บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

สายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริปได้มีการศึกษาวิจัยกันมานานพอสมควร โดยเริ่มจากการออกแบบแผ่นสะท้อนด้วยเทคนิคการจัดเฟส เพื่อให้ได้การทำงานที่เสมือนกับผิวโค้งของสายอากาศตัวสะท้อนพาราโบลิกที่มีการป้อนสัญญาณเข้าที่ด้านหน้าตัวสะท้อน ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 โดยสมรรถนะของระบบสายอากาศจะขึ้นอยู่กับแบบรูปการแผ่กระจายกำลังงานของสายอากาศป้อนและแผ่นสะท้อนเป็นหลัก ซึ่งสายอากาศป้อนที่นิยมใช้งานทั่วไปคือ สายอากาศปากแตร และท่อนำคลื่น แต่สายอากาศดังกล่าวจะมีแบบรูปการแผ่พลังงานตกกระทบบนแถวลำดับสะท้อนไม่สม่ำเสมอ โดยกำลังงานตกกระทบจะลดลงอย่างรวดเร็วจากบริเวณศูนย์กลางตัวสะท้อนไปยังบริเวณขอบตัวสะท้อน ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยนี้คือการคิดค้นและพัฒนาวิธีการออกแบบตัวป้อนสำหรับสายอากาศแถวลำดับสะท้อนลำคลื่นกว้าง เพื่อให้แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวป้อนมีคลื่นตกกระทบตัวสะท้อนสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการสำรวจและศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระเบียบวิธีที่เคยถูกนำมาใช้ ผลการดำเนินการวิจัย ตลอดจนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆเพื่อที่จะนำไปสู่วัตถุประสงค์หลักที่ได้ตั้งไว้ โดยฐานข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้นงานวิจัยนั้นเป็นฐานข้อมูลที่มีชื่อเสียงและได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เช่น ฐานข้อมูล IEEE และฐานข้อมูล IEICE นอกจากนี้ยังได้ทำการสืบค้นงานวิจัยจากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ผลการสืบค้นที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป

2.2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 สายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริป

จากการสืบค้นปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริปในฐานข้อมูลที่มีชื่อเสียงดังได้กล่าวถึงข้างต้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สามารถสรุปได้โดยย่อดังนี้ Munson [1] เสนอการวิเคราะห์แถวลำดับสะท้อนเป็นกลุ่มแรกด้วยอะเพอร์เจอร์สี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้น Huang [2] จึงเสนอหลักการและทำการวิเคราะห์แถวลำดับสะท้อนด้วยอะเพอร์เจอร์วงกลม โดยเน้นศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสายอากาศ ต่อมา Pozar และ Targonki [3-5] เสนอการออกแบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนด้วยการปรับขนาดของแผ่นสะท้อน จากบทความที่กล่าวมาทั้งหมดจะเน้นศึกษาเฉพาะสายอากาศแถวลำดับสะท้อนที่มีโพลาไรซ์เชิงเส้น (Linear

Polarization) ดังนั้น D.C. Chang [6-7] จึงเสนอเทคนิคการปรับเฟสด้วยการปรับความยาวของสตับโดยใช้สตับสองตัววางตำแหน่งแตกต่างกัน 90° และบทความ [8-9] ใช้เทคนิคการปรับมุมการวางของแผ่นสะท้อน จึงทำให้สายอากาศมีโพลาไรซ์เชิงวงกลม (Circularly Polarization) ส่วน R.D. Javor และ K. Chang [10] เสนอวิธี Bonding Wire ตามความยาวสตับ และ T.N. Chang [11] เสนอหลักการปรับสตับโดยใช้ Proximity-Couple [11] และปรับเฟสด้วย QUAD-EMC [12] สำหรับบทความ [13-14] เสนอการออกแบบให้สายอากาศทำงานได้สองความถี่ (Dual Band) นอกจากนั้นยังสามารถออกแบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริปให้สามารถปรับมุมลำคลื่น และสามารถควบคุมลำคลื่นให้แบบรูปการแผ่กระจายพลังงานครอบคลุมพื้นที่รับบริการได้ตามลักษณะภูมิประเทศด้วย [15-16] นอกจากนั้นยังมีการเพิ่มความกว้างแถบด้วยการทำสายอากาศแถวลำดับสะท้อนแบบหลายเลเยอร์ (Layer) [17] โดยในงานวิจัยที่กล่าวมาจะออกแบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริปโดยใช้สายอากาศปากแตรเป็นตัวป้อน ทำให้คลื่นที่แผ่กระจายจากตัวสะท้อนถูกบดบังบางส่วน ดังนั้น J.A. Encinar and J.A. Zornoza [16] และ D. Pilz and W. Menzel [18] จึงลดการสูญเสียเนื่องจากการบดบังของตัวป้อนสัญญาณด้วยหลักการ Offset Feed และ Foldded ตามลำดับ

