ใบรับรองโครงงาน

โรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

เรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

โดย นายจักรพันธุ์ รองแก้ว

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สาขางานติดตั้งไฟฟ้า

หัวหน้าสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

(นายจำเริญ เทพพิมล)

หัวหน้าประเภทวิชาอุตสาหกรรม

(นายจารึก ลออสิทธิภิรมย์)

วันพุธ ที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ 2553

คณะกรรมการสอบโครงงาน

ประธานกรรมการ	กรรมการ
(นายจำเริญ เทพพิมล)	(นายธัณณุวรรธน์ รัตนมุสิก)
กรรมการ	กรรมการ
(นายราวินทร์ สามิภักดิ์)	(นายเอกราช อาจณรงค์)
กรรมการ	กรรมการ
(นายชนะ กฤตานุพงศ์)	(นายบัญชา ช่อพันธุ์กุล)

เพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

นายจักรพันธุ์ รองแก้ว

เพยแพรบนอนไลน์
www.kroobannok.com

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สาขางานติดตั้งไฟฟ้า
โรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์
ปีการศึกษา 2552

ชื่อ : นายจักรพันธุ์ รองแก้ว
ชื่อเรื่อง : ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า
สาขาวิชา : ไฟฟ้ากำลัง
สาขางาน : ติดตั้งไฟฟ้า
ที่ปรึกษา : อาจารย์ชนะ กฤตานุพงศ์
อาจารย์บัญชา ช่อพันธุ์กุล
ปีการศึกษา : 2552

บทคัดย่อ

โครงงานเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยกังหันลม ชนิดกังหันลมแกนแนวนอน โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องตลาด ประกอบด้วย ไดชาร์จรถยนต์ขนาด 12V 20A, ท่อพีวีซีขนาด 6 นิ้วยาว 1.3 เมตร, ท่อเหล็กหนาขนาด 3.5 และ 2.5 นิ้ว และใช้แบตเตอร์รี่ 100A 1 ลูก

โดยหลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ใบกังหันจะรับพลังงานจลน์จากลม ทำให้เกิดการหมุนได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุน จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป จากการศึกษาข้อมูลผู้จัดทำได้คิดสร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้งานในระบบแสงสว่างเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ทดลองโดยติดตั้งชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าบนอาคาร 4 ชั้น ใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า จากเจนเนอเรเตอร์ในขณะที่กังหันหมุน, ใช้เครื่องวัดความเร็วลมวัดความเร็วลมไปพร้อมกับการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและบันทึกผลของการทดลอง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความเร็วลมที่วัดได้

จากการการทดลอง โดยการใช้ โวลต์มิเตอร์ เครื่องวัดความเร็วลม สมุดบันทึกและการสังเกต ในการทดลองในครั้งนี้สรุปผลได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ยรวมของความเร็วลมอยู่ที่ 26.68 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 13-14V, 15-20A ส่วนระดับความเร็วลมที่ดีที่สุดอยู่ในวันที่ 28 มกราคม 53 ที่ความเร็วลม 33.36 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 14V, 20A ระดับความเร็วลมที่รองลงมาอยู่ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 53 ที่ความเร็วลม 25.90 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 13V, 15A และระดับความเร็วลมที่น้อยสุดอยู่ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 53 ที่ความเร็วลม 22.24 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 10V, 10A

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำโครงงานนี้ใคร่ขอแสดงความขอบพระคุณคณาจารย์, เจ้าหน้าที่บุคลากรและเพื่อนๆ เป็นอย่างสูง โดยอย่างยิ่งอาจารย์อาจารย์ชนะ กฤตานุพงศ์, อาจารย์บัญชา ช่อพันธุ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งได้ช่วยแนะนำการวางแผนงาน, วิธีการดำเนินงาน, การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม, และได้ช่วยให้แนวคิดในการนำเสนอเนื้อหาให้ถูกต้องคลอบคลุมตามหลักวิชาการ เพื่อให้โครงงานฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้

พร้อมกันนี้ทางผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ บุคคลากรและเพื่อนๆ ของสาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรมและสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังโรงเรียนอาชีวะ ดอนสุราษฎร์ ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้กำลังใจและอุปการะผู้จัดทำโครงงานในการศึกษาเล่าเรียน

นายจักรพันธุ์ รองแก้ว

เพชรบุรีวิทยาคาร
www.kroobannok.com

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันจำนวนประชากรของสังคมไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้น และมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น ทำให้การใช้พลังงานต่างๆสูงขึ้นตามไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานเชื้อเพลิง รวมไปถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เป็นเพราะปัจจุบันสังคมต้องการความเร่งรีบจึงมีการผลิตสิ่งอำนวยความสะดวกขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมาก และสิ่งอำนวยความสะดวกส่วนใหญ่มักจะเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและใช้ กันอย่างแพร่หลาย ส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการผลิตกระแสไฟฟ้าให้มากขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ จึงต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นต้นเหตุสำคัญทำให้เกิดความขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังจะหมดในเวลาไม่นาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น หรือกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบที่เป็นปัญหาสำคัญ เกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรและพลังงานถือว่าเป็นปัญหาที่เรื้อรังมานาน และมีแนวโน้มที่ปัญหาดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นในอนาคตอันใกล้ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีการหาวิธีที่จะผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงาน ที่ไม่สิ้นเปลืองมาช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ตัวอย่าง การใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองภายในโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์ เช่นการใช้หลอดไฟประดับไม้กางเขนบนดาดฟ้าอาคาร 4 ชั้นด้วยหลอดฟูลเรสเซนต์ 40W จำนวน 5 หลอด เปิดใช้งานอยู่ตลอด 8 ชั่วโมง ทำให้ต้องสูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยสิ้นเปลือง ซึ่งเป็นการเปิดใช้เพื่อประดับเพียงอย่างเดียวไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้แสงสว่าง

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้จัดทำโครงงานมองเห็นการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลือง ผู้จัดทำโครงงานได้มีแนวความคิดในการใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานลมซึ่งเป็นพลังงานสะอาดที่ไม่มีวันหมด โดยสร้าง “กังหันลมผลิตไฟฟ้าเพื่อเป็นชุดต้นแบบในการศึกษาพัฒนาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนด้วยกังหันลม” จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง พลังงานลม, การทำงานของกังหันลม และการใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า โดยหลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลมจะ ทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลที่ได้จากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้าและ

จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วของลม ความยาวของใบพัดและสถานที่ติดตั้งกังหันลมจากการศึกษาข้อมูลผู้จัดทำได้คิดสร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้งานในระบบแสงสว่างเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและสามารถลดค่าใช้จ่าย ในเรื่องของค่าไฟได้ส่วนหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของกังหันลมและการใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.2.3 เพื่อทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ผลิตไฟฟ้าได้ 1-13V

1.3.1.1 ใช้แบตเตอร์รี่ 12V 6A เป็นแหล่งเก็บพลังงานไฟฟ้า

1.3.2 จ่ายไฟให้โหลดเป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ 12Vdc

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.4.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำกังหันลมและการใช้งานจากกังหันลม

1.4.2 ได้ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า 1 ชุด

1.4.3 นำความรู้ในรายวิชาต่างๆ มาบูรณการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการจัดทำโครงงาน

1.5 วิธีการดำเนินการ

1.5.1 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับการใช้ไฟฟ้าในโรงเรียน

1.5.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.5.3 ออกแบบชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.5.4 สร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ตามแบบที่เขียนไว้

1.5.5 ออกแบบบันทึกผลการทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.5.6 นำชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ไปทดลองใช้และแก้ไขจุดที่บกพร่องต่างๆ

1.5.7 ทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

1.5.8 นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข

เพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

1.6 นิยามศัพท์

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง เครื่องที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในวงจรได้ เรียกว่า ไดนาโม ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1. ไดนาโมกระแสตรง เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสตรง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ได้จะเหมือนกับกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอร์รี่
2. ไดนาโมกระแสสลับ เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไปกลับมา

แบตเตอรี่ หมายถึง แหล่งที่สะสมพลังงานในรูปเคมีแล้วจ่ายเป็นพลังงานไฟฟ้าออกไปใช้งานเป็นกระแสตรง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบตเตอรี่ ปฐมภูมิ (Primary Battery) และแบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery)

พลังงานลม หมายถึง ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์

เพียงเพราะบ้านครูมีเว็บ
www.kroobannok.com

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษา ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและหลักการต่างๆจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.2 แบตเตอร์รี่

2.3 พลังงานลม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(ประจวบ เหมะ, 2526) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หมายถึง เครื่องที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในวงจรได้ เรียกว่า ไดนาโม ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1. ไดนาโมกระแสตรง เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสตรง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ได้จะเหมือนกับกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอร์รี่

2. ไดนาโมกระแสสลับ เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไปกลับมา

(พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, 2536) ได้กล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิลฟาราเดย์ คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น

(มนตรี สุวรรณภิงคาร, 2525) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ เครื่องมือที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยหลักการทำงาน ว่าเมื่อสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวด หรือขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กก็จะได้ไฟฟ้าออกมา

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่สร้างสนามแม่เหล็กเรียกกว่า ฟิลด์ และส่วนที่สร้างแรงดันไฟฟ้าเรียกว่าอาเมเจอร์

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ฟิลด์จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ อาเมเจอร์จะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ฟิลด์และอาเมเจอร์ สามารถเป็นได้ทั้งส่วนที่อยู่กับที่และส่วนที่หมุน

โดยในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก จะสามารถสร้างได้ทั้งแบบฟิลด์และอาเมเจอร์หมุน แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ จะสร้างได้แต่แบบอาเมเจอร์อยู่กับที่เท่านั้น เพราะจะมีปัญหาน้อยกว่า

แรงดันที่เกิดขึ้นในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญสองตัวคือ ความเร็วรอบและเส้นแรงแม่เหล็ก

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเราสามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้าขึ้นได้โดย การปรับความเข้มของสนามแม่เหล็ก และเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องกำเนิด แต่ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับการเพิ่มแรงดันโดยการเพิ่มความเร็วไม่ สามารถที่จะทำได้ เพราะจะทำให้ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ได้เปลี่ยนแปลงไป สามรถทำได้เพียงการปรับความเข้มของสนามแม่เหล็กเท่านั้น

(ศุภชัย สุรินทร์วงศ์, 2537) ได้กล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าพลังงานกลในที่นี้หมายถึงเครื่องต้นกำลังในรูปแบบต่างๆ

(สัมพันธ์ หาญชเล, 2530) ได้กล่าวถึงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับว่า หัวใจสำคัญของระบบประจุไฟฟ้ากระแสสลับ คือ อัลเตอร์เนเตอร์ มีหลักการทำงานเบื้องต้นกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลงานไฟฟ้าโดยแรงขับจากเครื่องยนต์

หน้าที่ของอัลเตอร์เนเตอร์

1. ผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าแบตเตอร์รี่
2. แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง
3. จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าควบคุมการทำงานของเร็กกูเลเตอร์

www.kroobannok.com

2.1.1 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Generator) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า จากกฎของฟาราเดย์ ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กจะเกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้น

ดังสูตร

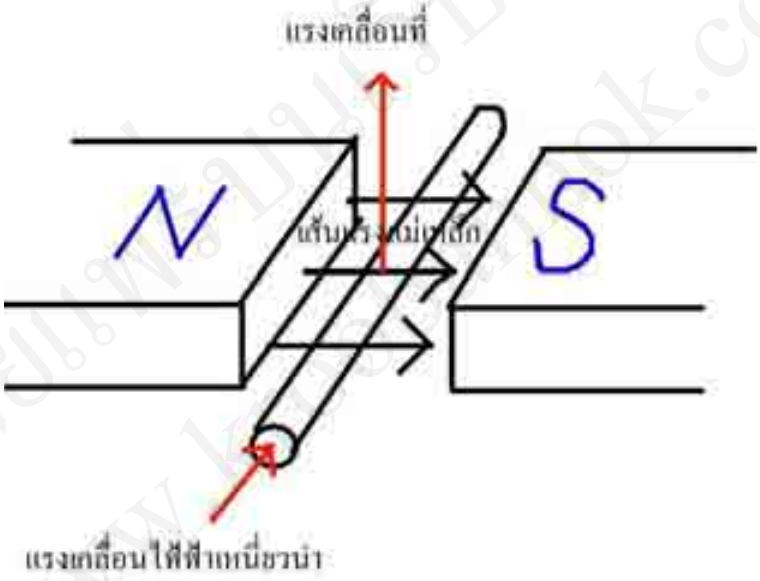
$$e = N\frac{d\phi}{dt} \qquad \textbf{สูตร.....1}$$

e = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (v)

N = จำนวนรอบของขดลวด $(r.p.m.)$

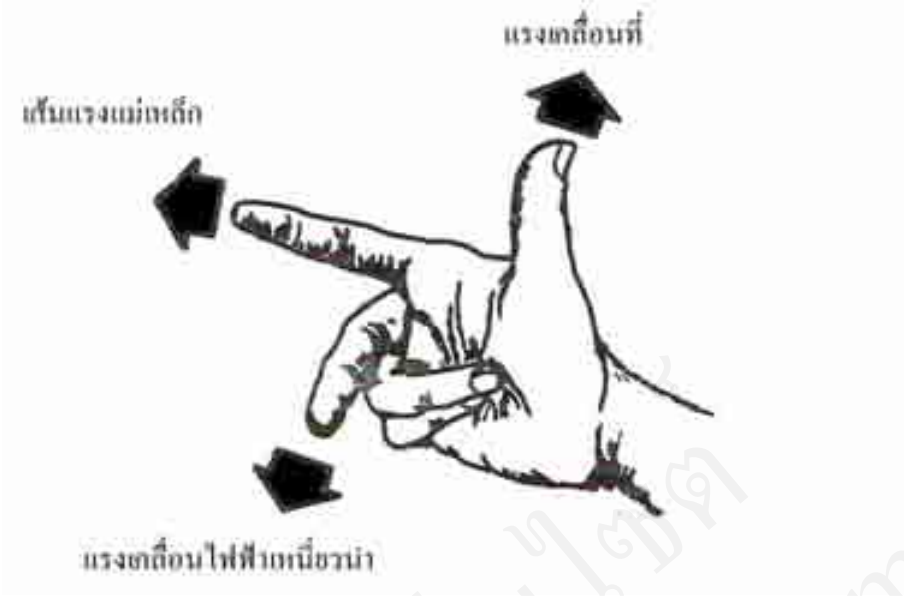
ϕ = เส้นแรงแม่เหล็ก (Wb)

t = เวลา (s)



รูปที่ 2.1 อธิบายกฎของฟาราเดย์

จากรูปที่ 2.1 อธิบายตามกฎมือขวาของเฟลมมิง เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นและเกิดกระแสไหลในตัวนำนั้นในทิศทางตั้งฉากดังนี้

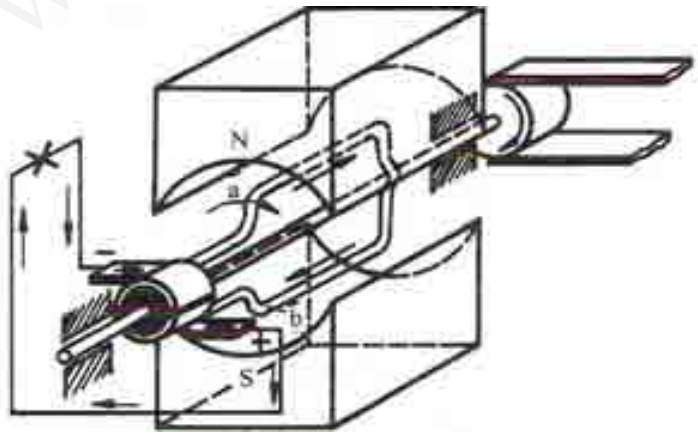


รูปที่ 2.2 กฎมือขวาของเฟลมมิง

จากหลักการดังกล่าวเป็นหลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง(D.C. Generator) และกระแสสลับ (A.C. Generator)

2.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยขดลวดเพียงขดเดียว(2 ตัวนำ) ซึ่งปลายทั้งสองต่อเข้ากับซี่ทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ เมื่อทำให้หมุนในสนามแม่เหล็ก N-S จะให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับบนตัวนำทั้งสองของขดลวด ตามกฎมือขวาของเฟลมมิง และจะเปลี่ยนเป็นกระแสตรงเมื่อผ่านซี่ท่องแดงของคอมมิวเตเตอร์

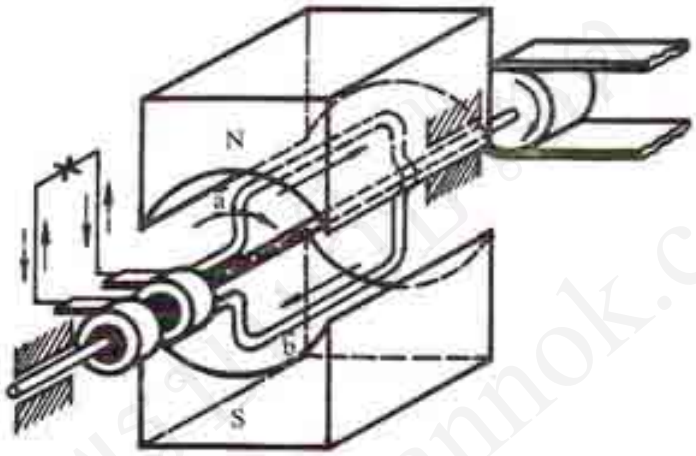


รูปที่ 2.3 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงต้องนำกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนขดลวดตัวนำไปใช้งานด้วยการต่อผ่านซี่คอมมิวเตเตอร์ (Commutation)

2.1.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

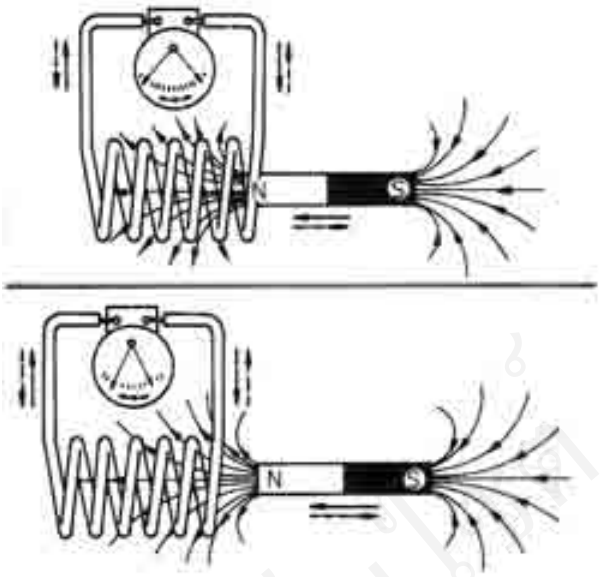
มีลักษณะเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ต่างกันตรงที่ปลายสายทั้งสองของขดลวดต่อเข้ากับแหวนทองแดง หรือ สลิปริง(Slip Ring) จึงนำกระแสสลับที่ให้กำเนิดบนตัวนำไปใช้โดยตรง ด้วยการต่อผ่านสลิปริง



รูปที่ 2.4 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

2.1.4 สนามแม่เหล็กหมุนในขดลวด

ให้ขดลวดอยู่กับที่ ต่อปลายทั้งสองเข้ากับขั้วของกัลวานอมิเตอร์เมื่อทำให้ขั้วแม่เหล็กกลับไปกลับมาภายในขดลวด จะพบว่าเข็มของกัลวานอมิเตอร์แกว่งกลับไปกลับมาเช่นเดียวกัน แสดงว่ามีกระแสสลับเกิดขึ้นแล้วบนขดลวด



รูปที่ 2.5 สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปมาภายในขดลวดจะให้กำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ

การเหนี่ยวนำแม่เหล็กด้วยวิธีนี้ตรงข้ามกับวิธีแรก(ขดลวดหมุน)คือขดลวดอยู่กับที่ ให้สนามแม่เหล็กเป็นตัวหมุนตัดขดลวด แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับจะเกิดขึ้นบนขดลวดซึ่งอยู่กับที่ การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าลักษณะนี้ เป็นหลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternator) ขนาดใหญ่ที่ให้กำเนิดแรงดันและกำลังไฟฟ้าสูง

2.1.5 การคำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้า

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ให้กำเนิดบนขดลวดอาร์เมเจอร์ สามารถคำนวณได้ **ดังสูตร**

$Bav = B.L.v$ **สูตร.....2**

Bav = แรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ย (v)

B = ความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก

L = ความยาวตัวนำ (m)

v = อัตราความเร็วในการเปลี่ยนค่าสนามแม่เหล็ก (m/s)

2.1.6 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1.6.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้ากระตุ้นภายนอก (Separately Excited Generator)

2.1.6.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้ากระตุ้นตัวเอง (Self Excited Generator) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาน (Shunt Generator)
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอนุกรม (Series Generator)
3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผสม (Compound Generator)

2.1.7 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator)
2. ส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor)

ส่วนที่อยู่กับที่ประกอบด้วย

1. เปลือกหุ้มหรือโครง (Field Frame หรือ York)
2. แกนขั้วแม่เหล็ก (Pole Core)
3. ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil หรือ Field Winding)
4. แปรงถ่านและแบริ่ง (Brushes and Bearing)

ส่วนที่เคลื่อนที่ประกอบด้วย

1. แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature core)
2. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding)
3. สลิปริง (Slip Ring)
4. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

2.1.8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์

สำหรับโครงงานนี้ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กับกังหันลม ซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐานและการทำงานดังนี้

2.1.8.1 โครงสร้างและหน้าที่

เพชรพระบรมราชนิเวศ www.kroobannok.com

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของอัลเตอร์เนเตอร์

ส่วนประกอบ	หน้าที่
โรเตอร์ (Field coil)	โรเตอร์จะสร้างแรงแม่เหล็ก ซึ่งจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันอยู่เมื่อหมุน กระแสไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้นในสเตเตอร์
สเตเตอร์ (Armature coil)	สเตเตอร์จะเป็นส่วนที่อยู่กลับที่ ซึ่งเมื่อโรเตอร์หมุนเส้นแรงแม่เหล็กจะไหลผ่านสเตเตอร์ และจากการที่มีเส้นแรงแม่เหล็กไหลผ่านสเตเตอร์นี้ทำให้เกิดมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในขดลวดสเตเตอร์
ไดโอด	ไดโอดจะใช้เร็กติไฟล์ เพื่อเลี้ยงกระแสไฟฟ้าจากไฟจากไฟกระแสสลับ (AC) ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC)
แปลงถ่าน และ Slip ring	เป็นตัวที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในขณะที่ Rotor หมุนอยู่
ใบพัด	เนื่องจากไดโอดและขดลวดมีค่าความต้านทานความร้อนต่ำดังนั้นพัดลมจึงใช้สำหรับเป่าเพื่อระบายความร้อน ซึ่งพัดลมจะประกอบอยู่ภายในตัวของอันเตอร์เนเตอร์
พูลเล่ย์	กำลังของเครื่องยนต์จะถูกส่งผ่านมาทางสายพานมายังพุลเล่ย์ เพื่อส่งต่อไปยังโรเตอร์

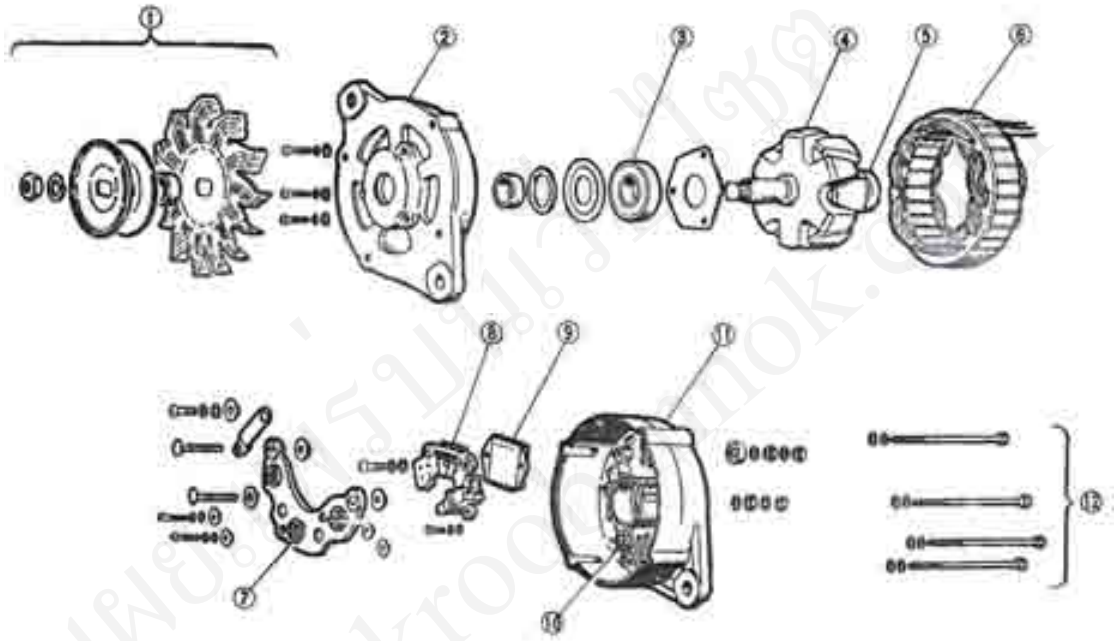
หมายเหตุ : อัลเตอร์เนเตอร์ คือชื่อที่ใช้สำหรับเรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยพื้นฐานแล้วแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ชนิดแรกคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งในปัจจุบันไม่ค่อยจะนิยมกันแล้ว เนื่องจากมีสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก
2. อาจเกิดความเสียหายได้ เมื่อทำงานที่ความเร็วรอบสูง
3. ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เมื่อทำงานรอบต่ำ
4. จะต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมพิเศษ เช่น คัทเอาท์ เป็นต้น เพื่อที่จะทำงานได้

เพชรแพร ปัญญาวุฒิ www.kroobannok.com

ในทางตรงข้าม เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แบบ AC จะได้เปรียบ และชื่อที่ใช้เรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับนี้คือ “อัลเตอร์เนเตอร์”

2.1.8.2 ส่วนประกอบ อัลเตอร์เนเตอร์มีใช้อยู่ 3 ชนิดด้วยกัน แบบแรกเป็นแบบที่มีไดโอดประกอบอยู่รวมกัน แบบที่สอง ได้นำไดโอดมาจัดอย่างเป็นสัดส่วน และแบบที่สาม เป็นแบบที่นำ IC เร็กกูเรเตอร์ มาประกอบอยู่รวมกัน



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบต่างๆของอันเตอร์เนเตอร์

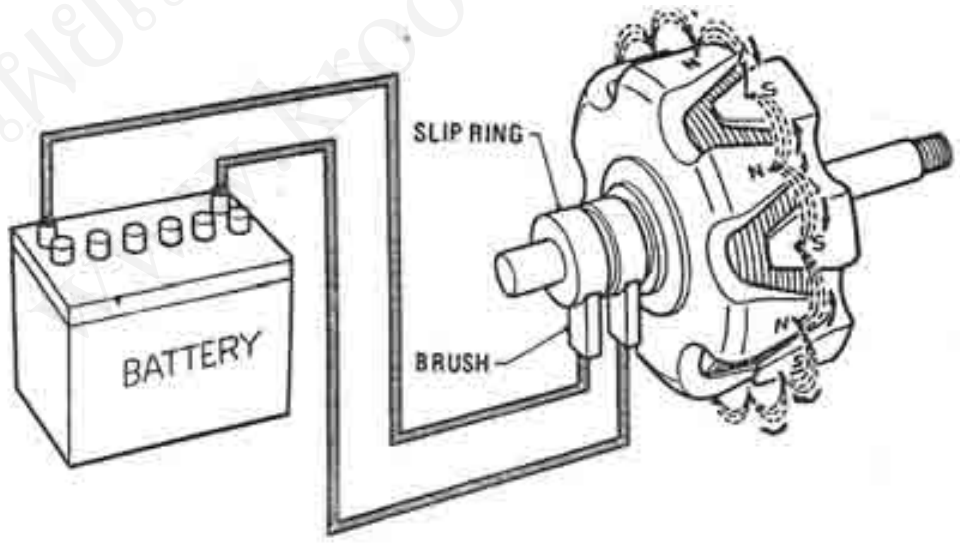
1. Pulley assembly	7.Diode assembly
2. Front cover	8.Brush assembly
3. Front bearing	9.IC voltage regulator
4. Rotor	10.Diode
5. Rear bearing	11.Rear cover
6. Stator	12.Through bolt

โครงสร้างของอัลเตอร์เนเตอร์ ได้ถูกทำให้มีรูสำหรับระบายอากาศหลายรู เพื่อประสิทธิภาพในการระบายความร้อนให้ดียิ่งขึ้น และยังสามารถทนต่อโคลน น้ำ และสนิมได้เป็นอย่างดี

- แปลงถ่านและ SLIP RING มีโครงสร้างที่สามารถป้องกันน้ำได้
- ชุดไดโอด โรเตอร์และสเตเตอร์ ถูกเคลือบด้วย EPOXY RESIN ซึ่งทำขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดสนิม
- ขั้ว S และ L สามารถป้องกันน้ำได้

2.1.8.3 ROTOR (FIELD COIL) ขด ROTOR จะมีอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมันเอง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

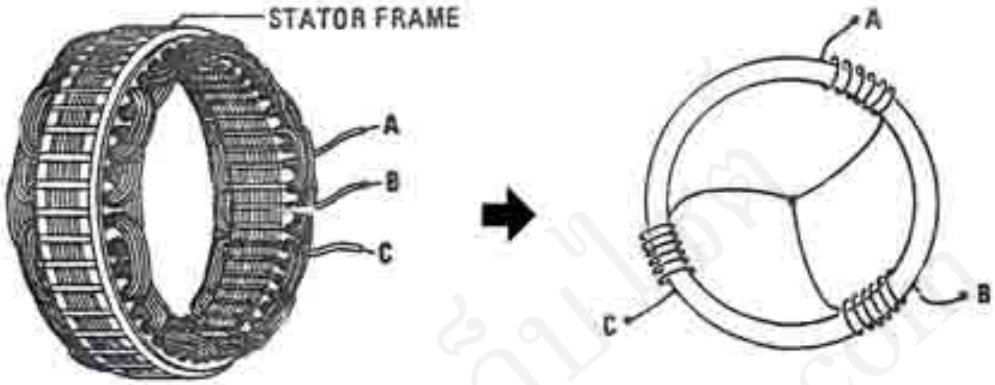
- ชุดขดลวดกับชุดของ Rotor จะสวมติดกับแกนเพลา ซึ่งมีชุดของเหล็กประกบสวมอยู่หัวท้าย
- ชุดของ Slip ring 2 ตัว ซึ่งต่ออยู่กับขดลวด ติดกับแกนเพลา และมีแปรงถ่าน 2 ตัว สัมผัสอยู่บนชุด Slip ring ถ้าไม่มีชุดเหล็กประกอบหัวท้ายอยู่ ขั้วแม่เหล็กก็จะไม่เกิดขึ้น ในกรณีนี้กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถเกิดขึ้นในขดลวดสเตเตอร์
- ซี่แม่เหล็กที่สวมหัวท้ายของขดลวด Rotor จะมีการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กเกิดขึ้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้าตัวขดลวด Rotor



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างขดลวดกับแบตเตอร์รี่

- STATOR (ARMATURE COIL) ขดลวดสเตเตอร์จะถูกจัดให้มีขดลวดขึ้น 3 ชุด โดยแต่ละชุดจะพันเป็นขดตั้งแต่ 4 ถึง 8 ขด โดยแต่ละขดจะต่อถึงกันที่จุดกลาง

จำนวนขดลวดในวงจรของ Stator จะเท่ากับจำนวนของนิ้วเหล็กที่สวมด้านหัวท้ายของ Rotor ขดลวดทั้ง 3 ชุดจะต่อปลายรวมกัน วิธีการต่อแบบนี้เรียกว่า **การต่อแบบ Y**



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อขดลวดแบบ Y

2.1.8.4 แปรงถ่าน (Ruches) เป็นตัวต่อกับชุด Slip Ring โดยการสัมผัส (ซึ่งจะมีความนุ่มนวลกว่าชุดแปลงด้านที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ไดชาร์จแบบ DC กระแสไฟจะไหลเข้าในขดลวด Rotor โดยผ่านแปลงถ่าน และ Slip Ring เท่านั้น อุปกรที่ใช้ทำแปลงถ่านคือแท่งคาร์บอนหรืออย่างอื่นที่สามารถใช้ทดแทนกันได้

2.1.8.5 ไดโอด (DIODE) หลักการทำงาน กระแสไฟที่ผลิตขึ้นในขดลวดสเตเตอร์เป็นกระแสไฟสลับจะต้องมีการแปลงเป็นกระแสตรง เพื่อที่จะใช้ชาร์ตไฟเข้าแบตเตอรี่ไดโอดจำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

รูปที่ 2.9 แสดงการติดตั้งไดโอดในรถยนต์

2.2 แบตเตอร์รี่

รูปที่ 2.10 แบตเตอร์รี่

(เกษม ประพฤติธรรม, 2525) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ว่า ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบตเตอรี่ (Battery) หมายถึงอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และนำมาใช้ได้ในรูปของไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์เชื้อเพลิงอย่างน้อยหนึ่งเซลล์

(ประจวบ เหมะ, 2526) ได้สรุปความหมายเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ว่า จากมุมมองของผู้ใช้แบตเตอรี่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้; แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ และ แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ไม่ได้ (ใช้แล้วทิ้ง) ซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายทั้งสองชนิด แบตเตอรี่ใช้แล้วทิ้งเรียกอีกอย่างว่า เซลล์ปฐมภูมิ ในทางตรงกันข้ามแบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ

(ศรีณรงค์ ตู้ทองคำ, 2525) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ว่า แบตเตอร์รี่ (Battery) คือ อุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และนำมาใช้ได้ในรูปของไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลวานิก หรือเซลล์เชื้อเพลิง อย่างน้อยหนึ่งเซลล์

(สุคนธ์ พุ่มศรี, 2544) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ว่า แบตเตอร์รี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบพร้อมกับสารละลายอิเล็กโตรไลต์ (electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้

(อุทัย บุญญรัตนากุล, 2536) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบตเตอร์รี่ว่า แบตเตอร์รี่ เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (recharge) ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการ ประจุ/จ่ายประจุนั่นเอง

แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องด้วยวิธีการใช้, การบำรุงรักษา, การประจุและอุณหภูมิ ฯลฯ โดยสามารถจำแนกแบตเตอรี่ออกได้ 2 กลุ่มสำคัญๆ คือ ตามการใช้งานและประเภทของโครงสร้าง

2.2.1 แบตเตอร์รี่

เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงาน ไฟฟ้า แบตเตอรี่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 1 เซลล์ หรือมากกว่า โดยเซลล์นี้จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันทางไฟฟ้าซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน 4 ส่วน

1. ขั้วบวก (Positive Electrode)
2. ขั้วลบ (Negative Electrode)
3. อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)
4. ตัวขั้นเซลล์ (Separator)

ขั้ว บวกเป็นส่วนที่สูญเสียอิเล็กตรอนเนื่องจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนลบจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอนภายหลังที่เกิดการทำปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น สำหรับอิเล็กโตรไลต์จะเป็นตัวกลางให้อิเล็กตรอนไหลผ่านระหว่างขั้วบวกและ ขั้วลบ ส่วนตัวขั้นเซลล์จะใช้แยกส่วนของขั้วบวกและขั้วลบออกจากกันทางไฟฟ้า

สำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเซลแบตเตอรี่จะถูกกำหนดโดยวัสดุที่ใช้สร้าง ซึ่งแรงปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นแต่ละขั้วอิเล็กโทรดจะให้ค่าศักย์ทาง ไฟฟ้าค่าหนึ่ง เช่น เซลล์แบตเตอรี่แบบตะกั่ว -

กรด ที่ขั้วบวกจะให้ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ - 1.685 โวลต์ ส่วนที่ขั้วลบจะให้ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ + 0.365 โวลต์ จากศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองทำให้ได้ผลรวมของแรงดันไฟฟ้า เท่ากับ 2.05 โวลต์ ซึ่งค่าแรงดันทางไฟฟ้านี้จะเป็นศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์แบตเตอรี่แบบ ตะกั่ว – กรด

นอกจากศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากแต่ละขั้วอิเล็กโทรดแล้ว ความเข้มข้นของกรดภายในแบตเตอรี่ก็จะมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าโดยทั่วไปที่ได้จากแบตเตอรี่แบบตะกั่ว - กรด จะประมาณ 2.15 โวลต์ สำหรับเซลล์นิเกิล - แคดเมียม จะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 1.2 โวลต์ ส่วนเซลล์ลิเทียม จะให้แรงดันไฟฟ้าออกมาสูงถึง 4 โวลต์

โดยทั่วไปแล้วแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ที่มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าอยู่ภายใน ซึ่งวิธีการต่อของแต่ละเซลล์และชนิดของวัสดุที่นำมาใช้เป็นเซลล์ จะเป็นปัจจัยที่กำหนดขนาดของแรงดันไฟฟ้าและความจุไฟของแบตเตอรี่ โดยการต่อถ้าให้ขั้วบวกของเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ถัดไป และต่อกันเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่ได้เท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเซลล์รวมกัน เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อแบบอนุกรมหรือการต่อแบบอันดับ ส่วนวิธีการเพิ่มความจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่นั้น จะต้องต่อให้ขั้วบวกของทุกเซลล์เข้าด้วยกัน และขั้วลบของทุกเซลล์เข้าด้วยกัน เรียกการต่อแบบนี้ว่า การต่อแบบขนาน

สำหรับการแบ่งกลุ่มของแบตเตอรี่ สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มหลักดังนี้

1. แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (Primary Battery)
2. แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (Secondary Battery)

2.2.1.1.แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (Primary Battery) มีคุณสมบัติในการให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าชนิดกระแสตรงที่ได้จากกระบวนการเคมี ไฟฟ้าเมื่อใช้งานจนไฟหมดต้องทิ้งไป ไม่สามารถนำไปประจุไฟกลับให้เต็มใหม่ได้ นิยมเรียกกันทั่วไปว่า ถ่านไฟฉาย

เซลล์ แบบนี้ใช้แท่งถ่านเป็นขั้วบวกอยู่ตรงกลางสังกะสี(Zn) เป็นขั้วลบ เป็นภาชนะที่บรรจุสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH4Cl) และ จะใส่แมงกานิสไดออกไซด์ (MnO2) ไว้เพื่อจับแก๊สไฮโดรเจน (H2) เพื่อไม่ให้เกิดโพ ลา ไรเซชัน (Polarization)

เซลล์แห้งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ประมาณ 1.5 โวลต์เท่านั้น ไม่ว่าจะสร้างขนาดใหญ่โตเท่าใดก็ตาม แต่ถ้าขนาดโตขึ้นก็จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นและใช้งานได้นานขึ้น ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากกว่า 1.5 โวลต์ ก็สามารถจะนำเซลล์แห้งไปใช้ได้ โดยนำเซลล์แห้งไปต่ออนุกรมกัน ทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงขึ้นตามจำนวนเซลล์

2.2.1.2.แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery) มีคุณสมบัติในการใช้งาน คือ พลังงานเคมีในแบตเตอรี่จะเปลี่ยนแปลงจ่ายกระแสไฟตรงออกมาให้ และเมื่อใช้งานจนไฟหมดหรือเลิกใช้งานสามารถนำไปประจุไฟเพิ่มเติม เพื่อปรับสภาพทางเคมีให้กลับสู่สภาพเดิมได้ หรือเรียกว่าสามารถใช้

งานกลับไปกลับมาได้เป็นเวลานานจนกว่าแบตเตอรี่นั้นจะ เสื่อมสภาพ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ รถจักรยานยนต์ เรือยนต์ แบตเตอรี่โทรศัพท์ไร้สาย เป็นต้น

ใช้แผ่นตะกั่ว (Pb) เป็นขั้วลบ และแผ่นตะกั่วไดออกไซด์ (PbO2) เป็นขั้วบวก ใช้สารละลายกรดกำมะถันเจือจาง (dill H2SO4) เป็นสารละลายไฟฟ้า เมื่อใช้ไฟฟ้าจะเกิดปฏิกิริยาดังนี้เมื่อใช้ไฟไปนานเข้าทั้งบวกและขั้วลบจะ กลาย เป็นตะกั่วซัลเฟต(PbSO4)และกรดกำมะถันจะเจือจาง(dill H2SO4) จนความถ่วงจำเพาะลดลงเหลือประมาณ 1.15 ก็จะต้องนำไปอัดใหม่ จะเห็นได้ว่าเมื่ออัดไฟแล้วขั้วบวกจะกลายเป็น แผ่นตะกั่วไดออกไซด์ (PbO2) และขั้วลบก็จะกลายเป็น แผ่นตะกั่ว (Pb) เหมือนเดิม กรดกำมะถันก็จะเข้มข้นจนถึงความถ่วงจำเพาะ1.21 จึงจ่ายไฟฟ้าได้ดีเหมือนเดิม

เซลล์ ไฟฟ้าแบบตะกั่วนี้สามารถจ่ายไฟได้เซลล์ละ 2 โวลต์ โดยทั่วไปจะนำ 3, 6 หรือ 12 เซลล์ มาต่ออนุกรมกัน จึงเรียกกันว่าเป็นแบตเตอรี่ (Battery) จัดว่าเป็นเครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้าประเภทไฟฟ้ากระแสตรง

Polarization: โพลาไรเซชัน เป็นการเกิดฟองแก๊สไฮโดรเจน (H2) บนแผ่นทองแดงในเซลล์อย่างง่าย ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ลดลง เพราะฟองแก๊สเป็นฉนวนกั้นแผ่นขั้วเนื่องจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าย้อนกลับ โพลาไรเซชั่นถูกลดลงได้โดยใช้สารแก้ในที่นี้ก็คือ แมงกานิสไดออกไซด์ (MnO2)

แบตเตอร์รี่แบบ "ตะกั่ว-น้ำกรด" เก็บและคายพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างตะกั่วและน้ำกรด แผ่นที่ให้ประจุบวก ทำจากตะกั่วเพอร์ออกไซด์ (LEAD PEROXIDE) ส่วนแผ่นลบทำจากตะกั่วเนื้อพรุน เพื่อให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำกรดได้มาก แช่อยู่ในกรดกำมะถันเจือจาง (H2SO4) เมื่อแบตเตอร์รี่ถูกใช้ให้ปล่อยกระแสไฟฟ้า กรดกำมะถันเจือจางก็จะแตกตัวเป็นอิออนทำปฏิกิริยากับตะกั่ว

แผ่นตะกั่วจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟททั้งด้านขั้วบวกและขั้วลบ ออกซิเจนจากตะกั่วเพอร์ออกไซด์ของแผงบวก จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนในกรดกำมะถัน ได้น้ำมาส่วนหนึ่ง ประกอบกับ SO4 ในน้ำกรด ที่ไปจับแผ่นตะกั่วเป็นตะกั่วซัลเฟท ทำให้กรดกำมะถันเจือจางลงเรื่อยๆ จนกระทั่งเหลือแต่ส่วนที่เป็นน้ำ นั่นหมายความว่าแบตเตอร์รี่ของเราจ่ายพลังงานไฟฟ้าจนหมดแล้ว ตอนแบตเตอร์รี่ถูกอัดไฟ ปฏิกิริยาทางเคมีนี้ก็จะกลับสู่ทิศทางเดิม หมายถึง SO4 จะแยกตัวกลับมาเป็นกรดกำมะถันที่เข้มข้นขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่เหลือซัลเฟทเกาะอยู่ที่แผ่นตะกั่ว หมายถึงแบตเตอร์รี่มีประจุไฟฟ้าเต็มที่แล้ว ความเข้มของน้ำกรดกำมะถันในแบตเตอร์รี่จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีว่าแบตเตอร์รี่มีประจุหรือพลังงานไฟฟ้าอยู่มากน้อยเพียงใด ความเข้มของน้ำกรดเราวัดได้โดยใช้การใช้ไฮโดรมิเตอร์แบบลูกลอย วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด แบบเดียวกับที่ช่างของร้านขายแบตเตอร์รี่ใช้กัน

ความถ่วงจำเพาะสูงสุดของน้ำกรดในแบตเตอร์รี่ของประเทศโซนร้อน ไม่ควรเกิน 1.24 กรัม/ซีซี ในประเทศอุตสาหกรรมโซนหนาว ก็คือบรรดาประเทศที่ก้าวหน้าพัฒนาและผลิตรถยนต์ได้เอง จะได้เข้มข้นกว่า คือ 1.28 กรัม/ซีซี ถ้าใช้น้ำกรดเข้มข้นที่อุณหภูมิสูง แผ่นตะกั่วจะเสื่อมเร็ว

แต่ละเซลล์ของแบตเตอร์รี่แบบตะกั่ว-น้ำกรด หรือจะเป็นแบตเตอร์รี่ใช้สารเคมีอื่นๆ ก็ตาม จะมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยเฉพาะ สำหรับแบบตะกั่ว-น้ำกรดในรถของพวกเรา จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์เศษต่อหนึ่งเซลล์ เป็นความบังเอิญล้วนๆ นะครับ จากการที่เราเลือกนิยามค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1 โวลต์ ไว้เท่าที่ใช้กันอยู่ ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าของแบตเตอร์รี่ตะกั่ว-น้ำกรดตอน "เต็ม" มีค่าราว 2.1 โวลต์ ไม่จำเป็นต้องลงตัวแถวๆ 2 ถ้วนๆ ซึ่งแรกเริ่มเดิมทีที่วิศวกรรมรถยนต์สมัยก่อน เลือกใช้เพียง 3 เซลล์ เพราะรถของเรายังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มาก แบตเตอร์รี่ในรถยุคก่อน จึงมีค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 6.3 โวลต์ เรียกกันง่ายๆ ว่า 6 โวลต์ถ้วน ต่อมาอุปกรณ์ไฟฟ้าในรถเพิ่มขึ้นทั้งขนาดและจำนวน ถ้าไม่เพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้า ก็จะต้องเพิ่มขนาดสายไฟให้ใหญ่ขึ้น วิศวกรยานยนต์ก็เลยเลือกเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นเป็น 2 เท่า คือ ใช้แบตเตอร์รี่แบบ 6 เซลล์ ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12.6 ถึง 12.7 โวลต์ (2.1 x 6) ตามหลักน่าจะเรียก 13 โวลต์แล้วนะครับเพราะใกล้ 13 มากกว่า 12 แต่ก็ยังพอใจจะใช้เลขคู่ หรือไม่ก็เพราะความเชื่อโชคลางของพวกฝรั่ง ซึ่งผมไม่ทราบเหมือนกัน

การกำหนดความจุของแบตเตอร์รี่ ใช้วิธีบอกความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า แบบดั้งเดิม ใช้วิธีหาค่ากระแสไฟฟ้าคงที่ที่แบตเตอร์รี่สามารถจ่ายได้ 20 ชั่วโมง แล้วประจุไฟฟ้าหมด พอดี คือ เหลือแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อเซลล์เพียง 1.75 โวลต์ ถ้าเป็นแบตเตอร์รี่แบบ “12 โวลต์” (6 เซลล์) ก็เหลือแรงเคลื่อนไฟฟ้า 10.5 โวลต์ ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าแบตเตอร์รี่ลูกหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ 2 แอมแปร์ ตลอด 20 ชม. แล้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสองเหลือ 10.5 โวลต์พอดีเขาก็จะเอากระแสไฟฟ้าคูณด้วยเวลาเป็นชั่วโมง คือ 2 คูณ 20 ได้ 40 แอมแปร์ชั่วโมง หรือ 40 AH ที่บ่งไว้ข้าง แบตเตอร์รี่ วิธีวัดมาตรฐานนี้ เป็นแบบจ่ายกระแสน้อยในเวลานานมาก คือ 20 ชั่วโมง พอให้มันจ่ายกระแสไฟฟ้าสัก 20 แอมแปร์ มันก็น่าจะจ่ายได้ 2 ชั่วโมงเต็ม (40 AH หารด้วย 20 A) แต่กลับได้ไม่ถึง 2 ชั่วโมง

กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมก็เลยใช้มาตรฐานใหม่ในการกำหนดความจุของแบตเตอร์รี่ โดยให้มันจ่ายกระแสไฟฟ้าค่าคงที่ 25 แอมแปร์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วจับเวลาว่ามันจะจ่ายได้นานกี่นาที จนกระทั่งแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อเซลล์เหลือ 1.75 โวลต์ มาตรฐานนี้เรียกว่าการวัดความจุสำรอง หรือ RESERVE CAPACITY (RC) เช่น จ่ายได้ 72 นาที เขาก็จะพิมพ์ไว้ข้างแบตเตอร์รี่ว่า 72 RC

แบบที่สาม เป็นการเน้นความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่ำมาก ซึ่งก็คือความสามารถในการสตาร์ทเครื่องยนต์ในหน้าหนาวของประเทศอุตสาหกรรมอย่างในทวีปยุโรปหรือ อเมริกาเหนือ โดยวัดกระแสไฟฟ้าคงที่สูงสุด ที่แบตเตอร์รี่สามารถจ่ายได้ ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในเวลา 30 นาที แล้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างขั้วทั้งสอง เหลือเซลล์ละ 1.4 โวลต์ ใช้ชื่อว่า COLD CRANKING AMP หรือตัวย่อ CCA ผมว่าไม่ค่อยถูกต้องนักที่เอาหน่วยของกระแสไฟฟ้า ค่าแอมแปร์ มาตั้งชื่อ น่าจะเป็น COLD CRANKING CURRENT หรือ CCC มากกว่า

แบตเตอร์รี่ที่จำหน่ายในประเทศอุตสาหกรรมอย่างยุโรปตะวันตก จึงบอกความจุไว้หลายมาตรฐานเลย เช่น 50AH 74RC 190CCA ถ้าความจุเป็นแอมแปร์ชั่วโมง หรือ AH เท่ากัน ค่า RC และ CCA ซึ่งยิ่งมากยิ่งดี จะเป็นตัวตัดสินว่าของใครดีกว่ากัน เช่น 50AH 79RC 195CCA ย่อมจะดีกว่าตัวอย่างแรก

2.2.2 เครื่องควบคุมการประจุ

รูปที่ 2.11 การทำงานของเครื่องควบคุมประจุ

เครื่องควบคุมการประจุ ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Charge controller บ้างก็ใช้ Charge regulator ชื่อก็บอกอยู่ชัดเจนว่าหน้าที่คือ ประจุไฟฟ้าที่ผลิตลงในแบตเตอรี่จนเต็ม และควบคุมไม่ให้ประจุไฟฟ้ามากเกินด้วยการเบี่ยงเบนไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่เมื่อมีการประจุจนเต็ม ถ้าไม่มีเครื่องควบคุมการประจุ อาจประจุไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่มากเกินไป (Overcharge) จะทำให้แบตเตอรี่เกิดการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ร้อนขึ้นและอาจเกิดความเสียหายได้

ถ้าเป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดประมาณ 1-5 วัตต์หรือจ่ายไฟฟ้าได้ประมาณ 1/60 ของความจุแบตเตอรี่ต่อวันหรือน้อยกว่านั้น ก็ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องควบคุมการประจุ

ปัจจุบันนี้การผลิตเครื่องควบคุมการประจุมักรวมฟังก์ชั่นพิเศษๆ เข้าไว้มากมาย เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการใช้งานอย่างยิ่ง เช่น Low Voltage Disconnect (LVD) ช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับแบตเตอรี่และอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะปิดสวิตช์อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่อเชื่อม หากแรงดันของแบตเตอรี่ต่ำลงในระดับที่เป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่, Maximum Power Point Tracking (MPPT) เป็นกระบวนการที่ทำให้เครื่องควบคุมการประจุดึงพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้มากที่สุดเพื่อประจุลงแบตเตอรี่ โดยไม่คำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่รวมถึง Battery Temperature Compensation (BTC) จะปรับอัตราการประจุแบตเตอรี่ตามอุณหภูมิของแบตเตอรี่ ซึ่งเหมาะและจำเป็นอย่างยิ่งต่อประเทศที่สภาพอากาศหนาวเย็น ฯลฯ

2.2.3 หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ

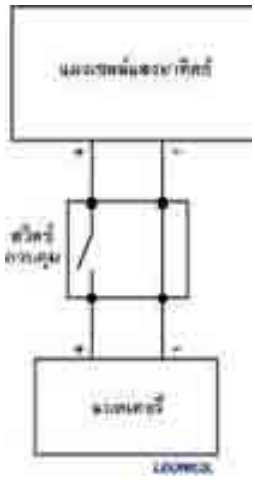
หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการประจุคือ มีวงจรสำหรับตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทำงานเป็นสวิตช์ที่เบี่ยงเบนไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เมื่อประจุจนเต็ม วิธีเบี่ยงเบนการไหลของไฟฟ้าที่ไปยังแบตเตอรี่ใช้การลัดวงจรหรือเปิดวงจรโดยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เกิดความเสียหาย

เครื่องควบคุมการประจุจะตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่เพื่อกำหนดสถานะ การประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุอยู่เต็ม แรงดันจะสูงขึ้น ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เครื่องควบคุมการประจุจะตัดการประจุไฟฟ้าเมื่อแรงดันสูงถึง 14.4 โวลต์และจะประจุไฟฟ้าใหม่อีกครั้งหลังจากแรงดันลดลงเหลือ 13.4 โวลต์

2.2.4 ชนิดของเครื่องควบคุมการประจุ

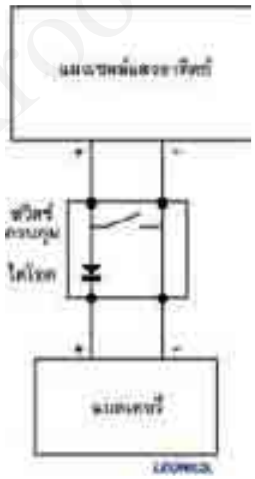
เครื่องควบคุมการประจุถูกจำแนกออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ ดังนี้

2.2.4.1 เครื่องควบคุมการประจุแบบอนุกรม (Series charge controller) เป็นการต่อเครื่องควบคุมการประจุกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดการไหลของไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังแบตเตอรี่เมื่อประจุไฟฟ้าเต็ม หรือเป็นการเปิดวงจรระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแบตเตอรี่เมื่อประจุแบตเตอรี่เต็ม สวิตช์ควบคุมใช้สวิตช์แม่เหล็กที่เรียกว่ารีเลย์ (Relay) หรือสวิชชิ่งทรานซิสเตอร์ (Switching transistor) ก็ได้



รูปที่ 2.12 การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุแบบอนุกรม

2.2.4.2 เครื่องควบคุมการประจุแบบชันท์ (Shunt charge controller) เป็นการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับสายไฟขาออกแบบขนาน จะทำการเชื่อมวงจรกับสายไฟของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้ไม่มีไฟฟ้าไหลจากแผงไปยังแบตเตอรี่เมื่อประจุไฟฟ้าเต็ม แม้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะไม่ได้รับความเสียหายจากการลัดวงจร แต่แบตเตอรี่จะได้รับความเสียหาย จึงต้องมีไดโอด (Diode) ซึ่งเป็นวาล์วทางเดียวติดตั้งระหว่างเครื่องควบคุมการประจุกับแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการลัดวงจรทั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ สวิตช์ควบคุมใช้สวิตช์สารกึ่งตัวนำ



รูปที่ 2.13 การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุแบบชันท์

โดยเครื่องควบคุมการประจุทั้งสองชนิดนี้ มีการควบคุมสวิตช์ได้ 2 แบบด้วยกัน คือ แบบ On-Off ที่จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดและปิดธรรมดาๆ เท่านั้นและแบบ PWM (Pulse Width

Modulation) ที่ช่วยให้การประจุแบตเตอรี่มีประสิทธิภาพสูงและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ซึ่งการควบคุมสวิตช์แบบ PWM มีข้อดีมากกว่าการควบคุมสวิตช์แบบ On-Off

การเลือกขนาดเครื่องควบคุมการประจุนั้น จะถูกกำหนดด้วยแรงดันของระบบที่ถูกออกแบบขึ้นและกระแสสูงสุดที่สามารถควบคุมได้ แรงดันของระบบทั่วไปเท่ากับ 12 โวลต์, 24 โวลต์ หรือ 48 โวลต์ ส่วนกระแสสูงสุดจะถูกกำหนดโดยจำนวนและขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในระบบ

ส่วนมากแล้วเครื่องควบคุมการประจุและเครื่องควบคุมการจ่ายประจุจะรวมอยู่ภายในเครื่องเดียวกัน เท่ากับว่าเครื่อง ควบคุมการประจุมีฟังก์ชั่นการทำงานของการควบคุมการจ่ายประจุรวมอยู่ด้วย และเรามีข้อสังเกตที่จะบอกได้ว่าเครื่องควบคุมเป็นแบบใด โดยดูจากการต่อวงจรดังนี้ ถ้ามีการต่อจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังเครื่องควบคุม แสดงว่า เครื่องควบคุมนั้นมีเครื่องควบคุมการประจุรวมอยู่ด้วย ถ้ามีการต่อไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า แสดงว่า เครื่องควบคุมนั้นมีเครื่องควบคุมการจ่ายประจุรวมอยู่ด้วย และเครื่องควบคุมทั้งหมดต้องต่อไปยังแบตเตอรี่ ในขณะที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีเครื่องควบคุมการประจุและจ่ายประจุ เพื่อป้องกันแบตเตอรี่ประจุไฟฟ้ามากเกินไปและยังทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายประจุเพื่อป้องกันไม่ให้แบตเตอรี่เหลือไฟฟ้าน้อยเกินไป ลองนึกเปรียบเทียบกับระบบกักเก็บน้ำฝน การเก็บน้ำในถังเก็บน้ำจะต้องไม่เต็มเกินไปหรือมีน้ำน้อยเกินไป จึงมีการติดตั้งวาล์วเพื่อปิดน้ำที่เข้าถังเมื่อน้ำเต็มเพื่อไม่ให้น้ำล้นออกมาและมีวาล์วอีกตัวหนึ่งที่ควบคุมการจ่ายน้ำออกจากถังเพื่อไม่ให้น้ำที่เหลืออยู่น้อยเกินไป วาล์วเหล่านี้ก็คือตัวควบคุมปริมาณน้ำในถังเก็บน้ำ เทียบได้กับเครื่องควบคุมการประจุและจ่ายประจุนั่นเอง

2.3 พลังงานลม

พลังงานลม ลม เป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ทดแทนการผลิตด้วยพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบประเทศยุโรปได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ ซึ่งกังหันลมขนาดใหญ่แต่ละตัวสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4-5 เมกะวัตต์ และนับวันจะยิ่งได้รับการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านพลังงานลมยังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ อย่างไรก็ตามหากเรามีพื้นฐานความรู้ก็สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานลมร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เพื่อความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้าได้ อย่างเช่นที่สถานีไฟฟ้าแหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ได้ทดลองใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์และต่อเข้ากับระบบสายส่ง ดังนั้นการศึกษา เรียนรู้ วิจัย และพัฒนา

เทคโนโลยีพลังงานลมก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานซากดึกดำบรรพ์จะเป็นการช่วยประเทศไทยลดการนำเข้าแหล่งพลังงานจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

(จิตติรัตน์ ทัตเทียมรมย์, 2550) ได้ให้ความหมายเกี่ยวพลังงานลมว่า ลม เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าลมเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ซึ่งในบางครั้งแรงที่เกิดจากลมอาจทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยพังทลายต้นไม้ หักโค่นลง สิ่งของวัตถุต่างๆ ล้มหรือปลิวลอยไปตามลม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น

(ตติยา ใจบุญ, 2548) ได้ให้ความหมายเกี่ยวพลังงานลมว่า ลม เป็นการเคลื่อนไหวของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มี ความกดอากาศต่ำในแนวนอน โดยลมที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของคนเรานั้นคือ ลมระดับพื้นผิว ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทตามเหตุที่เกิดและบริเวณที่เกิด คือลมประจำปี ลมประจำฤดู ลมประจำเวลา และลมประจำถิ่น ส่วนลมที่จะไม่พูดถึงเลย คือลมพายุก็เป็นลมระดับพื้นผิวด้วยเช่นกัน

(นที ศรีทอง, 2552) ได้ให้ความหมายเกี่ยวพลังงานลมว่า พลังงานลม จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้ไม่มีวันหมด และปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าก็ได้รับการพัฒนาอย่าง ต่อเนื่อง ทั้งนี้ หลายประเทศทั่วโลกให้ความสนใจในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม โดยเฉพาะในทวีปยุโรป ซึ่งในคอลัมน์ ไขปัญหาฉบับนี้จะขอเสนอในประเทศเดนมาร์ก ซึ่งมีการส่งเสริม และสนับสนุนการใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง

(อุไรพรรณ ปรางอุดมทรัพย์, 2548) ได้ให้ความหมายเกี่ยวพลังงานลมว่า ลมเกิดจากมวลของอากาศที่มีการเคลื่อนที่ถ่ายเทจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์และเป็นผลมาจากความแตกต่างและทรงตัวของสภาพอากาศ, ความแตกต่างของอุณหภูมิ, การหมุนของโลก และสิ่งกีดขวางและความขรุขระของพื้นผิวและอื่น ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีทางฟิสิกส์

(Iain Carson, 2550) ได้ให้ความหมายเกี่ยวพลังงานลมว่า พลังงานลม เป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้นไปจากโลก จึงทำให้พลังงานลมได้รับความสนใจในการศึกษาและพัฒนาให้เกิดประโยชน์กัน อย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกัน กังหันลม ก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งทีสามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ ซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลายในอดีตที่ผ่านมา

2.3.1 การเกิดและประเภทของลม

ลม (wind) สาเหตุหลักของการเกิดลมคือดวงอาทิตย์ ซึ่งเมื่อมีการแผ่รังสีความร้อนของดวงอาทิตย์มายังโลก แต่ละตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิและความกดอากาศในแต่ละตำแหน่ง บริเวณใดที่มีอุณหภูมิสูงหรือความกดอากาศต่ำอากาศในบริเวณนั้นก็จะลอยตัวขึ้นสูง อากาศจากบริเวณที่เย็นกว่าหรือมีความกดอากาศสูงกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้คือการทำให้เกิดลมนั่นเอง และจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศนี้ทำให้เกิดเป็นพลังงานจลน์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ ลมสามารถจำแนกออกได้หลายชนิดตามสถานที่ที่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ดังนี้

2.3.1.1 ลมบกและลมทะเล (land and sea breeze) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิของบริเวณทะเลกับฝั่ง โดยลมทะเลจะเกิดในตอนกลางวัน เพราะบนฝั่งมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณในทะเลจึงทำให้เกิดลมจากทะเลพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่วนลมบกเกิดในเวลากลางคืนเพราะบริเวณในทะเลจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบนฝั่ง ทำให้เกิดลมจากฝั่งออกสู่ทะเล

2.3.1.2 ลมภูเขาและลมหุบเขา (mountain and valley winds) เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงไปสู่หุบเขาในตอนกลางคืน เนื่องจากบริเวณสันเขาอยู่ในที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขาดังนั้นจึงมีลมพัดลงจากยอดเขาสู่หุบเขา ส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปสู่สันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขา นอกจากนี้ยังมีการเรียกชื่อลมตามทิศการเคลื่อนที่ในแต่ละฤดูกาล เช่น ลมมรสุม ซึ่งหมายถึงลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางกับการเปลี่ยนฤดูคือฤดูร้อนจะพัดอยู่ในทิศทางหนึ่งและจะพัดเปลี่ยนทิศทางเป็นตรงกันข้ามในฤดูหนาว

2.3.2 ประวัติการประยุกต์ใช้พลังงานจากลม

การประยุกต์ใช้พลังงานจากลม เริ่มจากการค้นพบบันทึกเกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลม (windmills) โดยใช้ระบบเครื่องโม่ในแกนตั้ง ซึ่งเป็นเครื่องโม่แบบง่ายๆ นิยมใช้กันในพื้นที่ภูเขาสูง โดยชาวแอฟแกน (Afghan) เพื่อการสีเมล็ดข้าวเปลือกในช่วงศตวรรษที่ 7 ก่อนคริสต์กาล ส่วนโรงสีข้าวพลังงานลมแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกแถบเปอร์เซีย ทิเบตและ จีน ประมาณคริสต์ศักราชที่ 1000 โรงสีข้าวพลังงานลมชนิดแกนหมุนในแนวนอน ได้แพร่หลายไปจนถึงประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนและประเทศยุโรปตอนกลาง โรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนพบครั้งแรกในประเทศอังกฤษประมาณปี ค.ศ. 1150 พบในฝรั่งเศสปี ค.ศ. 1180 พบในเบลเยียมปี ค.ศ. 1190 พบในเยอรมันปี ค.ศ. 1222 และ พบในเดนมาร์กปี ค.ศ. 1259 การพัฒนาและแพร่หลายอย่างรวดเร็วของโรงสีข้าวแบบแกนหมุนแนวนอนมาจากอิทธิพลของนักรบครูเซด ซึ่งเป็นผู้นำความรู้เกี่ยวกับโรงสีข้าวพลังงานลมจากเปอร์เซียมาสู่หลายพื้นที่ของยุโรป

ในยุโรปโรงสีข้าวพลังงานลมได้รับการพัฒนาสมรรถนะอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะระหว่างช่วงศตวรรษที่ 12 และ ศตวรรษที่ 19 ในปี ค.ศ. 1800 ในประเทศฝรั่งเศสมีโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรปใช้งานอยู่ประมาณ 20,000 เครื่อง ในประเทศเนเธอร์แลนด์พลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรม ในช่วงเวลานั้นมาจากพลังงานลมถึงร้อยละ 90 ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 โรงสีข้าวพลังงานลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแกนหมุน 25 เมตร ตัวอาคารมีความสูงถึง 30 เมตร ตัวอย่างโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรปดังแสดงในรูปที่ 2.14 ซึ่งในช่วงเวลานั้นการใช้พลังงานลมไม่ได้มีเพียงแค่การสีข้าวแต่ยังมีการประยุกต์ใช้สำหรับการสูบน้ำอีกด้วย ต่อมาในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมโรงสีข้าวพลังงานลมเริ่มมีการใช้งานลดลง อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1904 การใช้พลังงานจากลมยังมีอัตราส่วนถึงร้อยละ 11 ของพลังงานในภาคอุตสาหกรรมของประเทศเนเธอร์แลนด์ และในประเทศเยอรมันยังมีโรงสีข้าวชนิดนี้ติดตั้งอยู่กว่า 18,000 เครื่อง

รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะโรงสีข้าวพลังงานลมแบบยุโรป

ในช่วงเวลาเดียวกับที่โรงสีข้าวพลังงานลมในยุโรปเริ่มเสื่อมความนิยม เทคโนโลยีนี้กลับได้รับการเผยแพร่ในทวีปอเมริกาเหนือโดยผู้ที่ไปตั้งถิ่นฐานใหม่ มีการใช้กังหันลมสูบน้ำขนาดเล็กสำหรับงานปศุสัตว์ซึ่งได้รับความนิยมมาก กังหันลมชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันในนามกังหันลมแบบอเมริกัน (Americans windmill) ซึ่งใช้ระบบการทำงานแบบควบคุมตัวอย่างสมบูรณ์ (fully self-regulated) โดยสามารถปรับความเร็วของแกนหมุนได้เมื่อความเร็วลมสูง ในขณะที่โรงสีข้าวพลังงานลมของยุโรปสามารถบิดตัวใบพัดออกจากทิศทางลมได้หรือสามารถม้วนใบพัดเก็บได้หากความเร็วลมสูงจนเกินไปเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวโรงสีข้าว ความนิยมของกังหันลมแบบอเมริกันเพิ่มขึ้นสูงมากระหว่างปี ค.ศ. 1920 – 1930 มีกังหันลมประมาณ 600,000 ตัวถูกติดตั้ง

เพื่อใช้งาน ในปัจจุบันกังหันลมแบบอเมริกันหลายแบบยังคงถูกนำมาใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตรและกิจกรรมต่างๆ ทั่วโลก

สำหรับประเทศไทยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพลังงานลม ได้ประเมินการใช้งานกังหันลมแบบใบพัดที่ทำด้วยไม้ซึ่งใช้ในนาข้าวมีจำนวนอยู่ประมาณ 2,000 ตัว และกังหันลมแบบเสื่อลำแพนหรือแบบผ้าใบซึ่งใช้ในนาเกลือหรือนากุ้งมีจำนวนอยู่ประมาณ 3,000 ตัว ต่อมาได้พบว่าจำนวนกังหันลมดังกล่าวลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการพัฒนาพื้นที่เกษตรกรรมให้เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ในปี พ.ศ 2531 มีการสำรวจจำนวนกังหันลมเฉพาะในบริเวณ 20 ตารางกิโลเมตรของจังหวัดสมุทรสาครและสมุทรสงคราม พบว่ามีกังหันลมเหลืออยู่เพียง 667 ตัว กังหันลมดังกล่าวถือได้ว่าเป็นชนิดดั้งเดิมจากภูมิปัญญาชาวบ้าน แต่สามารถใช้แทนพลังงานไฟฟ้าเพื่อการสูบนำได้เป็นอย่างดี

ในปี ค.ศ. 1891 แดน พอล ลาคูร์ (Dane Poul LaCour) วิศวกรชาวเดนมาร์กเป็นคนแรก ที่สร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้าขึ้น เทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนาระหว่างช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้เทคโนโลยีนี้เพื่อทดแทนการขาดแคลนพลังงานในขณะนั้น บริษัท เอฟ เอล ชมิทธ์ (F.L. Smidth) ของเดนมาร์กถือได้ว่าเป็นผู้ริเริ่มกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบสมัยใหม่ในปี ค.ศ. 1941-1942 กังหันลมของบริษัทนี้เป็นกังหันลมแบบสมัยใหม่ตัวแรกที่ใช้แพนอากาศ (airfoils) ซึ่งใช้ความรู้ขั้นสูงทางด้านอากาศพลศาสตร์ในเวลานั้น ในช่วงเวลาเดียวกัน พาลเมอร์ พุทแนม (Palmer Putnam) ชาวอเมริกันได้สร้างกังหันลมขนาดใหญ่ให้กับบริษัท มอร์แกน สมิทธ์ (Morgan Smith Co.) กังหันลมที่สร้างขึ้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 53 เมตร ซึ่งมีความแตกต่างจากกังหันลมของเดนมาร์กทั้งในเรื่องของขนาดและหลักการออกแบบ กังหันลมของเดนมาร์กมีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการหมุนโดยลมส่วนบน (upwind rotor) กับการควบคุมผ่านตัวล่อ (stall regulation) ทำงานที่ความเร็วลมต่ำ ส่วนกังหันลมของพุทแนมออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการหมุนโดยลมส่วนล่าง (downwind rotor) กับการควบคุมโดยการปรับใบพัด (variable pitch regulation) อย่างไรก็ตามกังหันลมของพุทแนมก็ไม่ประสบความสำเร็จและถูกรื้อออกในปี ค.ศ. 1945 (Thomas & Lennart. 2002: 67-128)

หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1956 – 1967 โจฮันเนส จูล (Johannes Juul) ชาวเดนมาร์กได้พัฒนาและออกแบบกังหันลมใหม่เพิ่มเติมและทำการติดตั้งที่เมืองเกดเซอร์ (Gedser) ประเทศเดนมาร์กสามารถผลิตไฟฟ้าได้กว่า 2.2 ล้านหน่วย และในเวลาเดียวกันนี้ ฮุตเตอร์ (Hutter) ชาวเยอรมันก็ได้พัฒนากังหันลมรูปแบบใหม่เหมือนกัน โดยกังหันลมของฮุตเตอร์ประกอบด้วยใบกังหันมีลักษณะเรียวยาวทำจากไฟเบอร์กลาสส์ (fiberglass) 2 ใบ กังหันลมชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูง

อย่างไรก็ตามแม้ว่ากังหันลมของจูลและฮุตเตอร์จะประสบความสำเร็จในตอนแรก แต่ความสนใจในกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ก็ลดลงหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 มีเพียง

กังหันลมขนาดเล็กสำหรับผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกล หรือสำหรับการประจุแบตเตอรี่เท่านั้นที่ยังได้รับความสนใจ ต่อมาหลังเกิดปัญหาวิกฤตการณ์น้ำมันในปี ค.ศ. 1973 ทำให้ความสนใจในพลังงานลมได้กลับมาอีกครั้ง จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีการสนับสนุนเงินทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับพลังงานลมเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในประเทศเยอรมัน สหรัฐอเมริกา และสวีเดน ซึ่งได้ใช้เงินนี้ในการพัฒนาต้นแบบกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ในระดับเมกะวัตต์ อย่างไรก็ตามกังหันลมต้นแบบหลายๆแบบไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรทั้งที่ผ่านมาเป็นเวลานาน สาเหตุมาจากปัญหาทางเทคนิคหลายๆ ประการ เช่น กลไกการบิดของใบพัด (pitch mechanism) เป็นต้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการสนับสนุนเงินทุนเพื่อกระตุ้นให้มีการพัฒนาพลังงานลมเป็นอย่างมาก ตัวอย่างที่สามารถเห็นได้ชัดเจนถึงผลของการกระตุ้นในครั้งนี้ เช่น ทำให้เกิดทุ่งกังหันลม (Wind farms) ขนาดใหญ่ติดตั้งอยู่ตามเทือกเขาทางตะวันออกของซานฟรานซิสโก และทางตะวันออกเฉียงเหนือของลอสแอนเจลิส ทุ่งกังหันลมแห่งแรกนี้ประกอบไปด้วยกังหันลมขนาด 50 กิโลวัตต์ เป็นส่วนใหญ่ หลายปีผ่านไปขนาดของกังหันลมรุ่นใหม่เพิ่มขึ้นเป็น 200 กิโลวัตต์ ซึ่งเกือบทั้งหมดนำเข้าจากประเทศเดนมาร์ก ในช่วงสิ้นปี ค.ศ. 1980 มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในแคลิฟอร์เนีย ประมาณ 15,000 ตัว ด้วยขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 1,500 เมกะวัตต์

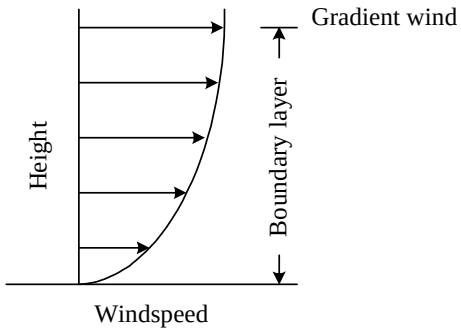
การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานลมเป็นไปอย่างรวดเร็วจากในปี ค.ศ. 1989 ขนาดของกังหันลมในขณะนั้นมีขนาด 300 กิโลวัตต์ ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบกังหัน 30 เมตร หลังจากนั้นประมาณสิบปีมีผู้ผลิตจากหลายบริษัทได้ผลิตกังหันลมขนาด 1,500 กิโลวัตต์ ด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบกังหัน 70 เมตร และในช่วงก่อนเปลี่ยนศตวรรษใหม่ กังหันลมขนาด 2 เมกะวัตต์ เส้นผ่าศูนย์กลางของใบกังหันขนาด 74 เมตรได้รับการพัฒนาและติดตั้งเพื่อใช้งาน ปัจจุบันนี้กังหันลมขนาด 2 เมกะวัตต์ กลายเป็นขนาดของกังหันลมที่ผลิตในเชิงพาณิชย์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และกังหันลมขนาด 4 – 5 เมกะวัตต์ กำลังอยู่ในช่วงของการพัฒนา โดยตัวต้นแบบขนาด 4.5 เมกะวัตต์ ได้มีการติดตั้งและทดสอบแล้วเมื่อปี ค.ศ. 2002

ตารางที่ 2.2 การพัฒนาของกังหันลมในช่วง ค.ศ. 1985 – 2002

ปี ค.ศ.	กำลังการผลิต (กิโลวัตต์)	เส้นผ่าศูนย์กลางใบกังหัน (เมตร)
1985	50	15
1989	300	30
1992	500	37
1994	600	46
1998	1,500	70
2002	3,500 – 4,500	88 - 112

2.3.3 หลักการทำงานของกังหันลม

ลมที่เกิดขึ้นถูกใช้ประโยชน์จากส่วนที่อยู่ใกล้ผิวโลกหรือที่เรียกว่าลมผิวพื้น ซึ่งหมายถึงลมที่พัดในบริเวณผิวพื้นโลกภายใต้ความสูงประมาณ 1 กิโลเมตรเหนือพื้นดินเป็นบริเวณที่มีการผสมผสานของอากาศกับอนุภาคอื่นๆ และมีแรงเสียดทานในระดับต่ำ โดยเริ่มต้นที่ระดับความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไปแรงเสียดทานจะลดลง ทำให้ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.15 จนกระทั่งที่ระดับความสูงใกล้ 1 กิโลเมตรเกือบไม่มีแรงเสียดทาน ความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับระดับความสูง และ สภาพภูมิประเทศ เช่นเดียวกันกับทิศทางของลม จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่ากังหันลมจะทำงานได้ดีหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับตัวแปรทั้งสองนี้ ที่ความเร็วลมเท่าๆ กัน แต่มีทิศทางลมที่แตกต่างกัน เมื่อลมเคลื่อนที่พุ่งเข้าหาแกนหมุนของกังหันลมแล้วจะส่งผลต่อแรงบิดของกังหันลมเป็นอย่างมาก ผลคือแรงลัพธ์ที่ได้ออกมาจากกังหันลมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยเบื้องต้นที่เป็นตัวกำหนดในการใช้พลังงานลมคือความเร็วและทิศทางของลมนั่นเอง



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะของความเร็วลมภายใต้ชั้นบรรยากาศ

พลังงานที่ได้รับจากกังหันลมจะมีเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความเร็วลม แต่ความสัมพันธ์นี้ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรง ที่ความเร็วลมต่ำในช่วง 1–3 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะยังไม่ทำงานจึงยังไม่สามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ ที่ความเร็วลมระหว่าง 2.5–5 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะเริ่มทำงาน เรียกช่วงนี้ว่าช่วงเริ่มความเร็วลม (cut in wind speed) และที่ความเร็วลมช่วงประมาณ 12–15 เมตรต่อวินาที เป็นช่วงที่เรียกว่าช่วงความเร็วลม (nominal หรือ rate wind speed) ซึ่งเป็นช่วงที่กังหันลมทำงานอยู่บนพิกัดกำลังสูงสุดของตัวมันเอง ในช่วงที่ความเร็วลมไต่ระดับไปสู่ช่วงความเร็วลมเป็นการทำงานของกังหันลมด้วยประสิทธิภาพสูงสุด (maximum rotor efficiency) ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับอัตราการกระตุ้นความเร็ว (tip speed ratio) (Siegfried. 1998: 67) และในช่วงเลยความเร็วลม (cut out wind speed) เป็นช่วงที่ความเร็วลมสูงกว่า 25 เมตรต่อวินาที กังหันลมจะหยุดทำงานเนื่องจากความเร็วลมสูงเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อกลไกของกังหันลมได้

การหากำลังของลมที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v ผ่านพื้นที่หน้าตัด A

ดังสูตร

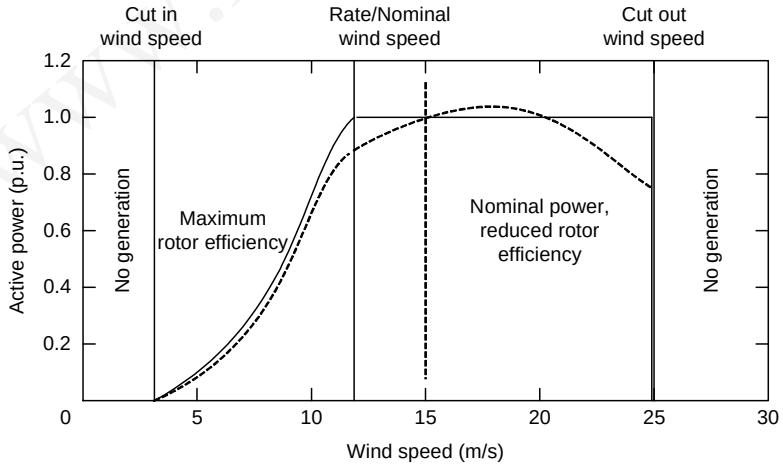
$$P_w = \frac{1}{2} pAv^3 \qquad \textbf{สูตร.....3}$$

P_w = กำลังของลม (W)

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ มีค่าเท่ากับ 1.225 kg/m^3

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2)

v = ความเร็วลม (m/s)



รูปที่ 2.16 แผนภูมิแสดงกำลังไฟฟ้าและช่วงการทำงานของกังหันลมแบบต่างๆ

สำหรับหลักการทั่วไปในการนำพลังงานลมมาใช้คือ เมื่อมีลมพัดมาปะทะกับใบพัดของกังหันลม กังหันลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ไปเป็นพลังงานกล โดยการหมุนของใบพัด แรงจากการหมุนของใบพัดนี้จะถูกส่งผ่านแกนหมุนทำให้เฟืองเกียร์ที่ติดอยู่กับแกนหมุนเกิดการหมุนตามไปด้วย พลังงานกลที่ได้จากการหมุนของเฟืองเกียร์นี่เองที่ถูกประยุกต์ใช้ประโยชน์ตามความต้องการเช่น ในกรณีที่ต้องการใช้กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้าจะต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไป ซึ่งเมื่อเฟืองเกียร์ของกังหันลมเกิดการหมุนจะไปขับเคลื่อนให้แกนหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามไปด้วย ด้วยหลักการนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้ ส่วนในกรณีของการใช้กังหันลมในการสูบน้ำหรือสีข้าวสามารถนำเอาพลังงานกลจากการหมุนของเฟืองเกียร์นี้ไปประยุกต์ใช้ได้โดยตรง

2.3.4 ประเภทของกังหันลม

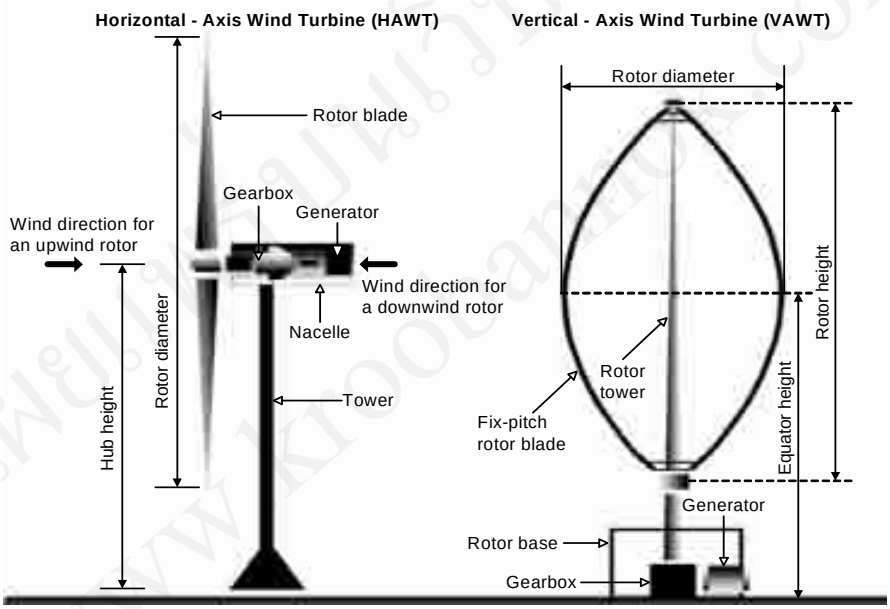
กังหันลมโดยทั่วไปจะมีรูปแบบพื้นฐานหลักๆ คล้ายๆกัน แต่อาจแตกต่างกันบ้างในส่วนของรายละเอียด ดังนั้นการแบ่งประเภทของกังหันลมมักจะยึดเอาลักษณะการวางตัวของแกนเพลาของกังหันลมเป็นหลัก ซึ่งประเภทหลักๆของกังหันลมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ กังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวนอนและกังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวตั้ง ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.17

2.3.4.1 กังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวนอน (horizontal–axis type wind turbine, HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนวางตัวอยู่ในทิศขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม กังหันลมประเภทนี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการนำมาใช้งานมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานสูงแต่ต้องติดตั้งบนเสาที่มีความสูงมาก และมีชุดควบคุมให้กังหันลมหันหน้าเข้ารับแรงลมได้ทุกทิศทางในแนวนอนตลอดเวลา อย่างไรก็ตามในรายละเอียดของรูปแบบ องค์ประกอบ และลักษณะการทำงานของกังหันลมแบบนี้ที่นิยมใช้กันสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

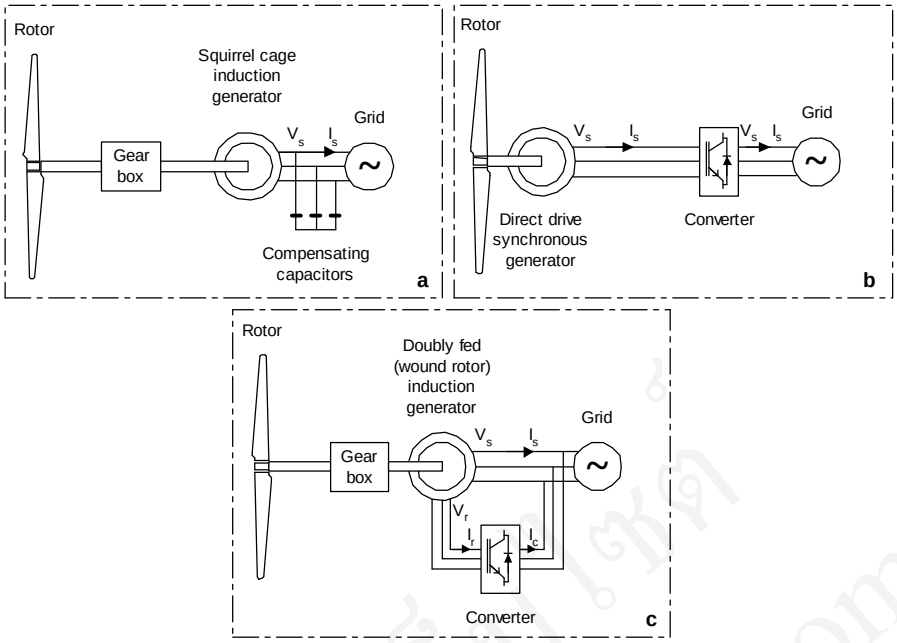
2.3.4.1.1 กังหันลมแบบความเร็วคงที่ (fixed speed turbine) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วย ใบพัด กล่องเกียร์ ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (squirrel cage induction generator) ชุดสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อเชื่อมเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.18 a ในความเป็นจริงแล้วกังหันลมแบบนี้มีค่าสลิปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator slip) ไม่คงที่ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของกำลังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้มีค่าน้อยมาก เพียง 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเรียกกังหันลมแบบนี้ว่าเป็นแบบความเร็วคงที่

2.3.4.1.2 กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ (variable speed turbine) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วย ใบพัด กล่องเกียร์ เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำแบบดับเบิลเฟด (doubly fed induction generator) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ชุดสเตเตอร์ต่อเชื่อมเข้ากับระบบสายส่งไฟฟ้า กังหันลมชนิดนี้ความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ดังนั้นจึงสามารถปรับความเร็วรอบและความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ องค์ประกอบของกังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ดังแสดงในรูปที่ 2.18 b

2.3.4.1.3 กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดต่อตรง (variable speed with direct drive) กังหันลมชนิดนี้ประกอบไปด้วย ใบพัด เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสโดยตรงและมีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า สำหรับการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า องค์ประกอบของกังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดต่อตรงดังแสดงในรูปที่ 2.18 c



รูปที่ 2.17 กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบแกนนอนและแบบแกนตั้ง



รูปที่ 2.18 แสดงองค์ประกอบกังหันลมแบบความเร็วคงที่ (a) กังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ (b) และกังหันลมแบบความเร็วไม่คงที่ชนิดต่อตรง (c)

2.3.4.2 กังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแนวตั้ง (vertical-axis type wind turbine, VAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางของลม ซึ่งสามารถรับลมได้ทุกทิศทางและติดตั้งอยู่ในระดับต่ำได้ กังหันลมแบบนี้ที่รู้จักกันดีคือกังหันลมแบบแดร์เรียส (darrieus) ซึ่งออกแบบโดยวิศวกรชาวฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1920 ข้อดีของกังหันลมแกนตั้งคือ สามารถรับลมได้ทุกทิศทาง มีชุดปรับความเร็ว (gear box) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถติดตั้งอยู่ที่ระดับพื้นล่างได้ นอกจากนี้ตัวเสาของกังหันลมยังไม่สูงมากนัก แต่มีข้อเสียคือประสิทธิภาพต่ำเมื่อเทียบกับกังหันลมที่มีแกนเพลาแบบแกนนอน ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการใช้งานอยู่น้อย

2.3.5 ส่วนประกอบของกังหันลม

กังหันลมโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ คือ ใบพัด ระบบถ่ายทอดกำลังจากใบพัด ชุดควบคุมการบังคับทิศทางของใบพัดและเสาหรือหอคอย อย่างไรก็ตามในส่วนรายละเอียดของส่วนประกอบของกังหันลมจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของกังหันลมนั้น เช่น ถ้าเป็นกังหันลมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตไฟฟ้าก็จะมีส่วนประกอบ รายละเอียด และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนกว่ากังหันลมที่ใช้สำหรับการสูบน้ำ อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดความเข้าใจในความแตกต่างของส่วนประกอบของกังหันลมแต่ละชนิด ในที่นี้จึงขอแยกกล่าวถึงส่วนประกอบของกังหันลมตามวัตถุประสงค์การใช้งานเป็น 2 กรณีคือ

2.3.5.1 ส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า จากการได้รับประโยชน์อย่างชัดเจนในการใช้กังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า ทำให้ เทคโนโลยีของกังหันลมประเภทนี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้ส่วน ประกอบต่างๆของกังหันลมประเภทนี้มีค่อนข้างมากและมีความซับซ้อน ดังแสดงในรูปที่ 2.19 ซึ่งส่วนประกอบแต่ละส่วนมีหน้าที่สรุปได้ดังต่อไปนี้

2.3.5.1.1 ใบพัด (blade) เป็นตัวรับพลังงานลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลใน การขับเคลื่อนเพลาแกนหมุน (rotor) ของใบพัด โดยใบพัดสามารถปรับทิศทางการรับลมได้

รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า

2.3.5.1.2 ระบบเบรก (brake) เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการหยุดหมุนของใบพัดและเพลาแกนหมุนของกังหันลม

2.3.5.1.3 คันบังคับเพลาแกนหมุน (low speed shaft และ high speed shaft) เป็นส่วนที่คอยควบคุมความเร็วของเพลาแกนหมุนให้หมุนช้าหรือเร็วของใบพัด และส่งผ่านระบบส่งกำลัง

2.3.5.1.4 ห้องส่งกำลัง (gear box) เป็นระบบที่คอยปรับเปลี่ยนและควบคุมความสัมพันธ์ของความเร็วในการหมุนระหว่างเพลาแกนหมุนกับเพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.3.5.1.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (generator) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลที่ถูกส่งมาจากเพลาแกนหมุนของใบพัดเป็นพลังงานไฟฟ้า

2.3.5.1.6 ตัวควบคุม (controller) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานเครื่องวัดความเร็วลม

2.3.5.1.7 ห้องเครื่อง (nacelle) เป็นห้องควบคุมขนาดใหญ่ อยู่ส่วนหลังของใบพัด ใช้บรรจุระบบต่างๆ เช่น ระบบเกียร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบเบรก และระบบควบคุม

2.3.5.1.8 แกนคอหมุนรับทิศทางลม (yaw drive) เป็นตัวควบคุมการหมุนของห้องเครื่องเพื่อให้ใบพัดปรับรับทิศทางลม โดยมีมอเตอร์ (yaw motor) เป็นตัวช่วยในการปรับทิศทาง

2.3.5.1.10 เสาหรือหอคอย (tower) เป็นส่วนที่แบกรับอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ข้างบน

นอกจากนี้ยังต้องมีระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) ที่จะช่วยในการชะลอการหมุนและการหยุดหมุนของใบพัดระบบระบายความร้อน (cooling system) มีไว้สำหรับการระบายความร้อนจากการทำงานของระบบซึ่งเกิดความร้อนจากการทำงานอย่างต่อเนื่อง และมีชุดเครื่องมือสำหรับการวัดความเร็วลม (anemometer) เพื่อวัดและเก็บข้อมูลความเร็วลมซึ่งจะถูกติดตั้งอยู่กับชุดแพนหาง (vane)

2.3.5.2 ส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ กังหันลมสูบน้ำ เป็นกังหันลมที่มีแกนเพลาอยู่ในแกนนอน มีส่วนประกอบและความซับซ้อนของเทคโนโลยีไม่มากนัก กังหันลมแบบนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ทำการเกษตรหรือปศุสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่ห่างไกลในเขตชนบทและไม่มีไฟฟ้าใช้สำหรับการสูบน้ำ ตัวอย่างกังหันลมเพื่อการสูบน้ำและส่วนประกอบที่สำคัญของกังหันลมสูบน้ำดังแสดงในรูปที่ 2.20 ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ดำเนินการสร้างและทดลองใช้งานมีดังนี้

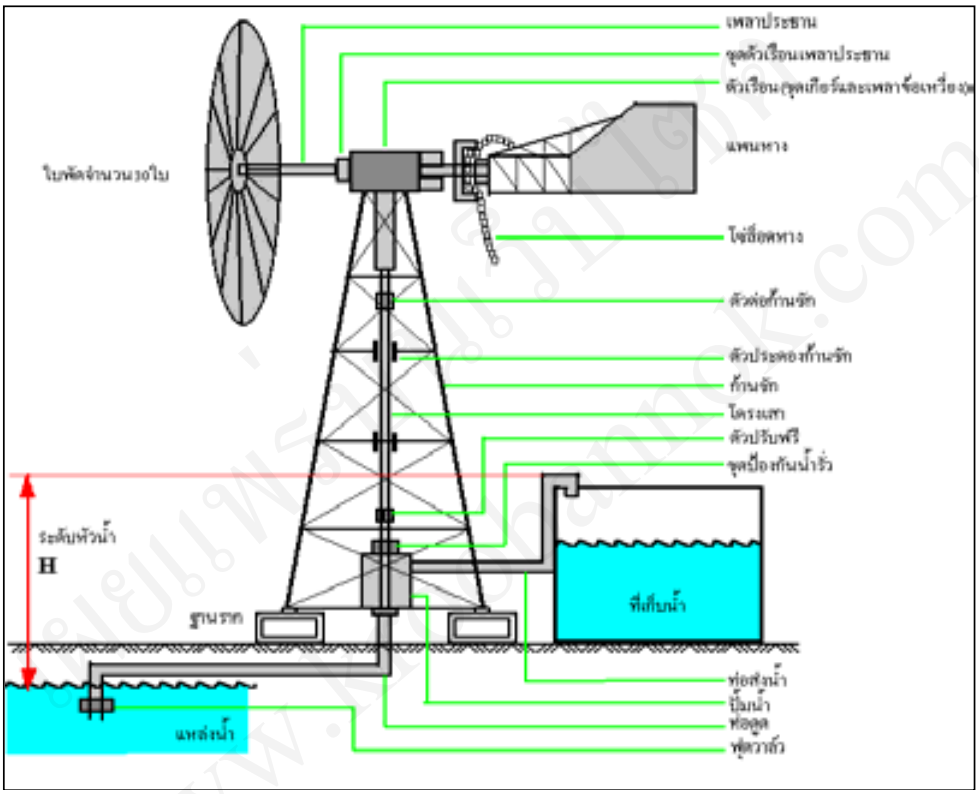
2.3.5.2.1 ใบพัด ทำหน้าที่รับแรงจากพลังงานลมแล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลาประธานหรือเพลาหลัก

2.3.5.2.2 ตัวเรือน ประกอบไปด้วยเพลาประธานหรือเพลาหลัก ชุดตัวเรือนเพลาประธาน ซึ่งเป็นตัวหมุนถ่ายแรงกลเข้าตัวห้องเครื่องภายในห้องเครื่องจะเป็นชุดถ่ายแรงและเกียร์ที่เป็นแบบข้อเหวี่ยงหรือแบบเฟืองขับ เพื่อเปลี่ยนแรงจากแนวราบเป็นแนวดิ่งเพื่อดึงก้านชักขึ้นลง

2.3.5.2.3 ชุดแพนหาง ประกอบไปด้วยใบแพนหางทำจากเหล็กแผ่น ที่ทำหน้าที่บังคับตัวเรือนและใบพัดเพื่อให้หันรับแรงลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง

2.3.5.2.4 โครงเสา ทำด้วยเหล็กประกอบเป็นโครงถัก (truss structure) ความสูงของกังหันลมสูบน้ำมีความสำคัญอย่างมากในการพิจารณาติดตั้งกังลมเพื่อให้สามารถรับลมได้ดี กังหันลมแบบนี้มีความสูงประมาณ 12-15 เมตร และมีแกนกลางเป็นตัวบังคับก้านชักให้ชักขึ้นลงในแนวดิ่ง

2.3.5.2.5 ก้านชักทำด้วยเหล็กกลมตัน สำหรับรับแรงชักขึ้นลงในแนวดิ่งจากเฟืองขับที่อยู่ในตัวเรือน เพื่อทำหน้าที่ปั้มอัดกระบอกสูบน้ำ



รูปที่ 2.20 แสดงส่วนประกอบของกังหันลมเพื่อการสูบน้ำ

2.3.5.2.6 ปั้มน้ำ ลูกสูบของกังหันลมสูบน้ำใช้วัสดุส่วนใหญ่เป็นทองเหลืองหรืออาจเป็นสแตนเลส ซึ่งมีความคงทนต่อกรดและด่างสามารถรับแรงดูดและแรงส่งได้สูงมีหลายขนาด แต่ที่ใช้ทั่วไปมีขนาด 4.5-6 นิ้ว

2.3.5.2.7 ท่อน้ำ ส่วนใหญ่มักใช้ท่อ พีวีซี หรือท่อเหล็ก ที่มีขนาดประมาณ 2 นิ้ว

2.3.7 ใบพัด

ส่วนประกอบหลักๆ ที่เราสามารถมองเห็นอย่างง่ายๆ ของกังหันลมก็คือ ใบพัด เจนเนอร์เรเตอร์ หาง(ระบบบังคับทิศทางหน้ากังหัน) เสา และระบบไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ชาร์เจอร์ อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ เป็นต้น อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ที่ประกอบกันขึ้นเป็นชุดกังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องมี ความเหมาะสมซึ่งกันและกันอย่างลงตัวจึงจะทำให้กังหันลมชุดนั้นทำงานได้อย่าง มีประสิทธิภาพ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเรื่องของใบพัดกังหันลมเพียงประเด็นเดียวเนื่องจากหัว ข้ออื่นๆ มีผู้รู้ได้กล่าวถึงมาพอสมควรแล้ว

ใบพัด มีหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานจากการเคลื่อนที่ของอากาศ(ลม)มาเป็นพลังงานการหมุนของเพลาเพื่อการนำไปเป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือตามจุดประสงค์ อื่นๆ ใบพัดที่ดีจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ใบพัดสำหรับกังหันลมที่มีจุดประสงค์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องมีความเร็ว รอบที่สูง ขณะที่ใบพัดกังหันลมเพื่อการสูบน้ำจะต้องมีแรงบิดที่สูงเป็นต้น

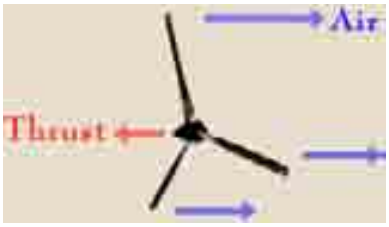
ใน การออกแบบใบพัดกังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้มีความเร็วรอบที่สูง และมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานลมมาเป็นพลังงานของแกนหมุนให้มากที่สุด นั้นจะต้องอาศัยหลักของอากาศพลศาสตร์(Aerodynamic) เข้าร่วมพิจารณาด้วย(เป็นหลัก) โดยอาศัยหลักเบื้องต้นที่ว่าอากาศที่เคลื่อนที่เร็วกว่าจะมีความกดอากาศน้อย กว่าอากาศที่เคลื่อนที่ช้ากว่า หลักการนี้ที่เราเห็นง่ายๆ ก็คือ การทำงานของปีกเครื่องบิน ขณะที่เครื่องบินเคลื่อนที่ไปบนรันเวย์ อากาศที่ผ่านผิวปีกเครื่องบินด้านบนจะเคลื่อนที่เร็วกว่าอากาศที่ผ่านผิวปีก ด้านล่าง ทำให้ความกดอากาศที่ผิวปีกด้านบนต่ำกว่าความกดอากาศที่ผิวปีกด้านล่าง จึงทำให้เกิดแรงยกขึ้นที่ปีกเครื่องบิน เมื่อเครื่องบินวิ่งเร็วขึ้นแรงยกก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จนถึงความเร็วหนึ่งแรงยกที่เกิดขึ้นที่ปีกเครื่องบินก็จะมากพอที่จะยก เครื่องบินทั้งลำให้ลอยลำขึ้นจากพื้นได้

เพื่อที่จะให้เกิดปรากฏการณ์ตามหลักการนี้ปีกเครื่องบินจึงต้องออกแบบให้ผิวปีกด้านบนมีความโค้ง มากกว่าผิวปีกด้านล่าง รูปร่างเช่นนี้เรียกกันว่า แอร์ฟอยล์ (Airfoil) หรือ แอโรฟอยล์ (Aerofoil) (รบกวนคุณมาร์คช่วยหารูปลงให้ดูด้วยครับ) ใบพัดของกังหันลมก็เช่นเดียวกัน อาศัยหลักการเดียวกันในการทำงาน

2.3.8 กำลังของใบพัด (blade power)

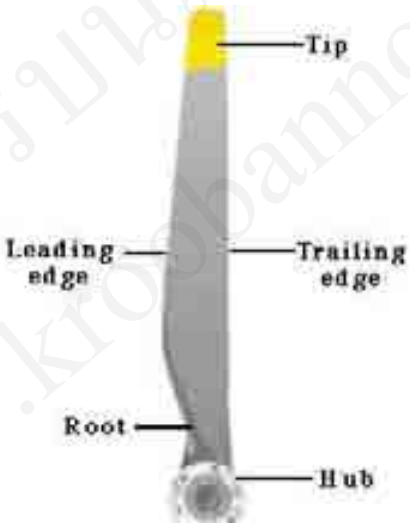
ใบพัด สร้างขึ้นให้มีลักษณะหรือรูปร่าง เป็น Airfoil คล้ายกับลักษณะของปีกเครื่องบิน เมื่อใบพัดหมุนโดยการหมุนของเครื่องยนต์ ใบพัดก็จะสร้าง แรง ยก ไปทางด้านหน้าของเครื่องบิน และ แรงยกส่วนนี้เราเรียกว่า thrust ที่จะทำให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปข้างหน้า อากาศยานส่วนใหญ่ มีใบพัด

แบบที่ใช้ดึง เครื่องบิน ผ่านไปในอากาศ ใบพัดประเภทนี้เรียกว่า ใบพัดแบบ tractor อากาศยานบางเครื่อง ใช้ใบพัดแบบผลัก ให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปในอากาศ เรียกใบพัด ประเภทนี้ว่า pusher



รูปที่ 2.21 การทำงานของใบพัด

2.3.8.1 Leading Edge คือส่วน แรกของใบพัดที่ หมุนตัดกับอากาศ เมื่อใบพัดตัดอากาศ อากาศก็จะไหลผ่าน บนด้านหน้าของใบพัด และส่วนที่เป็นส่วนโค้งของใบพัด

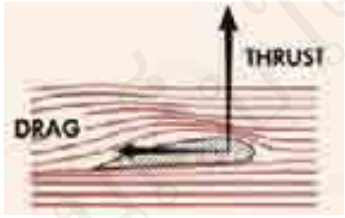


รูปที่ 2.22 ส่วนประกอบของใบพัด

2.3.8.2 Blade Face ก็คือส่วนล่างของ ใบพัด หรือ ส่วนล่างของ Airfoil แต่เราอาจจะเรียกว่าเป็นด้านหลังของใบพัด

รูปที่2.23 ส่วนล่างใบพัด

2.3.8.3 Thrust Face ก็คือส่วนที่มีความโค้งพื้นผิว ของใบพัด หรือบางทีเราเรียกว่า ด้านหน้าของใบพัด

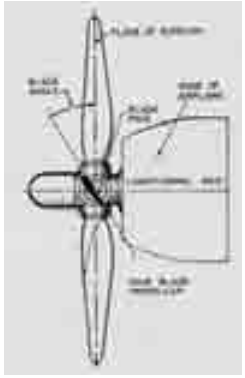


รูปที่ 2.24 ส่วนหน้าใบพัด

2.3.8.4 Blade Shank (Root) คือส่วนของกลีบใบพัดที่อยู่ที่ส่วนหัว หรือ ส่วนที่อยู่ติดกับ ส่วนตรงกลาง (hub)

2.3.8.5 Blade Tip คือส่วนปลายสุดของใบพัด

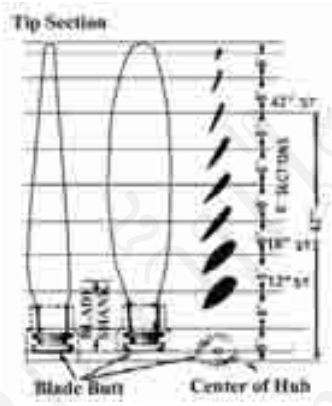
2.3.8.6 Plane of Rotation คือระนาบจินตนาการของการหมุนของใบพัดที่ตั้งฉากกับ แกนของเครื่องยนต์ ระนาบนี้จะเป็นระนาบวงกลม ตามที่ใบพัดหมุน



รูปที่2.25 ด้านข้างใบพัด

เพียงเพราะรักในวิชาชีพ www.kroobannok.com

2.3.8.7 Blade Angle คือมุมที่เกิดจาก ส่วนด้านหลังของใบพัด หรือ Blade Face กับระนาบการหมุนของใบพัด มุมที่เกิดขึ้นตลอดระยะ ความยาวของใบพัด ตั้งแต่โคนถึงปลายใบพัด จะไม่เท่ากัน เหตุผลในการที่มุมตลอดใบพัด มีค่าต่างกัน เพราะว่า ระยะความยาวของใบพัด จากแกนศูนย์กลางการหมุนไม่เท่ากัน ทำให้ความเร็วของใบพัดแต่ละส่วนมีความเร็วไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลกับแรงที่เกิดขึ้น ดังนั้นการออกแบบจึง ต้องการให้ทุกๆส่วนของใบพัด มี มุม Angle of Attack ของส่วนของตัวเองที่มี ประสิทธิภาพที่สุด ที่สามารถสร้างแรง Thrust ตามความเร็วรอบที่ ออกแบบมา



รูปที่2.26ใบพัด

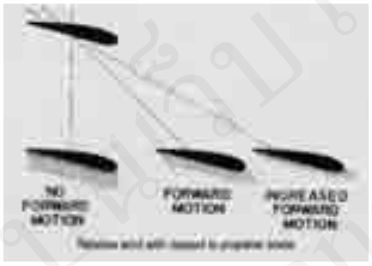
2.3.8.8 Blade Element คือส่วนย่อยๆของความยาวของใบพัด เสมือนนำส่วนย่อยๆนี้มาต่อกัน ขึ้นมาเป็นใบพัดหรือ blade airfoil ส่วนย่อยๆนี้ วางอยู่ในตำแหน่ง ที่ทำมุมกับระนาบการหมุนที่ต่างกัน

เหตุผลในการวางส่วนต่างๆที่มุมต่างกัน เพราะว่า ส่วนย่อยๆต่างๆของใบพัดนั้นมีความเร็วในการหมุนที่ต่างกัน ส่วนของใบพัด ที่อยู่ ด้านใน ติดกับศูนย์กลาง จะมี ความเร็วที่ช้า กว่า ส่วนที่อยู่ไกลออกไปที่ ส่วนปลาย ของใบพัด ถ้าหากว่าทุกส่วนตลอดความยาวของใบพัด มีมุมเท่ากันหมด ทิศทางของลมที่กระทบกับใบพัด ก็จะ ไม่กระทบกับใบพัด ที่มุม Angle of Attack ที่เท่ากัน นี่เป็นเพราะ ความเร็ว ของใบพัดตลอด ระยะความยาว จะไม่เท่ากัน

ใบพัดจะมีลักษณะบิดเป็นเกลียวเล็กน้อย (เนื่องจากการมีมุมที่ต่างกันในแต่ละส่วน ของใบพัด) ในตัวของมัน ด้วยเหตุผลที่สำคัญ เมื่อใบพัดหมุนไปรอบๆ แต่ละส่วนของใบพัด หมุนด้วยความเร็วที่ต่างกัน การที่ใบพัด บิดเล็กน้อย นั่นหมายความว่า แต่ละส่วน ที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ด้วยความเร็วเท่ากัน จึงทำให้ไม่เกิดแรง ที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง ของใบพัด มากกว่ากัน ซึ่งจะทำให้เกิดอาการงอได้ (Bending)

Thrust ที่เกิดจากใบพัดที่ติดอยู่กับ Shaft ของเครื่องยนต์ ขณะที่ใบพัดหมุน ขณะทำการบิน แต่ละส่วนเคลื่อนไหว พร้อมกับการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ของเครื่องบิน และ การหมุนรอบ ของใบพัด ส่วนที่หมุนช้า ก็จะมีมุม Angle of Attack ที่มากกว่า ในการสร้าง Thrust ดังนั้น รูปร่าง (cross section) ของใบพัด จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง จาก โคนใบพัดไปจนถึงปลายของใบพัด และการเปลี่ยนรูปร่างเช่นนี้ ทำให้ใบพัดมีลักษณะ บิด (Twist) ของใบพัด

ชุดใบพัด เป็นตัวทำให้เกิดกำลังในการฉุดไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้า ตัวใบพัดทำให้เกิดพลังงานกล ในการขับเคลื่อน เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า(สนามแม่เหล็ก ตัด ขดลวด) ตัวเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า จะแปลงพลังงานกล เป็น พลังงานไฟฟ้า ทั้งพลังงานกล และ พลังงานไฟฟ้า สามารถวัตต์ได้ในหน่วยของวัตต์ (Watts)

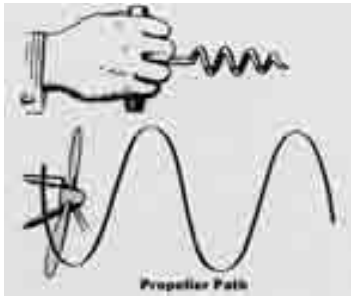


รูปที่2.27 แบบใบพัด

2.3.8.9 Relative Wind คือลมที่กระทบและผ่าน airfoil เมื่อ airfoil เคลื่อนที่ผ่านอากาศ

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

2.3.8.11 Blade Path เป็นทางเดินที่ใบพัดเคลื่อนที่ไป



รูปที่2.28 การหมุนของใบพัด

2.3.8.12 Pitch อ้างถึง ระยะทาง ที่เป็นเกลียว เหมือน เกลียวของสกรู ที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า หนึ่งรอบ ซึ่งก็เหมือนใบพัด เคลื่อนที่ไปข้างหน้า เมื่อหมุนอยู่ในอากาศ

2.3.8.13 Geometric Pitch เป็นระยะทางในทาง ทฤษฎี ที่ใบพัดควรจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเมื่อใบพัดหมุนไป หนึ่งรอบ

2.3.8.14 Effective Pitch เป็นระยะทางในทางปฏิบัติจริงๆ เมื่อใบพัดหมุนหนึ่งรอบในขณะทำการบินในอากาศ effective pitch จะมีระยะทางสั้นกว่า geometric pitch เสมอ เนื่องจากอากาศที่เป็นของไหล จะ ลื่นไถล (slip)

สำหรับการคำนวณ แอโร่ไดนามิค (Aerodynamic) ในหน่วยเมตริก กำลัง (วัตต์) ที่พัดผ่านตัวโรเตอร์ชุดใบพัดใช้สูตรการคำนวณ

$\frac{1}{2}$ × ความหนาแน่นของอากาศ × รัศมีของพื้นที่ ×ความเร็วลม ยกกำลัง 3 (ความหนาแน่นของอากาศ ประมาณ 1.2 กก. / ตรม

ใบพัดดักกวาดพลังงานลมที่พัดผ่าน (100 %) แล้วแปลงเป็นพลังงานกล ได้เพียงครึ่งเดียว (50%)

ในทางปฏิบัติ ได้พลังงาน ประมาณ 25-35% เท่านั้น สำหรับชุดใบกังหันที่ทำขึ้นเอง (ปัญหาอาจเกิดจาก ไม้ไม่ได้ขนาด กว้าง×ยาว×สูงวัสดุที่ใช้ทำ องศาการบิดใบ

กำลังของใบพัด $= 0.15 \times$ เส้นผ่าศูนย์ $^2 \times$ ความเร็วลม ^{3}

$= 0.15 \times 2.4^2$ เมตร $\times 10^3$ เมตร / วินาที

$= 0.15 \times 6 \times 1000 = 900$ วัตต์ โดยประมาณ

(เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด 2.4 เมตร ที่ความเร็วลม 10 เมตร/ วินาที หรือ 22 เมตร / ชั่วโมง)

2.3.9 เส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด

ถ้าเพิ่ม รัศมีใบพัด 2 เท่า จะได้กำลังเพิ่มเป็น 4 เท่า เหตุผลเพราะใบกังหันสามารถกวาดจับดักลมได้พื้นที่มากกว่า ความเร็วลม ก็สำคัญมากเช่นกัน ถ้าความเร็วลมเพิ่มเป็น 2 เท่า ก็จะได้กำลังเพิ่มเป็น 8 เท่า

2.3.10 ความเร็วของใบพัด

ความเร็วของใบพัดที่จะหมุน ขึ้นอยู่กับว่า ในขณะนั้น มี ภาระงานหรือไม่ ต่อกับแบตเตอร์รี่ , หลอดไฟ, ใช้งานอะไรอยู่ (load) หรือไม่

ถ้าไดนาโมหรือเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า มี ภาระงาน เวลาหมุน อาจทำให้หมุนยาก หรือความเร็วรอบตก ถ้าไม่มีภาระงาน ไม่ได้ต่อพ่วงกับอุปกรณ์อะไร ชุดใบพัดจะหมุนได้โดยง่ายดายหมุนแบบอิสระที่ความเร็วสูงมาก

2.3.11 ชุดใบพัดกังหันลม (rotor blade)

จะถูกออกแบบด้วยความเร็วในความคิด (อุดมคติ) สัมพันธ์กับ ลม ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า "Tip speed ratio" (tsr)

อัตราส่วนความเร็วที่ปลายใบพัด tsr = ความเร็วที่ปลายใบพักหมุน / ความเร็วลม ณ เวลานั้น ในบางกรณี ที่ปลายของใบพัด หมุนเร็วกว่าลม ด้วยอัตราส่วนที่มากกว่า 10 เท่า เกิน 200 mph ผลคือ เสียงดัง, สันขอบใบพัดผุพังเร็ว (ในกระแสลมมีทรายเม็ดละเอียดลอยปะปนกับกระแสลมที่เร็วและแรงด้วย เพราะฉนั้น ควรที่จะออกแบบ tsr ประมาณไม่เกิน 7

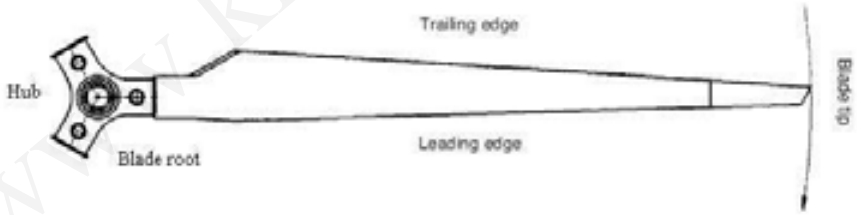
ถ้าจะออกแบบสร้างใบพัด กังหันลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 ฟุต (2.4 เมตร) ต้องการทราบว่า rpm ความเร็วรอบที่กี่รอบ ที่ใบพัดจะหมุนดีที่สุดที่ความเร็ว ลม 7 mph (3m/s) เมื่อเริ่ม ที่จะเริ่มต้น ผลิตพลังงานไฟฟ้า

Rpm = ความเร็วลม × tsr × 60 / เส้นรอบวง

= 3 ×7×60 / (2.4× 3.14) = 167 rpm

2.3.12 อากาศพลศาสตร์ (AERODYNAMICS) ของกังหันลม

AERODYNAMICS เป็นวิชาที่ศึกษาพฤติกรรมของวัตถุในอากาศที่ไหลและแรงที่เกิดขึ้นจากอากาศที่ไหล ผิวด้านหน้าและหลังของใบพัดกังหันลมจะมีลักษณะที่ไม่ราบเรียบ ตลอดความยาวของสี่เหลี่ยมผืนผ้าข้างหนึ่งจะเป็นขอบนำ (Leading edge) และขอบหาง (Trailing edge) ส่วนของโคนใบจะยึดติดกับ hub เพื่อจะยึดติดกับแกนของ generator

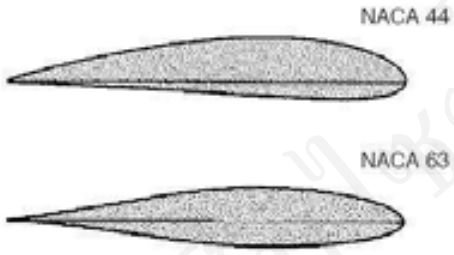


รูปที่ 2.29 ส่วนประกอบของใบพัดกังหันลม

รัศมีของใบพัดคือระยะจากโคนใบจนถึงปลายใบหากมองจากด้านข้างจะพบว่าใบพัดมีลักษณะโค้งนูน โดยด้านหน้าที่ปะทะกับลมจะเรียบกว่าด้านหลัง รูปร่างของใบพัดเช่นนี้เรียกว่า แพนอากาศ (Blade's aerodynamics profile)

2.3.13 the aerodynamics profile

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

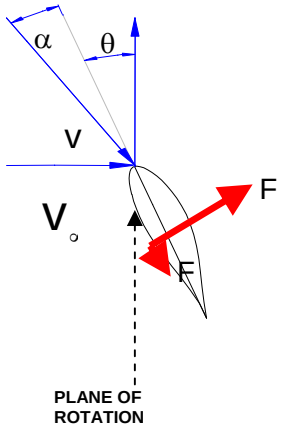


รูปที่2.30 Airfoil รุ่น NACA 44 และ NACA63

รูปร่างแพนอากาศ(Airfoil) รุ่น NACA 44 เคยเป็นที่นิยมในการทำกังหันลม จนได้มีการพัฒนารูปร่างใบพัดจนปัจจุบันกังหันลมรุ่นใหม่นิยมใช้ airfoil รุ่น NACA 63ซึ่งมีประสิทธิภาพและให้กำลังที่สูงกว่า

2.3.14 แรงที่กระทำต่อใบพัดของกังหันลม

เมื่ออากาศไหลผ่านแพนอากาศจะทำให้เกิดแรงต่างๆกระทำต่อแพนอากาศดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 แสดงแรงที่กระทำต่อใบพัด

V_∞ = ความเร็วลมเข้าใบพัด (m/s)

u = ความเร็วของใบพัด (m/s)

F_L = แรงยก (N)

F_D = แรงลาก (N)

α = มุมปะทะระหว่างลมกับแกนกลางของคอร์ด (องศา)

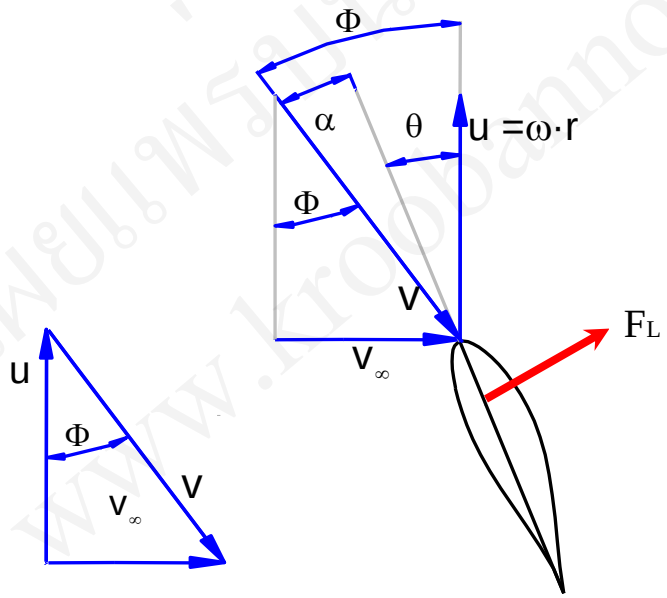
θ = มุมปะทะระหว่างแกนกลางของคอร์ดกับแนวการหมุนของใบพัด (องศา)

v = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

L = ความยาวคอร์ด (m)

ซึ่งการคำนวณหาค่าแรงต่างๆที่กระทำต่อใบพัดสามารถหาได้ดังนี้

2.3.14.1 แรงยก (Lift Force) เกิดจากแรงดันอากาศบนผิวของ airfoil กระทำกับความเร็วของใบพัด จะเกิดแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากกับคอร์ด เรียกว่า แรงยก (Lift Force) ซึ่งมีค่าสำคัญค่าหนึ่งคือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงยก (Lift Coefficient) หรือ C_L เราสามารถคำนวณหาค่าแรงยกที่กระทำต่อใบพัด



รูปที่ 2.32 แสดงการเกิดแรงยกของใบพัด

ดังสูตร

$$F_L = C_L \cdot \frac{1}{2} \cdot p \cdot V^2 \cdot A \qquad \textbf{สูตร.....4}$$

F_L = แรงยก (N)

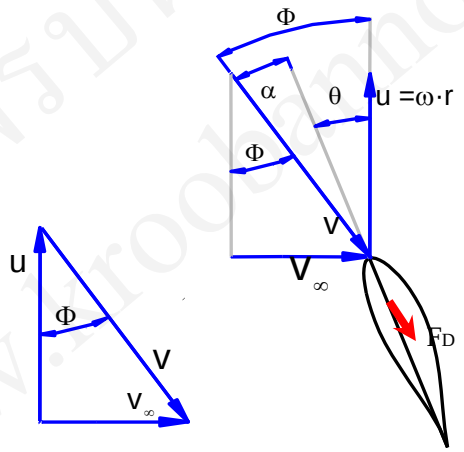
C_L = สัมประสิทธิ์แรงยก

ρ = ความหนาแน่นนของอากาศ $((kg/m^3)$

V^2 = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)

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



รูปที่ 2.33 แสดงการเกิดแรงลากของใบพัด

$$F_D = C_D \cdot \frac{1}{2} \cdot p \cdot V^2 \cdot A \qquad \textbf{สูตร.....5}$$

F_D = แรงลาก (N)

C_D = สัมประสิทธิ์แรงยก

ρ = ความหนาแน่นนของอากาศ $((kg/m^3)$

V^2 = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)

2.3.14.3 แรงบิด (Torque Force) คือแรงที่กระทำบนใบพัด เกิดจากผลรวมของแรงยกและแรงลาก สามารถคำนวณได้

ดังสูตร

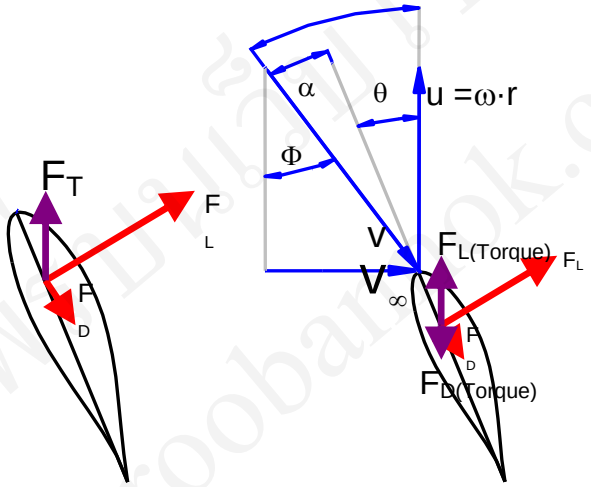
$$F_T = F_L \cdot \sin\theta - F_D.\cos\theta \quad \textbf{สูตร.....6}$$

$$\text{จาก } F_T = \frac{p}{2} \cdot L_{Chord} \cdot \partial r \cdot V^2 \cdot (C_L \cdot \sin\theta - C_D \cdot \cos\theta)$$

โดยค่าของมุม θ สามารถหาได้จาก

ดังสูตร

$$Tan(\theta) = \frac{V_\infty}{u} = \frac{V_\infty}{\omega \cdot \left(r + \delta r/2\right)} \qquad \theta = \tan^{-1}\left[\frac{V_\infty}{\omega \cdot \left(r + \delta/2\right)}\right]$$



รูปที่ 2.34 แสดงการเกิดแรงบิดของใบพัด

F_L = แรงยก (N)

F_D = แรงลาก (N)

C_D = สัมประสิทธิ์แรงลาก

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)

V^2 = ความเร็วลมเฉลี่ยที่กระทำต่อใบพัด (m/s)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)

L = ความยาวคอร์ด (m)

r = รัศมี (m)

เพยแพรโดย ครูบ้านนอก www.kroobannok.com

2.3.14.4 ค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบ (Tip Speed Ratio, TSR) คืออัตราส่วนความเร็วลม และความเร็วรอบของกังหันลม ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความเร็วที่เกิดจากการหมุนที่ปลายใบกับความเร็วลมที่ไหลผ่านกังหันลม ค่านี้จะเป็นพารามิเตอร์ที่อ้างอิงประสิทธิภาพของกังหันลมตัวหนึ่ง โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TSR = \frac{U}{V_\infty} = \frac{\omega R}{V_\infty}$$ **สูตร.....7**

2.6.2.5 กำลังของกังหันลมสำหรับค่ากำลังของกังหันลมสามารถหาได้ **ดังสูตร**

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V_\infty^3 \cdot \eta = \frac{\rho}{2} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot V^3 \cdot \eta$$ **สูตร.....8**

P = กำลัง (W)

η = ค่าประสิทธิภาพของกังหันลม

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)

A = พื้นที่กวาดของใบพัด (m^2)

V_∞ = ความเร็วลมเข้าใบพัด (m/s)

2.3.15 ศักยภาพและการใช้พลังงานลม

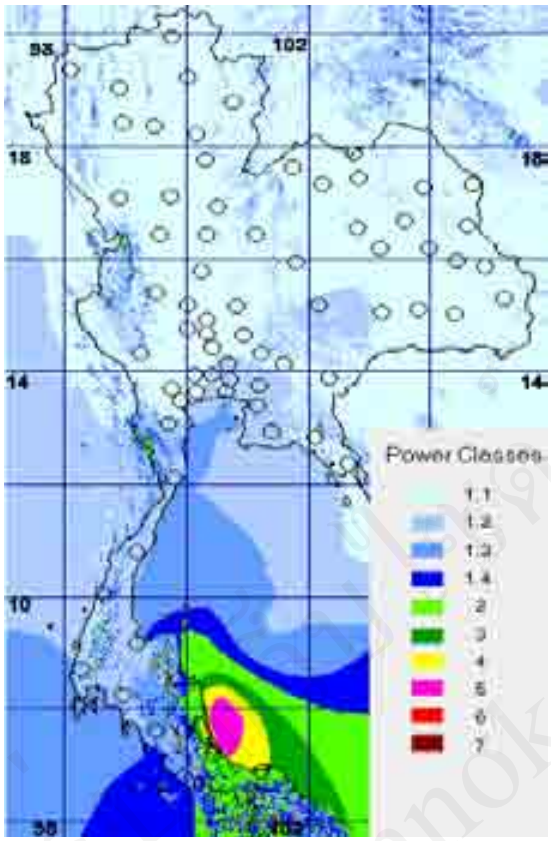
จากการศึกษาศักยภาพพลังงานลมทั่วโลก พบว่าเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างมหาศาล ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงพบว่า เฉพาะในพื้นที่ชายฝั่งของทวีปยุโรปมีพลังงานจากลมถึง 2,500 เทอราวัตต์ชั่วโมง/ปี ซึ่งคิดเป็น 85 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในยุโรปในปี ค.ศ. 1997 (Thomas & Lennart. 2002: 54) ซึ่งตัวเลขพลังงานลมดังกล่าวนี้อาจแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลความเร็วลมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสมมุติฐานของเทคโนโลยีกังหันลมที่เลือกใช้ในการประเมิน

สำหรับประเทศไทยพบว่าศักยภาพพลังงานลมทั่วประเทศไทยมีค่า 44 เทอราวัตต์ชั่วโมงต่อปี และจากการศึกษาเพื่อหาความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ต่างๆ โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พบว่าแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีของประเทศไทยมีกำลังลมเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ระดับ 3 (class 3) ดังแสดงในรูปที่ 2.35 หรือมีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 6.4 เมตรต่อวินาทีขึ้นไป ที่ระดับความสูง 50 เมตร ในแถบภาคใต้บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเริ่มตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา จังหวัดปัตตานี และที่อุทยานแห่ง ชาติ ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ อันเกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนมีนาคม นอกจากนี้ยังพบว่า ยังมีแหล่

งศักยภาพพลังงานลมที่ดีอีกแหล่งหนึ่งอยู่บริเวณเทือกเขาด้านทิศตะวันตกตั้งแต่ภาคใต้ตอนบนจรดภาคเหนือตอนล่างในจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก อันเกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม นอกจากนี้ยังมีแหล่งศักยภาพพลังงานลมที่ดีซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อยู่ในบริเวณเทือกเขาในอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อุทยานแห่งชาติเขาหลวงและอุทยานแห่งชาติใต้ร่มเย็น จังหวัดนครศรีธรรมราช อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จังหวัดพังงา อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ ส่วนแหล่งที่มีศักยภาพรองลงมาโดยมีกำลังลมเฉลี่ยทั้งปีตั้งแต่ระดับ 1.3 ถึง 2 (class 1.3 – class 2) หรือมีความเร็วลม 4.4 เมตรต่อวินาทีขึ้นไปที่ความสูง 50 เมตร พบว่าอยู่ที่ภาคใต้ตอนบนบริเวณอ่าวไทยชายฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดชุมพรถึงจังหวัดสุราษฎร์ธานี และบริเวณเทือกเขาในภาคเหนือคือจังหวัดเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ จังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดเลย โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และพบที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกตั้งแต่ จังหวัดพังงา จังหวัดภูเก็ต จังหวัดกระบี่ จังหวัดตรังถึงจังหวัดสตูลและชายฝั่งตะวันออกบริเวณอ่าวไทยคือ จังหวัดระยองและจังหวัดชลบุรี โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

จากข้อมูลศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น หากเทียบกับประเทศในยุโรปแล้วถือว่ามีศักยภาพต่ำมาก ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นความเร็วลมในระดับประมาณ 6 เมตร/วินาทีถือว่ายังไม่เหมาะกับการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ระดับเมกะวัตต์ เพราะกังหันลมขนาดดังกล่าวต้องการความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 12 – 15 เมตร/วินาที ดังนั้นทางเลือกที่เหมาะสมของประเทศไทยหากจะส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานจากลมในการผลิตไฟฟ้า ควรจะเป็นระบบขนาดเล็กในช่วงพิกัดกำลังระดับกิโลวัตต์จะมีความเหมาะสมกว่า

www.kroobannok.com



รูปที่ 2.35 แสดงแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

ในส่วนของการใช้พลังงานจากกังหันลม พบว่าประเทศที่มีกังหันลมมากที่สุดในปัจจุบัน คือ ประเทศเยอรมนี โดยข้อมูลเมื่อปี ค.ศ. 2001 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมถึง 8,754 เมกะวัตต์ รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกาผลิตได้ 4,200 เมกะวัตต์ สเปนผลิตได้ 3,300 เมกะวัตต์ และเดนมาร์กผลิตได้ 2,400 เมกะวัตต์ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ายุโรปเป็นกลุ่มประเทศที่ก้าวหน้ามากที่สุดในการใช้พลังงานจากลมมาผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้รวมทั้งสิ้นประมาณ 14,000 เมกะวัตต์ และมีการตั้งเป้าว่าภายในปี พ.ศ. 2010 จะต้องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้ 60,000 เมกะวัตต์ และเมื่อมองย้อนหลังไปเมื่อปี ค.ศ. 1988 เยอรมนีผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมได้เพียง 137 เมกะวัตต์ ซึ่งในสมัยนั้นยังมีจำนวนกังหันลมไม่เกินหนึ่งพันต้น แต่หลังจากนั้นมาอีกสิบห้าปีเยอรมนีได้ติดตั้งกังหันลมเพิ่มเป็นมากกว่าหมื่นชุดและผลิตกระแสไฟได้กว่า 8,000 เมกะวัตต์ ในกลุ่มประเทศที่มีการติดตั้งกังหันลมมากๆ เหล่านี้ จะมีการติดตั้งกังหันลมในบริเวณไม่ไกลกันมากนักจึงทำให้เกิดเป็นลักษณะของฟาร์มลม (wind farm) ดังแสดงในรูปที่ 2.36

รูปที่ 2.36 แสดงตัวอย่างของฟาร์มลมในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในขณะที่ประเทศในแถบเอเชียพบว่า อินเดียเป็นประเทศที่มีศักยภาพและวิวัฒนาการด้านพลังงานลมมากที่สุด โดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้ถึง 1,500 เมกะวัตต์ ในขณะเดียวกันรัฐบาลของอินเดียมีการส่งเสริมการผลิตกังหันลมในเชิงอุตสาหกรรมอย่างมาก โดยได้รับการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีจากกลุ่มประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา นอกจากอินเดียแล้วยังมีจีนเป็นอีกประเทศหนึ่งที่กำลังเริ่มต้นพัฒนากังหันลม ในปัจจุบันสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมได้แล้ว

2.3.16 ประเทศไทยกับการใช้พลังงานลม

ถึงแม้ผลจากการศึกษาศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับที่อื่น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าพลังงานลมที่มีอยู่ไม่สามารถใช่ได้ จากผลการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนในการลงทุนระหว่างพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมพบว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมมีต้นทุนถูกกว่าประมาณ 8-10 เท่า และยิ่งถ้าสามารถผลิตใบพัดของกังหันลมได้เองจะถูกกว่าถึง 10 เท่า

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและจ่ายเข้าระบบสายส่งในปริมาณที่น้อยมากหากเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ โดยมีการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 150 กิโลวัตต์ ซึ่งผลิตโดยบริษัทนอร์ดแทงก์ ประเทศเดนมาร์ก ในพื้นที่สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ณ แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 2.36 โดยจ่ายไฟเข้าระบบสายส่งของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จนถึงปัจจุบันระบบยังสามารถทำงานได้ดีอยู่ กังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าป้อนเข้าสายส่งได้ประมาณ 200,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (kWh/annual) และการไฟฟ้าฝ่าย

ผลิตมีโครงการที่จะติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นที่แหลมพรหมเทพโดยจะติดตั้งกังหันลมขนาด 600 กิโลวัตต์ ซึ่งคาดว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 840,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ปัจจุบันโครงการดังกล่าวกำลังอยู่ระหว่างการดำเนินงาน

รูปที่ 2.37 สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

2.3.17 ผลกระทบจากการใช้กังหันลม

ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้ากันอยู่ในหลายประเทศ ซึ่งได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามกังหันลมยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผลกระทบข้างเคียงอื่นๆ ดังต่อไปนี้

2.3.17.1 ด้านพื้นที่ กังหันลมจะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันห้าถึงสิบเท่าของความสูงกังหันเพื่อที่กระแสลม จะได้ลดความปั่นป่วนหลังจากที่ผ่านกังหันลมตัวอื่นมา อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ติดตั้งจริงของกังหันลมจะใช้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นส่วนของเสาและฐานรากและเส้นทางสำหรับ การเข้าไปติดตั้งและดูแลรักษา กังหันลมขนาดใหญ่ซึ่งมีความสูงของเสากังหันมากจะต้องติดตั้ง อยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกล ตัวอย่างเช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดระดับเมกะวัตต์ต้องการระยะห่างระหว่างกันถึง 0.5 – 1 กิโลเมตร ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่าการติดตั้งกังหันลมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่างๆ อาทิเช่นพื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรม หรือแม้แต่พื้นที่ป่าธรรมชาติ ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินได้อย่างปกติ

2.3.17.2 ด้านทัศนะวิสัย สำหรับผลกระทบทางด้านสายตา หรือการมองเห็นของระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ยังไม่ได้มีการประเมินผลออกมาอย่างชัดเจน กังหันลมขนาดใหญ่จะมีความสูงมากกว่า 50 เมตรขึ้นไป ทำให้สามารถมองเห็นได้จากระยะไกล กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ตามทุ่งหญ้า สร้างความสวยงาม สร้างจินตนาการ และความคิดต่างๆ ให้กับผู้พบเห็น กังหันลมสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หลักการทางอากาศพลศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อเทคโนโลยีการบินหรืออากาศยานได้

2.3.17.3 ด้านเสียง เสียงของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศ จากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน จากความปั่นป่วนของลมบริเวณใบกังหันลม และจากตัวเครื่องจักรกลภายในตัวกังหันลมโดยเฉพาะส่วนของเกียร์ เสียงดังของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกังหันลม ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตกังหันลมจึงพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดผลกระทบจากเสียงของกังหันลมในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ระดับของเสียงในบริเวณอาคาร บ้านเรือนหรือที่พักอาศัยที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์อยู่ที่ไม่เกิน 40 เดซิเบล ที่ระยะห่างไม่เกิน 250 เมตร ดังนั้นการติดตั้งกังหันลมหากต้องการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะห่างจากเขตที่พักอาศัยของมนุษย์ให้มากขึ้น

2.3.17.4 นก มีผลการศึกษาจากหลายแห่งที่ขัดแย้งกัน สำหรับสาเหตุการตายของนกจากการบินชนกังหันลมที่กำลังหมุนอยู่ แต่หากพิจารณาแล้วความถี่ของเหตุการณ์ดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงหรือน้อยกว่า การที่นกบินชนรถ หน้าต่างของอาคาร หรือ สายไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นอยู่เสมอๆ ยกเว้นในบางกรณีจำนวนการตายของนกในพื้นที่ติดตั้งกังหันลมอาจสูง อันเนื่องมาจากมีฝูงนกที่อพยพย้ายถิ่นฐานในบางฤดูกาลผ่านพื้นที่ดังกล่าวในเวลากลางคืน หรือพื้นที่นั้นเป็นแหล่งหาอาหารของนกนักล่าบางชนิด นอกจากนี้แล้วจากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญบางคนพบว่าในบริเวณพื้นที่ติดตั้งกังหันลม กลับมีอัตราการผสมพันธุ์ของเกสรดอกไม้ที่สูงมาก เนื่องจากการปั่นป่วนของกระแสลมในบริเวณนั้น

2.3.17.5 คลื่นสนามแม่เหล็ก สัญญาณโทรทัศน์ คลื่นวิทยุ และเรดาร์ อาจถูกรบกวนได้จากการหมุนของกังหันลมซึ่งอาจสร้างคลื่นรบกวนสัญญาณเหล่านี้ โดยเฉพาะเรดาร์ซึ่งมีความสำคัญต่อทางการทหารในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีรายงานการถูกรบกวนจากกังหันลม ในทางตรงข้ามกังหันลมยังได้รับการยอมรับจากทางการทหารและมีพื้นที่ทางการทหารหลายแห่งโดยเฉพาะสนามบินบางแห่ง มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง แต่ก็ไม่พบว่ามีความผิดปกติใดๆ กับระบบเรดาร์

2.3.17.6 ความยั่งยืน ปัจจุบันกระแสในเรื่องความยั่งยืน (Sustainable) และเทคโนโลยีที่ปลอดมลพิษ (zero-emission technology) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย

หรือแม้แต่นักการเมือง การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และนิวเคลียร์ ดังนั้นเทคโนโลยีกังหันลมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

2.3.17.9 บทสรุป ลมคือการเคลื่อนที่ของอากาศ อันเนื่องมาจากการเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิหรือความกดอากาศระหว่างแหล่งต่างๆ บนพื้นโลก ลมจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่เย็นกว่าไปสู่บริเวณ ที่ร้อนกว่า หรือจากที่บริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ การเคลื่อนที่ของลมนี้ ทำให้เกิดเป็นพลังงานลมที่อยู่ในรูปของพลังงานจลน์ เพราะเป็นการเคลื่อนที่ของมวลอากาศซึ่งเคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวนอนในทุกทิศทางด้วยความเร็วต่างๆกัน การนำเอาพลังงานลมไปประยุกต์ใช้งานโดยผ่านเครื่องมือที่เรียกว่ากังหันลม ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ ส่วนพลังงานกลที่ได้สามารถนำไปใช้โดยตรงหรือนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง การใช้กังหันลมสำหรับการผลิตไฟฟ้านั้นได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมมากว่า 100 ปีแล้ว และในปัจจุบันได้มีการใช้เพื่อทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานซากดึกดำบรรพ์ในอัตราส่วนที่มากขึ้นเรื่อยๆ เพราะพลังงานลมเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษที่ร้ายแรง และเป็นพลังงานที่ไม่มีต้นทุนในส่วนของแหล่งกำเนิด

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณอุสาห์ บุญบำรุง (2539 บทคัดย่อ) เพื่อกังหันลมผลิตไฟฟ้าต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานในบริเวณที่มีความเร็วลมต่ำที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้ ซึ่งเป็นกังหันลมที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้า 400 W ที่ความเร็วลม 8 m/sามารถทำงานและจ่ายพลังงานได้ที่ความเร็วลมต่ำกว่า 2 m/s แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมกันระหว่างกำลังของใบพัดและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่ำกว่าที่ออกแบบ ผู้วิจัยจึงได้ทำโครงการวิจัย การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากลมความเร็วต่ำ ในปีงบประมาณ 2546 เพื่อพัฒนากังหันลมขนาดใหญ่ที่สามารถเริ่มจ่ายพลังงานได้ที่ความเร็วลม 1.5 m/s และสามารถผลิตพลังงานได้เพิ่มขึ้นที่ความเร็วลมสูง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานของระบบให้สูงขึ้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านวัสดุอุปกรณ์ภายในประเทศ ความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ และความเร็วลมภายในประเทศ จึงมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาได้เฉพาะกังหันลมขนาดประมาณ 1-3 kW เท่านั้น จากข้อจำกัดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความคิดในการนำแนวคิดทุ่งกังหันลม (Wind farm) มาประยุกต์ใช้งานในพื้นที่มีความเร็วลมต่ำ ที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ ซึ่งจะเพิ่มความยืดหยุ่นในการเพิ่มหรือลดขนาดกำลังการผลิตระบบกังหันลมได้ โดย

อาศัยเทคโนโลยีพื้นฐาน ที่สามารถผลิตขึ้นใช้ได้เองภายในประเทศ ไม่จำเป็นต้องนำเข้าเทคโนโลยี ซึ่งจะทำให้ระบบมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์เพิ่มขึ้น และเป็นอีกทางเลือกด้านพลังงานที่สามารถส่งเสริมให้เกิดการใช้งานอย่างกว้างขวาง เพื่อลดการนำเข้าน้ำมัน และปริมาณสำรองพลังงาน อันเป็นปัญหาด้านพลังงานที่สำคัญของประเทศ นำประเทศไปสู่การพึ่งตนเองในด้านพลังงาน และสามารถนำผลการวิจัยมาพัฒนา และใช้เป็นระบบต้นแบบในการสร้างเพื่อใช้งานในพื้นที่ห่างไกลจากแนวสายส่งกำลังไฟฟ้า ที่มีศักยภาพของพลังงานลมที่ไม่สามารถใช้กับระบบในปัจจุบันได้

สรศักดิ์ ช่วยเทศ, ณัฐพล วงค์พยัคฆ์ (2549 บทคัดย่อ) ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวรโดยกังหันลม โดยดัดแปลงมาจากมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 2.2 kW 200 V ให้กลายเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 โพล 3 เฟส โดยจะใช้หลักการให้แม่เหล็กถาวรเป็นตัวหมุนตัดกับขดลวดสเตเตอร์ซึ่งเป็นส่วน ที่อยู่กับที่ เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดแรง เคลื่อนไฟฟ้าโดยให้โรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร จำนวน 6 โพล และ สเตเตอร์ เป็นขดลวดที่พันแบบ Whole-Coil เพื่อเปรียบเทียบความเร็วรอบต่อแรงดัน แรงบิดเริ่มต้น ให้สามารถนำไปประจุแบตเตอรี่ได้

จากการทดลองพบว่า การพันขดลวดสเตเตอร์ที่แตกต่างกัน ระยะห่างของช่องว่างอากาศระหว่างสเตเตอร์ กับโรเตอร์ก็มีผลต่อแรงดัน แรงบิด ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อนำกระแสที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปประจุแบตเตอรี่ พบว่าที่ความเร็วรอบ 177 rpm ได้แรงดันขณะประจุแบตเตอรี่ 12.71 V และกระแสขณะประจุแบตเตอรี่ 2.5 A

ปริชญ์ พรหมรักษ์ (2549 บทคัดย่อ) ถ้าเราพูดถึงพลังงานลม เมื่อ 5 ปีที่แล้ว ต้องบอกว่าดูจะเป็นเรื่องที่ห่างไกล เพราะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ได้พลังงานน้อยมากไม่คุ้มในการที่จะลงทุน แต่ปัจจุบันกลายเป็นว่า บริษัทยักษ์ใหญ่ทางด้านพลังงานของโลก ต่างเริ่มหันมาลงทุนในธุรกิจพลังงานไฟฟ้าจากลมกันอย่างมากมาย ประเทศไทยมีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมทั้งประเทศประมาณ 18,000 เมกะวัตต์ โดยส่วนใหญ่ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากก๊าซธรรมชาติ ถึง 2 ใน 3 หรือกว่า 12,000 เมกะวัตต์ เป็นไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ 2,800 เมกะวัตต์ นอกจากนั้น เป็นพลังงานในรูปอื่น ๆ เช่น Biogas และพลังงานแสงอาทิตย์ โดยประเทศไทยมีการนำเข้าพลังงานทั้งในรูปแบบของน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน รวมสูงถึง 50 ล้านตันต่อปี ซึ่งบ้านเราก็มีการทดลองใช้พลังงานลมเช่นกันที่สถานีทดลองไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานลม จ. ภูเก็ต ด้วยกำลังการผลิตเพียง 200 กิโลวัตต์

เมื่อไม่นานมานี้ รัฐบาลได้ลงนามอนุมัติโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ 500 กิโลวัตต์ ที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยงบประมาณสูงถึง 195 ล้านบาท เท่ากับว่าเราลงทุนถึง 9,750

ดอลล่าร์สหรัฐต่อกำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้เงินลงทุนในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม เพียง 1,000 ดอลล่าร์ต่อกิโลวัตต์เท่านั้น

เป็นเรื่องน่าเสียดายที่บ้านเรายังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังในเรื่องของการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ในขณะที่ประเทศยุโรป อเมริกา และแม้กระทั่งจีน กับอินเดีย ได้กระโจนเข้ามาเล่นในเรื่องนี้กันแล้วอย่างเป็นล่ำเป็นสัน ทั้ง ๆ ทีเทคโนโลยีเกี่ยวกับพลังงานลม และกังหันลมเป็นระบบที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และเราน่าจะสามารถทำได้เองโดยไม่ต้องง้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศเหมือนอย่างเช่นอินเดียและจีนก็เป็นผู้ผลิตกังหันลมด้วยตัวเอง

ในขณะที่ระบบของพลังงานแสงอาทิตย์ยังคงราคาสูงอยู่ พลังงานลมดูจะเป็นแหล่งพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ ที่น่าจะทำให้เป็นจริงในเชิงธุรกิจได้มากที่สุดในตอนนี้ และยังน่าจะช่วยให้เราสามารถพึ่งตนเอง ลดการนำเข้าพลังงานให้น้อยได้อีกด้วย

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการปรับปรุงซ่อมแซมกังหันเมื่อปีที่แล้วที่ได้รับความชำรุดเสียหายให้สามารถกลับนำมาใช้ได้ใหม่อีกครั้ง เพราะทางผู้จัดทำมองเห็นถึงความสำคัญในการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่มีวันหมด

เทียนชัย นาบุดดา, (2549 บทคัดย่อ) ปัญหา การหาพลังงานทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง จากซากดึกดำบรรพ์เป็นปัญหาสำคัญที่ทุกประเทศกำลังจับตามองอยู่ เนื่องจากพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะและยังมี ปริมาณจำกัดอีกด้วยการพิจารณาหาพลังงานทดแทนจึงมีจุดมุ่งหมายอยู่ที่ต้อง เป็นพลังงานสะอาดมีอยู่ทั่วไปหาได้ง่าย และมีราคาถูกซึ่งพลังงานทดแทนในกลุ่มนี้คือ พลังงานลม พลังงานน้ำและพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก งานวิจัยฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปที่การออกแบบและสร้างชุดกังหันลมหมุนแนวตั้ง สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดหาได้ง่าย และมีความเหมาะสมกับภูมิศาสตร์ของประเทศไทย ซึ่งกังหันลม ในการวิจัยนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เมตร มีจำนวนใบ 8 ใบ แต่ละใบมีความสูง (ความยาวใบ) 0.8 เมตรด้านหนึ่งของใบกังหันเป็นแบบปิดเพื่อรับแรงลม และอีกด้านสามารถพลิกเปิดได้ให้ลมผ่านโดยอาศัยกลไกและน้ำหนักใบพัดในการเปิด ปิด จากการคำนวณเมื่อลมที่ปั่นกังหันมีความเร็ว 4 เมตร/วินาที จะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้ 3.5 วัตต์ จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานพบว่า ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ที่ความเร็วลม โดยปกติแล้ว จะมีความเร็วลมประมาณ 3.5 เมตร/วินาที และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพียง 1.43 วัตต์ ซึ่งเมื่อเทียบกับขนาดและน้ำหนักของกังหันลมยังไม่เหมาะสมที่จะผลิตเพื่อใช้ จริง

บุญญวัฒน์ มัททวีวงศ์ (2548 บทคัดย่อ) การออกแบบและสร้างกังหันลมแบบแกนนอนเพื่อการเกษตรได้ออกแบบและสร้าง เพื่อให้ขอบข่ายของการใช้งานด้านการเกษตร ตัวอย่างเช่น การสูบน้ำเข้าบ่อเลี้ยงปลาและกุ้ง การสูบน้ำเข้าสวนไร่นาในลักษณะการเก็บน้ำไว้ที่สูง ได้ออกแบบและ

เลือกใช้วัสดุเพื่อเหมาะสม กับสภาพการใช้งานก่อนการตัดสินใจเลือกลักษณะกังหันลมได้ศึกษากังหันลมที่เคย สร้างมาก่อน โดยคำนึงถึงขนาดความเร็วของลมที่กังหันแต่ละรูปแบบแรงบิดเปรียบเทียบระหว่าง กังหันลมต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะทำงานประสิทธิภาพของกังหันลมแต่ละรูปแบบในขั้นสุดท้ายของการ เลือกลักษณะกังหันลม ได้ตัดสินใจสร้างกังหันลมลักษณะใบพัดแบบแผ่นโค้งใช้เหล็กอาบสังกะสีเป็น วัสดุทำใบกังหัน และเลือกเหล็กฉากเป็นโครงใบเพื่อความแข็งแรงและประหยัดการที่เลือกกังหันลม แบบแกนนอน 6 ใบ เพราะกังหันลมแบบแกนนอนให้แรงบิดสูง จึงทำให้กังหันลมเริ่มทำงานที่ความเร็วลมต่ำ เหมาะสำหรับใช้ในการสูบน้ำชุดกังหันลมใช้กับเครื่องสูบน้ำที่มีขนาด 3 นิ้ว ระยะชัก 4 นิ้ว ดูดน้ำหัวสูง 7 เมตร กังหันลมเริ่มทำงานที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที

โชวานเลง (2548 บทคัดย่อ) วิทยานิพนธ์นี้ นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองเชิงพลวัตของกริดขนาดเล็ก ที่ประกอบด้วยกังหันลมขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก และแบบดูบลีเฟด (Doubly-fed) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส และโหลดที่มีองค์ประกอบบางส่วนเป็นแบบโหลดกำลังไฟฟ้าคงที่ การแปรผันของความเร็วลมตามธรรมชาติถูกจำลองด้วยค่าสุ่มที่มีการกระจายแบบไวน์บูล ทำการศึกษาสมรรถนะเชิงพลวัตของระบบดังกล่าวภายใต้การรบกวนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก รวมถึงสมรรถนะของระบบภายใต้การทำงานแบบแยกอิสระจากกริดหลัก พร้อมทั้งเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมกังหันลมและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ต่างกันไปในสามแบบ ได้แก่ แบบความเร็วโรเตอร์คงที่ แบบความเร็วโรเตอร์แปรผัน เพื่อควบคุมค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ และแบบความเร็วโรเตอร์แปรผัน เพื่อควบคุมขนาดแรงดันที่ขั้วเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการแกว่งของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันลม และผลกระทบของการแกว่งของกำลังไฟฟ้าดังกล่าวต่อกำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุดเชื่อมต่อกับกริดหลัก เพื่อรักษาเสถียรภาพของความถี่ในกริดขนาดเล็กนั้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของการสับปลดตัวเก็บประจุที่ติดตั้งไว้บริเวณสถานีไฟฟ้าพลังงานลมเพื่อชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ ที่มีต่อเสถียรภาพของกริดขนาดเล็กนี้ด้วย นอกจากการศึกษาด้วยการจำลองแบบเชิงเวลาแล้ว ยังได้วิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็กของระบบที่ทำให้เป็นเชิงเส้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับเสถียรภาพเชิงสัญญาณขนาดเล็กของระบบ ผลจากการศึกษานี้ สามารถนำไปประยุกต์เพื่อใช้กำหนดความต้องการเชิงสมรรถนะของการควบคุมกริดขนาดเล็กที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมนี้ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างน่าเชื่อถือและมีเสถียรภาพต่อไปในอนาคต

ปฏิภาณ เสนาะเมือง (2544 บทคัดย่อ) โดยปกติกังหันลมที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะเป็นแบบ Darrius , Propeller หรือ Multiblade เนื่องจากว่ามีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงจึงเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายแต่ด้วยลักษณะโครงสร้าง ที่ค่อนข้างจะซับซ้อน ดังนั้นทางผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึง

มีแนวคิดที่จะนำเอากังหันแบบอื่นที่มี โครงสร้างที่ง่ายต่อการออกแบบและการสร้างจึงได้เลือกเอากังหันลมแบบ Cupped มาประยุกต์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยทำการศึกษารูปแบบ,ลักษณะโครงสร้างและการออกแบบ ตลอดจน ถึงการสร้างกังหันลมแบบ Cupped ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกังหัน 2.40 เมตร มีลักษณะเป็น แบบแกนตั้ง ใบของกังหันมีลักษณะเป็นพีรามิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 60x40 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ทั้งหมด 4 ใบ

เมื่อทำการทดลองปรากฏว่ากังหันลมแบบนี้มีความเร็วรอบต่ำแต่ให้แรงบิดสูง แรงบิดที่ได้จะ มากขึ้นตามความแรงของลม แต่ความเร็วรอบจะคงที่ ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้า ออกมาได้ประมาณ 2.5 mV ที่ความเร็วลม 10 เมตรต่อวินาที ซึ่งไม่เพียงพอต่อการที่จะทำให้หลอดไฟสว่างได้

เพชรบ้านครูบ้านเรา
www.kroobannok.com

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานโครงงาน

ในการดำเนินการสร้างโครงงานตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง ชุดต้นแบบกังหันผลิตไฟฟ้า ประกอบด้วย การศึกษาสภาพปัญหา การพัฒนาและจัดสร้างชุดต้นแบบกังหันผลิตไฟฟ้า และทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัญหา ตัวอย่างการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในและภายนอกโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

3.1.1 สอบถามปัญหาจากผู้ติดตั้งและผู้ดูแลสถานที่โรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

3.1.2 ทำการศึกษาค้นคว้าและหาข้อมูลจากเอกสาร ตำรา หนังสือ อินเตอร์เน็ตที่เกี่ยวกับเกี่ยวกับการใช้พลังงานทางเลือก รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

3.1.3 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

3.1.4 สังเกตการณ์จากสภาพปัญหา ตัวอย่างการใช้ไฟประดับไม้กางเขนบนดาดฟ้าอาคาร 4 ชั้นโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

3.1.5 บันทึกข้อมูลที่ได้จากสภาพปัญหา โดยจดบันทึกตัวอย่างการใช้พลังงานไฟฟ้าโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

3.1.6 ประมวลผลจากปัญหาทำให้ทราบถึง ปัญหาการพลังงานไฟฟ้าโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์ คือ ตัวอย่างการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุดโคมไฟประดับไม้กลางเขนซึ่งเป็นโคมหลอดฟูลออเรสเซนต์ 40W 220Vac จำนวน 5 หลอด

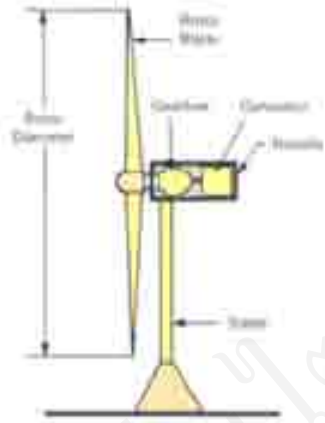
3.1.7 จากสภาพปัญหาที่พบทำให้ผู้จัดทำโครงงาน คิดสร้าง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าเพื่อแก้ปัญหาการใช้พลังงานสิ้นเปลืองโดยพลังงานทางเลือก ที่ได้มาจากการปั่นไฟจากกังหันลมผลิตไฟฟ้า เพื่อจ่ายให้กับไฟประดับไม้กางเขนที่เป็นสัญลักษณ์ของโรงเรียน

3.2 ขั้นตอนการจัดสร้าง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การออกแบบสร้าง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

3.2.1.1 วางแผนเพื่อที่จะทำการร่างและเขียนแบบโครงสร้างของโครงงาน

3.2.1.2 ทำการออกแบบชุดต้นแบบกังหันลม และ ตามรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดงแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

รูปที่ 3.2 รูปกังหันลม

3.2.1.3 นำเสนอแบบโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงหรือแก้ไขแบบที่ได้วาดไว้

3.2.1.4 เมื่อได้แบบโครงสร้างของโครงงานที่ถูกต้องเหมาะสมแล้ว ให้ดำเนินการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

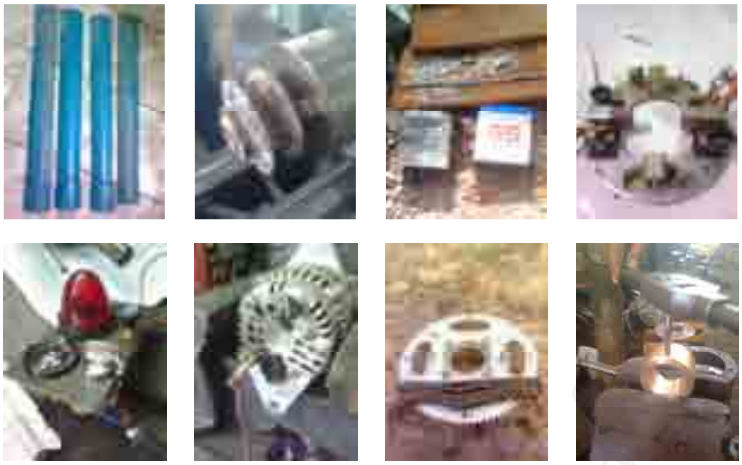
3.2.2 การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์

3.2.2.1จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วยละ (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1	แบตเตอร์รี่ 12V 40A	2 ลูก	750	1,500
2	ท่อพีวีซี 8 นิ้ว	1 เส้น	800	800
3	เหล็กแผ่น	1 แผ่น	180	180
4	ดุมล้อรถจักรยานยนต์	1 ลูก	200	200
5	แกนเพลาทองเหลือง	3.5 กก	560	560
6	ชุดแปลงถ่าน	2 ชุด	435	870
7	ชุดเฟือง,โซ่	1 ชุด	750	750
8	ท่อเหล็ก(เสา)	1 เส้น	500	500
9	ตลับลูกปืน TAPER	1 ตลับ	150	150
10	ตลับลูกปืน BARING	4 ตลับ	60	240
11	แกนเพลาล้อรถจักรยานยนต์	1 แกน	90	90
12	น็อต, สกรู #10	20 ตัว	3	60
13	น็อต, สกรู #14	12 ตัว	5	60
14	หลอดแสดงสถานะไฟชาร์จ	1 หลอด	70	70
15	แอมมิเตอร์DC	1 ตัว	240	240
16	สีน้ำมัน	3 กระป๋อง	35	105
17	อุปกรณ์ทาสี	1 ชุด	95	95
รวม		**-**	**-**	**6,470**

3.2.2.2 หลังจากซื้อวัสดุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วก็ทำการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานให้พร้อมสำหรับการจัดสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

3.2.3 การจัดสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

3.2.3.1 ในส่วนของการการจัดสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าได้อธิบายขั้นตอนการทำโครงงานตั้งแต่เริ่มสร้างจนถึงโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำโครงงานตั้งแต่เริ่มสร้างจนถึงโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
1	นำท่อพีวีซีขนาด 6 นิ้ว ความยาว 130 cm มาผ่าแบ่งออกเป็น 4 ส่วน	

www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
2	ตัดท่อพีวีซีให้มีลักษณะตามแบบที่เขียนไว้	
3	นำดุมล้อมากลึงส่วนที่ต้องการออก เพื่อดัดแปลงใช้เป็นดุมหมุนใบกังหัน	
4	ตัดเหล็กแผ่นตามแบบที่เขียนและเจาะรูเพื่อจับยึดใบพัดกับดุมหมุน	

เพียงเพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
5	ประกอบใบกังหันเข้ากับดุมหมุนและแผ่นเหล็กประกบหลังเพื่อความแข็ง พร้อมสวมอัดลูกปืนและแกนเพลา	
6	นำเหล็กที่ตัดมาเชื่อมประกอบเป็นลำตัวกังหัน	
7	ใช้เหล็กกล่องขนาด 1x2 นิ้ว ยาว 130 ประกอบเข้ากับเหล็กแผ่นทำเป็นหางเสือกังหัน	

เพยแพรบนเวบไซต์ www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
8	ใช้ท่อเหล็กหนา 4mm ขนาด 3.5 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว กลึงเป็นบูทลูกปืนและใช้ท่อเหล็กหนา 4mm ขนาด 2.5 นิ้ว ยาว 9 นิ้ว กลึงเป็นแกนหมุนเพื่อประกอบเป็นแกนหมุนลำตัวกังหันและติดตั้งชุดแปลงถ่าน นำท่อพีวีซีผ่ากลางตามแนวความยาวแล้วสวมอัดแกนหมุนเพื่อฉนวนรองแหวนทองเหลืองและเจาะเพื่อสายไฟออกเพื่อต่อกับแหวนทองเหลือง	
9	ทำการกลึกลดขนาดและคว้านรูแท่งทองเหลืองเพื่อทำเป็นแหวนสริปริง	
10	ตัดแท่งทองเหลืองเป็น 2 อัน เจาะรูและต๊าปเกรียวสำหรับยึดสายไฟฟ้า	

เพียงพร ปานเกษม www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
11	ประกอบแหวนทองเหลืองและชุดแปลงถ่านเข้ากันแกนหมุนลำตัวกังหัน	
12	ใช้ท่อหนาขนาด 4, 3 และ 2.5 นิ้ว เชื่อมต่อกันเพื่อทำเป็นเสากังหัน	
15	เจาะและต๊าปเกรียวหัวเสาสำหรับจับยึดชุดกังหันลม	

เพยงแนวทางปฏิบัติ www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
16	เชื่อมประกอบลำตัวกังหันเข้ากับชุดแกนหมุน	
17	ประกอบหางเสือกังหันเข้าลำตัวกังหัน	
18	ประกอบชุดเฟืองเข้ากันใบกังหัน	

เพียงเพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
19	ทำการติดตั้งเสา	
20	ติดตั้งสริงยึดเสาเพื่อความแข็งแรง	
21	ทำการถ่วงน้ำหนักใบพัดก่อนการติดตั้งบนยอดเสา	

เพียงเพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
22	ติดตั้งกังหันลม	
23	ทาสีกัดสนิมด้วยสีขาว เป็นอันเสร็จสมบูรณ์	

3.2.3.2 เมื่อได้ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนี้ก็จะเป็นในส่วนของขั้นตอนการทดลองและทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

3.3 ขั้นตอนการทดลองและทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของ ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การทดลอง ในที่นี้จะทำการเลือกนักเรียนจำนวน 5 คนมาทำการทดลองชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า เพื่อเป็นการทดลองการทำงานของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าและเป็นการ

แก้ไขข้อบกพร่องของโครงงาน อีกทั้งยังเป็นการเตรียมโครงงานให้พร้อมสำหรับการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงการทดลองชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า จากนักเรียนที่เลือกมา 5 คน

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
1	ทดลองทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 1 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	
2	ทดลองทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 2 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	

เพชรบุรีวิทยาคม www.kroobanmai.com

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
3	ทดลองทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 3 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	
4	ทดลองทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 4 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	
5	ทดลองทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 5 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	

เพชรพิมพ์ ศรีบุญเรือง www.kroobannok.com

3.3.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของ ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าของประสิทธิภาพของโครงงาน เป็นการประเมินโครงงานและความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

3.3.2.1 ทดสอบกับนักเรียนจำนวน 5 คน เป็นการทดสอบโครงงานกับนักเรียนในสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงการทดสอบชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับนักเรียนสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 5 คน

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
1	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 1 วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 53	
2	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 2 วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 53	

เพชรบุรีวิทยาคม www.kroobanmai.com

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
3	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 3 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 53	
4	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 4 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 53	
5	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 5 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 53	

เพียงเพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

3.3.2.2 ทดสอบกับอาจารย์ประจำสาขา จำนวน 5 คน เป็นการทดสอบโครงงานกับอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงการทดสอบชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า กับอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังจำนวน 5 คน

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
1	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 1 วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53	
2	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 2 วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 53	

เพยแพรบนเวบไซต์ www.kroobannok.com

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	คำอธิบาย	รูปภาพประกอบคำอธิบาย
3	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 13 วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 53	
4	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 14 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 53	
5	ทดสอบทำการของกังหันลมผลิตไฟฟ้า ครั้งที่ 15วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 53	

เพียงเพื่อการศึกษา www.kroobannok.com

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูลของโครงงาน

การศึกษาเรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ผู้จัดทำโครงงานได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังรวมถึงได้นำผลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง และแบบประเมินโครงงานโดยคณะกรรมการ ซึ่งจัดอยู่ในรูปแบบการบรรยายประกอบตารางซึ่งมีรายละเอียดตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 เป็นตารางแสดงผลการทดลองชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ตารางที่ 4.2 เป็นตารางแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า โดยนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ตารางที่ 4.3 เป็นตารางแสดงผลความพึงพอใจของนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

วัน/เดือน/ปี	**ความเร็วลมเฉลี่ย**	**ผลจากการทดลอง**		**สรุปผลการทดลอง**
		V	**A**	
26 มกราคม 53	29.60	14	20	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่12V
27 มกราคม 53	24.09	12	15	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 6V
28 มกราคม 53	33.36	14	20	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่12V
29 มกราคม 53	24.09	12	15	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 6V

เพียงพร ปานเอี่ยม ๒๕๕๓
www.kroobannok.com

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเร็วลมเฉลี่ย	ผลจากการทดลอง		สรุปผลการทดลอง
		V	A	
1 กุมภาพันธ์ 53	22.24	10	10	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 6V
2 กุมภาพันธ์ 53	25.95	13	15	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 12V
3 กุมภาพันธ์ 53	29.65	14	20	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 12V
4 กุมภาพันธ์ 53	27.80	14	20	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 12V
5 กุมภาพันธ์ 53	24.09	12	15	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 6V
8 กุมภาพันธ์ 53	25.90	13	15	สามารถชาร์จแบตเตอร์รี่ 12V
ค่าเฉลี่ยรวม	**26.68**	**12.8**	**17**	-

หมายเหตุ

* การชาร์จแบตเตอร์รี่ 12V ต้องผลิตไฟในการชาร์จ 13 ขึ้นไป

** การชาร์จแบตเตอร์รี่ 6 V ต้องผลิตไฟในการชาร์จ 7 ขึ้นไป

สรุปผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของความเร็วลมอยู่ที่ 26.68 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 13-14V, 15-20A ส่วนระดับความเร็วลมที่ดีที่สุดอยู่ในวันที่ 28 มกราคม 53 ที่ความเร็วลม 33.36 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 14V, 20A ระดับความเร็วลมที่รองลงมาอยู่ในวันที่ 3 กุมภาพันธ์

53 ที่ความเร็วลม 25.90 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 13V, 15A และระดับความเร็วลมที่น้อยสุดอยู่ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 53 ที่ความเร็วลม 22.24 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลิตไฟฟ้าได้ 10V, 10A

ตารางที่ 4.2 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ลำดับที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	หมายเหตุ
1	ชื่อโครงงานมีความชัดเจนและสื่อความหมาย	4.80	0.44	
2	หลักการและเหตุผลมีความสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ	4.20	0.44	
3	วัตถุประสงค์แสดงให้เห็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นได้ชัดเจน	4.00	0.44	
4	เป้าหมายแสดงถึงผลงานที่จะได้รับทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ	4.00	0.56	
5	โครงงานโดยภาพรวมมีความชัดเจน สอดคล้องกับสาขาวิชาชีพที่เรียน	4.80	0.44	
6	สมาชิกทุกคนมีส่วนรวมในการดำเนินงานโครงงานอย่างสม่ำเสมอ	4.60	0.54	
7	กิจกรรมมีความก้าวหน้าสม่ำเสมอและเป็นไปตามระยะเวลาที่กำหนด	4.20	0.44	
8	ผลงานมีคุณภาพ/ปริมาณตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย	4.00	0.70	
9	เอกสารรายงาน/การบันทึกผลการปฏิบัติงานครบถ้วนและสมบูรณ์	4.00	0.70	
10	การดำเนินงานเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนปฏิบัติงาน	4.00	0.70	
คะแนนรวม		**4.26**	**0.11**	

สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าโดยนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง มีผลของการประเมินโดยรวมอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.26) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลังให้ความสำคัญในการประเมินมากที่สุด คือ ชื่อโครงงานมีความ

ชัดเจนและสื่อความหมายและโครงงานโดยภาพรวมมีความชัดเจน สอดคล้องกับสาขาวิชาชีพที่เรียน ($\overline{X}$ = 4.80) รองลงมาคือ สมาชิกทุกคนมีส่วนรวมในการดำเนินงานโครงงานอย่างสม่ำเสมอ ($\overline{X}$ = 4.60) และให้ความสำคัญน้อยที่สุดคือ วัตถุประสงค์แสดงให้เห็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นได้ชัดเจน ($\overline{X}$ = 4.00)

ตารางที่ 4.3 แสดงความพึงพอใจของนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ลำดับที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	หมายเหตุ
1	การออกแบบ ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีความเหมาะสมกะทัดรัด	4.60	0.54	
2	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าโครงงานชิ้นนี้มีลักษณะที่สวยงาม	4.20	0.44	
3	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ได้จริง	4.44	0.54	
4	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถนำไปพัฒนา	4.46	0.42	
5	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีขั้นตอนทำงานที่ไม่ยุ่งยาก	4.46	0.54	
6	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าตรงตามสาขาวิชางาน ติดตั้งและควบคุม	5.00	0.00	
7	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีราคาที่เหมาะสม	4.60	0.44	
8	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์เสริมได้	4.80	0.44	
9	ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.70	
10	การติดตั้งซ่อมบำรุงดูแลรักษาชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าง่ายไม่ยุ่งยาก	4.00	0.70	
คะแนนรวม		**4.48**	**0.19**	

สรุปความพึงพอใจของนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

จากตารางที่ 4.3 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 10 คนในการใช้ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า มีผลของความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ ($\overline{X}$ = 4.48) เมื่อพิจารณาความพึงพอใจเป็นรายข้อพบว่ามีระดับค่าเฉลี่ยสูงสุด ในเรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลม

ผลิตไฟฟ้าตรงตามสาขาวิชางาน ติดตั้งไฟฟ้ากำลัง ($\overline{X}$ = 5.00) ระดับค่าเฉลี่ยรองลงมา ในเรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์เสริมได้ ($\overline{X}$ = 4.80) ส่วนระดับค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในเรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ามีความปลอดภัยในการใช้งานและการติดตั้งซ่อมบำรุงดูแลรักษาชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าง่ายไม่ยุ่งยาก ($\overline{X}$ = 4.00)

เพียงเพื่อการศึกษา
www.kroobannok.com

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาการทำงานของกังหันลมและการใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อสร้างเป็นชุดต้นแบบในการศึกษาและพัฒนาต่อไป สามารถสรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการทำงานของกังหันลมและการใช้กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า

ได้ทำการศึกษาข้อมูลจากหนังสือและแหล่งความรู้ทางอินเตอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องการใช้พลังงานทกแทนจากพลังงานลมโดยกลังลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ามาใช้งานโดยได้รวบรวมข้อมูลความรู้ทฤษฎีหลักการทำงานและการนำไปใช้งาน

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์เพื่อสร้างเป็นชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ผลที่ได้จากการปรึกษาทำให้ได้รูปแบบที่มีความเป็นไปได้คือ กังหันชนิดแกนหมุนแนวนอนซึ่งเหมาะสำหรับโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์ที่มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปี 2.2 เมตร/วินาที

2. สร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ออกแบบโครงสร้างกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอนโดยดูแบบจากหนังสือการสร้างกังหันขนาดเล็กภายในมีเนื้อหาที่อธิบายถึงการคำนวณและการออกแบบขนาดใบพัดที่เหมาะสม

หลังจากนั้นทำการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดสร้างตามแบบได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า , เสา, ชุดส่งกำลัง, ใบพัดและแบตเตอร์รี่ เป็นต้น

นำวัสดุอุปกรณ์ ที่จัดเตรียมไว้มาจัดสร้างส่วนประกอบกังหันลม โดยเริ่มจากการสร้างชุดใบพัด, ตัวฐานรับและหางบังคับทิศทาง หลังจากนั้นทำการประกอบส่วนประกอบต่างๆที่สร้างเป็นชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

3. เพื่อทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ดำเนินการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 10 คน โดยด่านฟ้าอาคาร 4 ชั้นเป็นสถานที่ทดลองโครงงานครั้งนี้ เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

5.2 อภิปรายผล

1. ได้ทำการศึกษาข้อมูลจากแหล่งความรู้ทางอินเตอร์เน็ตและหนังสือ “การสร้างกังหันผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก” เกี่ยวกับเรื่อง พลังงานทดแทน, หลักการทำงานของกังหันลมและการไปใช้งาน, วิธีการสร้างกังหันแกนแนวตั้งจากวัสดุที่หาได้ง่าย, การเลือกสถานที่ตั้ง, ความเร็วลมเฉลี่ยของจังหวัดสุราษฎร์ธานี, เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแบตเตอร์รี่เก็บพลังงาน เป็นต้น และได้รวบรวมข้อมูลความรู้ทฤษฎีจากแหล่งข้อมูลต่างๆมาประมวลและสรุปเพื่อประยุกต์ใช้เป็นทฤษฎีในการคำนวณเพื่อสร้างและใช้เป็นทฤษฎีอ้างอิงในเอกสาร

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ถึงความเป็นไปได้ของทฤษฎีที่รวบรวมมาเพื่อสร้างชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ผลที่ได้จากการปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้แนวคิดว่า ชนิดของกังหันลมที่มีความเหมาะสำหรับโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์ที่มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปี 2.2 เมตร/วินาที คือ กังหันชนิดแกนหมุนแนวนอนซึ่งเป็นกังหันลมที่ใช้พื้นที่น้อย, ต้นทุนต่ำและสร้างได้ง่ายกว่ากังหันลมชนิดแกนแนวตั้ง

2. ได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ทางอินเตอร์เน็ตและหนังสือ โดยปรึกษาอาจารย์บัญชา ช่อพันธุ์กุล เพื่อทำการออกแบบชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าชนิดแกนหมุนแนวนอนโดยดูแบบและวิธีการคำนวณจากหนังสือการสร้างกังหันขนาดเล็กภายในมีเนื้อหาที่อธิบายถึงส่วนประกอบพื้นฐานของกันหันลม, การคำนวณจำนวนและขนาดของใบพัดต่อความเร็วรอบ, การหาขนาดเสา, การทดความเร็วรอบและการออกแบบใบพัดที่เหมาะสม เพื่อให้มีความถูกต้องและความปลอดภัยให้มากที่สุด

หลังจากนั้นทำการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดสร้างประกอบด้วย ไดชาร์จรถยนต์มือสองใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เสาเหล็ก, ท่อพีวีซีผ่าขึ้นรูปเป็นใบพัด, แกนเพลาทองเหลือง, เหล็กกล่อง, เหล็กแผ่น, ดุมล้อรถจักรยานยนต์, ชุดแปลงถ่าน, ชุดเฟือง, โซ่, ตลับลูกปืน, แกนเพลาล้อรถจักรยานยนต์, น็อต สกรู, หลอดแสดงสถานะไฟชาร์จ, แอมมิเตอร์DC สีน้ำมัน แปลงทาสีและกระดาษทราย

นำวัสดุอุปกรณ์ ที่จัดเตรียมไว้มาจัดสร้างส่วนประกอบกังหันลม เริ่มจากการผ่าท่อพีวีซีเป็น 4 ชิ้นตามแนวยาวทำเป็นใบพัดประกอบเข้ากับดุมล้อใช้เหล็กแผ่นประกบด้านหลังเจาะรูยึด น็อตร้อยผ่านเหล็กแผ่นและใบไปยังดุม, ตัดเหล็กกล่องและเชื่อมประกอบเป็นตัวฐานรับและหางบังคับทิศทาง, กลึงแกนเพลาทองเหลืองประกอบเข้าชุดแกนหมุนและติดตั้งเสาดึงด้วยสริงเพื่อแข็งแรง หลังจากนั้นทำการประกอบส่วนประกอบต่างๆที่สร้างเป็นชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

ดำเนินการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 10 คน โดยใช้ด่านฟ้าอาคาร 4 ชั้นเป็นสถานที่ทดลองโครงงานครั้งนี้ เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า

3. ได้จัดเตรียมสถานที่สำหรับการทดสอบ ซึ่งได้ขออนุญาตผู้อำนวยการในการใช้ด่านฟ้าอาคาร 4 ชั้น เป็นสถานที่ทดสอบ กำหนดวันเวลาที่ดำเนินการทดสอบชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้ากับนักเรียนและอาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า ซึ่งขณะทำการทดสอบก็จดบันทึกผลที่ได้จากการทดสอบวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 53 ผลจากทำการทดสอบ ต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4-12V เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการจัดทำโครงงาน

1. ควรมีกำหนดการที่ชัดเจนในการดำเนินงาน
2. ควรมีอุปกรณ์รวบรวมเครื่องมือวัดเพื่อแสดงสถานะ การทำงาน
3. ระบบควรมีความแข็งแรงไม่หลุดหลวม

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการจัดทำโครงงานครั้งต่อไป

1. กังหันลมที่ดีควรหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ
2. ควรคำนวณอัตราทดความเร็วเป็น 8:1
3. ต้องมีตู้หรือกล่องอุปกรณ์แสดงผลการทำงาน
4. ใบพัดต้องมีความแข็งแรงและน้ำหนักเบา
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรเปลี่ยนเป็นชนิดเหนี่ยวนำด้วยแม่เหล็กถาวร
6. ควรออกแบบโครงสร้างให้มิดชิดสามารถป้องกันน้ำได้

เพชรบุรีวิทยาลัย www.kroobannok.com

ประวัติย่อผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ – สกุล นายจักรพันธุ์ รองแก้ว
ชื่อเรื่อง ชุดต้นแบบกังหันลมผลิตไฟฟ้า
สาขาวิชา ไฟฟ้ากำลัง
สาขางาน ติดตั้งไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

อายุ 20 ปี วัน เดือน ปี ที่เกิด 31 กรกฎาคม 2532
ที่อยู่ (ปัจจุบัน) บ้านเลขที่ 006 หมู่ 4 ตำบล มะขามเตี้ย

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2548 ปวช. สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

ปี พ.ศ. 2551 ปวส. สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สาขางานติดตั้งไฟฟ้าโรงเรียนอาชีวะ ดอนบอสโกสุราษฎร์

เพื่อการศึกษา www.krooban.com