

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลของโครงการวิจัย

ศึกษาข้อมูลของโครงการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีรูปแบบที่เกี่ยวเนื่องกับทางการศึกษา การออกแบบ การติดตั้ง และการประเมินผล เช่น นภัทร วัจนเทพินทร์ ไชยยันต์ บุญมี วิชัย มาแสง และวนิดา ภู่อสร ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานจากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมขนาดเล็กแบบต่อตรงเข้าระบบ พ.ศ. 2550 ได้ทำการการศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Hybrid) ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมขนาดเล็ก โดยมีวัตถุประสงค์คือออกแบบและติดตั้งระบบกักเก็บผลิตไฟฟ้าขนาด 1000 วัตต์ผสมผสานกับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเข้าระบบขนาด 1642 วัตต์ที่มีอยู่เดิม และพัฒนาระบบเฝ้าสังเกตด้วยพีซี (PC-based monitor system) พลังวัชร พงษ์ธีระสุขมัย ได้ทำการวิจัยเรื่อง กักเก็บน้ำผลิตไฟฟ้า เมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยทำการออกแบบและสร้างกักเก็บน้ำผลิตไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำไหลจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่สำหรับประเทศไทย ในการใช้พลังงานทดแทน และสามารถนำมาพัฒนาต่อไปได้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องวัดความเร็วรอบ



รูปที่ 3.1 เครื่องวัดความเร็วรอบ

3.2.2 คลิปแอมป์



รูปที่ 3.2 คลิปแอมป์

3.2.3 มัลติมิเตอร์



รูปที่ 3.3 มัลติมิเตอร์

3.2.4 โวลต์มิเตอร์



รูปที่ 3.4 โวลต์มิเตอร์

3.2.5 แอมป์มิเตอร์



รูปที่ 3.5 แอมป์มิเตอร์

3.3 การออกแบบและประกอบสร้าง

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ และกักเก็บน้ำ เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน ระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานน้ำขนาดเล็ก ได้ทำการออกแบบดังนี้

3.3.1 การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์

3.3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเพื่อทำการทดสอบระบบโซลาร์เซลล์ ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

1. แผงโซลาร์เซลล์ยี่ห้อ Hanwha ชนิด Mono-Crystalline ขนาด 50 W จำนวน 4 แผง รวมเป็น 200 w
 - กำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 w (W_c)
 - ช่วงระยะแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 21.25 V (V_{oc})
 - ช่วงระยะแรงดันที่เหมาะสม 17.28 V (V_m)
 - ช่วงระยะกระแสไฟฟ้า 316 mA (I_{sc})
 - ช่วงระยะกระแสที่เหมาะสม 2.90 A (I_m)
2. Modified Sine Wave Inverter ยี่ห้อ Power Star รุ่น LW24-2000W – อินพุต 12 V เอาท์พุท 220V กำลังไฟฟ้า 2000W
3. เครื่องควบคุมการชาร์จ (Solar Charge Controller) - Auto 12V/24V ขนาด 20A
4. แบตเตอรี่น้ำ GS ขนาด 115Ah จำนวน 2 ลูก ต่อแบบอนุกรม ได้แรงดันไฟฟ้ารวมเป็น 24 V
5. Circuit Breaker 63 A จำนวน 2 ตัว
6. สายไฟ VCT 2x4 ตร.มม. (สายไฟขนาด 4 ตร.มม. จำนวน 2 เส้นที่ถูกหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนอีกชั้นหนึ่ง) ยาว 10 เมตร

3.3.1.2 การเลือกขนาดของ Inverter

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์แปลงไฟชนิดหนึ่ง queแปลงไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันคงที่ไปเป็นไฟสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่าง ๆ แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเป็นอินพุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็นแหล่งจ่ายไฟสลับทั่วไปที่มีรูปชายน้ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปชายน้ จากหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะผลิตรูปคลื่นขาออกที่ผิดปกติจะเกี่ยวพันไปถึงการเลือกมอเตอร์และอุปกรณ์รอบข้าง การวัดกระแสแรงดัน ดังนั้น การทำความเข้าใจต่อการทำงานของวงจรต่าง ๆ ในอินเวอร์เตอร์จึงเป็นเรื่องสำคัญ

3.3.1.3 หาประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับ ซึ่งสามารถหาประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ได้จากสมการที่ 3.1

$$Efficiency(\eta) = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{P_{OUT}}{P_{OUT} + P_{loss}} \quad (3.1)$$

3.3.1.4 รูปแบบที่เลือกใช้

ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกใช้อินเวอร์เตอร์สำเร็จรูปคลื่นแบบไซน์พัลส์วิดท์มอดดูเลชั่นคอลโทรล (Sine Wave PWM Control) ในการควบคุมระบบโซล่าเซลล์ เพราะได้รูปไซน์ที่บริสุทธิ์สวยงาม และมีประสิทธิภาพสูง อันเนื่องมาจากฮาร์โมนิกที่ลำดับต่ำ ๆ ออกมามีขนาดต่ำกว่าอินเวอร์เตอร์แบบอื่น ๆ

3.3.1.5 พิกัดของอินเวอร์เตอร์ มีดังต่อไปนี้

- พิกัดกำลังเอาต์พุตของระบบโซล่าเซลล์ ที่สามารถใช้ได้กับอินเวอร์เตอร์ คือ ตั้งแต่

0.1-1.5 kW

- Phase : Single phase
- Voltage range : 220V – 240V
- Frequency : 50/60 Hz
- Rate output capacity : 2.7 kVA
- Rate output current : 6.4 A
- Output frequency rage : 1 – 120 Hz
- Required power supply capacity: 3.1 kVA

3.3.1.6 การคำนวณกำลังไฟฟ้าและจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์

การคำนวณกำลังไฟฟ้าและจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์ ในระบบ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$P_{cell} = P_{load} / 4 \quad (3.2)$$

โดยที่ P_{cell} : กำลังไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ที่ควรติดตั้ง

P_{load} : ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน

4 : คือจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดเฉลี่ยในหนึ่งวัน

ต้องการใช้โหลดที่มีกำลังไฟฟ้ารวม 100 W เป็นเวลา 8 ชม./วัน จะต้องใช้โซลาร์เซลล์ที่มีกำลังไฟฟ้าเอาท์พุทเท่ากับ

$$\begin{aligned} P_{cell} &= (100W \times 8 \text{ hr.}) / 4 \\ &= 800 / 4 = 200W \end{aligned}$$

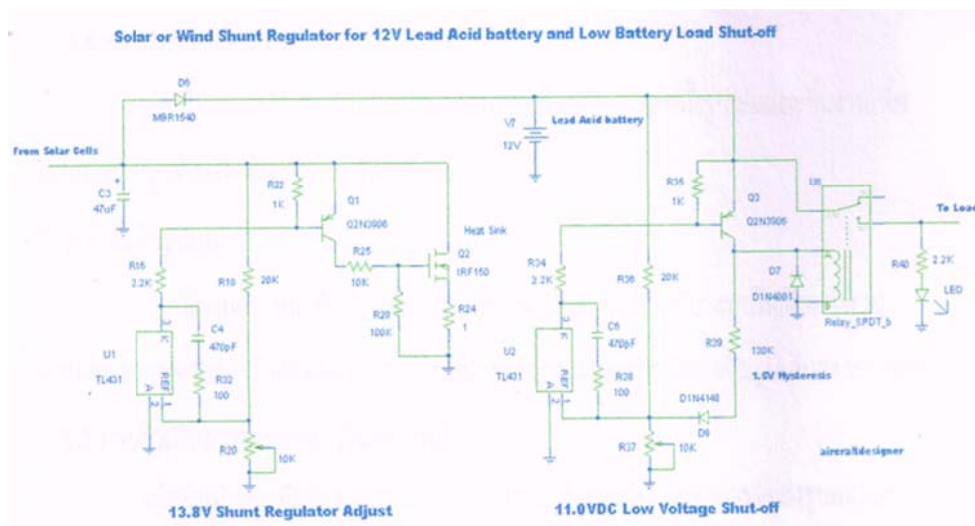
เพราะฉะนั้นต้องใช้โซลาร์เซลล์ที่กำลังไฟฟ้าเอาท์พุทรวม 200W

3.3.1.7 การคำนวณหาค่าจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์ ในระบบ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\begin{aligned} \text{จำนวนของแผงโซลาร์เซลล์} &= \frac{\text{กำลังไฟฟ้าเอาท์พุทรวมของโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้}}{\text{กำลังไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ 1 แผง}} \quad (3.3) \\ &= 200 W / 500 W \\ &= 4 \text{ แผง} \end{aligned}$$

3.3.1.8 การเลือกขนาดของ Solar Charge Controller

ต้องเลือก Solar Charge Controller ที่สามารถรองรับกระแสได้มากกว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากแผงโซลาร์เซลล์ เนื่องจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ทดสอบนี้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 2.9 A จึงต้องใช้ Solar Charge Controller ที่สามารถรองรับกระแสได้มากกว่า 2.9 A (แสดงในรูปที่ 3.6 และ 3.7)



รูปที่ 3.6 วงจรชาร์จแบตเตอรี่สำหรับไฟฟ้าสำรองพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.7 ชุดชาร์จแบตเตอรี่สำหรับไฟฟ้าสำรองพลังงานแสงอาทิตย์

3.3.1.9 การคำนวณระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้

การคำนวณระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้ สามารถคำนวณได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อยังไม่ต่อแผงโซลาร์เซลล์

ถ้ายังไม่ได้ต่อแผงโซลาร์เซลล์ จะไม่มีการชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่ เราสามารถคำนวณระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้ ดังนี้

ระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้ (hr) = (ขนาดความจุของแบตเตอรี่ (Ah)* แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (V)*ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่*ประสิทธิภาพของ Inverter) / กำลังไฟฟ้าของโหลด (W)

$$= (115\text{Ah} * 12\text{V} * 0.60 * 0.85) / 100\text{W} \quad (3.4)$$

$$= 7.038 \text{ ชม.}$$

ในกรณีใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เต็มที่ จะได้ระยะเวลาที่สามารถใช้งานโหลดได้ (hr) = $(115\text{Ah} * 12\text{V} * 0.60 * 0.85) / 100\text{W} = 7.038 \text{ ชม.}$

เพราะฉะนั้นในขณะที่ยังไม่ได้ต่อแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดนี้ได้นานประมาณ 7-8 ชม.

กรณีที่ 2 เมื่อต่อแผงโซลาร์เซลล์

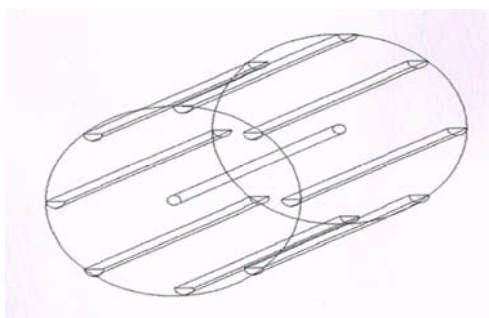
ถ้าต่อแผงโซลาร์เซลล์เข้าระบบแล้ว ระยะเวลาที่สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าจะนานขึ้นเนื่องจากในขณะที่แบตเตอรี่จ่ายไฟให้โหลดนั้น แผงโซลาร์เซลล์จะจ่ายไฟเข้าแบตเตอรี่ เพื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ด้วย

3.4 การออกแบบกักเก็บน้ำ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดกักเก็บน้ำพลังงานหมุนกลับ ประกอบด้วยชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รางน้ำตก ลักษณะแบบเป็นแผ่นน้ำ กักเก็บน้ำแบบกรงกระรอก เครื่องปั้มน้ำชนิด L-4000 DC และวงจรชาร์ตแบตเตอรี่ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบกักเก็บน้ำพลังงานหมุนกลับเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.4.1 กักเก็บน้ำ

โดยผู้วิจัยได้สร้างกักเก็บเป็นแบบกรงกระรอก (แสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9) โดยใช้ท่อน้ำ PVC ขนาด 2 นิ้ว ผ่าครึ่ง ยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 8 ใบ ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวกักเก็บน้ำมีขนาด 40 เซนติเมตร เป็นแผ่นโลหะบาง



รูปที่ 3.8 แบบร่างกักเก็บน้ำแบบกรงกระรอก

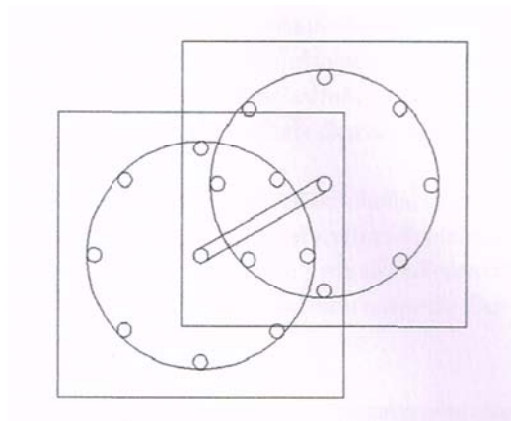


รูปที่ 3.9 กังหันน้ำพลังงานหมุนกลับหรือแบบกรงกระรอก

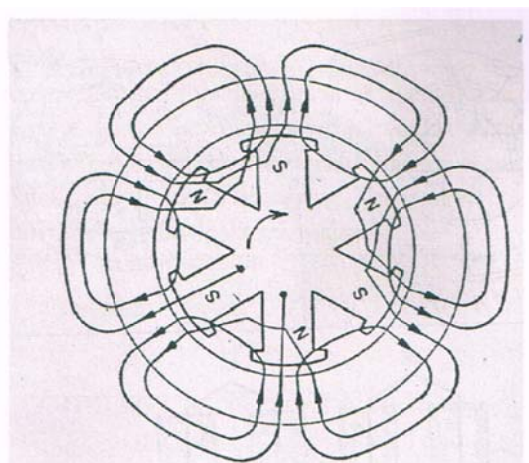
3.4.2 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ขนาดมอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวแปรที่ใช้ในการเลือกขนาดมอเตอร์ คือ จำนวนรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดที่สัมพันธ์กับความเร็วในการหมุนของกังหัน น้ำปกติกการนำมอเตอร์มาใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานประมาณ 50-80% จำนวนรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดคำนวณได้จากสมการที่ 3.5 และ 3.6

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (N1)} &= \frac{E1 \times 10^8}{4.44 f \phi m} \quad (3.5) \\
 &= \frac{30 \times 100,000,000}{4.44 \times 50 \times 64,500} \\
 &= 210 \text{ รอบ}
 \end{aligned}$$



รูปที่ 3.10 แบบร่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ 3.11 การต่อขดลวดอาร์เมเจอร์แบบสไปแรล

$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวด (cir.Mil)} &= 450 \text{ m}^2 \times \text{ขนาดกระแสที่ต้องการ} & (3.6) \\
 &= 450 \times 5 \text{ แอมป์แปร์} \\
 &= 2,250 \text{ (เปิดเทียบค่าในตารางขนาดลวดทองแดง)}
 \end{aligned}$$

จะได้ขนาดของลวดทองแดงขนาด เบอร์ 17

ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยใช้ลวดขนาด เบอร์ 17 จำนวน 12 ขด แต่ละขดจะพันขดลวดจำนวน 210 รอบ และมีแม่เหล็กถาวร จำนวน 12 ก้อน วางสลับขั้วบวกขั้วลบ บนแผ่นเลซีลวงกลม โครงสร้างของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำจากไม้มีความกว้าง 30 เซนติเมตร ปรอบห่างกัน 10 เซนติเมตร และการต่อขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นการต่อแบบสไปแรล (ดังแสดงในรูปที่ 3.11)