

การออกแบบชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากแม่เหล็กฮาร์ดดิสก์เก่า

A Design Electric Generator from Old Hard Drive Magnets

ปานุพงษ์ หมั่นชืด*

Panuphong Mankeed*

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยได้ออกแบบสร้างชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากแม่เหล็กฮาร์ดดิสก์เก่าของคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับครัวเรือนและชุมชนที่ขาดแคลนไฟฟ้า รวมถึงการช่วยลดปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยอุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกับแหล่งพลังงานกลต่าง ๆ อาทิ กังหันลม กังหันน้ำ และจักรยาน เป็นต้น การออกแบบส่วนของสเตเตอร์ใช้ลวดทองเบอร์ 27 พันเป็นขดจำนวน 9 ขด ขดละ 1000 รอบ ต่อแบบสตาร์ 3 เฟส เฟสละ 3 ขด และส่วนของโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวรชนิดนีโอไดเมียมจากฮาร์ดดิสก์เก่าวางเป็นวงกลม 12 จุด จุดละ 4 ชั้น จากการทดสอบในช่วงความเร็วการหมุน 120 – 130 รอบต่อนาที ได้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงขณะไม่มีโหลดประมาณ 17 - 30 โวลต์ กำลังไฟฟ้าขณะมีโหลด ($R = 100$ โอห์ม) ประมาณ 0.2 - 1.1 วัตต์ และกำลังไฟฟ้าขณะชาร์จเข้าแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์-ชั่วโมง มีค่าประมาณ 0.1- 0.9 วัตต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : ชุดผลิตไฟฟ้า/ แม่เหล็กถาวร/ พลังงานทางเลือก/ ขยะอิเล็กทรอนิกส์/ คอมพิวเตอร์/ แม่เหล็กฮาร์ดดิสก์

Abstract

This research is the design of an electric generator from the old hard drive magnet which is installed in the desktop computer as an alternative energy resource. The advantages of this research could be the solutions to the problems of the shortage of electricity in some country area and to the problems of electronic waste. This generator can be applied with a lot of machines such as the windmill, water turbine, and bicycle, etc. The design included two main parts. The first part is the stator which contains 9 sets of a 1000 turns coil made of copper wire of AWG 27. They were connected to each other with the pattern of three star phases, and each phase had 3 coils. The other part of the design was the rotor which was made from the permanent Neodymium magnet from the used hard drive. The magnets were oriented in a circle shape in different 12 points, and each circle consists of 4 layers of the magnets. The generator from this design gave 120-300 rpm while testing for its performance. The generator voltage at no-load was approximately 17-30 Volts. Moreover, the power dropped on-load (100 Ohms) was about 0.2-1.1 Watts. The power measured from charging a 12 V, 5 Ah lead acid battery, was closely to 0.1-0.9 Watts.

Keywords: Electric Generator/ Permanent Magnet/ Alternative Energy/ Electronic Waste/ Computer/ Hard Drive Magnet

*Corresponding author. E-mail: - panuphong_man@cmru.ac.th

1. บทนำ

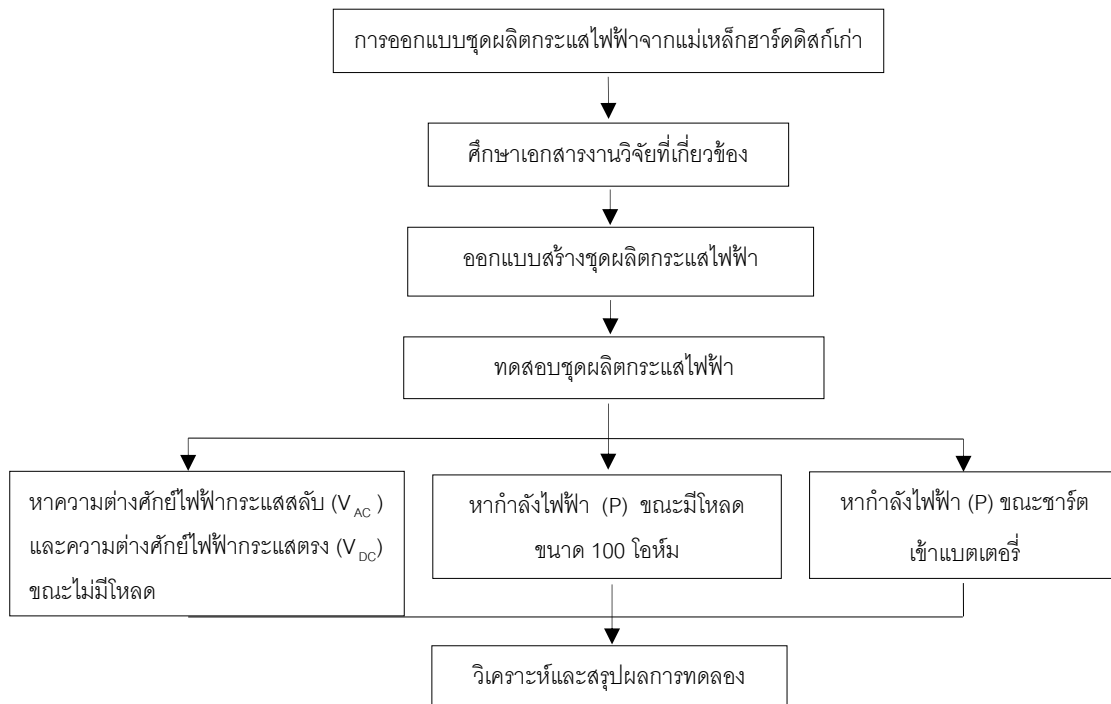
ขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวเราเป็นของเสียที่ไม่มีใครต้องการ โดยชิ้นส่วนหลายชิ้นในอุปกรณ์เหล่านี้จัดว่าเป็นพิษไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ (กิริติ กิ่งแก้ว, 2555) จากอุทกภัยครั้งใหญ่ในประเทศไทยที่ผ่านมา ได้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากมาย ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ชำรุดเสียหาย ซากขยะเหล่านี้มีชิ้นส่วนที่เป็นสารอันตรายต้องได้รับการกำจัดอย่างถูกวิธี ทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดขยะเหล่านี้คือการรีไซเคิลหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด (สุจิตรา วาสนาดำรงดี, 2553) โดยงานวิจัยนี้ได้นำแม่เหล็กในฮาร์ดดิสก์เก่าของคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะมาสร้างอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่ให้พลังงานกลต่าง ๆ ได้ อาทิ กังหันลม กังหันน้ำและ จักรยาน เป็นต้น ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนและชุมชนต่าง ๆ ตามยุทธศาสตร์ของกระทรวงพลังงาน (พ.ศ. 2555- 2559) (กระทรวงพลังงาน, 2555)

2. วิธีการ

สามารถแสดงเป็นผังงานขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 1 เริ่มจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยการศึกษา ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการออกแบบและสร้างชุดผลิตกระแสไฟฟ้าจากแม่เหล็กฮาร์ดดิสก์เก่า รวมถึงการทดสอบชุดผลิตกระแสไฟฟ้า แบ่งเป็น

- การหาความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (V_{AC}) และความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (V_{DC}) ขณะไม่มีโหลด
- การหาค่าลึงไฟฟ้า (P) ขณะมีโหลด ขนาด 100 โอห์ม
- การหาค่าลึงไฟฟ้า (P) ขณะชาร์ตเข้าแบตเตอรี่

จากนั้นนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และ สรุปผลการทดลองรวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ



รูปที่ 1 ผังงานขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบชุดผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

2.1 การคำนวณรอบการพันขดลวด (Dangeama, S. 2011)

ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบดูได้จากตารางที่ 1 โดยใช้สมการที่ (1) (2) (3) และ (4) ในการคำนวณ

$$f = \frac{N P_C}{120} \quad (1)$$

$$B_{\max} = B_r \times \left[\frac{L_m}{L_m + \delta} \right] \quad (2)$$

$$\Phi_{\max} = B_{\max} \times A_{\text{magnet}} \quad (3)$$

$$N_C = \left[\frac{E_A}{4.44 f \Phi_{\max}} \right] \quad (4)$$

เมื่อ N คือความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ (รอบต่อนาที) f คือความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ (เฮิรตซ์) P_C คือจำนวนขดลวดทองแดง (ขด) B_{\max} เป็นความเข้มของสนามแม่เหล็กในอากาศ ณ ระยะเวลาต่างๆ (เวเบอร์ต่อตารางเมตร) B_r คือความเข้มของสนามแม่เหล็กต่อขั้ว (เวเบอร์ต่อตารางเมตร) Φ_{\max} คือค่าฟลักซ์แม่เหล็กที่ระยะต่างๆ (เวเบอร์) L_m คือความหนาของขดแม่เหล็ก (เมตร) δ คือระยะห่างระหว่างสเตเตอร์ถึงโรเตอร์ (เมตร) A_{magnet} คือพื้นที่ด้านบนของแม่เหล็กที่เกิดการเหนี่ยวนำ (ตารางเมตร) E_A คือความต่างศักย์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ต้องการ (โวลต์) N_C จำนวนรอบการพันลวดทองแดง (รอบ)

ตารางที่ 1 ข้อมูลการออกแบบชุดผลิตกระแสไฟฟ้า

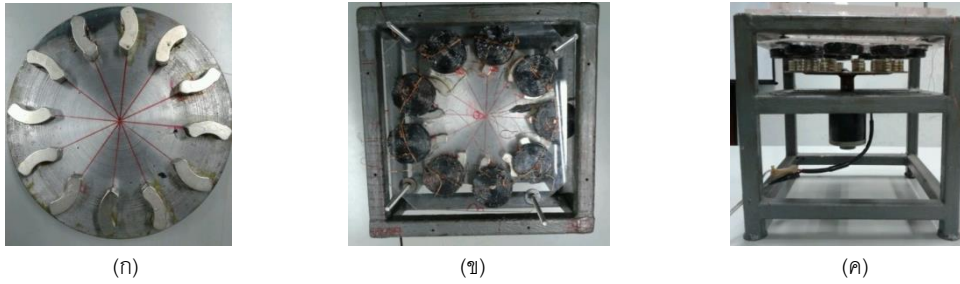
คุณสมบัติ	สัญลักษณ์	ค่าในการออกแบบ
ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับขาออก	E_A	18 โวลต์
ความเร็วการหมุน	N	300 รอบต่อนาที
จำนวนขดลวดทองแดง	P_C	9 ขด
ช่องว่างระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์	δ	5 มิลลิเมตร
ขนาดแม่เหล็กฮาร์ดดิสก์เฉลี่ย 4 ชั้น	$n \times y \times s$	(12.5 × 37.5 × 18) มิลลิเมตร
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กเฉลี่ย (4 ชั้น)	B_r	0.35 เวเบอร์ต่อตารางเมตร
จำนวนรอบการพันลวดทองแดง	N_C	1000 รอบต่อขด
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	P	50 วัตต์
กระแสไฟฟ้าสูงสุด	I_{\max}	1.6 แอมแปร์
ขนาดลวดทองแดง	-	AWG 27
เส้นผ่านศูนย์กลางของโรเตอร์	-	22 เซนติเมตร

2.2 คำนวณขนาดลวดทองแดง (Dangeama, S. 2011)

ในการออกแบบชุดผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้สามารถใช้กับอุปกรณ์ที่ให้พลังงานกลต่างๆ ได้ จึงกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นเพื่อให้สามารถประจุกระแสไฟฟ้าเข้ากับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์-ชั่วโมง (60 วัตต์) และเพื่อไม่ให้ชุดลวดมีขนาดใหญ่เกินไปจึงได้เลือกกำลังวัตต์สูงสุดสำหรับการออกแบบ (P) ที่ 50 วัตต์ จากสมการที่ (5) ทำให้ได้ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านขดลวดทองแดงประมาณ 1.6 แอมแปร์ และขนาดของลวดทองแดงเบอร์ 27

