

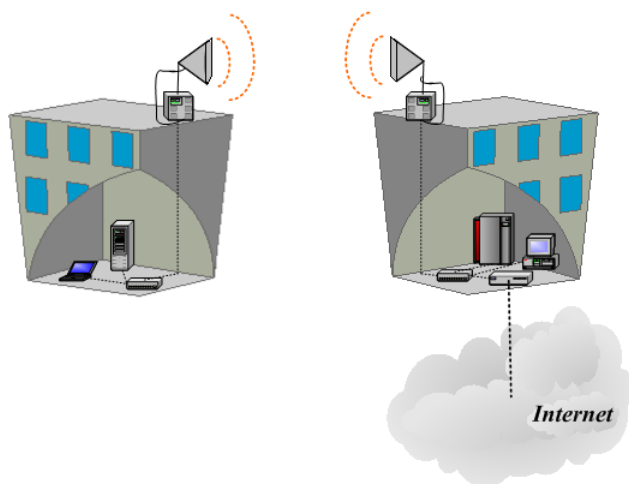
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

นับตั้งแต่อดีต ความต้องการการติดต่อสื่อสารของมนุษย์นั้นมีการพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ นับตั้งแต่การใช้โทรศัพท์โดยใช้วิธีการเชื่อมโยงสายเคเบิลระหว่างหมู่บ้านหรือชุมชน ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการลงทุนมาก อีกทั้งปัญหาและอุปสรรคในการสร้างข่ายสายก็มีมาก ดังนั้นจึงได้คิดค้นการสื่อสารแบบไร้สายขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารให้มากขึ้น โดยเฉพาะการส่งข้อมูลข่าวสาร ภาพและเสียงในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องคิดค้นสายอากาศเพื่อให้สามารถรองรับกับความต้องการเหล่านี้ได้ และความต้องการการสื่อสารในแต่ละพื้นที่หรือสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน เช่น อุโมงค์ ชุมชน สถานีรถไฟ เป็นต้น ในลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกันเช่นนี้ ย่อมต้องการสายอากาศที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

ในวิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึง การเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนที่จะขาดเสียมิได้ในระบบการสื่อสารแบบไร้สาย โดยทั่วไป การเพิ่มประสิทธิภาพของสายอากาศจะต้องคำนึงถึงระบบที่จะนำสายอากาศนั้นไปใช้งานเป็นสำคัญ เนื่องจากระบบที่ต่างกันจะมีความต้องการคุณลักษณะของสายอากาศที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งสายอากาศที่น่าเสนอนี้จะมีการแพร่กระจายคลื่นแบบทิศทางเดียว ซึ่งมักจะถูกใช้เป็นสายอากาศของสถานีฐานสำหรับพื้นที่ ที่มีลักษณะเป็นทางตรง เช่น อุโมงค์ทางเดิน และสามารถนำไปใช้ในระบบการสื่อสารแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point Communication) แสดงดังรูปที่ 1.1



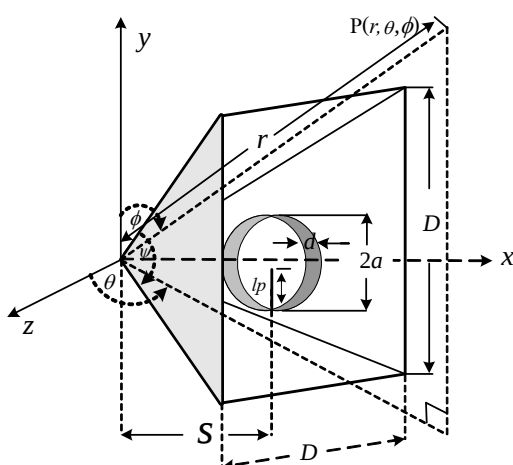
รูปที่ 1.1 ระบบการสื่อสารแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point Communication)

ลักษณะของสายอากาศที่มีการแพร่กระจายคลื่นแบบทิศทางเดียว สามารถสังเคราะห์ได้จากสายอากาศหลายชนิดเช่น สายอากาศไมโครสตริป ที่ทำงานในโหมดพื้นฐาน (Fundamental Mode Microstrip Antenna) [1] สายอากาศปากแตร (Horn Antenna) [2] สายอากาศแบบสะท้อนคลื่น (Reflector Antenna) [3] ฯลฯ รวมทั้งสายอากาศที่นำเสนอ ซึ่งสายอากาศแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้

สายอากาศแบบสะท้อนคลื่นมักถูกเลือกใช้เพราะมีคุณลักษณะที่น่าสนใจกล่าวคือ มีอัตราขยายที่สูง และ โครงสร้างที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน ตัวสะท้อนคลื่นที่ใช้จะมีหลายแบบ เช่น ตัวสะท้อนคลื่นแบบระนาบตัวนำ ตัวสะท้อนคลื่นแบบมุม ฯลฯ ตัวสะท้อนคลื่นแบบมุมนั้น จะมีทั้งมุม 90 60 45 และ 30 องศา ส่วนใหญ่จะใช้มุมของตัวสะท้อนเท่ากับ 90 องศา เนื่องจากขนาดของตัวสะท้อนจะเล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมุมอื่นๆ ซึ่งโครงสร้างโดยทั่วไปของสายอากาศสะท้อนคลื่นแบบมุมนั้น ประกอบไปด้วยตัวสะท้อนคลื่นแบบมุม กับ สายอากาศที่นำมาเป็นตัวป้อนสัญญาณ ซึ่งสายอากาศสะท้อนคลื่นแบบมุมส่วนใหญ่นิยมใช้สายอากาศไดโพลเป็นตัวป้อนสัญญาณ ซึ่งหากต้องการเพิ่มสมรรถนะของสายอากาศแบบมุม วิธีการคือทำการเปลี่ยนตัวป้อนสัญญาณ และหาขนาดของตัวสะท้อนที่เหมาะสม

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกในการสื่อสารแบบจุดต่อจุดคือระยะทางสูงสุดระหว่างจุดส่งสัญญาณกับจุดรับสัญญาณที่สามารถติดต่อกันได้ ซึ่งตัวแปรที่สำคัญคือค่าสภาพเจาะงทศทางของสายอากาศ หากมีค่ามากจะทำให้ระยะทางในการสื่อสารเพิ่มขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยวงแหวนวงกลมล้อมรอบโพรบ จากโครงสร้างดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลม แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 โครงสร้างของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณ โดยวงแหวนวงกลมล้อมรอบโพรบ

ในวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอสายอากาศชนิดใหม่ที่มีค่าสภาพเจาะจงทิศทางสูง เพื่อเพิ่มระยะทางในการสื่อสาร ในกรณีที่กำลังงานในการรับส่งเท่าเดิม หรือลดกำลังงานที่ใช้ในการรับส่งลง ในกรณีที่ระยะทางเท่าเดิม ซึ่งสายอากาศชนิดนี้เกิดจากการนำสายอากาศวงแหวนวงกลมมาประกอบรวมกับตัวสะท้อนแบบพีระมิด แสดงดังรูปที่ 1.2 ข้อดีของสายอากาศชนิดนี้คือ โครงสร้างของสายอากาศมีลักษณะไม่ซับซ้อน สร้างง่าย มีราคาถูก และมีค่าสภาพเจาะจงทิศทางสูงกว่าสายอากาศแบบสะท้อนคลื่นที่ป้อนสัญญาณโดยสายอากาศไดโพล และยังเป็นงานวิจัยที่ยังไม่มีผู้นำเสนอมาก่อน

หลังจากที่ได้ออกแบบสายอากาศแล้ว ย่อมต้องมีการตรวจสอบคุณลักษณะของสายอากาศที่ได้ออกแบบ ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะที่ระบุไว้ในตอนแรกหรือไม่ การดำเนินการดังกล่าวนี้สามารถทำได้ในสองลักษณะ

1. การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์
2. การวัดและทดสอบจริงในย่านทดสอบ

โดยทั่วไปแล้วสมควรดำเนินการทั้งข้อ 1 และข้อ 2 แน่แน่นอนว่าวิธีการตามข้อ 2 จะต้องสิ้นเปลืองมากกว่า แต่ก็สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะขณะปฏิบัติงานได้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด อย่างไรก็ตามการทดสอบโดยจำลองสภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานจริงสามารถส่งผลในทางทำลายต่อตัวสายอากาศได้ในกรณีที่ดำเนินการตามกรรมวิธีในข้อ 2 ดังนั้นการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นทางออกที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานะที่สามารถจัดหาเครื่องคำนวณสมรรถนะสูงได้ การศึกษาโดยวิธีจำลองสถานการณ์จะยังประโยชน์มหาศาล เนื่องจากสามารถสมมติสถานการณ์ที่อาจเป็นไปได้โดยมีต้องกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพื่อสร้างสถานการณ์ขึ้นจริง ๆ ในทางปฏิบัติ หลังจากการออกแบบแล้วก็จะวิเคราะห์และศึกษาปัญหาโดยการจำลองสถานการณ์ หลังจากนั้นจึงสร้างและทดสอบจริงในย่านทดสอบโดยให้เกิดผลเสียหายต่อสายอากาศที่สร้างขึ้นน้อยที่สุด และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด

การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์มีวิธีการเฉพาะต่างๆ อยู่มากมาย สำหรับสายอากาศที่ใช้งานในย่านความถี่ต่ำหรือสายอากาศที่มีขนาดทางไฟฟ้าเล็กนั้นมักวิเคราะห์โดยอาศัยระเบียบวิธีโมเมนต์ นอกจากนี้ก็มีการใช้ระเบียบวิธีองค์ประกอบจำกัด (FEM: Finite Element Method) ระเบียบวิธีผลต่างจำกัดเชิงเวลา (FDTD: Finite Difference Time Domain) ในปัญหาบางกรณีเช่นกัน

ดังนั้นระเบียบวิธีสำหรับการวิเคราะห์สายอากาศที่ปฏิบัติงานในย่านความถี่สูง หรือสายอากาศที่มีขนาดทางไฟฟ้าใหญ่ และการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีที่นิยมใช้ได้แก่ ระเบียบวิธีที่อิงกับทัศนศาสตร์เรขาคณิตร่วมกับทฤษฎีเลี้ยวเบนเชิงเรขาคณิต และทัศนศาสตร์กายภาพร่วมกับทฤษฎีการเลี้ยวเบนเชิงกายภาพ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการวิเคราะห์ ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินสมรรถนะของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการสื่อสารไร้สายที่ความถี่ 2.45 GHz ในระบบที่ต้องการการแพร่กระจายคลื่นแบบทิศทางเดียว สายอากาศที่ต้องการจะต้องมีค่าสภาพเจาะจงทิศทางสูง และมีขนาดที่กะทัดรัด ซึ่งการประเมินสมรรถนะของสายอากาศจะพิจารณาจากผลการทดสอบค่าระยะบริการว่าได้มากน้อยเพียงใด ในส่วนของการวิเคราะห์จะใช้วิธีฟังก์ชันกรีนไดโอดิกร่วมกับทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอที่มีความถูกต้องสูง เพื่อนำไปหาค่าขนาดของวงแหวนและตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่เหมาะสม

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

สายอากาศที่นำเสนอทำได้โดยการนำสายอากาศวงแหวนวงกลมวางใกล้ตัวสะท้อนแบบพีระมิด ทฤษฎีที่ถูกใช้ในวิทยานิพนธ์นี้จึงประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ

สายอากาศวงแหวนวงกลมเป็นสายอากาศชนิดสองทิศทาง [4] โดยโครงสร้างของสายอากาศชนิดนี้มีลักษณะไม่ซับซ้อนและมีขนาดกะทัดรัด แต่เนื่องจากสมมติฐานของการกระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณช่องเปิดของวงแหวนเพื่อนำไปหาสนามระยะไกลนั้นยังไม่ละเอียด เช่น จะพิจารณาเพียงแหล่งกำเนิดความหนาแน่นของกระแสแม่เหล็กสมมูลที่เกิดจากสนามไฟฟ้าในโหนดพื้นฐาน ดังนั้นเมื่อความหนาของวงแหวนมีค่าน้อย ๆ จะไม่สามารถคำนวณได้ เนื่องจากบริเวณใกล้ ๆ โพรบจะเกิดโหนดคลื่นหลายโหนด วิธีการวิเคราะห์สายอากาศสองทิศทางที่ใช้วงแหวนวงกลม โดยใช้วิธีฟังก์ชันกรีนชนิดไดโอดิกร [5] ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ให้ความแม่นยำ จะนำมาใช้เพื่อคำนวณหาแหล่งกำเนิดความหนาแน่นของกระแสแม่เหล็กสมมูลและกระแสไฟฟ้าสมมูลที่เกิดจากสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กในโหนดรวมตามลำดับ และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาสนามไฟฟ้าระยะไกล โดยในการวิเคราะห์นี้ จะทำให้ทราบความหนาของวงแหวนเพื่อให้ได้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางสูงสุด

ในการคำนวณการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดจะใช้ตัวประกอบแถวลำดับ ซึ่งมีข้อจำกัดคือขนาดของตัวสะท้อนต้องมีขนาดอนันต์ ซึ่งในทางปฏิบัติตัวสะท้อนจะมีขนาดที่จำกัด เนื่องจากขนาดที่จำกัดนี้ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นที่บริเวณด้านข้างและด้านหลัง สามารถคำนวณผลที่เกิดจากการเลี้ยวเบนนี้โดยทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอ [6] ซึ่งผลจากการวิเคราะห์สายอากาศวงแหวนวงกลมวางใกล้ตัวสะท้อนแบบพีระมิดโดยทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอนี้ จะทำให้ทราบถึงขนาดของตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่เหมาะสมกับความต้องการ

จากนั้นเพื่อความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นจึงได้จำลองแบบสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมในโปรแกรม Numerical Electromagnetic Code (NEC) ซึ่งจะได้ผลแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นที่แม่นยำและออกแบบโครงสร้างได้ตรงตามลักษณะความต้องการใช้งาน เพื่อนำผลที่ได้จากโปรแกรมมาเปรียบเทียบกับผลจากการคำนวณและการทดลอง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้จะทำการประเมินสมรรถนะของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลม ในมาตรฐานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย IEEE 802.11 b/g ที่ความถี่ 2.45 GHz โดยทำการหาระยะทางสูงสุดที่เครื่องรับสามารถติดต่อกับเครื่องส่ง ซึ่งถูกเรียกว่าระยะบริการสูงสุด โดยใช้สายอากาศที่ออกแบบทำหน้าที่เป็นตัวส่งและรับ

สายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมที่ออกแบบจะกำหนดให้มุมของตัวสะท้อนแบบพีระมิดเท่ากับ 90 องศา

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

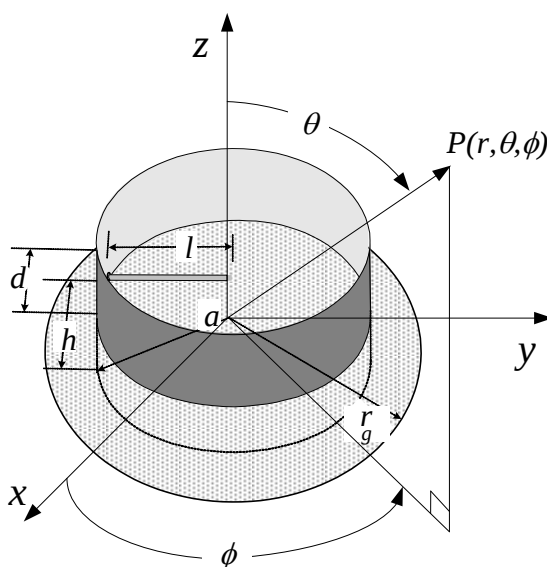
เนื่องจากสายอากาศที่นำเสนอเกิดจากการนำสายอากาศวงแหวนวงกลมวางใกล้ตัวสะท้อนแบบพีระมิด วิทยานิพนธ์นี้จึงเริ่มจากวิเคราะห์คุณลักษณะการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศวงแหวนวงกลม การพิสูจน์หาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้วิธีฟังก์ชันกรีนชนิดไดแอติก โดยเริ่มจากการหาสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณช่องเปิดของวงแหวนซึ่งจะรวมผลของโพรบร่วมด้วย จากนั้นจะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปความหนาแน่นของกระแสแม่เหล็กสมมูลและกระแสไฟฟ้าสมมูลเพื่อนำไปหาสนามระยะไกล โดยจะทำการเลือกขนาดของรัศมีและความหนาของวงแหวนอย่างเหมาะสมเพื่อให้มีคุณลักษณะการแพร่กระจายคลื่นที่ดีที่สุด นำค่าที่เลือกไปทำการสร้างและทดสอบ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเพื่อยืนยันผลกับทางทฤษฎี