2.2.2 สายอากาศเส้นร่องแบบเรียว

สำหรับงานวิจัยนี้เน้นการคิดค้นและพัฒนาวิธีการออกแบบตัวป้อนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสายอากาศแถวลำดับสะท้อนไมโครสตริปลำคลื่นกว้าง [19] เพื่อใช้งานในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายที่มีพื้นที่ครอบคลุมห้องขนาดใหญ่ โดยเลือกสายอากาศเส้นร่องแบบเรียวเป็นตัวป้อนกำลังงาน ซึ่งสายอากาศเส้นร่องแบบเรียวเป็นสายอากาศไมโครสตริปอีกประเภทหนึ่งที่มีแถบความถี่กว้าง โดยสายอากาศร่องแบบเรียวมีหลายแบบ ได้แก่ เส้นโค้งแบบเอกโพแนนเชียล เส้นโค้งสัมผัส เส้นโค้งพาราโบลิก เส้นตรง เส้นตรงต่อเนื่อง เส้นโค้งแบบเอกโพแนนเชียลต่อเนื่อง ขั้นบันไดต่อเนื่อง และเส้นตรงไม่ต่อเนื่อง [23-24] นอกจากนั้นสายอากาศยังสามารถออกแบบและสร้างได้ง่ายบนแผ่น PCB และมีความง่ายสำหรับการปรับสมดุลของอิมพีแดนซ์ (Impedance matching) ในการป้อนกำลังงานด้วยเส้นไมโครสตริป (Microstrip line) [25] ดังนั้นสายอากาศร่องแบบเรียวจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านของวัสดุอุปกรณ์และราคา สำหรับใช้งานเป็นตัวป้อนในสายอากาศแถวลำดับสะท้อนลำคลื่นกว้าง โดยงานวิจัยแรกที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับสายอากาศร่องแบบเรียว คือ สายอากาศวิวอลดิบนซับสเตรตที่เป็นอะลูมิเนียม [26] โดยการออกแบบให้ช่องเปิดของปลายสายอากาศต้องมีขนาดใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น เนื่องจากสายอากาศร่องแบบเรียวมีคุณลักษณะเป็นแถบกว้าง ซึ่งสามารถทำให้ความกว้างแถบเพิ่มขึ้นได้อีกโดยการเพิ่มไดอิเลกตริคของซับสเตรต [27] การใช้บาลันเพื่อปรับสมดุลระหว่างจุดป้อนกำลังงานและสายอากาศ [28] ส่งผลให้มีอัตราการขยายที่ค่อนข้างต่ำ [29] จึง

ได้ทำการควบคุมการเลื่อนเฟสด้วย PiezoElectric Transducer (PET) ในระนาบสนามแม่เหล็ก นอกจากนี้ Elsherbini [30] ได้นำเสนอถึงวิธีในการเพิ่มอัตราขยาย ด้วยการลดความกว้างลำคลื่นในระนาบสนามแม่เหล็กให้แคบลง เพื่อให้เกิดความสมมาตรของแบบรูปการแผ่กระจายคลื่น โดยการเพิ่มแท่งโพลีสไตรีน (Polystyrene rod) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกมากมาย ที่ได้ศึกษาถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญของสายอากาศร่องแบบเรียว เช่น ศึกษาเปรียบเทียบซับสเตรตที่เหมาะสมสำหรับสายอากาศแอนติโพดอลวิวอลดิ (Antipodal Vivaldi antenna) [31] ระหว่าง RO3006 และ FR4 โดยได้พิจารณาผลของการสูญเสียย้อนกลับ (Return loss) แบบรูปการแผ่กระจายคลื่นระยะไกล (Far field pattern) การตอบสนองของเฟส (Phase response) กลุ่มถ่วง (Ground delay) และอัตราขยาย พบว่าซับสเตรตที่เป็น FR4 มีความเหมาะสม เนื่องจากให้ผลที่ดี และมีง่ายในการออกแบบ การศึกษาถึงรูปร่างที่แตกต่างกันของสายอากาศร่องแบบเรียวที่โค้งแบบเอกโพแนนเชียลคู่ (Dual Exponentially Tapered Slot Antenna: DETSA) [32] ผลคือ รูปร่างที่แตกต่างกันของร่องแบบเรียวก็จะมีผลต่อแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นทั้งในระนาบ E และระนาบ H

2.3 สรุป

เนื่องจากสมรรถนะของระบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนจะขึ้นอยู่กับแบบรูปการแผ่กระจายกำลังงานของสายอากาศป้อนและแผ่นสะท้อนเป็นหลัก ซึ่งสายอากาศป้อนที่นิยมใช้งานทั่วไปคือ สายอากาศปากแตร และท่อนำคลื่น แต่สายอากาศดังกล่าวจะมีแบบรูปการแผ่พลังงานตกกระทบบนแถวลำดับสะท้อนไม่สม่ำเสมอ โดยกำลังงานตกกระทบจะลดลงอย่างรวดเร็วจากบริเวณศูนย์กลางตัวสะท้อนไปยังบริเวณขอบตัวสะท้อน ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยนี้คือการคิดค้นและพัฒนาวิธีการออกแบบตัวป้อนสำหรับสายอากาศแถวลำดับสะท้อนลำคลื่นกว้าง เพื่อให้แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวป้อนมีคลื่นตกกระทบตัวสะท้อนสม่ำเสมอ จากการศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมพบว่า สายอากาศร่องแบบเรียวเป็นสายอากาศที่เหมาะสม เนื่องจาก ออกแบบง่ายและไม่บดบังลำคลื่น ซึ่งวิธีการออกแบบจะกล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป