สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

เครื่องผลิตไฟฟ้าจากระบบดูดลมแกลบในโรงสีขนาดเล็ก

The power energy by air pump system in small miller

วส 122645
M 121305

มุณี จันทะรังและคณะ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รับไว้.....
วันลงทะเบียน..... 11 พ.ค. 2560
เลขทะเบียน..... วจ. 249612
เลขเรียกหนังสือ..... 621.31 ม443พ
2558 ฉ.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2557)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าทุกท่าน ที่ร่วมกันแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งคิดค้นวิธีการทดสอบและทดลอง รวมไปถึงออกพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลร่วมกัน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ

งานวิจัยนี้นี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

มุณี จันทะรัง
รศ.ชูชาติ ผาระนัด
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ จันทรศิริ
วีระยุทธ เติมสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง : เครื่องผลิตไฟฟ้าจากระบบดูดลมแกลบในโรงสีขนาดเล็ก

ผู้วิจัย : มุณี จันทะรัง
รศ.ชูชาติ ผาระนัด
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ จันทรศิริ
วีระยุทธ เติมสวัสดิ์

คณะ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปีที่ได้รับทุน : 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขนาดกำลังการผลิต 120 กิโลกรัมต่อ1ชั่วโมง ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 5 วัตต์ ด้วยความเร็วลมจากท่อส่งแกลบไม่น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที และกังหันมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว สามารถเก็บพลังงานไฟฟ้าได้เต็มแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ขนาด12โวลต์ โดยไม่ศึกษาผลกระทบที่มีผลต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ใช้กังหันลมแบบพรอบเพลเลอร์ครอสวินด์-แพคเติล เป็นกังหันลมที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปแพนอากาศมีใบพัด 8 ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 30 นิ้ว ทำจากสังกะสีเรียบ ชุดเจนเนอเรเตอร์ ใช้แม่เหล็กถาวร ขนาด กว้าง 1 นิ้ว ยาว 1.5 นิ้ว และหนา 0.5 นิ้ว จำนวน 24 ก้อน โดยแบ่งเป็น 2 ชุดๆ ละ 12 ก้อน และส่วนของขดลวดใช้ลวดเบอร์ 25 SWG พัน 900 รอบ ทั้งหมด 9 ขด นำวงจรเรียงกระแสมาใช้แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง ทดลองประสิทธิภาพของเครื่องในขณะไม่มีโหลดและขณะมีโหลด โดยกำหนดระยะห่างระหว่างปลายท่อส่งแกลบของโรงสีกับกังหันลมไว้ 3 ระยะ คือ 50,100 และ 150 เซนติเมตร

ผลการทดลองพบว่า ขณะไม่มีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที แรงดันกระแสสลับ 55 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรง 65 โวลต์ เป็นระยะที่ดีที่สุด และเมื่อทดสอบขณะมีโหลด โดยต่อหลอดไส้ขนาด 8 วัตต์ 12 โวลต์ พบว่า ระยะ 50 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที แรงดันกระแสสลับ 4.05โวลต์ และ แรงดันกระแสตรง 3.56 โวลต์, กระแสไฟฟ้า 0.23 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้า 0.81 วัตต์ เป็นระยะที่ดีที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TITLE : THE POWER ENERGY BY AIR PUMP SYSTEM IN SMALL MILLER
RESEARCHER : MUNEE CHANTARANK
Associate Professor CHUCHART PHARANAT
Assistant Professor Dr. JAKKRIT JANTARASIRI
WEERAYUT TERMSAWAT
FACULTY : Faculty of Science and Technology
SCHOLARSHIP RESEARCH : 2014

ABSTRACT

This research is study to produce electricity by wind power from pipeline rice mill capacity 120 kg for 1 hour. The prediction of power is more than 5 watts of power. With wind speeds of at least 3 meters pipe fuel per second. The turbine has a diameter of not less than 12 inches. Full battery can store energy to lead - acid, 12-volt Without effect on the lifetime of the battery.

The wind turbine dealer Cup Cross Plains Windsor - Pack Seahawks. A wind turbine with a cross-section of 8 blades air pan at least 30 inches in diameter made from galvanized flat. The permanent magnet is 1 inch wide and 1.5 inch thick, 0.5 inches by 24 before dividing into two sets of 12 pieces each. And the number 25 SWG wire coil wrapped around a 9 coil 900. The rectifier converts the AC power into DC power. Experimental performance of the no-load and the load. By the distance between the fuel pipe mill with a 3 phase wind turbine is 50, 100 and 150 cm.

The results showed that the no-load speed range of 50 cm to 120 rounds per minute average. AC voltage 55 volt and 65 volt DC voltage. Is the best. When the load test. 8-watt incandescent with a 12-volt 50 cm was found that the average speed of 120 rpm. AC voltage 4.05 V and 3.56 V. DC voltage, current, and 0.23 Amp Power 0.81 watts.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
ABSTRACT ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 1
ขอบเขตการวิจัย 1
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย 2
นิยามศัพท์เฉพาะ 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
โรงสีข้าว 3
กังหันลม 4
แม่เหล็กไฟฟ้า 8
เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 9
วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง 19
พลังงานลม 20
แบตเตอรี่ 22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อ 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 29
วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 29
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ 31
การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง 41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

หัวเรื่อง หน้า

บทที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบ.....42
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 48

บรรณานุกรม 50

ภาคผนวก..... 52

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการสีข้าวเปลือก 1,000 กิโลกรัม สีเป็นข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2 4
2.2 ลักษณะ ข้อดีและข้อเสีย ของกังหันที่หมุนในแนวนอน 6
2.3 ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด กับสภาพการประจุของแบตเตอรี่ 27
4.1 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร 42
4.2 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 100 เซนติเมตร 43
4.3 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร 44
4.4 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร 45
4.5 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 100 เซนติเมตร 46
4.6 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร 47

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 กังหันแบบแกนหมุนอยู่แนวตั้ง 5
รูปที่ 2.2 กังหันแบบแกนหมุนอยู่แนวนอน 7
รูปที่ 2.3 รูปร่างของแม่เหล็กถาวร 9
รูปที่ 2.4 โครงเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 10
รูปที่ 2.5 ร่องแบบต่างๆ ของแกนอาร์เมเจอร์ 10
รูปที่ 2.6 ส่วนที่หมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ (Salient pole) 11
รูปที่ 2.7 การพันขดลวดแบบแล็ป และแบบเวฟ 12
รูปที่ 2.8 การพันขดลวดแบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น 12
รูปที่ 2.9 การพันขดลวดแบบสไปแรล 13
รูปที่ 2.10 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ 13
รูปที่ 2.11 ขดลวดอาร์เมเจอร์ 2 เฟส พัน 2 ชั้นแบบแล็ปมี 4 ร่องขั้วต่อเฟส 14
รูปที่ 2.12 ขดลวดอาร์เมเจอร์แบบ 3 เฟส พัน 2 ชั้น แบบแล็ปมีคอล์ยพีชเต็ม 14
รูปที่ 2.13 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งศูนย์ที่มา 15
รูปที่ 2.14 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็ก 15
รูปที่ 2.15 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งศูนย์ 16
รูปที่ 2.16 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งเส้นแม่เหล็กสูงสุด 16
รูปที่ 2.17 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในตำแหน่งต่างๆ 17
รูปที่ 2.18 วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าหรือวงจรเร็กติฟาย 20
รูปที่ 2.19 Storage Battery 22
รูปที่ 2.20 โครงสร้างแบตเตอรี่ที่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรดในแบตเตอรี่ 22
รูปที่ 2.21 โครงสร้างของแบตเตอรี่ที่ไม่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรดในแบตเตอรี่ 23
รูปที่ 2.22 แผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุบวกและแผ่นกั้น 23
รูปที่ 2.23 ฝาปิดเซลล์และรูระบายอากาศ 24
รูปที่ 2.24 ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในแบตเตอรี่ 25
รูปที่ 2.25 การใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด 27
รูปที่ 2.26 การใช้โวลต์มิเตอร์ทดสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่ 28
รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย 31
รูปที่ 3.2 โครงสร้างกังหันลมแบบพรอบเพลเลอร์ ครอสวินด์ – แพคเติล 32
รูปที่ 3.3 รูปแบบใบพัด 1 ใบพัด 32
รูปที่ 3.4 เชื่อมชุดใบพัดติดกับแกนเหล็ก 33
รูปที่ 3.5 การพันขดลวดทองแดง 33
รูปที่ 3.6 สร้างบล็อกหล่อเรซิ่นของชุดขดลวด 34

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.7 การวางขดลวดและการต่อขดลวด 34
รูปที่ 3.8 การหล่อเรซิ่นใส่ขดลวดเพื่อขึ้นรูป 35
รูปที่ 3.9 การออกแบบชุดโรเตอร์ 35
รูปที่ 3.10 การวางชุดแม่เหล็กถาวร 36
รูปที่ 3.11 หล่อเรซิ่นชุดแม่เหล็กถาวร 36
รูปที่ 3.12 ประกอบโรเตอร์และชุดสเตเตอร์ 37
รูปที่ 3.13 ปิดส่วนของกังหัน 37
รูปที่ 3.14 ปิดส่วนของ ชุดเจนเนอร์เรเตอร์ 38
รูปที่ 3.15 วงจรเรกติฟายเออร์ 38
รูปที่ 3.16 ต่อแบตเตอร์รี่ ขนาด 12 โวลต์ เข้ากับวงจร 39
รูปที่ 3.17 ติดตั้งโวลต์มิเตอร์ 39
รูปที่ 3.18 นำชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ลงพื้นที่เพื่อทำการทดสอบและเก็บข้อมูล 40
รูปที่ 3.19 ลักษณะการติดตั้งเครื่องเพื่อทำการทดสอบ 40

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากการที่เกษตรกรในชนบทส่วนมากจะเก็บข้าวเปลือกส่วนหนึ่งไว้บริโภคภายในครัวเรือน และทยอยนำไปสีเป็นข้าวสาร ครั้งหนึ่ง ๆ ประมาณ 1-2 หาบต่อครอบครัว (1หาบ=60 กิโลกรัม) โดยนำข้าวเปลือกไปสีที่โรงสีข้าวขนาดเล็กในหมู่บ้าน (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2539:20) ดังนั้น โรงสีข้าวจึงมีอยู่เกือบทุกชุมชนและในโรงสีข้าวแต่ละแห่งจะมีท่อส่งแกลบหรือเปลือกข้าวโดยใช้ลมเป็นพลังงานในการพัดแกลบหรือเปลือกข้าวออกมาตามท่อส่ง

โรงสีข้าวแม้จะมีประโยชน์ในเรื่องแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสารแล้ว แต่ปัญหาที่ตามมาก็มากเช่นกัน อาทิการดูแลรักษาในการซ่อมแซมต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก และค่าไฟแต่ละเดือนสูงเพราะโรงสีข้าวใช้กระแสไฟฟ้ามาก สำหรับในแง่การประหยัดพลังงานสามารถทำได้โดยการสีข้าวให้ต่อเนื่อง เพราะการสตาร์ทมอเตอร์แต่ละครั้งใช้กระแสไฟฟ้ามาก นอกจากนี้โรงสีข้าวยังให้พลังงานรูปแบบอื่นออกมาคือพลังงานลมจากท่อส่งแกลบซึ่งพลังงานนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ดังนั้นจึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะทำการศึกษา ออกแบบ และประดิษฐ์ เครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขึ้น เพื่อใช้พลังงานลมให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยโรงสีข้าวส่วนใหญ่นั้นสีเฉพาะเวลากลางวัน พลังงานไฟฟ้าที่ได้จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นต้องประจุไว้ในแบตเตอรี่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษา ออกแบบ ประดิษฐ์เครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขนาดกำลังการผลิต 120 กิโลกรัมต่อ1ชั่วโมง ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่เกิน 5 วัตต์ ด้วยความเร็วลมจากท่อส่งแกลบไม่น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาทีและกังหันมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 โครงสร้าง กว้าง 115 เซนติเมตร ยาว 170 เซนติเมตร สูง 90 เซนติเมตร

1.3.2 เก็บพลังงานไฟฟ้าได้เต็มแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ขนาด 12 โวลต์ ความจุ 3.5 แอมป์

1.3.3 ใช้กังหันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ทำจากสังกะสีเรียบ

1.3.4 ใช้แม่เหล็กขนาดกว้าง 1 นิ้ว ยาว 1.5 นิ้ว หนา 0.5 นิ้ว

1.3.5 ใช้ลวดทองแดงเบอร์ 25 พันจำนวน 900 รอบ

1.3.6 ใช้แกนหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2 เซนติเมตร

1.3.7 ใช้โวลต์วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสับ โวลต์วัดแรงดันไฟฟ้ากระตรง

1.3.8 ทดสอบขณะไม่มีโหด และขณะมีโหลดที่ระยะต่างกัน

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1.4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง ความสามารถในการส่งผ่านพลังงานที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออก หรือกำลังเอาต์พุตต่อพลังงานที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับหรือกำลังอินพุต (พลังงานไฟฟ้าเนื่องมาจากการหมุนของแท่งแม่เหล็ก (พลังงานกล) ตัดกับขดลวด) หาได้จาก

$$\frac{\text{พลังงานเอาต์พุต}}{\text{พลังงานอินพุต}} \times 100\ \% \quad \text{..... (1.1)}$$

1.4.2 ตำแหน่งที่เหมาะสม คือ ตำแหน่งที่ทำให้ใบพัดของกังหันลมมีความเร็วลมเฉลี่ย และความเร็วรอบของกังหันมากที่สุด

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 วงจรเรียงกระแส หมายถึง วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

1.5.2 โวลต์มิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสามารถวัดสภาพการประจุของแบตเตอรี่ โดยดูจากแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ทำได้โดยการต่อขนานกับขั้วของแบตเตอรี่ขณะมีการจ่ายไฟออกจากแบตเตอรี่ ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น โวลต์

1.5.3 ไฮโดรมิเตอร์ เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดโดยวัดปริมาณของกรดกำมะถันที่มีอยู่ในสารละลาย เพื่อพิจารณาสภาพการประจุของแบตเตอรี่

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้เครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบโรงสี

1.6.2 ได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าที่เรียนมา

1.6.3 ได้ใช้พลังงานลมจากท่อส่งแกลบโรงสีให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

1.6.4 ได้พลังงานจากเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบโรงสีที่ประจุไว้ในแบตเตอรี่ไว้ใช้งาน

1.6.5 เกษตรกรได้ประโยชน์จากการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลม

1.6.6 เป็นเครื่องต้นแบบเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อพัฒนาในโรงสีขนาดใหญ่

1.6.7 ได้พลังงานไฟฟ้าที่สะอาด ไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Rajabhat Maha Sarakham University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรงสีข้าว

โรงสีข้าว หมายถึง สถานที่สีข้าวเปลือกให้เป็นข้าวสารด้วยเครื่องจักร โดยสามารถแบ่งโรงสีข้าวตามประเภทการใช้เชื้อเพลิงออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ โรงสีที่ใช้หม้อไอน้ำ ใช้แกลบจากการสีข้าวเป็นเชื้อเพลิง, โรงสีไฟฟ้า ใช้กระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์ และ โรงสีที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลใช้น้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

2.1.1 หลักการทำงาน

โดยทั่วๆ ไปแล้วข้าวเปลือกที่ได้รับจากชาวนา ยังไม่สะอาดพอที่จะส่งเข้าเครื่องสีเลย จะต้องนำผ่านตะแกรงร่อนสิ่งเจือปนออก ได้แก่ ฟางข้าว เศษดิน เศษหิน และฝุ่นละออง แล้วจึงนำเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกข้าวเปลือก ซึ่งจะมีลูกยางกลม 2 ลูก หมุนอยู่เมล็ดข้าวเปลือกที่ผ่านร่องระหว่างลูกกลมยาว 2 ลูกนี้จะถูกแรงเสียดสีของลูกยางทำให้เปลือกข้าวหลุดออกจากเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกจะได้แกลบข้าวกล้อง และข้าวเปลือกส่วนที่ยังไม่ถูกกะเทาะเปลือกผ่านต่อไปยังตะแกรงเหลี่ยมซึ่งมีแผ่นตะแกรงทำการร่อนแยกแกลบ ข้าวเปลือก และข้าวกล้องออกจากกัน ข้าวเปลือกจะย้อนกลับไปเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกใหม่ ข้าวกล้องจะผ่านไปตะแกรงโยกเพื่อทำการคัดข้าวเปลือกที่ยังมีผสมไปกับข้าวกล้องออกให้เหลือแต่ข้าวกล้องเท่านั้น

2.1.2 ส่วนประกอบโรงสี

1) ตะแกรงโยก มีหน้าที่คัดข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องในตะแกรงโยกมีแผ่นเหล็กบางๆวางกั้นเป็นช่องๆสลับฟันปลา ตะแกรงโยกจะเดินหน้าและถอยหลังตลอดเวลา ข้าวเปลือกและข้าวกล้องจะถูกคัดแยกไปคนละทาง ข้าวเปลือกจะย้อนกลับไปเข้าเครื่องกะเทาะใหม่ ส่วนข้าวกล้องจะผ่านไปสู่หินขัดข้าวเปลือก และหินขัดข้าวขาวต่อไป

2) หินขัดข้าวกล้องและหินขัดข้าวขาว มีลักษณะเป็นเหล็กทรงลูกข่าง มีหินกากเพชรผสมปูนพอกไว้โดยรอบ ตั้งบนแกนที่หมุนได้ ผนังที่หุ้มหินขัดข้าวจะมียางเป็นท่อนๆ เรียกว่ายางขัดข้าววางอยู่ ข้าวกล้องจะผ่านช่องว่างระหว่างหินขัดข้าวและยางขัดข้าว ในขณะที่หินขัดข้าวหมุนอยู่ตลอดข้าวกล้องจะถูกขัดจนขาว โดยผ่านหินขัดข้าว 2 ครั้ง คือ หินขัดข้าวกล้อง และหินขัดข้าวขาวที่ผนังหุ้มหินขัดข้าวกล้อง และหินขัดข้าวขาวจะมีช่องให้พัดลมดูดผิวของเมล็ดข้าวกล้องที่ถูกขัดออกไป ส่วนนี้เรียกว่า รำละเอียดข้าวขาวที่ออกจากหินขัดข้าว จะเป็น ต้นข้าว ข้าวหัก และ ปลายข้าว รวมกัน จะต้องนำไปผ่านตะแกรงเหลี่ยม และตะแกรงกลม เพื่อคัดออกมาเป็นชนิดข้าวตามต้องการต่อไป

3) ตะแกรงเหลี่ยม ทำหน้าที่คัดต้นข้าวและปลายข้าวนี้ประกอบด้วยแผ่นตะแกรงซ้อนกันหลายแผ่น แต่ละแผ่นจะมีรูตะแกรงขนาดต่างๆกัน เพื่อให้ข้าวแต่ละชนิดผ่านได้และผ่านไม่ได้ ตัวตะแกรงเหลี่ยมจะเขย่าตลอดเวลาที่ทำงาน ตะแกรงกลมที่ลักษณะเป็นแผ่นเหล็กม้วนกลมหมุนตลอดเวลาที่ทำงาน ผิวแผ่นเหล็กด้านในมีรูลักษณะแบบเต้าขนมครกแต่เล็กกว่ามาก เพื่อให้เมล็ดข้าวที่หักที่เล็กเกาะอยู่ขณะที่ปล่อยให้เมล็ดใหญ่กว่าผ่านไปได้ ข้าวที่ผ่านการคัดของตะแกรงกลมแล้วจะได้ขนาดและชนิดตามต้องการซึ่งแบ่งเป็นชนิดจากใหญ่ไปหาเล็ก คือ ต้นข้าว ปลายข้าว เอ.วันเลิศ

พิเศษ ปลายข้าว เอ.วันเลิศ ปลายข้าวซี แกลบที่ร่อนออกจากตะแกรงจะดูดพัดลมดูดไปไว้ต่างหาก ขณะเดียวกันพัดลมจะดูดเศษข้าวกล้องละเอียดหรือจมูกข้าวรวมทั้งแกลบละเอียดที่เกิดจากการกะเทาะเปลือกข้าวเปลือกไปไว้ยังอีกทางหนึ่งส่วนนี้เรียกว่า รำหยาบ

ตารางที่ 2.1 แสดงการสีข้าวเปลือก 1,000 กิโลกรัม สีเป็นข้าว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2

ประเภท	ปริมาณ
ต้นข้าว	405 กิโลกรัม
ปลายข้าว เอ.วันเลิศพิเศษ	20 กิโลกรัม
ปลายข้าว เอ.วันเลิศ	160 กิโลกรัม
ปลายข้าว ซี	90 กิโลกรัม
รำละเอียด	81 กิโลกรัม
รำหยาบ	30 กิโลกรัม
แกลบ+ละออง	214 กิโลกรัม

หมายเหตุ ตัวเลขนี้เป็นตัวเลขโดยประมาณของสมาคมผู้ส่งข้าวออกต่างประเทศ
(ที่มา: ไทยเกษตรศาสตร์. 2555)

ตัวเลขจากการสีข้าวข้างบนเป็นตัวเลขโดยประมาณ ต้นข้าวและปลายข้าวอาจจะได้มากหรือน้อยกว่านี้ก็ได้ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของข้าวเปลือก ประสิทธิภาพในการสีและคุณภาพของข้าวสาร และปลายข้าวที่ต้องการ การสีข้าวจะสีตามกรรมวิธีที่อธิบายครั้งเดียว (หนเดียว) เท่านั้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

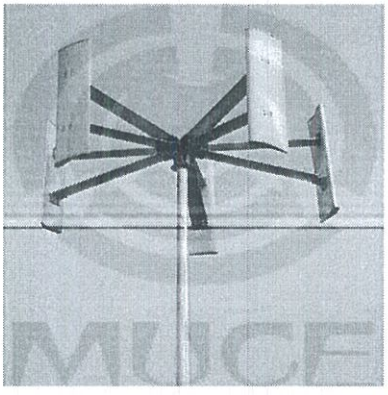
2.2 กังหันลม

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กังหันลมแบบแกนหมุนอยู่แนวตั้งและกังหันแบบแกนหมุนอยู่ในแนวนอน

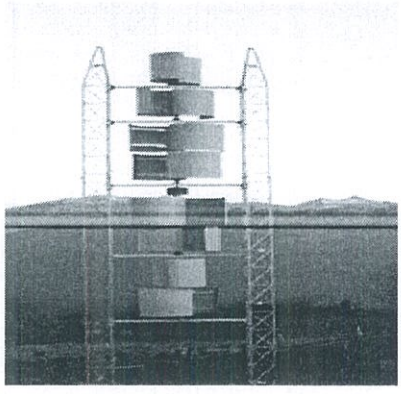
2.2.1 กังหันแบบแกนหมุนอยู่แนวตั้งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบซาโวเนียสหรือเอสโรเตอร์ และแบบดาเรียส

1) กังหันลมแบบซาโวเนียส หรือเอสโรเตอร์ เป็นกังหันที่ขับด้วยแรงฉุด กังหันลมแบบนี้มีข้อดีคือสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและให้แรงบิดสูงแต่จะมีข้อเสียคือความเร็วรอบต่ำ

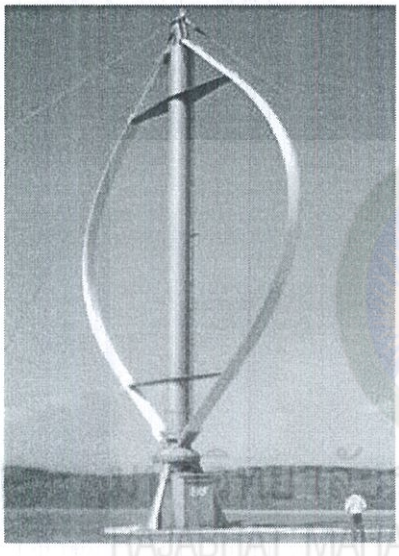
2) กังหันลมแบบดาเรียส เป็นกังหันลมที่ขับด้วยแรงยก กังหันลมแบบนี้ข้อดีคือสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและมีความเร็วรอบสูง



ไจโรมิลล์



ซาโวเนียส



ดาร์เรียส

แบบถ้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.1 กังหันแบบแกนหมุนอยู่แนวตั้ง
(ที่มา: สถานทูตอิสราเอล. 2552)

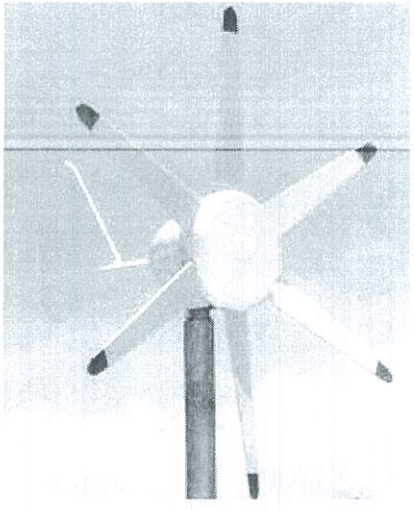
2.2.2 กังหันแบบแกนหมุนอยู่ในแนวนอน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบที่มีจำนวนใบไม่มาก และแบบที่มีจำนวนใบมาก

ตารางที่ 2.2 ลักษณะ ข้อดีและข้อเสีย ของกังหันที่หมุนในแนวนอน

ชื่อใบพัด	ลักษณะ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. กังหันลมแบบพรอบเพลเลอร์	มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปแพนอากาศ (airfoil) มีใบพัดตั้งแต่1ถึง4ใบแบบที่มีใบ 1หรือ 2 ใบพัด	จะมีความเร็วรอบสูงมากใช้เป็นกังหันผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า	-
2. กังหันลมแบบใบพัดเป็นแผ่น	มีทั้งชนิดเป็นแผ่นราบและแผ่นโค้ง กังหันลมแบบนี้มีจำนวนใบพัดหลายใบอาจมีตั้งแต่ 40-50 ใบ	-	จะมีความเร็วรอบต่ำเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องมีแรงขับสูงนิยมใช้เป็นกังหันสูบน้ำ
3. กังหันลมแบบเซลวิง	-	มีน้ำหนักเบา	-
4. กังหันลมแบบกงล้อจักรยาน	พัฒนาขึ้นมาจาก หลักการของล้อจักรยานคือขอบใบพัดและดุมล้อขึงไว้ด้วยลวดใบพัดเป็นรูปแพนอากาศ	มีน้ำหนักเบา	มีความเร็วรอบต่ำ
5. กังหันลมชนิดใบพัดรูปลำแพน	ใบพัดทำด้วยเสื่อหรือผ้าส่วนมากมีใบพัด 6ใบพัด	ออกแบบง่าย,ราคาถูก	มีความเร็วรอบต่ำ

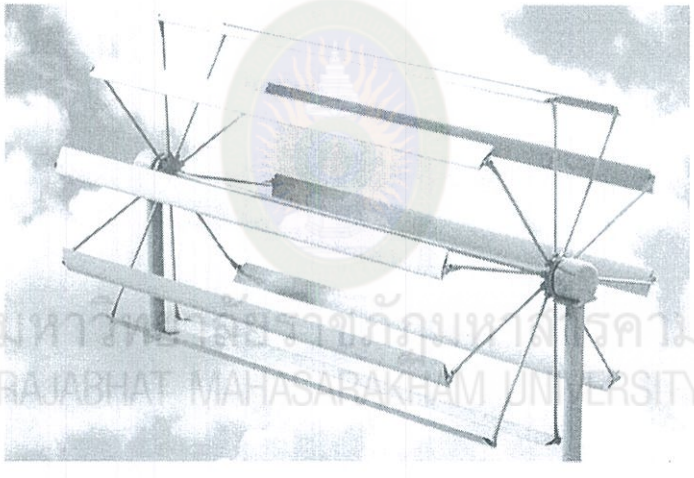
(ที่มา: พลังงานหมุนเวียน. 2542)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



หลายใบพัดแบบ

สามใบพัด



แบบพรอบเพลเลอร์ครอสสวินด์แพคเติล

รูปที่ 2.2 กังหันแบบแกนหมุนอยู่แนวนอน
(ที่มา: Johnson. 2008)

กังหันลมที่เลือกใช้ กังหันลมแบบพรอบเพลเลอร์ครอสวินด์-แพคเติล ลักษณะ เป็นกังหันลมที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปแพนอากาศมีใบพัดตั้งแต่ 1 ถึง 8 ใบ

ข้อดี จะมีความเร็วรอบสูง เหมาะสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า วัสดุที่ใช้ทำใบพัดสามารถทนแรงปะทะแกลบและเหมาะสำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้ด้านข้างและการเคลื่อนย้าย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 แม่เหล็กไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเส้นลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆเส้นลวด ลักษณะของสนาม แม่เหล็กขึ้นอยู่กับรูปร่างของเส้นลวดและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้ เป็นวิธีเดียว กับสนามแม่เหล็กจาก แม่เหล็กถาวร ผลที่เกิดขึ้นเรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งใช้สร้างแม่เหล็กที่มีกำลังสูง และใช้สำหรับทำให้เกิดการเคลื่อนที่โดยกระแสไฟฟ้า แม่เหล็ก คือสารที่สามารถดูดเหล็กหรือเหนี่ยวนำให้เหล็กหรือสารแม่เหล็กเป็นแม่เหล็กได้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

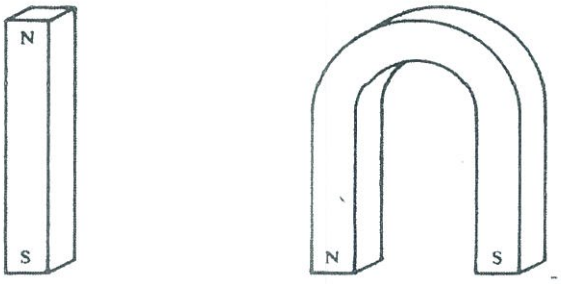
2.3.1 แม่เหล็กถาวร (Permanent Magnetic) คือแม่เหล็กที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กตลอดไป เช่น แม่เหล็กที่ใช้ในลำโพง เป็นต้น ซึ่งได้มาจากการนำเอาลวดทองแดงอาบน้ำยาพันรอบๆแท่งเหล็กกล้าแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวด ทำให้เกิดสนานแม่เหล็กไปดูดเหล็กผลักโมเลกุลภายในแท่งเหล็กกล้า ให้มีการเรียงตัวของโมเลกุลอย่างเป็นระเบียบตลอดไป เหล็กกล้าดังกล่าวก็จะคงสภาพเป็นแม่เหล็กถาวรต่อไป

2.3.2 แม่เหล็กไฟฟ้า หรือ แม่เหล็กชั่วคราว (Electro Magnetic) เป็นแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับแม่เหล็กถาวร แต่เหล็กที่นำมาใช้เป็นเพียงเหล็กอ่อนธรรมดา เมื่อมีการป้อนกระแส ไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กอ่อนนั้น แท่งเหล็กอ่อนก็จะมีสภาพเป็นแม่เหล็กไปทันที แต่เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไป อำนาจแม่เหล็กก็จะหมดไปด้วย เช่น อุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) โซนินอยด์ (Solenoid) กระดิ่งไฟฟ้า เป็นต้น แม่เหล็กเป็นสิ่งสามัญธรรมดาและปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ แม่เหล็กสามารถที่จะต่อเชื่อมติดกันได้โดยที่ไม่ต้องใช้กาวปะหรือติด และสามารถที่จะยกของบางอย่างที่มีน้ำหนักมากกว่าตัวของมันเองได้ถึงหลายเท่า นอกจากนี้ แม่เหล็กยังสามารถที่จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ ไปได้โดยที่ไม่ได้สัมผัสกับตัวของแม่เหล็กเลย สนามแม่เหล็กที่อยู่รอบๆแท่งแม่เหล็กสามารถที่จะเคลื่อนที่ผ่านสิ่งใดๆไปได้ ไม่สามารถที่จะมองเห็น หรือสัมผัสมันได้ นอกจากนี้สนามแม่เหล็กไม่มีทั้งรสและกลิ่นอีกด้วย แต่มีจริงและและสามารถนำมาใช้งานได้ ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเปลี่ยนการเคลื่อนที่ให้เกิดไฟฟ้า ในมอเตอร์ไฟฟ้าใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเปลี่ยนไฟฟ้าให้เกิดการเคลื่อนที่และในหม้อแปลงไฟฟ้าใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า

2.3.3 ขั้วแม่เหล็ก ถ้าทำการแขวนแท่งแม่เหล็กด้วยเชือก จะเป็นการวางตัวในแนว ทิศเหนือ – ทิศใต้เสมอ เนื่องจากปลายเดียวกันได้ชี้ทิศเหนือเสมอ ดังนั้นจึงเรียกปลายของแท่งแม่เหล็กดังกล่าวนี้ว่า ขั้วเหนือ(north pole) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งได้ชี้ทิศใต้เสมอเช่นเดียวกันจึงเรียกว่าขั้วใต้ (south pole)

2.3.4 เส้นแรงแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กถูกสร้างขึ้นด้วยเส้นแรงแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กเหล่านี้จะไม่ไหลเหมือนกับกระแสไฟฟ้า แต่จะชี้ไปในทิศทางที่มีขอบเขตจำกัด โดยที่มันจะชี้ออกจากขั้วเหนือและวิ่งเข้าหาขั้วใต้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.3 รูปร่างของแม่เหล็กถาวร
(ที่มา: เจษฐพล แสนพวง. 2554 : 13)

2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงต่างทำหน้าที่เหมือนกันคือ ผลิตแรงดันไฟฟ้า แต่มีข้อแตกต่างกันคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ขอลวดอาร์เมเจอร์เป็นส่วนหมุนและขดลวดสนามแม่เหล็กเป็นส่วนที่อยู่กับที่ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับอาจจะใช้ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นส่วนหมุนหรือส่วนที่อยู่กับที่ก็ได้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับส่วนใหญ่เป็นแบบขั้วแม่เหล็กหมุนเพราะว่า

1) กระแสที่นำไปใช้กับโหลด ไม่ต้องผ่าน สลิปริง จึงลดปัญหาเรื่องฉนวนไฟฟ้า

2) ผลิตไฟฟ้าได้สูงถึง 30 กิโลโวลต์

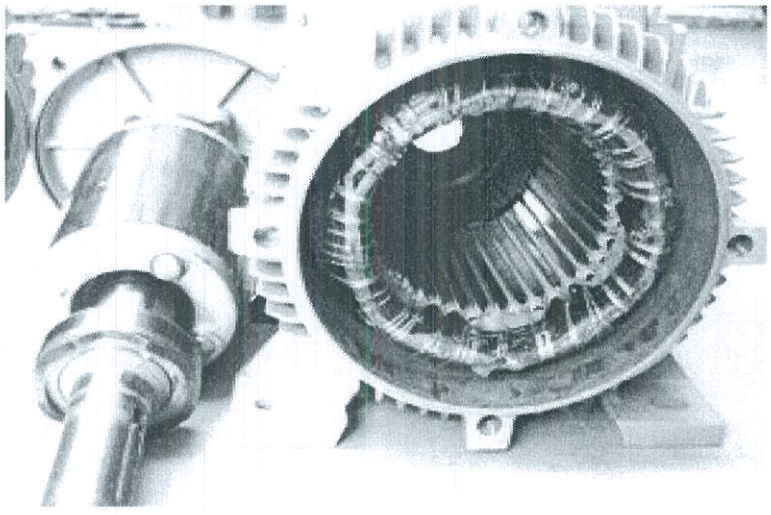
3) ขนาดของส่วนหมุนลดลง ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของขดลวดอาร์เมเจอร์น้อยกว่าขดลวดสนามแม่เหล็ก จึงใช้กระแสฟิลด์น้อยประมาณ 100 ถึง 250 โวลต์

2.4.1 ส่วนประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขั้วแม่เหล็กหมุน

1) โครงเครื่อง

เป็นส่วนรองรับส่วนประกอบอื่นๆของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยเหล็กหล่อในเครื่องที่มีการหมุนต่ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตและมีช่องระบายความร้อน ดังรูปที่ 2.4

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

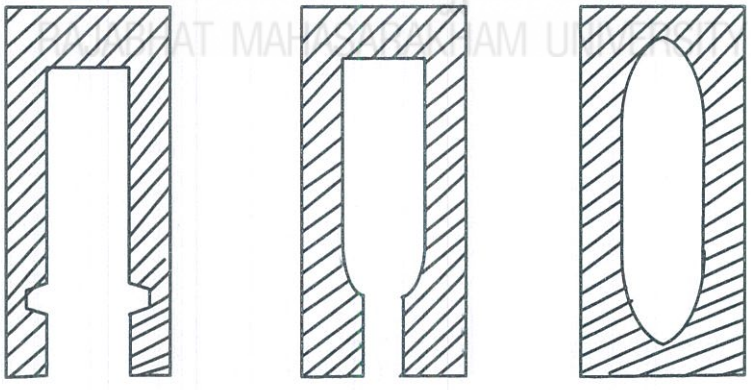


รูปที่ 2.4 โครงเครื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
(ที่มา: kiriwongpicohydrogroup. 2553)

2) แกนเหล็กอาเมเจอร์

เป็นส่วนที่ใช้พันขดลวดอาเมเจอร์ทำด้วยเหล็กแผ่นบางๆ (Laminated sheet - steel) ปั๊มเป็นร่อง (slot) สำหรับพันขดลวดเพื่อลดการสูญเสียจากกระแสไหลวน (Eddy Current) ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่แกนเหล็กอาเมเจอร์มีช่องสำหรับอากาศผ่านเพื่อช่วยระบายความร้อน ร่องแบบต่างๆของแกนอาเมเจอร์แสดงดังรูปที่ 2.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แบบเปิด (Wide-Open) แบบกึ่งเปิด (Semi-Closed) แบบปิด Closed

รูปที่ 2.5 ร่องแบบต่างๆ ของแกนอาร์เมเจอร์
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

จากรูปที่ 2.5 มีลักษณะของร่องที่ใช้พันขดลวดดังนี้

1) ร่องแบบเปิด (Wide - Open type slot) เป็นร่องที่นิยมใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดีคือ ง่ายต่อการบรรจุขดลวด และง่ายต่อการซ่อม แต่ข้อเสียคือคือเส้นแรงแม่เหล็กที่ช่องว่าง (Air-gap flux) ทำให้รูปคลื่นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดการกระเพื่อม (Ripple)

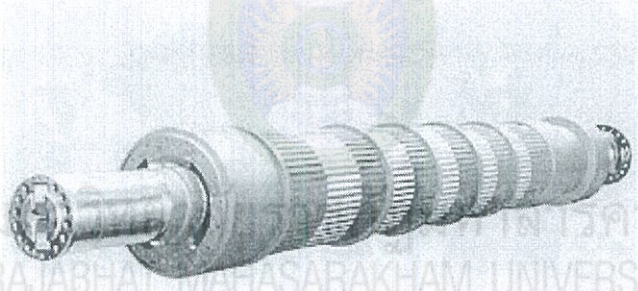
2) ร่องแบบกึ่งปิด (Semi - closed type slot) เป็นร่องที่ดีกว่าร่องแบบเปิด จะพันขดลวดจากแบบแล้วจึงบรรจุลงในร่อง

3) ร่องแบบปิด (Closed type slot) เป็นร่องที่เจาะเป็นอุโมงค์ และทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ลดลง

2.4.2 ส่วนที่หมุนหรือขั้วแม่เหล็กหมุน

1) แบบขั้วแม่เหล็กยื่น

เหมาะสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยความเร็วปานกลางถึงความเร็ว โดยประกอบด้วยขั้วแม่เหล็กมากกว่า 4 ขั้วขึ้นไป โครงสร้างทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ (Laminated-sheet - steel) อัดเป็นแท่งยึดด้วยสลักเกลียวเพื่อลดความร้อนจากกระแสไหลวน ลักษณะของส่วนที่หมุน (Rotor) แบบนี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโต ดังรูปที่ 2.6

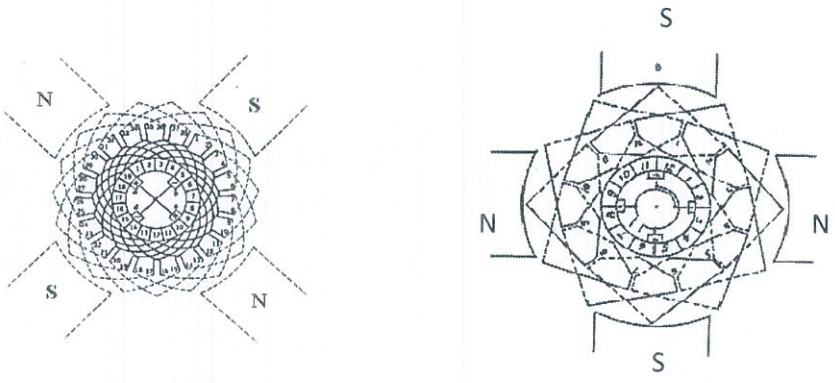


รูปที่ 2.6 ส่วนที่หมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ (Salient pole)
(ที่มา: kiriwongpicohydrogroup. 2553)

2.4.3 การพันขดลวดอาเมเจอร์

การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สร้างแรงดันเอาต์พุตได้ตามต้องการ สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงคือ การพันขดลวดอาเมเจอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับมีการพันขดลวดอาเมเจอร์แตกต่างกัน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีการพันลักษณะวงจรปิด แต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับทั้งแบบวงจรเปิด (สตาร์) และวงจรปิด (เดลต้า)

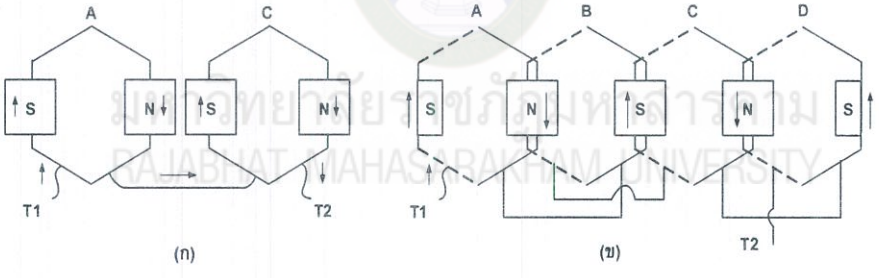
1) ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 1 เฟส



แบบเวฟ แบบแล็ป

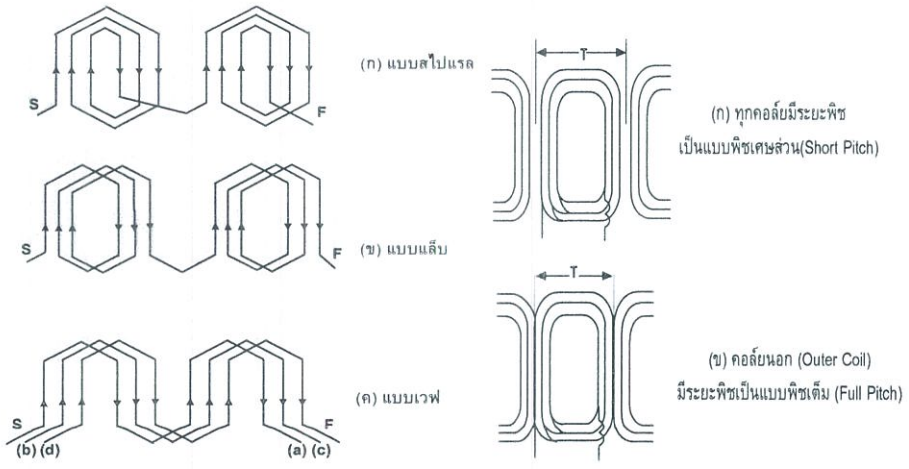
รูปที่ 2.7 การพันขดลวดแบบแล็ป และแบบเวฟ
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส จะใช้งานเฉพาะสถานที่ การพันขดลวด 1 เฟสนิยมพันแบบแล็ป และแบบเวฟ ซึ่งทั้ง 2 แบบให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากัน จากรูปที่ 2.7 เป็นการพันแบบเวฟ และแบบแล็ป แต่การพันแบบแล็ปทำได้ง่ายกว่าแบบเวฟ จากรูปที่ 2.7 การพันแบบนี้ใน1ร่องสล็อต มี 1 คอล์ยไซด์ half-coil winding จำนวน coil-group ต่อเฟสเท่ากับครึ่งหนึ่งของขั้วแม่เหล็ก การต่อขดลวดแต่ละ coil-group เข้าด้วยกันแบบปลายต่อต้น ดังรูปที่ 2.8



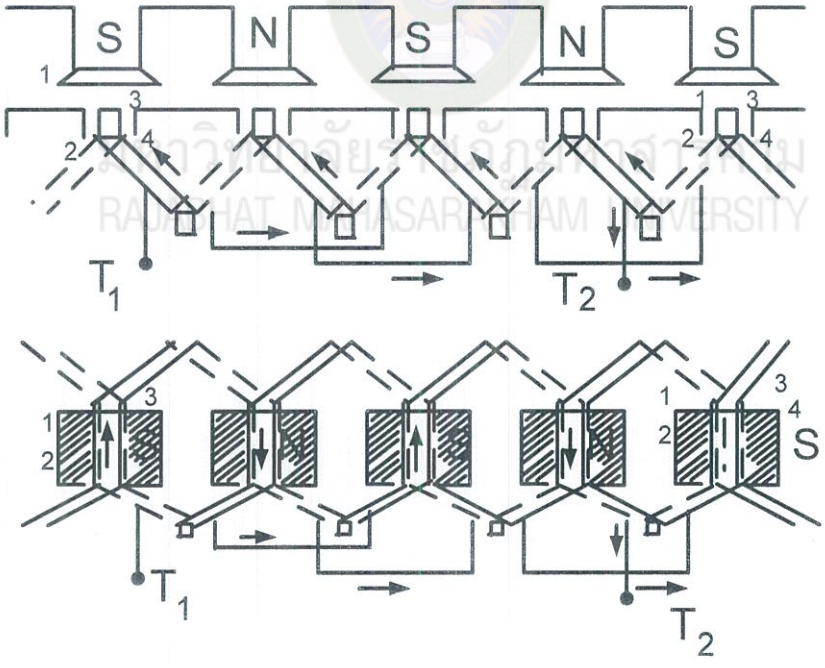
รูปที่ 2.8 การพันขดลวดแบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น
(ที่มา: ไชยพร หล่อทองคำ. 2551)

การพันขดลวดอาเมเจอร์แบบแล็ปและแบบเวฟสองชั้น ในร่องสล็อต มี 2 คอล์ยไซดเรียกว่า whole-coil winding จำนวน coil-group ต่อเฟสเท่ากับจำนวนขั้วแม่เหล็ก การต่อขดลวดแต่ละ coil-group ต่อแบบปลายต่อปลาย อีกแบบหนึ่งที่ใช้ในการพันขดลวด แบบสไปแรล ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การพันขดลวดแบบสไปแรล
(ที่มา: ไชยพร หล่อทองคำ. 2551)

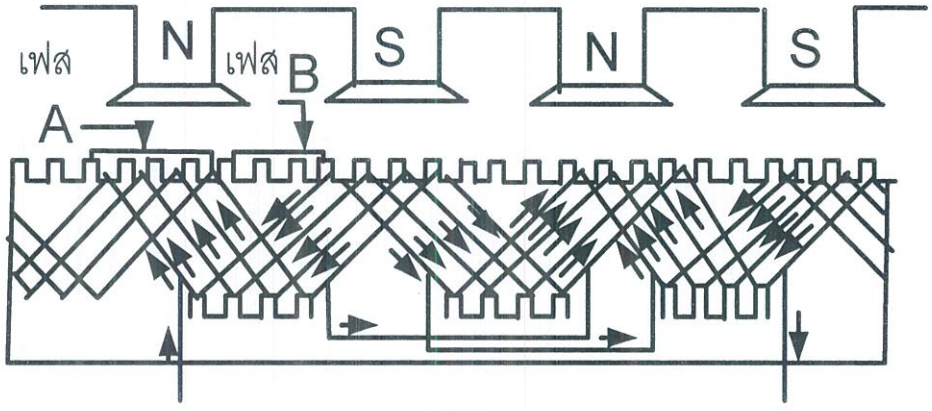
การพันขดลวดอาเมเจอร์แบบแล็ปและแบบเวฟส่วนใหญ่จะพัน 2 ชั้นมี 2 ร่องต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็กหรือ 2 คอยต่อกรุ๊ป และมีจำนวน coil-group ทั้งหมด 4 coil-group ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การพันขดลวดอาร์เมเจอร์ 1 เฟส 2 ชั้นแบบแล็ป มี 2 ร่องต่อ 1 ขั้วแม่เหล็ก
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

2) ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 2 เฟส

ลักษณะการพันจะคล้ายกับแบบ 1 เฟส แต่จะมีขดลวดเพิ่มมา 1 เฟส ภายใต้ขั้วแม่เหล็ก 1ขั้วมีขดลวดพันอยู่ 2 ชุด ขดลวดแต่ละชุดพันเรียงห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.11

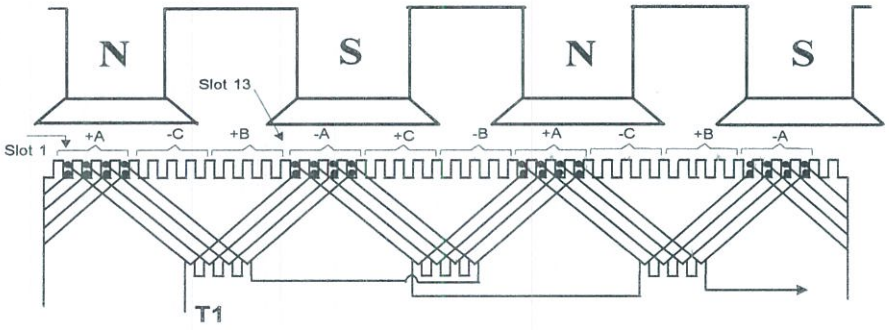


รูปที่ 2.11 ขดลวดอาร์เมเจอร์ 2 เฟส พัน 2 ชั้นแบบแล็ปมี 4 ร่องขั้วต่อเฟส
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

3) ขดลวดอาเมเจอร์ของเครื่องกำเนิด 3 เฟส (Three Phase Winding)

ขดลวดอาเมเจอร์แบบสามเฟส คือขดลวดอาเมเจอร์แบบหนึ่งเฟส 3 ชุดอยู่ในร่องภายใต้ขั้วแม่เหล็ก 1 ขั้ว ดังรูปที่ 2.12 ขดลวดแต่ละชุดจะพันเรียงห่างกัน 120 องศาไฟฟ้าแต่ละ coil-group ประกอบด้วยขดลวด 4 ขดต่ออนุกรมหรือมีจำนวนคอย 4 คอยต่อกรุ๊ป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.12 ขดลวดอาร์เมเจอร์แบบ 3 เฟส พัน 2 ชั้น แบบแล็ปมีคอล์ยพีชเต็ม
(ที่มา: ไชยพร หล่อทองคำ. 2551 : 8)

2.4.4 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

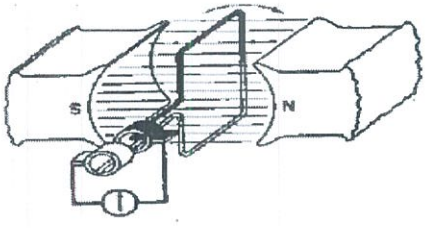
เมื่อให้ตัวต้นกำลังหมุนขับส่วนเคลื่อนที่ของเครื่องกำเนิด ส่วนเคลื่อนที่ได้เป็นขดลวดสนามแม่เหล็ก ขดลวดสนามแม่เหล็กจะหมุนตัดกับขดลวดอาเมเจอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

เหนี่ยวนำ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจะเป็นไปตามหลักของเฟลมมิ่ง และปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นมากน้อยเป็นไปตามหลักของฟาราเดย์

1) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำรูปคลื่นไซด์และองศาไฟฟ้า

1.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำรูปคลื่นไซด์

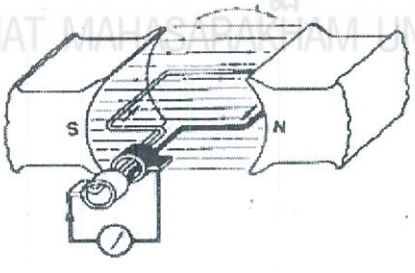
จากรูปที่ 2.13 ขั้วแม่เหล็กมีความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กมากที่สุดที่กึ่งกลางขั้วและความหนาแน่นน้อยลงไปทางด้านข้างทั้ง 2 ขั้วแม่เหล็ก เมื่อวางอยู่ในตำแหน่งศูนย์ระหว่างขั้ว



รูปที่ 2.13 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งศูนย์
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

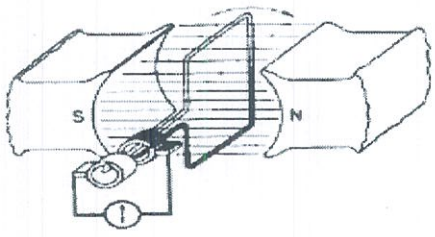
แม่เหล็ก N-S จะไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กตัดขดลวด เนื่องจากขดลวดวางขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก ทำให้ไม่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อหมุนขดลวดไปเรื่อยแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยจนมากที่สุดเมื่อขดลวดตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็กดังรูปที่ 2.14 เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



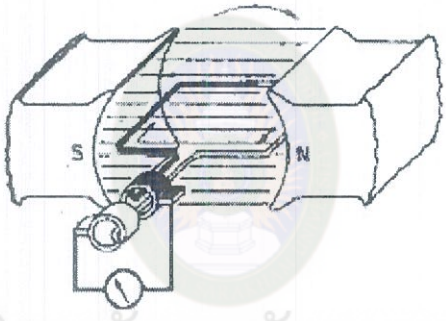
รูปที่ 2.14 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับเส้นแรงแม่เหล็ก
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

เส้นแรงแม่เหล็กตัดขดลวดน้อยลงทำให้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าลดลง เมื่ออยู่ในตำแหน่งดังในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งศูนย์
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

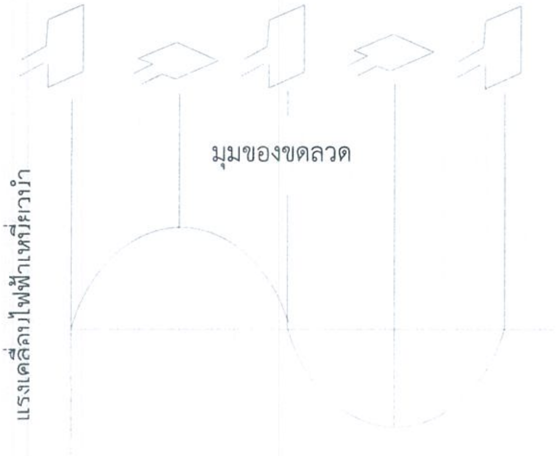
เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ต่อไป จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดขดลวดมากขึ้นทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึงค่าสูงสุดดังรูปที่ 2.16



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.16 ขดลวดอยู่ในตำแหน่งเส้นแม่เหล็กสูงสุด
(ที่มา: kanit weanglerst. 2553)

เนื่องจากตัวต้นกำลังหมุนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้มีลักษณะเป็นรูปคลื่นไซด์มีแรงเคลื่อนสูงสุดและต่ำสุด ดังรูปที่ 2.17 รูปคลื่นดังกล่าวจะเกิดขึ้นเป็นคาบเวลาเรียกว่า หนึ่งไซเคิล



รูปที่ 2.17 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในตำแหน่งต่างๆ
(ที่มา: ระพีพงษ์ เมืองแสน. 2553)

2.4.5 องศาไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะประกอบด้วย ขั้วแม่เหล็ก 1 คู่ และขดลวดอาเมเจอร์ 1 ชุด เมื่อขดลวดอาเมเจอร์เคลื่อนที่หมุนครบ 1 รอบ จะได้มุม 360 องศา จำนวนองศาไฟฟ้าค่าเท่ากับจำนวนองศาทางกล แต่เมื่อมีขั้วแม่เหล็กขึ้น 2,4,...n คู่ จำนวนองศาทางไฟฟ้าจะเป็น 2,3,4...,m เท่าของจำนวนองศาทางไฟฟ้าของขั้วแม่เหล็ก 1 คู่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

องศาทางไฟฟ้า = องศาทางกล x จำนวนคู่ของขั้วแม่เหล็ก

2.4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็ว (N) ความถี่ (f) และ จำนวนโพล (P)

ตัวนำที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก 1 รอบ ในจำนวนขั้วแม่เหล็ก จะได้รูปคลื่นของแรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมา 1 รอบ

ให้ P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

จำนวนรอบต่อการเคลื่อนที่ = P/2

และการเคลื่อนที่ต่อวินาที = N/60

จำนวนรอบต่อนาที = (P/2) x (N/60)

$$N = (120f)/P \quad \text{rpm} \quad \ldots\ldots \quad (2.1)$$

ความถี่ของแรงเคลื่อนที่ตัด 1 คู่ขั้วแม่เหล็ก ใน 1 รอบ ด้วยเวลา 1 วินาที

$$f = (PN)/120\ Hz \quad \text{..... (2.2)}$$

2.4.7 ประสิทธิ์ภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

ประสิทธิ์ภาพ คือ อัตราส่วนของกำลังที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออก หรือกำลัง เอาต์พุต ต่อกำลังที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับ หรือกำลังอินพุต หรือ อัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออก หรือพลังงานเอาต์พุตต่อพลังงานที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับ หรือพลังงานอินพุต โดยอัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ให้ η คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นจะได้สมการที่ 2.3

$$\eta = \frac{\text{กำลังเอาต์พุต}}{\text{กำลังอินพุต}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{กำลังเอาต์พุต}}{\text{กำลังเอาต์พุต} + \text{กำลังที่สูญเสีย}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{พลังงานเอาต์พุต}}{\text{พลังงานอินพุต}} \times 100\% \quad \text{..... (2.3)}$$

2.4.8 ขั้นตอนการทำชุดเจนเนอเรเตอร์

1) แกนหมุนแม่เหล็ก

1.1 เจาะรูตรงกลางแผ่นเหล็กเป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว

1.2 ใช้ปากกากำหนดจุดติดตั้งแม่เหล็กบนแผ่นแม่เหล็ก โดยแบ่ง12ส่วนเท่าๆกัน เหมือนตำแหน่งบนหน้าปัดนาฬิกา

1.3 ติดตั้งแม่เหล็กถาวรทั้ง 12 อันตามตำแหน่ง โดยให้เรียงแม่เหล็กสลับขั้วเหนือใต้กันไปจนครบ 12 อัน

1.4 เทเรซิ่นลงในแผ่นเหล็ก ในช่องว่างระหว่างแม่เหล็กให้ผิวหน้าของเรซิ่นเสมอกับความหนาของแม่เหล็กเพื่อยึดให้แม่เหล็กติดกับแผ่นเหล็กอย่างแน่นหนา จะได้แกนหมุนแม่เหล็กแผ่นที่ 1

1.5 ทำแกนหมุนแม่เหล็กแผ่นที่ 2 โดยทำตามขั้นตอนที่ 1.1-1.4

2) ชุดขดลวดทองแดง

2.1 ใช้แผ่นไม้อัดขนาด 3/4 x 2 นิ้ว x 20 มิลลิเมตร1ชิ้น และขนาด 3 นิ้ว x 4 นิ้ว x10 มิลลิเมตร 2 ชิ้น ตัดตามรูปเพื่อทำแบบสำหรับพันขดลวด แล้วยึดแบบไม้บนแท่นพันขดลวด

2.2 ใช้ลวดเบอร์ 25 พันบนแบบไม้ด้วยเครื่องพันขดลวดพร้อมทาน้ำยาเคลือบบนลวดทองแดง พันให้ลวดทองแดงติดกันพันขดลวด 900 รอบ มัดด้านหลังทั้ง 2 ข้างของขดลวด พันขดลวดทองแดงทั้งหมด 9 ขด

2.3 วางขดลวดทองแดงลงบนแบบไม้อัดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4 เชื่อมต่อปลายขดลวดทองแดงแต่ละขดเข้าด้วยกันตามรูปวงจร ใช้สายไฟต่อปลายที่เหลือของขดลวด 3 เส้นให้ยาวออกมาจากแบบ

2.5 เทเรซิ่นลงในแบบไม้ทับขดลวดทั้ง 9 ขด เมื่อเรซิ่นแห้งจะได้ชุดขดลวดทองแดง

2.3.9 การคำนวณออกแบบขดลวด

สมการที่ (2.4) คำนวณออกแบบขดลวดแรงดันเฉลี่ยเมื่อไม่มีโหลด ของอัลเทอร์เนเตอร์ มีรูปสมการดังนี้

$$E_{av} = 2nAB(rpm/60) \quad \text{..... (2.4)}$$

เมื่อ n = จำนวนรอบของขดลวดคูณจำนวนขดลวดในแต่ละเฟส

A = พื้นที่หน้าตัดสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นตารางเมตร

B = ความเข้มสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเทสลา

rpm/60 = จำนวนรอบต่อนาที

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก B = เกรด x 100 = เกลาส์, 1 เทสลา = 10,000 เกลาส์ นั้นคิดที่ค่าเฉลี่ย ณ ขั้วแม่เหล็กเพียงแท่งเดียวเมื่องแรงดันสูงสุดจะมีค่าสูงกว่าแรงดันเฉลี่ย 50 เปอร์เซ็นต์ คำนวณจากรูปสมการที่ (2.5)

$$E_{peak} = 1.56 \times E_{av} \quad \text{..... (2.5)}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.5 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง

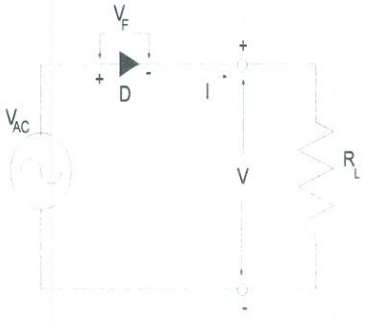
2.5.1 วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าหรือวงจรเร็กติไฟร์

วงจรเรียงกระแส เป็นวงจรที่เปลี่ยนให้ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 แบบด้วยกัน คือ

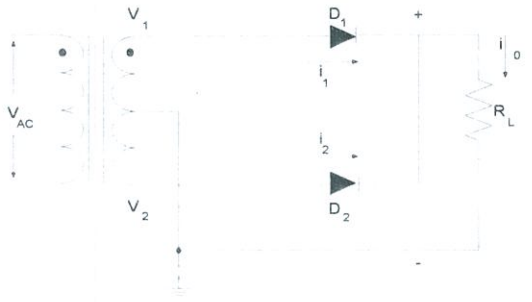
1) แบบครึ่งคลื่นแบบง่ายๆ ที่มักใช้ในวงจรที่ไม่ต้องการความเสถียรภาพของวงจรมากนัก มักพบมากในอแดปเตอร์ขนาดเล็กที่มีขายทั่วไปมีอัตราการกระเพื่อม ของแรงดันไฟฟ้าแรงสูง

2) แบบเต็มคลื่นใช้แทปกลาง แบบนี้ต้องใช้หม้อแปลงที่มีแท็ปกลางด้วย เพื่อผลของการจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงๆ มีอัตราการกระเพื่อมน้อยกว่าแบบครึ่งคลื่นเพราะใช้แรงดันไฟสลับทั้งซีกบวกและซีกลบ

3) แบบเต็มคลื่นใช้บริดจ์ มีคุณสมบัติเหมือนแบบเต็มคลื่นใช้แท็ปกลาง แต่ใช้หม้อแปลงแบบมีแท็ปกลาง ทำให้ใช้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงเต็มได้ที่



ก. แบบครึ่งคลื่น



ข. แบบเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงที่มีแท็ป

ค. แบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

รูปที่ 2.18 วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าหรือวงจรเร็กติไฟร์
(ที่มา: ประภากร และ สมศักดิ์. 2545 : 150-162)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6 พลังงานลม

ถ้ามองลมในลักษณะที่เป็นการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นบริเวณกว้าง อากาศมีมวล m มีความหนาแน่น ρ ในปริมาตร v อากาศจะมีมวล ρv ความหนาแน่นของอากาศในบรรยากาศ ณ ความดันปกติ (มาตรฐาน) ประมาณ 1.2 กรัม/ลิตร หรือ 1.2 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ถ้าพิจารณาถึงอากาศที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v ผ่านพื้นที่ภาคตัดขวาง A หน่วย ในเวลา 1 วินาที อากาศที่ผ่านพื้นที่ A ไปจะมีปริมาตรเท่ากับ A หน่วย จึงจะมีมวลเท่ากับ ρAv หน่วย และพลังงานจลน์ของอากาศปริมาตรนี้มีค่าเท่ากับ

$$P = \frac{1}{2}(\rho Av)v^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3 \quad \text{..... (2.6)}$$

พลังงานนี้เป็นพลังงานของอากาศที่ผ่านพื้นที่ A ในเวลา 1 วินาที จึงเป็นกำลัง (Power) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าจากการพิจารณาพลังงานจลน์ในการเคลื่อนที่ของอากาศโดยตรงจะได้ความหนาแน่นของกำลังงานโดยคิดเป็นพลังงานต่อเวลาต่อพื้นที่ คือ $\frac{P}{A} = \frac{1}{2}\rho v^3$

จะสังเกตว่าความหนาแน่นกำลังงานของลมเป็นปฏิภาคกับอัตราเร็วของลมยกกำลังสาม ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างลวดเร็วตามขนาดของอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้น

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ให้ลมก่อนถึงกังหันลมมีอัตราเร็ว V_1 ผ่านกังหันลมด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย V และหลังจากผ่านกังหันลมแล้วมีอัตราเร็ว V_2 ดังนั้นมวลที่ผ่านกังหันลมต่อหน่วยเวลาคือ $\dot{m} = \rho A v$ แรงเฉลี่ยที่กังหันลมกระทำต่ออากาศเปลี่ยนความเร็วคือ $F = \dot{m}(v_1 - v_2)$ กำลังที่ใช้เท่ากับ $F \times v = \dot{m}(v_1 - v_2)$

เมื่อเทียบกับอัตราการลดลงของพลังงานจลน์ของอากาศซึ่งเท่ากับ $\frac{1}{2}\dot{m}(v_1^2 - v_2^2)$ จะได้ว่า $v = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ ถ้าถือว่ากำลังที่ใช้ถ่ายทอดให้กับกังหันลมที่หมุน กำลังที่นำมาใช้ได้ก็คือ

$$P = \dot{m}(v_1 - v_2)v = \rho A v^2(v_1 - v_2)$$

หรือ $$P = \frac{1}{4}\rho A v_1^3(1 + \alpha)(1 - \alpha^2) \; ; \alpha = \frac{v_2}{v_1} \quad \text{.....(2.7)}$$

จากสมการข้างต้นนั้น สามารถคำนวณหาค่า P ที่มีค่าสูงที่สุดได้ เมื่อ $\alpha = 1/3$ ซึ่งจะได้ค่าดังสมการที่ 2.9

$$P_{max} = \frac{8}{27}\rho A v_1^3 \quad \text{..... (2.8)}$$

ค่า P_{max} นี้คิดเป็น 59.3% ของ $\left(\frac{1}{2}\rho A v_1^3\right)$ หรือพลังงานของลมก่อนที่จะเข้าสู่กังหันลม นับเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่จะนำพลังงานลมมาใช้ได้ตามหลักการนี้ ค่านี้เรียกว่า ประสิทธิภาพแบบแบตซ์ (Betz efficiency)

ดังนั้นเมื่อแทนค่า ρ และ A จะได้กำลังไฟฟ้าที่ได้รับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยพลังงานลมสามารถคำนวณได้โดยประมาณ ได้จากสมการที่ 2.10

$$P = 0.2792d^2v^3 \quad \text{.....(2.9)}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้าขาออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม (วัตต์)
d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดของกังหันลม (เมตร)
V คือ ความเร็วลมที่หมุนใบพัด (เมตรต่อวินาที)

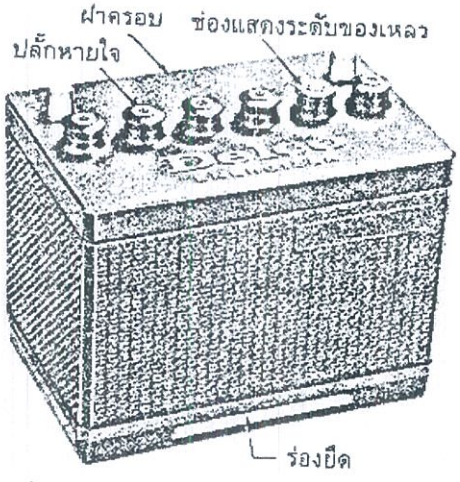
จะได้ $W = Pt = 0.2792d^2v^3$

เมื่อ W คือ พลังงานขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (จูล)
t คือ เวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน (วินาที)

2.7 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สะสมพลังงานและจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

249614

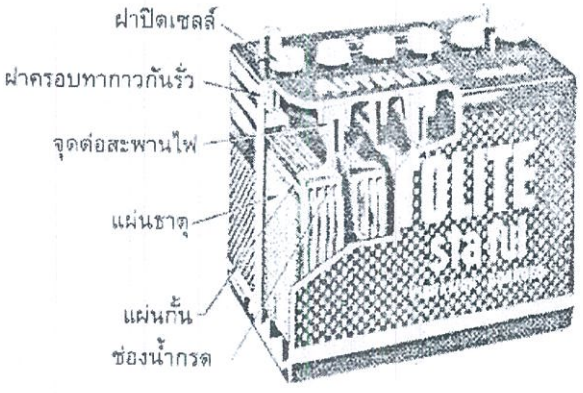


รูปที่ 2.19 Storage Battery
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 43)

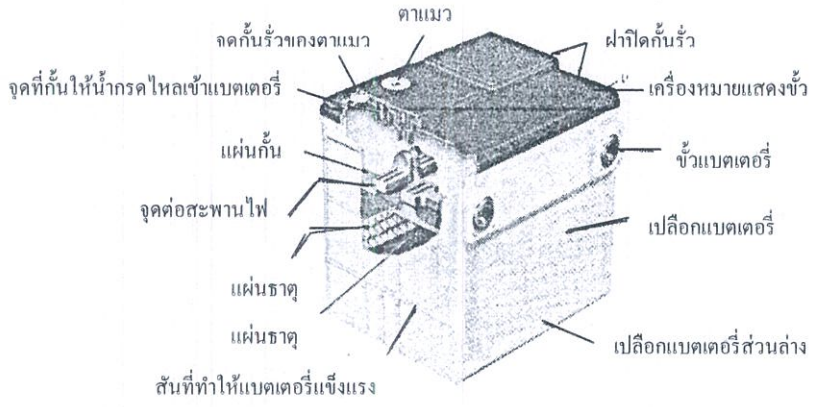
2.7.1 โครงสร้างแบตเตอรี่

แบตเตอรี่มีส่วนประกอบดังนี้ คือ เปลือกนอกซึ่งทำหน้าที่ด้วยพลาสติกหรือยางแข็ง ฝาครอบส่วนบนของแบตเตอรี่ ขั้วแบตเตอร์รี่ สะพานไฟ แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบและแผ่นกั้นซึ่งทำจากไฟเบอร์กลาสที่เจาะรูพรุน ในปัจจุบันแบตเตอร์รี่รถยนต์มีอยู่ 2 แบบคือ แบบที่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรด และแบบที่ไม่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรดตลอดอายุการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.21 และ 2.22

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.20 โครงสร้างแบตเตอรี่ที่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรดในแบตเตอรี่
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 :44)



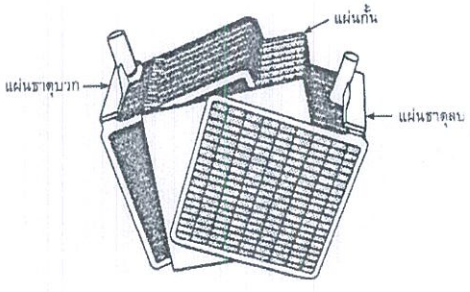
รูปที่ 2.21 โครงสร้างของแบตเตอรี่ที่ไม่ต้องคอยตรวจดูน้ำกรดในแบตเตอรี่
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 44)

1) แผ่นธาตุ

แผ่นธาตุ (plates) ในแบตเตอร์รี่มี 2 ชนิดคือแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุบวกทำจากตะกั่วเปอร์ออกไซด์ (PbO_2) และแผ่นธาตุลบทำจากตะกั่วธรรมดา Pbวางเรียงสลับซ้อนกันระหว่างแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบจนเต็มพอดี ในแต่ละเซลล์ แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบจะถูกกั้นไม่ให้แตะกันด้วยแผ่นกั้น

2) แผ่นกั้น

แผ่นกั้น (separaters) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบแตะกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น จึงต้องมีแผ่นกั้นเอาไว้ แผ่นกั้นนี้ทำจากไฟเบอร์กลาสหรือยางแข็งเจาะรูพรุน เพื่อให้น้ำกรดสามารถที่จะถ่ายเทไปมาได้ระหว่างแผ่นธาตุ และมีขนาดความกว้างเท่ากับแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.22 แผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุบวกและแผ่นกั้น
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 45)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3) ของเหลวที่เป็นตัวนำทางไฟฟ้า หรือน้ำกรด

