

การศึกษาผลของการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร จากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหลือทิ้ง

Study the Effects of Magnet Pole Arrangement in a Permanent Magnet Generator Applied from Discarded Motors

ฮุสเซน บัวแน อีลียะ สนิโซ ลุตฟี สือนิ และ มุฮัมมัดคอยรี หะยิบากา*

Hussen Buenae, Eleeyah Saniso, Lutfee Sueni and Muhammadkhoiri Hayibaka*

สาขาวิชาพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา 95000
Renewable Energy Technology Program, Faculty of Science Technology and Agriculture,
Yala Rajabhat University, Yala 90000

Corresponding author: Tel.: 0862968790. E-mail address: muhammadkhoiri.h@yru.ac.th

Abstract

This research aims to repurpose discarded motors from water pumps as permanent magnet generators and to study the effects of magnetic pole arrangements on power generation performance. A centrifugal pump motor model ORONO KO-101 was used in the experiment. Four different magnet arrangements were designed: NS NS, NN NN, N NS N, and the original unmodified configuration. Each setup used four magnets measuring 50 mm x 25 mm x 10 mm, with each magnet having a magnetic field strength of 0.65 T. The components were assembled with copper windings, and the generator's performance was tested by varying the rotational speed from 100 to 600 RPM while measuring the electromotive force (EMF), electric current, and power output. The results showed that the NS NS magnetic pole arrangement produced the highest electrical power. At a rotational speed of 600 RPM without a load, the EMF was recorded at 34.01 V. Under load conditions, the measured EMF, current, and power output were 12.54 V, 0.92 A, and 11.54 W, respectively. This study highlights the importance of appropriate magnet pole arrangement design, which influences the effective distribution of the magnetic field, thereby improving the power generation performance of repurposed motors. Additionally, it promotes the efficient utilization of available community resources.

Keywords: Generator, Permanent magnet, Discarded Motors

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมอเตอร์เหลือทิ้งจากปั๊มน้ำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวร และเพื่อศึกษาผลของการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กต่อสมรรถนะในการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์จากปั๊มน้ำหอยโข่งรุ่น ORONO KO-101 ในการทดลองทำการออกแบบการวางแม่เหล็ก 4 รูปแบบ ได้แก่ NS NS, NN NN, N NS N และการจัดเรียงแม่เหล็กแบบดั้งเดิมที่ยังไม่ได้ปรับปรุง แต่ละชุดใช้แม่เหล็กขนาด 50 mm x 25 mm x 10 mm จำนวน 4 อัน ซึ่งแต่ละอันมีความเข้มสนามแม่เหล็กเท่ากับ 0.65 T ทำการประกอบชิ้นส่วนเข้ากับชุดลวดทองแดงและทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการปรับความเร็วรอบการหมุนตั้งแต่ 100 - 600 RPM พร้อมวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่าการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กแบบ NS NS สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยจากการทดสอบที่ความเร็วรอบ 600 RPM ขณะไม่ต่อโหลดให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 34.01 V และจากการทดสอบขณะต่อโหลดให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 12.54 V 0.92 A และ 11.54 W ตามลำดับ และงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบและการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการกระจายของสนามแม่เหล็กอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เพิ่มสมรรถนะในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์เหลือทิ้งและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนอย่างเต็มศักยภาพ

คำสำคัญ: เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แม่เหล็กถาวร มอเตอร์เหลือทิ้ง

บทนำ

ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นทั่วโลก เนื่องจากการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เมื่ออุปกรณ์เหล่านี้หมดอายุการใช้งานจะกลายเป็นขยะที่มีส่วนประกอบซับซ้อนและอันตราย เช่น โลหะหนัก สารเคมีที่เป็นพิษ และพลาสติกที่ย่อยสลายยาก [1] ขยะเหล่านี้มักถูกทิ้งอย่างไม่ถูกต้องหรือไม่ผ่านกระบวนการจัดการที่ปลอดภัย ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ การเผาหรือฝังกลบขยะอิเล็กทรอนิกส์จะปล่อยสารพิษสู่ดิน น้ำ และอากาศ การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การรีไซเคิลอย่างถูกวิธีและการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ยืดอายุการใช้งาน จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสร้างสังคมที่ยั่งยืน [2] ซึ่งหนึ่งในขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ คือ มอเตอร์เหลือทิ้งเป็นมอเตอร์ที่ถูกปลดระวางจากการใช้งานเนื่องจากเสียหาย ชำรุด หรือหมดอายุการใช้งาน มักพบในเครื่องจักรเก่า เครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ และอุปกรณ์อุตสาหกรรมที่ไม่ได้ถูกใช้ตามวัตถุประสงค์เดิม มอเตอร์เหล่านี้มักถูกมองว่าไร้ค่าและถูกทิ้งเป็นขยะอุตสาหกรรม แต่ในความเป็นจริงมอเตอร์เหลือทิ้งยังมีศักยภาพที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การรีไซเคิลชิ้นส่วนโลหะ การนำขดลวดทองแดงมาใช้ซ้ำ หรือการแยกสกัดวัสดุต่าง ๆ ที่ยังมีมูลค่า ทั้งนี้ยังสามารถดัดแปลงเปลี่ยนมอเตอร์ ซึ่งขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าเป็นเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้า เป็นการเพิ่มคุณค่าของมอเตอร์เหลือทิ้ง [3] ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณขยะแล้ว ยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าและลดภาระการใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าหลักได้อีกด้วย

การพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เหลือทิ้งนี้จึงเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชนหรือพื้นที่ที่ยังขาดแคลนพลังงานสำหรับใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ การใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีการเคลื่อนที่ระหว่างสนามแม่เหล็กและขดลวด [4] จากการศึกษาหลาย ๆ งานวิจัยที่มีการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เหลือทิ้ง เช่น ชัยนุสนธ์ ได้สร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโครนิสความเร็วรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรจากมอเตอร์

เหลือทิ้ง ซึ่งสามารถให้กำลังการผลิตไฟฟ้าได้ 6,000 W ที่ความเร็ว 500 RPM ความถี่ 49.4 Hz ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าร้อยละ 72.61 [5] ทั้งนี้หลักการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ กำลังไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น จำนวนรอบการพันขดลวด จำนวนรอบการหมุน เป็นต้น และอีกหนึ่งพารามิเตอร์ที่จำเป็นต้องศึกษาวิจัย คือ การจัดเรียงขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่ต้องการศึกษาผลของการสลับขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหลือทิ้ง เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหลือทิ้ง และหาแนวทางในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในปริมาณที่สูง รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในชุมชนให้ได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

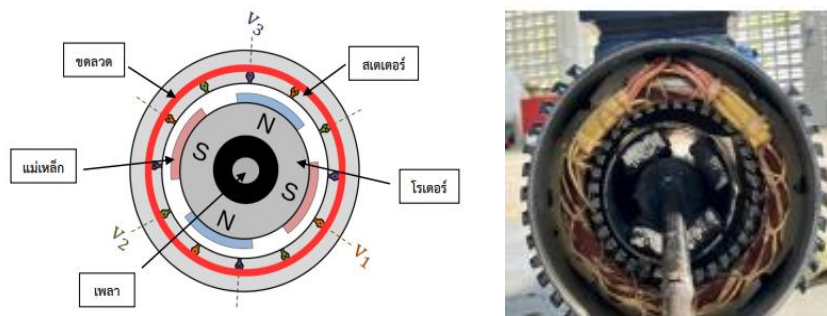
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า [6] โดยอาศัยหลักการที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบด้วย โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่หมุนและมีแม่เหล็กถาวรติดตั้งอยู่ และสเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ ประกอบด้วยขดลวดทองแดงที่พันรอบแกน เช่นเดียวกับมอเตอร์ปั้มน้ำเหลือทิ้งที่มีโครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 1 โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้าตามหลักการของไมเคิล ฟาราเดย์ โดยการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กขึ้นอยู่กัเวลาดังสมการที่ (1) โดยขนาดของฟลักซ์แม่เหล็กมีพื้นที่หน้าตัดคงที่ตามความยาวแกนเหล็กดังสมการที่ (2) การพันขดลวดเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเป็นแบบกระจาย ดังนั้นค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำต้องคูณด้วยค่าแฟกเตอร์การพันขดลวด ดังสมการที่ (3) [7]

$$E = \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{\mu_r \mu_0 A}{L} \times N_{ph} I \quad (2)$$

$$k_w = k_d k_p \quad (3)$$

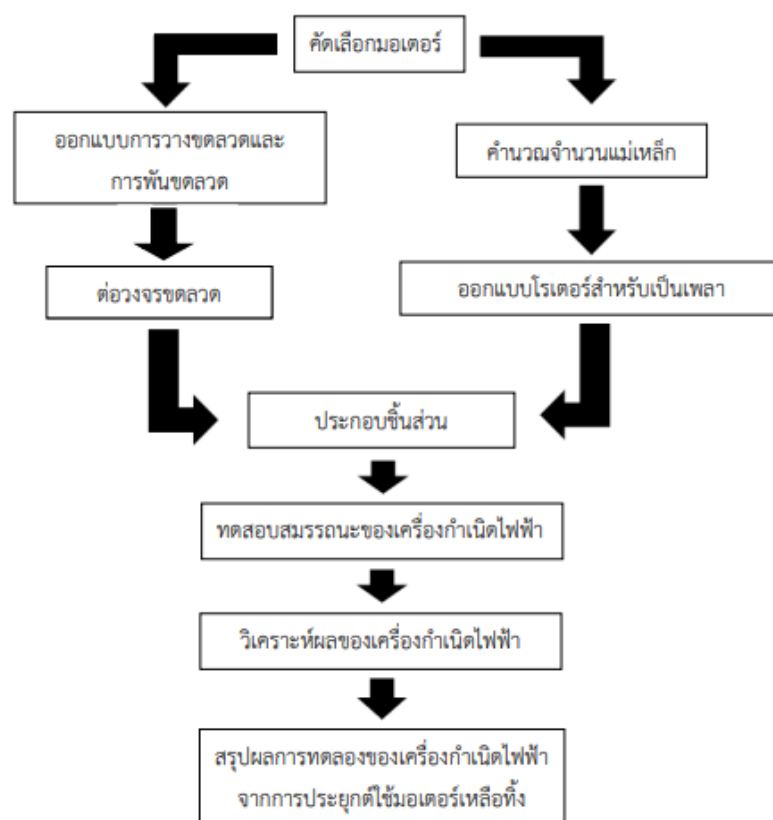
เมื่อ E คือแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กในขดลวด (V) Φ คือ ฟลักซ์แม่เหล็ก (Wb) μ_r คือ ความเหนี่ยวนำแม่เหล็กสัมพัทธ์ μ_0 คือ ความเหนี่ยวนำแม่เหล็กของสุญญากาศ A คือ พื้นที่หน้าตัดของขดลวดที่สนามแม่เหล็กผ่าน (m²) L คือ ความยาวของขดลวดหรือเส้นทางที่สนามแม่เหล็กต้องผ่าน (m). N_{ph} คือ จำนวนรอบของขดลวดที่ทำการเหนี่ยวนำ / คือ กระแสที่ไหลผ่านขดลวด (A) k_w คือ ค่าคงที่ของระบบ. K_d คือ ค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเชิงสัดส่วนในระบบ k_p คือ ค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเชิงสัดส่วนในระบบการควบคุม



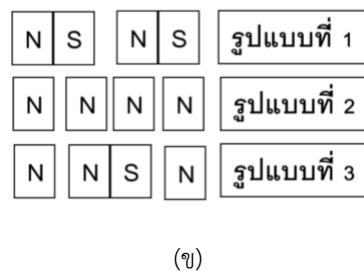
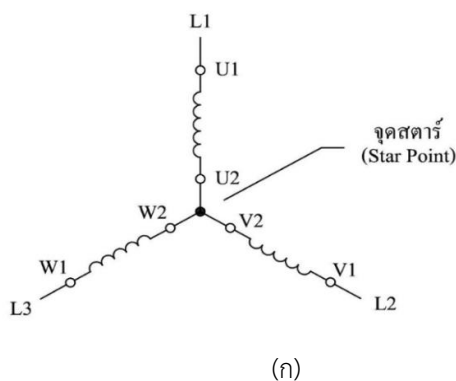
ภาพที่ 1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหล็ทึง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษามผลของการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหล็ทึง มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 2 โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากนั้นได้ออกแบบโครงสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหล็ทึงจากปั้มน้ำหอยโข่ง ORONO รุ่น KO-101 ขนาด 1 นิ้ว และโรเตอร์ที่ใช้สำหรับติดตั้ง โดยออกแบบการวางขดลวดที่มีลักษณะการต่อวงจรแบบสตาร์ และออกแบบการวางรูปแบบการวางแม่เหล็กทั้งหมด 4 รูปแบบ ได้แก่ การวางแม่เหล็กแบบ NS NS การวางแม่เหล็กแบบ N N N N การวางแม่เหล็กแบบ N NS N และโรเตอร์ที่ยังไม่ได้ปรับปรุงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์เหล็ทึง



ภาพที่ 3 (ก) ลักษณะการต่อวงจรแบบสตาร์ (ข) ลักษณะการวางแม่เหล็กแบบต่างๆ

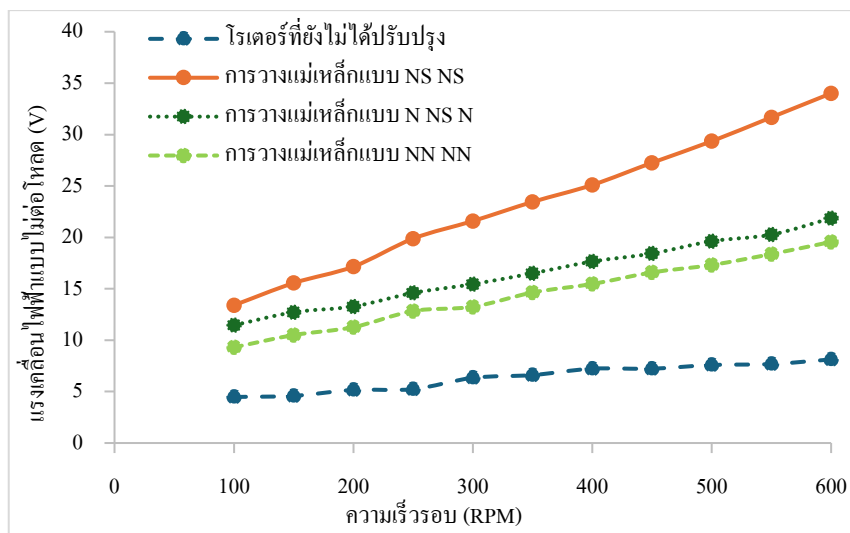
ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมถึงสเตเตอร์ โรเตอร์ และแม่เหล็กเข้าด้วยกัน โดยในการทดสอบเก็บข้อมูลใช้มอเตอร์ MONICA 320 V 50 Hz เป็นตัวขับเคลื่อน ต่อขดลวดเข้ากับไดโอดบริจด์แปลง AC เป็น DC และทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในขณะไม่ต่อโหลดและต่อโหลด โดยเริ่มการทดสอบตั้งแต่ความเร็วรอบ 100 - 600 RPM และปรับความเร็วรอบครั้งละ 50 RPM และวัดค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้า

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลของการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำ สามารถวิเคราะห์แรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะต่อโหลดและไม่ต่อโหลด กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้างต่อไปนี้

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะไม่ต่อโหลด

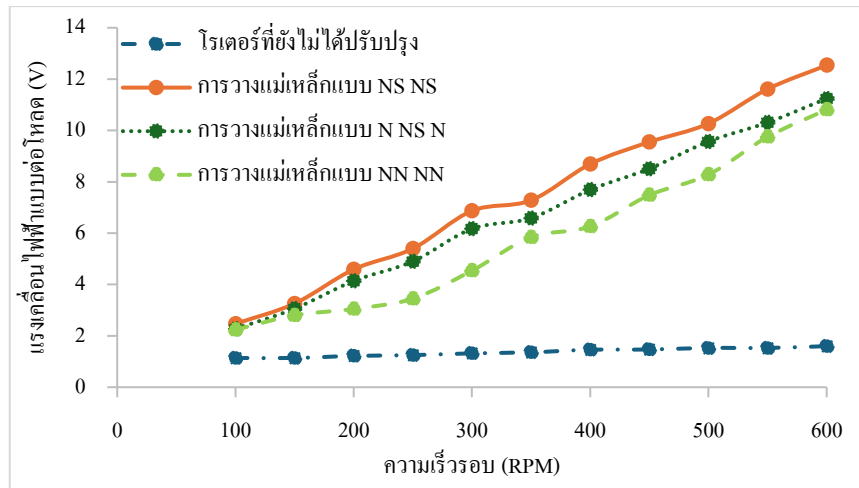
จากผลและวิเคราะห์ผลการทดลองแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์ปั้มน้ำเหนี่ยวนำในการวางแม่เหล็กแบบต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กล่าวคือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบของมอเตอร์เพิ่มขึ้น [8] ซึ่งเป็นไปตามหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ว่า การเพิ่มความเร็วรอบจะทำให้การเหนี่ยวนำแม่เหล็กในขดลวดมากขึ้น ส่งผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย การวางแม่เหล็กในแบบต่าง ๆ มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ โดยการวางแม่เหล็กแบบ NS NS แสดงให้เห็นว่ามีแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดที่ 34.01 V ซึ่งสูงกว่าการวางแม่เหล็กแบบอื่น ๆ ผลนี้บ่งบอกว่าการจัดเรียงแม่เหล็กแบบ NS NS อาจทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การวางแม่เหล็กแบบ N NS N และ NN NN ซึ่งมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ 19.56 V และ 21.86 V ตามลำดับ พบว่าการวางแม่เหล็กแบบ NS NS ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ซึ่งอาจเป็นผลจากการจัดเรียงแม่เหล็กที่สามารถสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นหรือมีการกระจายแม่เหล็กที่เหมาะสมมากกว่า [9] การวางแม่เหล็กที่ยังไม่ได้ปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ต่ำสุดเท่ากับ 8.13 V ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดเรียงแม่เหล็กให้ถูกต้องเพื่อให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแบบไม่ต่อโหลดในการวางแม่เหล็กแบบต่าง ๆ ในภาพที่ 4



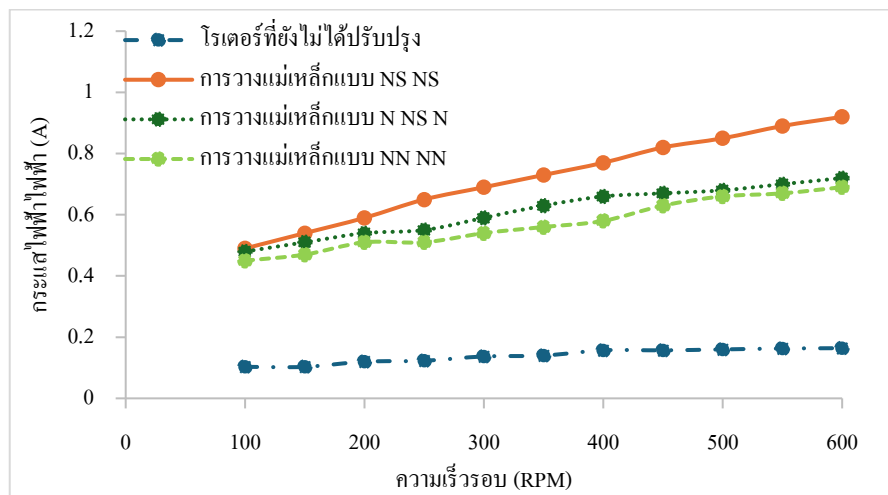
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแบบไม่ต่อโหลดในการวางแม่เหล็กแบบต่าง ๆ

2. แรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะต่อโหลดและกระแสไฟฟ้า

จากผลและวิเคราะห์ผลการทดลองแรงเคลื่อนไฟฟ้าขณะต่อโหลดและกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์ปั้มน้ำเหลือทิ้งในการวางแม่เหล็กแบบต่าง ๆ ในภาพที่ 5-6 พบว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามหลักทฤษฎีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นความเร็วในการหมุนของโรเตอร์จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดกับขดลวดทองแดงมากขึ้น ส่งผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย หลักการนี้สามารถอธิบายได้จากกฎของฟาราเดย์ ซึ่งระบุว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก และพบว่าการจัดเรียงแม่เหล็กแบบ NS NS ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 12.54 V และ 0.92 A ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบ 600 RPM ซึ่งอาจเกิดจากการจัดเรียงแม่เหล็กในลักษณะนี้สามารถสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มข้นสูงและกระจายอย่างมีประสิทธิภาพกว่าแบบอื่น ๆ ทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็กที่มีประสิทธิภาพสูงเมื่อหมุนผ่านขดลวดทองแดง และการจัดเรียงแม่เหล็กแบบ NS NS อาจทำให้การกระจายสนามแม่เหล็กทั่วขดลวดทองแดงเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและมีความเข้มข้นสูงขึ้น ซึ่งช่วยให้การเหนี่ยวนำแม่เหล็กมีประสิทธิภาพมากที่สุด [10] ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับหลักการของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าที่การกระจายสนามแม่เหล็กที่ดีจะช่วยให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น



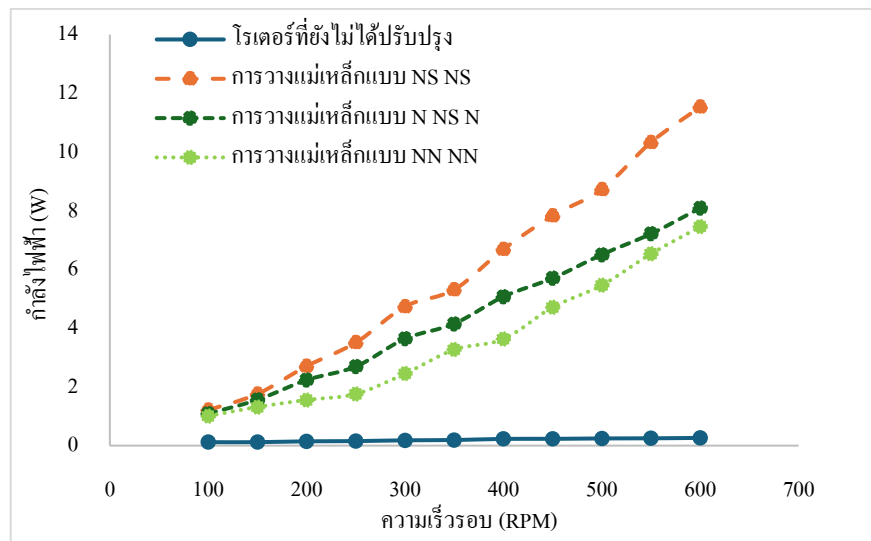
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าแบบต่อโหลดในการวางแม่เหล็กแบบต่างๆ



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าในการวางแม่เหล็กแบบต่างๆ

3. การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากมอเตอร์ปั้มน้ำเหลือทิ้งในการวางแม่เหล็กแบบต่าง ๆ ในภาพที่ 7 พบว่ากำลังไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเร็วรอบ กำลังไฟฟ้าจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบมีค่าเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุผลเดียวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เพราะค่ากำลังไฟฟ้าคือผลคูณระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า และพบว่าการวางแม่เหล็กแบบ NS NS ทำให้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มข้นและการกระจายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่งผลให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าสูงที่สุด ซึ่งมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 11.54 W ที่ความเร็วรอบ 600 RPM และการวางแม่เหล็กแบบ N NS N แบบ NN NN และที่ยังไม่ได้ปรับ มีค่ากำลังไฟฟ้า 8.09 W 7.46 W และ 0.26 W ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบ 600 RPM



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกำลังไฟฟ้าในการวางแม่เหล็กแบบต่าง

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถอภิปรายผลได้ว่า การวางตำแหน่งของแม่เหล็กส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tumay et al. (2017) ที่ศึกษาอิทธิพลของการจัดเรียงแม่เหล็กในเครื่องกำเนิดพลังงานหมุนเวียนและพบว่าการจัดเรียงที่เหมาะสมสามารถเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญ [11] นอกจากนี้ งานของ Choi et al. (2022) ยังระบุว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสนามแม่เหล็กช่วยเพิ่มการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ส่งผลให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูงขึ้น ซึ่งสนับสนุนผลการทดลองในครั้งนี้ โดยเฉพาะในกรณีของการวางแม่เหล็กแบบ NS NS ที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด [12] อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของวัสดุแม่เหล็กและรูปทรงของโรเตอร์อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้ดียิ่งขึ้นตามแนวทางของ Rylko et al. (2011) ที่เสนอการใช้วัสดุแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นฟลักซ์สูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเหนี่ยวนำไฟฟ้า [12] ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานเหลือทิ้งให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาลของการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรจากการประยุกต์ใช้มอเตอร์เหลือทิ้ง สามารถสรุปได้ว่า การจัดเรียงแม่เหล็กมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การจัดเรียงแม่เหล็กแบบ NS NS มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เนื่องจากการสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มข้นและการกระจายที่ดีทำให้สามารถสร้างฟลักซ์แม่เหล็กได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับการจัดเรียงแม่เหล็กแบบอื่นๆ และผลการศึกษานี้แสดงถึงความสำคัญของการออกแบบและการจัดเรียงขั้วแม่เหล็กที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการกระจายของสนามแม่เหล็กอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เพิ่มสมรรถนะในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์เหลือทิ้ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] G Kwon, K Yoon, E Kwon, J Park, H Lee & H Song. (2024). Technical advancement in valorization of electronic waste and its contribution to establishing economic value-chain. **Chemical Engineering Journal**. 494, 153154. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153154>
- [2] He, Y., Kiehbardroudzehad, M., Bandbafha, H.H., Gupta, V.K., Peng, W., Lam, S.S., Tabatabaei, M. & Aghbashlo, M. (2024). Driving sustainable circular economy in electronics: A comprehensive review on environmental life cycle assessment of e-waste recycling. **Environmental Pollution**. 342, 123081. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.123081>
- [3] Liu, M., Chen, L., Sheng, X., Yang, Y., Yu, F., Li, Y., Yuan, X., Li, Y., Wang, Q. & Ma, Q. (2023). Dynamic simulation of life cycle environmental benefits of remanufacturing asynchronous motors to permanent magnet synchronous motors. **Journal of Cleaner Production**. 426, 138932. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138932>
- [4] Khazeinyasab, S.R. & Qi, J. (2021). Generator Parameter Calibration by Adaptive Approximate Bayesian Computation With Sequential Monte Carlo Sampler. **IEEE Transactions on Smart Grid**. 12(5), 4327–4338. 10.1109/TSG.2021.3077734
- [5] ชัยนุสนธ์ เกษตรพวงศาล และมนตรี สุขเลื่อง (2558). การสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโครโนสความเร็รรอบต่ำชนิดแม่เหล็กถาวรจากมอเตอร์เหนี่ยวนำ. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 25(3), 361–370.
- [6] González, W.G., Montoya, O.D., & Garces, A. (2020). Modeling and control of a small hydro-power plant for a DC microgrid. **Electric Power Systems Research**. 180, 106104. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2019.106104>
- [7] Zhou, H., Song, R., Jin, T., Zhou, Z. & Yan, Y. (2024) On the magnetic field induced by swell in inhomogeneous seawater. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**. 205, 104244. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2024.104244>
- [8] Lee, C. H., Shin, H. S., Noh, H. R., & Kim, K. C. (2022). A Study on The Electromagnetic Multi-Step Transmission Characteristics of Interior Permanent Magnet Synchronous Motors. **Energies**, 15(24), 9615. <https://doi.org/10.3390/en15249615>
- [9] Tomiyasu, K., Oishi-Tomiyasu, R., Matsuda, M., & Matsuhira, K. (2018). A new mathematical approach to finding global solutions of the magnetic structure determination problem. **Scientific reports**, 8(1), 16228.

- [10] Pang, H., Fan, W., Liu, F., Duan, L., Liu, S., Wang, J., & Quan, W. (2022). Design of highly uniform field coils based on the magnetic field coupling model and improved PSO algorithm in atomic sensors. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, 71, 1-11. <https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3201500>
- [11] Tumay, M., Demirdelen, T., Bal, S., Kayaalp, R. İ., Doğru, B., & Aksoy, M. (2017). A review of magnetically controlled shunt reactor for power quality improvement with renewable energy applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 77, 215-228. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.008>
- [12] Choi, H. S., Annapureddy, V., Park, N., Jeong, J. W., Hwang, G. T., & Ryu, J. (2022). High-performance magneto-mechano-electric generator through optimization of magnetic flux concentration. **Sustainable Energy & Fuels**, 6(11), 2700-2708. <https://doi.org/10.1039/D2SE00445C>
- [13] Rylko, M. S., Lyons, B. J., Hayes, J. G., & Egan, M. G. (2011). Revised magnetics performance factors and experimental comparison of high-flux materials for high-current DC-DC inductors. **IEEE Transactions on Power Electronics**, 26(8), 2112-2126. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2010.2103573>