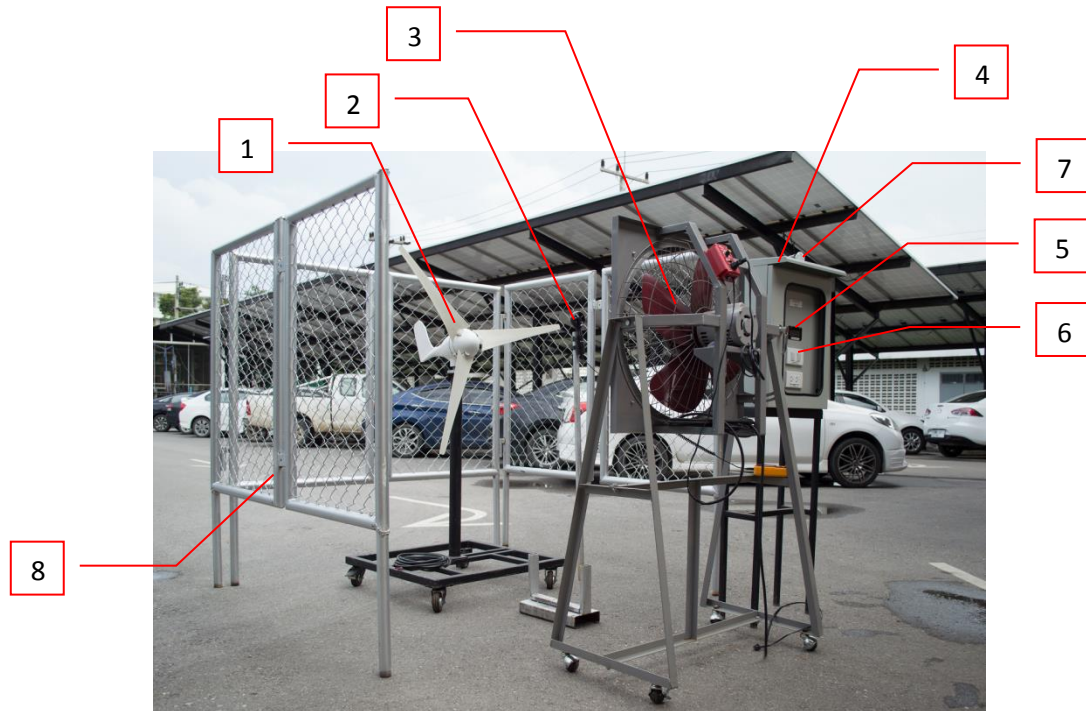


คู่มือประกอบการทดลอง  
ชุดทดลองเทคโนโลยีพลังงานลมผลิตไฟฟ้า



## รายการอุปกรณ์ชุดทดลอง



## รายการอุปกรณ์

1. กังหันลม (Wind turbine)
2. เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
3. พัดลม (Fan)
4. ตู้ควบคุม (Controlled cabinet)
5. หน้าจอแสดงผลแรงดันกระแสไฟและกำลังไฟฟ้าจากกังหันลม (Volt-Amp-Watt. panel)
6. สวิตช์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลด (Electrical load controlled switch)
7. หลอดไฟ
8. รั้วป้องกันเพื่อความปลอดภัย (Fence)

## หลักการและทฤษฎี

“พลังงานลม” เป็นพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า “กังหันลม” (Wind Mill) เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานจลน์ของกระแสลม แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกล จากนั้นจึงนำพลังงานกลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ เช่น สูบน้ำหรือใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นต้น กังหันลมที่ใช้กันมากในประเทศไทยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ได้แก่ กังหันลมแบบใบกังหันไม้ ใช้สำหรับวิดน้ำเข้านาข้าว กังหันใบเสื่อลำแพนใช้วิดน้ำเค็มเข้านาเกลือบริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม และกังหันลมแบบใบกังหันหลายใบทำด้วยแผ่นเหล็กใช้สำหรับสูบน้ำลึก เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อ ขึ้นไปเก็บในถังกักเก็บ

## หลักการทำงาน

การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยกังหันลมจะรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลม(จากพัดลม)และเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล(มอเตอร์ไฟฟ้า)โดยตรง จากนั้นจึงนำพลังงานกลที่ได้มาขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งต่อเฟลาเข้ากับแกนของกังหันลมผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ดังแสดงในรูปการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลม



รูปที่ 1. การผลิตไฟฟ้าจากกังหันลม

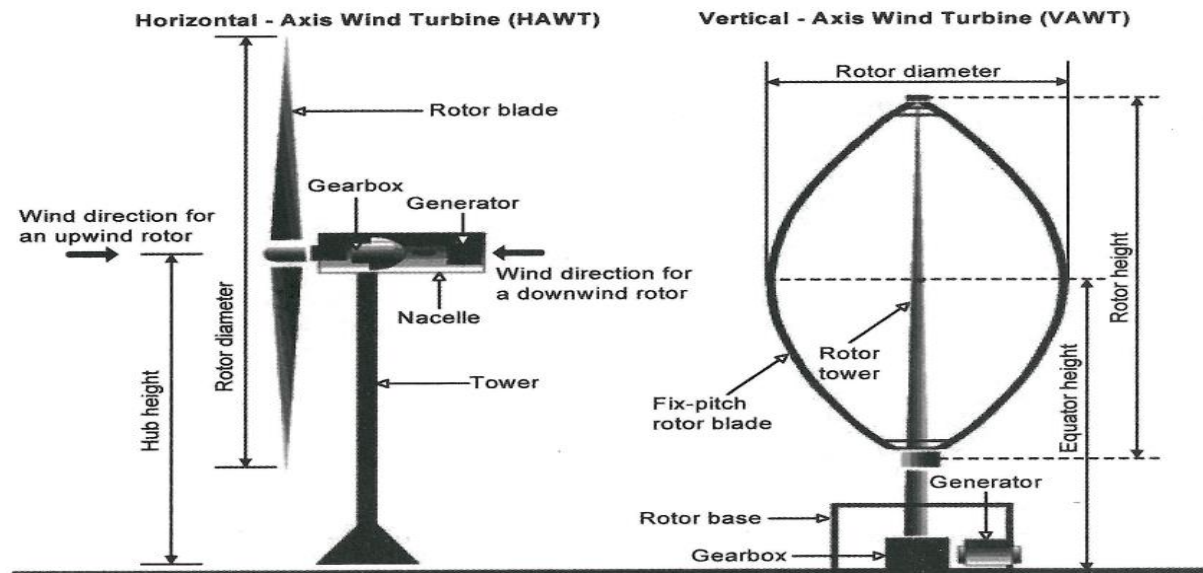
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงาน ประกอบด้วย ส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1) กังหันลม เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจลน์ของกระแสลมให้เป็นพลังงานกล กังหันลมแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 แบบ คือ

1.1) กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับพื้นราบหรือตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยมีใบพัดยึดติดขนานกับแกนหมุน ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัด โดยสามารถรับแรงลมในแนวนอนได้ทุกทิศทาง อย่างไรก็ตามกังหันลมชนิดนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยมีการใช้งานอยู่ประมาณร้อยละ 25 ของกังหันลมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

1.2) กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับพื้นราบหรือขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลม โดยมีใบพัดยึดติดตั้งฉากกับแกนหมุน ทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัด โดยกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอนแบบสาม

ใบพัดซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายที่สุด ถึง ร้อยละ 75 ของกังหันลมที่มีการใช้งานในปัจจุบัน



รูปที่ 2. กังหันลมแนวแกนนอนและแนวแกนตั้ง

2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ทำหน้าที่แปลงพลังงานกลที่ได้รับเป็นพลังงานไฟฟ้า มีใช้ 2 ประเภท คือ

2.1) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Generator) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตกำลังไฟฟ้าในรูปแบบของกระแสตรง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม แบบขนาน แบบผสม และแบบกระตุ้นแยก เป็นต้น

2.2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Generator) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับแบบซิงโครนัส (Synchronous Generator) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (Induction generator)

3) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Electrical equipment) คืออุปกรณ์สายส่งกระแสไฟฟ้านับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าลงไปตามเสาสูง ตลอดไปจนถึงกล่องควบคุมจากกังหันไปจนถึงผู้ใช้ไฟฟ้า กระบวนการของการกำเนิดไฟฟ้ามาจากลมและแปรเปลี่ยนไปเป็นกระแสไฟฟ้าไปสู่อาคารเรือน ร้านค้า ธุรกิจ อุตสาหกรรม ฯลฯ

## ประสิทธิภาพของกังหันลม

กำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้จากพลังงานลมเป็นสัดส่วนกับความเร็วกระแสลมยกกำลังสาม ดังสมการ

$$P(kW) = \frac{1}{2} \rho V^3 A E \quad (1)$$

$$W(kWh) = \frac{1}{2} \rho V^3 A E h \quad (2)$$

โดยที่

- $P$  คือ กำลังงานจากกังหันลม หน่วยเป็น kW
- $W$  คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ หน่วยเป็น kWh
- $\rho$  (rho) คือ ความหนาแน่นของอากาศ ซึ่งมีค่า  $1.165 \text{ kg/m}^3$  ที่อุณหภูมิ  $30^\circ\text{C}$  และระดับน้ำทะเลปานกลาง
- $V$  คือ ความเร็วของกระแสลม
- $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของกังหันลม
- $E$  คือ ประสิทธิภาพในการดักจับพลังงานจลน์จากการไหลของกระแสอากาศ คิดต่อหน่วยพื้นที่ (ให้เป็นหน่วยเดียวกับหน่วยของ  $A$  เช่น ตารางเมตร) ค่าของ  $E$  ในทางทฤษฎีจะไม่สามารถเกิน 59.3% ซึ่งเรียกว่า “Betz Limit” ค่า  $E$  นี้ ในอุตสาหกรรมพลังงานลมเรียกว่า สัมประสิทธิ์กำลัง (Power Coefficient)
- $h$  คือ จำนวนชั่วโมงที่ผลิตไฟฟ้าได้

## วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของพลังงานลม
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานลม

## วิธีการทดลอง

1. เปิดพัลลัม เลือกระดับความเร็วลม หันหน้าพัลลัมเข้าหากังหันลม



2. ในขณะที่กังหันลมหมุน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกังหันลมทำงานและจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมา กระแสไฟฟ้าไหลเข้าเครื่องวัดค่าแรงดัน กระแสไฟและกำลังไฟฟ้า ทำการบันทึกค่า
3. กระแสไฟฟ้าที่ได้จะถูกประจุลงแบตเตอรี่ที่อยู่ภายในตู้ควบคุม
4. ทำตามข้อ 1, 2 และ 3 โดยการปรับระดับความเร็วลมเพิ่มขึ้น กำหนดระยะเวลาในการทดลองเพิ่มขึ้น ทำการทดลองครั้งละ 3 ชั่วโมง และบันทึกผลการทดลอง

## ตารางบันทึกผลการทดลอง

[illegible]

หมายเหตุ: ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

## This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.