หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การผลิตกระแสไฟฟ้า

เยเนอเรเตอร์ (Generator)

เยเนอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเปลี่ยนแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยที่ตัวนำถูกทำให้เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดกระแสขึ้นในตัวนำ ตราบเท่าที่มีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กับเส้นแรงแม่เหล็กที่ถูกตัด และกระแสถูกชักนำ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current) ขึ้น บางทีก็เรียกว่า D.C. เยเนอเรเตอร์

อัลเทอเนเตอร์ (Alternator)

อัลเทอเนเตอร์เป็น เยเนอเรเตอร์ ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าสลับ (ALternating Current) หลักการทำงานของอัลเทอเนเตอร์เช่นเดียวกับเยเนอเรเตอร์ แต่ใช้วิธีใช้สนามแม่เหล็กหมุนผ่านตัวนำที่อยู่กับที่

ปัจจุบันอัลเทอเนเตอร์ออกแบบเพื่อใช้แทนเยเนอเรเตอร์ สามารถให้ Output ในขณะที่มีความเร็วต่ำดีขึ้น ข้อดีของอัลเทอเนเตอร์อีกอย่างหนึ่ง คือ เล็กกระทัดรัดกว่าเยเนอเรเตอร์ น้ำหนักน้อยกว่า และไม่ต้องดูแลบำรุงรักษามากนัก บางทีก็เรียกว่า AC. เยเนอเรเตอร์

เรคกูเลเตอร์ (Regulator)

เรคกูเลเตอร์ เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานคล้ายกับคัทเอ้าท์รีเลย์มาก โดยทำหน้าที่ควบคุม Output ของเยเนอเรเตอร์ หรืออัลเทอเนเตอร์ ทำหน้าที่ตัด และต่อโดยใช้อำนาจแม่เหล็กควบคุม และทั้งสองอย่างนี้จะทำหน้าที่ควบคุมแรงเคลื่อน หรือกระแสป้องกันแรงเคลื่อน และ/หรือกระแสมากเกินไป ป้องกัน Output ของเยเนอเรเตอร์ หรืออัลเทอเนเตอร์ ไม่ให้เพิ่มขึ้นเกินอัตราที่กำหนดไว้

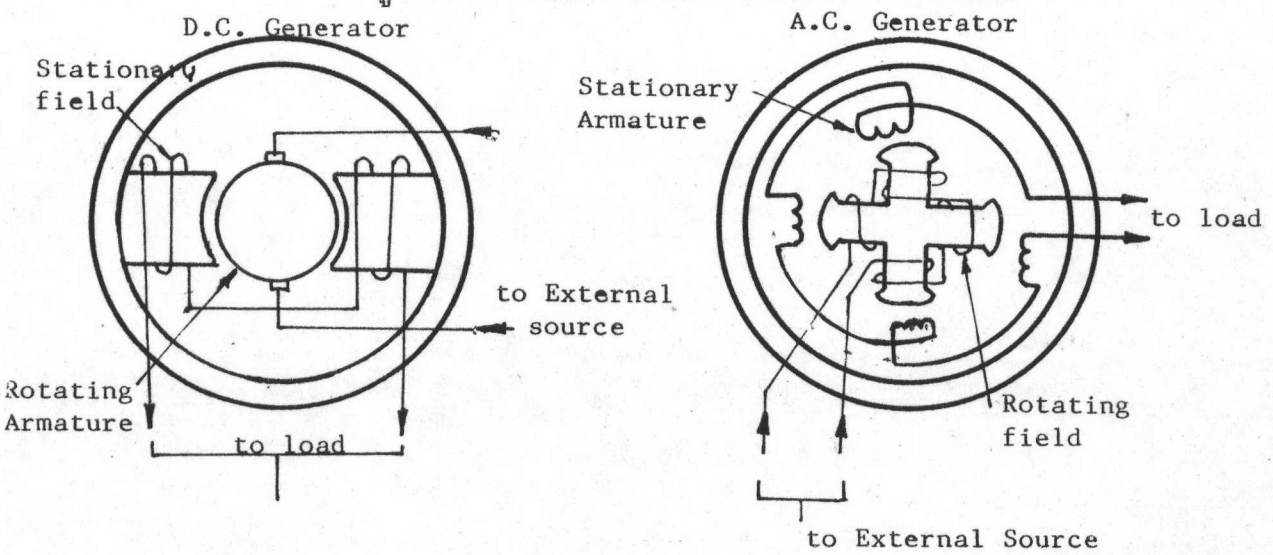
แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่เป็นกรุ๊ฟของเซลล์ หรือเซลล์เคมีไฟฟ้าที่ต่อเรียงกันในเปลือกหม้อ โดยเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ปฏิกริยาทางเคมีเกิดจากแผ่นธาตุ (Plates) และน้ำยา (Electrolyte) ทำให้อิเลคตรอนเคลื่อนที่ไหลจากแบตเตอรี่เมื่อวางจากภายนอกต่อระหว่างขั้วแบตเตอรี่ครบวงจร และหลังจากได้ทำปฏิกริยากับน้ำยาหมดแล้ว แบตเตอรี่จะไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไปได้ (ไม่มีไฟ หรือ Discharged) จะต้องทำการประจุ (Recharge) โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกไหลผ่านแบตเตอรี่ในทิศทางตรงกันข้าม ทำให้เกิดปฏิกริยาเคมีเปลี่ยนแปลงภาวะต่าง ๆ ในแบตเตอรี่ให้คืนสู่สภาพเดิม

4.1 ส่วนผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานลมสามารถนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เยเนอเรเตอร์ โดยมีหลักเบื้องต้นกล่าวคือ เยเนอเรเตอร์เป็นตัวสร้างพลังงานไฟฟ้า โดยการเหนี่ยวนำจากสนามแม่เหล็ก (รูปที่ 4.1)

รูปที่ 4.1 แสดงหลักการทำงานของเยเนอเรเตอร์



โดยการเพิ่มความเข้มสนามแม่เหล็กของเยเนอเรเตอร์ กำลัง Output ที่ออกมาจะเพิ่มเป็นสัดส่วนกัน แรงเคลื่อนจะเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการพันจำนวนรอบของ Armature หรือโดยการเพิ่มความเร็วรอบของเยเนอเรเตอร์ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากพันจำนวน Armature เป็น 2 เท่า เยเนอเรเตอร์จะเพิ่มแรงเคลื่อนเป็น 2 เท่า ส่วนกระแสที่ออกมาจะได้มากน้อยเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับขนาดของขดลวดที่ใช้

เยเนอเรเตอร์ มีขนาดภายนอกแตกต่างกัน สามารถมีกำลังเท่ากันได้ จึงไม่มีปัญหาเลยว่าทำไม ความเร็วซึ่งเยเนอเรเตอร์จึงต้องกำหนดอัตรากำลังไว้เฉพาะ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในคุณภาพ และราคา ระหว่างเยเนอเรเตอร์ที่มีอัตรา 3,000 วัตต์ ที่ 200 รอบต่อนาที และอีกอันหนึ่ง 3,000 วัตต์ ที่ 2,000 รอบต่อนาที

การผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับกังหันลมใช้ได้ทั้งเยเนอเรเตอร์ ซึ่งสร้างไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Current) หรืออัลเทอเนเตอร์ ซึ่งสร้างไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. Current) ในขนาดที่เท่ากันแล้ว อัลเทอเนเตอร์สามารถสร้างกระแสได้มากกว่าเยเนอ-เรเตอร์ ซึ่งกระแสที่ได้จะนำไปสะสมไว้ในแบตเตอรี่ สำหรับแบตเตอรี่จะสะสมได้เฉพาะไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ดังนั้น จะต้องมีเครื่องแปลงไฟกระแสสลับของอัลเทอเนเตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วย

สำหรับใบพัดแบบพรอบเพลเล่อร์ของกังหันลม ไม่ควรหมุนเร็วกว่า 200 รอบ/นาที (ความเร็วของปลายใบระหว่าง 4 - 8 เท่าของความเร็วลม) โดยทั่วไป มอเตอร์และเยเนอเรเตอร์ จะสร้างขึ้นสำหรับความเร็ว 100 - 4,000 รอบ/นาที ความเร็วรอบมาตรฐาน 1,800 - 3,000 รอบต่อนาที สำหรับ A.C. มอเตอร์

การออกแบบสำหรับใบกังหันที่หมุนช้า และต่อเฟืองให้สัมพันธ์กับความเร็วของเยเนเรเตอร์ จะทำให้เกิดการสึกกร่อนของเฟือง และเยเนอเรเตอร์มากกว่าใช้เยเนอ-เรเตอร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ

ถ้าหากใช้ระบบขับเคลื่อนแบบ Indirect (ถ่ายทอดโดยใช้เฟือง หรือสายพาน) เยเนอเรเตอร์จะออกแบบให้มี Output สูงสุดที่ความเร็วปลายใบพัด เพื่อยืดอายุการใช้งาน และทำให้ใช้งานได้ดี ส่วนการขับเคลื่อนแบบต่อตรง (Direct) สามารถใช้ได้ทั้งเยเนอเรเตอร์ และอัลเทอเนเตอร์ โดยทั่วไปนิยมใช้อัลเทอเนเตอร์ของรถยนต์ ซึ่งจะต้องนำมาดัดแปลงให้ทำงานที่ได้มีความเร็วต่ำ ทั้งนี้เพราะอัลเทอเนเตอร์รถยนต์ถูกออกแบบให้เหมาะสมกับความเร็วสูง นอกจากนั้นการพันเยเนอเรเตอร์ สำหรับความเร็วรอบสูงจะสลับซับซ้อนมาก เยเนอเรเตอร์เหมาะสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าหมุนความเร็วรอบไม่เกิน 6,000 รอบต่อนาที สำหรับอัลเทอเนเตอร์ ขดลวดพันอยู่ไม่เคลื่อนไหว จึงสามารถออกแบบให้ผลิตไฟฟ้าได้ถึง 45 แอมป์ โดยที่โครงสร้างของ Armature ไม่ซับซ้อนนัก จากความสำคัญนี้ เพื่อให้ชาวบ้านทั่วไปรับเทคโนโลยีทางด้านนี้ได้ จึงนำอัลเทอเนเตอร์ของรถยนต์ซึ่งนำมาดัดแปลงให้ใช้กับกังหันลมนี้ได้

4.2 การเก็บพลังงานไฟฟ้า

สิ่งที่ยากที่สุด และเป็นหัวใจสำคัญ คือ การคำนวณ และกำหนดขนาดของการเก็บพลังงานไฟฟ้า การเก็บพลังงานอาจสลับซับซ้อน ยุ่งยาก และดัดแปลงไปได้มากมายหลายอย่าง อย่างไรก็ตาม การใช้แบตเตอรี่เป็นตัวเก็บพลังงานยังเป็นวิธีที่ถูกที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากลม อาจหยุดเป็นช่วง ๆ การใช้ระบบเก็บพลังงานนี้ จึงต้องคำนึงถึงระยะเวลาที่ลมสงบหรือปราศจากลม

แบตเตอรี่ที่ใช้ในกังหันลม จะต้องเลือกแบบระยะเวลาใช้งานให้ได้นานหลายปี สามารถเพิ่มประจุ (Recharged) แบตเตอรี่ โดยไม่เสียหายนับพัน ๆ ครั้ง ขนาดที่ใช้ของแบตเตอรี่ เลือกได้ตั้งแต่ 10 แอมป์ต่อชั่วโมง จนถึง 8,000 แอมป์ต่อชั่วโมง แรงเคลื่อนไฟฟ้าสามารถให้ได้ตามความต้องการ โดยการเพิ่มจำนวนแบตเตอรี่

ข้อสำคัญที่ควรจำอย่างหนึ่ง คือ เมื่อแบตเตอรี่กำลัง Charged หรือ Discharged ไม่เพียงกระแสเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลง แต่รวมถึงความต่างศักย์ด้วย

4.3 Load

เพื่อการเลือกกำลังงานให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน การที่มีตัวเลขที่ต้องการใช้พลังงานถูกต้องมากเท่าไร ค่าใช้จ่ายในการเก็บพลังงานก็จะต่ำลง การเก็บพลังงานจะเป็นสัดส่วน โดยตรงกับกำลังที่ใช้ดังนี้ :-

1. ความต้องการวิกฤต (Critical Need) ใช้งานเป็นประจำ เช่น แสงสว่าง
2. ความต้องการความสะดวก (Convenience Need) เพื่ออำนวยความสะดวก เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เทป เป็นต้น
3. ความต้องการเฉพาะกิจ (Intermittent Need) เป็นบางครั้งบางคราว เช่น สว่านเจาะไฟฟ้า เลื่อยไฟฟ้า

จากตารางเป็นตัวอย่างของรายการที่ใช้งานแต่ละอย่างเป็นชั่วโมงต่อวันจะต้องคำนวณหาจำนวน วัตต์ - ชั่วโมง ของแต่ละวันที่ต้องการ

การใช้งาน	จำนวนวัตต์	เวลาที่ใช้ ชั่วโมง/วัน	วัตต์ - ชั่วโมง ภายใน 1 วัน
ไฟฟ้า 3 ดวง ขนาด 10 วัตต์	30	6	180
วิทยุ - เครื่องเสียง	15	4	60
โทรทัศน์ ขนาด 12 - 14"	15	4	60
		รวม	300 วัตต์-ชั่วโมง

ตารางของเครื่องใช้ว่า สิ้นเปลืองพลังงานเท่าไรดูได้จาก ตารางที่ 4.1 ความสิ้นเปลืองไฟฟ้าของเครื่องใช้ (Composite of Watt hour Rating for Various Appliances)

จากตาราง 3.2 หาอัตราความเร็วลมเฉลี่ย VS. อัตราการให้พลังงานจากเยเนอเรเตอร์เป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง/เดือน สมมุติว่าทำงานในบริเวณที่มีอัตราความเร็วลมเฉลี่ย 10 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยใช้เยเนอเรเตอร์ ขนาด 500 วัตต์ จากตารางเราสามารถหา Output ได้ 35 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง/เดือน เราสามารถหาหน่วย กิโลวัตต์ - ชั่วโมงต่อวัน ได้โดยเฉลี่ย ดังนี้

$$\frac{\text{35 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง/เดือน}}{\text{30 วัน}} = \text{1,170 วัตต์ - ชั่วโมง ต่อวัน}$$

ในขั้นต่อไปจะต้องหาความจุของแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นวัตต์ - ชั่วโมง สมมุติว่าแบตเตอรี่มีความจุ (Capacity) 120 แอมป์ - ชั่วโมง ที่ 12 โวล์ท เราก็สามารถหาจำนวน วัตต์ ที่ใช้งานได้ โดยการคูณแอมป์ และโวล์ทเข้าด้วยกัน นั่นคือ 120 แอมป์ - ชั่วโมง x 12 โวล์ท = 1,440 วัตต์ - ชั่วโมง

จากนั้นนำมาคำนวณหาจำนวนวัน ซึ่งกังหันลมไม่ได้ทำงาน เนื่องจากเวลาที่ลมสงบ หรือไม่มีลม ถ้าหากว่า เราใช้งานเพียง 300 วัตต์ - ชั่วโมง ในเวลา 1 วัน และจากแบตเตอรี่ ซึ่งมีความจุ 1,440 วัตต์ - ชั่วโมง จะได้

1,440 วัตต์ - ชั่วโมง/300 วัตต์ - ชั่วโมง = 4.8 วัน

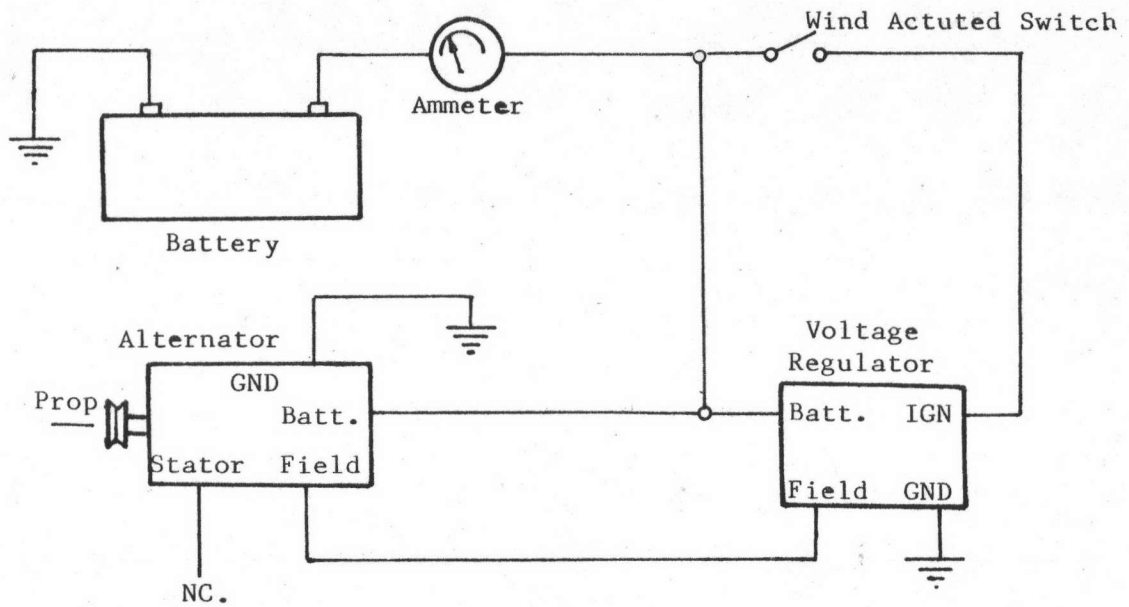
นั่นคือ ถ้าหากไม่มีลมเลย เราสามารถใช้ไฟฟ้าที่สะสมไว้จากแบตเตอรี่ได้อย่างน้อย 4.8 วัน โดยที่ไม่มีพลังงานสำรองอื่น ๆ เลย

สรุปการเลือกกำลังงานให้เหมาะสมได้ ดังนี้

1. หาความต้องการพลังงานเป็น วัตต์ - ชั่วโมง ในแต่ละวัน
2. เลือกเยเนอเรเตอร์ หรือ อัลเทอเนเตอร์ ที่มีจำนวนวัตต์เท่ากับ หรือมากกว่าพลังงานที่ต้องการใช้
3. ดูอัตราความเร็วเฉลี่ยของลมบริเวณที่ติดตั้ง
4. คำนวณหาจำนวนค่าเฉลี่ยพลังงานเป็น กิโลวัตต์ - ชั่วโมง ต่อเดือนได้ และมาคำนวณเป็นวัตต์ - ชั่วโมง ต่อ 1 วัน
5. เลือกแบตเตอรี่ หรือความจุของแบตเตอรี่ที่ต้องการ เราสามารถเผื่อค่าความจุของแบตเตอรี่ และต่อแบตเตอรี่ให้ได้ค่าความต่างศักย์ได้ตามความต้องการ
6. เราสามารถทราบเปอร์เซ็นต์เวลาส่งัดลมได้จากผังลมของประเทศไทย ในคาบ 20 ปี (พ.ศ. 2494 - 2513) กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม

4.4 ไดอะแกรมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 4.2 แสดงไดอะแกรม สำหรับการผลิตไฟฟ้าของกังหันลม



ตารางที่ 4.1 ความสิ้นเปลืองของไฟฟ้า ของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ประเภท	ขนาด	ความสิ้นเปลืองไฟฟ้า วัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ในสิบชั่วโมง (1 KW. - Hr.)
พัดลม	8 นิ้ว	30	0.30
	12	75	0.75
	16	75	0.75
	36	100	1.00
	56	150	1.50
โทรทัศน์ขาว - ดำ	12 นิ้ว	28 (15 W., DC.)	0.28 (0.15)
	13	35	0.35
	19	95	0.95
	20	125	1.25
	24	150	1.50
โทรทัศน์สี	12 นิ้ว	95	0.95
	13	78	0.78
	19	155	1.55
	20	240	2.40
ตู้เย็น	3 - 5 คิวฯ	65	0.65
	5.5 - 7 คิวฯ	80	0.80
	7.5 - 8 คิวฯ	95	0.95

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเภท	ขนาด	ความสิ้นเปลืองไฟฟ้า วัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ในสิบชั่วโมง
เครื่องปรับอากาศ	10,000	1,200	12.00
	12,000	1,450	14.50
	14,000	1,960	19.60
	17,000	2,300	23.00
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	1 ลิตร	450	4.50
	2	600	6.00
	2.8	600	6.00
	3	800	8.00
เตารีด		750	7.5
		1,000	10.00
เครื่องทำน้ำร้อน (ในห้องน้ำ)	5 ลิตร	2,000	20.00
	15	3,500	35.00
	30	4,000	40.00
เครื่องซักผ้า	7 ปอนด์	350	3.50
	11 ปอนด์	750	7.50
	มีเครื่องอบแห้ง	3,000	30.00

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ประเภท	ชนิด	ความสิ้นเปลืองไฟฟ้า วัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ในสิบชั่วโมง
วิทยุ - เทป	ทรานซิสเตอร์	10 - 20	0.10 - 0.20
แสงสว่าง	หลอดเล็ก	10	0.10
	หลอดสั้น	20	0.20
	มาตรฐาน	40	0.40

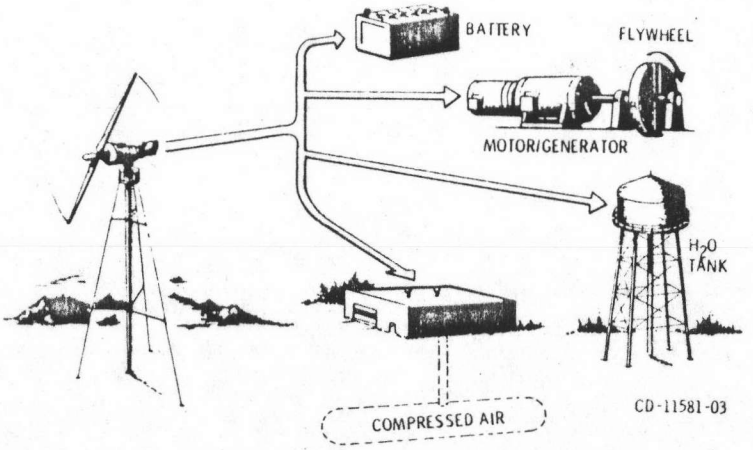
ที่มา : พลังงาน ของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี
ธันวาคม 2522 ห. 269 - 270
THE NATION MONDAY, AUGUST 6, 1979. Recommendation of EGAT

4.5 การประยุกต์กังหันลมด้านผลิตกระแสไฟฟ้า

เราสามารถผลิตพลังงานได้จากกระแสลม ส่วนที่ยากที่สุด ก็คือ การเก็บพลังงานไว้ เนื่องจากกระแสลมความเร็วไม่สม่ำเสมอ และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นการยุ่งยากสลับซับซ้อน ในการเก็บพลังงาน ซึ่งโดยทั่วไป เราใช้เก็บประจุพลังไว้ในแบตเตอรี่ แต่แนวความคิดในการเก็บพลังงานที่จะพัฒนาให้กว้างออกไปมีหลายแนว ซึ่งจะต้องประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมแต่ละกรณี พอที่จะกล่าวได้ดังนี้ :-

- ใช้ในการออมน้ำมัน (In fuel Saver Mode)
- ใช้ในการออมพลังน้ำ (In Water Saver Mode)
- ใช้ร่วมกับกังหันแก๊ซ (With Gas Turbine back up)
- ใช้กักเก็บอากาศใต้ความกดดัน (With Compressed Air Storage)

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเก็บพลังงานลม [1]



Some storage mechanisms for wind energy.

Source: Wind Energy Developments in the 20th Century, National Aeronautics and Space Administration, Lewis Research Center, Cleveland, Ohio, 1975.

---

[1] Robert L. Loftness, Energy Hand Book. p.364.

4.5.1 <u>วิธีการออมน้ำมันเชื้อเพลิง</u> กังหันลมจะผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไฟฟ้าโดยตรง เมื่อมีลมพัด แต่ถ้าลมสงบ กังหันลมก็จะหยุดตาม ดังนั้น จึงต้องมีกำลังผลิตอย่างอื่นที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้า ผลิตไฟฟ้าแทน ข้อเสียของกังหันลมในประเภทนี้ คือ การที่ไม่สามารถให้กำลังผลิตที่เชื่อถือได้ เนื่องจากต้องใช้กำลังผลิตอย่างอื่นทำงานเมื่อลมสงบ

อย่างไรก็ดี ยังมีวิธีการที่เป็นไปได้อีกวิธีหนึ่ง คือ การกระจายกังหันลมให้ทั่วตลอดสาขาของระบบไฟฟ้า ในบริเวณที่มีความเร็วลมสูง การกระจายเช่นนี้ กำลังผลิตที่เชื่อถือได้เป็นเพียงบางส่วนของกำลังผลิตกังหันลมทั้งหมด จากรายงานของ นาย จี ซี จัสตัส แห่งสถาบันเทคโนโลยีจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่เสนอต่อ มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSF) ได้วิเคราะห์ไว้ว่า การกระจายกังหันลมจะให้ความเชื่อถือได้ถึง 90% โดยประเมินที่กำลังผลิต 10% ของกำลังผลิตของกังหันลมทั้งหมด วิธีการดังกล่าวนี้เหมาะสำหรับระบบไฟฟ้า ส่วนใหญ่ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า แม้กระนั้นก็ตาม ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจะสูงตามไปด้วย และเป็นอุปสรรคสำคัญในการนำเข้าระบบ

ภาคผนวก ก.2 และ ตารางที่ ก.2.2 เป็นการประเมินราคากังหันลมแบบ Mod - 1 ซึ่งคาดว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะเริ่มนำมาทดลองใช้งานในวิธีการออมน้ำมันได้ในปี พ.ศ. 2525 (ค.ศ. 1981)

4.5.2 <u>วิธีการออมพลังน้ำ</u> หากติดตั้งกังหันลมให้กระจายทั่วสาขาของระบบไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบที่มีกำลังผลิตจากพลังน้ำ จำนวนที่เหมาะสมจำนวนหนึ่ง เมื่อใดก็ตามที่มีลม กังหันลมจะหมุน และผลิตไฟฟ้าแทนการผลิตด้วยพลังน้ำ พลังน้ำที่ถูกกักไว้จะนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการของไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load Period) ดังนั้น น้ำที่กักไว้หลังเขื่อนจึงทำหน้าที่เป็นตัวสะสมพลังงานของกังหันลมในการผลิตไฟฟ้า

วิธีการออมพลังน้ำเป็นแนวความคิดที่น่าสนใจมาก สำหรับประเทศที่มีลมพัดแรง และมีสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านพลังน้ำ พร้อมทั้งมีปริมาณกักเก็บน้ำที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติจะต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ คือ

ก. กำลังผลิตของพลังน้ำ อาจจะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อสนองความต้องการในช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

ข. น้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนโดยวิธีการออมพลังน้ำ ต้องออกแบบให้การไหลสม่ำเสมอ วิธีที่เป็นไปได้โดยการสร้างเขื่อน หรือฝายทางปลายน้ำของเขื่อนเพิ่มเติม ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

ตารางที่ ก.2.3 เป็นการประเมินกังหันลมแบบ Mod - 1

4.5.3 <u>วิธีการใช้งานร่วมกับกังหันแก๊ส</u> กังหันแก๊สเพื่อกำเนิดไฟฟ้าจะติดตั้ง และสร้างร่วมกับกังหันลม เพื่อกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจาย การผลิตไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด-

เวลาของกังหันลม สามารถชดเชยโดยการผลิตไฟฟ้าจากกังหันแก๊ส โดยไม่ต้องพึ่งระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ ราคาต้นทุนของกังหันแก๊สไม่สูงนัก แต่ขณะเดียวกัน เชื้อเพลิงที่ใช้ก็มีราคาสูง กังหันลมจึงทำหน้าที่ประหยัดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของกังหันแก๊ส วิธีการรวมกันนี้ ทำให้กำลังผลิตมีความเชื่อถือได้สูงกว่าระบบที่ใช้กังหันลมเพียงอย่างเดียว ในการออกแบบเบื้องต้นต้องพิจารณาถึงระบบการตัดทอนการทำงานรวมกัน และแยกกันของกังหันลม และกังหันแก๊สว่าจะทำงานเมื่อใด และนานเพียงใดจึงจะเหมาะสม

ตารางที่ ก.2.4 และ ก.2.5 เป็นการประเมินกังหันลมแบบ Mod - 1 ในวิธีการใช้รวมกับกังหันแก๊สกับ Combine Cycle ตามลำดับ ในตารางดังกล่าวจะเห็นว่าวิธีการนี้ ราคาของแบบต่อกิโลวัตต์สูงกว่าแบบออมน้ำ และออมน้ำมัน

Combine Cycle เป็นการรวมระบบทำงานของกังหันแก๊ส และกังหันไอน้ำเข้าด้วยกัน ระบบดังกล่าวนี้สามารถใช้เดินเครื่องให้พลังงานหลักได้ (Base Load)

4.5.4 <u>วิธีกักเก็บอากาศภายใต้ความกดดัน</u> กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากกังหันลมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา สามารถทำให้เรียบโดยการใช้ตัวกักเก็บพลังงานที่ต่อกับระบบกังหันลม วิธีกักเก็บที่เป็นไปได้วิธีหนึ่ง ซึ่งราคาถูก และคาดว่าอาจจะนำมาใช้ได้ในอนาคต คือ การกักเก็บอากาศภายใต้ความกดดัน แหล่งที่ใช้ในการกักเก็บ คือ เหมืองใต้ดินที่ร้างแล้ว หรือบ่อน้ำมัน หรือแก๊สธรรมชาติที่สูบใช้หมดแล้ว เป็นต้น กังหันลมทำหน้าที่อัดอากาศเข้าแหล่งกักเก็บภายใต้ความดันอากาศจะถูกนำขึ้นมาใช้กับกังหันแก๊สในเวลาต้องการผลิตไฟฟ้า ในช่วงที่ต้องการไฟฟ้าสูง

ตารางที่ ก.2.6 เป็นการประเมินกังหันลมในวิธีดังกล่าว[1]

---

[1]การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, <u>การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม</u>. รายงานเลขที่ 862.20.202, กองพลังงานพิเศษ ฝ่ายวิทยาการพลังงาน (มกราคม 2522) : 9 - 12.