

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูปภาพ	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย	1
1.2 ความสำคัญของงานวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย	4
1.4 เนื้อหาของงานวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	6
2.1 กล่าวนำ	6
2.2 ระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ	6
2.2.1 แท็ก	7
2.2.1.1 แท็กของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุแบบพาสซีฟ	8
2.2.1.2 แท็กของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุแบบแอ็กทีฟ	9
2.2.1.3 แท็กของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุแบบกึ่งแอ็กทีฟ	9
2.2.2 ประเภทของแท็กในระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ	10
2.2.2.1 แท็กแบบจานและเหรียญ	10
2.2.2.2 แท็กแบบกระดาษแก้ว	10
2.2.2.3 แท็กแบบหุ้มพลาสติก	11
2.2.2.4 แท็กแบบพวงกุญแจ	11
2.2.2.5 แท็กแบบนาฬิกา	11
2.2.2.6 แท็กมาตรฐาน ID-1 และสเมิร์ทการ์ดแบบไร้การสัมผัส	12
2.2.2.7 แท็กแบบ Smart Label	12

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.2.8 แท็กแบบขดลวดบนชิป	13
2.2.2.9 แท็กสำหรับใช้เฉพาะกิจ	13
2.2.3 เครื่องอ่านข้อมูล	13
2.3 คุณลักษณะของอุปกรณ์ระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ	15
2.3.1 ลักษณะการทำงาน	15
2.3.1.1 การรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex	15
2.3.1.2 การรับส่งข้อมูลแบบ Half Duplex (HDX)	16
2.3.2 ขนาดข้อมูล	16
2.3.3 ความสามารถในการโปรแกรม	16
2.3.4 แหล่งพลังงาน	16
2.3.5 ย่านความถี่ใช้งาน	16
2.3.6 มาตรฐานของระบบระบุลักษณะทางคลื่นความถี่วิทยุ	18
2.4 ข้อพิจารณาการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ	21
2.4.1 ความถี่ใช้งาน	21
2.4.2 ระยะทำการ	21
2.4.3 ข้อกำหนดด้านการรักษาความปลอดภัย	22
2.4.3.1 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	22
2.4.3.2 การรักษาความปลอดภัยที่มีผลกระทบต่อมนุษย์	22
2.4.4 ขนาดของหน่วยความจำ	22
2.5 ทฤษฎีพื้นฐานการออกแบบสายอากาศ	22
2.5.1 งานวิจัยที่มีมาก่อน	23
2.5.2 ทฤษฎีพื้นฐานการออกแบบสายอากาศไมโครสตริป	27
2.5.3 เทคโนโลยีของระบบระบุลักษณะทางคลื่นความถี่วิทยุที่ใช้หลักการสื่อสาร	
แบบการเชื่อมต่อที่ระยะสนามระยะไกล	29
2.5.3.1 การออกแบบสายอากาศของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุ	29
2.5.3.2 หลักการทำงาน	29

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5.3.3 การติดต่อสื่อสารของระบบระบุลักษณะทางคลื่นวิทยุในสนามระยะไกล	30
2.5.3.4 ค่ากำลังงานการแพร่กระจายคลื่นประสิทธิผลไอโซทรอปิกและค่ากำลังงานการแพร่กระจายคลื่นประสิทธิผล	33
2.5.3.5 ค่าสัมประสิทธิ์กำลังงานการส่งผ่าน	34
2.6 สรุป	37
บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์สายอากาศ	38
3.1 กล่าวนำ	35
3.2 สายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	35
3.2.1 โครงสร้างสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	35
3.2.2 การออกแบบสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	39
3.3 คุณลักษณะของสายอากาศ	40
3.3.1 สายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้น	47
3.3.1.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ความยาวของการตัดมุมแบบขั้นในแนวแกน x และ y	48
3.3.1.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ความกว้างของการตัดมุมแบบขั้น	50
3.3.1.3 กระแสที่ไหลบนแผ่นตัวแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้น	50
3.3.2 สายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	53
3.3.2.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ความยาวของร่องคู่ของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	55
3.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ความกว้างของร่องคู่ของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	56
3.3.2.3 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ระยะห่างระหว่างร่องคู่ของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	57
3.3.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์มุมที่ร่องคู่ทำกับแนวแกน y ของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขั้นร่วมกับร่องเอียงคู่	58

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3.2.5 กระแสที่ไหลบนแผ่นตัวแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยม จัตุรัสตัดมุมแบบขึ้นร่วมกับร่องเอียงคู่	60
3.3.3 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ขนาดของระนาบกราวด์ของสายอากาศ	62
3.3.4 อัตราส่วนแกนของสายอากาศ	64
3.3.5 อัตราขยายของสายอากาศ	64
3.3.6 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศ	65
3.4 สรุป	68
บทที่ 4 ผลการทดสอบสายอากาศ	70
4.1 กล่าวนำ	70
4.2 สายอากาศต้นแบบ	70
4.3 การทดสอบสายอากาศ	71
4.4 ผลการทดสอบสายอากาศ	73
4.4.1 ผลการทดสอบของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขึ้นร่วมกับร่องเอียงคู่	73
4.4.2 การทดสอบอัตราขยายของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขึ้นร่วม กับร่องเอียงคู่	74
4.4.3 การทดสอบอัตราส่วนแกนของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดมุมแบบขึ้นร่วม กับร่องเอียงคู่	75
4.4.4 การทดสอบแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัดมุมแบบขึ้นร่วมกับร่องเอียงคู่	76
4.5 สรุป	79
บทที่ 5 การทดสอบประยุกต์ใช้งานและการประเมินสมรรถนะ	80
5.1 กล่าวนำ	80
5.2 เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดสอบประยุกต์ใช้งานของสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัดมุมแบบขึ้นร่วมกับร่องเอียงคู่	80
5.3 การทดสอบประยุกต์ใช้งาน	82

VIII

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3.1 ผลการทดสอบสายอากาศโดยใช้งานร่วมกับแท็ก โดยสายอากาศแผ่นระนาบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตัดมุมแบบขึ้นร่วมกับร่องเอียงคู่เป็นโพลาไรซ์แบบวงกลมและแท็กมีการโพลาไรซ์แบบ เชิงเส้น	84
5.3.1.1 กรณีที่แท็กมีการวางตัวในแนวตั้งฉากกับแนวแกน x	85
5.3.1.2 กรณีที่แท็กมีการวางตัวในแนวตั้งฉากกับแนวแกน y	85
5.3.1.3 กรณีที่แท็กมีการวางตัวในแนวตั้งฉากกับแนวแกน z	86
5.3.2 เมื่อทำการเปลี่ยนตำแหน่งความสูงในแนวแกน z (az) และตำแหน่งในแนวแกน x (ax) ของแท็กในกรณีที่แท็กวางตัวในแนวตั้งฉากกับแนวแกน x	86
5.4 สรุป	88
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	90
6.1 สรุปเนื้อหาโดยรวม	90
6.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	92
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง	93
ประวัตินักวิจัย	95