บทความวิชาการ

การออกแบบสายอากาศโทรศัพท์เคลื่อนที่

- นายเขตชัย เอี่ยมศรี
- ครู ชำนาญการพิเศษ
- แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
- วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
- Khetchai Iamsri
- Matta.eleven11@gmail.com

บทคัดย่อ

ความนิยมโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ ต้องบางเบาการออกแบบสายอากาศควรอยู่ภายในให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ควรมีองค์ประกอบ คือ อุปกรณ์แฝงมีค่าต่ำที่สุดออกแบบการใช้ไดอิเลคตริคให้น้อยที่สุด อุปกรณ์มีการเพิ่มพื้นที่ผิวให้กว้างที่สุดสายอากาศมีการเพิ่มระยะความสูงให้อยู่เหนือระนาบกราวนด์มากที่สุด พบว่าผลสำเร็จขนาดปริมาตรที่ 8-12 CC ในระบบ CDMA/PCS และ 6-10 CC ของระบบ GSM/DCS และสายอากาศห่างจากกราวนด์ 6 และ 10 mm อย่างน้อยที่สุด 5 mm

คำนำ

ปัจจุบันนี้โทรศัพท์เคลื่อนที่นิยมแบบบางแบนเรียบสายอากาศ จึงต้องออกแบบให้มีขนาดปริมาตรเล็กบางตามเครื่องไปด้วยโดยอยู่ภายในการออกแบบสายอากาศให้รับได้ทั้งแถบความถี่ต่ำและแถบความถี่สูงในระบบ CDMA/PCS และ GSM/DCS อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วยคำศัพท์เทคนิคของสายอากาศและองค์ประกอบที่ใช้ในการออกแบบสายอากาศภายใน

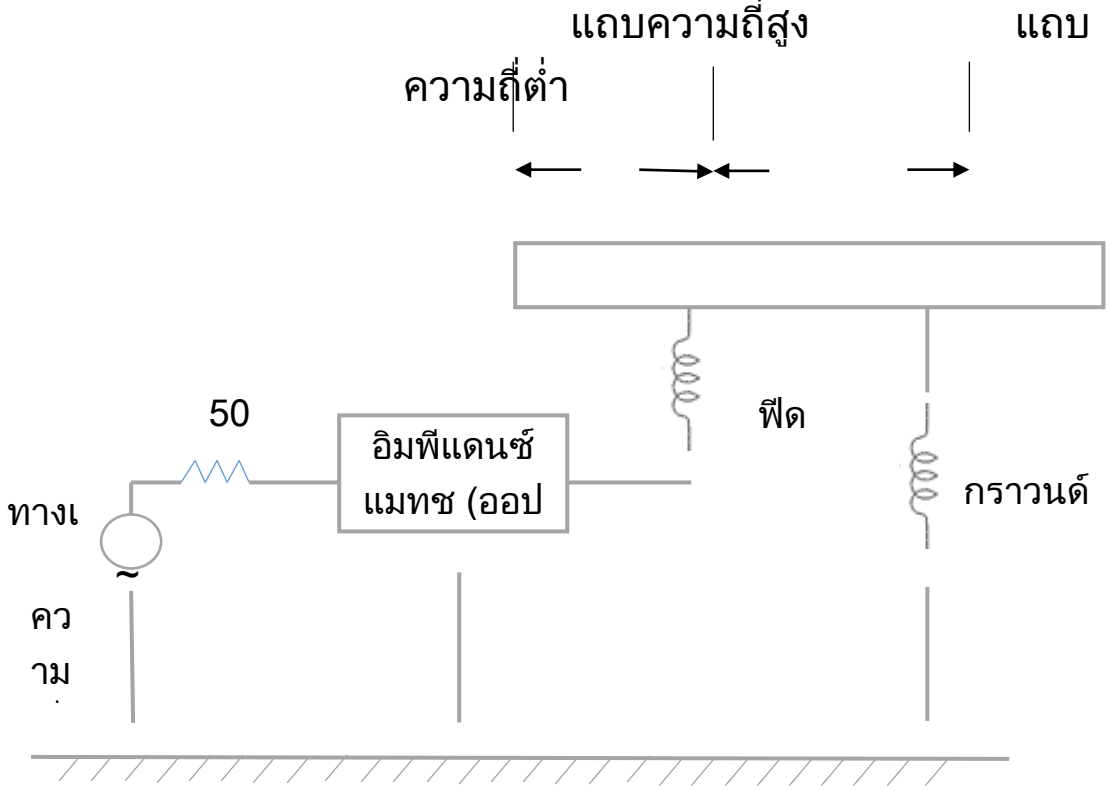
บทความวิชาการนี้ใช้ประกอบการศึกษา รหัสวิชา 3119-2004

วิชาสายส่งและสายอากาศโทรคมนาคม ระดับปวส. ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2559

การออกแบบสายอากาศโทรศัพท์เคลื่อนที่

การออกแบบสายอากาศภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่ความถี่หลายแบนด์แบบเสมือนสายอากาศภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่สองแถบความถี่ดูอัลแบนด์ แสดงรูปที่ 1 มี 2 ส่วน คือ แถบความถี่ต่ำ และ แถบความถี่สูง



เคาเตอร์โพซ (กราวนด์ เพลน)

รูปที่ 1 แบบเสมือนสายอากาศภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่สองแถบความถี่

แถบความถี่ต่ำมีระยะยาวกว่าแถบความถี่สูงและเรโซแนนซ์ ที่แถบความถี่ต่ำแทนที่แถบความถี่สูงหรือไอเกนโหมดมีเฟสตรงกัน โดยความยาวแถบความถี่ต่ำประมาณเศษหนึ่งส่วนสี่ของความยาวคลื่น ซึ่งสามารถปรับความยาวได้เพื่อชดเชยผลไดอิเลคตริคและตัวเก็บประจุแฝงของแถบความถี่สูงปกติแถบความถี่ต่ำมีค่าอิมพีแดนซ์มากกว่าเมื่อเทียบกับแถบความถี่สูง เมื่อวัดคร่อมแถบขดลวดเหนี่ยวนำเทียบกับกราวน์ด

แถบความถี่สูงจะเรโซแนนซ์ที่ความถี่สูงแทนที่แถบความถี่ต่ำและโดยทั่วไปจะมีระยะสั้นประมาณ 3 เท่า (ไอเกนโหมดมีเฟสตรงกัน) รูปที่ 1 เห็นโหลดที่ต่อกับอิมพีแดนซ์ของแถบความถี่สูงคือแถบความถี่ต่ำขนานกับตัวเก็บประจุแฝงที่ต่อคร่อมอยู่กับแท็บกรานด์ที่ความถี่สำหรับแถบความสูงนี้ ค่าอิมพีแดนซ์แถบความถี่ต่ำจะมีค่ามากเมื่อเทียบกับแถบความถี่สูงจึงไม่มีผลการเปลี่ยนแปลง

ผลที่วางแท็ปฟีด (จุดป้อนสัญญาณ) ใกล้แท็บกราวนด์จะเกิดฟลักซ์แม่เหล็กเชื่อมกัน เสมือนเป็นหม้อแปลงสามารถแมชชิ่งอิมพิแดนซ์สายอากาศต่ำหรือต่ำกว่า 10 โอห์ม ให้เป็น 50 โอห์ม ต้องคำนวณระยะห่างและความยาวของจุดป้อนสัญญาณให้ถูกต้อง เรียกว่า แกมมาแมท นิยมไว้ที่แถบความถี่สูง ผลการทดลองพบว่าต้องใช้ปริมาตรอย่างน้อย 7 ลูกบาศก์เซนติเมตรและความสูงประมาณ 7 มิลลิเมตรกับระนาบกราวนด์

การออกแบบวงจรแมทชิ่งภายนอก เพื่อทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสายแถบความถี่ต่ำมีแบนด์ที่กว้างขึ้น (บรอดแบนด์) เป็นวงจรผ่านความถี่สูง แต่ก็สามารถรับสัญญาณที่แถบความถี่สูงได้เหมือนเดิม

ในปัจจุบันสามารถสร้างสายอากาศภายในชนิด 4 โพล (ขั้ว) ด้วยการเพิ่มอุปกรณ์แฝงในส่วนของสายอากาศภายใน เมื่อต้องการระบบสายอากาศภายใน 4 โพล ควรเลือกออกแบบสายอากาศ 2 โพล วงจรแมทชิ่ง อีก 2 โพล จึงจะดีกว่าเพื่อให้สายอากาศภายในมีประสิทธิภาพต้องทดสอบเกน

การออกแบบสายอากาศภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดมีกฎอยู่ 4 ข้อ คือ

1. อุปกรณ์แฝงต้องทำให้มีค่าต่ำที่สุดออกแบบจุดป้อนสัญญาณและแท็บกราวนด์ห่างกันมากที่สุดและสั้นที่สุด ออกแบบปลายเปิดและอยู่ห่างระนาบกราวนด์มากที่สุดต้องใช้แกรมาแมทช

2. ออกแบบให้ใช้ไดอิเลคตริคน้อยที่สุด ออกแบบ 4 โพล สร้างโพลเพิ่มที่วงจรแมทชิ่ง

3. อุปกรณ์ควรมีพื้นที่ผิวเพิ่มให้กว้างที่สุดออกแบบให้สายแถบความถี่สุงและสายแถบความถี่ต่ำมีความกว้างที่สุด ต้องเป็นรูปสามเหลี่ยมแยกจากกันและฟีดที่ปลายยอด

4. สายอากาศให้อยู่สูงเหนือระนาบกราวนด์มากที่สุด ออกแบบสายอากาศได้สำเร็จพบว่าต้องใช้ปริมาตร 8 -12 CC ระบบ CDMA/PCS และ 6-10 CC สำหรับระบบ GSM/DCS และระยะสายกับระนาบกราวนด์คือ 6 และ 10 mm ออกแบบให้ใช้ปริมาตรน้อยที่สุดจะมีระยะห่างเพียง 5 mm การพัฒนาเครื่องโทรศัพท์ให้มีขนาดเล็กจึงอยู่ที่องค์ประกอบของสายอากาศภายในด้วย

คำศัพท์เทคนิคของสายอากาศ

การแมทชสายอากาศ (Antenna Match) เป็นสถานะการณ์ที่อิมพีแดนซ์ขาเข้าของสายอากาศมีค่าเท่ากับคอมเพลคคอนจูเกตของอิมพีแดนซ์สายส่งที่ฟีดเข้าสายอากาศ

แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ช่วงความถี่ที่สายอากาศทำงานได้ โดยปกติจะเจาะจงว่าเป็นช่วงความถี่ของสายอากาศทั้งหมดถูกแมทชเข้ากับระบบ

บรอดแบนด์ (Broadband) ช่วงของความถี่ที่อุปกรณ์สามารถทำงานได้กว้างขึ้น

เคาเตอร์โพซ (Counterpoise) สายอากาศอีกครึ่งหนึ่งที่ไม่ได้รับการกระตุ้น ส่วนมากจะเป็นระนาบกราวนด์กึ่งอนันต์ ในกรณีของโทรศัพท์เซลลูลาร์ปัจจุบันจะบรรจุอยู่ภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่

ไดอิเลคตริค (Dielectric) วัสดุที่มีสมบัติไม่นำไฟฟ้า

ไดโพล (Dipole) สายอากาศแบบสมมาตรที่แขนโลหะยื่นออกไปสองข้าง มีความยาวของแขนทั้งสองรวมกันเท่ากับครึ่งความยาวคลื่นและมีจุดป้อนสัญญาณอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างแขนทั้งสอง

ไอเกนโหมด (Eigenmode) ตำแหน่งของจุดบนโครงสร้างทางกายภาพที่กระแสและแรงดันมีเฟสตรงกัน

เกน (Gain) เป็นการรวมการวัดประสิทธิภาพของสายอากาศและการวัดกำลังงานที่ส่งออกไปในทิศทางที่กำหนด ในทางคณิตศาสตร์เกนจะมีค่าเท่ากับ 4p คูณกับอัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของการพลังงานที่ส่งออกไปในทิศทางที่กำหนดกับกำลังงานทั้งหมดที่สายอากาศได้รับจากขั้วของสายอากาศ

แกมมาแมทช (Gamma match) เป็นวงจรอย่างง่ายที่ใช้แมทชอิมพีแดนซ์สายอากาศที่จุดป้อนสัญญาณ

องค์ประกอบที่ใช้ในการออกแบบสายอากาศภายใน

- ขนาดของโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งกำหนดไว้
- วัสดุที่ใช้สร้างโทรศัพท์เคลื่อนที่
- วัสดุสำหรับสร้างสายอากาศ
- ตำแหน่งของจุดป้อนสัญญาณ
- ขนาดของอุปกรณ์อื่นๆ
- พื้นที่ผิวและปริมาตรที่ใช้ในการสร้างสายอากาศ
- ตำแหน่งของอุปกรณ์
- ตำแหน่งที่คาดว่าจะเชื่อมต่อแท็ปกราวนด์กับเคาเตอร์โพซ
- ปริมาตรของสายอากาศ
- แบนด์วิดท์ที่ต้องการและที่คาดว่าจะสร้างได้ตามที่กำหนดไว้ (มักจะกำหนดเป็นอัตราส่วนคลื่นนิ่งของแรงดัน (Voltage-standing-wave ratio)
- สมรรถนะที่ต้องการได้แก่ เกนสายอากาศสูงสุด ค่าเกนสายอากาศโดยเฉลี่ย ประสิทธิภาพโดยรวมและสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ
- แบนด์ที่ใช้งานของสายอากาศทั้งหมดเป็นไปตามต้องการหรือไม่

สรุป

การออกแบบสายอากาศโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดควรมีกฎ 4 ข้อ คือ

1. อุปกรณ์แฝงควรมีค่าต่ำที่สุด
2. ออกแบบการใช้ไดอิเลคตริคให้น้อยที่สุด
3. อุปกรณ์ควรเพิ่มพื้นที่ผิวให้กว้างที่สุด
4. สายอากาศควรเพิ่มระยะความสูงให้อยู่เหนือระนาวกราวนด์มากที่สุด ได้รับผลสำเร็จพบว่าต้องใช้ปริมาตร 8 – 12 CC ในระบบ CDMA/PCS และ 6 - 10 CC สำหรับระบบ GSM/DCS และระยะห่างสายอากาศกับระนาบกราวนด์ คือ 6 และ 10 mm น้อยที่สุดจะมีระยะห่างเพียง 5 mm

ผู้ศึกษาสามารถพัฒนาให้สายอากาศภายในมีปริมาตรที่เล็กลงกว่านี้ในอนาคตเป็นไปได้ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการ เรื่องการออกแบบสายอากาศโทรศัพท์เคลื่อนที่สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ

http://www.cewmedia.com

>article ในการศึกษาค้นคว้าได้สำเร็จ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายเขตชัย เอี่ยมศรี

เอกสารอ้างอิง

สัญญา พินัยกุล. (2545) **การออกแบบสายอากาศภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่ดูอัลแบนด์** (ออนไลน์).สืบค้นจาก:http://www.cewmedia.com>article(16 ธ.ค. 2559)

เกี่ยวกับผู้เขียน

นายเขตชัย เอี่ยมศรี

ครูชำนาญการพิเศษ

คอบ. อิเล็กทรอนิกส์ – สื่อสาร

แผนก วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

Khetchai Iamsri

matta.eleven11@gmail.com

ส่วนประกอบของบทความวิชาการ

ชื่อเรื่อง (Title)

บทคัดย่อ

1. คำนำ
2. เนื้อเรื่อง
3. รูปภาพ
4. สรุป
5. กิตติกรรมประกาศ
6. เอกสารอ้างอิง
7. เกี่ยวกับผู้เขียน