



250335

รหัสโครงการ SUT7-709-54-12-11



รายงานการวิจัย

การออกแบบสายอากาศลำคลื่นกว้างโดยใช้สตริปไดโพลโค้งลัดวงจร บนระนาบตัวสะท้อน (Design of Broadbeam Antenna using a Shorted-End Curved Strip Dipole on Conducting Plane)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



250335

รหัสโครงการ SUT7-709-54-12-11



รายงานการวิจัย



การออกแบบสายอากาศลำคลื่นกว้างโดยใช้สตริปไดโพลโค้งัดวงจร

บนระนาบตัวสะท้อน

(Design of Broadbeam Antenna using a Shorted-End
Curved Strip Dipole on Conducting Plane)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ กระฉอดนอก

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กุมภาพันธ์ 2555

กิตติกรรมประกาศ

258333

งานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินการได้ และได้รับผลสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
ทุกประการ โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2554
สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบคุณบิดามารดาและครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ
แก่ผู้วิจัยเสมอมา

ปิยาภรณ์ กระทอดนอก

บทคัดย่อ

250335

เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันคือ เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification: RFID) ซึ่งใช้สำหรับการระบุเอกลักษณ์ของวัตถุ บอกตำแหน่ง ติดตามและตรวจสอบวัตถุ และสายอากาศถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบอาร์เอฟไอดี ดังนั้นสายอากาศที่เป็นที่ต้องการของเครื่องอ่านและบันทึกข้อมูลของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีคือสายอากาศที่มีอัตราขยายเชิงทิศทางที่เพียงพอ มีแบบรูปการแผ่พลังงานครอบคลุมพื้นที่ให้บริการอย่างครบถ้วน นอกจากนั้นสายอากาศยังต้องมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนและราคาถูกราคาอีกด้วย สายอากาศไดโพลมีคุณสมบัติที่ดีบางประการคือ โครงสร้างสามารถดัดแปลงง่ายและหลากหลาย แต่มีข้อเสียคือให้อัตราขยายเชิงทิศทาง (directive gain) ค่อนข้างต่ำ และมีความกว้างลำคลื่นครั้งกำลังเท่ากับ 78 องศาในระนาบสนามไฟฟ้า จากที่กล่าวมาข้างต้น สายอากาศไดโพลถูกนำไปประยุกต์ใช้สำหรับติดตั้งที่ส่วนเครื่องอ่านและบันทึกข้อมูลของเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี เพื่อพัฒนาระบบชำระเงินบนทางด่วน อย่างไรก็ตามสายอากาศไดโพลเป็นสายอากาศแบบรอบทิศทางในระนาบเดียว (omnidirectional) ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับการใช้งาน เนื่องจากกำลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปยังพื้นที่ที่ไม่มีผู้ใช้บริการ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของสายอากาศไดโพล ซึ่งเน้นการปรับปรุงแบบรูปการแผ่พลังงานไปเป็นแบบเชิงทิศทาง (unidirectional) โดยเริ่มจากการดัดโค้งสตริปไดโพล (strip dipole) เป็นครึ่งวงกลมและป้อนสัญญาณที่บริเวณกึ่งกลางของสายอากาศเพื่อเพิ่มความกว้างลำคลื่น จากนั้นทำการวางสายอากาศไว้บนไดอิเล็กตริก (dielectric) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และวางบนแผ่นตัวนำ โดยจะทำหน้าที่สะท้อนกำลังงาน ทำให้อัตราขยายเชิงทิศทางเพิ่มขึ้นด้วยเหตุนี้สายอากาศจึงสามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้ระยะไกล ส่งผลให้ลดความล่าช้าของการจราจรบนทางด่วนได้

Abstract

250335

With the advances of wireless communication technology, the radio frequency identification (RFID) is esteeming alike, it is used for identifying, positioning, tracking and checking objects. In addition, the antenna is component in RFID reader that is important to obtain the highest efficiency of the system. Therefore, the desired features of the proposed antenna for RFID reader are sufficiently high gain, wide coverage area, and high power handing. Moreover, this antenna should be relatively simple in concept, structure easy, inexpensive, and so on. The dipole antenna has some qualifications that are prominent point which its shape could be change easy and variety. Unfortunately, the basic antenna has a low gain and the half power beamwidth in E-plane is 78 degree. From the objectives, the antenna is applied for the RFID reader, which is used for an electronic toll collection on expressway. However, most kinds of this antenna has omnidirectional pattern, therefore, it is not suitable for field radiating because of the power loss in unnecessary directions. In this work, the structure of dipole is improved to unidirectional pattern. First, the strip dipole was bended to be a half of annular with feed point at the center for yielding wider beamwidth. Next, it's mounted over the dielectric for durable. Finally, the curved strip dipole is appropriated located horizontally on perfect electric conductor (PEC) reflector which is capable of redirecting a wave for high directive gain. In this case, the curved strip dipole antenna on PEC can be covered wide service area and reduce the traffic jam on highway.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
สมมุติฐานของการวิจัย	3
วิธีดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล	4
ประโยชน์ที่จะได้รับการจากการวิจัย	5
บทที่ 2 ปรัชญาและทฤษฎีการวิจัย	
กล่าวนำ	6
ปรัชญาและทฤษฎีการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
สรุป	10
บทที่ 3 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
คุณสมบัติของสายอากาศสำหรับส่งสัญญาณระบบอาร์เอฟไอดี	11
ทฤษฎีสายอากาศไดโพล	15
สายอากาศไดโพลเส้นลวดบนตัวสะท้อน	17
การแผ่พลังงานของสายอากาศบนตัวสะท้อน	18
สรุป	19
บทที่ 4 การวิเคราะห์และออกแบบสายอากาศ	
การศึกษายานอากาศสตริปไดโพลโค้ง	20
สายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำ	26
สรุป	30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการวัดทดสอบ

วิธีการสร้างสายอากาศสตริปไดโพลโค้งคั่นแบบ.....	31
วิธีการสร้างสายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำคั่นแบบ.....	32
ผลการวัดทดสอบการสูญเสียย้อนกลับและความกว้างแถบ	33
ผลการวัดทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงาน	35
ผลการวัดทดสอบอัตราขยาย	41
สรุป	45

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป	46
ข้อเสนอแนะ	47
แนวทางการพัฒนาในอนาคต	47
รายการอ้างอิง	48
ประวัติผู้วิจัย	50

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

หน้า

ตารางที่ 3.1	ย่านความถี่ต่าง ๆ ของระบบอาร์เอฟไอดีและการใช้งาน.....	14
ตารางที่ 4.1	ค่าพารามิเตอร์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งคั่นแบบ	24
ตารางที่ 5.1	พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างสายอากาศสตริปไดโพลโค้งคั่นแบบ	32
ตารางที่ 5.2	ค่าความกว้างลำคลื่นครึ่งกำลังของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง และสายอากาศ สตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำ.....	40
ตารางที่ 5.3	ค่าอัตราขยายของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง และสายอากาศสตริป ไดโพลโค้งบนแผ่นสะท้อนในรูปแบบต่าง ๆ	44
ตารางที่ 6.1	คุณลักษณะสมบัติของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำคั่นแบบ	47
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	16
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	17
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	18
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	19
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	20
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	21
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	22
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	23
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	24
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	25
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	26
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	27
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	28
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	29
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	30
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	31
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	32
	การวัดค่าความถี่เรโซแนนซ์ของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	33

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1	การประยุกต์ใช้สายอากาศอัตราขยายเชิงทิศทางสูงโดยใช้สตริปไดโพลโค้งบน ระนาบตัวสะท้อนความถี่แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับระบบชำระเงินบนทางด่วน.....	2
รูปที่ 2.1	สายอากาศที่มีการตัดเป็นรูปตัวเอส	8
รูปที่ 2.2	สายอากาศที่มีลักษณะรูปโค้งทำมุมเป็นรูปตัววีบนแผ่นสะท้อน	8
รูปที่ 2.3	สายอากาศไดโพลบนแผ่นตัวนำ.....	9
รูปที่ 3.1	องค์ประกอบในระบบอาร์เอฟไอดี	12
รูปที่ 3.2	แสดงย่านความถี่ที่ระบบอาร์เอฟไอดีถูกใช้งาน	13
รูปที่ 3.3	สายอากาศไดโพล	16
รูปที่ 3.4	ลักษณะการโพลาริซของสายอากาศไดโพล	17
รูปที่ 3.5	การสะท้อนกลับของคลื่น	18
รูปที่ 3.6	คลื่นที่เกิดจากการวางสายอากาศบนแผ่นสะท้อน.....	19
รูปที่ 4.1	ผลการจำลองสายอากาศสตริปไดโพลโค้งด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio 2009	22
รูปที่ 4.2	ค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า a	23
รูปที่ 4.3	ค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า w_1	23
รูปที่ 4.4	ผลการจำลองสายอากาศสตริปไดโพลโค้งด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio 2009 หลังจากปรับค่า a และ w_1	24
รูปที่ 4.5	แบบจำลองสายอากาศสายอากาศสตริปไดโพล โค้งบนแผ่นตัวนำคั่นแบบ	26
รูปที่ 4.6	ผลการจำลองสายอากาศสตริปไดโพล โค้งบนแผ่นตัวนำ.....	26
รูปที่ 4.7	สนามระยะใกล้บนแผ่นตัวนำเมื่อ $h = 0.25 \lambda$	30
รูปที่ 5.1	สายอากาศสตริปไดโพล โค้งคั่นแบบ.....	31
รูปที่ 5.2	สายอากาศสตริปไดโพล โค้งบนแผ่นตัวนำคั่นแบบที่สร้างขึ้น	32
รูปที่ 5.3	ผลการวัดทดสอบค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศสตริปไดโพล โค้ง.....	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.4 ผลการวัดทดสอบค่าการสูญเสียย้อนกลับของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำ	34
รูปที่ 5.5 วิธีการวัดทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงาน.....	35
รูปที่ 5.6 การเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio 2009 และการวัดทดสอบ	37
รูปที่ 5.7 การเปรียบเทียบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นตัวนำที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม CST Microwave Studio 2009 และการวัดทดสอบ	39
รูปที่ 5.8 วิธีการวัดทดสอบอัตราขยายของสายอากาศสตริปไดโพลโค้ง.....	41
รูปที่ 5.9 วิธีการวัดทดสอบอัตราขยายของสายอากาศสตริปไดโพลโค้งบนแผ่นสะท้อน	43