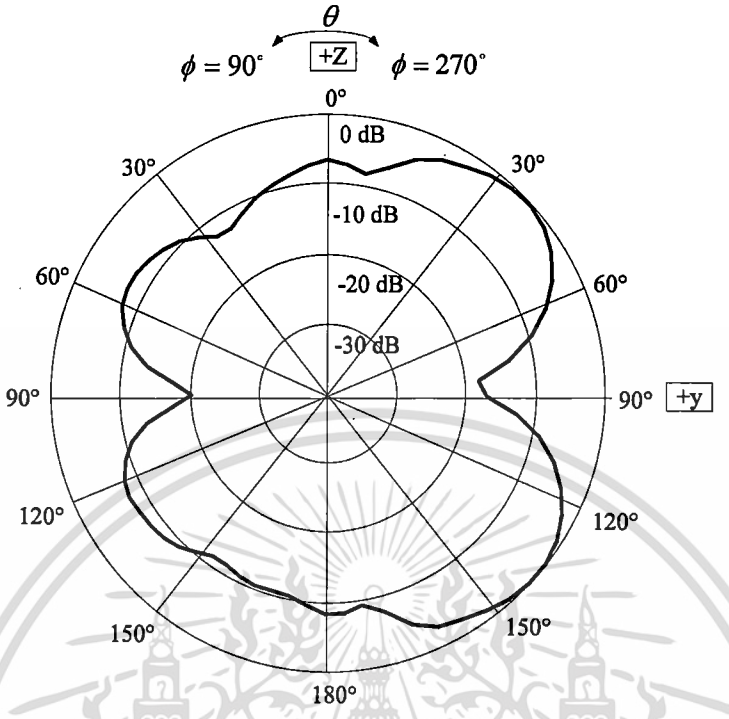


รูปที่ 2.6 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

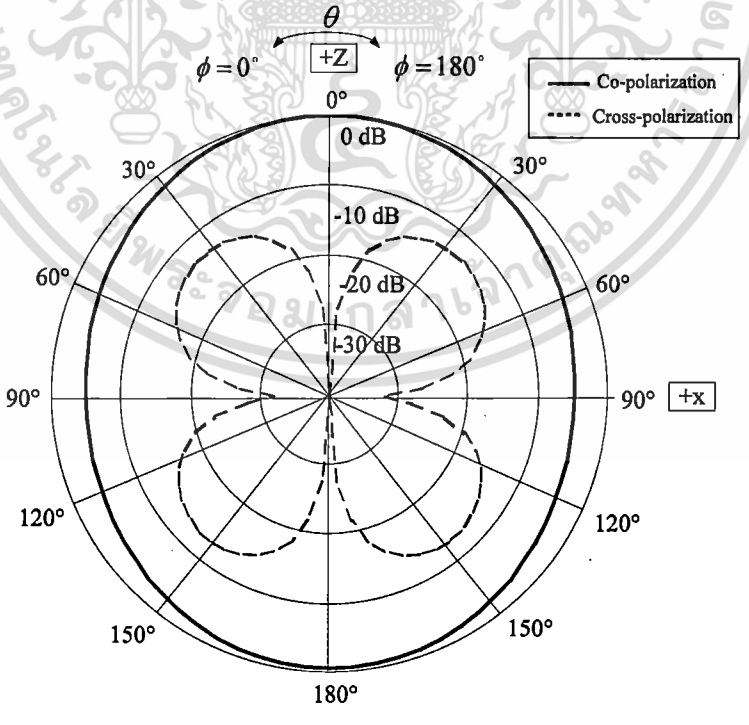


รูปที่ 2.7 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

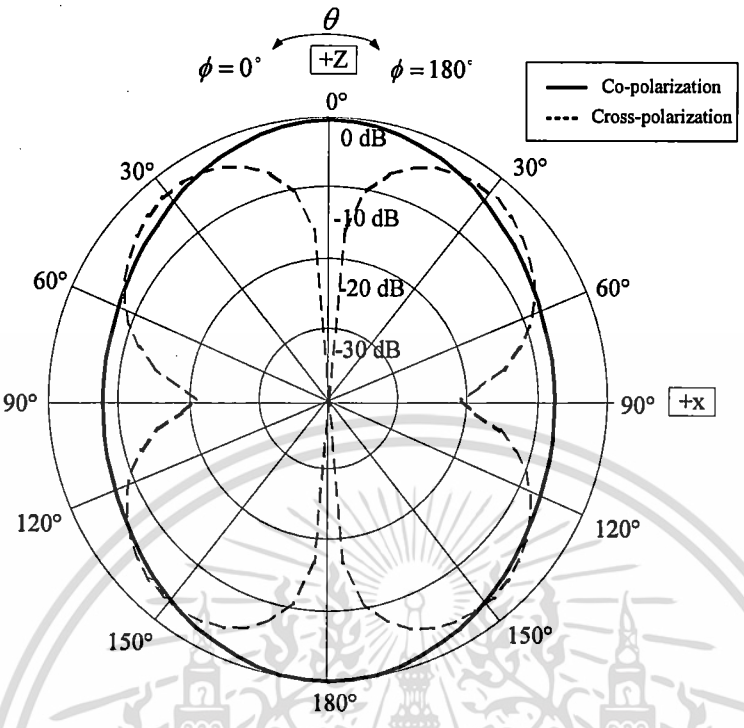


รูปที่ 2.8 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

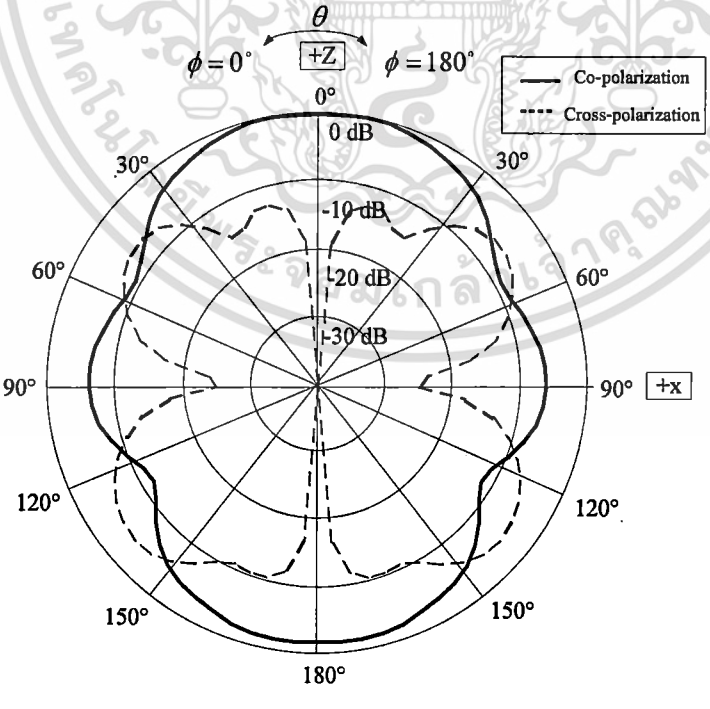


รูปที่ 2.9 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.11 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

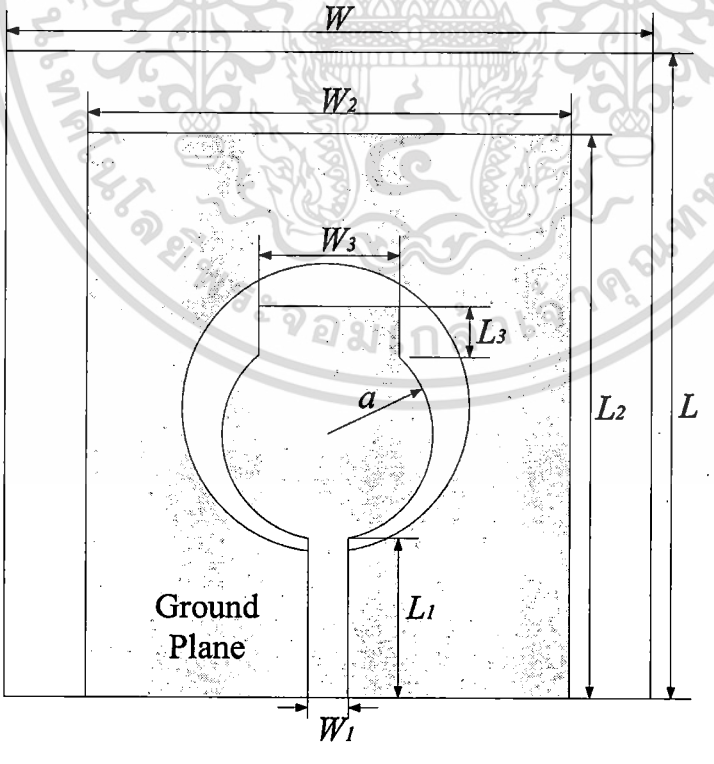
บทที่ 3
ข้อวิจารณ์และการวิเคราะห์การจำลองผล

3.1 การจำลองผลและการวิเคราะห์การจำลองผลเมื่อใส่สตับ (Stub)

จากการจำลองผลของสายอากาศพบว่าค่า |S11| นั้นมีค่าต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในย่านความถี่กว้างยิ่งยวด และจากการพิจารณาในระนาบสนามไฟฟ้าพบว่าแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ นั้นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 0 องศาและที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่กลางนั้นแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 15 องศา แต่ที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 40 องศา

3.1.1 การจำลองผลของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมเมื่อใส่สตับ (Stub)

มีการปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศโดยการเพิ่มสตับที่มีความกว้างเท่ากับ W_3 และมีความยาวเท่ากับ L_3 ในสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้ดังรูปที่ 3.1

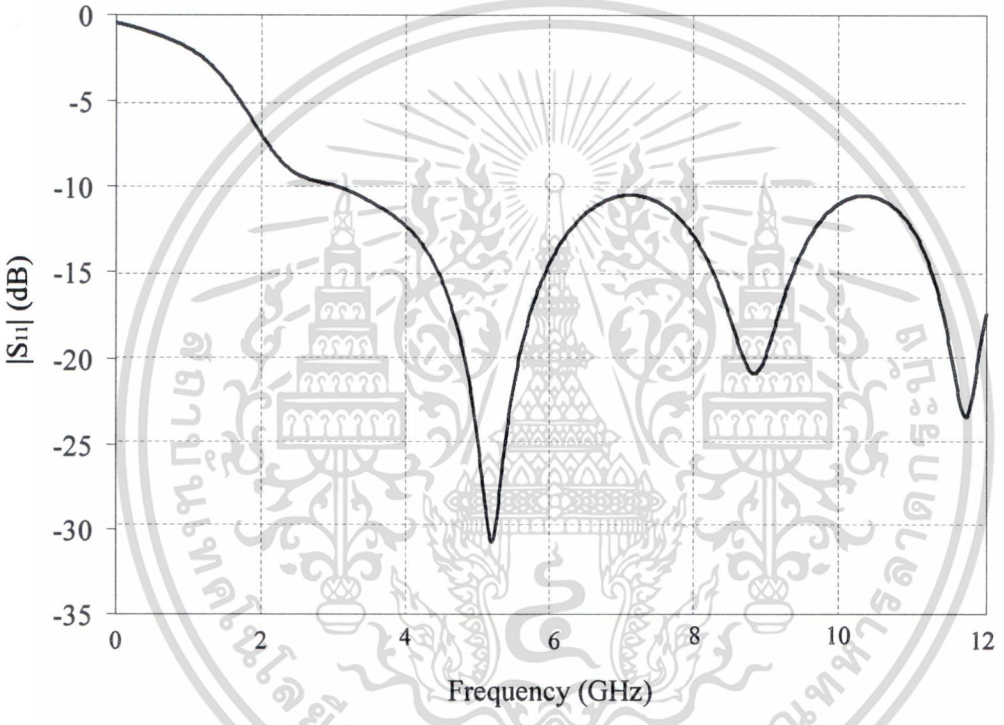


รูปที่ 3.1 โครงสร้างของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมที่ใส่สตับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรูปค่าพารามิเตอร์ของสายอากาศจะมีความกว้าง W เท่ากับ 40 มิลลิเมตร และจะมีความยาว L เท่ากับ 40 มิลลิเมตร ค่ารัศมีของโมโนโพลวงกลม a มีค่าเท่ากับ 5 มิลลิเมตรความยาวของเส้นไมโครสตริป L_1 เท่ากับ 11 มิลลิเมตร และมีค่าความกว้างของเส้นไมโครสตริป W_1 เท่ากับ 1 มิลลิเมตร มีขนาดของรัศมีช่องเปิดวงกลม b เท่ากับ 12 มิลลิเมตร อยู่บนแผ่นระนาบกราวนด์ที่มีขนาดความยาว L_2 เท่ากับ 25 มิลลิเมตร ขนาดของความกว้างของระนาบกราวนด์ W_2 เท่ากับ 25 มิลลิเมตรโดยจะมีการเพิ่มสตับที่มีขนาด 2×6 ตารางมิลลิเมตรทำให้ขนาดของโมโนโพลวงกลมเปลี่ยนไปมีผลกระทบต่อการทำงานของสายอากาศดังนี้

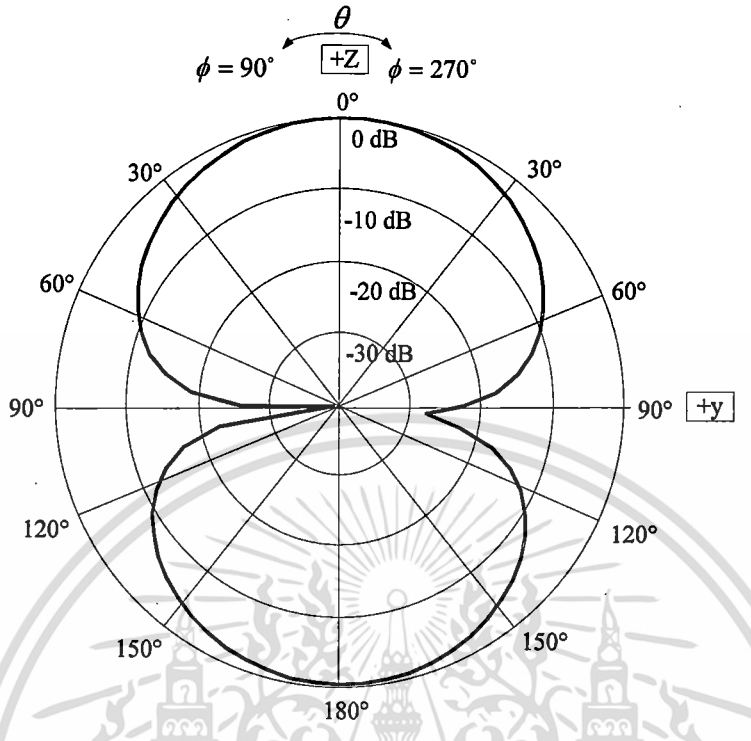


รูปที่ 3.2 ค่า $|S_{11}|$ ที่ต่ำกว่า -10 dB ของสายอากาศขนาด 40×40 ตารางมิลลิเมตรเมื่อใส่สตับ

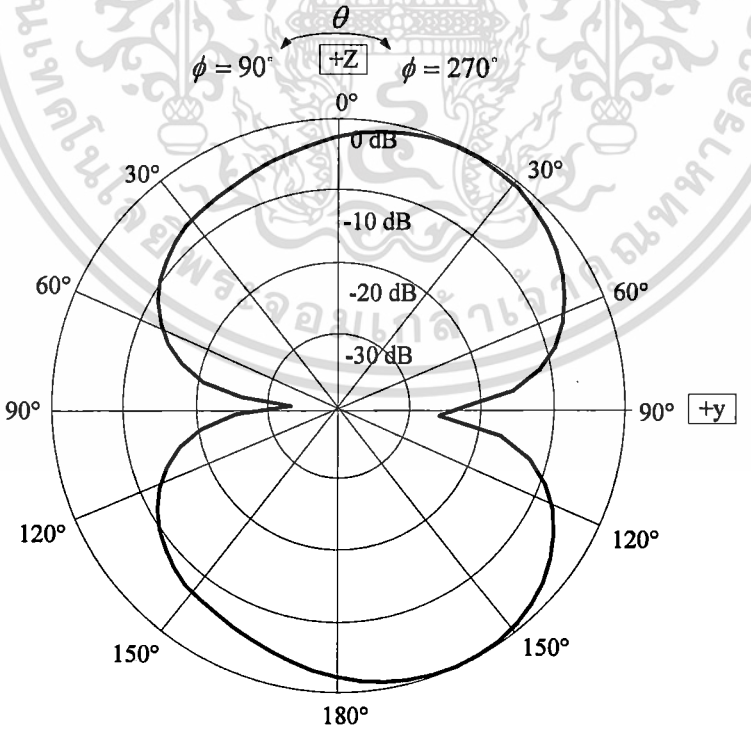
3.1.2 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเมื่อใส่สตับ

นำค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่มีการใส่สตับที่โมโนโพลวงกลมของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมมาทำการจำลองผลหาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้า (E-plane) และระนาบสนามแม่เหล็ก (H-plane) และเนื่องจากช่วงความถี่มีช่วงกว้างมากซึ่งครอบคลุมช่วง 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ ดังนั้นในการจำลองผลเราจึงได้ทำการพิจารณาที่ช่วงความถี่เริ่มต้น ความถี่กลาง และความถี่สุดท้ายคือ 3.1 ,6.8 และ10.6 กิกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
120177

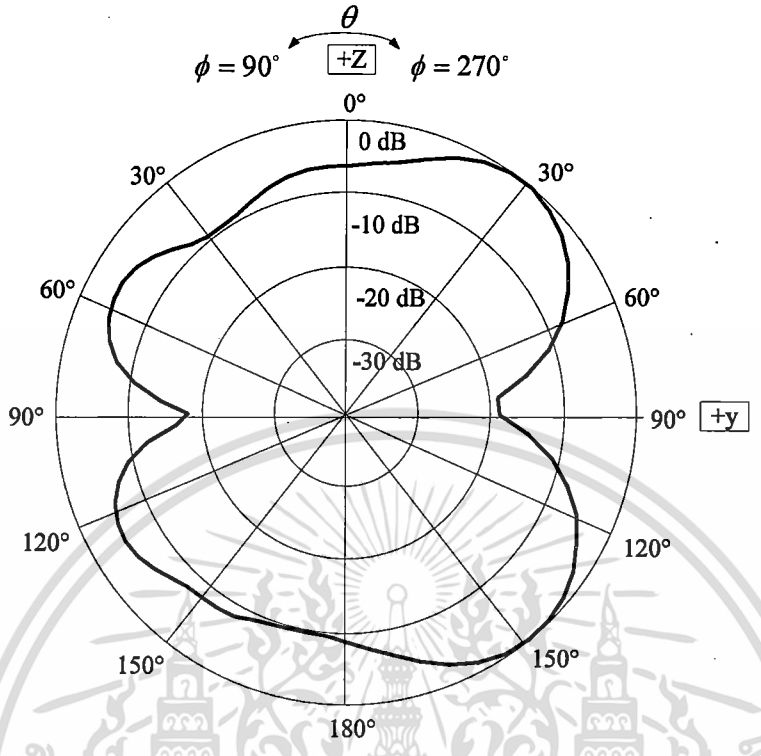


รูปที่ 3.3 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

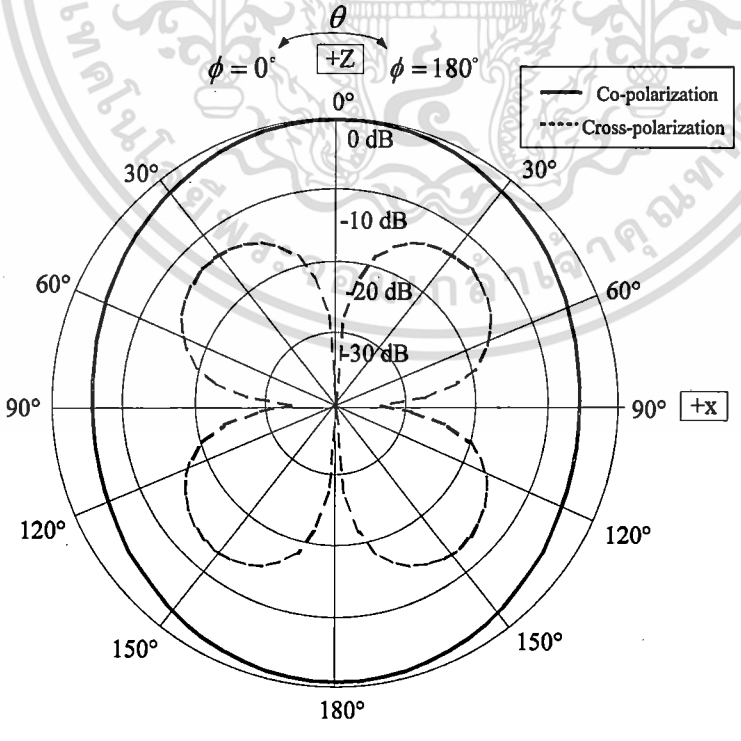


รูปที่ 3.4 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

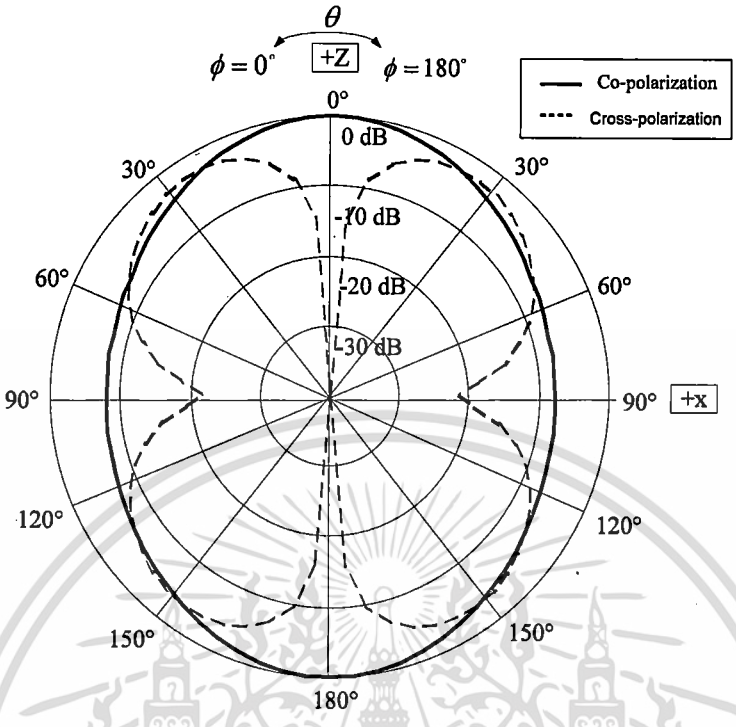


รูปที่ 3.5 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามไฟฟ้า

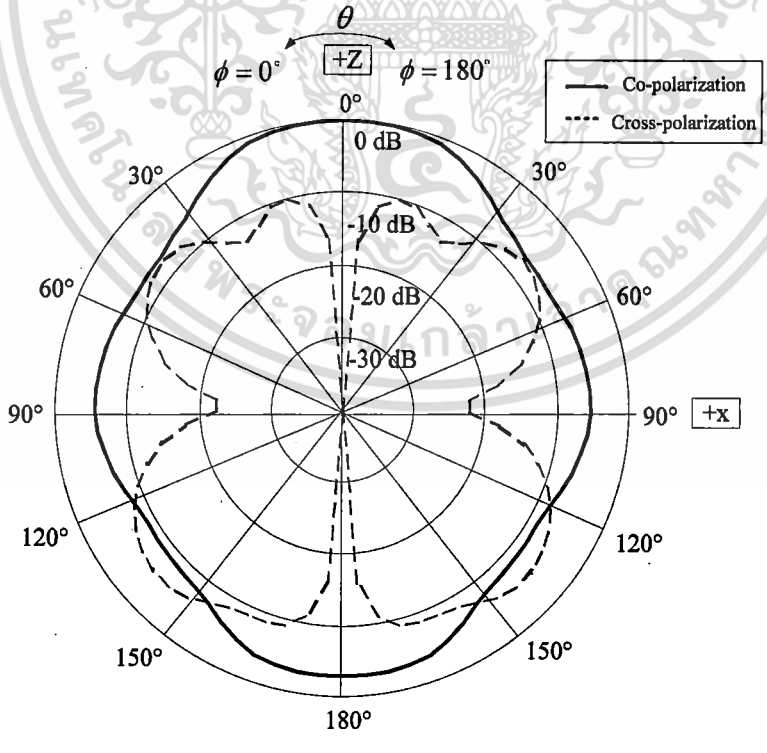


รูปที่ 3.6 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 3.8 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ในระนาบสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การวิเคราะห์การจำลองผลเมื่อใส่สตับ

จากการจำลองผลของสายอากาศพบว่าค่า |S11| นั้นมีค่าต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในย่านความถี่กว้างยิ่งยวด และจากการพิจารณาในระนาบสนามไฟฟ้าพบว่าแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 3.1 กิกะเฮิรตซ์ นั้นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 0 องศาและที่ความถี่ 6.8 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่กลางนั้นแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 20 องศา แต่ที่ความถี่ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะมีทิศทางชี้ไปที่มุม 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปและข้อเสนอแนะ

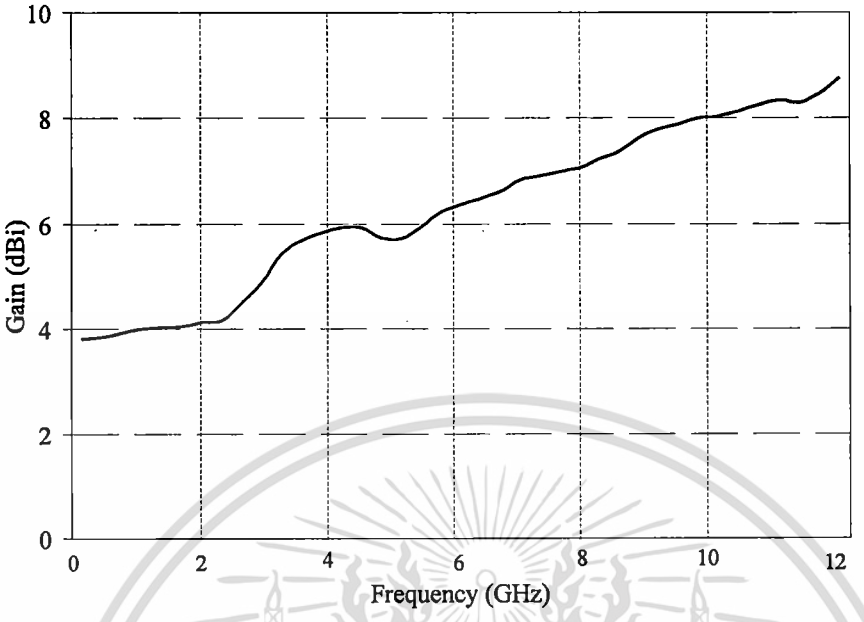
ในรายงานนี้ได้ทำการศึกษาค่าพารามิเตอร์ต่างๆโดยใช้การจำลองผลเพื่อให้ได้โครงสร้างของสายอากาศที่สามารถรองรับช่วงความถี่ 3.1 – 10.6 กิกะเฮิรตซ์ โดยมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศเป็นแบบสองทิศทาง ซึ่งลักษณะของสายอากาศเป็นสายอากาศช่องเปิดวงกลมที่มีการป้อนสัญญาณด้วยโมโนโพลวงกลมซึ่งเป็นโครงสร้างที่ง่ายในการเริ่มต้นในการศึกษา โดยค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมนั้นสามารถที่จะสรุปได้ดังนี้คือ

ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System)

พารามิเตอร์ต่าง ๆของสายอากาศ	พารามิเตอร์	ขนาด (มิลลิเมตร)
ความกว้างของวัสดุฐานรอง	W	40
ความยาวของวัสดุฐานรอง	L	40
รัศมีของโมโนโพลวงกลม	a	5
ความกว้างของเส้นไมโครสตริป	W_1	1
ความยาวของเส้นไมโครสตริป	L_1	11
รัศมีช่องเปิดวงกลม	b	12
ความกว้างของระนาบกราวนด์	W_2	25
ความยาวของระนาบกราวนด์	L_2	25

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศที่ได้นำมาทำการจำลองผลการทำงาน ซึ่งจากการจำลองผลจะพบว่าค่า $|S_{11}|$ ได้ช่วงความถี่กว้างมาก และได้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบสองทิศทาง โดยมีขนาดของสายอากาศเท่ากับ 40×40 ตารางมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



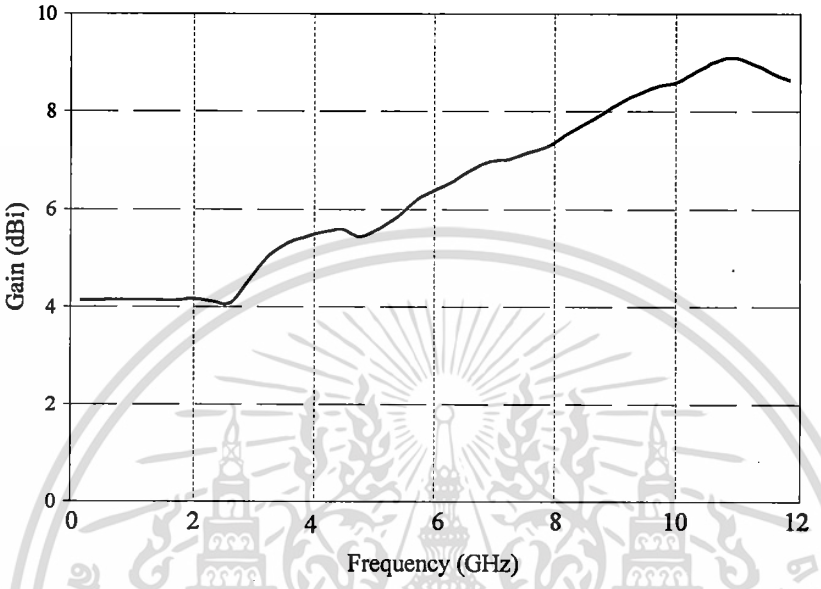
รูปที่ 4.1 การจำลองผลหาอัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด

ตารางที่ 4.2 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวด (Ultra-Wideband System) เมื่อใส่สตับ

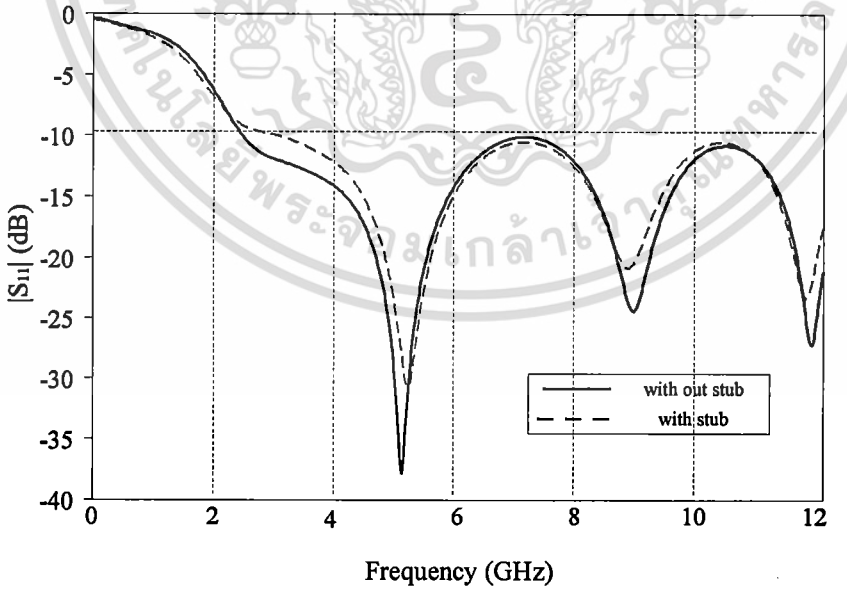
พารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศ	พารามิเตอร์	ขนาด (มิลลิเมตร)
ความกว้างของวัสดุฐานรอง	W	40
ความยาวของวัสดุฐานรอง	L	40
ความหนาของวัสดุฐานรอง	h	0.8
รัศมีของโมโนโพลวงกลม	a	5
ความกว้างของเส้นไมโครสตริป	W_1	1
ความยาวของเส้นไมโครสตริป	L_1	11
รัศมีช่องเปิดวงกลม	b	12
ความกว้างของระนาบกราวนด์	W_2	25
ความยาวของระนาบกราวนด์	L_2	25
ความกว้างของสตับ	W_3	2
ความยาวของสตับ	L_3	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสายอากาศที่ได้นำมาทำการจำลองผลการทำงาน ซึ่งจากการจำลองผลจะพบว่าค่า $|S_{11}|$ ได้ช่วงความถี่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ และได้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบสองทิศทาง โดยมีขนาดของสายอากาศเท่ากับ 40×40 ตารางมิลลิเมตร



รูปที่ 4.2 การจำลองผลหาอัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมสำหรับการประยุกต์ใช้งานในระบบย่านความถี่กว้างยิ่งยวดเมื่อใส่สตับ



รูปที่ 4.3 ค่า$|S_{11}|$ ที่ต่ำกว่า -10 dB ของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบมีสตับและสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบที่ไม่มีสตับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจำลองผลของสายอากาศพบว่าอัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบไม่มีสตับจะมีค่าเพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่อง แต่อัตราขยายของสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมแบบมีสตับจะมีค่าคงที่ในย่านความถี่ก่อน 3.1 กิกะเฮิรตซ์และจะเพิ่มขึ้นแบบต่อเนื่องในย่านความถี่กลาง และที่ย่านความถี่เกิน 10.6 กิกะเฮิรตซ์ค่าอัตราขยายของสายอากาศจะมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบค่า |S11| แล้วพบว่าสายอากาศช่องเปิดวงกลมป้อนด้วยโมโนโพลวงกลมจะมีค่า |S11| ลดต่ำกว่า -10 dB ที่ความถี่ประมาณ 2.5 กิกะเฮิรตซ์และจะต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ที่ต้องการคือตลอดช่วงความถี่กว้างยิ่งยวดที่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ และพบว่าสายอากาศเมื่อใส่สตับจะมีค่า |S11| ลดต่ำกว่า -10 dB ที่ความถี่ประมาณ 3 กิกะเฮิรตซ์และจะต่ำกว่า -10 dB ตลอดช่วงความถี่ที่ต้องการคือตลอดช่วงความถี่กว้างยิ่งยวดที่ 3.1-10.6 กิกะเฮิรตซ์ แต่จากการจำลองผลถ้าพิจารณาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นจะพบว่าสายอากาศที่ใส่สตับนั้นจะมีแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ดีกว่าสายอากาศที่ไม่ใส่สตับ

4.2 ข้อดีของสายอากาศ

4.2.1. สายอากาศสามารถทำงานรองรับช่วงความถี่ 3.1 – 10.6 กิกะเฮิรตซ์ ในช่วงความถี่กว้างยิ่งยวด

4.2.2. การออกแบบโครงสร้างของสายอากาศจะเน้นความไม่ซับซ้อน สร้างได้ง่าย น้ำหนักเบาและราคาถูก

4.3. ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

4.3.1. การออกแบบส่วนของรัศมีโมโนโพลวงกลมนั้น เพื่อที่จะสามารถขยายความถี่ให้ได้ช่วงความถี่ที่กว้างทั้งด้านความถี่ต่ำและความถี่สูงได้ง่าย ควรที่จะออกแบบที่ความถี่กลางก่อน

4.3.2. แผ่นวัสดุฐานรองที่ใช้ถ้าต้องการให้เกิดความสูญเสียต่ำอาจจะเปลี่ยนแผ่นวัสดุฐานรองที่มีการสูญเสียที่น้อยกว่า [4] แต่จะมีราคาแพงมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
เอกสารอ้างอิง

[1] Y. Chawanonphithak, "Circular Microstrip Antenna Fed by Microstrip Line Above Wide-Slot Ground Plane," KMITL-2007-EN-M-010-010, School of Graduate of Institute of Technology Ladkrabang, Thailand, 2007.

[2] Z. N. Chen, "Antennas For Portable Devices," Institute for Infocomm Research Singapore, New York: John Wiley and Sons Inc., 2007.

[3] H. Schantz, "The Art and Science of Ultrawideband Antennas," Boston, London: Artech House, 2005.

[4] H.-D. Chiou, J. Y. Sze, and K. L. Wong, "Broadband CPW-fed square slot antennas with a widened tuning stib," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 51, no.8, pp. 1982-1986, Aug. 2003.

[5] FCC Report and Order for Part 15 Acceptance of Ultra Wideband (UWB) Systems from 3.1-10.6 GHz, FCC, Washington, DC, 2002.

[6] Intel in Communications, "Ultra-Wideband(UWB) Technology Enabling high-speed wireless personal area networks," Intel, USA, 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้