สารบัญ

หน้า

กิติกรรมประกาศ I

บทคัดย่อไทย II

บทคัดย่ออังกฤษ III

ผลการสร้างสายอากาศ IV

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 โครงการวิจัยสายอากาศช่องเปิดหลายความถี่เรโซแนนซ์ในระบบสื่อสารไร้สาย 1

1.1 ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย 2

1.6 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

1.7 คุณสมบัติ และ รายละเอียดของชิ้นงานในโครงการวิจัย 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง: ทฤษฎีพื้นฐานสายอากาศ 6

2.1 บทนำ 6

2.2 พารามิเตอร์พื้นฐานของสายอากาศ 6

2.2.1 อิมพีแดนซ์ขาเข้า (Input Impedance) 6

2.2.2 อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (Voltage Standing Wave Ratio) 6

2.2.3 การสูญเสียจากการสะท้อนกลับ (Return Loss) 7

2.2.4 แบนด์วิดธ์ (Bandwidth) 7

2.2.5 ประสิทธิภาพของสายอากาศ (Antenna Efficiency) 8

2.2.6 สภาพเจาะจงทิศทาง (Directivity) 8

2.2.7 อัตราขยายของสายอากาศ (Gain) 9

2.2.8 แบบรูปการแผ่กระจายคลื่นของสายอากาศ (Radiation Pattern) 10

2.2.9 แบบรูปแบบ ไอโซโทรปิค ไดเรคชันแนล และออมนิไดเรคชันแนล 11

2.2.10 แบบรูปหลัก (Principle Pattern) 12

2.2.11 บริเวณต่าง ๆ ของสนามจากสายอากาศ 12

2.3 โครงสร้างและคุณสมบัติทั่วไปของสายส่งและสายอากาศแบบไมโครสตริป 13

2.3.1 สายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ (Microstrip Line) 13

2.3.2 การส่งผ่านคลื่นในสายส่งไมโครสตริปไลน์ 14

2.4 สายอากาศไมโครสตริป (Microstrip Antenna) 19

2.4.1 สายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิด 20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบช่องเปิด 21
2.4.3 การเกิดฮาร์โมนิกส์ 22
2.4.4 การทำแมตช์อิมพีแดนซ์ของสายอากาศแบบช่องเปิด 23
บทสรุป 24

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างสายอากาศช่องเปิดหลายความถี่เรโซแนนซ์ 25
3.1 หลักการออกแบบสายอากาศ 25
3.2 โครงสร้างของสายอากาศช่องเปิดรูปมุมฉาก 25
3.3 การออกแบบช่องเปิดเดี่ยว 26
3.4 การออกแบบสายอากาศหลายความถี่เรโซแนนซ์ 29
3.5 ผลการจำลองคุณลักษณะของสายอากาศ 6 ความถี่เรโซแนนซ์ 32
3.6 ผลการวัดสายอากาศช่องเปิด 6 ความถี่เรโซแนนซ์ 34
สรุปผลการวิจัย 35

เอกสารอ้างอิง 36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ความยาวคลื่นในวัสดุฐานรองชนิด RT/Duroid 5880 ที่ความถี่ต่าง ๆ	**26**
3.2	ขนาดและผลที่ได้จากการจำลองของช่องเปิดเดี่ยวที่ความถี่ต่าง ๆ	28
3.3	ขนาดและผลที่ได้จากการจำลองของสายอากาศ 6 ช่องเปิด	**31**

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ผังแสดงขั้นตอนการออกแบบ วัดผล และการนำเสนอผลงาน	3
2.1 ระบบโคออดิเนทสำหรับการวิเคราะห์สายอากาศ	11
2.2 แบบรูปของสายอากาศแบบออมนิไดเรคชันแนล (Omni-directional)	11
2.3 แบบรูปหลักสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของสายอากาศปากแตร (Horn Antenna)	12
2.4 การแบ่งบริเวณของสนามจากสายอากาศ	13
2.5 โครงสร้างของสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์	14
2.6 เส้นแรงไฟฟ้าในระนาบตามขวางของสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์	14
2.7 สายส่งไมโครสตริปที่มี $w/h >> 1$	17
2.8 สายส่งไมโครสตริปที่มี $w/h << 1$	17
2.9 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงตามความถี่ของค่าไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ประสิทธิผล	18
2.10 สายอากาศแบบไมโครสตริปแบบแผ่น	20
2.11 โครงสร้างของสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดที่ส่งผ่านคลื่นแบบปิดวงจร	20
2.12 โครงสร้างของสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดที่ส่งผ่านคลื่นแบบเปิดวงจร	21
2.13 การสะท้อนและการส่งผ่านคลื่น	22
2.14 การกระจายคลื่นจากช่องเปิด	22
2.15 วิธีการเลื่อนจุดกึ่งกลางของช่องเปิดออกจากจุดกึ่งกลางของสายส่งสัญญาณ	23
2.16 วิธีการปรับความยาวท่อนสั้น	23
2.17 วิธีการหมุนช่องเปิด	23
3.1 โครงสร้างพื้นฐานของสายอากาศช่องเปิดแคบรูปมุมฉากเดี่ยว	25
3.2 การจัดวางช่องเปิดเดี่ยวในแต่ละความถี่ออกแบบ	26-27
3.3 ผลการจำลองการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศช่องเปิดเดี่ยวที่ความถี่ต่าง ๆ	28
3.4 ขั้นตอนการวางช่องเปิดสำหรับ 6 ความถี่เรโซแนนซ์ พร้อมผลการจำลองการสูญเสียย้อนกลับ	29-31
3.5 ประสิทธิภาพสายอากาศ ประสิทธิภาพในการแพร่กระจาย และประสิทธิภาพในการแมทซ์	32
3.6 เกนของสายอากาศ	32
3.7 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นแบบสามมิติที่ความถี่เรโซแนนซ์	33
3.8 สายอากาศช่องเปิด 6 ความถี่เรโซแนนซ์ที่สร้างบน RT/Duroid 5880	34
3.9 ผลการวัดการสูญเสียย้อนกลับเปรียบเทียบกับผลการจำลองด้วยโปรแกรม IE3D และ CST	34