



ABSTRACT

บทคัดย่อ

การประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2561
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่
“งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น”

5

8-9 มีนาคม 2561

ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต ฮิลล์ รีสอร์ท อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	ประธานกรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ	รองประธานกรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร	กรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ	กรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา	กรรมการ
รองอธิการบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา	กรรมการ
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายกฎหมาย	กรรมการ
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายทรัพย์สินและจัดหารายได้	กรรมการ
ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา	กรรมการ
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา	กรรมการและเลขานุการ

ผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารณา (Peer review)

รองศาสตราจารย์ ดร. พยุง มีสีจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. ศจีมาจ ณ วิเชียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. ชไมพร กาญจนกิจสกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. พัทธินันท์ สิริสุนทร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. ต้องจิต ถันขมนาง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร. สัญญา เคนาภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร. พวงผกา แก้วกรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ ดร. สรวงพร กุศลส่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระภัทรา เอกผาชัยสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
รองศาสตราจารย์ ดร. ธานี สุขเกษม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิยา รัตนศิริวงศ์วุฒิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

สายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย
Wide-Band Octagonal-shaped Slot Antenna fed by Mmicrostrip line with Octagonal-Shaped Tuning Stub for Wireless Local area Network Systems

เทพ เกื้อทวีกุล

Tnep Kueothaweekun

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย โดยใช้สตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมเพื่อขยายแบนด์วิดท์ให้มากขึ้น โดยการจำลองโครงสร้างสายอากาศได้ของนำวิธีระเบียบวิธีโมเมนต์ด้วยโปรแกรม IE3D มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของสายอากาศ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของสายอากาศบางตัวเพื่อดูคุณสมบัติของสายอากาศ ประกอบด้วย การสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) แบนด์วิดท์ อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) และแบบรูปการแผ่พลังงานตามระยะไกล ตามลำดับ ผลที่ได้จากการจำลองจะให้ความถี่ และแบนด์วิดท์ตั้งแต่ 2.25-7.0 GHz ครอบคลุมมาตรฐานของโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย โดยแบบรูปการแผ่พลังงานตามระยะไกลเป็นแบบสองทิศทาง

คำสำคัญ : สายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยม สตัปจูนรูปแปดเหลี่ยม โครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย

สายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย

Wide-Band Octagonal-shaped Slot Antenna fed by Mmicrostrip line with Octagonal-Shaped Tuning Stub for Wireless Local area Network Systems

เทพ เกื้อทวีกุล

Thep Kueathaweekun

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย โดยใช้สตัปจูนรูปแปดเหลี่ยมเพื่อขยายแบนด์วิดท์ให้มากขึ้น ในการจำลองโครงสร้างสายอากาศได้ของนำวิธีระเบียบวิธีโมเมนต์ด้วยโปรแกรม IE3D มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของสายอากาศ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของสายอากาศบางตัวเพื่อดูคุณสมบัติของสายอากาศ ประกอบด้วย การสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) แบนด์วิดท์ อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) และแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกล ตามลำดับ ผลที่ได้จากการจำลองจะให้ความถี่ และแบนด์วิดท์ตั้งแต่ 2.25-7.0 GHz ครอบคลุมมาตรฐานของโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย โดยแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลเป็นแบบสองทิศทาง

คำสำคัญ : สายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยม/สตัปจูนรูปแปดเหลี่ยม/โครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย

Abstract

This paper presents a design and development of the octagonal shaped slot antenna fed by microstrip line with octagonal shaped tuning stub for wireless local area network communication systems. The bandwidth enhancement technique is composed of octagonal shaped tuning stub. This slot antenna is analyzed by using MoM method of IE3D software. The proposed slot antenna is analyzed for return loss (S_{11} parameter), input impedance (Z_{in}), VSWR, bandwidth and far field radiation patterns, respectively. Simulated results of the proposed slot antenna can be obtained the frequency band from 2.03 GHz to 5.40 GHz, coverage the requirement in bandwidths of WLAN communication systems. The far-field radiation pattern of resonance frequencies is bi-directional.

Keywords : Octagonal shaped Slot/ Octagonal shaped Tuning Stub/Wireless Local area Network

1. บทนำ

ระบบการสื่อสารโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (Wireless Local Area Network: WLAN) เป็นการสื่อสารที่ใช้ งานในย่านความถี่ไมโครเวฟในการรับ-ส่งข้อมูล ซึ่งได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากระบบมี ความยืดหยุ่นและย่านความถี่สำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายนี้กำหนดอยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11a/b/g คือ IEEE 802.11a (5.150-5.350 GHz) IEEE 802.11b และ IEEE 802.11 g (2.4-2.4835 GHz) หรือ ความถี่ตั้งแต่ 2-6 GHz ในการสื่อสารดังกล่าว อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุคือ สายอากาศ ดังนั้นจึงมีนักวิจัยทำ ออกแบบและพัฒนาสายอากาศเพื่อนำไปใช้ในการสื่อสารไร้สาย สายอากาศชนิดหนึ่งที่มีความสนใจและนิยม นำไปใช้งานในย่านความถี่ไมโครเวฟคือ สายอากาศแบบไมโครสตริป เนื่องจากมีข้อดีอยู่หลายประการ ได้แก่ มี ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูก ออกแบบและสร้างได้ง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ สายอากาศได้มีการพัฒนาในหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบสายอากาศความถี่เดียว [1] และสอง ความถี่ [2-5] สำหรับการสื่อสารไร้สายในมาตรฐานของ IEEE 802.11a/b/g/j ซึ่งสายอากาศเหล่านี้ออกแบบ สายอากาศเพื่อใช้งานเฉพาะความถี่ที่ต้องการเท่านั้น และมีการออกแบบเฉพาะความถี่เท่านั้นจึงไม่สอดคล้องกับ ความต้องการใช้งานในปัจจุบัน มีการออกแบบสายอากาศที่มีความถี่แบบแถบกว้างสำหรับการสื่อสารไร้สาย [6] โดยจะมีแบนด์วิธของสายอากาศที่ทำการออกแบบได้ประมาณ 60% ยังไม่สามารถครอบคลุมแถบความถี่ที่ ต้องการย่าน WLAN และมีการพัฒนาสายอากาศโดยใช้การปรับเปลี่ยนรูปร่างสายอากาศและสลับเพื่อช่วยในการ ขยายแบนด์วิธให้มากขึ้น โดย Pratap และ Jayashree [7] ได้ทำการออกแบบสายอากาศแบบเปิดรูปห้าเหลี่ยม โดยมีแบนด์วิธที่ครอบคลุม 3.281–7.45 GHz นอกจากนี้ และ นักวิจัย A. Dastranj และ Naser Moghaddasi [8-9] ทำการออกแบบสายอากาศแบบกว้างแบบไมโครสตริปรูปตัวอีที่มีขอบเหลี่ยมและขอบมน ซึ่งสายอากาศนี้ที่ ออกแบบได้แบนด์วิธที่กว้างและครอบคลุมความถี่ที่ต้องการแต่ขนาดค่อนข้างใหญ่ จึงไม่เหมาะสำหรับงานบาง พื้นที่ จากงานวิจัยดังกล่าวแล้วข้างต้น ทำให้ทราบวิธีการออกแบบและพัฒนาสายอากาศให้ได้แบนด์วิธมากๆ ดังนั้น จึงเป็นที่มาในการพัฒนาสายอากาศที่รูปร่างที่กระชับรัด ไม่ซับซ้อน ทำแมตซ์อิมพีแดนซ์ได้ง่าย และสามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ ได้

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จะนำเสนอการออกแบบสายอากาศช่องเปิดรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่ง สัญญาณแบบไมโครสตริปโลห์ และทำการพัฒนาต่อเพื่อต้องการขยายแบนด์วิธให้มากขึ้นด้วยการเพิ่มสลับจุนรูป แปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN) โดยนำวิธีระเบียบวิธีโมเมนต์ด้วยโปรแกรม IE3D มาใช้ในการ วิเคราะห์โครงสร้างของสายอากาศ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของสายอากาศบางตัวเพื่อดูคุณสมบัติของ สายอากาศ ประกอบด้วย การสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) แบนด์วิธ อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) และแบบรูปการแพร่พลังงานสนามระยะไกล

2. วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริป โลห์ที่มีสลับจุนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย

3. วิธีการดำเนินการวิจัยและการออกแบบสายอากาศ

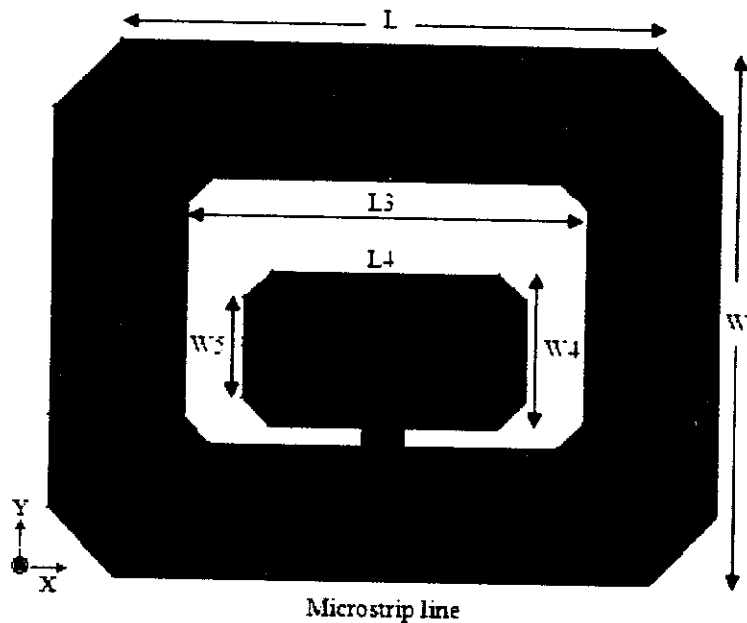
สายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีระดับจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายในการออกแบบสายอากาศจะเริ่มจากการเลือกชนิดของวัสดุฐานรอง (Substrate) และความหนาของวัสดุฐานรอง (h) เพื่อนำคุณสมบัติดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณหาความกว้างของ W_m และความยาวคลื่นสัมพันธ์ (λ_g) [10] เพื่อออกแบบความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้วัสดุฐานรอง (Substrate) FR4 โดยมีค่าคุณสมบัติดังนี้คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริก (ϵ_r) เท่ากับ 4.5 ค่า Loss tangent เท่ากับ 0.02 และความหนาของวัสดุฐานรอง (h) เท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ การออกแบบสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีระดับจูนรูปแปดเหลี่ยม ซึ่งในการออกแบบสายอากาศมีพารามิเตอร์สำคัญที่เป็นตัวกำหนดโซแนนซ์ที่ต้องการ เพื่อนำมาคำนวณความยาวรวมทั้งหมดของวงรอบช่องเปิด การออกแบบสายอากาศในบทความนี้จะเริ่มทำการออกแบบที่ความถี่แรกคือ ความถี่ 2.4 GHz โดยค่าความยาวที่ทำการคำนวณจาก (1)-(3) ซึ่งจะมีการอ้างอิงกับความยาวคลื่นสัมพันธ์ (λ_g) เพื่อให้ได้ความถี่ที่ต้องการ

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (1)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2)$$

$$\epsilon_{eff} \approx \frac{\epsilon_r + 1}{2} \quad (3)$$

เมื่อ λ_g คือ ความยาวคลื่นสัมพันธ์ c คือ ความเร็วของแสง (3×10^8 เมตร/วินาที) f คือ ความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ ϵ_{eff} คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพันธ์ ϵ_r คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของวัสดุฐานรอง h คือ ความหนา (สูง) ของวัสดุฐานรอง



ภาพที่ 1 โครงสร้างของสายอากาศช่องเปิดรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์

เมื่อคำนวณค่าความยาวคลื่นกับความกว้างของสายส่งสัญญาณได้แล้ว จากนั้นทำออกแบบความถี่ที่ต้องการคือ ความถี่ 2.40 GHz ขั้นแรกคือการออกแบบสายอากาศช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ เพื่อศึกษาวิธีการขยายแบนด์วิดท์ให้มากขึ้น ลำดับที่สองทำการปรับรูปร่างของสายอากาศและสัดตั้งของสายส่งสัญญาณไมโครสตริปไลน์จากสี่เหลี่ยมผืนผ้า ไปเป็น สายอากาศช่องเปิดรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสัดตั้งรูปแปดเหลี่ยมและวิเคราะห์คุณสมบัติของสายอากาศ ดังภาพที่ 1 เพื่อให้สามารถขยายแบนด์วิดท์ให้มากขึ้นครอบคลุมแถบความถี่ในย่านโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN) ในการออกแบบและพัฒนาสายอากาศในงานวิจัยฉบับนี้มีพารามิเตอร์สำคัญแสดงในภาพที่ 1 และค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการจำลองผลมีค่าดังต่อไปนี้

- L คือ ความยาวของระนาบกราวด์ด้านในขอบบน มีค่าเท่ากับ 40 มิลลิเมตร
- L1 คือ ความยาวของระนาบกราวด์ด้านนอกขอบบน มีค่าเท่ากับ 50 มิลลิเมตร
- L2 คือ ความยาวของสายอากาศช่องเปิดด้านในขอบบน มีค่าเท่ากับ 26 มิลลิเมตร
- L3 คือ ความยาวของสายอากาศช่องเปิดด้านนอกขอบบน มีค่าเท่ากับ 30 มิลลิเมตร
- L4 คือ ความยาวของสัดตั้งด้านในขอบบน มีค่าเท่ากับ 17 มิลลิเมตร
- L5 คือ ความยาวของสัดตั้งด้านนอกขอบบน มีค่าเท่ากับ 21 มิลลิเมตร
- W คือ ความกว้างของระนาบกราวด์ด้านในมีค่าเท่ากับ 30 มิลลิเมตร
- W1 คือ ความยาวของระนาบกราวด์ด้านนอก มีค่าเท่ากับ 40 มิลลิเมตร
- W2 คือ ความกว้างของสายอากาศช่องเปิดด้านนอกขอบขวา มีค่าเท่ากับ 16 มิลลิเมตร
- W3 คือ ความกว้างของสายอากาศช่องเปิดด้านในขอบซ้าย มีค่าเท่ากับ 20 มิลลิเมตร
- W4 คือ ความกว้างของสัดตั้งด้านนอกขอบขวา มีค่าเท่ากับ 7.5 มิลลิเมตร

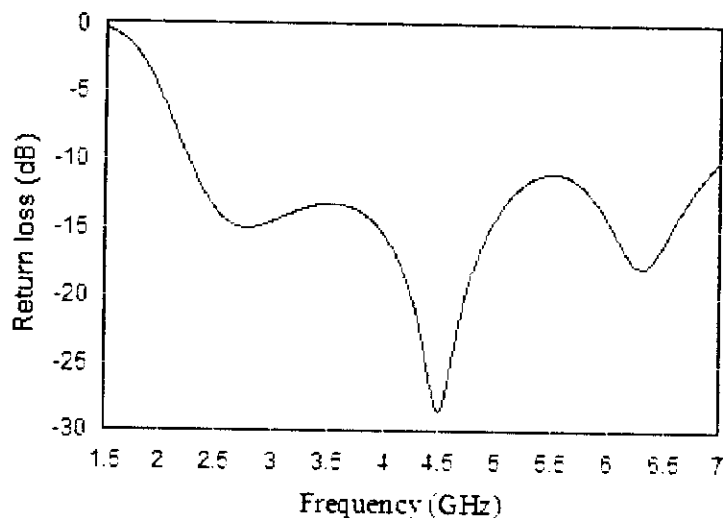
W5 คือ ความกว้างของสล็อตด้านนอกขอบซ้าย มีค่าเท่ากับ 11.5 มิลลิเมตร

จากค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้นทำให้สายอากาศที่ออกแบบในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานในย่านโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN) โดยคุณสมบัติต่างๆ ของสายอากาศนั้นจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

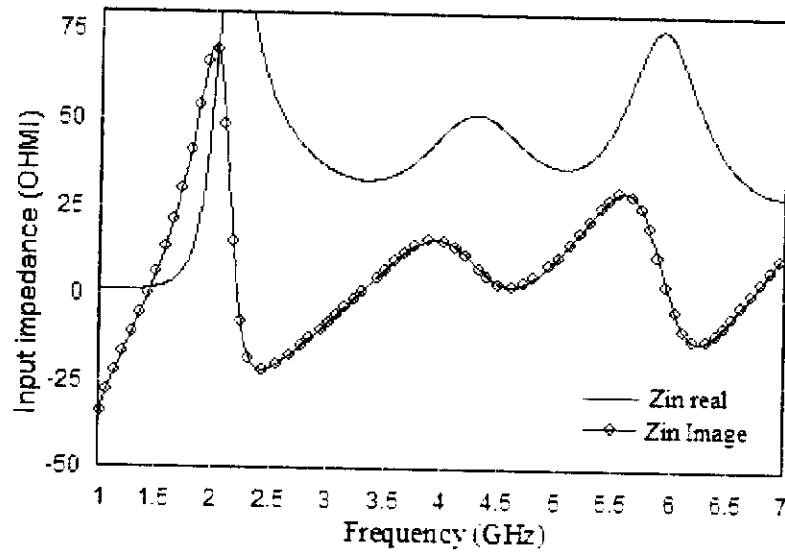
4. ผลการจำลองของสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสล็อตรูปแปดเหลี่ยม

จากผลการศึกษาวิเคราะห์ที่ออกแบบและพัฒนาสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสล็อตรูปแปดเหลี่ยมเพื่อขยายแบนด์วิดท์ให้สามารถใช้งานย่านการสื่อสารไร้สาย ซึ่งในการจำลองเพื่อศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติของสายอากาศ ได้นำระเบียบวิธีโมเมนต์ด้วยโปรแกรม IE3D [11] มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของสายอากาศ และทำการศึกษาพารามิเตอร์ของสายอากาศบางตัวเพื่อดูคุณสมบัติของสายอากาศ ประกอบด้วย การสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) แบนด์วิดท์ อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) และแบบรูปการแพร่พลังงานสนามระยะไกล ตามลำดับ

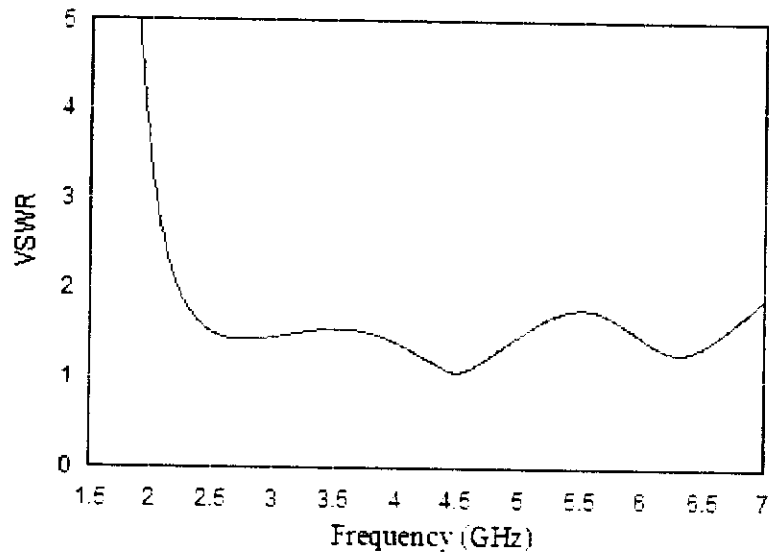
ค่าการสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) ต่ำกว่า -10 dB อยู่ในช่วง -10 dB ถึง -28 dB ครอบคลุมแถบความถี่ตั้งแต่ 2.25-7.0 GHz ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การสูญเสียย้อนกลับ (S_{11}) ของสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสล็อตรูปแปดเหลี่ยม



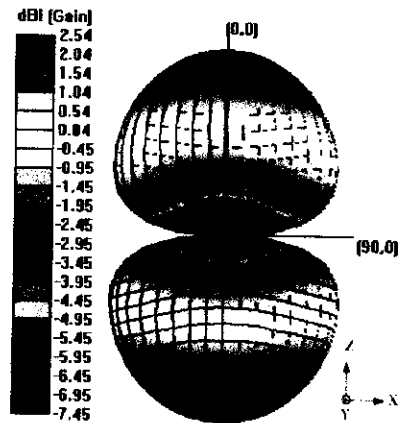
ภาพที่ 3 อินพุตอิมพีแดนซ์ (Z_{in}) ของสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปโลทที่มีสลับจูนรูปแปดเหลี่ยม



ภาพที่ 4 อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) ของสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปโลทที่มีสลับจูนรูปแปดเหลี่ยม

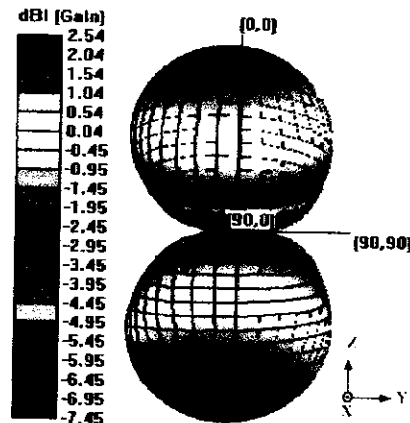
จากภาพที่ 3 แสดงค่าอินพุตอิมพีแดนซ์สายอากาศแบบช่องเปิดทั้งเทอมจริง และเทอมจินตภาพ ตั้งแต่ช่วงความถี่ 2.25-7.0 GHz ซึ่งทั้งสองเทอมนี้เมื่อนำมารวมกันจะได้ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณเท่ากับ 50 โอห์มตามสายส่งสัญญาณ และอัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) ที่แสดงในภาพที่ 4 จะมีค่าอยู่ในช่วง 1-2 ซึ่งครอบคลุม

แถบความถี่ตั้งแต่ 2.25-7.0 GHz โดยทั่วไปแล้วค่าที่ยอมรับได้คือ VSWR ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2 และ แบบรูปการแผ่พลังงานนามระยะไกลจะแสดงในภาพที่ 5

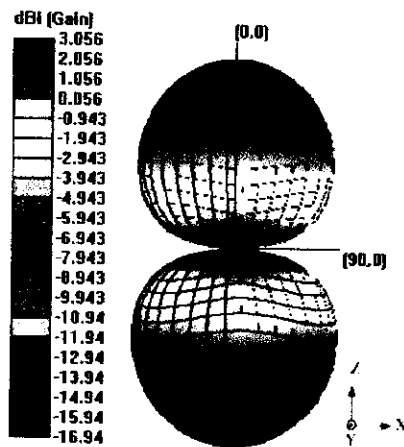


(ก) ระนาบ xz

ความถี่ 2.4 GHz

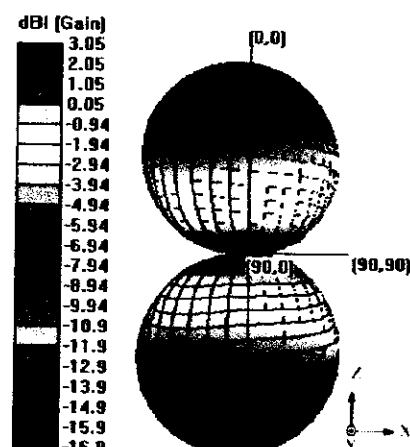


(ข) ระนาบ yz



(ค) ระนาบ xz

ความถี่ 5 GHz



(ง) ระนาบ yz

ภาพที่ 5 แบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกล ของสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสลับจุนรูปแปดเหลี่ยม

จากภาพที่ 5 แสดงแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลของสายอากาศช่องเปิดที่ความถี่ 2.4 GHz และที่ความถี่ 5.0 GHz จากผลการจำลองแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบแอสิมัท (azimuth) (xy-

plane) เป็นแบบรอบทิศทาง (Omni-directional) และระนาบมุมเงย (elevation) (xz-plane) เป็นแบบสองทิศทาง (bi-directional)

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบและพัฒนาสายอากาศช่องเปิดแบบแถบกว้างรูปแปดเหลี่ยมที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสลับจูนรูปแปดเหลี่ยมสำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย เป็นการหาเทคนิคการขยายแบนด์วิดท์ของสายอากาศช่องเปิดที่ใช้เทคนิคการใส่สลับจูนรูปแปดเหลี่ยมเพื่อช่วยขยายแบนด์วิดท์ให้มากขึ้นสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายตามต้องการ ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีโมเมนต์ด้วยโปรแกรม IE3D จากผลการจำลองได้แถบความถี่และแบนด์วิดท์ครอบคลุมตั้งแต่ความถี่ 2.25-7.0 GHz ครอบคลุมมาตรฐานของโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายโดยแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลเป็นแบบสองทิศทาง ดังนั้นสายอากาศที่ทำการพัฒนานี้สามารถนำไปใช้ในระบบโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN)

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เทพ เกื้อทวีกุลม “การออกแบบสายอากาศช่องเปิดรูปแอลคู่สำหรับใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย”, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 2558, หน้า 68-71.
- [2] เทพ เกื้อทวีกุลม “การออกแบบสายอากาศช่องเปิดสองความถี่ที่มีแผ่นสตริปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้วิธี FDTD สำหรับประยุกต์ใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย”, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 2558, หน้า 76-79.
- [3] A. S. Chavan, Pragnesh, N. S. and Seema, M, “Analysis of Dual Frequency Microstrip Antenna Using Shorting Wall”, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2013, vol. 3, pp. 578-582.
- [4] B. Sanchita, Srivastava, A. and Goswami, A., “Dual Frequency Hexagonal Microstrip Patch Antenna”, *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 3, 2013, pp. 1-9.
- [5] C. Chulvanich, Nakasuwan, J., Songthanapitak, N., Anantrasirichai, N. and T. Wakabayashi, “Design Narrow Slot Antenna for Dual Frequency”, *PIERS*, vol. 3, 2007, pp. 1024-1028.
- [6] A. Dastranj, Imani, A. and M. Naser-Moghaddasi, “Printed Wide-Slot Antenna for Wideband Applications”, *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 56, 2008, pp. 3097-3102.
- [7] A. Dastranj and Imani, A., “Bandwidth Enhancement of Printed E-Shaped Slot Antenna Fed by CPW and Microstrip Line”, *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 58, 2009, pp.1402-1407.
- [8] W. Kueathaweekun, Anantrasirichai N., Nakasuwan, J. and Wakabayashi, T., “Broadband Slot Antenna Fed by Microstrip Line”, *The International conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST)*, 21-23 November 2007, Thailand.

- [9] N. Shinde Pratap and Jayashree P. Shinde., "Design of compact pentagonal slot antenna with bandwidth enhancement for multiband wireless applications", *Int. J. Electron. Commun. (AEU)*, vol. 69, 2015, pp. 1489–1494.
- [10] A. C. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [11] Zeland Software, Inc., IE3D, New York.