

การออกแบบและสร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์

DESIGN AND CONSTRUCTION WIND TURBINE GENERATOR 200 WATT RATED

ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว สมเกียรติ ทองแก้ว และ นิติพันธ์ คุณประเสริฐ

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ
เลขที่ 1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800.

e-mail:Supawudn_p_g@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการออกแบบการสร้างและติดตั้งกังหันลมที่ผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อลดมลภาวะที่เป็นพิษ เป็นที่ทราบกันว่าแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้หลักการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการสร้างมลภาวะเป็นพิษ อีกทั้งยังมีการคาดการณ์จากนักวิทยาศาสตร์ถึงจำนวนน้ำมันดิบที่ลดลงในอนาคตในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรต่างมุ่งหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมที่ดีด้วย เพราะฉะนั้นในงานวิจัยนี้เราได้ทำการศึกษาการทำงานของกังหันลมต้นแบบโดยจะมีขนาดกำลังไฟฟ้าที่ตั้งเป้าไว้ประมาณ 200 วัตต์ โดยกังหันลมทำการชาร์จประจุไฟฟ้าที่ความเร็วลมประมาณ 3 - 17 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมสูงสุดที่สามารถทำการชาร์จไฟฟ้าประมาณ 17 เมตรต่อวินาทีเพราะฉะนั้นในการติดตั้งกังหันลมควรคำนึงถึงบริเวณที่จะติดตั้งที่เหมาะสมจะต้องเป็นที่ที่มีความเร็วลมเฉลี่ย 5 - 6 เมตรต่อวินาที โดยกังหันลมจะเริ่มทำการชาร์จประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ที่มีความเร็วลม 3 - 17 เมตรต่อวินาที ขึ้นไป การชาร์จประจุไฟฟ้าจะทำการชาร์จประจุไฟฟ้าเก็บไว้ใน แบตเตอรี่ ขนาด 12 V (12V/100Ah x 2 ลูก) โดยการชาร์จประจุไฟฟ้าก็จะมีเครื่องควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า เมื่อมีความเร็วลม 3-17 เมตรต่อวินาที แต่เมื่อมีความเร็วลมมีมากกว่า 17 เมตรต่อวินาที ชุดควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าก็จะตัดวงจรออกเพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในของชุดกังหันลม

คำสำคัญ : กังหันลม

Abstract

This research studies designing building and set up a wind turbine that produce the electric current , for decrease the contamination that is poisonous , be that know that , source of electric energy majority production uses the principle burns fuel is a principle, which, the way aforementioned is building contamination is poisonous ,moreover , still have the prediction from a scientist arrives at crude oil amount that is will down in the future , in now a scientist , and an engineer differs to are

bound for seek the power resource pays back fuel , by consider good environment with , therefore in this our project has done work education of a wind mill will by have electric power size about 200 watt the religious routine by a wind mill does feeling numb electric charge that wind speed about 3 - 17 the meter builds [wasp] second , wind topmost speed that can do feeling numb electricity about 17 the meter builds [wasp] second therefore in installation wind mill will should consider the area to will set up that is appropriate must is place where has wind speed shares 5 - 6 the meter builds [wasp] second , by a wind mill will begin feeling numb electric charge keeps in the battery that has 3 - 17 wind meter speeds builds [wasp] second , go up ,feeling numb electric charge will do feeling numb electric charge keeps in , battery ,12 V (12V/100Ah x 2 child sizes are), by feeling numb electric charge , will have control feeling numb electric charge , when , there are 3-17 wind meter speeds build [wasp] second , but , when , there is wind speed abounds 17 more the meter builds [wasp] second , the group controls feeling numb electric charge , will cut the circuit goes out for protect the equipment within of wind mill group.

keyword : Wind Turbine Generator

1.บทนำ

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมดในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4-5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยิ่งได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนักเมื่อ

เทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้ อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ตได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้นการศึกษา เรียนรู้วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์ จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

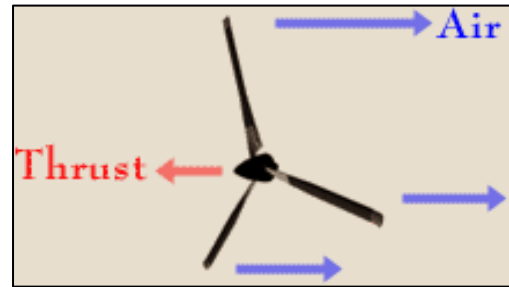
กังหันลม (Wind Turbine) เป็น เครื่องจักรกลที่สามารถรับพลังงานจลน์ จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานมาใช้ประโยชน์โดยนำไปใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การพัฒนา กังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่โบราณ และมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลศาสตร์ ของลม และหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และ ประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นคณะผู้วิจัยทำ ได้ศึกษาการทำงานของกังหันลม ต้นแบบจากการใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าโดยหลักการทำงานของ กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้ากล่าวคือ เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหันพลังงาน จลน์ที่เกิดจากลมจะ ทำให้ใบพัดของกังหันลมเกิดการหมุน และได้เป็น พลังงานกลออกมาพลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยน รูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดเครื่องไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับ แกนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้าและจ่าย ไฟฟ้าไปเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับ ความเร็วของลม ความยาวของใบพัดและสถานที่ติดตั้งกังหันลมและ จากการศึกษามูลผู้จัดทำ ได้คิดสร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้น เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้งานในระบบแสงสว่างเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและสามารถลดค่าใช้จ่าย ในเรื่อง ของค่าไฟ ได้ส่วนหนึ่ง และยังใช้เป็นต้นแบบ กังหันลมเพื่อพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีใบพัด

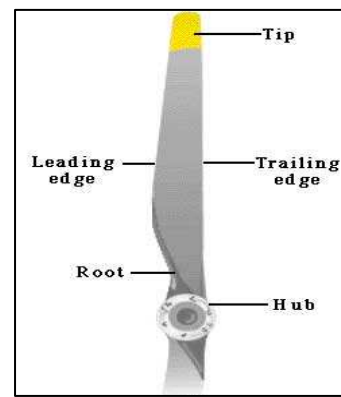
2.1 กำลังของใบพัด (blade power)

ใบพัด สร้างขึ้นให้มีลักษณะหรือรูปร่าง เป็น Airfoil คล้าย กับลักษณะของปีกเครื่องบิน เมื่อใบพัดหมุนโดยการหมุนของ เครื่องยนต์ ใบพัดก็จะสร้าง แรง ยก ไปทางด้านหน้าของเครื่องบิน และ แรงยกส่วนนี้เราเรียกว่า thrust ที่จะทำให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไป ข้างหน้า อากาศยานส่วนใหญ่ มีใบพัดแบบที่ใช้ดึง เครื่องบิน ผ่านไป ในอากาศ ใบพัดประเภทนี้เรียกว่า ใบพัดแบบ tractor อากาศยานบาง เครื่อง ใช้ใบพัดแบบผลัก ให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปในอากาศ เรียก ใบพัด ประเภทนี้ว่า pusher



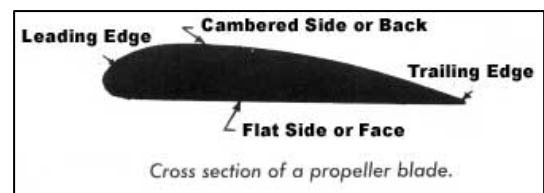
รูปที่ 1 การทำงานของใบพัด

Leading Edge คือส่วน แรกของใบพัดที่ หมุนตัดกับ อากาศ เมื่อใบพัดตัดอากาศ อากาศก็จะไหลผ่าน บนด้านหน้าของ ใบพัด และส่วนที่เป็นส่วนโค้งของใบพัด



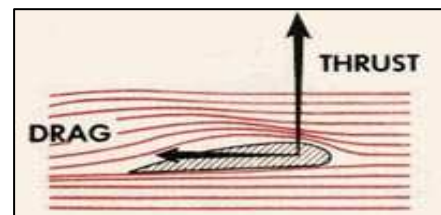
รูปที่ 2 ส่วนประกอบของใบพัด

Blade Face ก็คือส่วนล่างของ ใบพัด หรือ ส่วนล่างของ Airfoil แต่เราอาจจะเรียกว่าเป็นด้านหลังของใบพัด



รูปที่ 3 ส่วนล่างใบพัด

Thrust Face ก็คือส่วนที่มีความโค้งพื้นผิว ของใบพัด หรือ บางที่เราเรียกว่าด้านหน้าของใบพัด

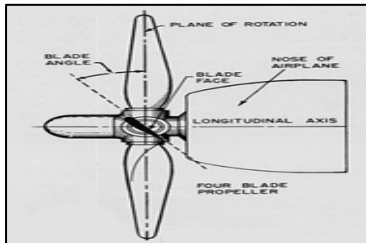


รูปที่ 4 ส่วนหน้าใบพัด

Blade Shank (Root) คือ ส่วนของกลีบใบพัดที่อยู่ส่วนหัว หรือ ส่วนที่อยู่ติดกับ ส่วนตรงกลาง (hub)

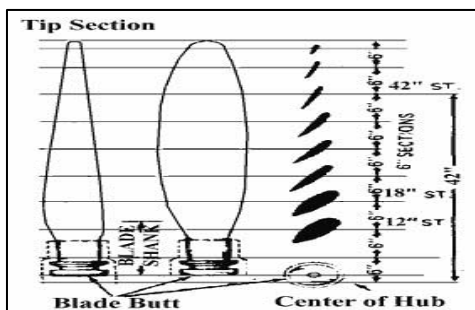
Blade Tip คือส่วนปลายสุดของใบพัด

Plane of Rotation คือระนาบจินตนาการของการหมุนของ ใบพัดที่ตั้งฉากกับ แกนของเครื่องยนต์ ระบายนี้จะเป็นระนาบวงกลม ตามที่ใบพัดหมุน



รูปที่ 5 ด้านข้างใบพัด

Blade Angle คือมุมที่เกิดจาก ส่วนของด้านหลังของใบพัด หรือ Blade Face กับ ระนาบการหมุนของใบพัด มุมที่เกิดขึ้นตลอด ระยะ ความยาวของใบพัด ตั้งแต่โคนถึงปลายใบพัด จะไม่เท่ากัน เหตุผลในการที่มุมตลอดใบพัด มีค่าต่างกัน เพราะว่า ระยะความยาว ของใบพัด จากแกนศูนย์กลางการหมุนไม่เท่ากัน ทำให้ความเร็วของ ใบพัดแต่ละส่วนมีความเร็วไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลกับแรงที่เกิดขึ้น ดังนั้น การออกแบบจึง ต้องการให้ทุกๆ ส่วนของใบพัด มี มุม Angle of Attack ของส่วนของตัวเองที่มีประสิทธิภาพที่สุด ที่สามารถสร้างแรง Thrust ตามความเร็วรอบที่ออกแบบมา



รูปที่ 6 ใบพัด

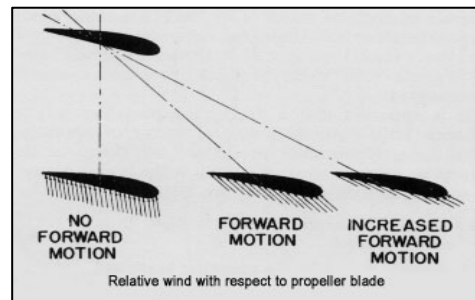
Blade Element คือส่วนย่อยๆของความยาวของใบพัด เสมือนนำส่วนย่อยๆนี้มาต่อกัน ขึ้นมาเป็นใบพัดหรือ blade airfoil ส่วนย่อยๆนี้ วางอยู่ในตำแหน่ง ที่ทำมุมกับระนาบการหมุนที่ต่างกัน

เหตุผลในการวางส่วนต่างๆที่มุมต่างกันเพราะว่าส่วนย่อยๆ ต่างๆของใบพัดนั้นมีความ เร็วในการหมุนที่ต่างกันส่วนของใบพัดที่อยู่ ด้านในติดกับศูนย์กลางจะมี ความเร็วที่ช้า กว่า ส่วนที่อยู่ไกลออกไปที่ ส่วนปลาย ของใบพัด ถ้าหากว่าทุกส่วนตลอดความยาวของใบพัด มี มุมเท่ากันหมด ทิศทางของลมที่กระทบกับใบพัด ก็จะไม่กระทบกับ ใบพัด ที่มีมุม Angle of Attack ที่เท่ากัน นี่เป็นเพราะความเร็วของ ใบพัดตลอดระยะความยาวจะไม่เท่ากัน

ใบพัดจะมีลักษณะบิดเป็นเกลียวเล็กน้อย(เนื่องจากการมีมุมที่ ต่างกันในแต่ละส่วนของใบพัด) ในตัวของมันด้วยเหตุผลที่สำคัญเมื่อ ใบพัดหมุน ไปรอบๆแต่ละส่วนของใบพัดหมุนด้วยความเร็วที่ต่างกัน การที่ใบพัดบิดเล็กน้อยนั้นหมายความว่าแต่ละส่วนที่เคลื่อนที่ไป ข้างหน้าด้วยความเร็วเท่ากันจึงทำให้ไม่เกิดแรงที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของ ใบพัดมากกว่ากัน ซึ่งจะทำให้เกิดอาการงอได้ (bending)

Thrust ที่เกิดจากใบพัดที่ติดอยู่กับ Shaft ของเครื่องยนต์ ขณะที่ ใบพัดหมุน ขณะทำการบิน แต่ละส่วนเคลื่อนไหว พร้อมกับการ เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ของเครื่องบิน และ การหมุนรอบ ของใบพัด ส่วน ที่หมุนช้า ก็จะมีมุม Angle of Attack ที่มากกว่า ในการสร้าง Thrust ดังนั้น รูปร่าง(cross section) ของใบพัด จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง จาก โคนใบพัดไปจนถึงปลายของใบพัด และการเปลี่ยนรูปร่างเช่นนี้ ทำให้ ใบพัดมีลักษณะ บิด (Twist) ของใบพัด

ชุดใบพัด เป็นตัวทำให้เกิดกำลังในการจุดไดนาโมผลิต กระแสไฟฟ้า ตัวใบพัดทำให้เกิดพลังงานกล ในการขับเคลื่อน เครื่อง กานัดกระแสไฟฟ้า (สนามแม่เหล็ก ตัด ขดลวด) ตัวเครื่องกานัด กระแสไฟฟ้า จะแปลงพลังงานกล เป็น พลังงานไฟฟ้า ทั้งพลังงานกล และ พลังงานไฟฟ้าสามารถวัดได้ในหน่วยของวัตต์ (watts)



รูปที่ 7 แบบใบพัด

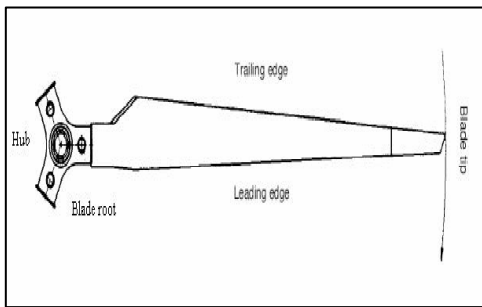
Relative Wind คือลมที่กระทบและผ่าน airfoil เมื่อ airfoil เคลื่อนที่ผ่านอากาศ

Angle of Attack เป็นมุมระหว่าง chord ของ element กับ relative wind สำหรับใบพัดแล้ว มุมที่มีประสิทธิภาพจะอยู่ระหว่าง 2 ถึง 4 องศา

Blade Path เป็นทางเดินที่ใบพัดเคลื่อนที่ไป

2.3 ทฤษฎีอากาศพลศาสตร์ (AERODYNAMICS) ของกังหันลม

AERODYNAMICS เป็นวิชาที่ศึกษาพฤติกรรมของวัตถุใน อากาศที่ไหลและแรงที่เกิดขึ้นจากอากาศที่ไหลผิวด้านหน้าและหลัง ของใบพัดกังหันลมจะมีลักษณะที่ไม่ราบเรียบตลอดความยาวของ สีเหลี่ยมผืนผ้าข้างหนึ่งจะเป็นขอบหน้า (Leading edge) และขอบหาง (Trailing edge) ส่วนของโคนใบจะยึดติดกับ hub เพื่อจะยึดติดกับแกน ของ generator

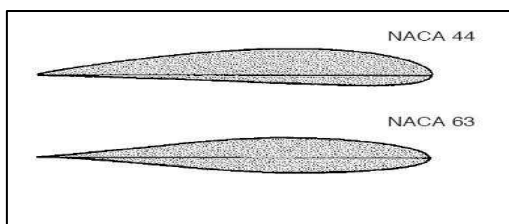


รูปที่ 8 ส่วนประกอบของใบพัดกังหันลม

รัศมีของใบพัดคือระยะจากโคนใบจนถึงปลายใบ หากมองจากด้านข้างจะพบว่าใบพัดมีลักษณะโค้งนูน โดยด้านหน้าที่ปะทะกับลมจะเรียกว่าด้านหน้า รูปร่างของใบพัดเช่นนี้เรียกว่า แพนอากาศ (blade's aerodynamics profile)

2.3.1 The aerodynamics profile

รูปร่างพื้นที่หน้าตัดของใบพัดจะมีผลต่อกำลังที่ได้และเสียงรบกวนที่จะเกิดขึ้น ซึ่งในการออกแบบใบพัดให้มีลักษณะดังกล่าวเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก ส่วนใหญ่ในการออกแบบกังหันลมจะนิยมเลือกรูปร่างของใบพัดจากฐานข้อมูลของ Airfoil ซึ่งทำการทดลองและวิจัยโดย NACA(The United States National Advisory Committee for Aerodynamics)

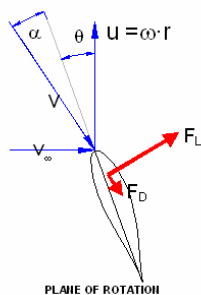


รูปที่ 9 Airfoil รุ่น NACA 44 และ NACA63

รูปร่างแพนอากาศ (airfoil) รุ่น NACA 44 เคยเป็นที่นิยมในการทำกังหันลมจนได้มีการพัฒนารูปร่างใบพัดจนปัจจุบันกังหันลมรุ่นใหม่นิยมใช้ airfoil รุ่น NACA 63 ซึ่งมีประสิทธิภาพและให้กำลังที่สูงกว่า

2.3.2 แรงที่กระทำต่อใบพัดของกังหันลม

เมื่ออากาศไหลผ่านแพนอากาศจะทำให้เกิดแรงต่างๆ กระทำต่อแพนอากาศดังรูป



รูปที่ 10 แสดงแรงที่กระทำต่อใบพัด

V_{∞} = ความเร็วลมเข้าใบพัด (m/s)

U = ความเร็วของใบพัด (m/s)

FL = แรงยก (N)

FD = แรงลาก(N)

α = มุมปะทะระหว่างลมกับแกนกลางของคอร์ด (องศา)

θ = มุมปะทะระหว่างแกนกลางของคอร์ดกับแนวการหมุนของใบพัด (องศา)

V = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

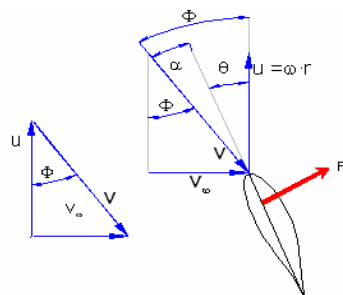
L = ความยาวคอร์ด (m)

ซึ่งการคำนวณหาค่าแรงต่างๆที่กระทำต่อใบพัดสามารถหาได้ดังนี้

-แรงยก (Lift Force)

เกิดจากแรงดันอากาศบนผิวของ airfoil กระทำกับความเร็วยกของใบพัด จะเกิดแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากกับคอร์ด เรียกว่า แรงยก (Lift Force) ซึ่งมีค่าสำคัญค่าหนึ่งคือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงยก (Lift Coefficient) หรือ C_L เราสามารถคำนวณหาค่าแรงยกที่กระทำต่อใบพัดได้จากสูตรในสมการ (1)

$$F_L = C_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \quad \dots\dots\dots(1)$$



รูปที่ 11 แสดงการเกิดแรงยกของใบพัด

FL = แรงยก (N)

C_L = สัมประสิทธิ์แรงยก

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg / m^3)

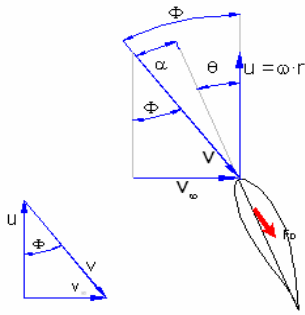
V = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (ตารางเมตร)

-แรงลาก (Drag Force)

เกิดจากแรงดันของอากาศบนผิวของ airfoil กระทำกับแรงเสียดทานบนผิวของใบพัด จะเกิดแรงกระทำกับใบพัดในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ เรียกว่า แรงลาก (Drag Force) ซึ่งมีค่าสำคัญค่าหนึ่งคือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงลาก (Drag Coefficient) หรือ C_D เราสามารถคำนวณหาค่าแรงลากที่กระทำต่อใบพัดได้จากสูตร

$$F_D = C_D \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \quad \dots\dots\dots(2)$$



รูปที่ 12 แสดงการเกิดแรงลากของใบพัด

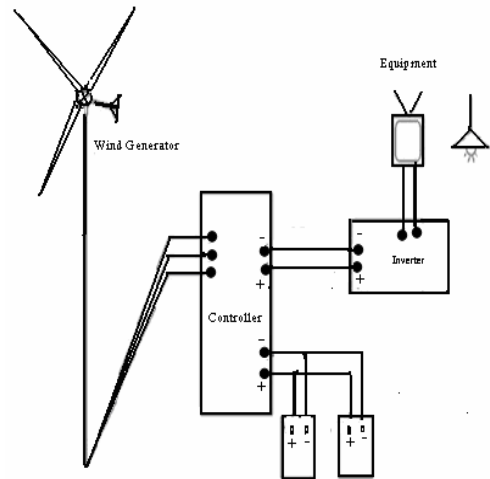
FD = แรงลาก (N)

CD = สัมประสิทธิ์แรงลาก

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)

V = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (ตารางเมตร)

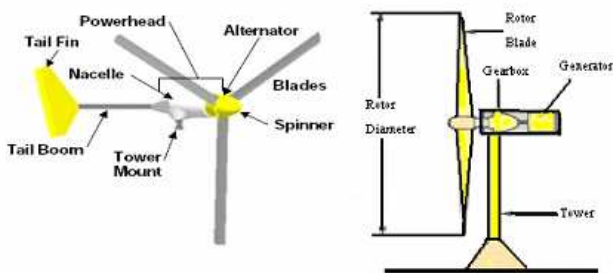


รูปที่ 14 แผนผังวงจรการต่อกังหันลม

2.4 กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลมโดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมพัดแรง เช่น ลมพายุและตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์ (Windmills) กังหันลมใบเสื่อลำแพน นิยมใช้กับเครื่องจุดน้ำ กังหันลมแบบกังล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้าแบบพรอบเพลเลอร์ (Propeller)

-โครงสร้างของกังหันลมแนวแกน



รูปที่ 13 โครงสร้างของกังหันลมแนวแกน

3. การออกแบบระบบ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าจำเป็นต้องออกแบบเป็นพิเศษ เนื่องจากความเร็วรอบของกังหันลมต่ำมาก อย่างเช่นกังหันขนาด 5 เมตร ชนิดใบพัด 3 ใบ ขณะลมอ่อน ลมปานกลาง และลมแรง จะมีความเร็วรอบประมาณ 100, 150 และ 200 รอบต่อนาทีตามลำดับ ฉะนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องมีจำนวนขั้วแม่เหล็ก (Pole) มากเพียงพอ เช่น 16 ขั้วเป็นอย่างน้อย 24 หรือ 36 ขั้วจะดีกว่า และ 48 หรือมากกว่าจะดีมาก จำนวนขั้วแม่เหล็กและความเร็วรอบจะส่งผลให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตความถี่ไฟฟ้า ความถี่ที่สูงการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจะยิ่งดีขึ้นเราสามารถคำนวณความถี่ได้จากสูตร

$$F = \frac{N \times P_2}{120} \dots\dots\dots(3)$$

F = ความถี่ (Hz)

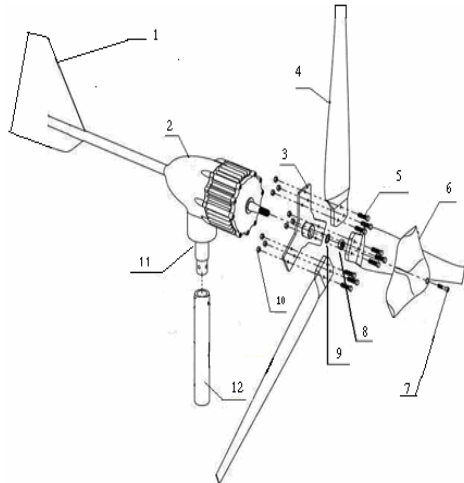
N = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

P_2 = จำนวนขั้วแม่เหล็ก (Pole)

ส่วนประกอบสำคัญของระบบกังหันลมทั่วๆ ไปอาจแบ่งได้ดังนี้

1. หางเสือปรับทิศทางลม
2. ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
3. เหล็กจับยึดใบพัด กับตัวจับแกนหมุนเพื่อหมุน และปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
4. ใบพัดเป็นตัวรับพลังลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลซึ่งยึดติดกับชุดแกนหมุน
5. น็อตยึดใบพัดกับเหล็กยึดใบพัด

6. ส่วนหัว/ส่วนหน้าของกังหันลม
7. น๊อตยึดส่วนหัวกับเหล็กยึดใบพัด
8. น๊อตยึดแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
9. แหวน/แหวนสปริงเพื่อรองรับน๊อตยึดแกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
10. น๊อตตัวเมีย
11. แกนคอกหมุนรับทิศทางลมเป็นตัวควบคุมการหมุนของกังหันลมเพื่อให้ใบพัดรับทิศทางลมโดยมีความสัมพันธ์กับหางเสือ
12. เสา เป็นส่วนแบกรับอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ข้างบน



รูปที่ 15 แสดงส่วนประกอบของระบบกังหันลมสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

3.1 ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้า

ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้าสามารถตัดเก็บประจุไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่ที่ได้ความเร็วลม 3-17 m/s และ เมื่อแรงลมมากกว่า 17 m/s ชุดควบคุมคอนโทรลจะหน้าที่ตัดวงจรโดยการใช้อุปกรณ์รีเลย์อัตโนมัติเป็นกำหนดหรือทำหน้าที่ เปิด - ปิด สวิตช์เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในของชุดควบคุม



รูปที่ 16 ชุดคอนโทรลการชาร์จแบตเตอรี่

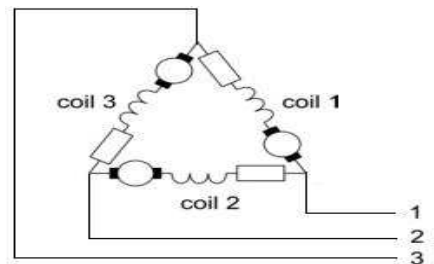
3.2 สถิติการวัดลมด้วยเครื่องวัดแรงลมสามารถเก็บผลการทดลองได้จากเครื่องมือวัดลม HOT WIRE ANEMOMETER



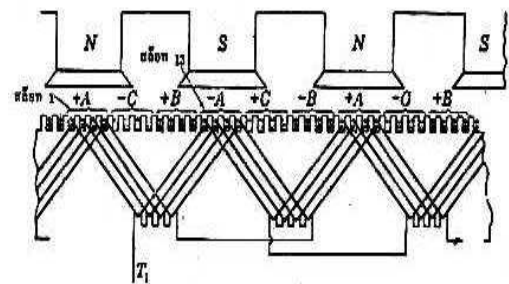
รูปที่ 17 เครื่องวัดแรงลม HOT WIRE ANEMOMETER

3.3 การพันขดลวดอาเมเจอร์

การออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สร้างแรงดันเอาต์พุตได้ตามต้องการสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงคือการพันขดลวดอาเมเจอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีการพันขดลวดมีการพันลักษณะวงจรปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแบบวงจรเปิดเดลต้า



รูปที่ 18 การต่อขดลวดแบบวงจรเปิดเดลต้า



รูปที่ 19 พันขดลวดอาเมเจอร์แบบ 3 เฟสพัน 2 ชั้น

จากรูปที่ 18-19 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มี 36 ร่อง 6 ขั้วแม่เหล็กดังนั้นให้

$$\begin{aligned}
 N &= \text{จำนวนร่องต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็ก (slot/pole)} \\
 &= 36/6 \\
 &= 6 \text{ ร่อง} \\
 m &= \text{จำนวนร่องต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็กต่อหนึ่งเฟส (slot/pole/phase)}
 \end{aligned}$$

(ต่อ)

$$= (\text{slot/pole/phase})$$

$$= 36 / (6 \times 3)$$

$$= 2$$

ระยะห่างระหว่างกึ่งกลางขั้ว N วัดไปยังกึ่งกลางขั้ว S ที่อยู่
ประชิดกันเรียกว่า 1 โพลพิช = 120 องศาทางไฟฟ้า

ให้ β = มุมระหว่างร่องสองร่องอยู่ประชิดกัน (slot pitch or
slot angle)

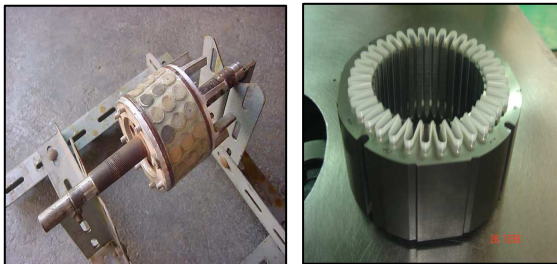
$$= 120^\circ / (\text{slot} / \text{pole})$$

$$= 120 / (36 \times 6)$$

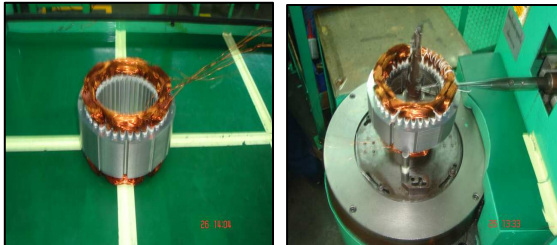
$$= 20^\circ \text{ องศาไฟฟ้า}$$



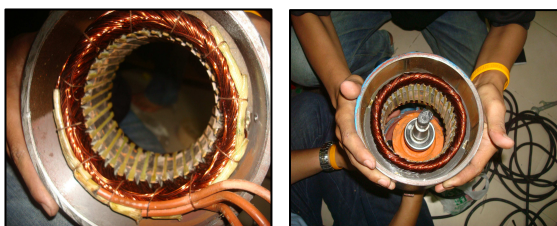
รูปที่ 23 แสดงการติดตั้งชุดตัวอย่างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า



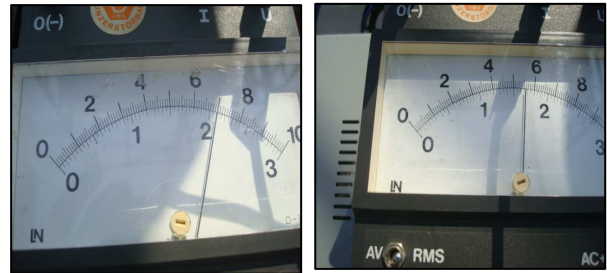
รูปที่ 20 แสดงหุ่น (Rotor) เรียงแม่เหล็กถาวร 48 ก้อนและแสดง
สเตเตอร์ที่ผ่านกระบวนการใส่ไมลาร์แบบสมบูรณ์



รูปที่ 21 แสดงการพันขดลวดครบสมบูรณ์



รูปที่ 22 แสดงการประกอบ Generator



รูปที่ 24 แสดงการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานลม



รูปที่ 25 อินเวอร์เตอร์ 950 W และแบตเตอรี่ที่ใช้งานจำนวน 2 ลูก
ขนาด 200 Ah (ลูกละ 100Ah)



รูปที่ 26 แสดงการวัดลมได้ที่ 6.2 m/s และ แสดงค่าแรงดันที่ได้จากชุด
Charger Controller ขนาด 10-15 VDC

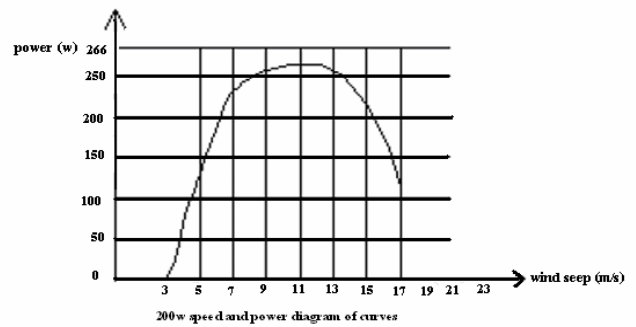
4. สรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 1 กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมที่คำนวณได้จากเครื่องวัดลม

การวัดลมด้วยเครื่องวัดลมและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200วัตต์ (W)			
แรงดันที่ Output 22VAC	แรงลมสูงสุด เมตร/วินาที	วัตต์ที่วัดได้	ค่ากระแสที่วัดได้
220V	3.0 m/s	6 w	0.027 A
220V	3.5 m/s	25 w	0.113 A
220V	6.5 m/s	212 w	0.963 A
220V	7.0 m/s	213 w	1.050 A
220V	7.5 m/s	244 w	1.109 A
220V	8.0 m/s	248 w	1.127 A
220V	8.5 m/s	250 w	1.136 A
220V	9.0 m/s	252 w	1.145 A
220V	9.5 m/s	253 w	1.150 A
220V	10.0 m/s	254 w	1.154 A
220V	10.5 m/s	254 w	1.150 A
220V	11.5 m/s	255 w	1.159 A
220V	12.0 m/s	255 w	1.159 A
220V	12.5 m/s	255 w	1.159 A

ตารางที่ 1 (ต่อ) กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมที่คำนวณได้จากเครื่องวัดลม

การวัดลมด้วยเครื่องวัดลมและกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์ (W)			
แรงดันที่ Output 22VAC	แรงลมสูงสุด เมตร/วินาที	วัตต์ที่วัดได้	ค่ากระแสที่วัดได้
220V	13.0 m/s	254 w	1.154 A
220V	13.5 m/s	252 w	1.145 A
220V	14.0 m/s	250 w	1.136 A
220V	9.5 m/s	253 w	1.150 A
220V	10.0 m/s	254 w	1.154 A
220V	10.5 m/s	254 w	1.150 A
220V	11.0 m/s	255 w	1.154 A
220V	11.5 m/s	255 w	1.159 A
220V	12.0 m/s	255 w	1.159 A
220V	13.0 m/s	254 w	1.154 A



รูปที่ 27 กราฟแสดงการทำงานของกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์



รูปที่ 28 กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า 200 วัตต์ที่ประกอบโครงสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว

สรุปผลประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยตัวอย่างกังหันลมขนาด 200 วัตต์ (W) จากการวิจัยได้รายละเอียด ดังนี้

1. ผลิตพลังงานจากกังหันลมขนาด 200 วัตต์
2. ได้แรงดันไฟฟ้า 12 – 15 โวลต์ DC
3. กังหันลมเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 4.5 เมตรต่อวินาที
4. ความเร็วลมการใช้งานปกติ 3-17 เมตรต่อวินาที
5. ความเร็วลมไม่เกิน 17 เมตรต่อวินาที
6. อัตราการหมุน 450 (rpm)
7. ใบกังหันลมทำจาก fiber glass จำนวนใบกังหัน 3 ใบ
8. ความสูงของเสา 6 เมตร
9. เส้นผ่าศูนย์กลางเสาของเสา 63 มิลลิเมตรหรือ 2 นิ้วครึ่ง
10. แบตเตอรี่ที่เหมาะสมในการทำงาน 12V 100 Ah 2 ลูก

4. เอกสารอ้างอิง

- [1] หนังสือโครงการศึกษาศักยภาพพลังงานลมเฉพาะแหล่ง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน; จัดทำโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2549
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546. ออนไลน์ กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2546ก). พลังงานลม. [ออนไลน์].
- [3] นิพนธ์ เกตุจ้อย และอชิตพล ศศิธรานุวัฒน์. (2547, กรกฎาคม- ธันวาคม). "เทคโนโลยีพลังงานลม, "วารสารมหาวิทยาลัยนครสวรรค์. 12(2).57-73.AZsolarcenter.(2004).Wind Technology.[On-line]. Available: