

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



242459



สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว C แบบหลายย่านความถี่  
สำหรับระบบการสื่อสารแบบไร้สาย

MULTIBAND C-SHAPED PRINTED MONOPOLE ANTENNA FOR  
WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

เสรี รวยบุญส่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2553



สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว C แบบหลายย่านความถี่  
สำหรับระบบการสื่อสารแบบไร้สาย



เสรี รวยบุญส่ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2553

**Multiband C-Shaped Printed Monopole Antenna for  
Wireless Communication Systems**

**Sari Ruayboonsong**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Computer and Telecommunication Engineering  
Graduate School, Dhurakij Pundit University**

**2010**



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบึงฉลือ

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรมิครูปตัว C แบบหลายย่านความถี่  
สำหรับระบบการสื่อสารแบบไร้สาย

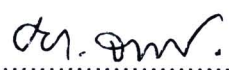
เสนอโดย เสรี รวยบุญส่ง

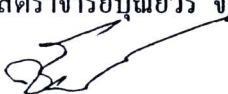
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์บุญยวีร์ จามจรีกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ประศาสน์ จันทราทิพย์)

  
..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์บุญยวีร์ จามจรีกุล)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ชัยพร เขมะภาคะพันธ์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. พีรเดช ภู น่าน)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิกา จิตรน้อมรัตน์)

วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2553

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว C แบบหลายย่านความถี่สำหรับระบบการสื่อสารแบบไร้สาย
ชื่อผู้เขียน	เสรี รวยบุญส่ง
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ปณณวีร์ จามจรีกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2553

### บทคัดย่อ

242459

บทความนี้นำเสนอหลักการในการออกแบบและสร้างสายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว C แบบหลายย่านความถี่สำหรับระบบการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอยู่หลายระบบ โดยที่ย่านความถี่ต่ำ 749 – 891 MHz สามารถรองรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ CDMA ของบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) และที่ย่านความถี่สูง 1.789 – 2.831 GHz สามารถรองรับระบบสื่อสารไร้สาย GSM1800, GSM1900 (1885 – 1980 MHz), WCDMA/UMTS (3G), WiFi-2.45 GHz และ WiMAX-2.5 GHz ฯลฯ ซึ่งพิจารณาที่ค่าสูญเสียจากการย้อนกลับต่ำกว่า -10 dB ผลการทดสอบที่ได้รับจากการวัดสอดคล้องเป็นอย่างดีกับผลเชิงทฤษฎีที่ได้จากการจำลองชิ้นงาน โดยค่าสูญเสียจากการย้อนกลับที่ได้จากการวัดมีค่าที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการจำลองชิ้นงานประมาณ 11 dB ที่ย่านความถี่ต่ำ 850 MHz และประมาณ 20.5 dB ที่ย่านความถี่สูง 1.95 GHz แต่ค่าสูญเสียจากการย้อนกลับที่ได้จากการวัดมีค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากการจำลองชิ้นงานประมาณ 3 dB ที่ย่านความถี่สูง 2.625 GHz อีกทั้ง แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศที่นำเสนอก็เป็นแบบรอบทิศทางในย่านความถี่ใช้งานตามที่ต้องการ

Thesis Title                   Multiband C-Shaped Printed Monopole Antenna for Wireless  
  Communication Systems

Author                            Sari Ruayboonsong

Thesis Advisor                Assoc. Prof. Punyawit Jamjareekul

Department                    Computer and Telecommunication Engineering

Academic Year                2010

### **ABSTRACT**

**242459**

This paper proposes a principle of design and construction about multiband C-shaped printed monopole antenna for the existing wireless communication systems. The low frequency band, 749 – 891 MHz, can be served the CDMA mobile systems of CAT Telecom Public Company Limited, and the high frequency band, 1.789 – 2.831 GHz, can be served the wireless systems, for example, GSM1800, GSM1900 (1885 – 1980 MHz), WCDMA/UMTS (3G), WiFi-2.45 GHz, and WiMAX-2.5 GHz etc. Those operating frequency bands are taken into account at the return loss of 10 dB. The measured results are in good agreement with the simulated theoretical results. The measured return loss is lower than the simulated return loss about 11 dB at the low frequency band 850 MHz and about 20.5 dB at the high frequency band 1.95 GHz. In contrast, the measured return loss is higher than the simulated return loss about 3 dB at the high frequency band 2.625 GHz. Moreover, the radiation patterns of a proposed antenna are also omnidirectional in the operating frequency bands as desired.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความเอาใจใส่และดูแลเป็นอย่างมากจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ปฐมวีร์ จามจรีกุล ซึ่งท่านคอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ นอกจากนี้ กระผมใคร่ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชัยพร เขมะภตะพันธ์ ผู้อำนวยการหลักสูตรฯ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และเอาใจใส่นักศึกษาทุกๆ คนเสมอมา

ขอขอบคุณ อ.ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ และ อ.ดร.พีรเดช ฅ น่าน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่างๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ร่วมรุ่นทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือกันมาตลอด

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนบุคคลในครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆ ด้าน ตลอดระยะเวลาการศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

เสรี รวยบุญส่ง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	3
2. แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีของสายอากาศ.....	4
2.1.1 คำจำกัดความและชนิดของสายอากาศ.....	4
2.1.2 พารามิเตอร์ของสายอากาศ.....	5
2.2 สายอากาศไดโพลและสายอากาศโมโนโพล.....	8
2.3 สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์.....	9
2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	15
3.1 การออกแบบสายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว F.....	15
3.2 การออกแบบสายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์โครงสร้างใหม่ที่น่าสนใจ..	16
4. ผลการศึกษา.....	21
4.1 ผลการจำลองและทดสอบสายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว F.....	21
4.2 ผลการจำลองและทดสอบสายอากาศโมโนโพลรูปตัว L หัวกลับและรูปตัว C ที่ความยาวต่างๆ .....	24
4.3 ผลการจำลองและทดสอบสายอากาศโมโนโพลรูปตัว C .....	33



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการศึกษา.....	42
5.1 สรุปผลการทำงานตามขอบเขตงานวิจัย.....	42
5.2 สรุปผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์งานวิจัย.....	42
5.3 สรุปประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....	43
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา.....	43
บรรณานุกรม.....	44
ประวัติผู้เขียน.....	46

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ค่าความยาวของสายอากาศโมนิโพล (หน่วย mm).....	20
4.1 ค่าความยาวของสายอากาศโมนิโพล (หน่วย mm).....	23
4.2 ค่า Return Loss และ Bandwidth ของสายอากาศเมื่อกำหนด ค่า $h_1 = 37 \text{ mm}$ คงที่.....	24
4.3 ค่า Return Loss และ Bandwidth ของสายอากาศเมื่อกำหนด ค่า $h_1 = 40 \text{ mm}$ คงที่.....	26
4.4 ค่า Return Loss และ Bandwidth ของสายอากาศเมื่อกำหนด ค่า $h_1 = 43 \text{ mm}$ คงที่.....	27
4.5 ค่า Return Loss และ Bandwidth ของสายอากาศเมื่อกำหนด ค่า $l_t = 22 \text{ mm}$ คงที่.....	28
4.6 ค่า Return Loss และ Bandwidth ของสายอากาศเมื่อกำหนด ค่า $l_t = 25 \text{ mm}$ คงที่.....	30
4.7 ย่านความถี่ใช้งานของสายอากาศโมนิโพลรูปตัว C ที่ได้การจำลองและทดลอง.....	36

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สายอากาศโมโนโพลรูปตัว F แบบต่อกัน 2 ตัว.....	11
2.2 สายอากาศโมโนโพลรูปตัว F.....	12
2.3 สายอากาศโมโนโพลรูปกันหอยแบบสี่เหลี่ยม.....	13
3.1 สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์รูปตัว F .....	16
3.2 สัญลักษณ์ความยาวต่างๆ ของสายอากาศที่นำเสนอ.....	18
3.3 สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์แบบที่มีปลายตรงลักษณะ คล้ายตัว L กลับหัว.....	19
3.4 สายอากาศโมโนโพลบนแผ่นวงจรพิมพ์แบบที่มีปลายงอคล้ายรูปตัว C.....	19
4.1 ค่าการสูญเสียจากการย้อนกลับที่ได้จากการจำลองสายอากาศโมโนโพลรูปตัว F.....	22
4.2 สัญลักษณ์ความยาวต่างๆ ของสายอากาศที่นำเสนอ.....	22
4.3 ผลการจำลองค่า Return Loss เมื่อกำหนดค่า $h_1 = 37 \text{ mm}$ คงที่.....	24
4.4 ผลการจำลองค่า Return Loss เมื่อกำหนดค่า $h_1 = 40 \text{ mm}$ คงที่.....	26
4.5 ผลการจำลองค่า Return Loss เมื่อกำหนดค่า $h_1 = 43 \text{ mm}$ คงที่.....	27
4.6 ผลการจำลองค่า Return Loss เมื่อกำหนดค่า $l_1 = 22 \text{ mm}$ คงที่.....	29
4.7 ผลการจำลองค่า Return Loss เมื่อกำหนดค่า $l_1 = 25 \text{ mm}$ คงที่.....	30
4.8 ขนาดของสายอากาศโมโนโพลรูปตัว C และแผ่น FR-4 ที่นำเสนอ (หน่วย mm).....	32
4.9 ภาพถ่ายของสายอากาศโมโนโพลรูปตัว C ที่นำเสนอ.....	32
4.10 ภาพถ่ายของเครื่องสเปกตรัมอนาลิเซอร์ (ย่านความถี่ใช้งาน 9 kHz – 22 GHz).....	33
4.11 ภาพถ่าย Signal Generator HP8657B (ย่านความถี่ใช้งาน 0.1 MHz – 2060 MHz) และ Signal Generator HP83731A (ย่านความถี่ใช้งาน 1 GHz – 20 GHz).....	34
4.12 ภาพถ่ายเหตุการณ์ต่างๆ ในขณะที่ทำการทดสอบสายอากาศที่นำเสนอ.....	34
4.13 ค่า Return Loss ( $S_{11}$ ) ที่ได้จากการจำลองสายอากาศรูปตัว F กับตัว C ที่นำเสนอ.....	35
4.14 ค่า Return Loss ( $S_{11}$ ) ที่ได้จากการจำลองและวัดสายอากาศที่นำเสนอ.....	35
4.15 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 850 MHz.....	38
4.16 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 1.9 GHz.....	39
4.17 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 2.25 GHz.....	40
4.18 แบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่ความถี่ 2.5 GHz.....	41