การพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเกียร์อัตโนมัติ เพื่อใช้กับลมที่มีความเร็วต่ำ

Development of Wind Turbines by Using Automatic Gear System for Low Speed Wind

วสันต์ ดาราวรรณ์ และ พิสิษฐ์ มณีโชติ
คณะบัณฑิตวิทยาลัยสาขาวิชาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทย บริการกรุงเทพมหานคร 65000
*โทรศัพท์ : 0-2655-3700 โทรสาร 0-2655-3699: e-mail : rightcop@gmail.com
Wasun Darawun Pisit Maneechot
Graduate School ,M.S.Renewable Energy, Naresuan University , Bangkok Campus ,Bangkok 10330, Thailand
Tel: 0-2655-3700 Fax: 0-2655-3699 e-mail: rightcop@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเกียร์อัตโนมัติ เพื่อใช้กับลมที่มีความเร็วต่ำ การออกแบบกังหันจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ใช้ใบพัดกังหันลมแบบอเมริกันจำนวน 18 ใบ เพื่อให้รับลมได้มากขึ้นและเริ่มหมุนที่ความเร็วลมต่ำ การมีใบพัดรับลมมากจะส่งแรงบิดให้กับเพลาส่งกำลังมาก จากนั้นก็แปลงแรงบิดที่ได้นี้ให้มีความเร็วรอบที่สูงขึ้นตามความเร็วลมที่ได้รับ ตัวเปลี่ยนความเร็วรอบนี้จะมีลักษณะเป็นเฟืองทดรอบมีทั้งหมด 6 ความเร็วรอบ จากนั้นก็นำกำลังที่ได้จากการทดรอบนี้ไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จากผลการศึกษาพบว่าที่ความเร็วของลม 4.5 เมตรต่อวินาที สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 18.4 วัตต์ ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้จริง ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรได้รับการส่งเสริมให้มีการพัฒนาและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: พลังงานลม/ กังหันลมผลิตไฟฟ้า/ ระบบเกียร์อัตโนมัติ

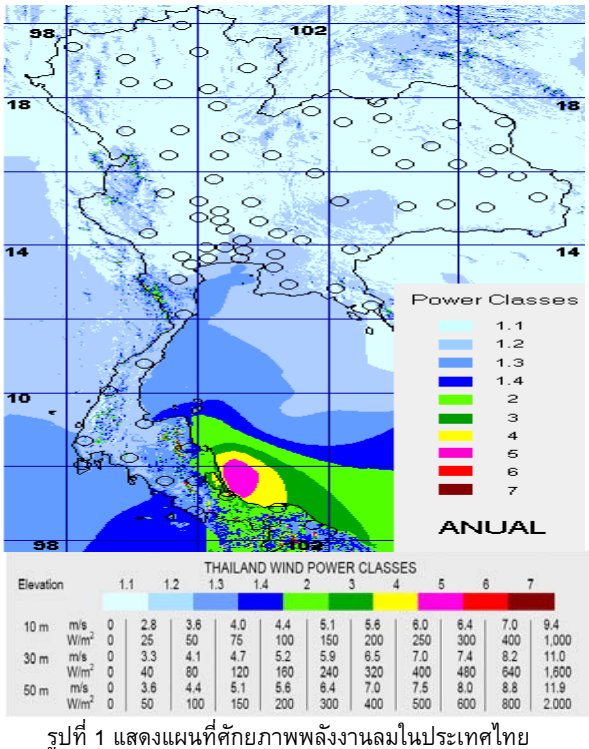
Abstract

This research is the study of the development of wind turbines by using automatic gears system for low speed wind. The prototype design propeller's diameter is designed as 2 meters and uses 18-blade American propeller in order to capture more wind which enables it to start moving at low speed. With the propeller having more blades. higher torque will be created at the shaft axis converting higher revolution according to wind speed. The gears box are designed to produce 6 steps of speed revolution creating power to run the turbine generator. The finding shows that the wind turbine using automatic gear system for low speed wind creates 4.5 m/s of wind speed, and 18.4 watt of certain current electric power. To the researcher consideration, the promotion and development of this innovation is required for further sustainable utilization

Keyword; Wind Energy/ Wind Turbines/ Automatic Gear System

1. บทนำ

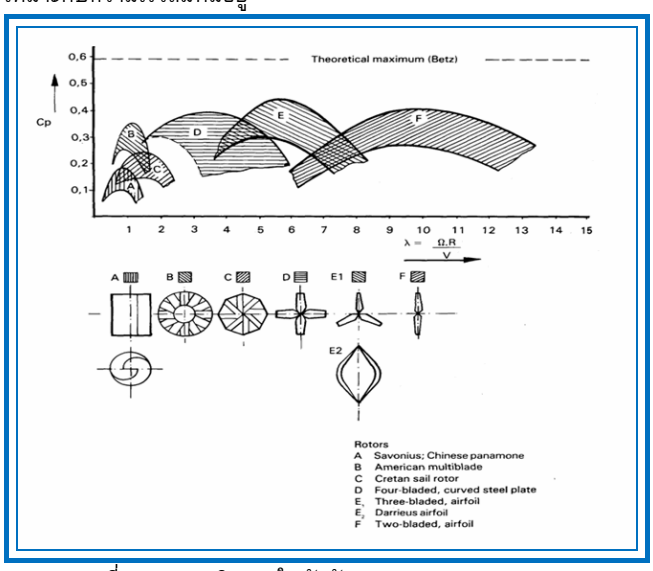
จากแผนที่แสดงศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะมีความเร็วต่ำคือประมาณ 1-4 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นปัญหาต่อการพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าของประเทศเป็นอย่างมากเพราะถ้าความเร็วลมต่ำก็จะทำให้กังหันไม่หมุนหรือหมุนช้าไม่สามารถนำมาหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ ถึงแม้จะมีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยความเร็วรอบต่ำแล้วก็ตามแต่ก็ยังผลิตกระแสไฟฟ้าไม่ได้มากเท่าที่ควร



รูปที่ 1 แสดงแผนที่ศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทย

จากข้อมูลแสดงชนิดของกังหันลมแบบต่างๆ จะบอกถึงความเหมาะสมในการเลือกชนิดของใบกังหันให้เหมาะสมกับความเร็วของ

ลมซึ่งส่วนใหญ่ที่เห็นผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันขนาดเล็กในประเทศไทยทั่วไปจะใช้ชนิด 3 ใบพัดใบพัดชนิดนี้จะเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 3.8 เมตรต่อวินาที คุณสมบัติข้อนี้จะทำให้โอกาสการพัฒนากังหันลมขนาดเล็กขนาดเล็กเกือบหมดไป ประกอบกับคุณสมบัติอีกข้อหนึ่งก็คือใบพัดชนิดนี้จะให้แรงบิดที่เพลาส่งกำลังต่ำทำให้ยากที่จะทำการทดรอบให้มีความเร็วรอบที่สูงขึ้นได้เพราะถ้าทดรอบน้อยรอบก็จะไม่พอ ถ้าทดรอบมากใบพัดก็จะเริ่มออกตัวช้าไปอีกหรือไม่หมุนเลย นี่คือปัญหาที่สำคัญที่ผู้ทำวิจัยจะได้นำมาออกแบบและพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กของประเทศให้มีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้เหมาะกับความเร็วลมที่มีอยู่



รูปที่ 2 แสดงชนิดของใบกังหันลมต่างๆ

จากปัญหาข้างต้นผู้ทำวิจัยจึงได้เลือกใช้ใบพัดกังหันลมแบบอเมริกันเพราะเป็นใบพัดที่เริ่มหมุนที่ความเร็วลมต่ำคือประมาณ 0.8-1 เมตรต่อวินาที มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 2 เมตรและเลือกใช้ใบพัด 18 ใบเพื่อให้รับกำลังลมได้มากขึ้นและมีแรงบิดที่เพลาส่งกำลังได้มากขึ้น ซึ่งปัจจุบันใบพัดชนิดนี้ใช้ทำกังหันสำหรับสูบน้ำและใช้โม่พืชผลทางการเกษตรเท่านั้น จากข้อมูลดังกล่าวมาแล้วนั้น ผู้ทำวิจัยมุ่งหวังในการพัฒนาออกแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบปรับเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในพื้นที่ที่มีศักยภาพความเร็วลมต่ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใช้ความเร็วของลมต่ำกว่า 5 เมตรต่อวินาที

2.2 เพื่อพัฒนาระบบเกียร์ของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ที่ใช้ความเร็วของลมต่ำกว่า 5 เมตรต่อวินาที

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การคำนวณหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถหาได้จากสูตรการหากำลังของลมดังนี้

$$P_w = \frac{1}{2}\rho A v^3$$

เมื่อ P_w คือ กำลังของลม (W)

ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ(มาตรฐานสากล) มีค่าเท่ากับ 1.225 kg/m^3

A คือ พื้นที่หน้าตัด (m^2)

v คือ ความเร็วลม (m/s)

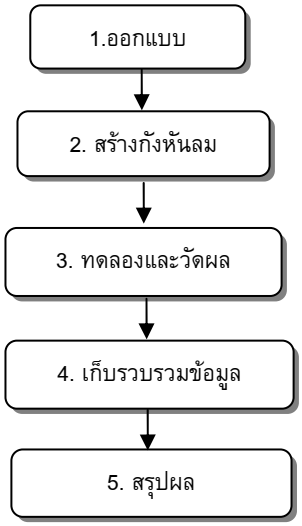
งานวิจัยนี้ใช้กังหันลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตรและมุ่งพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ความเร็วลมที่ต่ำกว่า 5 เมตรต่อวินาที ดังนั้นจะหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการแทนค่าลงในสูตรได้ดังนี้

= 0.5 x 1.225 x 3.14 x (5^3)

= 240 Watt ในทางปฏิบัติย่อมมีการสูญเสียในระบบขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ควรจะได้ = 200 วัตต์

4 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยมี 5 ขั้นตอนดังนี้

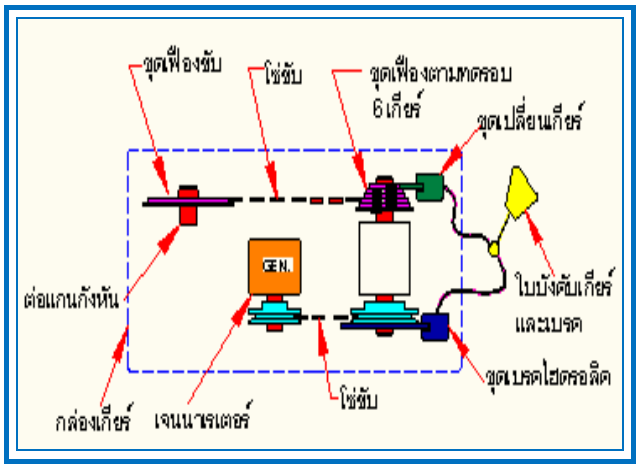


รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบ

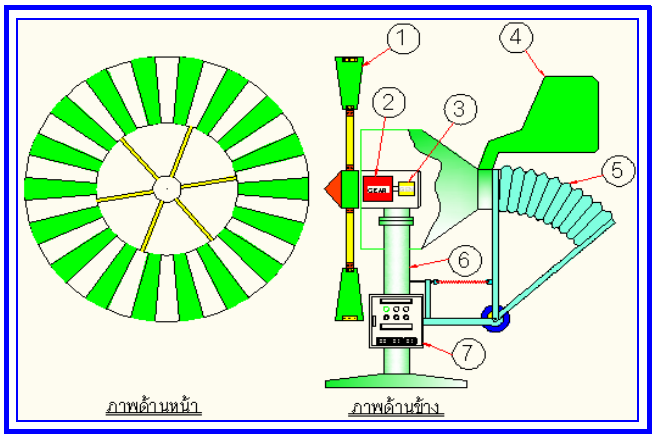
4.1.1 แผนภูมิแสดงวิธีการ

เมื่อเพลาส่งกำลังได้รับกำลังจากใบพัดก็จะหมุนชุดเฟืองขับส่งกำลังผ่านโซ่ไปยังชุดเฟืองทดซึ่งมี 6 เกียร์จากนั้นใบบังคับลมจะส่งกำลังไปเปลี่ยนเกียร์ตามความเร็วของลมที่ตั้งไว้ ส่งกำลังไปทดความเร็วรอบเพิ่มอีกครั้งหนึ่งที่เกียร์ชุดที่ 2 นำกำลังที่ได้ไปหมุนเจนนาเรเตอร์ ต่อไป

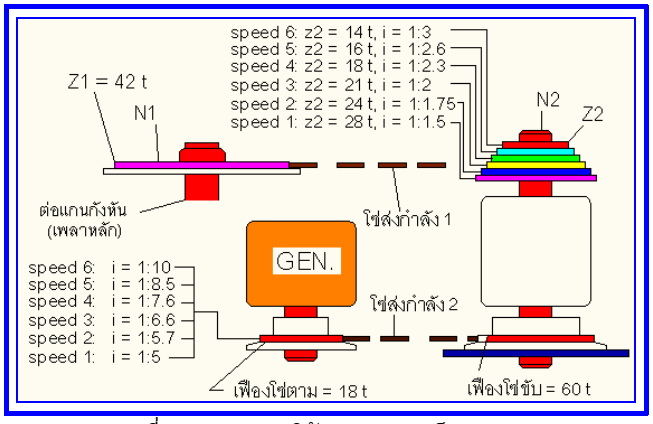


รูปที่ 4 แสดงแผนภูมิแสดงวิธีการ

4.1.2 แบบแสดงส่วนประกอบ จากรูปที่ 4 นำมาออกแบบส่วนประกอบหลักของกังหันได้ดังนี้



รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบของกังหัน



รูปที่ 6 แสดงแผนภูมิอัตราทดความเร็วรอบ

การคำนวณความเร็วรอบและอัตราทด

สูตรการคำนวณความเร็วรอบ : $Z_1N_1 = Z_2N_2$ หรือ $D_1N_2 = D_2N_2$

N_1, N_2 = ความเร็วรอบของเฟืองขับและเฟืองตามมีหน่วยเป็นรอบต่อนาที (RPM)

Z_1, Z_2 = จำนวนฟันเฟืองขับ และเฟืองตามมีหน่วยเป็นฟัน (t)

ยกตัวอย่าง : ต้องการหาความเร็วรอบของเฟืองตาม N_2 กำหนดให้ N_1 = 200 rpm , Z_1 = 42 t, Z_2 = 14

จากสูตร $$N_2 = \frac{Z_1 N_1}{Z_2} = \frac{42 \times 200}{14} = 600\ rpm$$

สูตรคำนวณอัตราทด (i) = $\frac{Z}{z}$ หรือ $\frac{D}{d}$ หรือ $\frac{N}{n}$

Z, z = จำนวนฟันของเฟืองใหญ่และเฟืองเล็กมีหน่วยเป็นฟัน (t)

D,d = ความโตของเฟืองใหญ่และเฟืองเล็กมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรหรือนิ้ว

N,n = จำนวนรอบเฟืองใหญ่และเฟืองเล็กมีหน่วยเป็นรอบต่อนาที (rpm)

การทำงานของระบบปรับเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติจะมีทั้งหมด 6 เกียร์ซึ่งจะเปลี่ยนตามความเร็วของลมดังนี้คือ

เกียร์ 1 เมื่อความเร็วลม 2.5 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:5

เกียร์ 2เมื่อความเร็วลม 3 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:5.7

เกียร์ 3 เมื่อความเร็วลม 4 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:6.6

เกียร์ 4 เมื่อความเร็วลม4.5 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:7.6

เกียร์ 5 เมื่อความเร็วลม 5 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:8.5

เกียร์ 6 เมื่อความเร็วลม 8 เมตร/วินาที มีอัตราทด 1:10

การเปลี่ยนขั้นความเร็วจะเริ่มจากเกียร์ 1 ซึ่งมีการทดรอบน้อยที่สุดเพื่อให้ชุดใบกังหันออกตัวได้ง่ายก่อนเมื่อความเร็วของลมมากกว่า 3 เมตรต่อวินาที ลมก็จะดันให้ใบบังคับเกียร์หมุนไปกดโซ่ให้เลื่อนไปเกียร์ 2 และจะคงความเร็วไว้ที่เกียร์ 2 จนกว่าเมื่อความเร็วลมมากกว่า 4 เมตรต่อวินาที ก็จะเปลี่ยนขั้นความเร็วไปที่เกียร์ 3 และเปลี่ยนอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆจนถึงเกียร์ 6 หากความเร็วลมมากกว่า 15 เมตรต่อวินาทีชุดใบบังคับเกียร์ก็จะดึงสลิงให้ระบบเบรคไฮดรอลิกทำการเบรคไม่ให้ชุดใบพัดหมุนและเมื่อความเร็วลมลดลงสปริงที่ขาใบบังคับเกียร์จะดึงใบบังคับเกียร์ให้กลับมายังตำแหน่งที่ต่ำลงจนถึงเกียร์ 1 และจะคงอยู่ที่เกียร์ 1 จนกว่าจะมีความเร็วลมเพิ่มขึ้นต่อไป

4.2 การสร้างกังหันลม ตามรูปที่ 5 ส่วนประกอบที่ต้องสร้างมีดังนี้

4.2.1 ชุดใบพัด มีหน้าที่ในการรับพลังงานลมเพื่อนำไปขับเคลื่อนชุดเกียร์ เป็นใบพัดกังหันลมแบบอเมริกันมีใบพัดจำนวน 18 ใบมีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 2 เมตร ใบพัดและโครงใบพัดทำด้วยวัสดุอะลูมิเนียมเพื่อให้มีน้ำหนักเบาช่วยให้เริ่มหมุนออกตัวได้ง่ายขึ้น

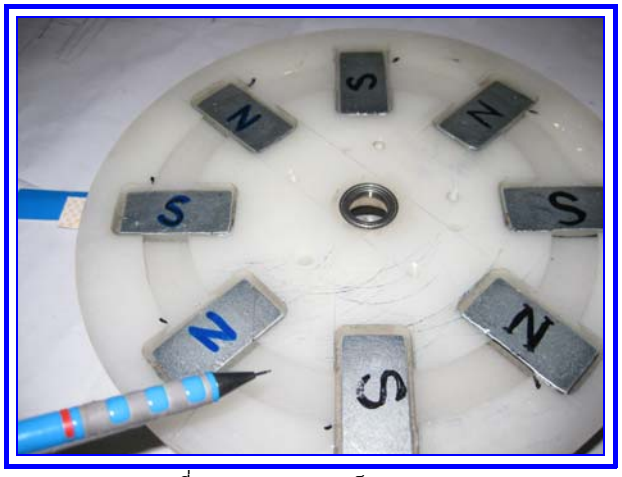
รูปที่ 7 แสดงใบกังหันที่ประกอบเสร็จแล้ว

4.2.2 ชุดเกียร์อัตโนมัติ มีหน้าที่ปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเพลาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เร็วหรือช้าตามความเร็วของลมจะมีขั้นความเร็ว 6 ขั้นหรือ 6 เกียร์ ปรับเปลี่ยนความเร็วโดยอาศัยแรงของลมไปกดชุดใบรับลมทำให้กลไกเปลี่ยนความเร็วรอบได้เองตามความเร็วของลม

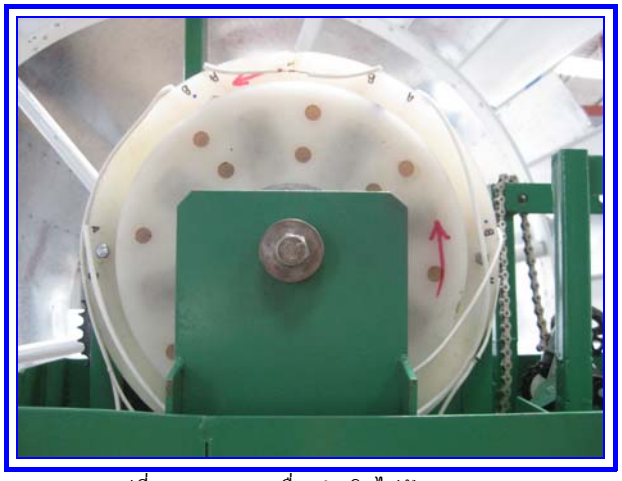
รูปที่ 8 แสดงชุดระบบเกียร์อัตโนมัติ

4.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีหน้าที่ในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยได้รับกำลังที่นำมาหมุนจากชุดใบพัด เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารอบต่ำ ใช้ลวดทองแดงเบอร์ 19 พัน 250 รอบจำนวน 6 ขด ส่วนชุดแม่เหล็กจะใช้แม่เหล็กขนาด 25 x 50 x 10 มม. จำนวน 8 ก้อนมี 2 ชุด แต่ละก้อนมีความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กเท่ากับ 5000 เกาส์หรือ 0.5 เทสลา จากรายข้อมูลที่กล่าวมาเมื่อนำมาคำนวณจะได้กำลังไฟฟ้า 112 วัตต์

รูปที่ 9 แสดงชุดขดลวดทองแดง



รูปที่ 10 แสดงชุดแม่เหล็ก



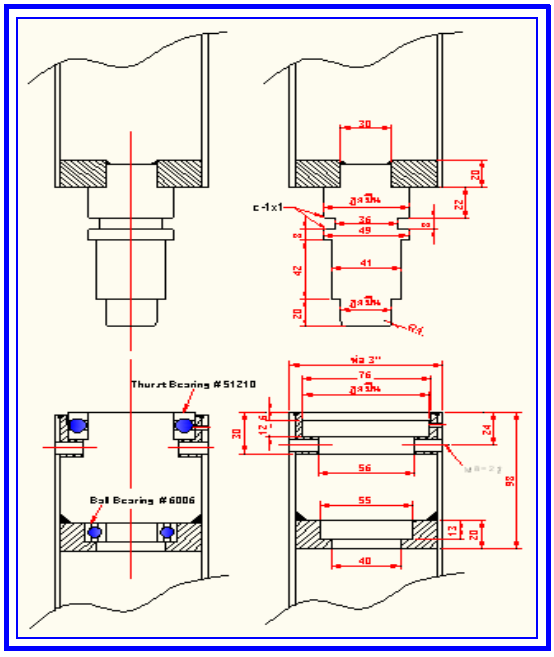
รูปที่ 11 แสดงชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.2.4 ชุดหางกังหันลม มีหน้าที่ในการบังคับให้ชุดใบพัดหันเข้าหาทิศทางลมทำด้วยเหล็กแผ่นมีลักษณะแบนและไม่หนักจนเกินไป

4.2.5 ชุดปรับเปลี่ยนความเร็วอัตโนมัติ มีหน้าที่ในการปรับเปลี่ยนความเร็วตามความเร็วของลม ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อลมพัดผ่านกังหันลม ลมส่วนกลางของกังหันจะถูกรีดโดยกรวยรีดลมให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น แรงลมที่ได้จะไปกดใบรับลมให้ใบรับลมเคลื่อนที่ออกจนชนะแรงสปริงในระหว่างที่ใบรับลมเคลื่อนที่ก็จะทำให้ชุดเปลี่ยนเกียร์หมุนและทำการเปลี่ยนเกียร์ตามความเร็วของลมที่พัดผ่านแต่เมื่อความเร็วของลมอ่อนลงสปริงก็จะดึงให้เกียร์ถอยกลับอยู่ในตำแหน่งเกียร์ที่ตั้งไว้

รูปที่ 12 แสดงชุดกรวยรีดลม

4.2.6 เสากังหันลม มีหน้าที่ในการรับน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดหมุนรอบตัวได้เพื่อชุดใบพัดสามารถหันหน้าเข้าทิศทางลมตลอดเวลาทำด้วยเหล็กท่อขนาด 4 นิ้วจะต้องมีความแข็งแรงและยึดให้มั่นคง



รูปที่ 13 แสดงจุดหมุนของเสา

4.2.7 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า มีหน้าที่ควบคุมการรับและจ่ายของกระแสไฟฟ้าจะมีอุปกรณ์แสดงค่าของกระแสไฟฟ้าและค่าของแรงคลื่นไฟฟ้า

4.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. ชุดกังหันลม

รูปที่ 14 แสดงชุดกังหันลม

2. ชุดทดสอบใช้วัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 15 แสดงชุดทดสอบค่าไฟฟ้า

3. เครื่องวัดความเร็วลม

รูปที่ 16 แสดงเครื่องวัดความเร็วลม

4. พัดลมไฟฟ้าใช้เป่าลมทดสอบ

รูปที่ 17 แสดงพัดลมอุตสาหกรรม

5. เครื่องวัดความเร็วรอบ

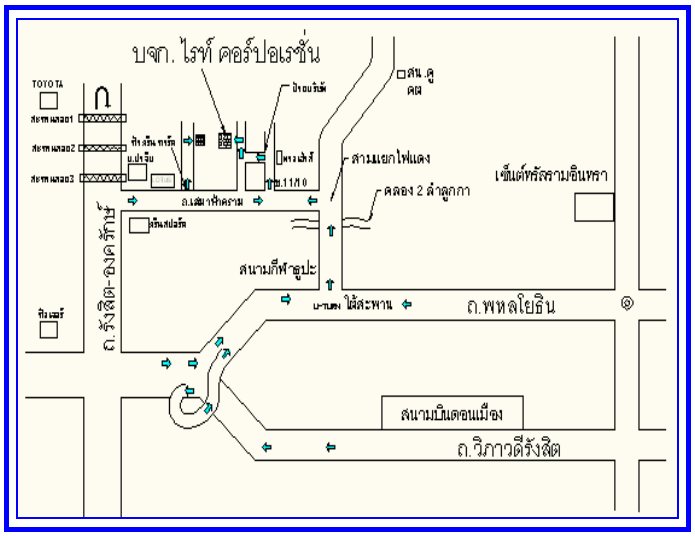
รูปที่ 18 แสดงเครื่องวัดความเร็วรอบ

6. อุโมงค์ลมจำลอง

รูปที่ 19 แสดงอุโมงค์ลมจำลอง

4.4 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ บริษัทไรท์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด เลขที่ 33/ 18 หมู่ที่ 5 ถนนเสมาฟ้าคราม ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130 โทรศัพท์ 02-592 4282 โทรสาร 02-592 4046



รูปที่ 20 แสดงอุโมงค์ลมจำลอง

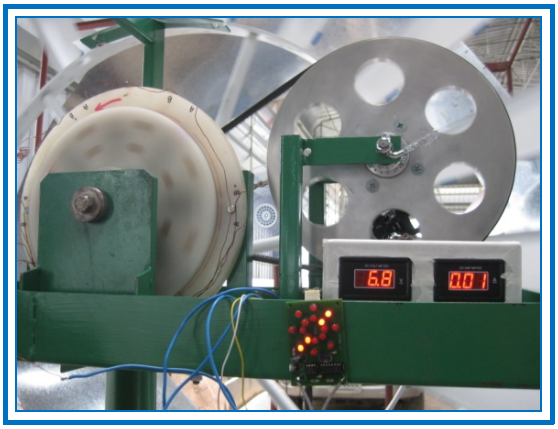
4.5 การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. การวัดผลการเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ ของระบบเกียร์
2. การวัดผลที่ผลิตไฟฟ้าได้ โดยไม่กำหนดปริมาณที่ผลิตได้

4.6 วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งกังหันลม อุโมงค์ลมและพัดลม ตามรูปที่ 21
2. เปิดพัดลมให้มีความเร็วลมตามตารางกำหนดโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
3. สังเกตการปรับความเร็วอัตโนมัติว่าสามารถเปลี่ยนได้ตามความเร็วลมที่ตั้งไว้หรือไม่
4. สังเกตหน้าปัทชุดควบคุมระบบไฟฟ้าว่าในแต่ละขั้นความเร็วสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้กี่วัตต์ ตามรูปที่ 22 บันทึกผลการทดลองทั้งหมด

รูปที่ 21 แสดงวิธีการทดลอง



รูปที่ 22 แสดงการวัดค่าไฟฟ้า

5.ผลการวิจัย

5.1 การวัดผลการเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ

เป็นการทดสอบระบบเกียร์อัตโนมัติว่าที่ความเร็วของลมที่กำหนดและตั้งค่าของสปริงดึงไว้ เมื่อมีลมพัดเข้ามาจะสามารถปรับเปลี่ยนเกียร์ได้ตามที่กำหนดไว้ได้หรือไม่ การวัดจะใช้เครื่องมือวัดความเร็วของลมวัดค่าความเร็วลมที่หน้ากังหันตามความเร็วที่กำหนดไว้ในตาราง จากนั้นก็สังเกตที่ชุดก้านดึงเปลี่ยนเกียร์ซึ่งจะมีตัวเลขบอกตำแหน่งของเกียร์ว่าเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่ วิธีการบันทึกจะทำการทดลองจำนวน 3 ครั้ง แล้วบันทึกผลลงในตาราง

ตารางที่ 1 การวัดผลการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ

ที่	ความเร็วลม m/s	ความเร็วรอบของ GEN (rpm)	เกียร์	ผลการเปลี่ยนเกียร์	
				YES	NO
1	2.5	100	1	✓	
2	3	156	2	✓	
3	4	217	3	✓	
4	4.5	288	4	✓	
5	5	360	5	✓	
6	8	550	6	✓	

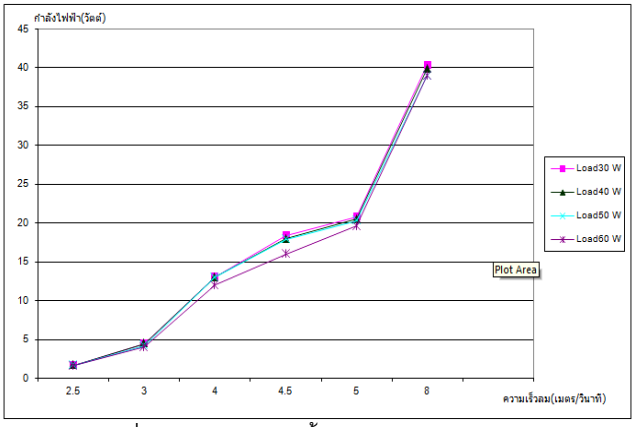
5.2 การวัดค่าของการผลิตกระแสไฟฟ้า

เป็นการทดลองเพื่อหาปริมาณไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ในความเร็วที่กำหนดไว้ วิธีการบันทึกจะทำการทดลองจำนวน 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยก่อนจึงจะนำค่าเฉลี่ยที่ได้บันทึกลงในตาราง จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลความเร็วลมและปริมาณไฟฟ้าที่ได้

WIND SPEED	Load 30 W			Load 40 W		
(m/s)	Volt	Amp.	Watts	Volt	Amp.	Watts
2.5	2.55	0.65	1.7	2.4	0.71	1.7
3	4.75	0.95	4.5	4.66	0.96	4.5
4	6.25	2.1	13.1	6.2	2.1	13.0
4.5	8.75	2.1	18.4	8.6	2.09	18.0
5	9.45	2.2	20.8	9.3	2.2	20.5
8	12.30	2.43	29.89	15	2.66	39.9

WIND SPEED	Load 50 W			Load 60 W		
(m/s)	Volt	Amp.	Watts	Volt	Amp.	Watts
2.5	2.3	0.73	1.7	2.2	0.73	1.6
3	4.6	0.92	4.2	4.3	0.93	4.0
4	6	2.16	13.0	5.7	2.1	12.0
4.5	8.5	2.11	17.9	8	2	16.0
5	9	2.25	20.3	8.75	2.24	19.6
8	15	2.6	39.0	14.43	2.7	39.0



รูปที่ 23 กราฟแสดงผลขั้นตอนดำเนินการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า โดยเริ่มเก็บข้อมูลที่ความเร็ว 2.5 เมตรต่อวินาที ที่โหลด 30 วัตต์ ได้กระแสไฟฟ้า 0.65 แอมป์ ได้แรงดันไฟฟ้า 2.55 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 1. 70 วัตต์ และเมื่อเพิ่มโหลดเป็น 60 วัตต์ ความเร็วของลมที่ 5 เมตรต่อวินาที จะได้กระแสไฟฟ้า 2.24 แอมป์ ได้แรงดันไฟฟ้า 8.75 โวลต์ และจะได้กำลังไฟฟ้า 19.6 วัตต์

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การวัดผลการเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ

ระบบการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของเกียร์อัตโนมัติสามารถเปลี่ยนได้ตามความเร็วที่ตั้งไว้ ส่งผลให้กังหันลมสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบได้เองตามความเร็วของลม ถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกังหันลมเพราะถ้าความเร็วรอบเพิ่มขึ้นกังหันก็จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นด้วย

6.2 การวัดค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้

การวัดค่าของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่ความเร็วของลม 4.5 เมตรต่อวินาที ที่โหลด 30 วัตต์ ผลิตได้ 18.4 วัตต์, ที่โหลด 40 วัตต์ ผลิตได้ 18 วัตต์, ที่โหลด 50 วัตต์ ผลิตได้ 17.9 วัตต์ และที่โหลด 60 วัตต์ ผลิตได้ 16 วัตต์ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่ากังหันลมชนิดนี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าที่ความเร็วของลมต่ำกว่า 5 เมตรต่อวินาทีได้

อภิปรายผล

จากการวิจัยสามารถอภิปรายผล ด้านเทคนิคการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันลมต้นแบบชนิดนี้ ได้ดังนี้

1 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ความเร็วของลม 5 m/s ออกแบบไว้ 112 วัตต์ กังหันลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ที่โหลด 30 วัตต์เท่ากับ 20.8 วัตต์ ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพเท่ากับ 18.6 เปอร์เซ็นต์

2 ด้านศักยภาพของใบกังหัน พบว่าเมื่อไม่ต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใบกังหันเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 0.6-0.8 เมตรต่อวินาทีและเมื่อต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเริ่มหมุนที่ 1-1.5 เมตรต่อวินาทีเพราะในระบบส่งกำลังจนถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความฝืด

ข้อดี ใบพัดเริ่มหมุนที่ความเร็วของลมต่ำมาก ให้แรงบิดที่เพลาสูงเพราะมีใบรับแรงดันจากลมมาก การเริ่มออกตัวหมุนที่ความเร็วของลมต่ำนอกจากจะเป็นเพราะชนิดของใบพัดแล้วโครงสร้างของใบพัดและตัวใบพัดก็ทำด้วยวัสดุอะลูมิเนียมยึดด้วยวิธีเชื่อมแบบอาร์กอน (TIG) และย้ำหมุดทำให้มีน้ำหนักเบา หมุนออกตัวง่ายขึ้น

ข้อเสีย ใบพัดชนิดนี้จะมีความเร็วรอบต่ำและแปรผันตามความเร็วลมต่ำ หมายความว่าเมื่อความเร็วของลมเพิ่มสูงขึ้นความเร็วรอบจะสูงขึ้นไม่มาก

3 ด้านประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและผลิตเอง ไม่ได้มุ่งเน้นประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้

ข้อดี สามารถตั้งระยะห่างของแผ่นสนามแม่เหล็กและแผ่นขดลวดได้เพื่อเป็นการเพิ่มความเข้มของการตัดกันของสนามแม่เหล็ก การออกแบบสามารถมองเห็นการทำงานของชุดเจนนาเรเตอร์ได้และทำการซ่อมบำรุงได้ง่าย

ข้อเสีย โครงสร้างรองรับทำด้วยเหล็กทำให้แม่เหล็กดูดโครงเหล็กส่งผลให้มีความฝืดมากขึ้นและทำให้ความเร็วรอบลดลงและแผ่นรองรับแม่เหล็กไม่แข็งแรงเมื่อแม่เหล็กดูดกันทำให้แผ่นรองรับบิดเสียรูปต้องตั้งระยะให้ห่างจากขดลวดทำให้ความสามารถที่จะผลิตไฟฟ้าได้ลดลง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการพัฒนากังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้กับลมที่มีความเร็วต่ำ การออกแบบและการสร้างจะต้องเริ่มตั้งแต่ชุดใบพัด ชุดเกียร์ปรับเปลี่ยนความเร็วรอบอัตโนมัติ และชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การดำเนินการก็มีเวลาที่จำกัด ประกอบกับผู้วิจัยเองก็ทำเป็นครั้งแรก จึงอาจทำให้มีข้อที่ต้องปรับปรุงอยู่บ้าง อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ก็ทำให้ได้เห็นแล้วว่าการนำกังหันลมใบพัดแบบอเมริกันมาติดตั้งกับระบบเกียร์ทดรอบได้เองสามารถที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าที่ความเร็วของลมต่ำได้ หากผู้ที่สนใจจะนำไปพัฒนาต่อในอนาคต ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสิ่งที่ควรปรับปรุงดังนี้คือ

1 ระบบเกียร์อัตโนมัติ ควรมีความฝืดน้อยที่สุด สามารถทดความเร็วรอบให้มากขึ้นได้อีก ถ้าระบบปรับเปลี่ยนเกยร์ใช้ระบบครัทช์ไฟฟ้าก็จะมีความแม่นยำสูงขึ้นและถ้าต้องพัฒนาในเชิงพาณิชย์เกียร์ควรสร้างขึ้นใหม่ให้แข็งแรงและคงทน

2 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควรปรับปรุงแผ่นรองรับแม่เหล็กให้มีความแข็งแรง ไม่บิดเมื่อใช้งาน และโครงสร้างรองรับควรทำด้วยวัสดุที่แม่เหล็กไม่ดูดและแข็งแรง เช่น อะลูมิเนียมหรือสแตนเลสก็ได้

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ เกตุจ้อย, อชิตพล ศศิธรานุวัฒน์. (2547). **เทคโนโลยีพลังงานลม**. Naresuan University Journal 2004,

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544). **แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: เซ็นทรัลการพิมพ์

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). **ภูมิอากาศของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ.2552. จาก http://www.tmd.go.th/info/info.php

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.). **พลังงานลม**. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ.2552. จาก http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=97

โกวิท มาศรัตน. (2534). **เครื่องจักรกลไฟฟ้า**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร(พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพมหานคร

ณรงค์ ชอนตะวัน. (2534). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** กรุงเทพมหานคร เอราวัณการพิมพ์