เทคนิคการออกแบบติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์



ภายใต้โครงการยกระดับเศรษฐกิจ
และสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ
(1 ตำบล 1 มหาวิทยาลัย)
ตำบลบ้านปง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

เทคนิคการออกแบบติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถสูบน้ำทั้งจากแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน เช่น บ่อน้ำบาดาล จำกนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อไปขับเคลื่อนมอเตอร์ของปั๊มสูบน้ำให้สูบน้ำในเวลากลางวัน โดยผ่านตู้ควบคุมการทำงานของปั๊มสูบน้ำ น้ำที่สูบได้จะถูกจัดเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ ซึ่งติดตั้งอยู่บนหอสูง น้ำจำกหอสูงจะไหลไปสู่บ้านผู้ใช้น้ำในบริเวณใกล้เคียง และบริเวณพื้นที่ทำเกษตรกรรมนอกจากนั้นเรายังสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ได้ไปใช้กับครัวเรือนได้อีกด้วย

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งต้นแบบมาจากศูนย์พลังงานทดแทนสะอาด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งโครงการมีเป้าหมายในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทน เพื่อสนับสนุนและจัดการการใช้ประโยชน์จากต้นทุนพลังงาน เพื่อการประกอบอาชีพของคนในชุมชน ส่งผลให้เกิดการแก้ไขปัญหาการใช้น้ำของชุมชน เพื่อลดค่าใช้จ่ายของระบบน้ำประปาหมู่บ้านและส่งเสริมศูนย์เรียนรู้ตำบล ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้รับความรู้ในการออกแบบ สามารถติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบพลังงานทดแทนได้ด้วยตนเอง



สารบัญ

03	หลักสูตรการฝึกอบรม
05	เนื้อหาการฝึกอบรม
11	ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
11	สิ่งที่ต้องรู้ในการออกแบบ “ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์”
12	ความต่างของระดับน้ำ เฮด (Head)
12	ชนิดของปั๊มน้ำ
14	ระบบสูบน้ำจะมีทั้งแบบ DC กระแสตรง และ AC กระแสสลับ
17	ความแตกต่างระหว่างตัวควบคุมการชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์ PWM และ MPPT
18	แบตเตอรี่รถยนต์
18	ความแตกต่างระหว่างแบตเตอรี่โซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่รถยนต์
18	แบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์
19	บรรณานุกรม
20	ประวัติคณะผู้จัดทำ

3

หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ
เทคนิคการออกแบบติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
และบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถ

1.1 เข้าใจทฤษฎีการออกแบบ และติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.2 เข้าใจพื้นฐานความรู้ด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้า

1.3 เข้าใจเทคนิคการจัดการพลังงานไฟฟ้า และการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนการออกแบบ และติดตั้งระบบติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.4 เข้าใจแนวทางการจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1.5 การเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบได้อย่างที่ถูกต้องและเหมาะสมตามมาตรฐานการติดตั้งระบบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2. ระยะเวลาฝึกอบรม

ผู้รับการฝึกอบรมจะต้องเข้าฝึกอบรมภาคทฤษฎี จำนวน 6 ชั่วโมง และฝึกภาคปฏิบัติ จำนวน 14 ชั่วโมง รวมเป็น 20 ชั่วโมง โดยจะต้องเข้ารับการฝึกอบรมอย่างน้อยร้อยละ 80 ของระยะเวลาการฝึกอบรมทั้งหมด

3. คุณสมบัติผู้เข้าฝึกอบรม

๓.๑ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา หรือ

๓.๒ เป็นผู้ที่มีความสนใจ และมีอายุตั้งแต่ ๑๕ ปีขึ้นไป หรือ

๓.๓ มีความรู้ และทักษะพื้นฐานด้านไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์ หรือ

๓.๓ เป็นผู้ปฏิบัติงานหรือเคยปฏิบัติงานในสาขาวิชาช่างไฟฟ้า หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง หรือ

4. ใบประกาศนียบัตร

ชื่อเต็ม : เกียรติบัตรรับรองการอบรม ได้ผ่านการอบรมหลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือเทคนิคการติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ภายใต้โครงการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมรายตำบลแบบบูรณาการ(1 ตำบล 1 มหาวิทยาลัย) ตำบลบ้านปง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

4

5. หัวข้อการอบรม

หัวข้อการอบรม	ชั่วโมง	
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
ความรู้ทักษะพื้นฐานด้านไฟฟ้าและระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์	1	-
เทคนิคการติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์	1	2
การวางผังและการตั้งระดับโครงสร้างพื้นที่ติดตั้งระบบติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และการคิดราคางานโครงสร้างระบบฯ	1	3
เทคนิคการเลือกอุปกรณ์ เทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ประกอบให้ได้อย่างที่ถูกต้องและเหมาะสมของระบบการจัดการพลังงานด้วยเทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์	2	1
การต่อใช้งาน และเทคนิคการติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ การเชื่อมต่อ และทดสอบกับระบบจริง	-	4
การใช้เครื่องมือวัดพลังงาน วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัดเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานไฟฟ้า	1	2
การวัดและประเมินผล	-	2
รวม	6	14
	20	

6. เนื้อหาวิชา

6.1 ความรู้ทักษะพื้นฐานด้านไฟฟ้าและระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีไฟฟ้าและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐาน แหล่งกำเนิดไฟฟ้าของระบบไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับฉนวน ตัวนำ ความต่านทาน กระแสไฟฟ้า การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้า (KWh) การคำนวณ พื้นฐานต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า

ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นมาของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์ การทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชั่วโมงและความเข้มข้นของแสงการประยุกต์ใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านต่างๆ พลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ

6.2 เทคนิคการติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้ความสามารถในการตรวจซอมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างถูกวิธี

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ วิธีการ บำรุงรักษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น การตรวจสอบสายไฟฟ้า และจุดตอวงจรไฟฟ้า การทำความสะอาดแผงเซลล์ แสงอาทิตย์ การตรวจสอบคุณภาพแบตเตอรี่ การตรวจสอบเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ การตรวจสอบเครื่องอินเวอร์เตอร์ การตรวจสอบอุปกรณ์ชาร์ตและอุปกรณ์ควบคุมระบบชาร์ต

6.3 เทคนิคการเลือกอุปกรณ์ในการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบให้ได้อย่างที่ถูกต้อง ที่มีความเหมาะสมกับระบบการจัดการพลังงานด้วยเทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้เรียนรู้ และเข้าใจถึงเทคนิค วิธีการทดสอบ การเลือกเทคนิคในการออกแบบ และติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ประกอบให้ได้อย่างที่ถูกต้องและเหมาะสมของระบบการจัดการพลังงานด้วยเทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

คำอธิบายรายวิชา

วิธีการเลือก เทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์
การทดลองโปรแกรมจำลองการทำงานของเทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบต่างๆ ถูกต้อง

6.4 เทคนิคการเลือกอุปกรณ์ เทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ประกอบให้ได้อย่างที่ถูกต้องและเหมาะสมของระบบการจัดการพลังงานด้วยเทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงเทคนิคการเลือกอุปกรณ์ เทคนิคการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบให้ได้อย่างที่ถูกต้องและเหมาะสม

คำอธิบายรายวิชา

มาตรฐานการติดตั้ง และพิกัดพลังงานที่เหมาะสมกับการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ การติดตั้ง และการตรวจวัดค่าอุปกรณ์ในขณะการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

6.5 การต่อใช้งานและเทคนิคการติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์การเชื่อมต่อและทดสอบกับระบบจริง

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจถึงการต่อใช้งานเทคนิคการติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ การเชื่อมต่อ และทดสอบกับระบบจริง

คำอธิบายรายวิชา

การออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ การติดตั้ง และทดสอบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบการทดลองจริง

6.6 การใช้เครื่องมือวัดพลังงานวิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด เศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจถึงการใช้เครื่องมือวัดพลังงาน วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด เศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

เทคนิคการใช้เครื่องมือวัดค่าพลังงาน วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด เศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานไฟฟ้าร่วมกับ Energy Meter ชนิดเชื่อมต่อกับสายสัญญาณ Modbus RTU การลงพื้นที่จริงเพื่อตรวจวัดค่าพลังงานจริงในพื้นที่เป้าหมาย

7

7. วัดและประเมินผล

ข้อสอบทดสอบความรู้ความเข้าใจในระบบโซล่าเซลล์เพื่อการเกษตร Solar pump

1. พลังงานที่ได้จากโซล่าเซลล์ เป็นพลังงานแบบใด ก. เป็นพลังงานความถี่สูง

ข. เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

ค. เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

ง. ถูกทุกข้อ

2. โซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานจาก รูปแบบใด

ก. จากพลังงานแสงเป็นความถี่

ข. จากพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

ค. จากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง

ง. ถูกทุกข้อ

3. เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพในการให้พลังงานไฟฟ้า สูงสุดและในกรณีใด

ก. แผงทำมุม 90 องศา (ตั้งฉาก) กับพื้นโลก

ข. แผงทำมุม 30 องศา กับดวงอาทิตย์

ค. แผงทำมุม 30 องศา กับพื้นโลก

ง. แผงทำมุม 90 องศา (ตั้งฉาก) กับดวงอาทิตย์

4. ปัจจัยใดที่มีความสำคัญมากที่สุดที่จะทำให้ประสิทธิภาพของ เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพน้อยลง

ก. ค่าพลังงานของแดดมีมากกว่า 1000 W/m2

ข. อุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาที่ 25 °C

ค. เซลล์แสงอาทิตย์ถูกบดบังแสง

ง. ถูกทุกข้อ

5. ผลที่เกิดจากการติดตั้งแผงที่ผิดทิศและผิดมุมในรูปแบบต่าง ๆ แบบไหนที่ควรจะทำให้ประสิทธิภาพมีค่าน้อยที่สุด ก. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และ มุม 18°

ข. ทิศใต้ และ มุม 18°

ค. ทิศเหนือ และ มุม 30°

ง. ทิศใต้ และ มุม 50°

6. เครื่องประจุแบตเตอรี่ชนิด MPPT ต่างกับ PWM หรือไม่

ก. เหมือนกันกับ PWM แต่มีราคาแพงกว่า

ข. ต่างจาก PWM ที่มีแบตเตอรี่ในตัว

ค. ต่างกันกับ PWM โดยสามารถแปลงไฟจากกระแสตรง เป็นกระแสสลับได้

ง. ต่างจาก PWM โดยมีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ หรือตัว จับสัญญาณ คอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จาก แผงโซล่าเซลล์ เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่ และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผง เพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มที่ตลอดเวลา

7. ความต้องการน้ำใน 1 วัน ต่อ 1 คน ต้องใช้น้ำกี่ลิตร

ก. 40 ลิตร

ข. 45 ลิตร

ค. 50 ลิตร

ง. 52 ลิตร

8. ค่า Head ในระบบปั้มน้ำคือค่าอะไร

ก. ค่าความสูง

ข. ค่าอัตราการไหลของน้ำ

ค. ค่าแรงดันของปั้มน้ำ

ง. ค่าความเร็วรอบมอเตอร์

9. ค่า CCA ของแบตเตอรี่คือค่าอะไร

ก. ค่าความสามารถในการจ่ายกระแสเพื่อสตาร์ท เครื่องยนต์

ข. ค่าแรงดันของปั้มน้ำ

ค. ค่ากระแสของแบตเตอรี่

ง. ค่าความจุของแบตเตอรี่

10. แบตเตอรี่อะไรไม่เหมาะสมกับระบบโซล่าเซลล์

ก. แบตเตอรี่รถยนต์

ข. แบตเตอรี่ LeFePO4

ค. แบตเตอรี่ Deep Cycle

ง. แบตเตอรี่ NMC

11. BMS (Battery Management System) มีหน้าที่อะไร

ก. จ่ายกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เข้า - ออก เท่าๆกัน และตัดวงจรเหมือนแรงดันสูงและต่ำเกินไป

ข. เฉลี่ยแรงดันแต่ละก้อนให้เท่าๆกัน

ค. ควบคุมอัตราการไหลของประจุไฟฟ้า

ง. ไม่มีข้อถูก

12. ปั๊มน้ำแบบซัมเมอร์ เหมาะสมกับการสูบน้ำแบบไหน

ก. สูบน้ำดาบาล หรือ สูงไประยะไกลๆ

ข. ระยะที่ส่งไม่ไกล

ค. ปั๊มสูบน้ำบ้าน หรืออาคาร

ง. ส่งน้ำมัน

13. ถ้าต้องการปริมาณน้ำมาก ควรออกแบบระบบแบบไหน

ก. เฮด(ความสูง) ต่ำๆ

ข. เฮด(ความสูง) สูงๆ

ค. เพิ่มขนาดแบตเตอรี่

ง. ลดขนาดปั๊มน้ำ

14. ถ้าต้องการออกแบบระบบโซล่าปั๊มควรคำนึงจากอะไรเป็นลำดับแรก

ก. ขนาดแผงโซล่าเซลล์

ข. ความต้องการน้ำ (โหลด)

ค. ชนิดปั๊มน้ำ

ง. ความไกล

15. การสูบน้ำแบบต่อแผงเข้าปั๊มโดยตรง มีอุปกรณ์อะไรบ้าง

ก. แผงโซล่าเซลล์ + ปั๊ม

ข. แผงโซล่าเซลล์ + แบตเตอรี่ + ปั๊ม

ค. แผงโซล่าเซลล์ + อินเวอร์เตอร์ + ปั๊ม

ง. ไฟจากการไฟฟ้า + ปั๊ม

16. อินเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่อะไร

ก. ชาร์จแบตเตอรี่

ข. แปลงจากไฟกระแสตรง เป็น ไฟกระแสสลับ

ค. สูบน้ำ

ง. ส่งน้ำ

17. แบตเตอรี่ ทำหน้าที่อะไร

ก. แปลงจากไฟกระแสตรง เป็นไฟกระแสสลับ

ข. กักเก็บพลังงาน

ค. สูบน้ำ

ง. ผลิตพลังงานไฟฟ้า

18. Active Balance ทำหน้าที่อะไร

ก. ช่วยให้แบตเตอรี่ทุกก้อนมีแรงดันที่เท่ากัน

ข. ชาร์จแบตเตอรี่

ค. กักเก็บพลังงาน

ง. แปลงจากไฟกระแสตรง เป็น ไฟกระแสสลับ

19. ค่าความจุของแบตเตอรี่คืออะไร

ก. Ah

ข. V

ค. A

ง. W

20. ในการออกแบบระบบโซล่าเซลล์ “แบบใช้ไฟโซล่าเซลล์ ร่วมกับไฟจากการไฟฟ้า” ในกรณีที่ไฟจากโซล่าเซลล์ลดลง เนื่องจากฝนตก อินเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่อย่างไร

ก. ตัดไฟฟ้าจากทั้ง 2 แหล่งจ่าย

ข. สลับมาใช้ไฟจากการไฟฟ้า

ค. ทำงานไปเรื่อยๆจนกว่าแสงจะกลับมา

ง. ชาร์จแบตเตอรี่

8. ผู้จัดทำหลักสูตร

1. นายวธัญญู วรรณพรหม ตำแหน่ง นักวิจัย
2. นายพงศ์พณิช จันต๊ะตึง ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล
3. นายวศิน เอี่ยวเฮ็ง ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล

ลงชื่อ.....ผู้ขออนุมัติหลักสูตร

(นายวธัญญู วรรณพรหม)

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกรียงไกร ธารพรศรี)

ผู้อำนวยการสถาบันถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

11

เนื้อหาฝึกอบรม

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar pump)

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar water pump) คือ การประยุกต์น้ำแผงเซลล์แสงอาทิตย์นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องสูบน้ำ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการใช้น้ำมัน อีกทั้งยังมีส่วนช่วยเกษตรกรให้สามารถพึ่งพาตัวเองได้โดยเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย

1. แผงโซล่าร์เซลล์
2. ปั๊มน้ำ
3. เครื่องควบคุมการชาร์จและจ่ายไฟในระบบสูบน้ำ
4. แบตเตอรี่ (ซึ่งอาจมีหรือไม่มีก็ได้)

โดยมีหลักการทำงาน คือ ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถสูบน้ำทั้งจากแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน เช่น บ่อน้ำบาดาล จำกนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อไปขับเคลื่อนมอเตอร์ของปั๊มสูบน้ำให้สูบน้ำในเวลากลางวัน โดยผ่านตู้ควบคุมการทำงานของปั๊มสูบน้ำ น้ำที่สูบได้จะถูกจัดเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ ซึ่งติดตั้งอยู่บนหอสูง น้ำจำกหอสูงจะไหลไปสู่บ้านผู้ใช้น้ำในบริเวณใกล้เคียงและบริเวณพื้นที่ทำเกษตรกรรมนอกจากนั้นเรายังสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ได้ไปใช้กับครัวเรือนได้อีกด้วย

ข้อดี ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.ลงทุนครั้งเดียว หลังจากนั้นสามารถสูบใช้น้ำได้ฟรีๆ

2.สามารถติดตั้งในพื้นที่ห่างไกล ไม่ต้องต่อสายไฟของการไฟฟ้าเข้าไปในพื้นที่

ข้อเสีย ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1.ในบางกรณีต้องมีแหล่งเก็บน้ำที่สูบขึ้นมาได้ เนื่องจากแสงอาทิตย์มีธรรมชาติที่ให้พลังงานไม่สม่ำสมอ จึงต้องมีแหล่งกักเก็บน้ำเป็นที่สำรองน้ำเพื่อกำรใช้น้ำที่ต่อเนื่อง

สิ่งที่ต้องรู้ในการออกแบบ “ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์”

1. ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (Flow) อาจจะระบุเป็นปริมาณลูกบาตรเมตรต่อวัน หรือลูกบาตรเมตรต่อเดือน เพื่อให้สามารถออกแบบขนาดระบบได้เหมาะสมต่อการใช้งาน

2. ความต่างของระดับน้ำ (Head) โดยคิดเป็นระยะทางแนวดิ่งจากจุดที่ทำการสูบน้ำไปจนถึงปลายสุดของท่อส่งน้ำ เพื่อคำนวณพลังงานที่ต้องใช้ในการสูบน้ำต่อลูกบาตรเมตร

3. ชนิดของแหล่งน้ำ เช่น แหล่งน้ำผิวดิน (เช่น แม่น้ำ คลอง บึง ทะเลสาบ) หรือบ่อน้ำบาดาล มีผลต่อการเลือกชนิดของปั๊มน้ำ โดยส่วนมาก แหล่งน้ำผิวดินที่ระยะ Head ไม่สูงจะใช้ปั๊มน้ำแบบหอยโข่ง เนื่องจากมีราคาถูก ปริมาณ Flow เยอะ แต่หากเป็นบ่อน้ำบาดาลที่มีระยะ Head สูงๆ นั้น ส่วนมากจะแนะนำให้ใช้ปั๊มแบบจุ่ม เพื่อให้สามารถสูบน้ำขึ้นไปที่สูงๆได้

4. ปั๊มน้ำ DC เป็นทางเลือกที่ดีกว่า ปั๊มน้ำ AC ในแง่ประสิทธิภาพ ดังนั้นหากมีปั๊ม DC ที่ขนาดเหมาะกับงานของเรา ก็ควรเลือกใช้ปั๊ม DC แต่หากไม่มีปั๊ม DC ที่เหมาะสม หรือต้องการสลับใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าในบางช่วงเวลาจึงเลือกใช้ปั๊ม AC แทน

5. หากในพื้นที่สูบน้ำมีสายส่งของการไฟฟ้าร่วมอยู่ด้วย การเลือกใช้ระบบที่รองรับทั้ง solar cell และไฟจากการไฟฟ้าสามารถช่วยลดขนาดของถังกักเก็บน้ำ หรือลดจำนวนของแผง solar cell ทำให้การลงทุนมีความคุ้นค่ามากขึ้น

ความต่างของระดับน้ำ เฮด (Head)

น้ำเมื่อถูกสูบขึ้นไปจากระดับล่างไปยังระดับที่สูงกว่าสมมุติว่าความสูงในแนวดิ่งของระดับน้ำทั้งสองคือ Ha เฮดที่ต้องการสำหรับปั๊มคือผลรวมทั้งหมดของเฮดที่สูญเสียซึ่งเกิดจากการที่น้ำไหลผ่านท่อดูดและท่อจ่ายความเร็วเฮด (velocity) ที่ปลายท่อจ่ายและความดันที่แตกต่างระหว่างระดับน้ำทั้งสองจนเพิ่มถึง Ha เรียกว่าเฮดรวม (total head)

ชนิดของปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ หรือ เครื่องสูบน้ำ คืออุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด ซึ่งปั๊มน้ำมีทั้งแบบที่ใช้มอเตอร์ (ไฟฟ้า) และ แบบที่ใช้เครื่องยนต์ (น้ำมัน) ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงาน เพื่อเพิ่มแรงดันและส่งน้ำไปตามท่อ ปัจจุบันปั๊มน้ำที่ใช้กันภายในบ้านจะเป็นแบบใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ปั๊มน้ำถูกนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน ประเภทของปั๊มที่มีการนำมาใช้งานจริงนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ

1.ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) หรือแบบอาศัยแรงกลไกการเหวี่ยงหนีศูนย์ของๆเหลวในการพาของเหลว เป็นปั๊มประเภทที่สามารถผลิตเฮดน้ำ โดยการเพิ่มความเร็วของน้ำซึ่งได้จากการหมุนของใบพัดไปตามตัวเรือนของปั๊ม อัตราการไหลของน้ำจะแปรผันตามความดันด้านขาออก (Discharge)

2.ปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวก (Positive Displacement Pump) หรือแบบอาศัยการแทนที่ของๆเหลวในการพาของเหลว เป็นปั๊มประเภทที่ให้น้ำเข้าไปแทนที่อยู่ในปริมาตรในเรือนปั๊มอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถให้อัตราการไหลของน้ำที่คงที่ ถึงแม้ว่าความดันด้านขาออก (Discharge) จะมีการแปรผัน

เราสามารถแบ่งชนิดของปั๊มน้ำออกเป็น 4 ชนิดหลักๆ คือ

1). ปั๊มน้ำอัตโนมัติ เหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ หรือบ้านเดี่ยว เป็นระบบสวิตซ์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดไฟ มีกำลังส่งน้ำไปยังจุดต่างๆภายในบ้านได้ดี สามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำทั่วไปได้

2). ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอพาร์ทเม้นท์ ,อาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ หรือบ้านเดี่ยว เป็นปั๊มอัตโนมัติควบคุมแรงอุปกรณ์เกี่ยวกับน้ำให้มีแรงดันคงที่ กำลังส่งน้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น

3). ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแทงค์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำ sprinkle สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูงๆ

4). ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออกจากบ่อหรือแหล่งน้ำ เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ ถึงแม้ว่าปั๊มน้ำแบบจุ่มจะมีกำลังส่งต่ำ แต่สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณมาก

ปั๊มน้ำสำหรับบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่ จะเป็นชนิดสำเร็จรูป ประกอบด้วยตัวปั๊มและถังความดัน ซึ่งจะมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบที่เป็นตัวปั๊มเกาะอยู่บนถังความดันและมีฝาครอบที่เรียกว่า “ปั๊มกระป๋อง” ตัวปั๊มจะควบคุมการทำงาน ด้วย สวิทซ์ความดัน (Pressure Switch) ซึ่งจะทำงานอัตโนมัติเมื่อมีการเปิดใช้น้ำในบ้าน ในการเลือกปั๊มน้ำใช้ในบ้านพักอาศัย จึงควรเลือกปั๊มที่มีถังความดันประกอบสำเร็จเป็นชุด เพราะถังความดันจะเก็บน้ำช่วยรักษาความดันภายในท่อส่งน้ำ และมีผลให้ในขณะใช้งานปั๊มน้ำไม่ต้องทำงานตลอดเวลา จึงช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และปั๊มน้ำจะมีอายุการใช้งานนานขึ้นด้วย อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องประกอบกันมาอย่างดี มีความคงทน ไม่เป็นสนิมง่าย และมีตัวป้องกันมอเตอร์ไหม้ และควรเลือกกำลังมอเตอร์ของปั๊มให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ไม่เลือกขนาดกำลังมอเตอร์ที่เล็กเกินไป เพราะจะทำให้ปั๊มทำงานบ่อย สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

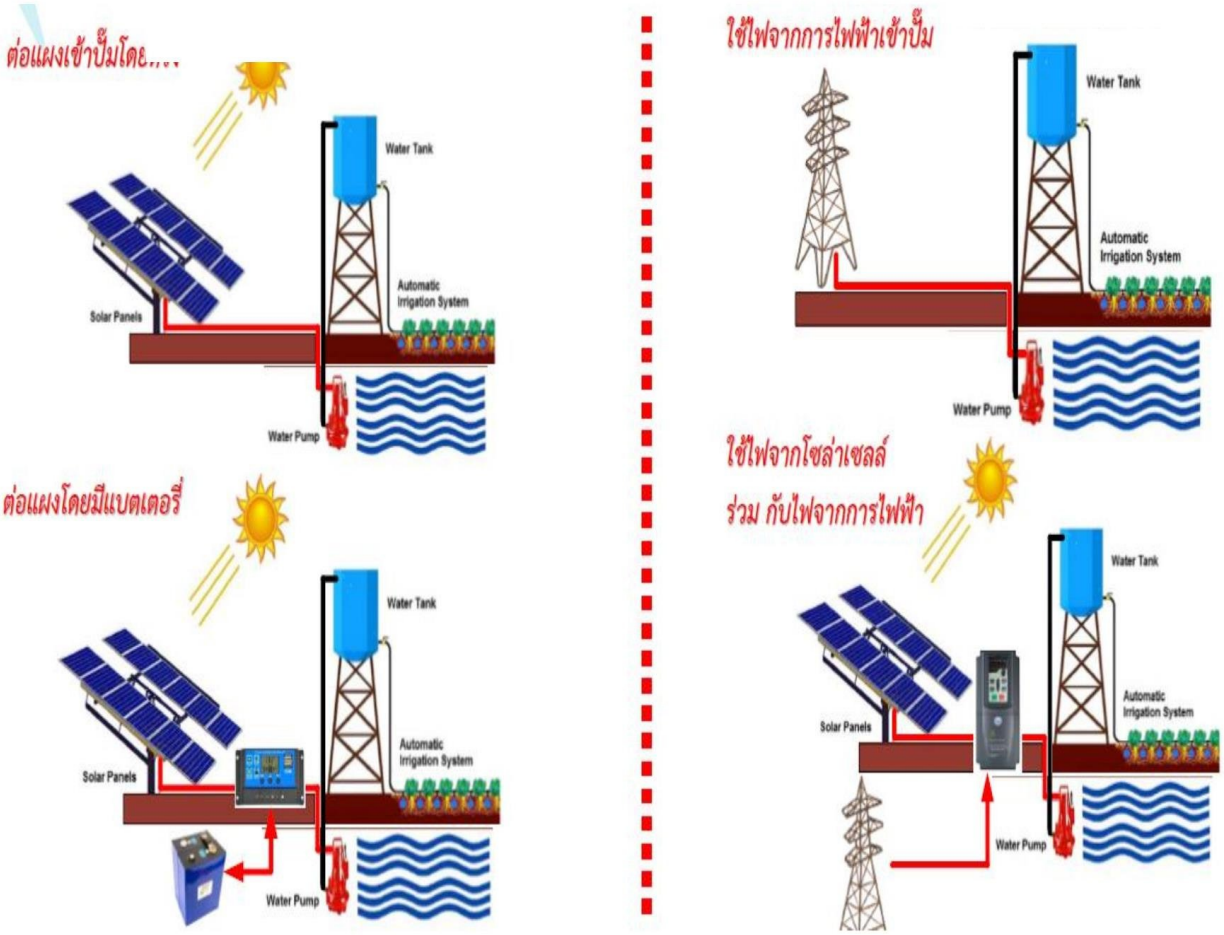
สำหรับการเลือกปั๊มน้ำที่ใช้กับอาคารขนาดใหญ่หรือใช้ในระดับโรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นต้องพิจารณาให้ละเอียด เนื่องจากมีขนาดใหญ่และมีเรื่องราคาและค่าบำรุงรักษาเข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบก่อนที่จะทำการเลือกปั๊มน้ำคือ ชนิดของของเหลวที่ต้องการสูบ, อุณหภูมิ ความหนืด ความหนาแน่น อัตราการสูบ (Flow rate)ที่ต้องการ, ความดันหรือความสูงที่ต้องยกของเหลวนั้น ๆ ขึ้นไป หรือที่เรียกว่า เฮด (Head), ความเร็วรอบของปั๊มที่เป็นไปได้, ลักษณะของระบบท่อที่มีอยู่, ข้อมูลต่าง ๆ จากผู้แทนจำหน่ายเกี่ยวกับปั๊มน้ำ

การเลือกซื้อปั๊มน้ำ เครื่องสูบน้ำ เราควรรู้ถึงประสิทธิภาพการทำงานและสเปคของปั๊มว่าเป็นอย่างไรบ้าง ให้ปริมาณน้ำได้มากน้อยแค่ไหน รู้กำลังแรงม้า ไฟฟ้าที่ใช้กี่เฟส ระยะทางที่สามารถส่งน้ำไปถึง และขนาดท่อส่งน้ำ นอกจากการรู้ถึงสเปคของปั๊มน้ำแล้วเราจำเป็นจะต้องรู้รายละเอียดการใช้น้ำของเราเองด้วยว่าเราต้องการจะใช้น้ำในปริมาณมากน้อยเพียงใด เช่น ถ้าจะติดตั้งสปริงเกอร์ต้องรู้ปริมาณน้ำและแรงดันของสปริงเกอร์ เลือกปั๊มน้ำ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ปั๊มทะเล/เคมีสำหรับสูบน้ำทะเลหรือเคมี, ปั๊มหอยโข่งสำหรับงานเกษตร งานสปริงเกลอร์ งานประปาหมู่บ้านหรืองานดับเพลิง , ปั๊มแช่สำหรับงานดูดน้ำบาดาล น้ำดีหรือน้ำเสีย นอกจากนี้แล้วควรเลือกขนาดของปั๊มให้เหมาะสม ในการเลือกต้องดูว่าปั๊มสามารถจ่ายปริมาณน้ำได้มากน้อยแค่ไหนเพียงพอกับการใช้งานหรือไม่ รวมไปถึงแรงดันน้ำที่ต้องการ

ระบบสูบน้ำจะมีทั้งแบบ DC กระแสตรง และ AC กระแสสลับ

ปั๊มน้ำแบบกระแสตรง DC

ปั๊มน้ำแบบกระแสสลับ AC



ตัวอย่าง

1.การออกแบบ ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในหมู่บ้านมีประชากรจำนวน 300 คน และมีความสูงจากหัวเครื่องสูบน้ำ ถึง แท้งค์น้ำ 10 เมตร

300 * 50 = 15000 ลิตร / วัน

หรือเท่ากับ 1.5ลบ.ม.

15000 ลิตร / 4.5ชั่วโมง (ค่าแดดต่อวัน)

= 3333.33ลิตร / ชั่วโมง

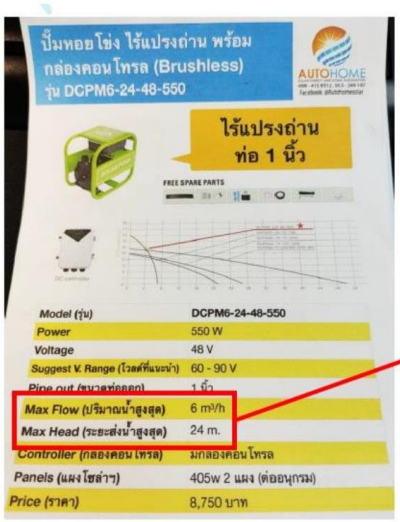
= 55.55 ลิตร / นาที

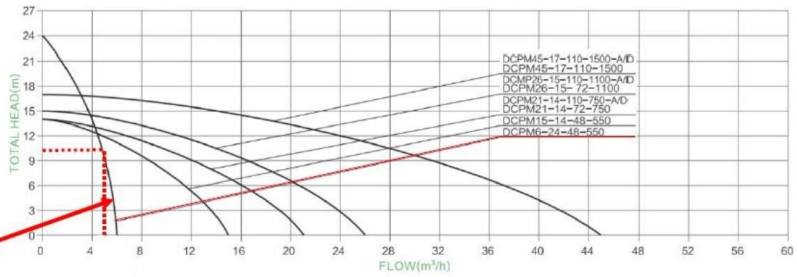
2.หาสเปคปั๊มน้ำ

เงื่อนไข

ความสูง 10เมตร

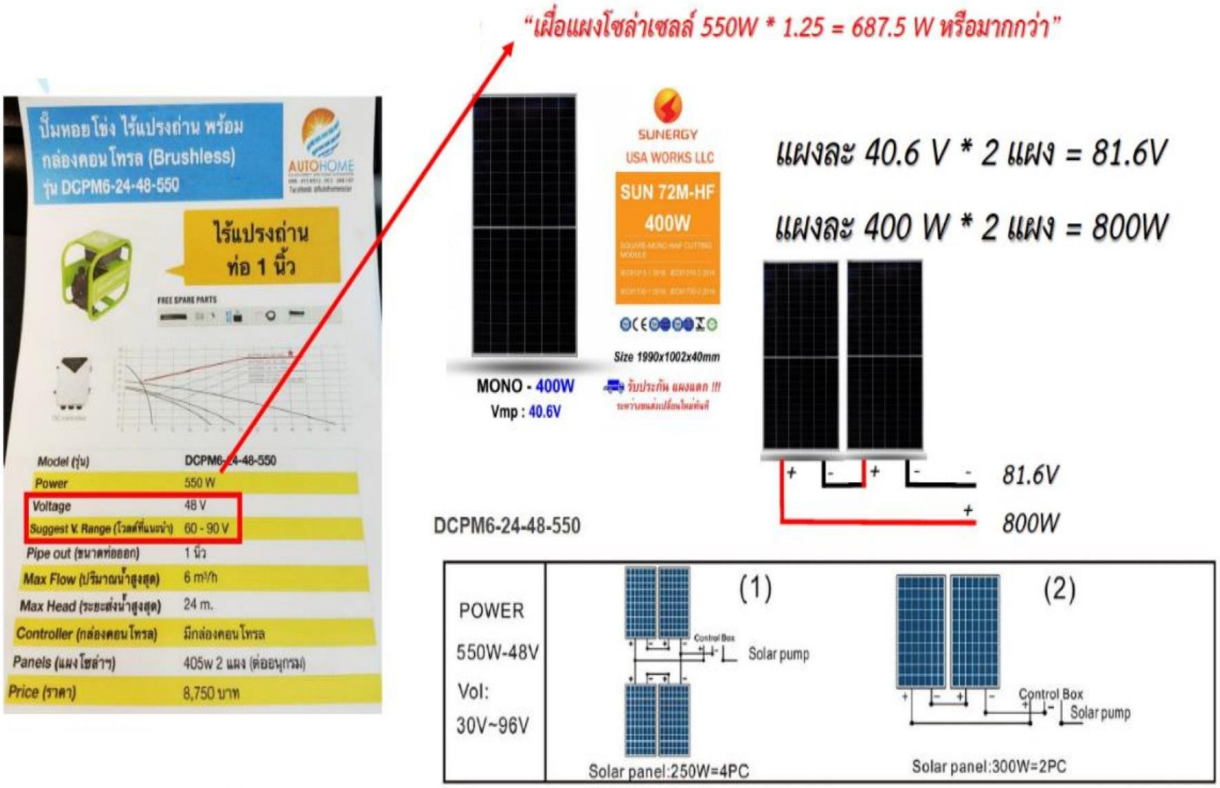
ต้องการน้ำอย่างน้อยชั่วโมงละ 3334 ลิตร / ชั่วโมง





จากสเปคปั๊มน้ำ ที่ความสูง 10 เมตร สามารถสูบน้ำได้ ประมาณ 5000 ลิตร / ชั่วโมงสามารถใช้งานได้

3. หาขนาดแผงที่ปั๊มน้ำต้องการ



4. หาขนาดแบตเตอรี

*กรณีใช้แบตเตอรี่

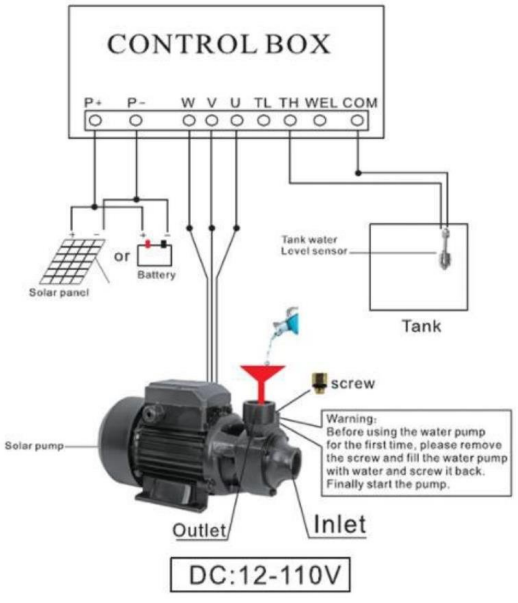
ปั๊มน้ำขนาด 550W / 4.5 ชั่วโมง (ค่าแดดใน 1วัน)

= 122.2 Wh

122.2 Wh / 48 V = 2.54 Ah

แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับระบบ

48V 5 Ah หรือมากกว่า



17

ความแตกต่างระหว่างตัวควบคุมการชาร์จพลังงานแสงอาทิตย์ PWM และ MPPT

- ด้วยตัวควบคุม PWM กระแสไฟฟ้าจะถูกดึงออกจากแผงเหนือแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในขณะที่
- ด้วยตัวควบคุม MPPT กระแสไฟฟ้าจะถูกดึงออกจากแผงที่แผง "แรงดันไฟฟ้าสูงสุด" (คิดว่าตัวควบคุม MPPT เป็น "ตัวแปลง DC อัจฉริยะ")

  แผงกระแสไฟสูงสุด (Imp)Imp)= 9.85 A

  แผงแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmp))= 40.6 V



ควบคุม PWMPWM พลังงานที่ดึงมำจากแผงคือ 9.85 A * 13 V = 128.05 วัตต์ พลังงานจำนวนนี้จะถูกดึงโดยไม่คำนึงถึงอุณหภูมิของแผงโดยที่แรงดันไฟฟ้าของแผงยังคงอยู่เหนือแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

* แรงดันแบตเตอรี่ = 13V (แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่อาจแตกต่างกันไประหว่าง 10.8V -14.4V



ตัวควบคุม MPPTMPPTพลังงานจากแผงคือ 9.85A * 40.6 V = 400 วัตต์ ที่เมื่ออุณหภูมิ 25 ° C เงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน เพิ่มขึ้น ทุก ๆ 10 ° C แรงดันไฟฟ้าลดลง 4% เช่น อุณหภูมิ 35 ° C แรงดันจะอยู่ที่ 38.97V พลังงานจากแผงจะได้เท่ากับ 38.97V * 9.85 A = 383.91 วัตต์

แบตเตอรี่รถยนต์

แบตเตอรี่ในรถยนต์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสาคัญอันดับต้นๆ ของการขับใช้งานรถยนต์ แบตเตอรี่ถูกออกแบบมาเพื่อทาหน้าที่ป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆเช่น เครื่องยนต์ ระบบไฟส่องสว่างและระบบต่างๆที่ต้องการกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยงเพื่อให้ทางานได้ เช่น มอเตอร์สตาร์ต ระบบจุดระเบิด ในขณะที่ทาการสตาร์ตเครื่องยนต์

1. แบบเปียก(กรดตะกั่ว) นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่ แบ่งย่อยออกได้อีกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ต้องเติม และดูแลน้ำกลั่นบ่อยๆอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง กับ แบบกึ่งแห้ง MF (maintenance free)ไม่ต้องดูแลบ่อย ซึ่งจะกินน้ำกลั่นน้อยมาก โดยทั้ง 2 แบบนี้ จะมีฝา ปิด-เปิด สำหรับเติมน้ำกลั่น ในแบบแรกนี จะมีอำยุกำรใช้งานโดยประมาณ 1.5-2 ปี แต่ไม่ควรเกิน 3 ปี ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน ข้อดีคือมีราคาถูก อายุการใช้งานยาวนานถ้าดูแลอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ดีเมื่อถึงอายุการใช้งานของมันก็สมควรที่จะเปลี่ยนแบตเตอรี่ลูก ใหม่ได้แล้ว

2. แบบแห้ง SMF (Sealed Maintenance Free Car Battery) ข้อดีคือไม่ต้องเติมน้ำกลั่น แต่มีราคาแพง แบตเตอรี่แบบนี้ไม่มีฝา ปิด-เปิด สำหรับเติมน้ำกลั่น หรือไม่ก็ถูกซีลทับฝาไปเลย แต่จะมีตาแมวไว้สำหรับไว้คอยตรวจเช็คระดับน้ำกรด และ ระดับไฟชาร์จ

ความแตกต่างระหว่างแบตเตอรีโซล่าเซลล์กับแบตเตอรีรถยนต์

อย่างแรกที่แตกต่างเป็นเรื่องประเภทของแบตเตอร์รี่ แบบที่ใช้กับรถยนต์จะเป็นประเภทที่เรียกว่า Automotive Batteryในขณะที่แบตเตอรี่ของโซล่าเซลล์จะเป็นกลุ่มของ Deep Cycle Battery นั่นหมายความว่าทั้ง 2 ประเภทนี้ ต่างกันตั้งแต่องค์ประกอบภายในแล้ว และระบบแบบ Deep Cycle Battery ก็ส่งผลให้มีข้อดีที่โดดเด่นกว่าแบตเตอรี่ธรรมดา ดังนี้

- แบตเตอรี่โซล่าเซลล์ ถูกออกแบบมาเพื่อการทั้งงานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสไฟสูง จึงมีคุณสมบัติการจ่ายกระแสไฟสูงๆ ได้อย่างต่อเนื่องยาวนานมากกว่าแบตเตอรี่รถยนต์หลายเท่า
- เมื่อแบตเตอรี่ต้องจ่ายกระแสไฟสูงๆ เป็นเวลานาน แผ่นธาตุภายในแบตเตอรี่โซล่าเซลล์จึงจำเป็นต้องมีความหนา และแข็งแรงทนานมากกว่า
- แบตเตอรี่โซล่าเซลล์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า
- ระดับการจ่ายไฟของแบตเตอรี่โซล่าเซลล์มีค่าความเสถียรมากกว่า ซึ่งดีต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆด้วย

แบตเตอรี่สำหรับเก็บพลังงานแสงอาทิตย์

(Deep Cycle Battery)เป็นกลุ่มแบตเตอรี่ที่ดูแลง่าย ใช้งานทน และที่สำคัญยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แบบคงที่ต่อเนื่องเป็นเวลานานเท่าที่ต้องการอีกด้วย

เลือกแบตเตอรี่ขนาดเท่าไหร่ดี

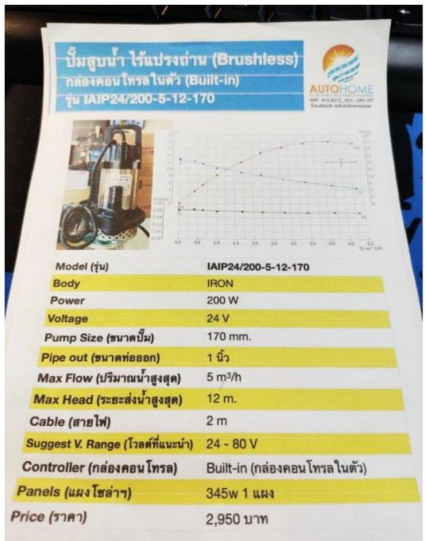
200W * 3 ชั่วโมง(สำรองไฟ 1วัน)

= 600 Wh

600 Wh / 24 V = 25 Ah

ต้องใช้แบตเตอรี่ มากกว่า 24V 25 Ah

แนะนำให้ใช้แบตชนิด LiFePO 4



19

บรรณานุกรม

“รูปแบบการผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์” บริษัท โซล่าฮับ จำกัด, 10 ธ.ค. 2558. [สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2564] HTTPS://WWW.SOLARHUB.CO.TH/SOLAR-INFORMATION/SOLAR-FORMAT/311-OFF-GRID-SOLARCELL.

วิชัย เตชะมหพันธ์. การพัฒนาระบบทดสอบสมรรถนะทางเทคนิคของระบบสูบน้ำด้วยโซล่าเซลล์ตามมาตฐาน IEC 62253 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 2560.

นิจนันท์ สามาอาพัฒน์. การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำ, สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชนบท ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2557.

“แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย ตลอดปี แต่ละช่วงเดือน” SOLAR GEN โซลาร์เจน. [สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2564] จาก HTTP://WWW.SOLARGEN.CO.TH/TH/BLOG/1012/BLOG-1012.

“คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์” SOLAR GEN โซลาร์เจน, [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2564] จาก HTTP://WWW.SOLARGEN.CO.TH/TH/BLOG/1004/BLOG-1004.

“หลักการทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่ง” EBARA, [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน 2564] จาก HTTP://WWW.KTWGROUP-EBARA.COM/หลักการทำงานของปั๊มน้ำหอยโข่ง-2.

“ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL PUMP)” IENERGY GURU. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กันยายน 2564] HTTPS://IENERGYGURU.COM/2015/09/PUMP.

ศูนย์วิจัยระบบพลังงานสะอาด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา(ดอยสะเก็ด)

ประวัติผู้จัดทำ



1. ชื่อ-สกุล นายวธัญญู วรรณพรหม
สังกัด / หน่วยงาน : สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
การศึกษา : ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา



2. ชื่อ-สกุล พงศ์พณิช จันต๊ะตึง
สังกัด / หน่วยงาน : สาขาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์
การศึกษา : ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร



3. ชื่อ-สกุล นายอธิวัฒน์ สุขโชติ
สังกัด / หน่วยงาน : สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
การศึกษา : นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา