บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกได้พัฒนาเข้าสู่ยุคของเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสาร ซึ่งทำให้แต่ละประเทศสามารถติดต่อเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารระหว่างกันได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งหนึ่งในรูปแบบของการสื่อสารที่กำลังได้รับความนิยมในขณะนี้คือ การสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless LAN) เนื่องจากการสื่อสารแบบไร้สายมีความคล่องตัวและสะดวกในการใช้งาน อีกทั้งยังมีแนวโน้มที่จะมีการพัฒนาต่อไปอีกในอนาคต ซึ่งในระบบการสื่อสารแบบไร้สายจะมีสายอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณ และในการที่จะสร้างสายอากาศขึ้นมาใช้งานนั้น สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงคือ โครงสร้างของสายอากาศต้องไม่ซับซ้อน มีน้ำหนักเบา สามารถสร้างได้ง่าย ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำและมีขนาดพอเหมาะที่จะแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ สายอากาศแบบไมโครสตริปก็เป็นสายอากาศอีกชนิดหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้ [3-4] สายอากาศไมโครสตริปมีอยู่ด้วยกันหลากหลายรูปแบบ เช่น สายอากาศแบบแผ่น (Patch-antenna) สายอากาศแบบไดโพล (Dipole-antenna) และสายอากาศแบบช่องเปิด (Slot-antenna) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สายอากาศแบบช่องเปิดนับได้ว่าเป็นสายอากาศชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นสายอากาศที่ออกแบบได้ง่าย แบบรูปของการแผ่สนามระยะไกลสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งแบบทิศทางเดียว (Uni-directional) และสองทิศทาง (bi-directional) และสามารถใช้รูปแบบการป้อนสัญญาณได้หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น Coplanar Waveguide (CPW), สายโคแอคเชียลโพรบ (Coaxial Probe) และไมโครสตริป (Microstrip line) เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมาได้มีผู้ทำการศึกษาออกแบบ ทั้งในส่วนของโครงสร้างและรูปแบบการป้อนสัญญาณในลักษณะต่าง ๆ ดังเช่น สายอากาศช่องเปิดแบบวงแหวน , สายอากาศแบบไดโพล, สายอากาศรูปตัวอักษร F และ L [5-8] เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดรูปตัวยูที่มีการป้อนสัญญาณแบบโพรบฝัด ก็เป็นสายอากาศอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้มีผู้ทำการศึกษา เนื่องจากมีโครงสร้างและรูปร่างที่ไม่ซับซ้อนมากนัก อีกทั้งการศึกษาและออกแบบสามารถทำได้ง่าย แต่ข้อจำกัดของสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดรูปตัวยูที่มีการป้อนสัญญาณแบบโพรบฝัดคือ จะมีอัตราขยายค่อนข้างต่ำ อีกทั้งในการสร้างเพื่อใช้งานจริงจะทำได้ยาก เพราะต้องใช้เทคโนโลยีและความแม่นยำในการสร้างสูง เนื่องจากผลของการเจาะและการเชื่อมต่อบริเวณจุดป้อนสัญญาณจะทำให้ค่าความถี่

รวมทั้งค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ที่วัดได้จากสายอากาศที่สร้างจริงไม่ตรงตามกับที่ทำการออกแบบไว้ และในส่วนของโครงสร้างของช่องเปิดรูปตัวยูก็มีจำนวนองค์ประกอบ รูปแบบการจัดวางองค์ประกอบ รวมทั้งผลที่ได้จากการออกแบบและการวิเคราะห์ที่ยังไม่หลากหลายเท่าใดนัก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการจัดวางสายอากาศรูปตัวยูในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งผลของการปรับพารามิเตอร์ของสายอากาศที่มีต่อค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของสายอากาศ ทั้งในส่วนของสายอากาศรูปตัวยู 1 และ 2 องค์ประกอบ เพื่อที่จะได้นำหลักการที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวมาปรับปรุงและพัฒนาสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดรูปตัวยูให้มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่ดีขึ้น ซึ่งจะได้นำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นถึงความสำคัญในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพสายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดรูปตัวยู ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความมุ่งหมายที่จะนำเสนอการออกแบบและวิเคราะห์สายอากาศไมโครสตริปแบบช่องเปิดรูปตัวยูที่มีการป้อนสัญญาณด้วยสายส่งสัญญาณไมโครสตริปแบบเปิดวงจรเข้าที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของสายอากาศแบบช่องเปิด ซึ่งการป้อนสัญญาณแบบดังกล่าวนี้จะมีข้อดีคือ สามารถทำแมตซ์อิมพีแดนซ์และสามารถสร้างจริงได้ง่าย อีกทั้งยังมีอัตราขยายค่อนข้างสูง และในส่วนของโครงสร้างสายอากาศช่องเปิดรูปตัวยูจะทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงวิธีในการออกแบบสายอากาศให้ได้มาซึ่งความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ วิธีการทำแมตซ์อิมพิแดนซ์ และแสดงให้เห็นถึงผลของการจัดวางสายอากาศในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในส่วนของโครงสร้างที่มี 1 และ 2 องค์ประกอบ ที่มีต่อค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของสายอากาศ และในการศึกษานี้ได้ออกแบบสายอากาศโดยมีการกำหนดย่านความถี่ใช้งานอยู่ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11a/b/g เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสายอากาศให้สามารถรองรับการใช้งานตามมาตรฐาน Wireless LAN และในส่วนของการวิเคราะห์ผลกระทบของการปรับพารามิเตอร์ต่อค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญของสายอากาศ จะใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) มาช่วยแทนการวิเคราะห์ด้วยสมการแมกซ์เวลล์โดยตรง ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากเนื่องจากสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณและวิเคราะห์สายอากาศได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อความเข้าใจยิ่งขึ้น สำหรับระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่นำมาใช้ได้แก่ วิธีผลต่างสืบเนื่องจำกัดในโดเมนเวลา (Finite Difference - Time Domain : FDTD) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial Differential

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Equation) และระเบียบวิธีโมเมนต์ (Moment Method : MoM) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยสมการเชิงอินทิกรัล (Integral Equation)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงวิธีการออกแบบสายอากาศ

2. สามารถนำหลักการที่ได้จากการศึกษาดังกล่าวมาปรับปรุงและพัฒนาสายอากาศไมโครสตริปให้มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่ดีขึ้น ซึ่งจะได้นำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ต้องการต่อไป

3. สามารถนำสายอากาศไปประยุกต์ใช้งานกับระบบ Wireless LAN ได้

นิยามศัพท์เฉพาะ

Wireless LAN เป็นระบบที่ใช้คลื่นความถี่ในการรับส่งข้อมูล เครือข่าย Wireless LAN ให้ความยืดหยุ่นสูง เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้คลื่นวิทยุ การรับส่งข้อมูลข่าวสารจะส่งผ่านทางอากาศทำให้ไม่ต้องเดินสาย LAN โดยการทำงานของระบบ Wireless LAN จะมีลักษณะการทำงานเหมือน LAN ทุกอย่าง ในระบบ Wireless LAN จะมีตัว Access Point ในการรับและส่งข้อมูล โดยตัว Access Point จะเปรียบเสมือนกับเป็น HUB เท่านั้น และในระบบ Wireless LAN จะต้องมี Card Wireless LAN ที่ใช้สำหรับในการรับส่งข้อมูลกับ Access Point ซึ่ง Card Wireless LAN เปรียบเสมือนกับเป็น Card LAN

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Antenna ในระบบสื่อสารวิทยุ หรือระบบกระจายเสียง และสัญญาณโทรทัศน์ มีหลักการคล้ายกันอยู่คือ การมอดูเลทคลื่นพาหะเข้ากับสัญญาณข่าวสารต่าง ๆ เพื่อให้เกิดรูปแบบสัญญาณที่เหมาะสมในการส่งไปในชั้นบรรยากาศโดยใช้สายอากาศ ซึ่งสายอากาศด้านส่งจะทำหน้าที่แผ่พลังงานออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณเท่ากับความเร็วของแสง และในการรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเราใช้สายอากาศรับเพื่อรับพลังงานผ่านสายส่งไปยังเครื่องรับ ซึ่งความแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างสายอากาศส่ง และสายอากาศรับในการใช้งานจริงนั้นคือ ค่ากำลังคลื่นที่สายอากาศส่งและสายอากาศรับนั้นแตกต่างกันมาก โดยที่สายอากาศส่งสามารถส่งกำลังคลื่นได้ถึงหลายร้อยกิโลวัตต์ ในขณะที่สายอากาศรับมีกำลังคลื่นเพียงไม่กี่มิลลิวัตต์ไหลวนอยู่

FDTD เป็นการวิเคราะห์คุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญของสายอากาศ [18] จะใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) มาช่วยแทนการวิเคราะห์ด้วยสมการแมกซ์เวลล์โดยตรง วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมาก เนื่องจากสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณและวิเคราะห์สายอากาศได้รวดเร็วและง่ายต่อความเข้าใจยิ่งขึ้น สำหรับระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่นำมาใช้ส่วนมาก ได้แก่

ระเบียบวิธีโมเมนต์ (Moment of Method : MoM) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยสมการเชิงอินทิกรัล (Integral Equation) และวิธีผลต่างสืบเนื่องจำกัดในโดเมนเวลา (Finite Difference -Time Domain : FDTD) [19] ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial Differential Equation) วิธีผลต่างสืบเนื่องจำกัดในโดเมนเวลา (FDTD) ถูกนำเสนอโดย เคเอส ยี (K. S. Yee) ในปี ค.ศ. 1966 [20] ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ง่ายและสะดวกในการแก้ปัญหาสมการเชิงอนุพันธ์ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาจนถึงปัจจุบันโดยยีได้เสนอแนวคิดสำหรับการแก้ปัญหาของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กพร้อมกันด้วยสมการแมกซ์เวลล์ (Maxwell's Equation) ขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ในโดเมนเวลา (Time domain) และโดเมนสเปซ (Space domain) โดยได้ทำการกำหนดส่วนประกอบสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเป็นจำนวนหกส่วนให้อยู่บนเซลล์สี่เหลี่ยมลูกบาศก์หนึ่งเซลล์ ซึ่งการปรับปรุงส่วนประกอบของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าต่าง ๆ นี้จะใช้แบบแผนลีพฟรอก (Leap-Frog) โดยจะทำการปรับปรุงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กสลับกันในโดเมนเวลา ด้วยวิธีการ FDTD ทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรมของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ทั้งโดเมนของเวลาและโดเมนของสเปซ กล่าวคือ เมื่อสังเกตพฤติกรรม ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ ของโครงสร้างจะสามารถเลือกสังเกตพฤติกรรมสนามที่เวลาใดก็ได้ ในทางกลับกันถ้าสังเกตพฤติกรรม ณ เวลาหนึ่ง ๆ จะสามารถสังเกตพฤติกรรมของสนามที่ตำแหน่งต่าง ๆ ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY