บรรณาธิการปริทัศน์/Editorial Corner

ความต้องการระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย

Need of Antenna Characteristic Measurement Systems for Thailand's Telecommunication Industry

ดนัย ต.รุ่งเรือง* กิตติศักดิ์ แพบัว และ ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา
ศูนย์วิจัยไฟฟ้าและระบบควบคุมอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Danai Torrungrueng*, Kittisak Phaebua and Titipong Lertwiriyaprapa
Industrial Electric and Control System Research Center, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: danai.t@fte.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.10.002
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

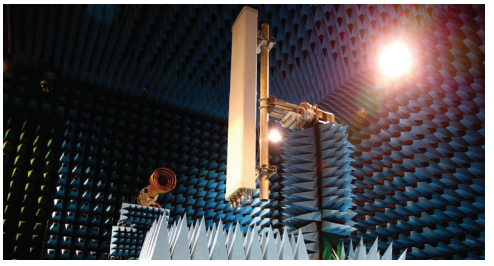
ในปัจจุบัน ระบบการสื่อสารไร้สายในประเทศไทย เช่น ระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ การสื่อสารผ่านดาวเทียมและระบบการสื่อสารไมโครเวฟ เป็นต้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของสังคมไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือหรือระบบไร้สายรุ่นที่ 5 (5G) ที่กำลังจะใช้งานจริงในอนาคตอันใกล้นี้

ในระบบการสื่อสารไร้สายนั้น สายอากาศ (Antenna) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเพื่อการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ จากการรายงานในหัวข้อการขยายโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ย่านความถี่ 2.1 กิกะเฮิรตซ์ นับตั้งแต่เปิดให้บริการจนถึง ณ สิ้นเดือนกันยายนปี พ.ศ. 2558 มีโครงข่ายที่เปิดให้บริการรวม 40,966 สถานีฐาน [1] ซึ่งทุกๆ สถานีฐานจะประกอบไปด้วยสายอากาศแถวลำดับ (Array Antenna) ที่มีขนาดใหญ่สำหรับสถานีฐานในระบบโทรศัพท์มือถือจำนวนอย่างน้อย 1–3 ตัวขึ้นไปต่อสถานีฐาน ดังนั้นจึงมีความต้องการสายอากาศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือในอนาคต สำหรับระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมและระบบการสื่อสารไมโครเวฟส่วนใหญ่แล้วจะใช้สายอากาศตัวสะท้อน (Reflector Antenna) ดังรูปที่ 1 เนื่องจากความต้องการที่จะรับสัญญาณจากดาวเทียมที่อยู่ไกลจากผิวโลกถึง 36,000 กิโลเมตร ซึ่งมีระดับความแรงน้อยมากๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้สายอากาศที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีอัตราการขยายสูง เช่น สายอากาศตัวสะท้อน สายอากาศเลนส์ เป็นต้น

สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทยนั้น สายอากาศส่วนใหญ่จะถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศโดยทั่วไป ก่อนการติดตั้งสายอากาศในระบบการสื่อสารไร้สายจะไม่มีการตรวจสอบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศ (Radiation Pattern) และอัตราขยายของสายอากาศ (Antenna Gain) เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีห้องทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศที่สามารถรองรับสายอากาศขนาดใหญ่ได้ ซึ่งส่งผลต่อการควบคุมคุณภาพของการสื่อสารเป็นอย่างมากเนื่องจากแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศมีผลต่อทิศทางการสื่อสารรวมถึงพื้นที่

การอ้างอิงบทความ: ดนัย ต.รุ่งเรือง กิตติศักดิ์ แพบัว และ ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา, "ความต้องการระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 1, หน้า 1–3, ม.ค.–มี.ค. 2563.

รูปที่ 1 สายอากาศตัวสะท้อนในย่าน C-band สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียม [2]



รูปที่ 2 ระบบการวัดทดสอบสายอากาศโดยการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้ สำหรับสายอากาศแถวลำดับ (Array Antenna) ของสถานีฐานในระบบโทรศัพท์มือถือ [3]

ครอบคลุมการสื่อสาร นอกจากนี้การศึกษาวิจัยและออกแบบสายอากาศด้านอุตสาหกรรมโทรคมนาคมภายในประเทศมีความต้องการระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศ (Antenna Characteristic Measurement System) เป็นอย่างมากเพื่อยืนยันความถูกต้องในการออกแบบสายอากาศ

โดยทั่วไปแล้ว การวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศนั้นสามารถทำได้โดยการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกสร้างจากสายอากาศด้วยโพรบวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Measurement Probe) หรือใช้สายอากาศมาตรฐาน (Standard Antenna) ในห้องทดสอบไร้การสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Anechoic Chamber) และจะต้องทำการวัดทดสอบในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระยะไกล (Far-field Region) ของสายอากาศ ซึ่งมีระยะเท่ากับ $2D^2/\lambda$ โดยที่ D คือขนาดที่ใหญ่ที่สุดของสายอากาศ และ $\lambda = c/f$ คือความยาวคลื่นที่สัมพันธ์กับความเร็วแสงในอวกาศว่าง c และความถี่ f โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายอากาศแถวลำดับ สำหรับสถานีฐานในระบบโทรศัพท์มือถือ และสายอากาศตัวสะท้อน สำหรับระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมและระบบการสื่อสารไมโครเวฟโดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับความยาวคลื่นที่ใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น สายอากาศตัวสะท้อนแบบพาราโบลา (Parabolic Reflector Antenna) ขนาด 1.8 เมตร ทำงานในย่านความถี่ C band เมื่อพิจารณาที่ความถี่ใช้งานที่ 5 กิกะเฮิรตซ์ (GHz) บริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระยะไกลที่ทำการทดสอบจะมีค่าเท่ากับ 180 เมตร ซึ่งพบว่าระยะทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศนั้นมีระยะไกลเกินกว่าระยะทดสอบของห้องทดสอบสายอากาศมาตรฐานที่มีอยู่ในประเทศไทย ดังนั้น จึงไม่สามารถทำการวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศที่ได้มาตรฐาน

อย่างไรก็ตาม การทดสอบแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศนั้นสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้ด้วยเครื่องมือสแกนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและทำการแปลงสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นไปเป็นแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศโดยใช้หลักการของการกระจายคลื่น (Wave Expansion) ซึ่งระบบนี้ถูกเรียกโดยรวมว่าระบบการวัดทดสอบสายอากาศโดยการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้ (Near-field Antenna Measurement System) ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งไม่ต้องการห้องทดสอบที่มีขนาดใหญ่มาก โดยระบบนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศและมีบริษัทที่ศึกษาวิจัยออกแบบระบบโดยตรง ซึ่งระบบนี้ยังไม่มีการใช้งานจริงในประเทศไทยในปัจจุบัน

สำหรับเทคนิคการกระจายคลื่นที่ใช้ในการแปลงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้ไปเป็นแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศนั้น มีอยู่ 3 เทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย [3], [4] คือ การกระจายคลื่นแบบระนาบ (Plane Wave Expansion; PWE) การกระจายคลื่นแบบทรงกระบอก (Cylindrical Wave Expansion; CWE) และการกระจายคลื่นแบบทรงกลม (Spherical Wave Expansion;

SWE) สำหรับเทคนิค PWE นั้นจะมีความยุ่งยากในการคำนวณน้อยกว่าวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เทคนิค PWE สามารถคำนวณได้เฉพาะแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศในระนาบด้านหน้าของสายอากาศเท่านั้นจึงทำให้ไม่สามารถนำเทคนิค PWE มาใช้ในการคำนวณแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศรอบทิศทางได้ ดังนั้นวิธี PWE นี้จึงเหมาะสำหรับการนำไปคำนวณแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่มีทิศทางการแผ่พลังงานแบบทิศทางเดียว (Unidirectional Pattern) ส่วนเทคนิค CWE นั้นจะมีความยุ่งยากในการคำนวณมากกว่าเทคนิค PWE แต่สามารถคำนวณแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศได้รอบทิศทาง จึงทำให้เทคนิค CWE ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน สำหรับเทคนิค SWE นั้นจะมีความยุ่งยากในการคำนวณมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีความถูกต้องสูงและมีข้อจำกัดในการใช้งานน้อยที่สุด

ดังนั้นระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศที่ได้มาตรฐานโดยการทดสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้จึงมีความสำคัญมากต่อการควบคุมคุณภาพของสายอากาศในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสายอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งผู้เขียนได้เริ่มทำวิจัยและพัฒนาระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศนี้ร่วมกับบริษัท อินโนว่า เทเลคอมมิวนิเคชั่น จำกัด (INNOVA TELECOMMUNICATION) ซึ่งเป็นผู้ผลิตมืออาชีพที่เชี่ยวชาญในนวัตกรรมสายอากาศและอุปกรณ์สถานีฐานของโทรศัพท์มือถือของประเทศไทยในโครงการส่งเสริมให้บุคลากรวิจัยในสถาบันอุดมศึกษาไปปฏิบัติงานเพื่อแก้ไขปัญหาและเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้กับภาคอุตสาหกรรม (Talent Mobility) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 เพื่อให้ได้ระบบวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศที่ได้มาตรฐานโดยการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณสนามระยะใกล้ซึ่งเหมาะสมกับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทยและใช้งานได้จริงในอนาคตอันใกล้ เพื่อยกระดับมาตรฐานการวัดทดสอบคุณลักษณะของสายอากาศของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

[1] Telecommunications Economics Information and Research Center, “Telecommunications regulatory information report of the telecommunications business division; Information Report for the 4th quarter of 2015,” National Broadcasting and Telecommunication Commission, Bangkok, Thailand, 2015.

[2] D. Torrungrueng, C. Phongcharoenpanich, T. Lertwiriyaprapa, P. Junpugdee, K. Phaebua, and K. Lertsakwimarn, “A design of a c-band reflector antenna with low side-lobe level,” Final Report for Thaicom Public Company Limited, Nonthaburi, Thailand, 2015.

[3] NEXT PHASE MEASUREMENTS. Near-Field Test Ranges. NEXT PHASE MEASUREMENTS Garden Grove, USA [Online]. Available: http://nextphasemeasurements.com/index.php/ranges/

[4] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley and Sons, New York, 2005.

[5] Nearfield Systems, Near-field vs Far-field, Nearfield Systems Inc., [Online].Available: http://educypedia.karadimov.info/library/NSI-near-far.pdf

ศาสตราจารย์ ดร.ดนัย ต.รุ่งเรือง
กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ แพบัว

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา