

ตัวอย่าง
(ความสมบูรณ์ ๘๐ เปอร์เซ็นต์)
(ปรับปรุงเมื่อ ๒๖ ตุลาคม ๒๕๕๕)

บทที่ ๑

สายอากาศแบบระนาบ

ชิตวัน เขยสกุล* และ สุวรรณ จันทร์อินทร์**

* ต้นหนเรือหลวงจักรีนฤเบศร์ กองเรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ กองเรือยุทธการ

** ห้องปฏิบัติการสื่อสารไร้สาย ReCCIT สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

๑) อภิธานศัพท์

สายอากาศหรือเสาอากาศ (Antenna)

อุปกรณ์ที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อใช้ส่งข้อมูลผ่านอากาศ ในลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งที่มีข้อมูลไปยังแหล่งรับข้อมูล สายอากาศเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ สำหรับการสื่อสารแบบไร้สาย

หัวเชื่อมต่อ (Connector)

อุปกรณ์เชื่อมต่อสายอากาศกับสายนำสัญญาณ เมื่อแหล่งข้อมูลต้องการส่งข้อมูลโดยใช้สายอากาศ แหล่งข้อมูล จำเป็นต้องมีหัวเชื่อมต่อ เพื่อเชื่อมระบบแหล่งข้อมูลเข้ากับตัวสายอากาศ

สายอากาศแบบระนาบหรือแบบไมโครสตริป (Microstrip Antenna)

สายอากาศแบบไมโครสตริป คือสายอากาศที่สร้างขึ้นจากแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยวิธีการกัดกร่อนหรือการเจาะให้ทำงาน ในย่านความถี่ที่ต้องการเช่น แผ่นวงจรพิมพ์ที่วัสดุแข็งเป็นวัสดุฐานรองประกบกับด้วยทองแดง อาจมีทองแดงทั้งสองด้านหรือด้านเดียวก็ได้

ลักษณะการแพร่กระจายคลื่น (Radiation Pattern)

ลักษณะการแพร่กระจายคลื่นหรือรูปแบบการแพร่กระจายคลื่น คือคุณสมบัติการส่งต่อข้อมูลออกไปยังเป้าหมาย โดยทั่วไปแล้วมีการกระจายสองลักษณะใหญ่ๆคือ ตามแนวขวางและตามแนวยาว ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน

๒) บทคัดย่อ

จากการที่การสื่อสารไร้สายได้รับความนิยมอย่างมากทำให้มีความต้องการใช้งานความถี่เพิ่มมากขึ้นแต่เนื่องจากความถี่ในช่วงที่ใช้งานมีอยู่ไม่เพียงพอกับความถี่ที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องเพิ่มการใช้งานไปในย่านความถี่ที่สูงขึ้น ดังนั้นสายอากาศที่เคยใช้งานอยู่เดิมจะต้องปรับเปลี่ยนให้สามารถรองรับความถี่สูงขึ้นนั้นได้จึงต้องทำให้มีขนาดเล็กลง หรือไม่สามารถสร้างให้อยู่ในรูปแบบเดิมได้อีกต่อไปและจำเป็นต้องมีโครงระนาบมาค้ำโละหะที่ทำเป็นสายอากาศไว้ จึงเป็นที่มาของคำว่าสายอากาศแบบระนาบ ข้อดีของสายอากาศชนิดนี้คือราคาถูก น้ำหนักเบา และง่ายต่อการสร้าง ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อโครงสร้างแบบเดิมไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ ดังนั้น สายอากาศบระนาบแผ่นทองแดงจึงถูกใช้งานแทนที่สายอากาศแบบเดิมในย่านความถี่สูง โดยเนื้อหาในบทนี้จะเริ่มจากข้อมูลเบื้องต้นของเสาอากาศทั่วไป ชนิดของเสาอากาศแต่ละชนิด และสายอากาศแบบระนาบ โดยอธิบายถึง ประเภทของสายอากาศแบบระนาบ ส่วนประกอบของสายอากาศแบบระนาบ ตัวอย่างของสายอากาศแบบระนาบ และการใช้งานสายอากาศแบบระนาบ

Abstract

One of the most important part of wireless communication systems is the antenna. Antenna is needed in a number of wireless communication systems. Regularly, antenna is developed and modified to improve its efficiency in various ways upon specialists of each system, including microstrip antenna. Microstrip antennas have been extensively utilizing due to their low profile, low-cost, light-weight and ease of fabrication. This chapter is to summarize.....

๓) บทนำ

๓.๑ ความหมายของสายอากาศ

สายอากาศคือ อุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งที่มีข้อมูล ไปยังที่ๆต้องการข้อมูล โดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง หรือที่เรียกว่าการเชื่อมต่อแบบไร้สาย อาจกล่าวได้ว่าการเชื่อมต่อที่ไร้สายนั้นจำเป็นต้องมีสายอากาศไว้ใช้งานเสมอ

เดิมสายอากาศเรียกว่าเสาอากาศ เพราะลักษณะที่เป็นรูปเสา และการค้ำคั่นเคยโดยส่วนใหญ่กับรูปแบบของเสาอากาศที่วิ ดังนั้นสายอากาศ จึงอธิบายได้ว่าเป็นเสาอากาศที่มีขนาดเล็กจนไม่แสดงลักษณะเป็นเสาอีก ถูกสร้างอยู่บนระนาบโละหะเพื่อให้สามารถคงรูปไว้ใช้งานได้ และถูกเรียกว่า “สายอากาศ” ในที่สุด

๓.๒ ประวัติความเป็นมาของสายอากาศ

ไม่มีข้อมูลที่แน่ชัดว่าใครเป็นผู้คิดค้นขึ้น แต่หลังจากได้มีการค้นคิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นมาสายอากาศก็ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาตามไปด้วย เมื่อย้อนหลังไปที่การใช้รหัสมอร์สในครั้งแรกเมื่อ พ.ศ.๒๓๗๓ นั้นการส่งรหัสใช้งานกับสายนำสัญญาณและภายหลังที่ Heinrich Rudolf Hertz ได้ค้นพบหลักการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแล้ว รหัสมอร์สจึงถูกนำมาใช้กับเสาอากาศเป็นครั้งแรกเมื่อพ.ศ. ๒๔๓๓ จึงถือได้ว่าการกำเนิดของเสาอากาศคือปี พ.ศ. ๒๔๓๓ นั้นเอง และต่อมาก็มีบทบาทในเหตุการณ์สำคัญๆ เช่น เหตุการณ์เรือ ไททานิคจมในพ.ศ.๒๕๕๕ และในสงครามโลกครั้งที่๑ ช่วงปีพ.ศ. ๒๔๕๗ ถึงปีพ.ศ. ๒๕๖๑ จากนั้นเสาอากาศจึงถูกพัฒนาต่อมาอย่างแพร่หลาย ถือได้ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๗๓ นั้นเป็นช่วงเวลาที่มีการพัฒนาเสาอากาศให้ก้าวหน้าขึ้นอย่างชัดเจน

เนื่องจากมนุษย์ต้องการการใช้งานเสาอากาศที่อ่อนตัวกว่าเดิม ในขณะที่ความนิยมของเสาอากาศเกิดขึ้นเป็นอย่างมาก ในทุกๆอุปกรณ์การสื่อสารไร้สายจำเป็นต้องมีเสาอากาศที่เหมาะสมกับงานเฉพาะด้านนั้นๆ ประกอบกับภายหลังจากที่การใช้งานความถี่สูงขึ้น เสาอากาศก็ได้มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ จนไม่สามารถผลิตในลักษณะเสาได้อีกต่อไป เป็นที่มาของเสาอากาศแบบใหม่อีกหลายแบบและไม่ถูกเรียกว่าเสาอากาศอีกต่อไป เกิดเป็นคำใหม่ในการเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า “สายอากาศ”

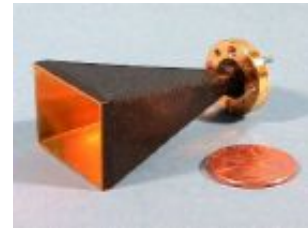
๓.๓ ประเภทของสายอากาศแบบต่างๆ

จากการพัฒนาเสาอากาศจึงเกิดสายอากาศขึ้นมากมายหลายประเภท สามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

๓.๓.๑ สายอากาศแบบเส้นลวด หรือเสาอากาศเดิมนั้นเอง รูปแบบจะมีหลายแบบแต่ส่วนใหญ่จะเป็น แบบเส้นตรง แบบวงกลม หรือแบบสปริง เป็นส่วนใหญ่มักพบเห็นบ่อยๆกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆเช่นเสาอากาศวิทยุ ตัวอย่างดังรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ ตัวอย่างของสายอากาศเส้นลวด



รูปที่ ๒ ตัวอย่างของสายอากาศโครงโลหะ (ภาพนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก.....(ตัวอย่าง).....)

๓.๓.๒ สายอากาศแบบโครงโลหะ ถูกใช้งานในวงแคบ เฉพาะด้านเท่านั้น ลักษณะเด่นคือสายอากาศแบบนี้บังคับทิศทางได้แน่นอน เพราะโครงโลหะจะหันปลายไปทางทิศที่ต้องการ โดยทั่วไปแล้วมักพบบออยู่สามแบบคือแบบ พีรามิต แบบกรวย และแบบเหลี่ยม ขนาดของสายอากาศชนิดนี้ยาวประมาณ ๑-๒ ฟุต ตัวอย่างของสายอากาศชนิดนี้ดังรูปที่ ๒



รูปที่ ๓ ตัวอย่างของสายอากาศแบบระนาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑ ฟุต (ภาพนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก....(ตัวอย่าง).....)

๓.๓.๓ สายอากาศแบบระนาบหรือเรียกอีกอย่างว่าสายอากาศแบบไมโครสตริปดังรูปที่ ๓ เป็นสายอากาศบนแผ่นคล้ำยแผ่นวงจรไฟฟ้าทั่วไป จะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

๓.๓.๔ สายอากาศแบบอาเรย์ เป็นการนำสายอากาศแบบเส้นลวดมาเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นทำให้รับสัญญาณได้ดีขึ้น แต่ข้อเสียคือทิศทางต้องตรงกันพอดี จึงถูกใช้งานกับอุปกรณ์ที่ไม่เคลื่อนที่ ตัวอย่างที่พบเห็นเป็นประจำคือ เสาอากาศโทรทัศน์ ซึ่งยาวประมาณ ๑-๒ เมตร



รูปที่ ๔ ตัวอย่างของสายอากาศแบบอาร์เรย์



รูปที่ ๕ ตัวอย่างของจานสายอากาศ
(ภาพนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก.....(ตัวอย่าง).....)



รูปที่ ๖ ตัวอย่างของสายอากาศแบบเลนส์
(ภาพนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก.....(ตัวอย่าง).....)

๓.๓.๕ จานสายอากาศ ใช้ร่วมกับดาวเทียมหรือการสื่อสารที่มีระยะทางไกลมาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่ข้อเสียคือ ทิศทางแคบมากที่สุดเช่นกัน จึงคลาดเคลื่อนไม่ได้เลย และสายอากาศชนิดนี้ยังมีขนาดใหญ่ที่สุดเช่นกัน

๓.๓.๖ สายอากาศอื่นๆ เนื่องจากการพัฒนาเพื่อการใช้งานเฉพาะด้านมากมายทำให้เกิดสายอากาศ

เฉพาะด้านและจัดกลุ่มไม่ได้มากมาย เช่นสายอากาศแบบเลนส์เพื่อใช้งานด้านแสงเป็นต้น มักมีขนาดไม่ใหญ่มาก ยาวไม่เกิน ๑ ฟุต

๔) สายอากาศแบบระนาบ

สายอากาศแบบระนาบได้เริ่มถูกใช้งานครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. ๒๕๑๓ แม้ว่าแนวความคิดครั้งแรกจะเกิดขึ้นโดย G.A. Deschamps ตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ.๒๔๙๖ และถูกจดสิทธิบัตรไปตั้งแต่ในปีพ.ศ.๒๔๙๘ สาเหตุที่ในช่วงแรกไม่มีการพัฒนาไปใช้งาน เนื่องจากสายอากาศชนิดนี้มีความประสิทธิภาพต่ำมาก แต่มีข้อดีตรงที่ขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะกับงานด้านความถี่สูง UHF ขึ้นไป

กล่าวได้ว่าสายอากาศชนิดนี้เป็นการพัฒนารูปแบบหนึ่งของสายอากาศเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ขนาดเล็กเช่น โทรศัพท์มือถือ ลักษณะอุปกรณ์จึงแบนคล้ายกับแผ่นทองแดงทั่วไป และเนื่องจากถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับความถี่ใดความถี่หนึ่งโดยเฉพาะ รูปร่างจึงอิงตามความเหมาะสมของความถี่ใช้งานเป็นหลัก และรูปร่างจะแตกต่างกันไปเนื่องจากสายอากาศชนิดนี้ออกแบบได้ง่ายที่สุด จึงมีนักวิจัยให้ความสนใจออกแบบเป็นอย่างมาก

๔.๑ ประเภทของสายอากาศแบบระนาบ

สายอากาศแบบระนาบมีหลายประเภท แต่แบ่งตามการใช้งานได้สามประเภทดังนี้

๔.๑.๑ สายอากาศแบบแพร่กระจายคลื่นตามแนวกว้าง เพื่อการสื่อสารตามแนวกว้างของแผ่นทองแดง สายอากาศแบบนี้จะมีทิศทางการส่งสัญญาณตั้งฉากกับแผ่นทองแดง ตัวอย่างดังรูปที่๗

๔.๑.๒ สายอากาศที่แพร่กระจายคลื่นตามแนวยาว เพื่อการสื่อสารในทิศทางตัดขวางของแผ่นทองแดง สายอากาศแบบนี้จะมีทิศทางการส่งสัญญาณตามแนวเดียวกับแผ่นทองแดง ตัวอย่างดังรูปที่ ๘

๔.๑.๓ สายอากาศอื่นๆ เป็นสายอากาศที่ออกแบบมาเฉพาะการใช้งานชนิดหนึ่งๆอาจมีมากกว่า สอง ทิศทางหรืออาจปรับเปลี่ยนทิศทางได้ตามความถี่ที่ใช้งาน

๔.๒ ส่วนประกอบของสายอากาศแบบระนาบ

แม้ว่าสายอากาศชนิดนี้จะมีรูปร่างที่แตกต่างกันไปหลายแบบ แต่ส่วนประกอบยังคงเหมือนกันคือ

๔.๒.๑ หัวเชื่อมต่อ คืออุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมระหว่างสายอากาศกับ อุปกรณ์ส่งข้อมูล โดยปกติแล้วจะใช้ตามมาตรฐาน SMA ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล แต่มาตรฐาน SMA นี้ก็สามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีกกว่าสิบชนิด เพื่อให้ตรงกับการใช้งานมากที่สุดถ้าใช้ผิดประเภทแล้วจะไม่สามารถต่อกันได้หรือถ้าได้ก็จะลดประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณลดลง

๔.๒.๒ แผ่นทองแดง เป็นฐานของทองแดงซึ่งทองแดงนี้คือเสาอากาศขนาดเล็กนั่นเอง เมื่อความถี่สูงขึ้นจึงมีขนาดเล็กลงจนไม่สามารถคงรูปเดิมได้ จึงต้องมีแผ่นทองแดงมายึด โครงสร้างของสายอากาศเอาไว้

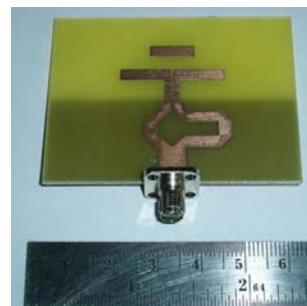
แผ่นทองแดงนี้มีหลายชนิดในประเทศไทย แล้วแผ่นทองแดงแบบ เอฟอาร์พี หรือแผ่นที่หนา ๑.๖ มิลลิเมตร มีใช้อย่างแพร่หลายที่สุดเพราะราคาถูกและสามารถหาได้ง่าย แบ่งย่อยได้เป็น ๒ ชนิดคือ แบบด้านเดียวและแบบสองด้านตามการใช้งาน สามารถหาได้ตามแหล่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป แต่แผ่นทองแดงแบบเอฟอาร์พี มีข้อเสีย คือการส่งสัญญาณที่ไม่ดีมากนัก

๔.๓ ตัวอย่างของสายอากาศ

โดยปกติแล้วเสาอากาศจะอิงตามความยาว $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ของความยาวคลื่น เมื่อเปลี่ยนรูปแบบมาเป็น



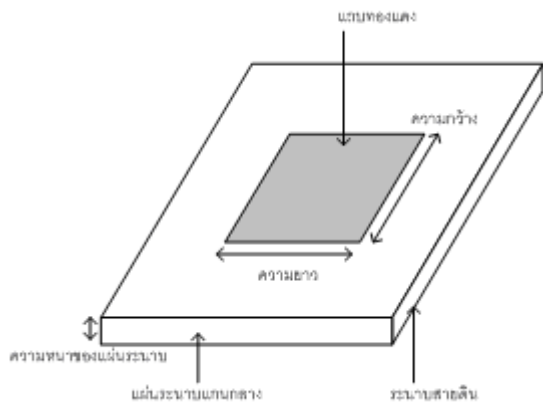
รูปที่ ๗ ตัวอย่างสายอากาศแบบระนาบที่แพร่กระจายคลื่นตามแนวกว้าง (ภาพนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก.....(ตัวอย่าง).....)



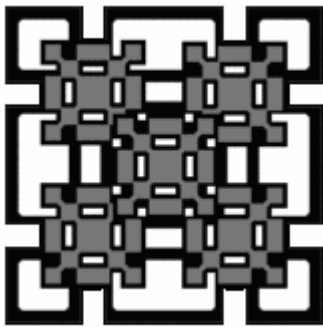
รูปที่ ๘ ตัวอย่างสายอากาศแบบระนาบที่แพร่กระจายคลื่นตามแนวยาว [๑]

สายอากาศแบบระนาบแล้วก็ยังคงใช้วิธีการเดิมอยู่ แต่จะต้องคำนึงถึงผลกระทบจากชนิดของแผ่นทองแดงด้วย ผลกระทบนี้เรียกว่าความยาวคลื่นสัมพันธ์ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นทองแดง ตัวอย่างสายอากาศแบบไมโครสตริปพื้นฐานแสดงได้ดังรูปที่ ๙

จากตัวอย่างในรูปที่ ๙ จะเห็นว่า สายอากาศแบบระนาบหรือไมโครสตริปพื้นฐาน เป็นรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย คือนำแผ่นทองแดงมาเจาะทองแดงรอบนอกออกให้เหลือทองแดงเป็นสี่เหลี่ยม กว้างยาวประมาณ $\frac{1}{2}$ ของความยาวคลื่นที่ต้องการ ก็สามารถนำไปใช้งานได้แล้ว แต่



รูปที่ ๙ ตัวอย่างแสดงองค์ประกอบของสายอากาศแบบระนาบ[๓]



รูปที่ ๑๐ ตัวอย่างสายอากาศจริงแบบซับซ้อนมากซึ่งมีต้นแบบมาจากโครงสร้างของไปไม้ [๒]

ความยาวคลื่นนี้ต้องคิดแบบความยาวคลื่นสัมพันธ์กับชนิดของแผ่นทองแดงด้วย สายอากาศแบบพื้นฐานนี้คือใช้งานได้กับช่องสัญญาณแคบมาก ประกอบกับมีขนาดใหญ่และประสิทธิภาพต่ำจึงมักถูกนำมาเพียงเพื่อเรียนรู้เบื้องต้นของสายอากาศแบบระนาบเท่านั้น แต่ไม่ถูกนำไปใช้งาน

รูปที่ ๑๐ แสดงตัวอย่างของสายอากาศแบบซับซ้อนมากซึ่งเป็นสายอากาศที่มีสองชั้น สีสว่างแทนชั้นบนของแผ่นทองแดง และสีเข้มแทนชั้นล่างของแผ่นทองแดง

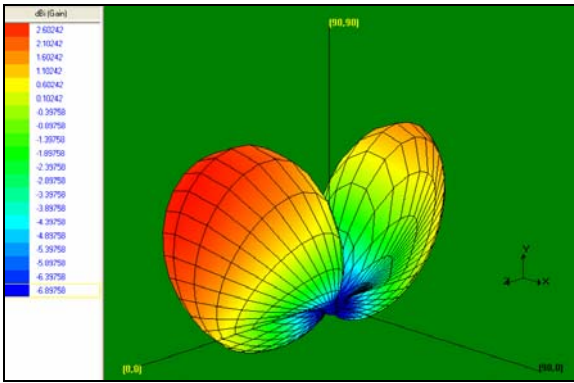
ตารางที่ ๑ ตารางแสดงย่านความถี่

ย่านความถี่	ช่วงความถี่วิทยุ
HF	๓ เมกะเฮิรตซ์ - ๓๐ เมกะเฮิรตซ์
VHF	๓๐ เมกะเฮิรตซ์ - ๓๐๐ เมกะเฮิรตซ์
UHF	๓๐๐ เมกะเฮิรตซ์ - ๑ กิกะเฮิรตซ์
L	๑ กิกะเฮิรตซ์ - ๒ กิกะเฮิรตซ์
S	๒ กิกะเฮิรตซ์ - ๔ กิกะเฮิรตซ์
C	๔ กิกะเฮิรตซ์ - ๘ กิกะเฮิรตซ์
X	๘ กิกะเฮิรตซ์ - ๑๒ กิกะเฮิรตซ์
KU	๑๒ กิกะเฮิรตซ์ - ๑๘ กิกะเฮิรตซ์
K	๑๘ กิกะเฮิรตซ์ - ๒๗ กิกะเฮิรตซ์
Ka	๒๗ กิกะเฮิรตซ์ - ๔๐ กิกะเฮิรตซ์
V	๔๐ กิกะเฮิรตซ์ - ๗๕ กิกะเฮิรตซ์
W	๗๕ กิกะเฮิรตซ์ - ๑๑๐ กิกะเฮิรตซ์
Mm	๑๑๐ กิกะเฮิรตซ์ - ๓๐๐ กิกะเฮิรตซ์

ตัวอย่างสายอากาศแบบระนาบ หรือแบบไมโครสตริป ในรูปแบบซับซ้อนมากในรูปที่ ๑๐ นั้น สายอากาศชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานได้กับหลายความถี่ขึ้นและยังมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย วัตถุประสงค์ของสายอากาศแบบนี้ก็เนื่องจากว่าสายอากาศเดิมสามารถใช้งานได้กับความถี่เดียว เมื่อต้องการสายอากาศที่รองรับหลายความถี่ก็ต้องออกแบบที่ซับซ้อนขึ้น โดยนำสายอากาศแบบพื้นฐานเดิม เอามาเรียงซ้อนกันเพื่อให้ได้ความสามารถเพิ่มขึ้น นั่นเอง

๕) การประยุกต์ใช้งาน

การสื่อสารไร้สายไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือ วิทยุบังคับ วิทยุสื่อสาร โทรทัศน์ ไปถึงการสื่อสารไกลมาก เช่นดาวเทียม ต้องการเสาอากาศในการติดต่อสื่อสารทั้งสิ้นโดยหลักการแล้วสายอากาศแบบระนาบสามารถใช้งานได้กับทุกย่านความถี่ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสายอากาศ แต่มักขึ้นอยู่กับปัจจัย ความสะดวกของชนิดสายอากาศ



รูปที่ ๑๑ รูปการแพร่กระจายคลื่นตามแนวยาวของสายอากาศแบบระนาบ ย่าน C (๕ กิกะเฮิรตซ์) [๑]

และประสิทธิภาพมากกว่า จากตารางที่ ๑ สายอากาศสามารถออกแบบมาให้ใช้งานกับทุกย่านความถี่

๕.๑ ย่านความถี่ทั่วไป

ในส่วนของสายอากาศแบบระนาบนั้นมักใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีความถี่ในระดับไมโครเวฟ คือย่าน L สูงขึ้นไป แต่มักไม่กินย่าน Ka เนื่องจากมีขนาดเล็กมากและเริ่มเข้าสู่ย่านด้านแสง ดังนั้นจึงมักจะเห็นการนำเอาสายอากาศมาใช้กับย่านความถี่ช่วง L S และ C เป็นประจำ ซึ่งเป็นย่านของโทรศัพท์มือถือ และการสื่อสารไร้สายเป็นต้น

๕.๒ วิธีการทำงานของสายอากาศแบบระนาบ

สายอากาศมีการทำงานเช่นเดียวกับเสาอากาศทั่วไป คือนำเอาสายอากาศมาเชื่อมเข้ากับแหล่งจ่ายข้อมูล ผ่านทาง หัวเชื่อมต่อ ก็สามารถใช้งานได้ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะไม่มีการปรับแต่งใดๆอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับสายอากาศที่มีทิศทางแคบมาก จะไม่มีการขยับเขยื้อนใดๆเลย หลังจากติดตั้งแล้ว

การใช้งานสายอากาศสื่อสารไร้สายไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ รถวิทยุบังคับ ICOM ไปถึงการสื่อสารไกลมากเช่นดาวเทียม ต้องการเสาอากาศในการติดต่อสื่อสารทั้งสิ้นในส่วนของสายอากาศนั้นมักใช้งานกับ อุปกรณ์ที่มีความถี่ในระดับไมโครเวฟ คือย่าน L สูงขึ้นไป แต่มักไม่

กินย่าน Ka เนื่องจากมีขนาดเล็กมากและเริ่มเข้าสู่ย่านด้านแสง เช่น หากต้องการออกแบบสายอากาศ ในย่าน C โดยเลือกใช้สายอากาศแบบชนิดแพร่กระจายคลื่นตามแนวยาว จะได้แบบรูปการแพร่กระจายคลื่น ดังแสดงในรูปที่ ๑๑

๖) จดหมายเหตุ

เหตุการณ์ที่สำคัญของสายอากาศถูกรวบรวมและแสดงในตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ ตารางจดหมายเหตุ

พ.ศ. (ค.ศ.)	เหตุการณ์สำคัญ
๒๓๗๓ (๑๘๓๐)	ร็ทสมอร์สถูกคิดค้นโดย.....
๒๔๓๓ (๑๘๙๐)	Heinrich Rudolf Hertz ค้นพบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและ ร็ทสมอร์สถูกใช้กับเสาอากาศเป็นครั้งแรก ถือเป็นก้าวแรกครั้งแรกของเสาอากาศ
๒๔๕๕ (๑๙๑๒)	เหตุการณ์เรือโททานิคจม ซึ่งมีการใช้เสาอากาศแบบ.....ส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ
๒๔๕๗ (๑๙๑๔)	สงครามโลกครั้งที่ ๑ เริ่มต้นทำให้ทั่วโลกเห็นความสำคัญของการสื่อสารแบบไร้สาย
๒๔๘๓ (๑๙๔๐)	เริ่มช่วงเวลาในการพัฒนาการของเสาอากาศอย่างมาก เริ่มมีการคิดค้นสายอากาศขึ้นอีกมากมายหลายชนิด เช่น.....
๒๔๙๖ (๑๙๕๓)	G.A. Deschamps ค้นพบสายอากาศแบบระนาบเป็นครั้งแรก
๒๔๙๘ (๑๙๕๕)	H. Gutton และ G.Baissinot จดสิทธิบัตรเป็นครั้งแรกที่ฝรั่งเศสเรื่อง"Flat Aerial for Ultra High Frequencies"
๒๕๑๓ (๑๙๗๐)	หมายเลขของสิทธิบัตร ๗๐๓ ๑๑๓ สายอากาศแบบระนาบถูกใช้งานจริงเป็นครั้งแรก ณ เมื่อ.....

-
-
-
ปัจจุบัน

๓) บรรณานุกรม

[๑] ชิตวัน เขยสกุล ศราวุธ ชัยมูล และ รองศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ ประยุทธ์ อัครเอกผาลิน. **A new quasi-yagi antenna with a log-periodic dipole array director.** การสัมมนา ECTI จังหวัดอุบลราชธานี หน้า ๗๕๓-๗๕๖ ๒๕๔๙.

[๒] C. A. Balanis **Antenna Theory** 3rd Edition. John Wiley and Sons: New jersey 2006.

[๓] Georg Splitt **Microstrip Antenna Design Using Mstrip40** 2006.

[๔] Jeffrey H Reed. **An Introduction to Ultra Wideband Communication System** First Edition. PRENTICE HALL: Donnelley in Crawfordsville. 2005.