ขั้นตอนต่อไปคือการคำนวณหาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมล้อมรอบโพรบ การพิสูจน์หาสมการสนามไฟฟ้าระยะไกลจะใช้ทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอ ขนาดความสูงและความกว้างของตัวสะท้อนแบบพีระมิด และระยะห่างระหว่างสายอากาศวงแหวนวงกลมกับตัวสะท้อนแบบพีระมิด จะถูกเลือกอย่างเหมาะสมเพื่อให้มีคุณลักษณะการแพร่กระจายคลื่นที่ดีที่สุด แล้วจึงทำการสร้างและทดสอบสายอากาศ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเพื่อยืนยันผลกับทางทฤษฎี ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการประเมินสมรรถนะของสายอากาศ โดยหาระยะบริการสูงสุด

1.6 งานวิจัยที่มีมาก่อน

1.6.1 สายอากาศวงแหวนวงกลมเหนือระนาบสะท้อน [12]

สายอากาศวงแหวนวงกลมเหนือระนาบสะท้อนมีโครงสร้างดังรูปที่ 1.3 ซึ่งประกอบด้วย โพรบป้อนสัญญาณมีความยาวเท่ากับ l ถูกล้อมรอบด้วยโลหะรูปวงแหวนวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ a และหนาเท่ากับ d โดยสายอากาศวางอยู่เหนือระนาบสะท้อนวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ r_g และมีระยะห่างเท่ากับ h



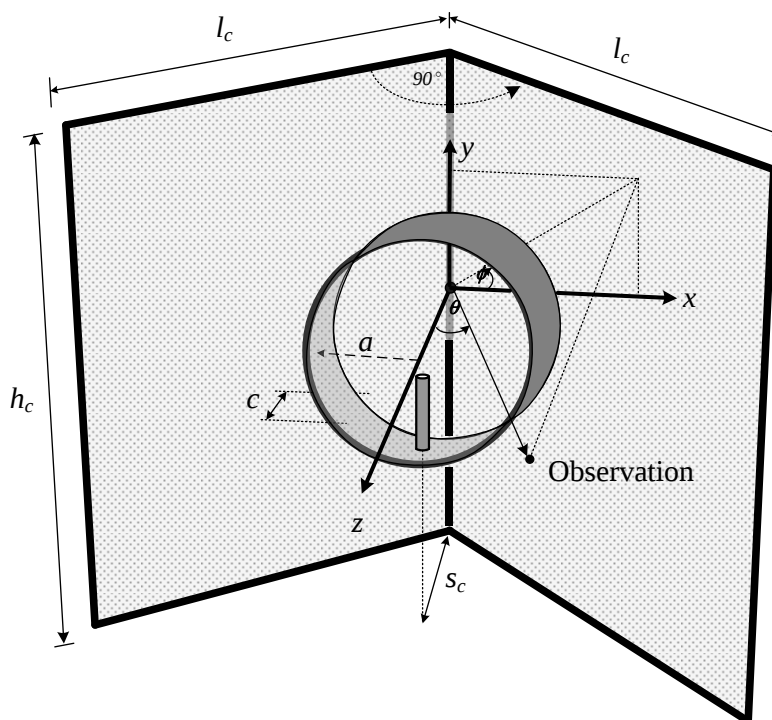
รูปที่ 1.3 โครงสร้างสายอากาศวงแหวนวงกลมเหนือระนาบสะท้อน

จากโครงสร้างสายอากาศพบว่าแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศจะเป็นลักษณะชี้ทิศทาง และจะทำให้ได้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางที่สูง ที่ระยะห่างของสายอากาศวงแหวนวงกลมที่วางเหนือระนาบแผ่นสะท้อนที่เหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้ได้วางระยะห่างที่เหมาะสมเท่ากับ 0.286λ ซึ่งพบว่าได้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางสูงสุดเท่ากับ 9.94 dBi

1.6.2 สายอากาศตัวสะท้อนแบบมุมที่ป้อนสัญญาณโดยวงแหวนวงกลมล้อมรอบโพรบ [13]

สายอากาศตัวสะท้อนแบบมุมที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลมเป็นสายอากาศแบบทิศทางเดียวโดยใช้สายอากาศวงแหวนวงกลมวางใกล้ตัวสะท้อนแบบมุม แสดงในรูปที่ 1.4 โดยโครงสร้างของสายอากาศวงแหวนวงกลม มีลักษณะเป็นส่วนหนึ่งของท่อนำคลื่นวงกลมปลายเปิดทั้งสองด้านประกอบด้วยโพรบไฟฟ้าเชิงเส้นสำหรับกระตุ้นมีความยาว l_p วางตาม

แนวแกน y ยื่นเข้าไปด้านในวงแหวนวงกลมที่มีรัศมี a และ ความหนา c โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของสายอากาศวงแหวนวงกลมที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ โพรบกระตุ้นยาวเท่ากับ 0.25λ ขนาดรัศมีวงแหวนเท่ากับ 0.3019λ และความหนาเท่ากับ 0.18λ สำหรับตัวสะท้อนแบบมุมจะมีระยะห่างระหว่างจากจุดยอดมุมกับตัวป้อนสัญญาณ s_c ขนาดความสูงและความกว้างเท่ากับ h_c และ l_c ตามลำดับ

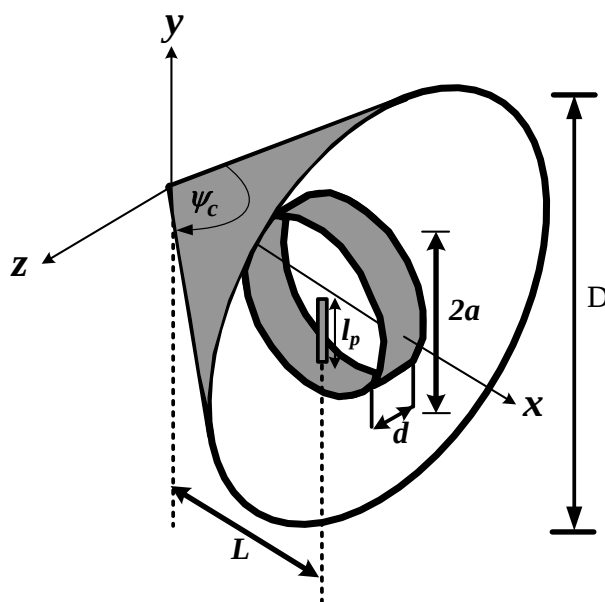


รูปที่ 1.4 โครงสร้างของสายอากาศตัวสะท้อนแบบมุมที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลม

ระยะห่างระหว่างวงแหวนวงกลมกับตัวสะท้อนมีค่า $s_c = 0.4\lambda$ ถึง $s_c = 0.7\lambda$ โดยความสูงของตัวสะท้อน $h_c = 1\lambda$ และ ความกว้างของตัวสะท้อนเท่ากับ $l_c = 2\lambda$ พบว่าการแพร่กระจายคลื่นเป็นแบบทิศทางเดียวทั้งในระนาบสนามไฟฟ้าและระนาบสนามแม่เหล็ก ยกเว้นในระนาบสนามไฟฟ้าที่ $s_c = 0.5\lambda$ การแพร่กระจายคลื่นจะไม่เป็นแบบทิศทางเดียว เมื่อพิจารณาในระนาบสนามไฟฟ้าพบว่าที่ระยะ $s_c = 0.4\lambda$ ลำคลื่นจะมีขนาดที่แคบที่สุดและลำคลื่นด้านหลังมีขนาดต่ำ ยังพบอีกว่าเมื่อ s_c มีค่าเพิ่มขึ้นลำคลื่นจะมีกว้างขึ้นและลำคลื่นย่อยด้านข้างเกิดขึ้น ในส่วนของการพิจารณาแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็ก พบว่าที่ $s_c = 0.4\lambda$ ลำคลื่นจะมีขนาดที่แคบที่สุดและมีค่าสภาพเจาะจงทิศทางเท่ากับ 11.2 dBi

1.6.3 สายอากาศตัวสะท้อนแบบกรวยป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลม [14]

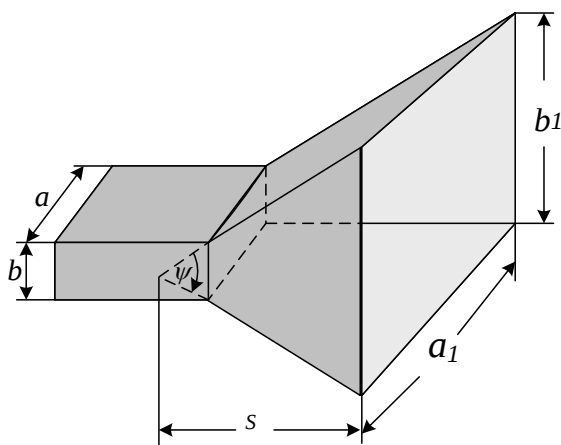
สำหรับสายอากาศวงแหวนวงกลม ใช้รัศมีของวงแหวนเท่ากับ 4.25 ซม. (0.347λ) ความหนาของวงแหวนเท่ากับ 3.55 ซม. (0.290λ) และความยาวของโพรบเท่ากับ 3.06 ซม. (0.25λ) ซึ่งพบว่าสายอากาศชนิดนี้จะให้ค่าสภาพเจาะจงทิศทางสายอากาศเท่ากับ 5.29 dBi ความกว้างของลำคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็กและระนาบสนามไฟฟ้าเท่ากับ 70° และ 76 องศา ตามลำดับและสายอากาศตัวสะท้อนแบบกรวยที่ออกแบบมีค่ามุมตัวสะท้อนเท่ากับ 90° ระยะห่างระหว่างวงแหวนวงกลมกับตัวสะท้อนแบบกรวยเท่ากับ 6.12 ซม. (0.5λ) 7.347 ซม. (0.6λ) 8.57 ซม. (0.7λ) ช่องเปิด (Aperture) ของตัวสะท้อนแบบกรวยเท่ากับ 24.5 ซม. (2λ) เนื่องจากจะให้ค่าความกว้างของลำคลื่นครึ่งกำลังที่แคบที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45° ในระนาบสนามไฟฟ้าและ 30° ในระนาบสนามแม่เหล็กตามลำดับสำหรับสายอากาศตัวสะท้อนแบบกรวยแสดงดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 สายอากาศตัวสะท้อนแบบกรวยป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลม

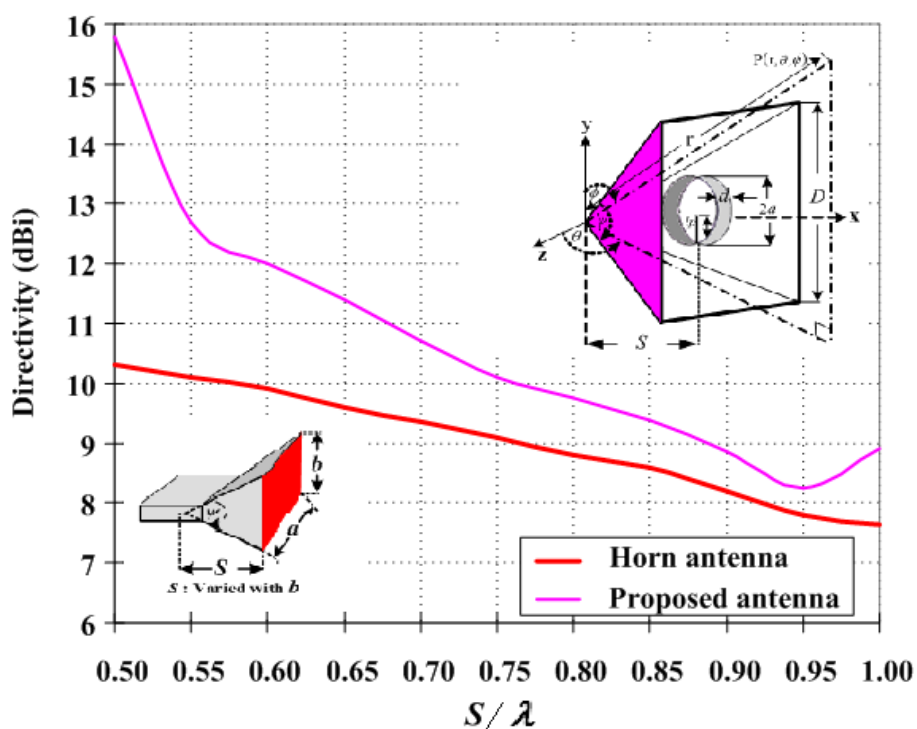
1.6.4 สายอากาศตัวสะท้อนคลื่นแบบปากแตร [10]

สายอากาศตัวสะท้อนคลื่นแบบปากแตรมีลักษณะของปากสายอากาศเท่ากับ a_1 และ b_1 ตามลำดับ โดยจุดยอดของตัวสายอากาศจะมีท่อนำคลื่นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายื่นออกมาจากตัวสายอากาศเพื่อป้อนสัญญาณให้กับตัวสายอากาศโดยมีขนาด a และ b ตามลำดับ มุม ψ จะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของ b_1 และ ระยะจากจุดยอดของพีระมิด ก็จะเปลี่ยนแปลงตาม b_1 ด้วย ดังนั้นจึงทำให้มีขนาดใหญ่กว่าสายอากาศตัวสะท้อนคลื่นแบบพีระมิด และมีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่า ซึ่งโครงสร้างของสายอากาศแสดงดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 สายอากาศตัวสะท้อนคลื่นแบบปากแตร

1.6.5 เปรียบเทียบค่าสภาพเจาะจงทิศทางระหว่างสายอากาศแบบพีระมิดกับสายอากาศแบบปากแตร



รูปที่ 1.7 ค่าสภาพเจาะจงทิศทางระหว่างสายอากาศแบบพีระมิดกับสายอากาศแบบปากแตร

จากกราฟที่ได้พอสรุปได้ว่า เมื่อปากของสายอากาศทั้งสองชนิดมีขนาดเท่ากันค่าสภาพเจาะจงทิศทางของสายอากาศแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมจะสูงกว่าสายอากาศแบบปากแตร อีกทั้งโครงสร้างของสายอากาศก็มีขนาดเล็กกว่า

1.7 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทดังนี้

- บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ตลอดจนปัญหาที่น่าสนใจของวิทยานิพนธ์รวมทั้งแนวความคิดที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์
- บทที่ 2 กล่าวถึง การออกแบบสายอากาศวงแหวนวงกลม คุณลักษณะของสายอากาศวงแหวนวงกลม ฟังก์ชันกรีนไดแอดิกและทฤษฎีการเลี้ยวเบน
- บทที่ 3 กล่าวถึงการวิเคราะห์ทางทฤษฎีสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมโดยทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอในระนาบสนามไฟฟ้าและการวิเคราะห์ทางทฤษฎีสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดป้อนสัญญาณด้วยวงแหวนวงกลมโดยทฤษฎีการเลี้ยวเบนสม่ำเสมอในระนาบสนามแม่เหล็ก
- บทที่ 4 กล่าวถึงการทดสอบและผลการทดสอบสายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลม
- บทที่ 5 กล่าวถึงการประเมินสมรรถนะของสายอากาศโดยค่าระยะบริการสูงสุดของระบบโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายโดยใช้สายอากาศตัวสะท้อนแบบพีระมิดที่ป้อนสัญญาณโดยโพรบภายในวงแหวนวงกลมเป็นสายอากาศของสถานีฐาน
- บทที่ 6 กล่าวถึง สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