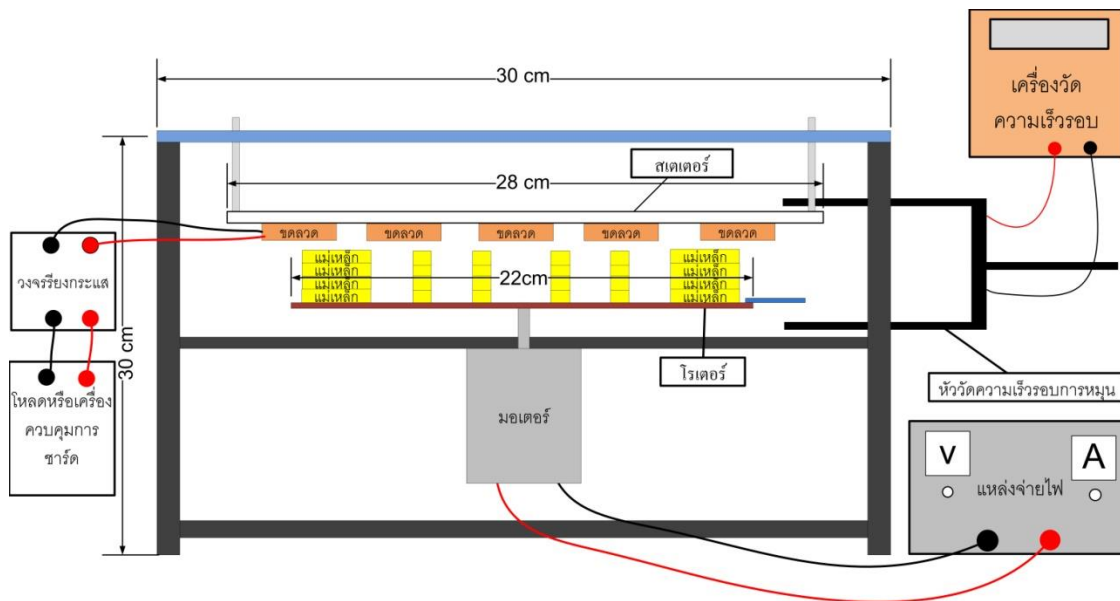
$$I_{\max} = \left[\frac{P}{\sqrt{3} E_A} \right] \quad (5)$$

เมื่อ I_{\max} คือกระแสไฟฟ้าสูงที่สุดที่ไหลผ่านขดลวด (แอมแปร์) P คือกำลังวัตต์สูงสุดสำหรับการออกแบบ (วัตต์)

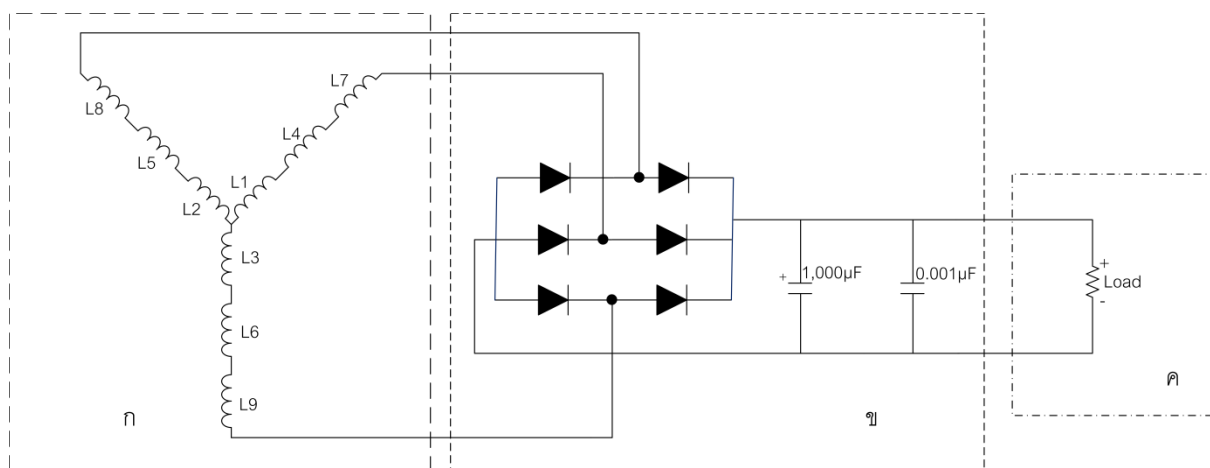


รูปที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดผลิตไฟฟ้า (ก) ส่วนของโรเตอร์ (ข) ส่วนของสเตเตอร์ (ค) โรเตอร์ยึดติดกับมอเตอร์เพื่อทดสอบ

ส่วนของโรเตอร์ใช้แม่เหล็กฮาร์ดดิสก์กว้างซ้อนกัน 4 ชั้น เรียงเป็นวงกลม 12 ชุด ดังรูปที่ 2 (ก) ส่วนของสเตเตอร์ รูปที่ 2 (ข) ใช้ลวดทองแดงเบอร์ 27 พันเป็นขดจำนวน 9 ขด ขดละ 1000 รอบ เพื่อให้ได้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สูงจึงเลือกการต่อขดลวดทั้งหมดแบบสตาร์ 3 เฟส เฟสละ 3 ขด จากนั้นทดสอบชุดผลิตกระแสไฟฟ้าโดยต่ออุปกรณ์ตามรูปที่ 3 และ รูปที่ 4



รูปที่ 3 การต่ออุปกรณ์สำหรับทดสอบชุดผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4 วงจรเรียงกระแสจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (ก) การต่อขดลวดทองแดง 3 เฟส 9 ขด (ข) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น 3 เฟส (ค) โหลดไฟฟ้า

3. ผลและอภิปราย

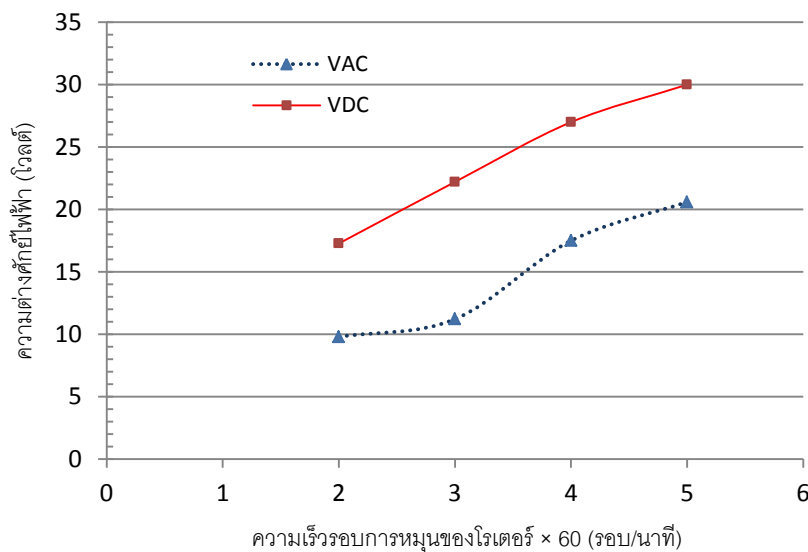
ในการทดสอบชุดผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้าได้กำหนดความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์อยู่ในช่วง 120 - 300 รอบ/นาที ได้ผลดังนี้

3.1 การทดสอบความต่างศักย์ไฟฟ้า ขณะไม่มีโหลด พบว่า เมื่อความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์เท่ากับ 120 180 และ 240 รอบต่อนาที ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ เท่ากับ 9.80 11.22 และ 17.50 โวลต์ ตามลำดับ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่ากับ 17.28 22.21 และ 27.00 โวลต์ โดยที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับและ ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง สูงสุด เท่ากับ 20.60 และ 30.00 โวลต์ ตามลำดับ แสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 5

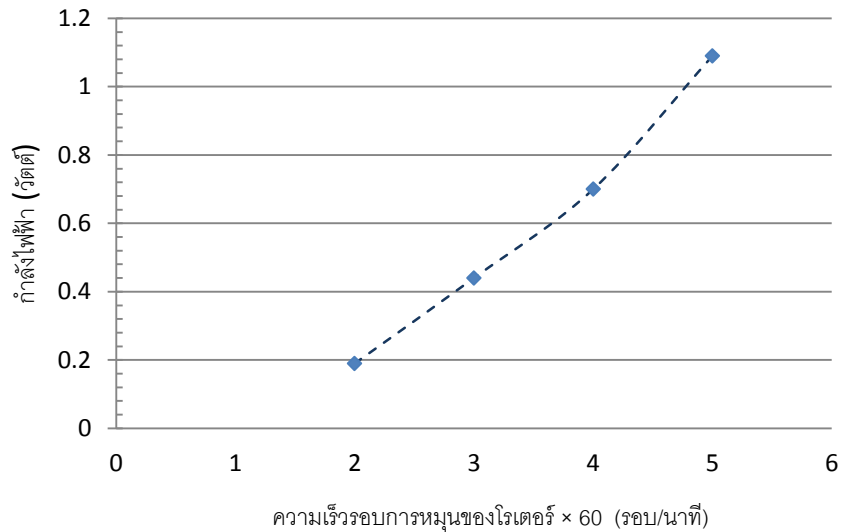
3.2 การทดสอบกำลังของชุดผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้า ขณะมีโหลด ($R = 100$ โอห์ม) ณ ความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์เท่ากับ 120 180 และ 240 รอบต่อนาที ได้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่ากับ 4.35 6.65 และ 8.39 โวลต์ กำลังไฟฟ้า เท่ากับ 0.19 0.44 และ 0.70 วัตต์ และที่ความเร็วรอบ 300 รอบต่อนาที ได้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงและ กำลังไฟฟ้า สูงสุดเท่ากับ 10.46 โวลต์ และ 1.09 วัตต์ ตามลำดับ สามารถแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 6

3.3 การทดสอบกำลังไฟฟ้า ขณะชาร์ตเข้าแบตเตอรี่ ได้ผลตามตารางที่ 2 โดย ณ ความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์เท่ากับ 300 รอบ/นาที ให้ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงและ กำลังไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ 10.00 โวลต์ และ 0.88 วัตต์ ตามลำดับ แสดงกราฟความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 7

จากผลการทดสอบชุดผลิตภัณฑ์กระแสไฟฟ้าจากแม่เหล็กฮาร์ตดิสก์เก่าข้างต้น พิจารณาได้ว่า ความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ส่งผลต่อปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ผลิตได้โดยตรง และเมื่อทดสอบกับโหลดทางไฟฟ้า เห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความเร็วการหมุนของโรเตอร์ที่สูงขึ้นแต่กำลังไฟฟ้าที่ได้ยังคงต่ำกว่าค่าที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นเพื่อให้ได้กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงขึ้นใกล้เคียงกับค่าที่ได้ออกแบบซึ่งเท่ากับ 50 วัตต์ จำเป็นต้องมีระบบเกียร์ทดรอบให้กับโรเตอร์เพื่อเพิ่มความเร็วการหมุนให้มีค่าสูงขึ้น



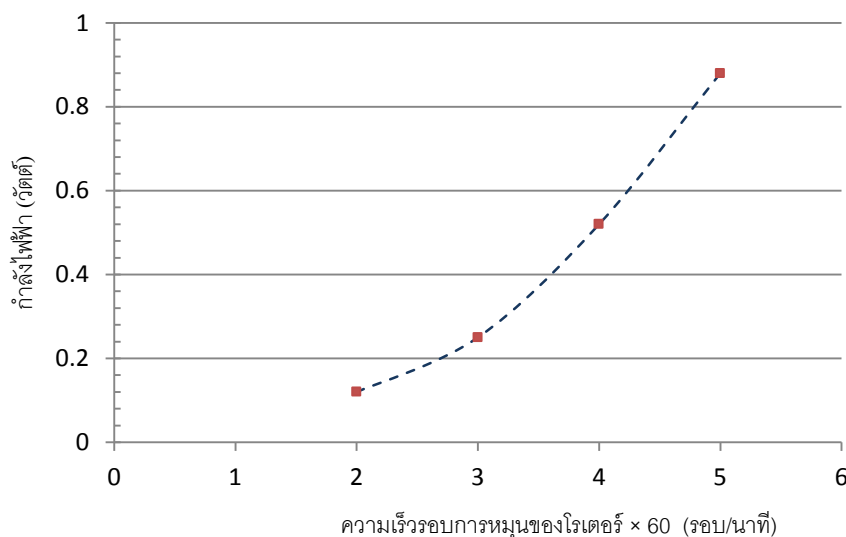
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์กับความต่างศักย์ไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์กับความต่างศักย์รวมของไฟฟ้ากระแสตรงขณะมีโหลด 100 โอห์ม

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้า ขณะชาร์ตเข้าแบตเตอรี่

ความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์ (รอบ/นาที)	V_{DC} ขณะชาร์ตเข้าแบตเตอรี่ (โวลต์)	I_{DC} มิลลิแอมป์	P (วัตต์)
120	7.00	17.57	0.12
180	7.97	31.60	0.25
240	9.00	57.37	0.52
300	10.00	87.87	0.88



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนของโรเตอร์กับความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง ขณะชาร์ตเข้าแบตเตอรี่

4. บทสรุป

ชุดผลิตกระแสไฟฟ้าถูกออกแบบให้มีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 วัตต์ ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ 18 โวลต์ การออกแบบส่วนของสเตเตอร์ใช้ลวดทองแดงเบอร์ 27 พันเป็นขดจำนวน 9 ขด ขดละ 1000 รอบ ต่อแบบสตาร์ 3 เฟส เฟสละ 3 ขด และส่วนของโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวรชนิดนีโอไดเมียมจากยาร์บรอสต์เป็นวงกลม 12 ชุด ชุดละ 4 ชั้น จากการทดสอบในช่วงความเร็วการหมุน 120-300 รอบต่อนาทีให้ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับขณะไม่มีโหลดระหว่าง 10-20 โวลต์ ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรงขณะไม่มีโหลดประมาณ 17-30 โวลต์ กำลังไฟฟ้าขณะมีโหลด ($R = 100$ โอห์ม) ประมาณ 0.2-1.1 วัตต์ และกำลังไฟฟ้าขณะชาร์ทเข้าแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์-ชั่วโมงมีค่าประมาณ 0.1-0.9 วัตต์ ตามลำดับ ในการทดสอบความเร็วการหมุนของโรเตอร์ไม่สามารถกระทำที่สูงกว่านี้เนื่องจากขีดจำกัดของแหล่งจ่ายกำลังให้กับมอเตอร์ รวมถึงควรมีการทดสอบทอร์กและประสิทธิภาพของชุดผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มเติม อีกทั้งการใส่เกียร์ทดรอบเพื่อเพิ่มความเร็วการหมุนให้กับโรเตอร์จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงขึ้นใกล้เคียงกับค่าที่ได้ออกแบบไว้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์และ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่สนับสนุนอุปกรณ์การทดสอบต่างๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2555). ยุทธศาสตร์กระทรวงพลังงาน (พ.ศ. 2555-2559). กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน.
- กรีติ กิ่งแก้ว. (2555). ชยะอิเล็กทรอนิกส์ ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมเทคโนโลยี. สำนักงานจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ.
- สุจิตรา วาสนาดารงดี. (2553). ชยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-waste) อันตรายที่มากับน้ำท่วม. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Dangeama, S. (2011). An electric generator driven by a roof ventilator. *Energy Procedia Journal*, 9, 147–158.