การถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย

A Review of Wireless Power Transfer

พิเชษฐ์ วิสารทพงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

Email: pichet@mutacth.com

Manuscript received December 5, 2021
Revised December 17, 2021

บทคัดย่อ

การถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย (WPT) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายโอนพลังงานจากเครือข่ายไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายหนึ่งโดยไม่ต้องใช้สายไฟเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ในบทความนี้จึงได้นำเสนอการทบทวนเทคโนโลยีการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย (Wireless Power Transfer : WPT) ประกอบด้วยหลักการ ประเภท มาตรฐาน และการประยุกต์ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อแสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีนี้ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น อุปกรณ์สื่อสาร การชาร์จประจุแบตเตอรี่ของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ การชาร์จประจุแบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้า อุปกรณ์ทางการแพทย์ เครื่องใช้ในบ้าน เป็นต้น

คำสำคัญ: การส่งกำลังงานแบบไร้สาย การถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย WPT

ABSTRACT

Wireless Power Transfer (WPT) is a technology that can transfer power from one electrical network to another without wires between devices. This is a trend of wireless technology that is becoming popular today. In this paper, a review of Wireless Power Transfer (WPT) technology is presented, consisting of principles, types, standards, and current applications. To show the development and advancement of this technology that has been applied in various fields such as communication equipment, mobile phone battery charging, electric vehicle battery charging, medical equipment, home appliances, etc.

Keywords: *wireless power transfer, wireless power transmission, WPT.*

1. บทนำ

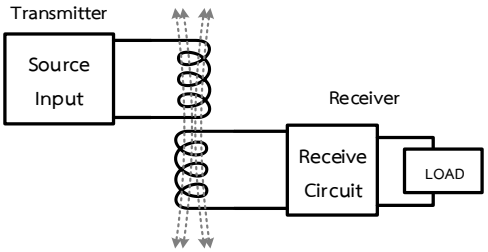
การส่งพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย หรือระบบถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย (Wireless Power Transfer : WPT) [1] – [7] เป็นเทคโนโลยีที่ส่งพลังงานจากเครือข่ายไฟฟ้าหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายหนึ่ง หรือจากอุปกรณ์หนึ่งไปสู่อีกอุปกรณ์หนึ่ง โดยไม่ต้องใช้สายไฟหรือสายนำสัญญาณเป็นตัวเชื่อมต่อ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความสะดวกและยืดหยุ่นเป็นประโยชน์อย่างมากในการใช้งาน

ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีไร้สายได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ มากมาย มีอัตราการความต้องการที่เพิ่มขึ้น และพร้อมที่จะมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ทั่วโลก ดังนั้นความรู้ในด้านการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไร้สาย จึงมีความสำคัญมากขึ้นสำหรับวิศวกรไฟฟ้ายุคใหม่ โดยเทคโนโลยีในการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สายได้มีการพัฒนามายาวนานตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 เริ่มต้นจากเทคโนโลยีการเหนี่ยวนำโดยสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ ต่อจากนั้นก็มีวิวัฒนาการมาเป็นลำดับ โดยนวัตกรรมเทคโนโลยีพลังงานไร้สาย (WPT) มีรูปแบบการพัฒนาที่แตกต่างกัน เช่นการส่งผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency) การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (Magnetic field induction)

การส่งแบบรีโซแนนซ์ (Resonant transmission) เป็นต้น โดยในปัจจุบันจะพบเห็นการนำเทคโนโลยีการส่งพลังงานแบบไร้สายไปใช้งานกับอุปกรณ์พกพา อุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์สื่อสาร เครื่องใช้ในบ้าน อุปกรณ์สำนักงาน และ ในอุตสาหกรรมยานยนต์ สำหรับแอพพลิเคชั่นรถยนต์ไฟฟ้า (EV) เป็นต้น

2. หลักการพื้นฐานการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย

เทคโนโลยีการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย (WPT) ได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากประสิทธิภาพในการถ่ายโอนหรือการส่งพลังงานแบบไร้สายสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายประเภท ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในการส่งพลังงานระหว่างจุดสองจุดโดยไม่มีการเชื่อมโยงทางกายภาพ ระบบ WPT ทั่วไปใช้ขดลวดเหนี่ยวนำสองตัว ขดลวดเหนี่ยวนำตัวที่หนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่ง (Tx) และอีกตัวคือตัวรับ (Rx) โดยมีโครงสร้างอย่างง่าย ดังรูปที่1 โดยแหล่งจ่ายทางด้านเครื่องส่งจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าทางด้านอินพุตไปยังขดลวดตัวที่หนึ่ง ส่วนขดลวดทางด้านภาครับจะทำการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก และเปลี่ยนกลับมาให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า นำไปสร้างเป็นแหล่งพลังงานเพื่อจ่ายให้โหลดที่เอาต์พุตต่อไป



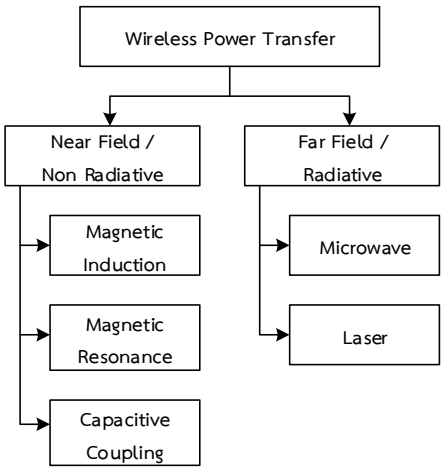
รูปที่ 1 *หลักการถ่ายโอนพลังงานไร้สายอย่างง่าย*

3. การแบ่งประเภทของการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย

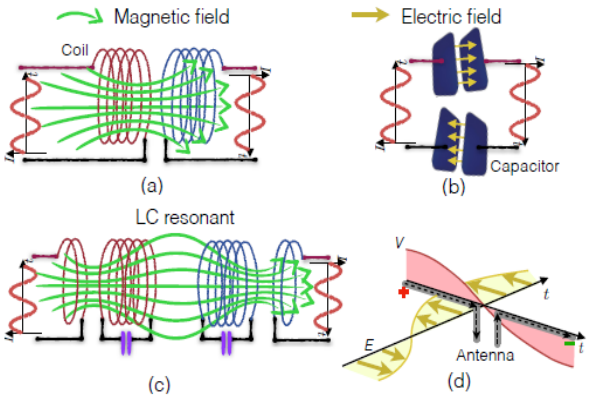
เทคโนโลยีการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย ในปัจจุบันมีการนำเสนองานวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อย่างหลากหลายรูปแบบ [1] – [10] จะเห็นว่าในหลาย ๆ งานวิจัยเหล่านั้น ได้มีการจำแนกประเภทตามลักษณะการถ่ายโอนพลังงาน เช่น ลักษณะการแผ่รังสี การเหนี่ยวนำ เป็นต้น หรืออาจแบ่งตามระยะการใช้งาน ดังรูปที่ 2

3.1 ชนิดที่ไม่มีการแผ่รังสี หรือ การถ่ายโอนระยะใกล้ (Non-Radiative or Near-field)

จากแผนผังในรูปที่ 2 รูปแบบการส่งพลังงานสนามระยะใกล้หรือการส่งที่ไม่มีการแผ่รังสีนั้น สามารถแบ่งลักษณะโครงสร้างการทำงานได้เป็น 3 แบบ คือการคัปปลิ้งแบบเหนี่ยวนำ (Inductive coupling) แบบรีโซแนนซ์แม่เหล็ก (Magnetic resonator) และการคัปปลิ้งตัวเก็บประจุ (Capacitive Coupling)



รูปที่ 2 *การแบ่งประเภทของการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย*



รูปที่ 3 *ลักษณะการถ่ายโอนพลังงานแบบต่าง ๆ [10]*

3.1.1) เทคโนโลยีการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก (Magnetic induction WPT technology)

จากรูปที่ 3 (a) เป็นตัวอย่างการเหนี่ยวนำในระยะใกล้ ด้วยการใช้ขดลวดเหนี่ยวนำปฐมภูมิและทุติยภูมิเพื่อถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สายผ่านสนามแม่เหล็ก เช่น การใช้ขดลวดเหนี่ยวนำปฐมภูมิและขดลวดเหนี่ยวนำทุติยภูมิ พันบนแกนแม่เหล็กที่ซึมผ่านได้ร่วมกัน หรืออาจเป็นการส่งกำลังไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำผ่านอากาศโดยแยกขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิออกจากกัน เป็นเทคโนโลยีที่รู้จักมานานกว่าศตวรรษ หรือที่เรียกว่า Tightly Coupled WPT สิ่งที่ควรระวังของเทคนิคนี้ คือ ประสิทธิภาพของการส่งถ่ายพลังงานจะลดลงหากระยะห่างของขดลวด หรือช่องว่างในอากาศมากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด และหากขดลวดไม่อยู่ในแนวเดียวกัน

3.1.2) เทคโนโลยีการส่งด้วยการรีโซแนนซ์คลื่นสนามแม่เหล็ก (Magnetic resonance WPT technology)

ในรูปที่3 (c) แสดงลักษณะการถ่ายโอนพลังงานด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กหรือเรียกอีกอย่างว่า Loosely Coupled WPT ใช้พื้นฐานทางทฤษฎีของวิธีการรีโซแนนซ์ วิธีนี้อาศัยขดลวดและตัวเก็บประจุประกอบกันเป็นวงจรรีโซเนเตอร์ โดยการส่งพลังงานไฟฟ้าผ่านวงจรรีโซแนนซ์ตัวส่ง ไปยังวงจรรีโซแนนซ์ตัวรับ โดยการออกแบบจะกำหนดให้ค่า Q factor ที่ตำแหน่งความถี่รีโซแนนซ์มีค่าสูง ส่งผลทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถส่งผ่านได้ในระยะทางไกลโดยที่การคัปปลิ้งสนามแม่เหล็กระหว่างขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าต่ำ วิธีการนี้สามารถส่งพลังงานไฟฟ้าได้ไกลถึงหลายเมตร นอกจากนั้นแล้วยังให้ความยืดหยุ่นในเรื่องการวางตำแหน่งระหว่างขดลวดเหนี่ยวนำตัวส่งและตัวรับอีกด้วย

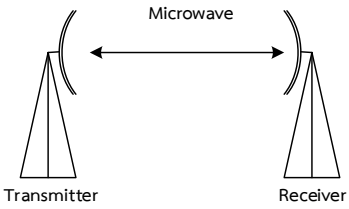
3.1.3) คัปปลิ้งตัวเก็บประจุ (Capacitive Coupling)

รูปที่3 (b) แสดงลักษณะระบบการถ่ายโอนพลังงานแบบ capacitive coupling จะเห็นว่าในระบบจะมีแผ่นอิเล็กโทรดสองชุดวางขนานกัน และใช้สนามไฟฟ้าเป็นสื่อในการส่งผ่านพลังงาน ซึ่งวิธีการนี้ระบบสามารถส่งพลังงานทะลุผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้แม้ว่าวัสดุที่มาขวางจะเป็นโลหะก็ตาม และยังสามารถป้องกันการรบกวนของสนามแม่เหล็กได้เป็นอย่างดี การส่งผ่านพลังงานแบบนี้สามารถวางอุปกรณ์ในทิศทางไหนก็ได้ และตัวแผ่นอิเล็กโทรดยังสามารถทำให้บางได้น้อยกว่า 0.2 มม. ซึ่งทำให้การใช้งานร่วมกับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ต่าง ๆ มีขนาดเล็กและบาง และยังลดปัญหาเรื่องความร้อนที่จะเกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ส่งพลังงานได้อีกด้วย

3.2 แบบมีการแผ่รังสี (Radiative) หรือ การแพร่สนามระยะไกล (Far-field)

ส่วนรูปแบบการส่งพลังงานสนามระยะไกลนั้นเป็นการรับพลังงานจากการแพร่กระจายคลื่นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic: EM) หรือคลื่นความถี่วิทยุ หรือแสงเลเซอร์ โดยกำลังงานไฟฟ้าที่รับมาได้จะถูกรวบรวม และแปลงกลับเป็นพลังงานไฟฟ้า การแผ่รังสีระยะไกลที่นิยมใช้คือ เลเซอร์ และไมโครเวฟ หรือคลื่นวิทยุ อย่างไรก็ตาม ปริมาณพลังงานที่ส่งผ่านในสนามระยะไกลนั้นต่ำมาก ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงจำกัดเฉพาะโทรคมนาคมเท่านั้น

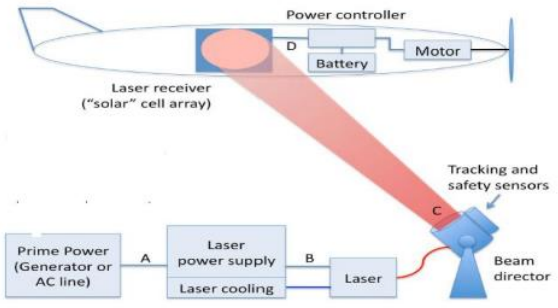
3.2.1) การถ่ายโอนพลังงานด้วยคลื่นไมโครเวฟ



รูปที่4 *ลักษณะการถ่ายโอนพลังงานด้วยคลื่นวิทยุหรือคลื่นไมโครเวฟ*

การส่งพลังงานด้วยคคลื่นวิทยุ หรือคลื่นไมโครเวฟเป็นเทคนิคการส่งพลังงานระยะไกล มีช่วงความถี่ในการทำงานอยู่ระหว่าง 300 MHz ถึง 300 GHz คลื่นไมโครเวฟนี้จะถูกส่งไปในระยะทางไกลด้วยการส่งและรับสัญญาณผ่านสายอากาศ การส่งสัญญาณประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำ เป็นผลเนื่องจากการลดดทอนของสัญญาณในอากาศมีค่าสูง

3.2.2) การถ่ายโอนพลังงานด้วยแสงเลเซอร์



รูปที่ 5 *ตัวอย่างการถ่ายโอนพลังงานด้วยแสงเลเซอร์ไปยัง UAV [9]*

การถ่ายโอนกำลังงานโดยใช้เลเซอร์ยังเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน เพราะว่าจะต้องแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นลำแสงเลเซอร์ และลำแสงนี้จะชี้ไปที่ตัวรับสัญญาณแสง กลไกนี้เรียกว่า “power beaming” เนื่องจากพลังงานถูกถ่ายโอนในรูปของลำแสงไปยังเครื่องรับปลายทาง โดยที่เครื่องรับปลายทางจะต้องมีแผงรับแสงเพื่อทำการแปลงกลับมาให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า และนำไปใช้งานต่อไป [9]

4. การจัดสรรความถี่ในการใช้งาน

เมื่อเทคโนโลยีการถ่ายโอนพลังงานเป็นแบบไร้สาย นั่นหมายความว่า การส่งผ่านกำลังงานจะต้องมีการใช้การเหนี่ยวนำหรือการคัปปลิ้งสัญญาณในกรณีนี้จะเห็นว่าเป็นการส่งกำลังในระยะใกล้ โดยการทำงานที่ไม่มีการแผ่สัญญาณออกมารบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ แต่ในกรณีของการส่งสัญญาณระยะไกลที่มีการแผ่รังสีออกมานั้นอาจทำให้เกิดการรบกวนขึ้นได้ จึงต้องมีการกำหนดช่วงความถี่ในการใช้ในงานในแต่ละกิจการ ซึ่งหน่วยงาน ITU [14] – [19] เป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดความถี่ของแต่ละกิจการ ให้มีการใช้งานอย่างเป็นระเบียบ สามารถนำไปกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งาน

ตารางที่ 1 *ความถี่ที่นิยมใช้ในระบบถ่ายโอนพลังงานไร้สาย [17]*

No	Frequency (MHz)
1.	0.020
2.	0.125
3.	0.200
4.	6.78
5.	13.56
6.	27.12
7.	40.68
8.	433.92
9.	915
10.	2,450
11.	5,800

และการผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ และสามารถควบคุมระดับกำลังส่งและประสิทธิภาพพลังงานที่ต้องการ ในการวิจัยได้มีการเลือกใช้ความถี่ในการใช้งานที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตามความเหมาะสมของอุปกรณ์ หรือตามการใช้งาน ดังตารางที่ 1 ได้แสดงให้เห็นความหลากหลายในการเลือกใช้ความถี่ในการใช้งาน ส่วนในตารางที่ 2 ได้แสดงให้เห็นถึงการแบ่งช่วงความถี่ และเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายโอนพลังงานในการใช้งานในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้งานในปัจจุบัน

ตารางที่ 2 *ช่วงความถี่สำหรับระบบถ่ายโอนพลังงานไร้สาย สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า [10]*

Frequency range	Suitable non-beam WPT-EV
19-21 kHz	Magnetic induction technology or Magnetic resonant technology
55-57 kHz [(1)]	Magnetic induction technology or Magnetic resonant technology
63-65 kHz [(1)]	Magnetic induction technology or Magnetic resonant technology
79-90 kHz	Magnetic resonant technology

หมายเหตุ [(1)] ห้ามใช้สำหรับความถี่พื้นฐานของ WPT-EV สมมติว่าระยะห่างขั้นต่ำ 50 ม. ระหว่างตัวรับ WPT-EV และ SFTS ฮาร์มอนิกส์ที่สามต้องอยู่ภายในช่วงความถี่ 64-65 kHz และ 55 - 56 kHz และการปล่อย WPT จะถูกจำกัดที่ 35 dBμA/m ที่ 10 ม. โดยเว้นระยะห่างมากกว่า 100 ม. สามารถรับประกันระหว่างตัวรับ WPT-EV และ SFTS ฮาร์มอนิกส์ที่สามอาจอยู่ภายใน 63-65 kHz และ 55-57 kHz และการปล่อย WPT ถูกจำกัดที่ 44 dBμA/m ที่ 10 ม.

5. มาตรฐานของการส่งผ่านกำลังงานแบบไร้สาย (Standards of Wireless Power Transfer)

5.1 มาตรฐาน Qi

Qi หรือ WPC (Wireless Power Consortium) เป็นมาตรฐานการชาร์จแบบไร้สายเป็นมาตรฐานแรกในปี 2008 มาตรฐาน WPT นี้ทำงานบนหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็ก Qi ใช้เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต

ฯลฯ เหมาะสำหรับการถ่ายโอนกระแสไฟฟ้า 5W ถึง 10W ทั้งนี้ มาตรฐานการชาร์จแบบไร้สายได้มีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ ดังนี้

- QI - Mobile Computing เป็นมาตรฐานการชาร์จแบบไร้สาย สำหรับการจ่ายไฟประมาณ 5 - 15 วัตต์ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคลขนาดเล็ก เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ และคอมพิวเตอร์พกพา
- มาตรฐานสำหรับการชาร์จอุปกรณ์ในครัวเรือน (Ki Cordless Kitchen) เป็นมาตรฐานสำหรับการชาร์จอุปกรณ์มือถือแบบไร้สาย ช่วยให้พัฒนาเครื่องใช้ภายในครัวที่ปลอดภัย ชาญฉลาดและสะดวก สิ่งนี้จะช่วยให้มั่นใจในการทำงานร่วมกันและความปลอดภัยในขณะที่ปล่อยให้นักออกแบบและผู้ผลิตมีอิสระในการออกแบบที่เพียงพอเพื่อแยกความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ของตน
- มาตรฐานการชาร์จแบบไร้สายสำหรับรถไฟฟ้าขนาดเล็ก (Light Electric Vehicles (Lev) Wireless Charging) ทาง Wireless Power Consortium ได้รวบรวมผู้นำในอุตสาหกรรมจากทั่วโลก เพื่อกำหนดข้อกำหนดและสนับสนุนการปรับใช้มาตรฐาน ทางกลุ่มได้สร้างความเชี่ยวชาญในการพัฒนา และการกำหนดมาตรฐาน มีการเปิดตัวแอพพลิเคชั่นการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สายที่หลากหลายตั้งแต่ 5W ไปจนถึง 2kW ซึ่งทางกลุ่มได้ใช้ความเชี่ยวชาญนี้ในการพัฒนาโซลูชันและการกำหนดมาตรฐานการชาร์จแบบไร้สายสำหรับ LEV
- มาตรฐานสำหรับการชาร์จแบบไร้สายในอุตสาหกรรม (Standard For Industrial Wireless Charging) อุปกรณ์หุ่นยนต์ไร้คนขับถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรม และโลจิสติกส์ทั่วโลก ซึ่งรวมถึงแขนหุ่นยนต์ที่ใช้ในการผลิตขนาดใหญ่ โดรนที่ใช้ตรวจสอบท่อส่งก๊าซและเสาไฟฟ้า การใช้ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (AGV) จำนวนมากในการขนส่ง และอื่น ๆ

5.2 กลุ่มพันธมิตร AirFuel [27]

AirFuel Alliance คือกลุ่มพันธมิตรระดับโลกของบริษัทต่างๆ ที่มุ่งมั่นสู่โลกที่เราสามารถจ่ายไฟได้โดยไม่ต้องเสียบปลั๊ก เราบรรลุเป้าหมายนี้โดยการพัฒนามาตรฐานสำหรับเทคโนโลยีพลังงานไร้สายระดับแนวหน้า ได้มีการรวมร่างมาตรฐานพลังงานไร้สาย A4WP (Alliance Wireless Power) และ PMA (Power Matters Alliance) เข้าด้วยกัน เมื่อ 1 มิถุนายน 2558 เพื่อสร้างองค์กรชั้นนำในอุตสาหกรรม องค์กรใหม่ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความพร้อมในการชาร์จแบบไร้สายสำหรับผู้บริโภค อุตสาหกรรม การแพทย์ และการทหาร การแบ่งประเภทของกลุ่มเทคโนโลยีภายใต้มาตรฐานของ AirFuel มี 2 ประเภทคือ

1) AirFuel Resonant ใช้เทคโนโลยีการชาร์จด้วยคลื่นสนามแม่เหล็ก เพื่อให้พลังงานแก่อุปกรณ์หลายเครื่องพร้อมกันด้วยความเร็วเทียบเท่าการชาร์จแบบมีสาย โดยไม่ต้องวางตำแหน่งที่แม่นยำบนพื้นผิวการชาร์จ ช่วยให้สามารถชาร์จอุปกรณ์หลายเครื่องพร้อมกันแบบไร้สาย เหมาะสำหรับการการชาร์จแบบไม่มีการจัดตำแหน่งให้กับโทรศัพท์มือถือ แล็ปท็อป พื้นที่ทำงาน และอื่

2) AirFuel RF ใช้เทคโนโลยีพลังงานไร้สายความถี่วิทยุ (RF) และเป็นตัวเลือกที่สมบูรณ์แบบสำหรับอุปกรณ์สวมใส่ อุปกรณ์ IoT อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค โดรน หุ่นยนต์ และการใช้งานในอุตสาหกรรม และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่ำ

ตารางที่ 3 *มาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย*

Standard Code	Standard Name
TA 15	Wireless Power Transfer (WPT)
PT 62827	Wireless Power Transfer – Management
PT 63006	Wireless Power Transfer (WPT) Glossary of Terms
PT 63028	Wireless Power Transfer - Magnetic Resonance Interoperability - A4WP Baseline System Specification (BSS)
IEC 61980-1 Ed. 1.0	Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 1: General requirements
IEC 61980-1 Ed. 2.0	Electric Vehicle Wireless Power Transfer (WPT) Systems – Part 1: General requirements
IEC/TS 61980-3 Ed. 1.0	Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 3: specific requirements for the magnetic field power transfer systems

5.3 มาตรฐาน IEC [11-13]

คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ (International Electrotechnical Commission - IEC) เป็นองค์กรอิสระที่เริ่มก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2449

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำมาตรฐานระหว่างประเทศทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นยังดำเนินการจัดทำระบบการตรวจประเมิน เพื่อการรับรองคุณภาพให้กับมาตรฐานของ IEC เพื่อเป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกทางการค้าระหว่างประเทศ จะเห็นได้ว่า IEC นี้มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ทางสาขาไฟฟ้าที่หลากหลาย และเทคโนโลยีการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สายก็เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานนี้ด้วยเช่นกัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 3

5.4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทย โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้มีข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค ที่ครอบคลุมอุปกรณ์สำหรับการส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย ด้วยสนามแม่เหล็ก (magnetic field wireless power transfer; MF-WPT) ของพลังงานไฟฟ้าจากระบบโครงข่าย แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับยานยนต์ไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบกักเก็บพลังงานชนิด ประจุซ้ำได้และ/หรือ ระบบไฟฟ้าออน บอร์ด (on-board) อื่น ๆ ระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สายด้วยสนามแม่เหล็ก ทำงานที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาตรฐานตาม IEC 60038 สูงสุดถึง 1000 Vac และ สูงสุดถึง 1500 Vdc โดยการส่งพลังงานไฟฟ้าจะเกิดขึ้นขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าอยู่กับที่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งพลังงานไฟฟ้าไร้สาย 3 ฉบับด้วยกัน คือ

(1) มอก. 61980 เล่ม 1-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้าเล่ม 1 คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไป เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ครอบคลุมอุปกรณ์สำหรับการส่งกำลังไฟฟ้าแบบไร้สายจากโครงข่ายจ่ายไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าวัตถุประสงค์เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบกักเก็บพลังงานที่สามารถอัดประจุซ้ำได้และ/หรือระบบไฟฟ้าออนบอร์ด (on-board) อื่น ๆ [20]

(2) มอก. 61980 เล่ม 2-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 2 คุณลักษณะเฉพาะที่ต้องการด้านการสื่อสารระหว่างยานยนต์ไฟฟ้าและโครงสร้างพื้นฐาน เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมที่เป็นข้อกำหนดทางเทคนิค ครอบคลุมการสื่อสารระหว่างยานยนต์ไฟฟ้ากับ ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายในขณะที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้า และยังครอบคลุมอุปกรณ์ส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายที่ได้รับกำลังไฟฟ้าจากระบบกักเก็บพลังงาน เช่น แบตเตอรี่สำรองพลังงาน [21]

(3) มอก. 61980 เล่ม 3-2563 ระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายของยานยนต์ไฟฟ้า เล่ม 3 แสดงคุณลักษณะที่ต้องการด้านระบบส่งกำลังไฟฟ้าไร้สายด้วยสนามแม่เหล็ก เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านข้อกำหนดทางเทคนิค ครอบคลุมอุปกรณ์สำหรับการส่งกำลังไฟฟ้าไร้สาย ด้วยสนามแม่เหล็ก (magnetic field wireless power transfer; MF-WPT) ของกำลังไฟฟ้าจากระบบโครงข่าย แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับยานยนต์ไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบกักเก็บพลังงานชนิด ประจุซ้ำได้และ/หรือ ระบบไฟฟ้าออนบอร์ด (on-board) อื่น ๆ โดยการส่งกำลังไฟฟ้าจะเกิดขึ้นขณะที่ยานยนต์ไฟฟ้าอยู่กับที่ [22]

6. การนำไปใช้งาน

เทคโนโลยีการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย ได้ถูกนำไปใช้งานอย่างหลากหลายในหลาย ๆ กิจการ [15][17] – [19] ดังเช่น

- ด้านยานยนต์ไฟฟ้า ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้า (EV) [24]
- ทางระบบสื่อสาร ใช้ในระบบดาวเทียม ยานพาหนะไร้คนขับ (UAV) เครือข่ายยานพาหนะ เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย เป็นต้น [13][25]
- ทางการแพทย์ เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับพลังงานไร้สายและการสื่อสารกับอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น ระบบคัปปลิ้งแบบเหนี่ยวนำ ไมโครเวฟ อัลตราซาวนด์ และระบบส่งพลังงานแบบไร้สาย [17]
- ทางอุตสาหกรรม ใช้ในเครื่องมือ อุปกรณ์หุ่นยนต์ไร้คนขับ แขนกล และโลจิสติกส์ เป็นต้น
- เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ใช้กับโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เตา อเนกประสงค์ สามารถส่งพลังงานแบบไร้สายสูงถึง 2200 วัตต์ไปยังเครื่องใช้ในครัว ช่วยให้ทำงานได้โดยไม่ต้องมีสายไฟมาเป็นอุปสรรค

ตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนเหล่านี้ เช่น หม้อหุงข้าว เครื่องปิ้งขนมปัง เครื่องปั่น เครื่องชงกาแฟ หม้อทอดและอื่น ๆ โดยการใช้พลังงานทำได้เพียงแค่วางอุปกรณ์ไว้เหนือเครื่องส่งสัญญาณพลังงานที่ติดตั้งในเตาแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปิดใช้งาน หรือซ่อนไว้อย่างเรียบร้อยภายใต้พื้นผิวเคาน์เตอร์ที่ไม่ใช่โลหะ เตาหรือโต๊ะมาตรฐาน [26]

7. ข้อเปรียบเทียบของเทคโนโลยี

ข้อดี : เทคโนโลยีการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าผ่านอากาศนี้ จะช่วยขจัดการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้สายเคเบิลหรือสายไฟเชื่อมโยงระหว่างเสา และสถานีย่อยระหว่างโรงไฟฟ้ากับผู้บริโภค เนื่องจากสะดวกกว่าและมีอิสระในการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น ต้นทุนและการบำรุงรักษาการส่งไฟฟ้าจากสถานีไปยังสถานีย่อยจะกลายเป็นต้นทุนที่เหมาะสม และค่าไฟฟ้าสำหรับผู้บริโภคก็จะลดลงด้วย เทคโนโลยีนี้ยังมีประโยชน์ในการถ่ายโอนกระแสไฟฟ้าไปยังสถานที่ที่ไม่สามารถส่งไฟฟ้าผ่านสายได้

ข้อเสีย : ในระยะเริ่มแรกนั้นอาจมีต้นทุนเรื่องเงินทุนในการดำเนินการช่วงเริ่มต้นสูง ส่วนทางด้านเทคนิคการส่งผ่านพลังงานด้วยเลเซอร์ ยังคงมีเรื่องการสูญเสียจากการแผ่รังสี การสูญเสียการลดทอน ฯลฯ เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อเสียอีกประการหนึ่งของเทคโนโลยีไมโครเวฟ คือ การรบกวนเทคโนโลยีการสื่อสารอื่น ๆ ในปัจจุบัน และอาจส่งผลให้เกิดผลกระทบทางชีวภาพต่อมนุษย์และสัตว์ เพราะการส่งในระบบไมโครเวฟนั้นต้องใช้ความถี่และกำลังส่งสัญญาณสูง ดังนั้นการนำไปใช้งานต้องมีความระมัดระวังอย่างมาก

8. สรุป

จากรายงานสรุปที่ทบทวนในบทความนี้ ได้รวบรวมและเรียบเรียงความเป็นมา หลักการพื้นฐาน การจำแนกประเภทของการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สาย รวมถึงการอ้างอิงกับสถาบันและมาตรฐานในปัจจุบันที่มีการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อควบคุมการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ในแง่ของการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านนี้ จะเห็นได้ว่ามีการวิจัยละพัฒนาอย่างหลากหลาย ต่อเนื่องกันมากมาย เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกในด้านการถ่ายโอนพลังงานแบบไร้สายให้กับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นมากมายทั้งในภาคอุตสาหกรรม อุปกรณ์เครื่องใช้ในทางทางการแพทย์ ครัวเรือน และอุปกรณ์พกพาส่วนบุคคลต่าง ๆ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] M. B. Sidiku, E. M. Eronu and E. C. Ashigwuike, “A Review on Wireless Power Transfer: Concepts, Implementations, Challenges, And Mitigation Schemes”, Nigerian Journal of Technology, Vol. 39, No. 4, pp. 1206 – 1215, October 2020.

[2] Aqueel Ahmad, Mohammad Saad Alam, Vatsala, Yash Varshney and Raquib Hasan Khan, “A state of the Art review on Wireless Power Transfer a step towards sustainable mobility”, 2017 14th IEEE India Council International Conference (INDICON), DOI: 10.1109/INDICON.2017.8488032, December 2017.

[3] Vishvendra Singh, Akhand Pratap Singhy, Sachin Kumar, “Introduction to Wireless Power Transmission”, HCTL Open IJTIR, Volume 8, pp.1-10, March 2014.

[4] D. Patil, M. K. McDonough, J. M. Miller, B. Fahimi and P. T. Balsara, "Wireless Power Transfer for Vehicular Applications: Overview and Challenges," in IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. 4, no. 1, pp. 3-37, March 2018, doi: 10.1109/TTE.2017. 2780627.

[5] S. Y. R. Hui, W. Zhong and C. K. Lee, “A Critical Review of Recent Progress in Mid-Range Wireless Power Transfer”, in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 29, no. 9, pp. 4500-4511, Sept. 2014, doi: 10.1109/TPEL.2013.2249670.

[6] Karalis, A., Joannopoulos, J.D., Soljacic, M., “Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer”, Annals of physics, 323(1), pp.34-48, 2008.

[7] Y. Yao, Y. Wang, X. Liu, H. Cheng, M. Liu and D. Xu, “Analysis, Design, and Implementation of a Wireless Power and Data Transmission System Using Capacitive Coupling and Double-Sided LCC Compensation Topology”, in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 55, no. 1, pp. 541-551, Jan.-Feb. 2019. doi: 10.1109/TIA.2018. 2869120.

[8] International Standard IEC 61980-1 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 1: General requirements, ISBN 978-2-8322-2814-2, IEC 2015.

[9] Prem Anand T P, R. Pandiarajan, P. Raju, “Wireless Power Transmission to UAV using LASER Beaming”, International Journal of Mechanical Engineering and Research, ISSN 0973-4562 Vol. 5 No.1, 2015.

[10] Yu Luo, Lina Pu, “Hardware Architecture of Wireless Power Transfer, RFID, and WIPT Systems”, Available via license: CC BY-NC-SA 4.0, arXiv:2102.06876v1 [cs.AR], 13 Feb 2021.

[11] IEC61980-1 "Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 1: General requirements", Jul. 2015. https://webstore.iec.ch/publication/22951

[12] IEC61980-2 "Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 2: Specific requirements for communication between electric road vehicle (EV) and infrastructure", June 2019.
https://webstore.iec.ch/publication/31050

[13] IEC61980-3 "Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems - Part 3: Specific requirements for the magnetic field wireless power transfer systems", June 2019. https://webstore.iec.ch/publication/27435

[14] ITU-R: Recommendation ITU-R SM.2110, “Guidance for the use of frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicle”, 2019.
https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2110/en

[15] ITU-R: Report ITU-R SM.2303-2, “Wireless power

transmission using technologies other than radio frequency beam", 2017.
https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303-2-2017
[16] ITU-R: Recommendation ITU-R SM.2110, "Frequency ranges for operation of non-beam Wireless Power Transmission systems", 2017.
https://www.itu.int/rec/R-REC-SM.2110-0-201709-S
[17] ITU-R: Report ITU-R SM.2392-0, "Applications of wireless power transmission via radio frequency beam", 2016.
http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2392
[18] Selected Developments in Wireless Power Transfer Standards and Regulations. [online]
https://www.standardsuniversity.org/e-magazine/ june-2016/selected-developments-wireless-power-transfer-standards-regulations/
[19] ข้อมูลออนไลน์, มอก 61980 เล่ม 1-2563, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เผยแพร่เมื่อ: 27 ตุลาคม 2563, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2564. แหล่งที่มา: https://202.139.203.105/standard-shop/web/ index.php?r=site/view&tis=5114
[20] มอก 61980 เล่ม 2-2563, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เผยแพร่เมื่อ: 27 ตุลาคม 2563, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2564. แหล่งที่มา:
https://202.139.203.105/standard-shop/web/ index.php?r=site/view&tis=5025
[21] มอก 61980 เล่ม 3-2563, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, เผยแพร่เมื่อ: 27 ตุลาคม 2563, สืบค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2564. แหล่งที่มา:
https://202.139.203.105/standard-shop/web/ index.php?r=site/view&tis=5024
[22] Mohammad Haerinia, and Reem Shadid, "Wireless Power Transfer Approaches for Medical Implants: A Review", Signals 2020, 1, pp.209–229, Dec., 2020.
doi: 10.3390/signals1020012www.mdpi.com/journal/ signals
[23] Emrullah AYDIN, M. Timur AYDEM_IR, "A 1-kW Wireless Power Transfer System for Electric Vehicle Charging with Hexagonal Flat Spiral Coil", Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences 29(5), March 2021. DOI: 10.3906/elk-2012-68.
[24] Minh T. Nguyen and Toan H. Nguyen, "Wireless Power Transfer: A Survey of Techniques, and Applications on Communication Networks", ICSES Transactions on Computer Networks and Communications (ITCNC), Vol. 4, No. 4, pp.1-5, December 2018.
[25] Xujian Shu, Wenxun Xiao, and Bo Zhang, "Wireless power supply for small household appliances using energy model", IEEE Access November 2018.
[26] ข้อมูลออนไลน์ AirFuel Alliance, สืบค้นเมื่อ ตุลาคม 2564, จากเว็บไซต์ https://airfuel.org/

พิเชษฐ์ วิสารทพงศ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ. 2546 ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร หัวข้องานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ ระบบสื่อสารแอนะล็อก และดิจิตอล การจำลองระบบการสื่อสาร