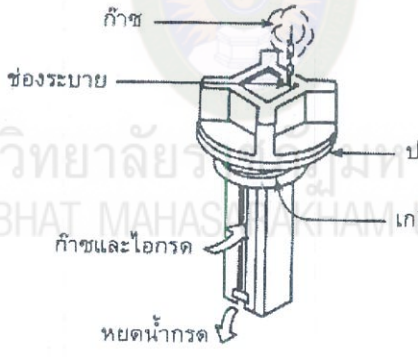
นำกรดในแบตเตอรี่เป็นน้ำกรดที่มีกำมะถันเจอจาง คือ จะมีกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ประมาณ 38% มีความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ) ของน้ำกรด 1.260-1.280 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำกรดในแบตเตอรี่เป็นตัวนำที่ทำให้แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี จนเกิดกระแสไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นมาได้

4) เซลล์

เซลล์ (Cell) คือ ช่องว่างที่บรรจุแผ่ธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ แผ่นกั้นหรือ น้ำกรดในช่องหนึ่งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2.1 โวลต์ ซึ่งแบตเตอร์รี่ 12 โวลต์ก็จะมี 6 เซลล์และในแต่ละเซลล์ก็จะมีส่วนบนเป็นที่เติมน้ำกรดและมีฝาปิดป้องกันน้ำกรดกระเด็นออกมาและที่ปิดฝาก็จะมีรูระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีสามารถระบายออกไปได้

5) ฝาปิดเซลล์

ฝาปิดเซลล์ (Battery Cell Plug) หรือฝาปิดช่องเติมน้ำกรด ฝานี้จะมีรูระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในแบตเตอรี่สามารถระบายออกได้ ถ้าไม่มีรูระบายนี้ เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า ก๊าซไฮโดรเจนจะไม่สามารถระบายออกได้ ทำให้เกิดแรงดันภายในแบตเตอรี่เกิดระเบิดได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.23 ฝาปิดเซลล์และรูระบายอากาศ
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 46)

แบตเตอรี่ใหม่ๆที่ยังไม่มีน้ำกรด ที่ฝาปิดนี้จะมีกระดาษกาวปิดไว้เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปในแบตเตอรี่ทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ เมื่อเติมน้ำกรดเข้าไปแล้วจนเหมาสม (มีสเกลบอกที่ข้างแบตเตอรี่) แล้วทำการประจุแบตเตอรี่นำมาใช้งาน กระดาษกาวที่ปิดนี้ตองแกะออกให้หมดเพื่อไม่ให้เกิดการระเบิดขึ้น

2.7.2 ปฏิกิริยาของแบตเตอรี่

เมื่ออยู่ในกระแสไฟเติมแผ่นธาตุบวกซึ่งทำด้วยตะกั่วเปอร์ออกไซด์ (PbO_2) ธาตุลบซึ่งทำด้วยตะกั่วธรรมดาที่แช่อยู่ในน้ำกรดกำมะถันเจอจางที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา

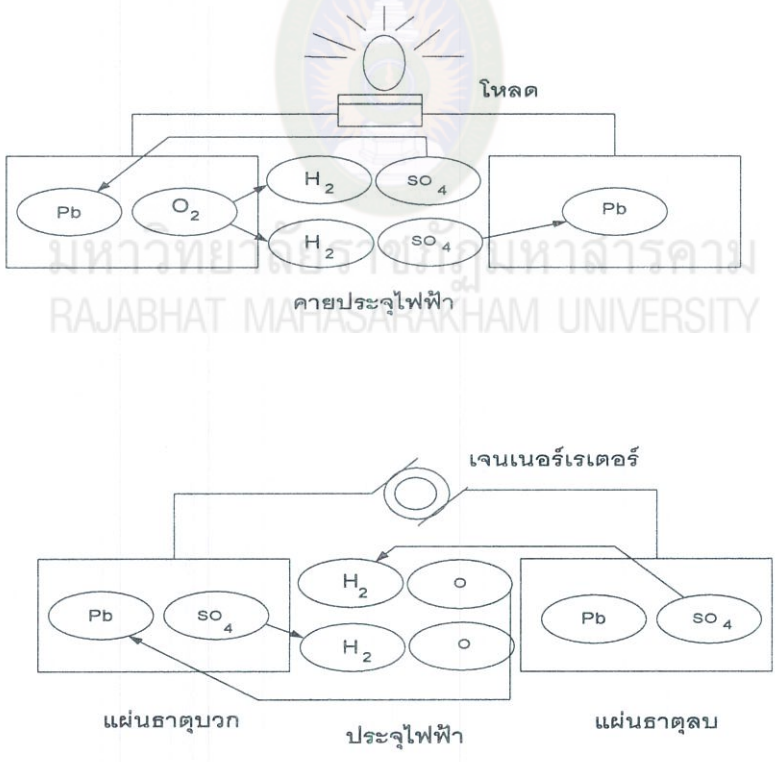
ทางไฟฟ้าเคมีที่แตกต่างกันระหว่างแผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบในน้ำกรดกำมะถันเจือจาง เมื่อเรานำอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าไปต่อเข้ากับแบตเตอรี่ กระแสไฟฟ้าก็จะไหลออกจากแบตเตอรี่ทำให้ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีภายในแบตเตอรี่เปลี่ยนแปลงไป แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต (PbS_4) และน้ำกรด กำมะถันเจือจางก็จะกลายเป็นน้ำ (H_2O) เป็นสูตรขณะที่จ่ายกระแสไฟฟ้าออก

$$PbO_2 + 2H_2O + Pb \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O + PbSO_4$$

ประจุไฟเต็ม $\longrightarrow$ จ่ายกระแสไฟออก

เมื่อแบตเตอรี่ไม่มีกระแสไฟฟ้า ก็สามารถนำไปประจุกระแสไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเมื่อทำการประจุไฟ ซัลเฟต (SO_4) ที่จับกับแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบก็จะหลุดออกมาละลายเกิดเป็นกำมะถันและเมื่อกระแสไฟเต็ม ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด กำมะถันวัดได้เท่าเดิม สูตรเคมีที่ทำการประจุไฟจนมีไฟเต็ม คือ

$$PbSO_4 + 2H_2O + Pb \rightarrow PbO_2 + H_2SO_4 + Pb$$



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.24 ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในแบตเตอรี่
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 41)

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในแบตเตอรี่จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 2.1โวลต์ เท่านั้น แต่กระแสไฟฟ้าความจุมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนแผ่นธาตุในเซลล์นั้นๆ ก็คือถ้ามีจำนวนแผ่นธาตุมากและมีขนาดใหญ่ ก็จะได้กระแสไฟฟ้าหรือความจุมาก แบตเตอรี่ก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

1) ความจุแบตเตอรี่

ความจุแบตเตอรี่ (Battery Ratings) คือจำนวนปริมาณกระแสไฟฟ้าที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายออกไปได้ในระยะที่กำหนดไว้แน่นอน

การวัดความจุของแบตเตอรี่โดยทั่ว ๆ ไปมีอยู่ 3 วิธีคือ

1.1 วิธีการ (Cranking) โดยการให้แบตเตอรี่ได้จ่ายกระแสไฟฟ้าจำนวนมากออกมาในขีดที่ที่จำกัดเป็นระยะเวลา 30 วินาทีภายใต้การควบคุมการทดสอบว่าแบตเตอรี่จะเหลือความจุเท่าไร (ใช้ทดสอบกับการทดสอบการหมุนมอเตอร์สตาร์ตเครื่องยนต์)

1.2 อัตรา 20 ชั่วโมงโดยการให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟออกมาในจำนวนแอมแปร์ที่แน่นอนเป็นระยะเวลา 20 ชั่วโมง จนกระทั่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ตกลงถึง 10.5 โวลต์ อัตราความประจุเป็นแอมแปร์ – เป็นชั่วโมง

1.3 อัตราความจุสำรองของแบตเตอรี่ โดยการดูว่าแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟไปได้ตามปกติติดต่อกันเป็นเวลานานแค่ไหน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการอุปกรณ์ ความจุของแบตเตอรี่จะมีมากขึ้นอยู่กับจำนวนของแผ่นธาตุ ขนาดของแผ่นธาตุใหญ่ และจำนวนความหนาแน่นของกรดในน้ำกรดมีมาก (ความถ่วงจำเพาะ 1.26-1.28)

2) การประจุแบตเตอรี่

เครื่องประจุแบตเตอร์รี่จะใช้กระแสไฟฟ้าตรงผ่านเข้าไปในแบตเตอรี่ในทิศทางไหลปกติในการคีบไฟเครื่องประจุสายบวกคีบที่ขั้วบวกและสายลบคีบที่ขั้วลบการประจุแบตเตอรี่มีการประจุอยู่ 2 วิธีคือการประจุช้า และประจุเร็ว

2.1 การประจุช้า (Siow charging) จะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.1 เท่าของแรงดันของแบตเตอรี่ และใช้กระแสไฟฟ้าจำนวนน้อยประมาณ 6-12 เปอร์เซ็นต์ ของความจุแอมแปร์-ชั่วโมง ของแบตเตอรี่ ผ่านเข้าไปในแบตเตอรี่เป็นเวลายาวนาน คือประมาณ 14 ถึง 16 ชั่วโมงหรือมากกว่าหรือน้อยกว่านั้น การประจุแบตเตอรี่แบบช้าจะเหมาะสมกว่าประจุแบบเร็วถ้ามีระยะเวลาพอการที่จะทำให้แบตเตอรี่มีสภาพที่ดี ทนทาน จะไม่ใช้วิธีการประจุแบบเร็ว การประจุแบบช้าจะทำให้แบตเตอรี่เสียช้ากว่าการประจุแบบเร็ว อัตราการประจุที่จะเหมาะสมในการประจุแบตเตอรี่แบบช้าให้ตั้งกระแสไฟฟ้าประจุที่ 7เปอร์เซ็นต์ ของความจุแอมแปร์ – ชั่วโมงของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่จะทำการประจุต้องตรวดดูระดับน้ำกรด และเปิดผาปิดเซลล์ออกขณะที่ทำการประจุ ถ้าแบตเตอรี่ทำการประจุติดตั้งอยู่ที่รถยนต์ให้ถอดขั้วสายไฟออกเพื่อป้องกันอุปกรณ์ที่ต่อพวงเสียหายได้

2.2 การประจุแบบเร็ว (Fast Charging) จะใช้แรงดันไฟฟ้าเช่นเดียวกับประจุช้า แต่ใช้กระแสไฟจำนวนมาก (20 ถึง 30เปอร์เซ็นต์ ของความจุแอมแปร์-ชั่วโมงของแบตเตอรี่) ผ่านเข้าไปในแบตเตอรี่ในระยะเวลาอันสั้น (1ถึง2 ชั่วโมง) การติดตั้งสายไฟของเครื่องประจุเร็วก็เช่นเดียวกับเครื่องประจุช้าและขณะทำการประจุก็ปฏิบัติเช่นเดียวกัน แต่การประจุแบบเร็วจะไม่ประจุแบตเตอรี่มีไฟเต็ม แต่จะประจุจนมีไฟประมาณ 3 ใน 4 ของความจุแล้วจึงทำการประจุแบบช้าจนแบตเตอรี่เต็มมีไฟเต็ม ถ้าประจุแล้วความถ่วงจำเพาะจะเพิ่มขึ้นใน 1ชั่วโมง ก็จะทำให้วิธีการประจุแบบช้าอีกครั้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.7.3 การตรวจสอบสภาพของแบตเตอรี่

1) **การตรวจสอบทางกลไก** ซึ่งติดต่อกับเครื่องประจุ เช่น วงจรสายไฟไดนาโมชาร์ตหรือเจนเนอร์เรเตอร์ เป็นต้น

2) ตรวจสอบสภาพการประจุเข้าของช่องเซลล์ของช่องในมอเตอร์แบตเตอรี่

3) ตรวจสภาพความจุ และความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดด้วยเครื่องมือวัด

การตรวจสอบสภาพความประจุของแบตเตอรี่ ทำได้ 2 วิธีคือ

1) ใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)

2) ใช้โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

2.7.4 ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)

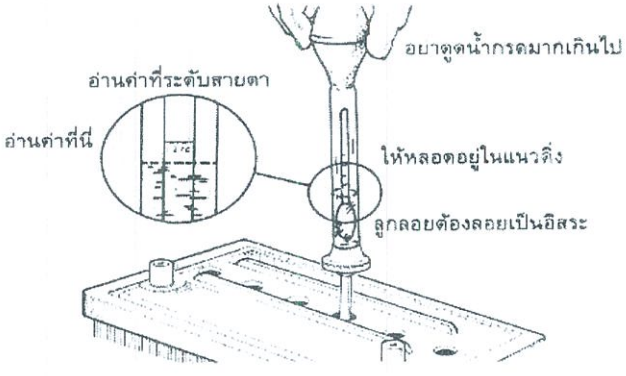
ลักษณะประกอบด้วยหลอดแก้วขนาดใหญ่มีลูกยางที่ปลายด้านบนภายในหลอดแก้วมีลูกลอยสำหรับวัดความหนาแน่นหรือความเข้มข้นของน้ำกรด โดยใช้ความสูงของลูกลอยในสารละลายเป็นเครื่องวัด ไฮโดรมิเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดโดยวัดปริมาณของกรดกำมะถันที่มีอยู่ในสารละลาย ซึ่งก็สามารถนำไปพิจารณาสภาพการประจุของ

ตารางที่ 2.3 ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด กับสภาพการประจุของแบตเตอรี่

ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด	สภาพการประจุของแบตเตอรี่(เปอร์เซ็นต์)
1.280	100
1.250	75
1.220	50
1.190	25
1.160	ไฟเกือบหมด
1.130	ไม่มีไฟเลย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

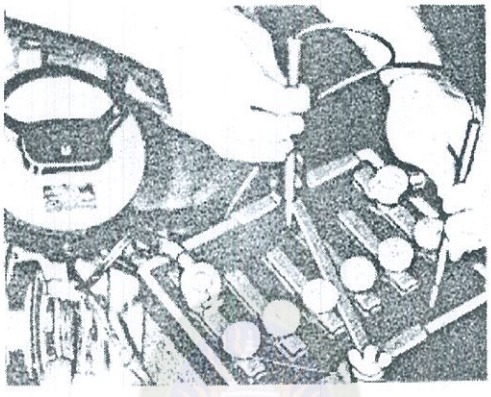
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 54)



รูปที่ 2.25 การใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 55)

2.7.5 โวลต์มิเตอร์

เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสามารวัดสภาพการประจุของแบตเตอรี่ โดยดูจากแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ทำได้โดยการต่อขนานกับขั้วของแบตเตอรี่ขณะมีการจ่ายไฟออกจากแบตเตอรี่ ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็นโวลต์ ถ้าแต่ละเซลล์อ่านค่าได้ 1.95 โวลต์หรือมากกว่า และค่าแตกต่างระหว่างเซลล์สูงกว่า และตัวต่ำกว่าไม่เกิน 0.05 โวลต์ แสดงว่าแบตเตอรี่อยู่ในสภาพดี แต่ถ้าค่าความแตกต่างระหว่างเซลล์สูงกว่า และต่ำกว่าไม่เกิน 0.05 โวลต์ให้เปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่ได้เลย



รูปที่ 2.26 การใช้โวลต์มิเตอร์ทดสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอรี่
(ที่มา: บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2542 : 58)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยรัฐ เปลี่ยนศักดิ์ และ จำนงค์ มโนมัย, 2551 ได้วิจัยและ สร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นการสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร จำนวน 3 ใบพัดมีความสูงของกังหันลม 3 เมตร เพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้าสำหรับแบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานโดยใช้พลังงานจากธรรมชาติ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้า จากการทดลองกังหันลมสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ขนาด 12.1 โวลต์ ที่ความเร็วลม 5 เมตรต่อวินาที แต่เนื่องจากความเร็วลมนั้นไม่คงที่ จึงทำให้ไม่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง จากการวิจัยและสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ การติดตั้งกังหันลมไม่ควรติดตั้งใกล้กับพื้นที่ทำงานที่ต้องการความเงียบ เพราะเสียงที่เกิดขึ้นของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศจากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน ทำให้เสียงดังมาก

จักรกฤษณ์ จันทรศิริ, 2553 ได้วิจัยและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมชนิดโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่นโดยใช้กังหันลมแบบทรงกระบอก ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การทดลองครั้งที่ 1 โดยการต่อวงจรขดลวดแบบสตาร์ 3 เฟสๆละ 3 ขด แต่ละชุดต่ออนุกรม โดยปลายด้านนอกต่อกับปลายด้านในต้นของขดลวดแต่ละขดต่อรวมกัน ปลายแต่ละ 1 คู่เฟส จะเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากอันเทอร์เนเตอร์จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ผลที่วัดได้จากการทดลองครั้งที่1วัดค่าแรงดันไฟฟ้าเฟสต่อเฟสวัดค่าได้สูงสุดที่ความเร็วลม 3.5 เมตรต่อวินาที ได้ 25 โวลต์ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าขอบเขตที่กำหนด และเพื่อที่จะให้ได้ไฟฟ้ากระแสตรงจึงได้ทำการทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้วงจรทวีแรงดันมาต่อร่วม และ

จากการทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้วงจรทวีแรงดันมาต่อเข้ากับชุดอันเทอร์เนเตอร์ เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจากการทดลองผลิตพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ความเร็วลม 3.5 เมตรต่อวินาทีสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ 60 โวลต์ สูงกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้และได้ผลทดลองที่ความเร็วลมสูงสุดโดยไม่ทำให้อุปกรณ์ของใบพัดและส่วนอื่นๆนั้นได้รับความเสียหายที่ความเร็วลม 4.5 เมตรต่อวินาที ชุดกังหันลมจะผลิตแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่า 60 โวลต์ ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเพียงพอที่จะชาร์จแบตเตอรี่ได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณจะมีความแตกต่างอยู่ 47.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลมาจากประสิทธิภาพของการพันขดลวด ทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่ามากกว่าค่าจริงและความเร็วลมก็มีผลต่อค่าแรงดันที่ได้ ซึ่งในการวิจัยและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมชนิดโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่นในครั้งนี้ได้มีปัญหาและอุปสรรคในส่วนของโครงสร้างกังหันลมนั้นมีน้ำหนักมาก ทำให้ไม่ค่อยสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย รวมไปถึงการที่จะทำให้กังหันลมเริ่มเคลื่อนที่นั้นจะต้องใช้กำลังลมที่สูงและในการออกแบบใบพัดของกังหันลมซึ่งทำด้วยสังกะสี จึงมีความยืดหยุ่นน้อยขณะที่กังหันลมทำงาน

เจษฐพล แสนพวง และคณะ, 2554 ได้วิจัยและสร้างเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลูกหมุนระบายอากาศโดยได้ออกแบบเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลูกหมุนระบายอากาศให้สามารถใช้งานได้โดยการนำเอาพลังงานทดแทนมาใช้ คือพลังงานลมเป็นตัวขับเคลื่อนให้ลูกหมุนระบายอากาศทำงานภายในแกนกลางลูกหมุนระบายอากาศได้ติดตั้งชุดกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งผลการทดสอบเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลูกหมุนระบายอากาศกับความเร็วลมของประเทศไทยได้ค่าเฉลี่ยแรงดันเท่ากับ 1.5 โวลต์ดีซี และได้ทำการทดสอบด้วยความเร็วรอบโดยการนำเครื่องมือวัดความเร็วรอบ โดยใช้ความเร็ว 50 รอบต่อนาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 12.56 โวลต์ดีซี, ใช้ความเร็ว70 รอบต่อนาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 13.53 โวลต์ดีซี และใช้ความเร็ว 100 รอบต่อนาที สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 14.89 โวลต์ดีซี ซึ่งหากต้องการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้มากกว่า12 โวลต์ดีซี ต้องเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด, ควรทำการสำรวจพื้นที่ที่จะติดตั้งเพื่อหาความเร็วลมที่เหมาะสม และควรออกแบบลูกหมุนระบายอากาศให้มีพื้นที่หน้าตัดในการรับลม ให้มากกว่าลูกหมุนระบายอากาศที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

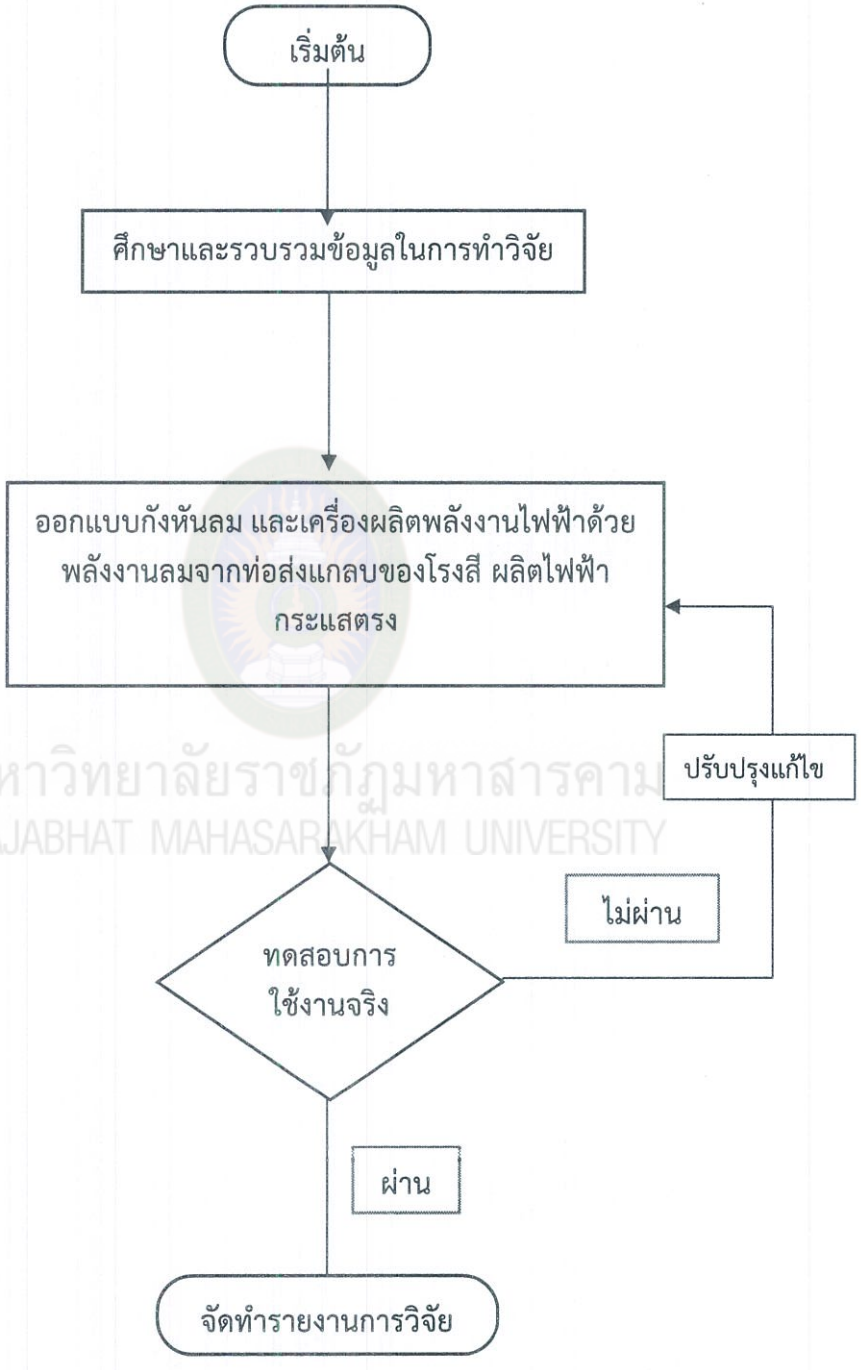
3.1 วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) สังกะสีแผ่นเรียบ ขนาด เบอร์ 30 ขนาด 3×8	จำนวน 4 แผ่น
2) เหล็กกล่องขนาด 1×1 นิ้ว จำนวน 3 ท่อนๆละ 6 เมตร	จำนวน 18 เมตร
3) เหล็กกล่องขนาด 1/2×1/2 นิ้ว จำนวน 2 ท่อนๆละ 6 เมตร	จำนวน 24 เมตร
4) แม่เหล็กถาวร ขนาด 1 ×1.5× 0.5 นิ้ว	จำนวน 24 ก้อน
5) แผ่นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 12 นิ้ว	จำนวน 2 แผ่น
6) ลวดทองแดงเบอร์ 25 AWG	จำนวน 1.5 กิโลกรัม
7) ไดโอดเบอร์ IN 1007	จำนวน 8 ตัว
8) แบตเตอร์รี่ขนาด 12 โวลท์	จำนวน 1 ลูก
9) โวลต์มิเตอร์กระแสสลับ	จำนวน 1 ตัว
10) โวลต์มิเตอร์กระแสตรง	จำนวน 2 ตัว
11) ลูกปืน	จำนวน 3 ลูก
12) ไม้อัด ขนาด 60 × 60 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร	จำนวน 2 แผ่น
13) ไม้อัด ขนาด 60 × 60 เซนติเมตร หนา 2เซนติเมตร	จำนวน 2 แผ่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

3.2.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

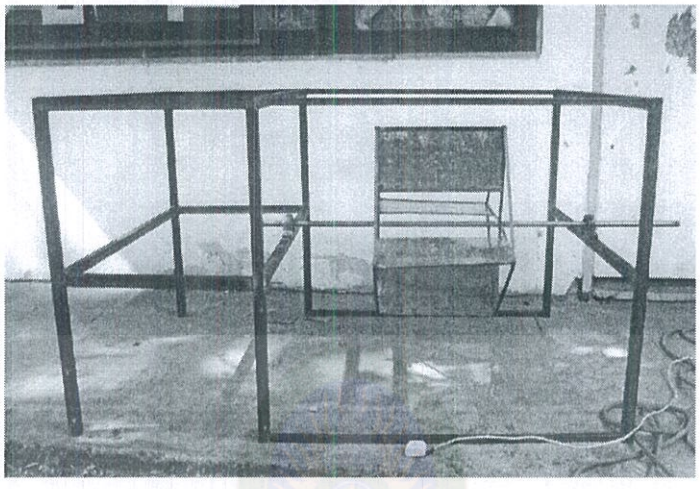


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.2 วิธีการดำเนินการ

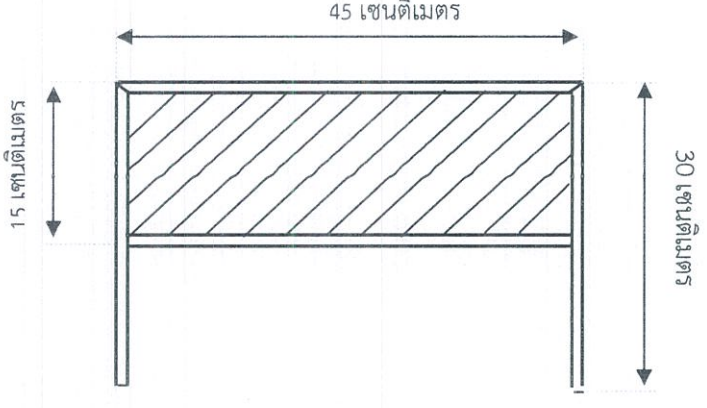
1) จัดทำโครงสร้าง โดยนำเหล็กกล่องขนาด 1 × 1 นิ้ว มาตัดตามขนาดที่ออกแบบไว้ แล้วเชื่อมต่อกัน เพื่อใช้เป็นโครงรองรับกังหันลม หรืออุปกรณ์ต่างๆของกังหันลม และชุดเครื่องกำเนิด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างกังหันลมแบบพรอบเพลเลอร์ ครอสวินด์ - แพคเติล

2) จัดทำชุดใบพัดโดยนำเหล็กเส้นแบนรีดขนาด กว้าง 1/8 × 1/2 นิ้ว มาตัดตามแบบที่วางไว้และนำสังกะสีแผ่นเรียบมาตัดตามขนาดที่กำหนด จากนั้นเจาะรูเพื่อยึดระหว่างเหล็กเส้นแบนรีดกับสังกะสีแผ่นเรียบ ทำทั้งหมด 8 ชิ้น ดังรูปที่ 3.3

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
BAJRBHAT SAMAKARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 3.3 แสดงรูปแบบใบพัด 1 ใบพัด

3) นำชุดใบพัดจากขั้นตอนที่ 2 มาเชื่อมติดกับแกนเหล็กขนาด 3/4 นิ้ว จนครบ 8 ชิ้น ดังรูป 3.4

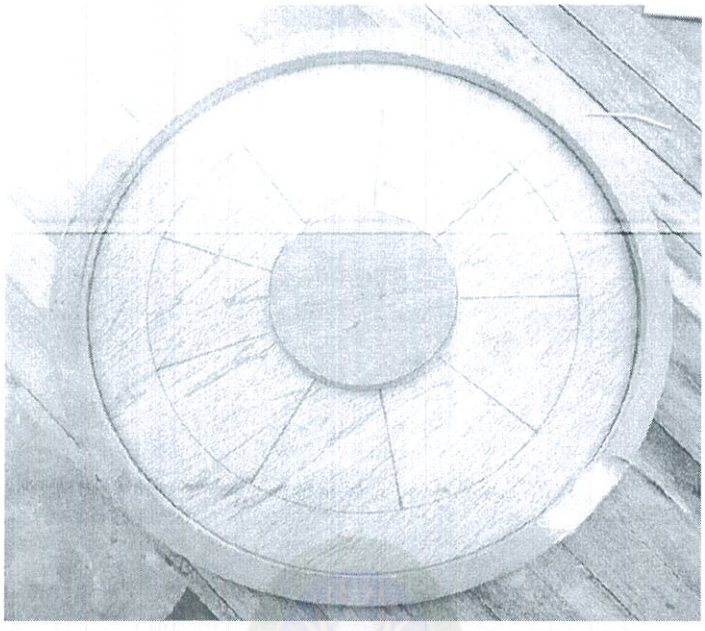
รูปที่ 3.4 แสดงเชื่อมชุดใบพัดติดกับแกนเหล็ก

4) จัดทำชุดสเตเตอร์ โดยนำลวดทองแดงเบอร์ 25 AWG มาพันให้ได้ 900 รอบ จำนวน 9 ขด ดังรูปที่ 3.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

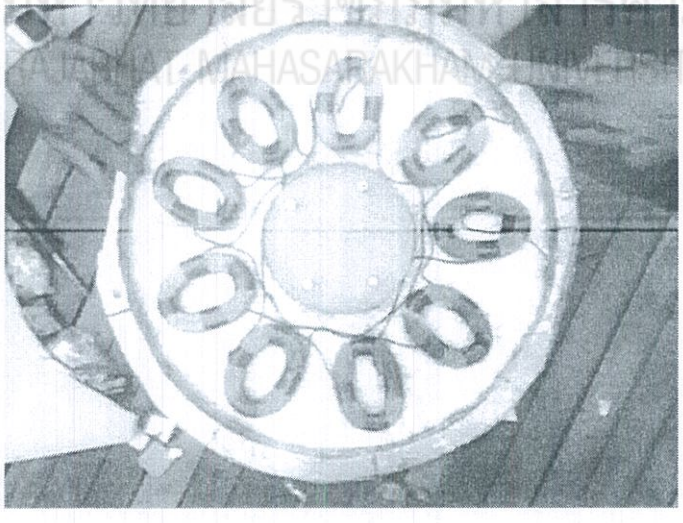
รูปที่ 3.5 แสดงการพันขดลวดทองแดง

5) สร้างและออกแบบบล็อกเพื่อเป็นแม่แบบในการหล่อเรซิ่นของชุดขดลวด ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงสร้างบล็อกหล่อเรซิ่นของชุดขดลวด

6) นำขดลวดมาวางลงในบล็อกและต่อขดลวดที่พันแบบเดลต้า ดังรูปที่ 3.7



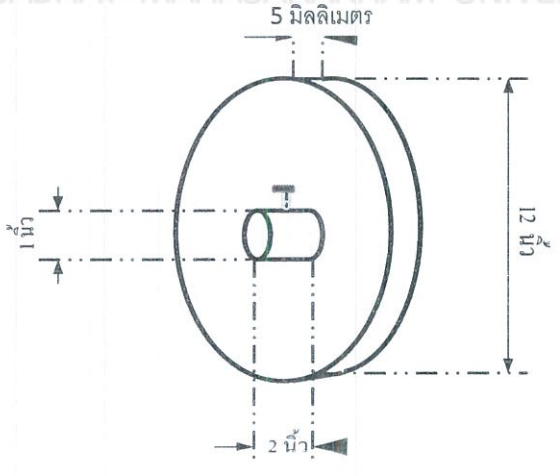
รูปที่ 3.7 แสดงการวางขดลวดและการต่อขดลวด

7) หล่อเรซิ่นใส่ขดลวดในบล็อกที่เตรียมไว้เพื่อขึ้นรูป โดยอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยาเรซิ่นกับน้ำยาเร่งแข็งเรซิ่นเท่ากับ 3 ต่อ 1 ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 แสดงการหล่อเรซิ่นใส่ขดลวดเพื่อขึ้นรูป

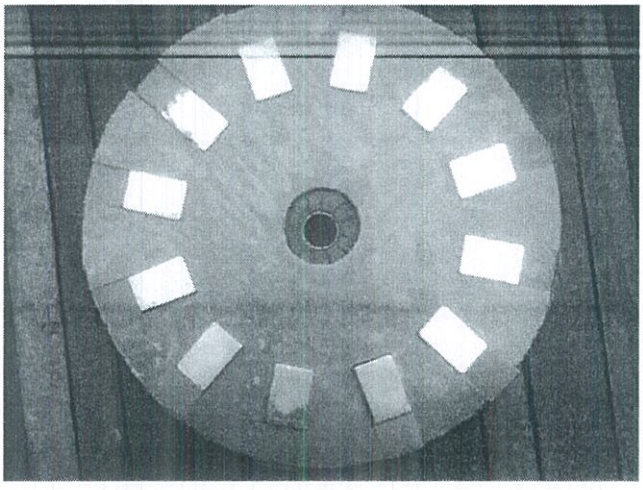
8) ทำการออกแบบและเขียนแบบชุดโรเตอร์โดยกลึงแผ่นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร ให้เป็นวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว และกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนหมุน 2.54 มิลลิเมตร จากนั้นทำการขีดเส้นแบ่งแผ่นเหล็กวงกลมออกเป็น 12 เส้น โดยเส้นแม่เหล็กทำมุม 30 องศา ดังรูปที่ 3.9

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



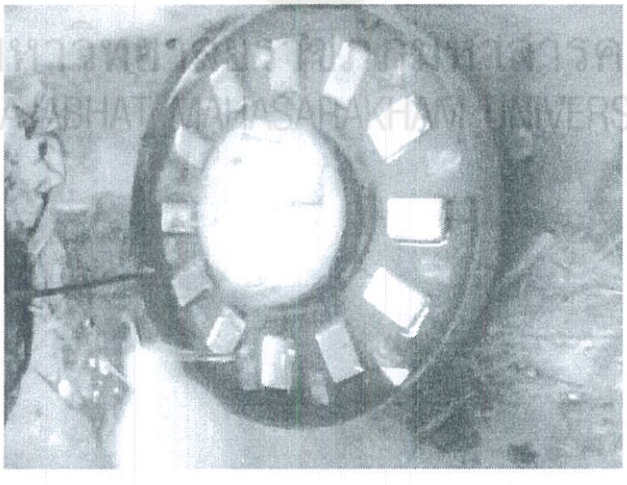
รูปที่ 3.9 แสดงการออกแบบชุดโรเตอร์

9) จัดทำการวางชุดแม่เหล็กถาวรจำนวนสองชุด ชุดละ 6 คู่ โดยนำแม่เหล็กมาวางสลับขั้วเหนือ และ ขั้วใต้ ไปเรื่อยๆ จนครบ 12 ก้อน ทั้งสองชุด ดังรูปที่ 3.10



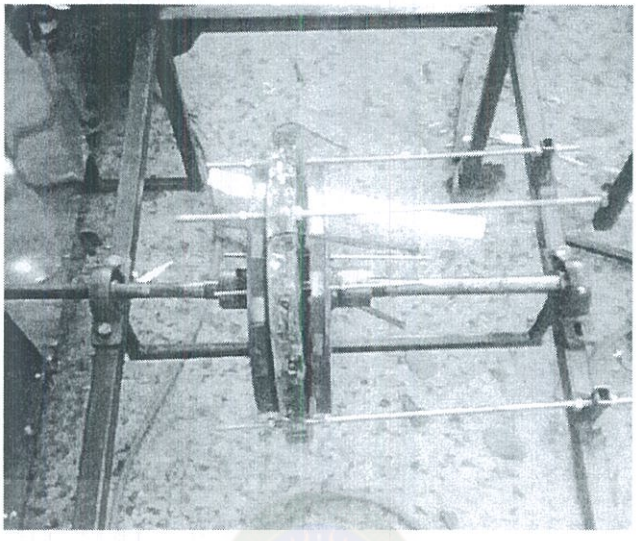
รูปที่ 3.10 แสดงการวางชุดแม่เหล็กถาวร

10) **หล่อเรซิ่นชุดแม่เหล็กถาวร** เพื่อให้ชุดแม่เหล็กถาวรยึดติดกับแผ่นเหล็ก ดังรูปที่ 3.11



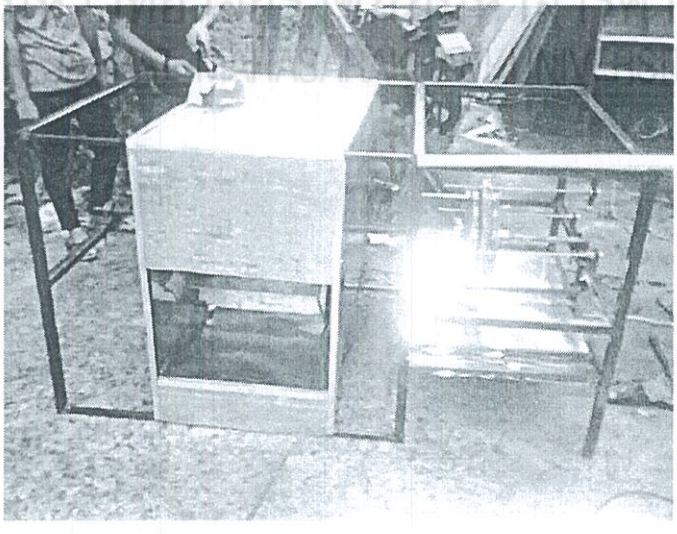
รูปที่ 3.11 แสดงหล่อเรซิ่นชุดแม่เหล็กถาวร

11) ประกอบโรเตอร์และชุดสเตเตอร์ โดยให้แม่เหล็กวิ่งตัดผ่านชุดขดลวดสเตเตอร์ ดังรูปที่ 3.12



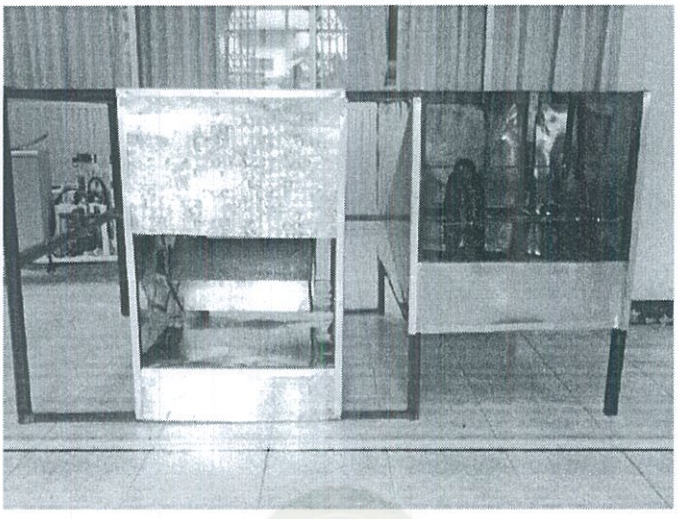
รูปที่ 3.12 แสดงการประกอบโรเตอร์และชุดสเตเตอร์

12) ใช้สังกะสีแผ่นเรียบปิดส่วนของกังหันเพื่อบังคับทิศทางของลมและแกลบที่ออกมาจากท่อส่งแกลบของโรงสี ดังรูปที่ 3.13



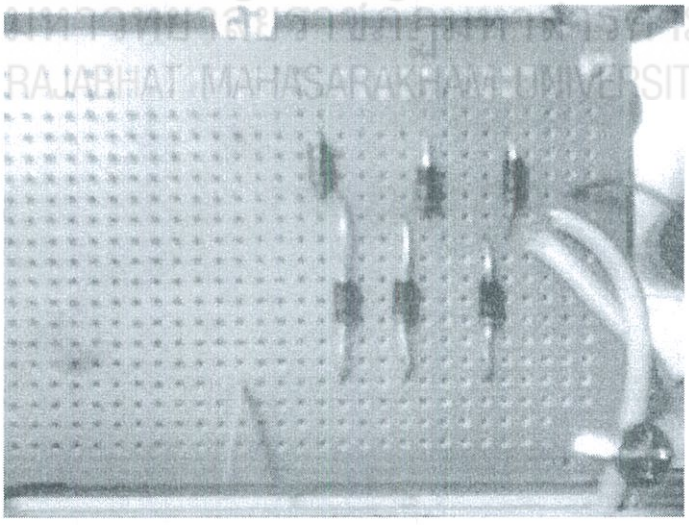
รูปที่ 3.13 แสดงปิดส่วนของกังหัน

13) ใช้สังกะสีแผ่นเรียบปิดส่วนของ ชุดเจนเนอร์เรเตอร์ เพื่อป้องกันฝุ่นและแกลบที่ออกมาจากท่อส่งแกลบของโรงสีรวมไปถึงเพื่อใช้ติดชุดเครื่องวัดแรงดัน ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงปิดส่วนของ ชุดเจนเนอร์เรเตอร์

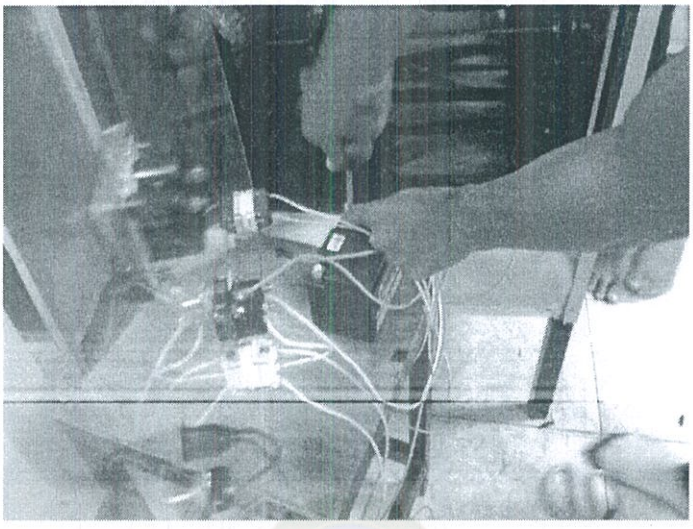
14) ต่อวงจรขดลวดระบบ 3 เฟส ต่อรวมกับวงจรเรกติไฟร์เออร์ เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงวงจรเร็กติฟายเออร์

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

15) นำแบตเตอร์รี่ ขนาด 12 โวลต์ มาต่อเข้ากับวงจรเพื่อเป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ออกมาจากเจนเนอร์เรเตอร์

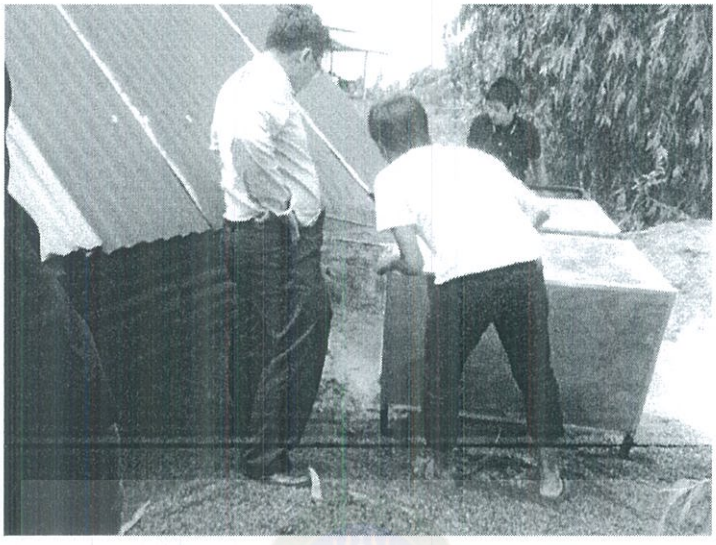


รูปที่ 3.16 แสดงต่อแบตเตอร์รี่ ขนาด 12 โวลต์ เข้ากับวงจร

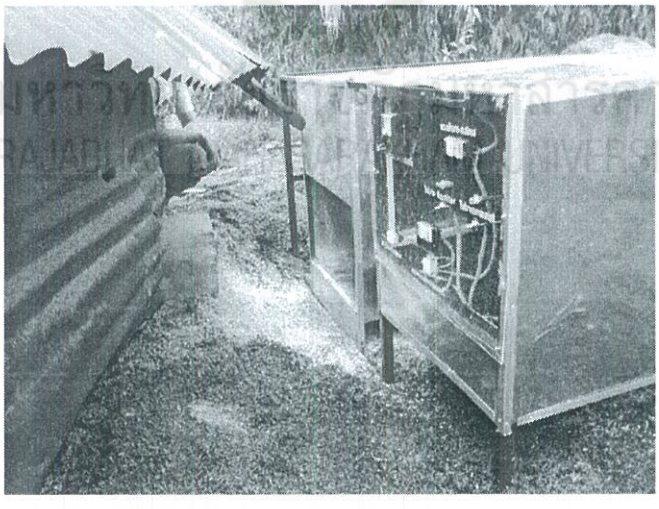
16) ติดตั้งโวลต์มิเตอร์เพื่อวัดแรงดันกระแสสลับที่ออกจากเจนเนอร์เรเตอร์, วัดแรงดันกระแสตรงที่ออกจากวงจรเร็กติฟายและ เพื่อตรวจสอบระดับแรงดันของแบตเตอรี่

รูปที่ 3.17 แสดงติดตั้งโวลต์มิเตอร์

17) นำชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ลงพื้นที่ ทำการทดสอบและเก็บข้อมูลเพื่อไปใช้ในการสรุปผลการทดลอง



รูปที่ 3.18 แสดงการนำชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ลงพื้นที่เพื่อทำการทดสอบและเก็บข้อมูล



รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะการติดตั้งเครื่องเพื่อทำการทดสอบ

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

ในการทดสอบโครงงานได้ทำการทดสอบแบบออกเป็น 2 แบบ คือ การทดสอบขณะไม่มีโหลด และการทดสอบขณะมีโหลด

3.3.1 การทดสอบขณะไม่มีโหลด ทำการทดสอบโดยกำหนดระยะห่างระหว่างปลายท่อส่งแกลบของโรงสีกับกังหันลมไว้ 3 ระยะ คือ 50 เซนติเมตร, 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ซึ่งทำการทดสอบระยะละ 10 ครั้ง

3.3.2 การทดสอบขณะมีโหลด ทำการทดสอบโดยต่อหลอดไฟขนาด 8 วัตต์ กำหนดระยะห่างระหว่างปลายท่อส่งแกลบของโรงสีกับกังหันลมไว้ 3 ระยะ คือ 50 เซนติเมตร, 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ซึ่งทำการทดสอบระยะละ 10 ครั้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบโรงสี

4.1.1 การทดสอบขณะไม่มีโหลด ทำการทดสอบโดยกำหนดระยะห่างระหว่างปลายท่อส่งแกลบของโรงสีกับกังหันลมไว้ 3 ระยะ คือ 50 เซนติเมตร, 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ซึ่งทำการทดสอบระยะละ 10 ครั้ง สรุปผลทดสอบดังตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	123	55	65	-	-
2	115	52	60	-	-
3	122	55	65	-	-
4	119	55	65	-	-
5	125	57	68	-	-
6	120	55	65	-	-
7	121	56	67	-	-
8	121	55	65	-	-
9	118	54	64	-	-
10	124	57	68	-	-
เฉลี่ย	**120**	**55**	**65**	**-**	**-**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 55 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 65 โวลต์

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 100 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	98	45	53	-	-
2	107	50	62	-	-
3	104	48	57	-	-
4	104	47	56	-	-
5	106	50	62	-	-
6	103	46	54	-	-
7	97	45	53	-	-
8	105	48	57	-	-
9	102	46	54	-	-
10	107	50	62	-	-
เฉลี่ย	**103**	**47**	**57**	**-**	**-**

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 103 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 47 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 57 โวลต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	95	30	34	-	-
2	94	28	32	-	-
3	94	29	33	-	-
4	92	28	32	-	-
5	96	30	34	-	-
6	87	24	28	-	-
7	87	25	29	-	-
8	94	27	31	-	-
9	89	25	29	-	-
10	96	30	34	-	-
เฉลี่ย	**92**	**27**	**31**	**-**	**-**

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 92 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 27 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 31 โวลต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.2 การทดสอบขณะมีโหลด ทำการทดสอบโดยต่อหลอดไฟขนาด 8 วัตต์ และ กำหนดระยะห่างระหว่างปลายท่อส่งแกลบของโรงสีกับกังหันลมไว้ 3 ระยะ คือ 50 เซนติเมตร, 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ซึ่งทำการทดสอบระยะละ 10 ครั้ง สรุปผลทดสอบขณะมีโหลดดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	123	4.35	3.31	0.24	0.79
2	115	4.02	3.61	0.24	0.86
3	122	3.90	3.72	0.23	0.85
4	119	3.91	3.54	0.23	0.81
5	125	4.31	3.78	0.25	0.94
6	120	3.87	3.65	0.23	0.83
7	121	4.33	3.62	0.25	0.91
8	121	3.76	3.35	0.23	0.77
9	118	4.23	3.40	0.23	0.78
10	124	3.88	3.71	0.25	0.92
เฉลี่ย	**120**	**4.05**	**3.56**	**0.23**	**0.81**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 4.05 โวลต์, แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 3.56 โวลต์, กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.23 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.81 วัตต์

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 100 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	98	1.86	1.45	0.16	0.23
2	107	3.01	1.51	0.20	0.31
3	104	2.30	1.71	0.18	0.31
4	104	2.60	1.31	0.18	0.23
5	106	3.03	1.37	0.20	0.27
6	103	2.56	1.48	0.16	0.23
7	97	2.68	1.36	0.15	0.21
8	105	2.39	1.46	0.18	0.26
9	102	2.34	1.48	0.16	0.23
10	107	2.58	1.41	0.20	0.28
เฉลี่ย	**103**	**2.53**	**1.45**	**0.17**	**0.24**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 103 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 2.53 โวลต์, แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 1.45 โวลต์, กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.17 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.24 วัตต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร

ครั้งที่	ความเร็วรอบ ต่อนาที	แรงดัน AC (โวลต์)	แรงดัน DC (โวลต์)	กระแส DC (แอมป์)	กำลัง P=VI (วัตต์)
1	95	1.78	0.91	0.15	0.13
2	94	1.69	0.70	0.14	0.09
3	94	1.70	0.71	0.15	0.11
4	92	1.75	0.84	0.14	0.11
5	96	1.64	0.98	0.15	0.14
6	87	1.54	0.93	0.11	0.11
7	87	1.59	0.85	0.12	0.11
8	94	1.75	0.94	0.14	0.11
9	89	1.66	0.89	0.12	0.11
10	96	1.77	1.01	0.15	0.15
เฉลี่ย	**92**	**1.68**	**0.87**	**0.13**	**0.11**

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 92 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับเฉลี่ย 1.68 โวลต์, แรงดันกระแสตรงเฉลี่ย 0.87 โวลต์, กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย 0.13 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 0.11 วัตต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขณะไม่มีโหลด

จากการทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขณะไม่มีโหลด ในระยะที่แตกต่างกันได้ผลการทดสอบดังนี้

5.1.1 การทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 55 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรง 65 โวลต์

5.1.2 การทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ100 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 103 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 47 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรง 57 โวลต์

5.1.3 การทดสอบขณะไม่มีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 92 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 27 โวลต์ และ แรงดันกระแสตรง 31 โวลต์

5.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขณะมีโหลดโดยต่อหลอดไส้ขนาด 8 วัตต์ 12โวลต์

จากการทดสอบเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากท่อส่งแกลบของโรงสีขณะมีโหลด ในระยะที่แตกต่างกันได้ผลการทดสอบดังนี้

5.2.1 การทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 50 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 120 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 4.05 โวลต์, แรงดันกระแสตรง 3.56 โวลต์, กระแสไฟฟ้า 0.23 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้า 0.81 วัตต์

5.2.2 การทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 100 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย103 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 2.53 โวลต์, แรงดันกระแสตรง 1.45 โวลต์, กระแสไฟฟ้า 0.17 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้า 0.24 วัตต์

5.2.3 การทดสอบขณะมีโหลด ระยะ 150 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 92 รอบต่อนาที ได้แรงดันกระแสสลับ 1.68 โวลต์, แรงดันกระแสตรง 0.87 โวลต์, กระแสไฟฟ้า 0.13 แอมป์ และ กำลังไฟฟ้า 0.11 วัตต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3 ปัญหาหาและอุปสรรค

5.4.1 สถานที่ทดลองอยู่ห่างไกล

5.4.2 ระหว่างทำการทดลอง เครื่องมือวัดไฟฟ้ามีปัญหาและเพลากังหันเกิดการสั่น

5.4.3 สภาพภูมิอากาศในวันที่ทำการทดลองเกิดฝนตก

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรออกแบบกังหันลมให้มีน้ำหนักเบาที่สุด

5.3.2 หากต้องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้มากกว่า 15 วัตต์ ต้องเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดหรือเพิ่มขนาดและจำนวนของแม่เหล็กถาวร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. **ประวัติความเป็นมาและการพัฒนาเครื่องจักรกล.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2542

จักรกฤษณ์ จันทรศิริ. **เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมชนิดโรเตอร์แบบขั้วแม่เหล็กยื่น.** มหาสารคาม : โปรแกรมเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553

จรวย บุญยุบล และคณะ. **พลังงาน.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

เจษฐพล แสนพวง. **การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยลูกหมุนระบายอากาศ.** มหาสารคาม : โปรแกรมเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2554

ไชยพร หล่อทำองคำ. **ชุดจำลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2551

ชัยรัฐ เปลี่ยนศักดิ์ และ จำนงค์ มโนมัย. **กังหันลมผลิตไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาขนถ่ายวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551

นที ศรีทอง และคณะ **กังหันลม กังหันน้ำ ผลิตไฟฟ้าใช้เอง.** กรุงเทพฯ : แอคมี พรินติ้ง, 2552 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553

บุญธรรม ภัทราวารุกุล. **เทคโนโลยีไฟฟ้ารถยนต์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542

ประภากร สุวรรณะ และ สมศักดิ์ ชุ่มช่วย. **วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ 1.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง ,2545

วงษ์นภา แก้วไกรษร และ สงกรานต์ บุตรวงศ์. ศึกษา **ออกแบบ และประดิษฐ์เครื่องต้นแบบเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานลมจากพัดลมระบายความร้อนของครื่องปรับอากาศ.** มหาสารคาม : สถาบันราชภัฏมหาสารคาม, 2546

วรนุช แจ้งสว่าง. **พลังงานหมุนเวียน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร, 2542

คณิต เวียงเลิศ. (2553). **โครงสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ.** ออนไลน์ได้จาก https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxrcnVrYW5pdDAxfGd4OjYxYzdjZWUwMWNjY2MzYzc (ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2555)

ไทยเกษตรศาสตร์. (2555). **การทำงานของโรงสีข้าว.** ออนไลน์ได้จาก http://www.thaikasetsart.com (ค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2555)

ระพีพงษ์ เมืองแสน. (2553). **การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า.** ออนไลน์ได้จาก. http://rapeponeghotmail.blogspot.com/2010/02/i-electromotive-forcee.html (ค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Orem. (2008). **ขนาดเส้นลวดทองดแดง (AWG)**. ออนไลน์ได้จาก.
http://www.are101.org/book/awg_table.pdf (ค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2555)
Pom Relay. (2553). โครงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า. ออนไลน์ได้จาก.
http://protectionrelay.blogspot.com/2010/11/generator_03.html
(ค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
การคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวด

การคำนวณหารอบของขดลวดที่ ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที กังหันจะมีเวลาเริ่มชาร์จแบตเตอรี่ได้ ปกติแบตเตอรี่เต็มจะมีไฟอยู่ 12 โวลต์ แบตเตอรี่ก็จะเริ่มชาร์จที่แรงดันที่ได้ เพราะถือว่าถ้าต่ำกว่านี้แรงดันแบตเตอรี่ ก็จะเริ่มหมดลงมีรูปสมการดังนี้

$$E_{ave} = 2nAB\ (rpm/60)$$

n = จำนวนรอบของขดลวดคูณจำนวนขดลวดในแต่ละเฟส
A = พื้นที่หน้าตัดสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นตารางเมตร
B = ความเข้มข้นสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเทสลา
rpm/60 = จำนวนรอบต่อนาที

พื้นที่หน้าตัดสนามแม่เหล็กคือ

A = 1.5×1×24
= 36 ตารางนิ้ว

1 ตารางเมตร = 100 เซนติเมตร × 100 เซนติเมตร = 10,000 ตารางเซนติเมตร
1 ตารางนิ้ว = 2.54 เซนติเมตร ×2.54 เซนติเมตร = 6.45 ตารางเซนติเมตร
1 ตารางนิ้ว = 6.45×10^{-4} ตารางเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ 36 ตารางนิ้ว = 36 ตารางนิ้ว × 6.45×10^{-4} ตารางเมตร
= 0.02322 ตารางเมตร

ค่าของ B เป็นค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กที่โรงงานผู้ผลิตจะบอกมาเป็น เกรด35,เกรด 45 คือ จะมีค่าเป็น เกลาส์ เช่น เกรด 45 = 4,500 เกลาส์ และ เกรด 35 = 3,500 เกลาส์

1 เทสลาร์ = 10,000 เกลาส์
เกรด 35 = 3,500 เกลาส์
= 0.35 เทสลาร์

$$E_{ave} = 2nAB\ (rpm/60)$$

$$= (2\times900\times3\times0.02322\times0.35\times100)/60$$

$$= 73.14 \text{ โวลต์}$$

เราสามารถหาค่า $V_p = V_l / 1.732$

$$= 73.14/1.732$$

$$= 42.28 \text{ โวลต์}$$

การคำนวณหากระแสในช่วงที่มีโหลด โดยต่อหลอดไส้ขนาด 8 วัตต์ 12 โวลต์ จะได้

$$\frac{\text{กำลังไฟฟ้า}}{\text{แรงดันไฟฟ้าขณะมีโหลด}} = \text{กระแสไฟฟ้า}$$

จะได้ $\frac{0.81}{3.56} = 0.22$ แอมป์

ตารางที่ ก-1 ขนาดเส้นลวดทองดแดง (AWG)

AWG gauge	Conductor Diameter Inches	Conductor Diameter mm.	Ohms 1000 ft	Ohms per Km.	Maximum amps for chassis wiring	Maximum amps for power transmission	Maximum frequency for 100% skin depth for solid conductor copper
0000	0.46	11.684	0.049	0.10672	380	302	125 H_Z
000	0.4096	10.40384	0.0618	0.202704	328	239	160 H_Z
00	0.3648	9.26592	0.0779	0.255512	283	190	200 H_Z
0	0.3249	8.25246	0.0983	0.322424	245	150	250 H_Z
1	0.2893	7.34822	0.1239	0.406392	211	119	325 H_Z
2	0.2576	6.54304	0.1563	0.512664	181	94	410 H_Z
3	0.2294	5.82676	0.197	0.64616	158	75	500 H_Z
4	0.2043	5.18922	0.2485	0.81508	135	60	650 H_Z
5	0.1819	4.62026	0.3133	1.027624	118	47	810 H_Z
6	0.162	4.1148	0.3951	1.295928	101	37	1100 H_Z

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก-1 ขนาดเส้นลวดทองดแดง (AWG) (ต่อ)

AWG gauge	Conductor Diameter Inches	Conductor Diameter mm.	Ohms 1000 ft	Ohms per Km.	Maximum amps for chassis wiring	Maximum amps for power transmission	Maximum frequency for 100% skin depth for solid conductor copper
7	0.1443	3.66522	0.4982	1.634096	89	30	1300 H_Z
8	0.1285	3.2639	0.6282	2.060496	73	24	1650 H_Z
9	0.1144	2.90576	0.7921	2.598088	64	19	2050 H_Z
10	0.1019	2.58826	0.9989	3.276392	55	15	2600 H_Z
11	0.0907	2.30378	1.26	4.1328	47	12	3200 H_Z
12	0.0808	2.05232	1.588	5.20864	41	9.3	4150 H_Z
13	0.072	1.8288	2.003	6.56984	35	7.4	5300 H_Z
14	0.0641	1.62814	2.525	8.282	32	5.9	6700 H_Z
15	0.0571	1.45034	3.184	10.44352	28	4.7	8250 H_Z
16	0.0508	1.29032	4.016	13.17248	22	3.7	11 k H_Z
17	0.0453	1.15062	5.064	16.60992	19	2.9	13 k H_Z
18	0.0403	1.02362	6.385	20.9428	16	2.3	17 k H_Z
19	0.0359	0.91186	8.051	26.40728	14	1.8	21 k H_Z
20	0.032	0.8128	10.15	33.292	11	1.5	27 k H_Z
21	0.0285	0.7239	12.8	41.984	9	1.2	33 k H_Z
22	0.0254	0.64516	16.14	52.9392	7	0.92	42 k H_Z
23	0.0226	0.57404	20.36	66.7808	4.7	0.729	53 k H_Z
24	0.0201	0.51054	25.67	84.1976	3.5	0.577	68 k H_Z
25	0.0179	0.45466	32.37	106.1736	2.7	0.457	85 k H_Z
26	0.0159	0.40386	40.81	133.8568	2.2	0.361	107 k H_Z
27	0.0142	0.36068	51.47	168.8216	1.7	0.288	230 k H_Z
28	0.0126	0.32004	64.9	212.872	1.4	0.226	170 k H_Z
29	0.0113	0.28702	81.83	268.4024	1.2	0.182	210 k H_Z
30	0.01	0.254	103.2	338.496	0.86	0..142	270 k H_Z

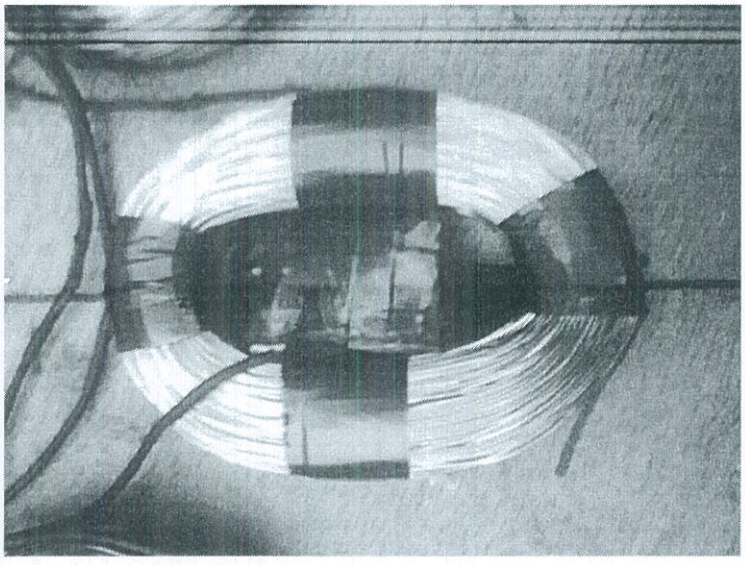
ที่มา Orem, 2008. ออนไลน์

จากการคำนวณกระแสได้ 0.22 แอมป์ จึงเลือกใช้เส้นลวดทองแดง เบอร์ 25(AWG) เพราะสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ 2.7 แอมป์ และเป็นขนาดที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ในการนำมาพัน 900 รอบ

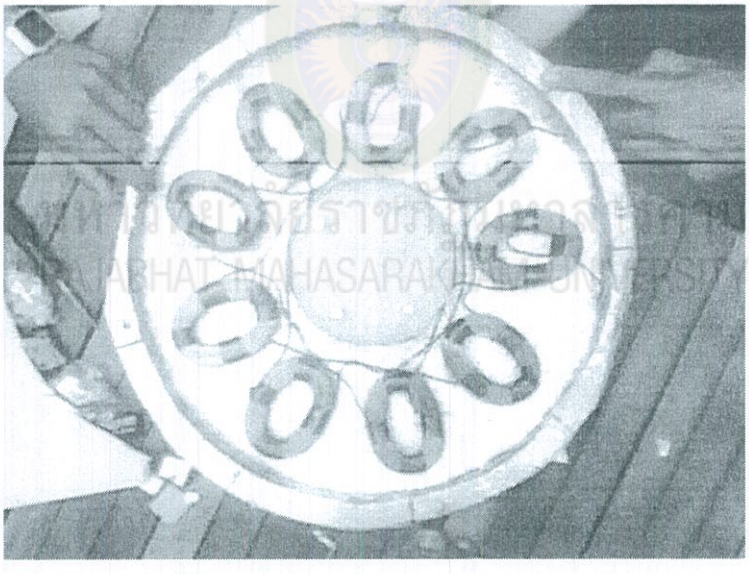
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
รูปภาพแสดงอุปกรณ์และการปฏิบัติงาน

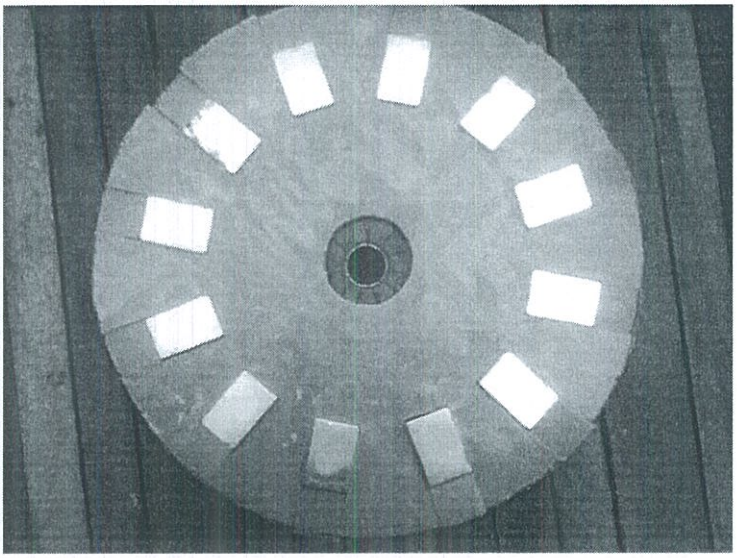
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



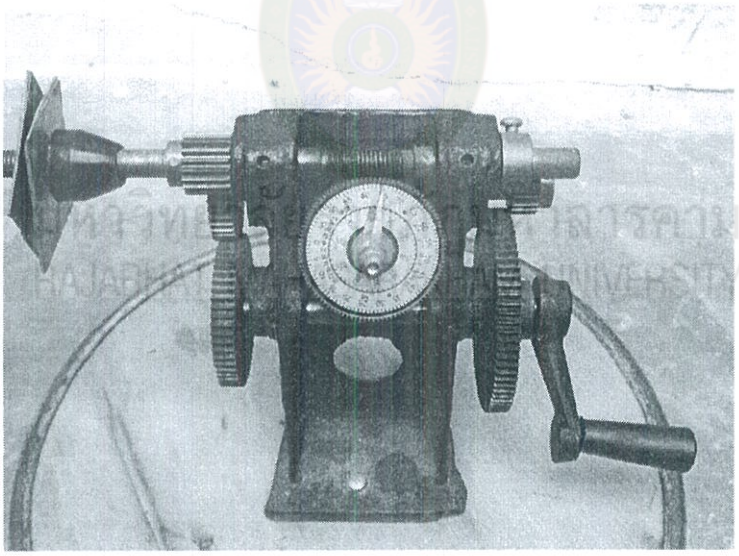
รูปที่ ข-1 แสดงขดลวด



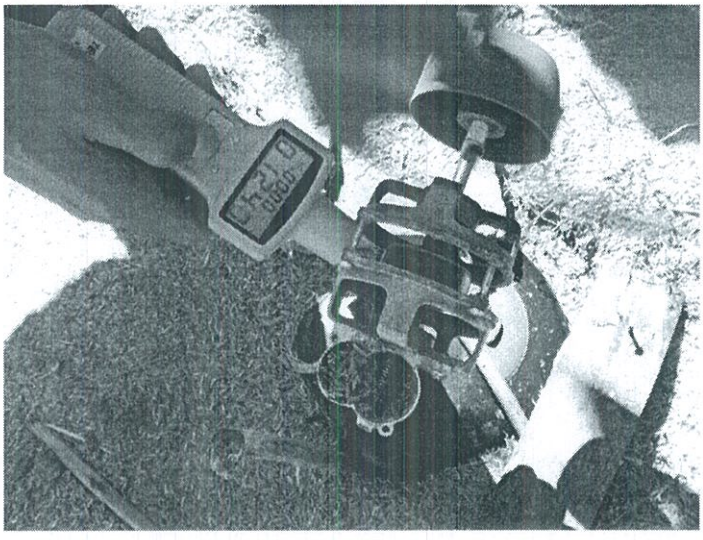
รูปที่ ข-2 การวางชุดขดลวด



รูปที่ ข-3 แสดงชุดแม่เหล็กถาวร



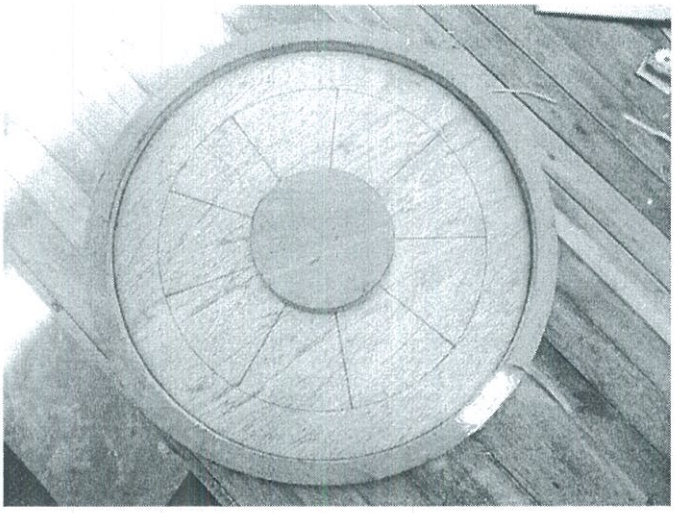
รูปที่ ข-4 แสดงเครื่องพันขดลวด



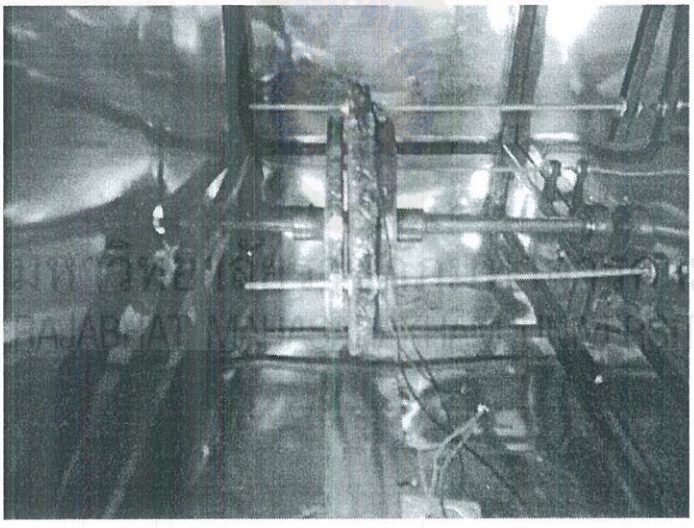
รูปที่ ข-5 แสดงการวัดความเร็วลม

รูปที่ ข-6 แสดงการพันขดลวด

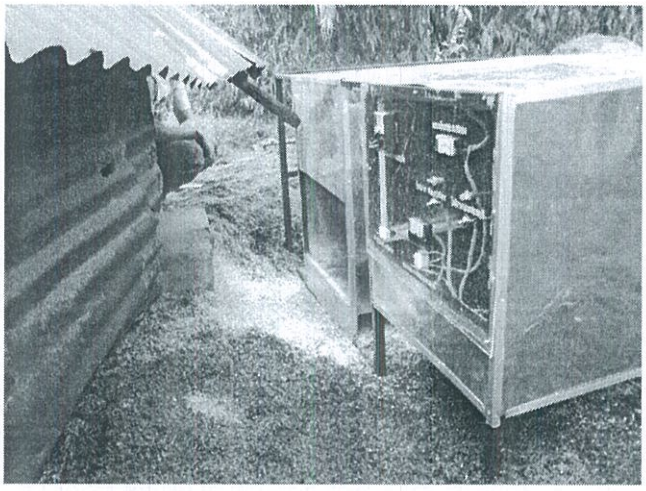
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT PHRANAKHON SI AYUTTHAYA UNIVERSITY



รูปที่ ข-7 แสดงการออกแบบบล็อกชุดขดลวด



รูปที่ ข-8 แสดงชุดเจนเนอร์เรเตอร์



รูปที่ ข-9 แสดงชิ้นงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY