คู่มือโซล่าเซลล์เพื่อการเกษตร

ฉบับชาวบ้าน

สำนักพัฒนาพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน

สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

8 กันยายน 2563

คำนำ

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็น การใช้ในเชิงพานิชย์เพื่อขายไฟฟ้าให้แก่ภาครัฐ การนำมาใช้ในครัวเรือนเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน และที่สำคัญคือ การนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆในการเกษตรกรรม เช่น การใช้โซล่าเซลล์เป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าให้กับเครื่องสูบน้ำ การใช้โซล่าเซลล์เพื่อผลิตไฟฟ้าในเวลากลางวันและเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับผู้ที่อาศัยในพื้นที่ที่แนวสายส่งไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง

สำหรับการนำเอาระบบโซลล์มาใช้เพื่อการเกษตรกรรมนั้น ยังมีเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจจำนวนไม่น้อยที่ยังขาดความเข้าใจในระบบโซล่าเซลล์ เนื่องจาก ส่วนประกอบในระบบส่วนใหญ่นั้นเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็คทรอนิค ซึ่งโดยทั่วไปเราจะซื้อระบบโซล่าเซลล์สำเร็จรูปมาใช้ โดยขาดความเข้าใจ ทำให้ประสบปัญหาในการใช้งานเป็นอย่างมาก

ทางคณะผู้จัดทำจึงจัดทำคู่มือเล่มนี้เพื่อให้ผู้ที่สนใจที่จะนำระบบโซล่าเซลล์มาใช้ในการเกษตรกรรมนั้นมีความเข้าใจในระบบโซล่าเซลล์มากขึ้น สามารถออกแบบระบบโซลล่าเซล์ที่ไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถนำตัวอย่างในคู่มือไปประยุกต์ใช้งานรวมทั้งสามรถติดตั้งและบำรุงรักษาระบบโซล่าเซลล์ได้ด้วยตนเอง

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	**ก**
สารบัญ	**ข**
สารบัญภาพ	**ค**
สารบัญตาราง	**จ**
บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของโซล่าเซลล์	**1**
1.1 โซล่าเซลล์ คืออะไร ?	1
1.2 โซล่าเซลล์ทำงานอย่างไร ?	2
1.3 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์	3
1.4 ส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์	7
1.5 อุปกรณ์ประกอบระบบโซล่าเซลล์	9
บทที่ 2 การคำนวณออกแบบระบบโซล่าเซลล์	**18**
บทที่ 3 ระบบโซล่าเซลล์เพื่อเกษตรกรรม	**31**
บทที่ 4 วิธีการติดตั้งและบำรุงรักษา	**37**
ภาคผนวก	**40**

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผงโซล่าเซลล์	1
ภาพที่ 2 ลักษณะการใช้งานโซล่าเซลล์	2
ภาพที่ 3 แผงแบบโมโนคริสตันไลน์ (Monocrystalline)	3
ภาพที่ 4 แผงแบบโพลีคริสตันไลน์ (Polycrystalline)	4
ภาพที่ 5 แผงแบบอะมอฟัส (Amorphous) หรือ แบบฟิล์มบาง (Thin film)	5
ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์	7
ภาพที่ 7 Label สเปคแผงโซล่าเซลล์	8
ภาพที่ 8 PWM Solar Charge Controller	9
ภาพที่ 9 MPPT Solar Charge Controller	10
ภาพที่ 10 แบตเตอรี่ (Battery)	11
ภาพที่ 11 การต่อแบตเตอรี่แบบนุกรม	12
ภาพที่ 12 การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน	13
ภาพที่ 13 อินเวอร์เตอร์แบบ Pure sine wave (Pure sine wave inverter)	14
ภาพที่ 14 อินเวอร์เตอร์แบบ Modified sine wave (Modified sine wave inverter)	15
ภาพที่ 15 สวิตช์ตัดตอน	16
ภาพที่ 16 สายไฟ	17
ภาพที่ 17 วงจรโซล่าเซลล์ระบบแบบอิสระ (Stand Alone)	18
ภาพที่ 18 ระบบวงจรโซล่าเซลล์ระบบที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On Grid)	19

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 19 ระบบวงจรโซล่าเซลล์ระบบแบบผสม (Hybrid)	20
ภาพที่ 20 แสดงลักษณะการต่อแผงโซล่าเซลล์แบบอนุกรม	22
ภาพที่ 21 แสดงลักษณะการต่อแผงโซล่าเซลล์แบบขนาน	23
ภาพที่ 22 ชุดสูบน้ำบาดาลโซล่าเซลล์	31
ภาพที่ 23 ชุดปั๊มสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์	33

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ชนิด 6

ตารางที่ 2 รายละเอียดวัสดุโครงการโซล่าเซลล์สูบน้ำบ่อบาดาลขนาด 4 นิ้ว 750 วัตต์ 72 โวลล์ 32

ตารางที่ 3 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดปั๊มสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน
72 โวลล์ 750 วัตต์ 34

ตารางที่ 4 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดสูบน้ำปั๊มชัก 2 นิ้ว มอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน
750 วัตต์ 48 โวลล์ 35

ตารางที่ 5 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดโซล่าเซลล์สำหรับกระท่อมปลายนาหรือชุดนอนนา 36

ตารางที่ 6 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 12 โวลล์ 41

ตารางที่ 7 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 24 โวลล์ (ชนิดโพลี) 41

ตารางที่ 8 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 24 โวลล์ (ชนิดโมโน) 42

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของโซล่าเซลล์

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับโซล่าเซลล์

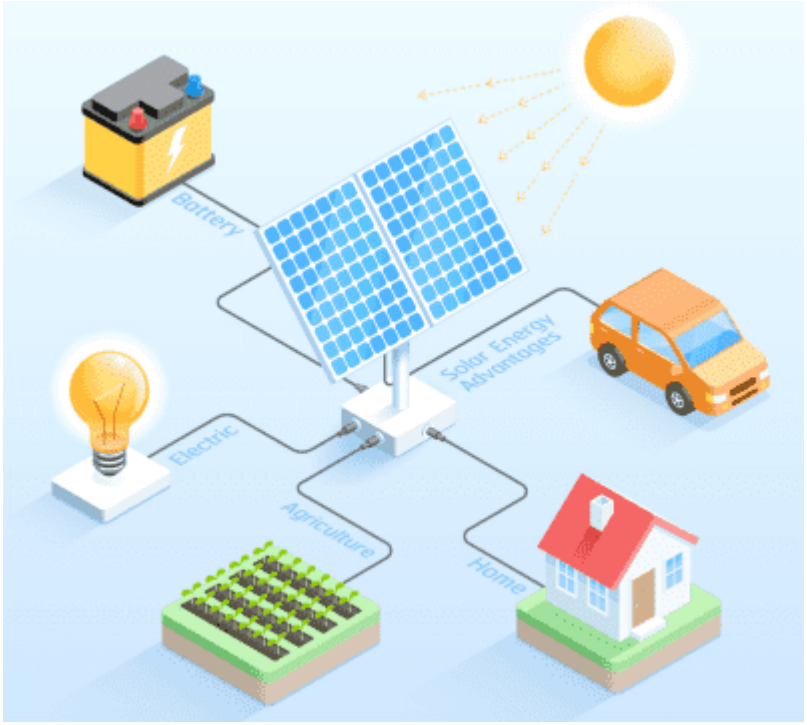
1.1 โซล่าเซลล์ คืออะไร ?

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผงโซล่าเซลล์

ที่มา: https://www.amornsolar.com

โซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถใช้ได้ทั้งในครัวเรือนและการเกษตรกรรม เช่น ปั๊มสูบน้ำ หลอดไฟ พัดลม ซึ่งเหมาะสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใช้ไฟฟ้าในแปลงเกษตรกรรมที่แนวสายส่งไฟฟ้าเข้าไม่ถึง

1.2 โซล่าเซลล์ทำงานอย่างไร ?



ภาพที่ 2 ลักษณะการใช้งานโซล่าเซลล์

ที่มา: https://www.electronicbub.com

หลักการทำงานของโซล่าเซลล์ คือ การแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์หรือแสงแดดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งสามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงได้ ซึ่งในประเทศไทย โซล่าเซลล์จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในช่วงเวลา 11.00 – 16.00 น. เฉลี่ยวันละประมาณ 5 ชั่วโมง และมีอายุการใช้งานประมาณ 20-30 ปี

ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)

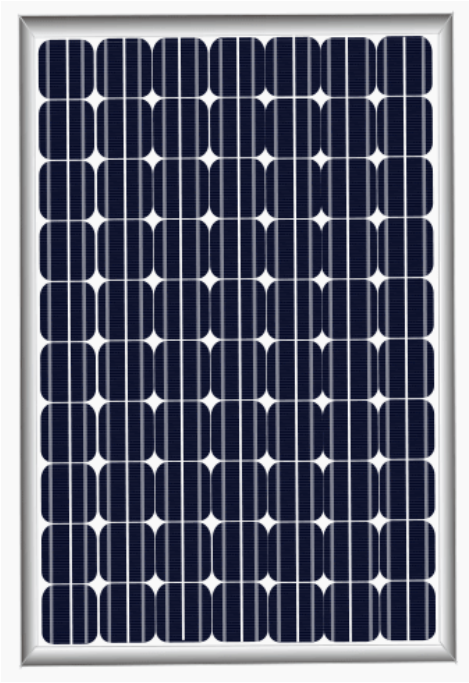
เครื่องไฟฟ้ากระแสตรง (DC) คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ระบบแรงดันไฟฟ้า 12V, 24V หรือ สามารถต่อใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ได้โดยตรง เช่น พัดลม หลอดไฟ วิทยุ ปั๊มน้ำ

เครื่องไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านทั่วไปโดยในประเทศไทยจะใช้ที่ระบบแรงดัน 220 V/380 V

1.3 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์

โดยทั่วไป แผงโซล่าเซลล์ที่มีขายในท้องตลาดมีอยู่ 3 ชนิด

1.3.1 แผงแบบโมโนคริสตันไลน์ (Monocrystalline) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ***แบบโมโน***



ภาพที่ 3 แผงแบบโมโนคริสตันไลน์ (Monocrystalline)
ที่มา: https://solarmagazine.com/solar-panels

เราสามารถสังเกตแผงชนิดนี้ได้จาก จุดสี่เหลี่ยม ที่มีอยู่ทั่วแผง ซึ่งแผงชนิดนี้มีประสิทธิภาพประมาณ 15 – 20 % ขึ้นไป โดยมีอายุการใช้งาน 25 - 30 ปี ขึ้นไป

ข้อดี เป็นแผงชนิดที่มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุด มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

ข้อเสีย มีราคาสูงที่สุด

1.3.2 แผงแบบโพลีคริสตันไลน์ (Polycrystalline) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ***แบบโพลี***

ภาพที่ 4 แผงแบบโพลีคริสตันไลน์ (Polycrystalline)

ที่มา: https://solarmagazine.com/solar-panels

เราสามารถสังเกตแผงชนิดนี้ได้จาก ช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีอยู่ทั่วแผง ซึ่งแผงชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพประมาณ 13 – 16 % ขึ้นไป โดยมีอายุการใช้งาน 20 - 25 ปี ขึ้นไป

ข้อดี หาซื้อได้ง่าย และราคาถูก

ข้อเสีย ประสิทธิภาพในการผลิตภาพต่ำกว่าแบบโมโน

1.3.3 แผงแบบอะมอฟัส (Amorphous) หรือ แบบฟิล์มบาง (Thin film)

ภาพที่ 5 แผงแบบอะมอฟัส (Amorphous) หรือ แบบฟิล์มบาง (Thin film)

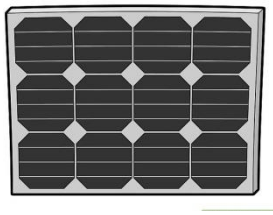
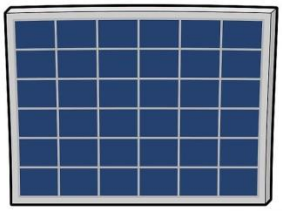
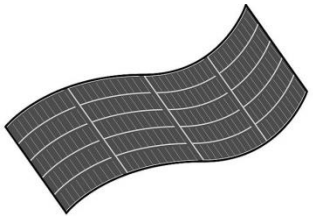
ที่มา: https://solarmagazine.com/solar-panels/

แผงชนิดนี้ จะมองเห็นเป็นแผ่นเรียบๆ ไม่มีช่องซึ่งแผงประเภทนี้มีประสิทธิภาพ 7 - 13 % ขึ้นไป ซึ่งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 ชนิด จึงเป็นชนิดที่มีราคาต่ำที่สุดด้วยเช่นกัน โดยมีอายุการใช้งาน 3 - 5 ปี ขึ้นไป

ข้อดี สามารถทำงานได้ดีกว่าแผงชนิดอื่นในกรณีที่อุณหภูมิสูง

ข้อเสีย ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าต่ำที่สุด

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ชนิด

	แบบโมโนคริสตันไลน์ (Monocrystalline) 	**แบบโพลีคริสตันไลน์** (Polycrystalline) 	**แบบอะมอฟัส** (Amorphous) 
ประสิทธิภาพ	15 – 20 % ขึ้นไป	13 – 16 % ขึ้นไป	7 – 13 % ขึ้นไป
อายุการใช้งาน	25 – 30 ปี ขึ้นไป	20 – 25 ปี ขึ้นไป	3 – 5 ปี ขึ้นไป
ราคาของแผง	ราคาสูงที่สุด	ราคาปานกลาง	ราคาต่ำที่สุด

1.4 ส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์

ภาพที่ 6 ส่วนประกอบของแผงโซล่าเซลล์

ที่มา: https://aecbrand.com/diy-solarcell-book

1) แผ่นด้านหน้าของแผง เป็นส่วนที่คอยรับแสงอาทิตย์ และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

2) เฟรมอะลูมีเนียม เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ ในการรับน้ำหนักแผง หรือใช้เป็นจุดยึดแผงเข้ากับโครงสร้างอื่น ๆ

3) จังชั่นบ็อกซ์ และสายไฟ เป็นกล่องรวมสายไฟขั้วบวกและขั้วลบ ของแผงโซล่าเซลล์ไว้ด้วยกัน ซึ่งกล่องจังชั่นบ็อกซ์จะถูกติดตั้งไว้ด้านหลังของแผงโซล่าเซลล์

4) ป้าย Label บอกสเปคแผง ทำหน้าที่ในการบอกขนาดของวัตต์(W) /โวลต์(V) แอมป์(A) และประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

วิธีการอ่าน Label สเปคของแผงโซล่าเซลล์

ภาพที่ 7 Label สเปคของแผงโซล่าเซลล์

ที่มา: http://www.solar-thailand.com/TH/Prapa-2HP-1Phase.asp

ด้านหลังของแผงโซล่าเซลล์ จะมีฉลากติดอยู่ จะเป็นตัวบอกสเปคหรือความสามารถของแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งจะมีข้อมูลที่เราจำเป็นต้องรู้เพื่อใช้ในการออกแบบ ดังนี้

1) Maximum Power พิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด วัตต์(W) เป็นค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงโซล่าเซล์สามารถผลิตได้ต่อแผง

2) Maximum Voltage พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด โวลต์(V) เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าสูงของแผงโซล่าเซลล์

3) Maximum Power Current พิกัดกระแสสูงสุด แอมป์(A) เป็นค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซล่าเซลล์

1.5 อุปกรณ์ประกอบระบบโซล่าเซลล์

1.5.1 โซล่าชาร์จเจอร์คอนโทรลเลอร์ (Solar Charger Controller) หรือ เครื่องควบคุมการชาร์จ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ลงแบตเตอรี่ของระบบโซล่าเซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เราออกแบบไว้ โซล่าชาร์จเจอร์คอนโทรลเลอร์ จะต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1. ควบคุมให้การชาร์จแบตเตอรี่เป็นไปอย่างปลอดภัย รวดเร็วและสมบูรณ์
2. ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าของแบตเตอรี่
3. ป้องกันแบตเตอรี่จากการชาร์จประจุมากเกินไป
4. ป้องกันกระแสไฟฟ้าย้อนจากแบตเตอรี่ไปยังแผงโซล่าเซลล์

โซล่าชาร์จเจอร์คอนโทรลเลอร์ solar charge controller แบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะหลักการทำงาน คือ

1) PWM (Pulse Width Modulation) หลักการทำงาน ก็คือ ควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ให้คงที่ ด้วยระบบดิจิทัล (Digital) ตามค่าที่ปรับไว้ เพื่อให้ประหยัดพลังงาน และสามารถควบคุมการประจุไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดี ทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็ว

ภาพที่ 8 PWM Solar Charge Controller

ที่มา: https://www.epsolarpv.com/product/9.html

PWM Solar Charge Controller มีขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการใช้งานตามระดับปริมาณกระแสไฟใช้งาน ดังต่อไปนี้ 10A 20A 30A 40A 50A 60A และเลือกตามแรงดัน Input ได้แก่ 12V 24V 48V หรือ 96V

2) MPPT (Maximum Power Point Tracking) หลักการทำงานของตัวนี้ ก็คือ มีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ หรือตัวจับสัญญาณ คอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่ และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มที่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงหมดห่วงเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ขณะที่สภาพแสงแดดภายนอกไม่คงที่ แสงแดดอ่อนๆ ในช่วงเช้า/ ช่วงเย็น หรือตอนครึ้ม ๆ ก่อน/หลังฝนตก

ภาพที่: 9 MPPT Solar Charge Controller

ที่มา https://www.solarpowersupply.eu/epsolar-20a-mppt-charge-controller-12-24v

MPPT Solar Charge Controller มีขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการใช้งานตามระดับปริมาณกระแสไฟใช้งาน ดังต่อไปนี้ 10A 20A 30A 40A 50A 60A และเลือกตามแรงดัน Input ได้แก่ 12V 24V 48V หรือ 96V

ข้อแนะนำ

เครื่องควบคุมการชาร์จแบบ PWM สามารถหาซื้อได้ง่ายกว่า และมีราคาถูกกว่า แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบ MPPT

1.5.2. แบตเตอรี่ (Battery)

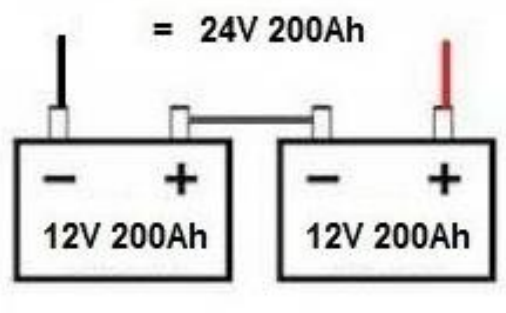
เป็นอุปกรณ์ที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ เพราะแผงโซล่าเซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในเวลากลางวันแต่ในเวลากลางคืนไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ หากเกษตรกรมีความต้องการที่จะใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืน จะต้องใช้แบตเตอรี่ เพื่อเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ใช้

สำหรับระบบโซล่าเซลล์ เกษตรกรควรเลือกใช้แบตเตอรี่แบบจ่ายประจุสูง (Deep Discharge Battery) เพราะถูกออกแบบให้เราสามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ ได้ โดยไม่เกิดความเสียหาย ซึ่งต่างจากแบตเตอรี่รถยนต์ ที่ถูกออกแบบมาเพื่อจ่ายไฟในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งหากเรานำมาใช้งานเป็นเวลานานจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็วขึ้น

ภาพที่ 10 แบตเตอรี่ (Battery)
ที่มา: http://www.jycbattery.com.cn/productsdetails?product_id=85

การต่อแบตเตอรี่แบบต่างๆ

1) การต่ออนุกรม



ภาพที่ 11 การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม

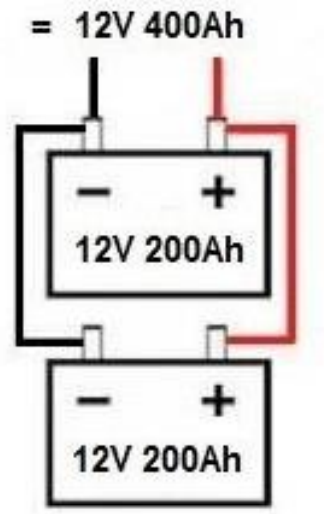
ที่มา: http://th.smartnewenergy.com/info/how-to-connect-batteries-in-series-and-paralle-31290663.html

เมื่อเราเชื่อมต่อแบตเตอรี่สองลูกโดยต่อขั้วบวกของลูกที่ 1 เข้ากับขั้งบวกของลูกที่ 2 เราจะสามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็นสองเท่าในขณะที่ยังคงรักษาความเข้มของไฟฟ้าไว้ ตัวอย่างเช่น:

แบตเตอรี่ 150Ah ขนาด 12 โวลต์หนึ่งลูกและแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ขนาด 150Ah ที่ต่ออยู่ในซีรีย์เท่ากับ 24 โวลต์และ 150 Ah

แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 100Ah หนึ่งลูกและแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ขนาด 100 โวลต์หนึ่งชุดต่อชุดเท่ากับ 24 โวลต์และ 100 แอมป์

2) การต่อแบบขนาน



ภาพที่ 12 การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน

ที่มา: http://th.smartnewenergy.com/info/how-to-connect-batteries-in-series-and-paralle-31290663.html

เมื่อเราเชื่อมต่อแบตเตอรี่สองลูกโดยการต่อขั้วบวกเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบเข้ากับ เราจะสามารถเพิ่มความจุได้สองเท่า (ระดับกำลังไฟ) ขณะที่ยังคงรักษาแรงดันไฟฟ้าเท่าเดิม

ตัวอย่างเช่น:

แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์ 10A หนึ่งลูก + แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 10A ที่ต่อแบบขนานเท่ากับ 12 โวลต์และ 20 แอมป์

แบตเตอรี่ 150Ah ขนาด 12 โวลต์หนึ่งลูกและแบตเตอรี่ขนาด 150 โวลต์ขนาด 12 โวลต์หนึ่งก้อนในแบบคู่ขนานเท่ากับ 12 โวลต์และ 300 แอมป์

1.5.3 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์ Inverter ทำหน้าที่ในการแปลงกระแสไฟฟ้า จากไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เนื่องจากไฟฟ้าที่ได้จากแผง Solar cell นั้น เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งไม่สามารถใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านซึ่งส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ จึงต้องใช้ Inverter เป็นอุปกรณ์การแปลงไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็น ไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า Inverter มีทั้งแบบที่แปลงไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ให้เป็นไฟฟ้า กระแสสลับ (ไฟฟ้า บ้าน) ซึ่งเรียกว่า Standalone inverter และแบบแปลง ไฟฟ้าจาก Solar cell โดยตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เรียกว่า Grid tied inverter อินเวอร์เตอร์แปลงแรงดันไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ (Off grid inverter, standalone inverter) หรือบางครั้งเรียกว่า อินเวอร์เตอร์แบบ Off grid หรือ อาจจะเรียกว่า Standalone inverter แบ่งตาม ลักษณะของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ 2 แบบคือ

1) อินเวอร์เตอร์แบบ Pure sine wave (Pure sine wave inverter) ให้รูปคลื่นของสัญญาณไฟฟ้าออกเป็น รูปคลื่นซายน์ (Sine wave) มีประสิทธิภาพดี เหมาะกับการใช้งาน ทั่วไป หรืองานที่ต้องการ คุณภาพของสัญญาณไฟฟ้าสูง เช่น ระบบเครื่องส่งวิทยุ อุปกรณ์ภายในชุมสาย โทรคมนาคม

ภาพที่ 13 อินเวอร์เตอร์แบบ Pure sine wave (Pure sine wave inverter)

ที่มา: http://www.mrtoolshop.com/index.php?route=product/product&product_id=225

2) **อินเวอร์เตอร์แบบ Modified sine wave** หรือ Step wave (Modified sine wave inverter) ให้รูปคลื่นของสัญญาณไฟฟ้าออกเป็น รูปคลื่นสี่เหลี่ยม(Step wave) เหมาะกับการใช้งานทั่วไป เช่น การใช้ งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ภาพที่ 14 อินเวอร์เตอร์แบบ Modified sine wave หรือ Step wave (Modified sine wave inverter)

ที่มา: https://shopee.co.th/Inverter-Meanwell-1500W-24Vdc-230Vac-Modified-Sine-Wave-i.35114826.596112047

1.5.4 สวิตช์ตัดตอน

เพื่อความปลอดภัยสำหรับตัวเกษตรกรเอง ในระบบโซล่าเซลล์ควรติดตั้งสวิตช์ตัดการเชื่อมต่อเพื่อแยกส่วนประกอบต่างๆ ของระบบได้ สวิตช์ตัดการเชื่อมต่อ จะถูกติดตั้งระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จหรืออินเวอร์เตอร์ โดยแนะนำให้ใช้สำหรับระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 60 โวลล์ขึ้นไป

<u>ข้อแนะนำ</u>

ห้ามใช้สวิตช์ตัดการเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป เพราะทุกครั้งที่ทำการตัดการเชื่อมต่อ จะเกิดประกายไฟ ประกายไฟจากไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิดความเสียหายมากกว่าไฟฟ้ากระแสสลับ

ภาพที่ 15 สวิตช์ตัดตอน

ที่มา: https://th.aliexpress.com/item/32843031911.html

1.5.5 สายไฟฟ้า

ภาพที่ 16 สายไฟฟ้า
ที่มา: https://th.aliexpress.com/item/32844228668.html

การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์สำหรับใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์นั้นไม่ได้จบที่การติดตั้งเท่านั้น เพราะนอกจากการติดตั้งแล้วเรายังต้องเลือกใช้สายไฟโซล่าเซลล์ให้เหมาะสมกับการใช้งานอีกด้วย แต่เรื่องของสายไฟโซล่าเซลล์ยังเป็นสิ่งที่หลายคนมีคำถามและข้อสงสัย เช่น

สายไฟทั่วไปใช้กับโซลล่าเซลล์ได้หรือไม่ ?

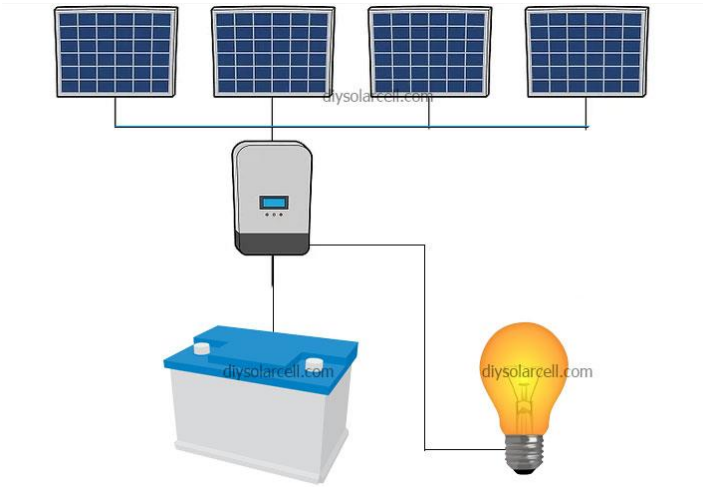
สายไฟทั่วไปที่เราใช้กันนั้นจะมีฉนวนภายนอกแบบ PVC หรือ XLPE มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ประมาณ 70 องศาเซลเซียส ส่วนแกนภายในเป็นทองแดงสำหรับนำไฟฟ้า แต่สายไฟโซล่าเซลล์หรือ PV1-F จะเป็นสายไฟสำหรับไฟกระแสตรงที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับระบบโซล่าเซลล์โดยเฉพาะหากนำสายไฟแบบปกติที่ไม่ได้เคลือบดีบุกมาใช้ เมื่อผ่านไปนานๆ สายไฟอาจเสื่อมสภาพลงจนส่งผลต่อการส่งกระแสไฟฟ้าทำให้ได้ไฟน้อยลงหรือคืนทุนได้ช้าลง นอกจากนี้ฉนวนของสายไฟธรรมดายังมีความเหนียวต่ำกว่าสายไฟโซล่าเซลล์ อาจทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร จนเกิดอุบัติเหตุและอัคคีภัยได้ เพราะฉะนั้นในการใช้งานโซล่าเซลล์ จึงควรใช้สายไฟโซล่าเซลล์ PV1-F ไม่ควรใช้สายไฟทั่วไป

บทที่ 2
การคำนวณออกแบบระบบโซล่าเซลล์

2.1 ระบบการติดตั้งโซล่าเซลล์โดยทั่วไป

กระแสไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Dc) และสามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉพาะช่วงเวลากลางวันขณะที่มีแสงแดดเท่านั้น ซึ่งถ้าต้องการใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ จะต้องอุปกรณ์ช่วยแปลงไฟเรียกว่าอินเวอร์เตอร์ (Inverter) และหากต้องการใช้งานไฟฟ้าในเวลากลางคืน จะต้องใช้แบบเตอรี่เป็นแหล่งเก็บสะสมพลังงานที่ผลิตได้ในตอนกลางวันด้วย ซึ่งสามารถแบ่งระบบโซล่าเซลล์ที่ใช้กันโดยทั่วไปได้ ดังนี้

2.1.1 ระบบแบบอิสระ (Stand Alone)



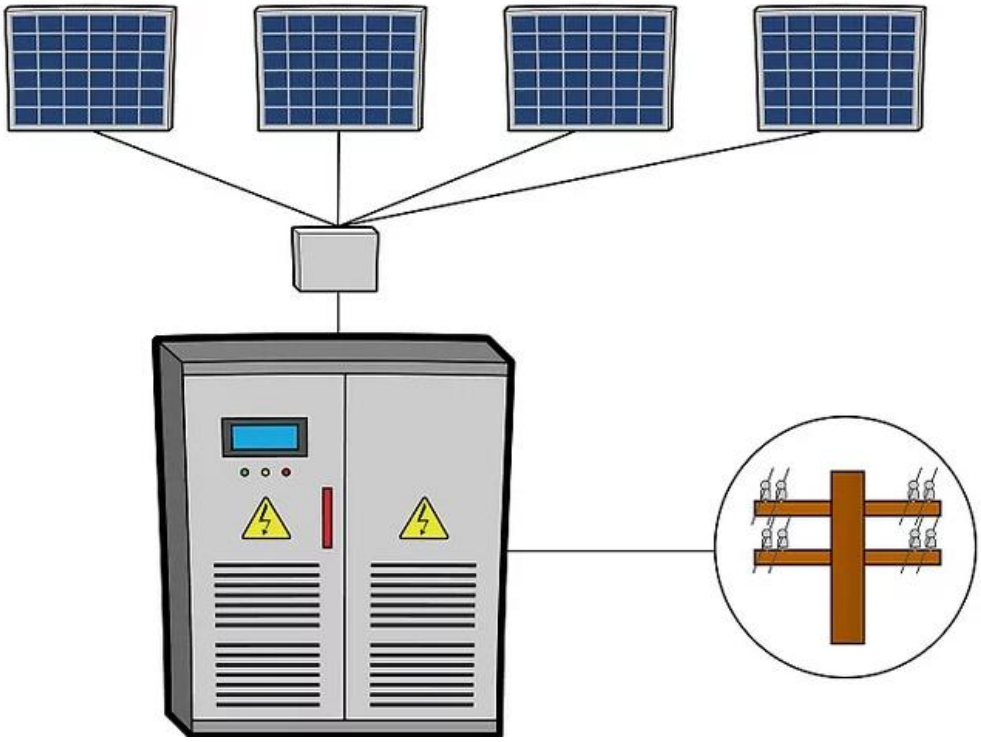
ภาพที่ 17 วงจรโซล่าเซลล์ระบบแบบอิสระ (Stand Alone)

ที่มา: https://diysolarcell.com

ระบบแบบอิสระเป็นการต่อวงจรโซล่าเซลล์ที่ไม่มีการไปพ่วงต่อกับระบบไฟฟ้าอื่นๆ เป็นชุดสำเร็จเพื่อการทำไฟฟ้าที่ได้ไปใช้งาน ระบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกล ระบบไฟฟ้าพื้นฐานไม่ถึง เหมาะกับพื้นที่ทำการเกษตร เช่น นาข้าว สวนยาง ไร่มันสำปะหลัง และฟาร์มต่าง ๆ โดยจะมี 2 ระบบ ให้เลือกใช้ คือ แบบที่ 1 แบบใช้ไฟกลางวัน และแบบที่ 2 แบบใช้ไฟกลางคืน ข้อดีของระบบนี้คือ ไม่มีการเชื่อมต่อกับสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้า

ทำให้สามารถใช้งานได้เลยทันทีไม่ต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้า เป็นระบบที่มีราคาถูกที่สุด เกษตรกรสามารถติดตั้งได้ด้วยตัวเอง

2.1.2 ระบบที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On Grid)

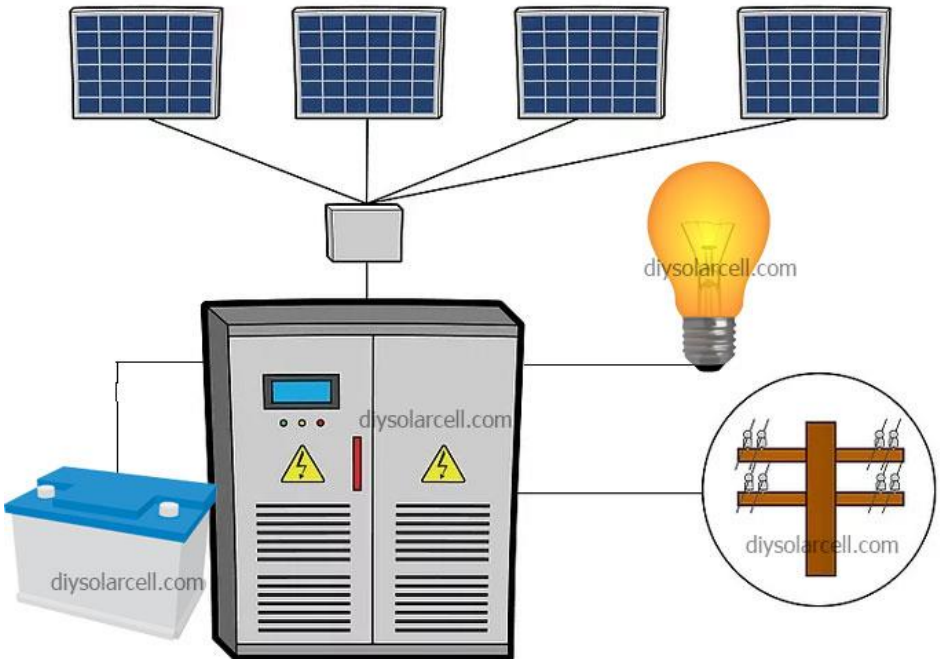


ภาพที่ 18 ระบบวงจรโซล่าเซลล์ระบบที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On Grid)

ที่มา: https://diysolarcell.com

ระบบ on grid เป็นการผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์โดยไม่ต้องสร้างที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า แต่ให้ทำการต่อพ่วงเข้ากับระบบไฟฟ้าพื้นฐานระบบนี้เหมาะสำหรับ บ้าน สำนักงาน ประหยัดค่าไฟเฉพาะตอนกลางวัน กลางคืนต้องใช้ไฟของการไฟฟ้า ซึ่งระบบนี้มีการเชื่อมต่อกับสายส่งของการไฟฟ้า ต้องขออนุญาติจากการไฟฟ้าก่อนทำทำการติดตั้ง ข้อเสียของระบบนี้คือ ราคาค่อนข้างสูง ทำการติดตั้งยาก ควรให้ผู้เชี่ยวชาญ เช่น วิศวกร และทีมช่างไฟฟ้าติดตั้งให้

2.1.3 ระบบแบบผสม (Hybrid)



ภาพที่ 19 ระบบวงจรโซล่าเซลล์ระบบแบบผสม (Hybrid)

ที่มา: https://diysolarcell.com

ระบบแบบผสม (Hybrid) เป็นการติดตั้งระบบวงจรไกล้คียงกับระบบ on grid แต่มีการสำรองไฟไว้ในแบตเตอรี่ ระบบนี้เหมาะสำหรับ บ้าน สำนักงาน มีแบตเตอรี่เก็บพลังงานไฟฟ้า จึงสามารถใช้ไฟได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ซึ่งระบบนี้มีการเชื่อมต่อสายส่งของการไฟฟ้า ทำให้เวลาติดตั้ง ต้องขออนุญาติจากการไฟฟ้า ข้อเสียของระบบนี้คือ ราคาค่อนข้างสูงมาก และทำการติดตั้งยากมาก ควรให้ผู้เชี่ยวชาญ เช่น วิศวกร และทีมช่างไฟฟ้าติดตั้งให้

จากระบบโซล่าเซลล์ ที่กล่าวมาทั้ง 3 ระบบ พบว่าที่ดีที่สุดสำหรับเกษตรกรที่อยู่ห่างไกล คือ ***“ระบบ Stand Alone แบบใช้งานได้อย่างอิสระ”***เพราะทำให้เกษตรกรประหยัดเงินมากที่สุด โดยใช้เงินเพียงแค่หลักร้อย ถึงหลักหมื่นแค่นั้นเอง ส่วนระบบอื่น ๆ เช่น แบบ On Grid และ Hybrid มีความยุ่งยากและซับซ้อน และที่สำคัญมีราคาสูงกว่าแบบ Stand Alone เป็นอย่างมาก

2.2 การคำนวณออกแบบ

การพิจารณาในการติดตั้งระบบไฟฟ้าโซล่าเซลล์จำเป็นต้องมีการคำนวณออกแบบเพื่อให้ระบบวงจรมีความสมบูรณ์และมีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและเป็นการประหยัด ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณพื้นฐานทั่วไป

สูตรการคำนวณกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์

P(วัตต์) = V(โวลลต์) X I(แอมป์)

P คือ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น W (วัตต์) เช่น วัตต์ของแผงโซล่าเซลล์และวัตต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า

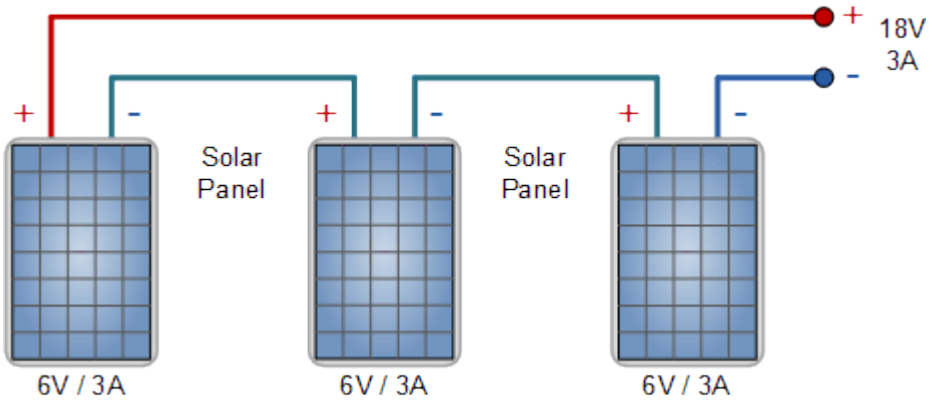
V คือ แรงดันไม่ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Volt(โวลต์) เช่น โวลต์ของแผงโซล่าเซลล์และโวลล์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า

I คือ ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็น A (แอมป์) เช่น ปริมาณแอมป์ที่แผงโซล่าเซลล์ผลิตได้และปริมาณแอมป์เครื่องใช้ไฟฟ้า

2.3 การต่อแผงโซล่าเซลล์

การต่อแผงโซล่าเซลล์มีวัตถุประสงค์การใช้งาน บางครั้งมีความต้องการใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก แต่แผงโซล่าเซลล์มีขนาดมาตรฐาน ไม่สามารถให้ไฟฟ้าได้เพียงพอในแผงเดียว จำเป็นต้องใช้แผงโซล่าเซลล์จำนวนมากต้องมีการต่อพ่วงเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า (Volt) หรือกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น (แอมป์) มีวิธีการต่อแผง ดังนี้

2.3.1 แบบอนุกรม



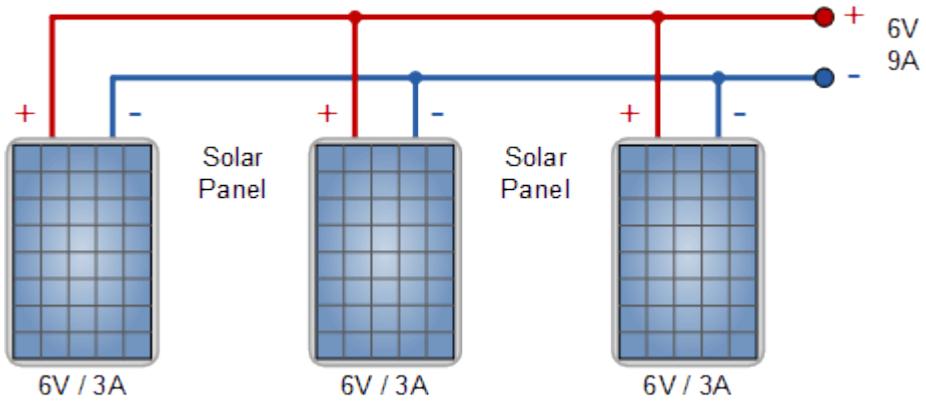
รูปภาพที่ 20 แสดงลักษณะการต่อแผงโซล่าเซลล์แบบอนุกรม

การต่อแบบอนุกรม คือ การต่อขั้วบวกของแผงโซล่าเซลล์กับขั้วลบของแผงโซล่าเซลล์อีกแผง จุดเด่นของวงจรแบบอนุกรม คือทำให้แรงดันหรือโวลล์เพิ่มขึ้นตามจำนวนแผง จะดีต่อการแปลงไฟฟ้าไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการแรงดันสูงได้ง่าย

ผลลัพธ์ที่ได้

- กำลังไฟฟ้า(วัตต์ W) เพิ่มขึ้น
- แรงดันไฟฟ้า(โวลท์ V) เพิ่มขึ้น
- กระแสไฟฟ้า(แอมป์ A) เท่าเดิม

2.3.2 แบบขนาน



ภาพที่ 21 แสดงลักษณะการต่อแผงโซล่าเซลล์แบบขนาน

การต่อแบบขนาน คือ การต่อขั้วบวกของแผงโซล่าเซลล์กับขั้วบวกของแผงโซล่าเซลล์อีกแผง และต่อขั่วลบของแผงโซล่าเซลล์กับขั้วลบของแผงโซล่าเซลล์อีกแผง สิ่งที่ได้คือกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่โวลล์เท่าเดิม

ผลลัพธ์ที่ได้

- กำลังไฟฟ้า(วัตต์ W) เพิ่มขึ้น
- แรงดันไฟฟ้า(โวลท์ V) เท่าเดิม
- กระแสไฟฟ้า(แอมป์ A) เพิ่มขึ้น

2.4 การเลือกใช้ระบบโซล่าเซลล์เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน

- ***เราจะต้องรู้ก่อนว่าเราจะนำระบบโซล่าเซลล์มาใช้เพื่อทำอะไร*** เช่น
  - เพื่อสูบน้ำ
  - เพื่อส่องสว่าง
  - เพื่อใช้ในแปลงเกษตรกรรมหรือครัวเรือน
- ***ระบบแรงดันของเครื่องใช้ไฟฟ้า*** ให้เราดูว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าของเราเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงหรือเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ

การใช้งานระบบโซล่าเซลล์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันมี ดังนี้

2.4.1 ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ใช้ไฟกลางวัน เป็นระบบที่ประหยัดที่สุด ใช้เฉพาะในตอนกลางวัน โดยไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ เหมาะสำหรับ : นำไปใช้ในการลดต้นทุนในการผลิตให้กับเกษตรกรโดยระบบใช้ไฟกลางวันเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเกษตรกรเพราะจะทำให้เกษตรกรไม่ต้องจ่ายค่าไฟ หรือค่าน้ำมันในการสูบน้ำเข้านาและทำการเกษตร อีกทั้งระบบนี้ยังเป็น ระบบที่ใช้เงินลงทุนน้อยที่สุด ทำให้เกษตรกรที่มีเงินลงทุนน้อยก็สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีโซล่าเซลล์ เช่น ปั๊มน้ำโซล่าเซลล์

ขั้นตอนการออกแบบระบบโซล่าเซลล์แบบ Stand alone ใช้ไฟกลางวัน

- ตรวจสอบขนาดโวลต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- เลือกขนาดโวลต์แผงโซล่าเซลล์ ให้เหมาะสมกับ ขนาดโวลต์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- หาจำนวณของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าตามที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ
- ตรวจตอบระบบแรงดันไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u> หากเกษตรกรต้องการใช้ปั๊มซับเมอร์ส 1 แรงม้า 750 วัตต์/24 โวลล์ เพื่อสูบน้ำบาดาล

1) ก่อนทำการคำนวณออกแบบระบบ เกษตรกรจะต้องทราบพิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อนำมาเลือกพิกัดของแผงโซลล่าเซลล์จากแรงไฟฟ้าเป็น 24 โวลล์

2) ดูค่าพิกัดการใช้ไฟฟ้า จากฉลากที่ติดมากับเครื่องใช้ไฟฟ้าจากตัวอย่าง คือ 750 วัตต์

3) หาจำนวนแผงจากวัตต์เครื่องใช้ไฟฟ้า/วัตต์ของแผงโซล่าเซลล์

= 750/330

= 2.27 แผง ปัดเศษขึ้น เป็น 3 แผง

4) พิจารณาแรงดันไฟฟ้าแผงโซล่าเซลล์ขนาด 330w ต่อขนานกัน เพื่อไม่ให้แรงดันไฟฟ้ามากเกินไป

2.4.2 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ใช้ไฟกลางวัน

ระบบนี้เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับอยู่แล้ว ซึ่งระบบนี้จะคล้ายกับระบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรง แต่จะมีการใช้อินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ โดยระบบนี้สามารถใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ปั้มน้ำ

ขั้นตอนการออกแบบระบบโซล่าเซลล์แบบอิสระ ใช้ไฟกระแสสลับในเวลากลางวัน

- ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ
- หาพิกัดของอินเวอร์เตอร์ และกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตได้จากแผง
- หาจำนวณของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าตามที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ
- ตรวจตอบระบบแรงดันไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้ได้ตามพิกัดของอินเวอร์เตอร์

ตัวอย่างการคำนวณ ปั๊ม 2 แรงม้า 1500 วัตต์ 220 โวลล์

1) ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการปั๊มน้ำต้องการใช้กำลัง ไฟฟ้า 1500 วัตต์

2) หาพิกัดของอินเวอร์เตอร์ และกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตได้จากแผงเมื่อต้องการกำลังไฟฟ้า 1500 วัตต์ อินเวอร์เตอร์ก็จะต้องแปลงไฟได้ไม่น้อยกว่า 1500 วัตต์

3) หาจำนวณของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าตามที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการในการแปลงกระแสไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ จะมีการสูญเสียกระแสไฟฟ้า ในขณะแปลงด้วยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 85 %ซึ่งเราสามารถคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตได้จาก

กำลังไฟที่ต้องการ(วัตต์)/ประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์

=1500/0.85

=1764.7 วัตต์ หรือประมาณ 1800 วัตต์

เมื่อเราทราบกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตแล้ว เราสามารถหาจำนวณแผงที่จะต้องใช้ได้จาก

กำลังไฟที่ต้องผลิตได้ (วัตต์)/กำลังไฟฟ้าต่อแผง (วัตต์)

= 1800/330

= 5.45 แผง ให้ปัดเศษขึ้น จะต้องใช้ 6 แผง

4) ตรวจตอบระบบแรงดันไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้ได้ตามพิกัดของอินเวอร์เตอร์ ระบบแรงดันจะต้องไม่เกิน พิกัดของ อินเวอร์เตอร์

2.4.3 ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ใช้ไฟกลางคืน

ระบบนี้คือระบบที่สะดวกที่สุดและทำให้เกษตรกรสบายที่สุดจุดเด่นคือ เป็นระบบโซล่าเซลล์ ที่ใช้งานง่ายมาก สามารถใช้ไฟได้ทั้งในตอนกลางวันกลางคืน โดยระบบนี้จะมีแบตเตอรี่เป็นตัวเก็บสำรองพลังงานไฟฟ้า เหมาะสำหรับ : นำไปใช้ในพื้นที่ทำการเกษตร ที่สายส่งไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึงหรือใช้ในพื้นที่ทำการการเกษตรที่ความยุ่งยากในการลากสายไฟเข้าไปใกล้ ๆ เช่น ฟาร์มกุ้ง บ่อเลี้ยงปลา สวนยางพารา

ขั้นตอนการออกแบบระบบโซล่าเซลล์แบบอิสระ ใช้ไฟกลางคืน

- เลือกขนาดโวลต์แผงโซล่าเซลล์ ให้เหมาะสมกับ ขนาดโวลล์ของแบตเตอรี่
- หาขนาดแบตเตอรี่โดยการนำ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมง ที่เปิดใช้งาน
- หาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถ ผลิตแอมป์ใส่แบตเตอรี่เต็มภายใน 1 วัน (คิด ชม. แดด 4 ชม)
- เลือกโซล่าชาร์จเจอร์

ตัวอย่างการคำนวณ หากเกษตรกรต้องการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ที่กระท่อมปลายนาซึ่งระบบสายส่งของการไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง โดยมีรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการใช้ดังต่อไปนี้

- พัดลมตั้งโต๊ะ 32 วัตต์ 12 โวลล์ จำนวน 1 ตัว ใช้งาน 4 ชั่วโมง
- หลอดไฟ 5 วัตต์ 12 โวลล์ จำนวน 4 หลอด ใช้งาน 6 ชั่วโมง
- โทรทัศน์สี 19 นิ้ว 20 วัตต์ 12 โวลล์ จำนวณ 1 เครื่อง ใช้งาน 4 ชั่วโมง
- หม้อหุงข้าว 100 วัตต์ 12 โวลล์ จำนวน 1 เครื่อง ใช้งาน 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนการออกแบบ

1) เลือกขนาดโวลต์แผงโซล่าเซลล์ ให้เหมาะสมกับ ขนาดโวลต์ของแบตเตอรี่ เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าของเราเป็นระบบแรงดัน 12 โวลล์ ดังนั้นแบตเตอรี่และแผงโซล่าเซลล์ก็จะเป็นระบบ 12 โวลท์ เช่นกัน

2) หาขนาดแบตเตอรี่โดยการนำ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมง ที่เปิดใช้งาน

หากำลังไฟฟ้ารวม

= (32x1x4) + (5x4x6) + (20x1x4) + (100x1x1)

= 428 วัตต์

ชนาดของแบตเตอรี่ หาได้จากค่าพลังงานรวม/(แรงดันแบตเตอรี่x 0.60 (% การใช้งานแบตเตอรี่))

= 428/ (12X0.6)

=59.4 แอมป์ต่อชั่วโมง

ดังนั้น เลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 65 แอมป์ 12 โวลท์

3) หาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถ ผลิตแอมป์ใส่แบตเตอรี่เต็มภายใน 1 วัน (คิด ชม.แดด 4 ชม) จากพลังงานรวม/ชั่วโมงการทำงานของแผงโซล่าเซลล์

= 428 / 4

= 107 วัตต์ แผงโซล่าเซล์จะต้องผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า 107 วัตต์/ชั่วโมง

เลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 แผง

4) เลือกโซล่าชาร์จเจอร์ โซล่าชาร์จเจอร์จะต้องมีพิกัดกระแสมากกว่า กระแสรวมจากแผงโซล่าเซลล์

หมายเหตุ : ก่อนหาขนาดแบตเตอรี่ ต้องหาค่าแรงดันที่เหมาะสมก่อน

- กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 12 โวลล์ (V)
- กำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1 – 4 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 24 โวลล์ (V)
- กำลังไฟฟ้ามากว่า 4 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 48 โวลล์ (V)

2.4.4 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ใช้ไฟกลางคืน

ระบบนี้คือระบบที่สะดวกที่สุดและทำให้เกษตรกรสบายที่สุดจุดเด่นคือ เป็นระบบโซล่าเซลล์ ที่ใช้งานง่ายมาก สามารถใช้ไฟได้ทั้งในตอนกลางวันกลางคืน โดยระบบนี้จะมีแบตเตอรี่เป็นตัวเก็บสำรองพลังงานไฟฟ้า เหมาะสำหรับ นำไปใช้ในพื้นที่ทำการเกษตร ที่สายส่งไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึงหรือใช้ในพื้นที่ทำการการเกษตรที่ความยุ่งยากในการลากสายไฟเข้าไปใกล้ ๆ เช่น ฟาร์มกุ้ง บ่อเลี้ยงปลา สวนยางพารา

ขั้นตอนการออกแบบระบบโซล่าเซลล์แบบอิสระ ใช้ไฟกลางคืน

- ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ
- หาพิกัดของอินเวอร์เตอร์ และกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตได้จากแบตเตอรี่
- หาขนาดแบตเตอรี่โดยการนำ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมง ที่เปิดใช้งาน
- หาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถ ผลิตแอมป์ใส่แบตเตอรี่เต็มภายใน 1 วัน (คิด.แดด 4 ชม)
- เลือกโซล่าชาร์จเจอร์

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u> หากเกษตรกรต้องการติดตั้งระบบโซล่าเซล์ที่กระท่อมปลายนาซึ่งระบบสายส่งของการไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง โดยมีรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการใช้ดังต่อไปนี้

- หลอดไฟ 18 วัตต์ 4 ดวง ใช้งาน 6 ชั่วโมง

- โทรทัศน์สี 21 นิ้ว 120 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง ใช้งาน 4 ชั่วโมง

- กาต้มน้ำ 80 วัตต์ 1 เครื่อง ใช้งาน 1 ชั่วโมง

- พัดลมตั้งโต๊ะ 50 วัตต์ 1 เครื่องใช้งาน 4 ชั่วโมง

ขั้นตอนการออกแบบ

1) ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการ ตรวจสอบกำลังไฟฟ้ารวม จาก

=(18x4) + (120x1) + (80x1) + (50x1)

= 322 วัตต์

2) หาพิกัดของอินเวอร์เตอร์ และกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตได้จากแบตเตอรี่ ขนาดของอินเวอร์เตอร์จะต้องมีพิกัดเกิน กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ต้องการดังนั้นเลือกใช้ อินเวอร์เตอร์ที่มีพิกัดเกิน 322 วัตต์

3) หาขนาดแบตเตอรี่โดยการนำ กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า x จำนวนชั่วโมง ที่เปิดใช้งาน

=พลังงานไฟฟ้ารวม/(แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ x 0.60 (% การใช้งานแบตเตอรี่) x ประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์)

=(18x4x6) + (120x1x4) + (80x1x1) + (50x1x1)/(12x0.6x0.85)

=1192/6.12

=194.77 Ah หรือ ประมาณ 200 Ah

4) หาขนาดของแผงโซล่าเซลล์ ที่สามารถ ผลิตแอมป์ใส่แบตเตอรี่เต็มภายใน 1 วัน (คิด ชม.แดด 4 ชม)

=(18x4x6) + (120x1x4) + (80x1x1) + (50x1x1)/4

= 298 วัตต์

หมายเหตุ: ก่อนหาขนาดแบตเตอรี่ ต้องหาค่าแรงดันที่เหมาะสมก่อน

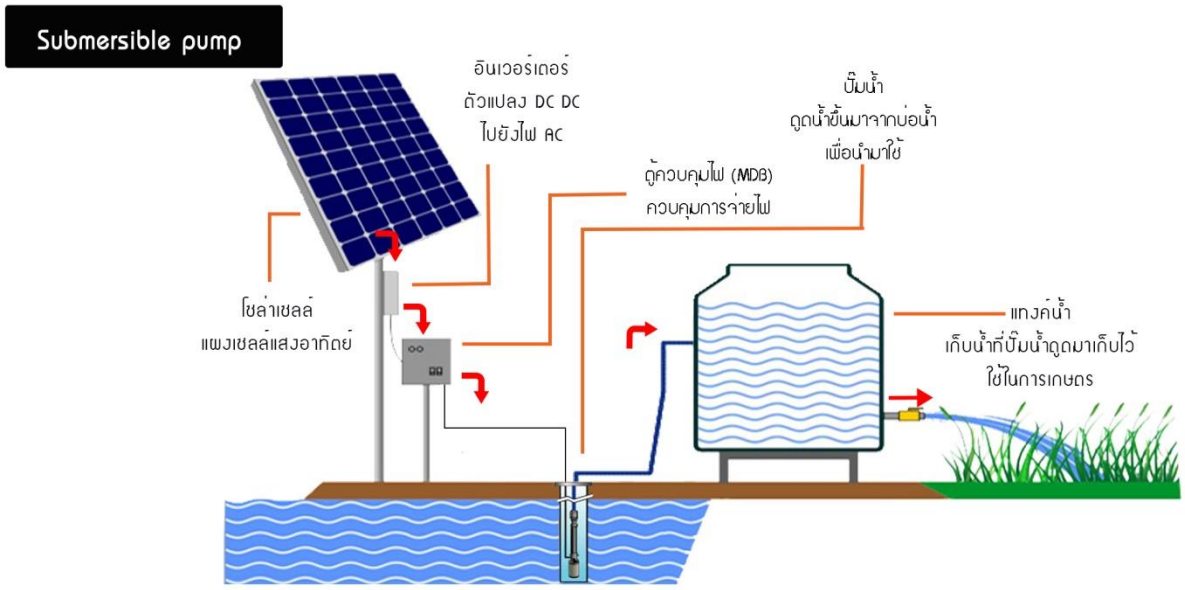
- กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 1 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 12 โวลล์ (V)
- กำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1 – 4 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 24 โวลล์ (V)
- กำลังไฟฟ้ามากว่า 4 กิโลวัตต์ (KWh) ใช้ระบบ 48 โวลล์ (V)

บทที่ 3

ระบบโซล่าเซลล์เพื่อเกษตรกรรม

ในการพัฒนาโซล่าเซลล์มาใช้เป็นพลังงานทดแทน มีการประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์มาใช้ในการเกษตรกรรมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะพื้นที่ห่างไกลที่ระบบไฟฟ้าพื้นฐานเข้าไม่ถึง การใช้โซล่าเซลล์จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ในการติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อการเกษตรสามารถประยุกต์ใช้ได้ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

3.1 เพื่อการสูบน้ำบาดาล



ภาพที่ 22 ชุดสูบน้ำบาดาลโซล่าเซลล์

ที่มา https://www.asolar.co.th/solarpump-2/#page-content

ชุดสูบน้ำบาดาลโซล่าเซลล์กระแสตรง สำหรับบ่อบาดาล 4 นิ้ว ขึ้นไป โดยใช้ปั๊มน้ำบาดาล 750 วัตต์ 72 โวลล์ ท่อออกขนาด 1.25 นิ้ว สามารถสูบน้ำบาดาลได้ 6,000 ลิตรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความลึกของบ่อและปริมาณแสงแดดในแต่ละวัน โดยจะมีรายการวัสดุดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดวัสดุโครงการโซล่าเซลล์สูบน้ำบ่อบาดาลขนาด 4 นิ้ว 750 วัตต์ 72 โวลล์

ลำดับที่	รายการวัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	ปั๊มน้ำบาดาลกระแสตรง พร้อมกล่องควบคุมปั๊ม	2 นิ้ว 1500วัตต์ 96 โวลล์	1 ชุด
2	แผงโซล่าเซลล์	340 วัตต์	8 แผง
3	สายไฟต่อปั๊ม VCT	3* 2.5 50เมตร	1 ม้วน
4	สายต่อแผงโซล่าเซลล์ เข้าหัว MC4	5 เมตร	8 ชุด
5	เบรคเกอร์สวิตช์	30 แอมป์	1 ตัว
6	เบรคเกอร์กันฟ้าผ่า	30แอมป์	1ตัว
7	แท่งกราวด์	40 เซนติเมตร	1 ท่อน
8	สลิงผูกปั๊มน้ำ	50 เมตร	1 ม้วน
9	ฝาปิดบ่อ	ตามขนาดปากบ่อ	1 อัน
10	ท่อ PVC พร้อมข้อต่อเกลียวนอกเกลียวใน	2 นิ้ว	10 ชุด
11	โครงสร้างยึดแผงโซ่ล่าเซลล์		1 ชุด

<u>หมายเหตุ</u> เหมาะสำหรับ ผู้ที่ต้องการใช้น้ำบาดาล ในพื้นที่ที่แนวสายส่งไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึง ซึ่งสามารถสูบน้ำบาดาลมาเก็บไว้ในถังหรือบ่อพักเฉพาะในเวลากลางวันงบประมาณ 40,000 – 60,000 บาท

<u>ข้อแนะนำ</u>

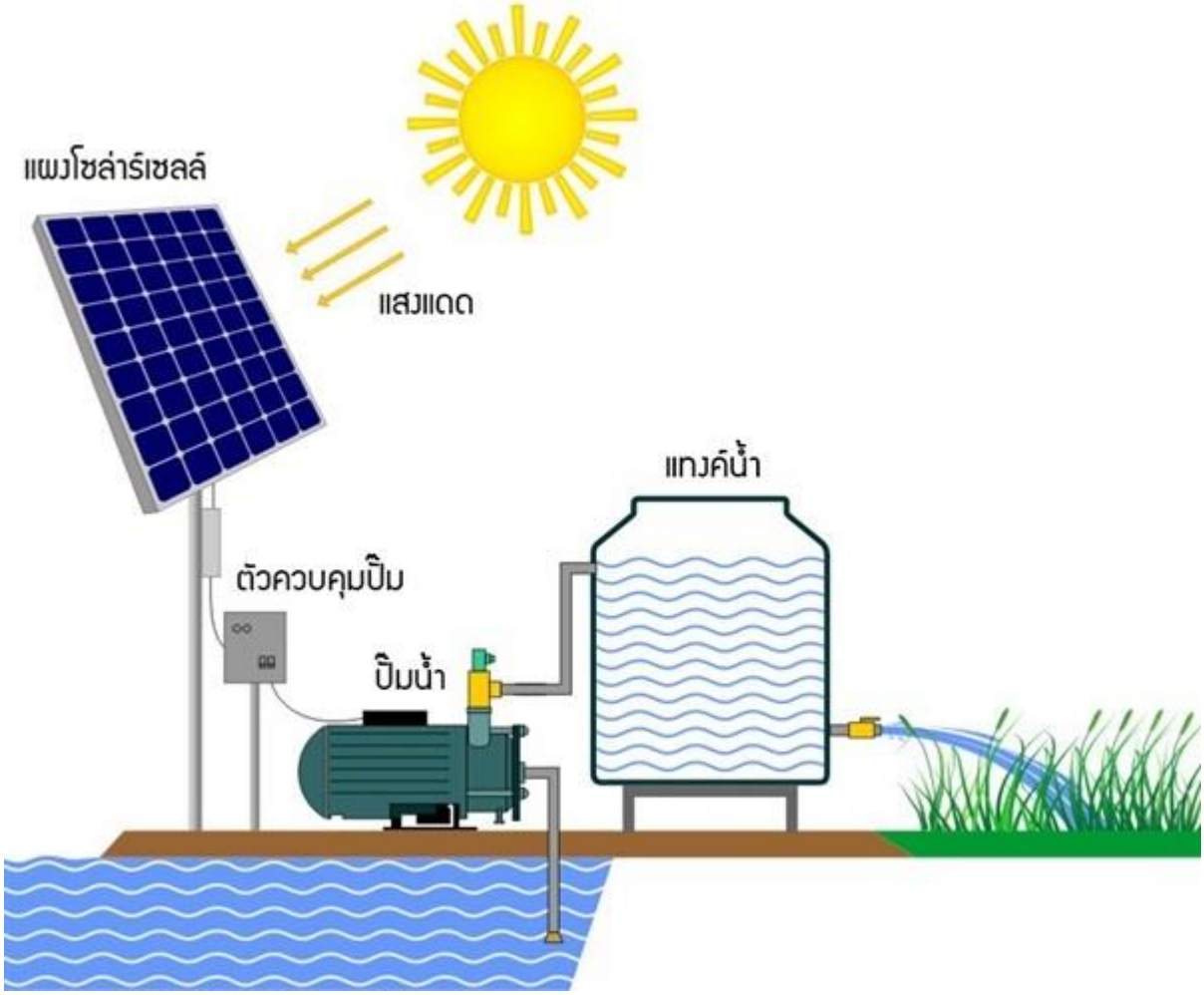
ในการเลือกปั๊มน้ำบาดาลนั้น เราควรจะรู้ข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

1.) เราต้องรู้ความลึกของบ่อ หน่วยเป็นเมตร เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดเพราะ ในกรณีที่เจาะบ่อใหม่สามารถสอบถามได้จากผู้รับจ้างขุดเจาะ สำหรับในกรณีบ่อเดิม สามารถวัดคราว ๆ ได้โดยการใช้เชือกผูกกับสิ่งของมีน้ำหนักแล้วย่อนลงไปในบ่อ

2) เราต้องรู้ว่าในแต่ละวันว่าเราจะใช้น้ำกี่ลิตรต่อวัน ในกรณีมีถังพักน้ำ ให้ใช้ปริมาตรของถังพักน้ำหารด้วย 4 ชั่วโมง

3.2 ปั๊มสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์สูบน้ำผิวดิน

ชุดสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์กระแสตรง เป็นระบบทำงานที่ใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำกระแสตรง ปั๊มจะทำงานได้ในขณะที่มีแสงแดดเพียงพอ ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่เก็บพลังงาน ระบบนี้จำเป็นต้องมีแหล่งกักเก็บน้ำไว้ ซึ่งควรที่จะเป็นแหล่งพักน้ำที่สามารถส่งน้ำไปใช้งานได้ด้วยแรงโน้มถ่วง สำหรับผู้ที่มีแหล่งน้ำผิวดิน เช่น สระ บ่อเก็บน้ำ คลอง



ภาพที่ 23 ชุดปั๊มสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์

ที่มา: https://www.nanagarden.com/product/307553

ตารางที่ 3 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดปั๊มสูบน้ำหอยโข่งโซล่าเซลล์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน 72 โวลล์ 750 วัตต์

ลำดับที่	รายการวัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	ปั๊มหอยโข่ง พร้อมกล่องควบคุมปั๊ม	2 นิ้ว 750วัตต์ 72 โวลล์	1 ชุด
2	แผงโซล่าเซลล์	330 วัตต์	3 แผง
3	สายไฟต่อปั๊ม VCT	3* 2.5 50เมตร	1 ม้วน
4	สายต่อแผงโซล่าเซลล์ เข้าหัว MC4	5 เมตร	3 ชุด
5	เบรคเกอร์สวิตช์	10 แอมป์	1 ตัว
6	เบรคเกอร์กันฟ้าผ่า	10แอมป์	1ตัว
7	แท่งกราวด์	40 เซนติเมตร	1 ท่อน
8	ท่อ PVC พร้อมข้อต่อเกลียวนอกเกลียวใน	2 นิ้ว	1 ชุด
9	หัวกะโหลก PVC	2 นิ้ว	1 อัน
11	โครงสร้ายึดแผงโซ่ล่าเซลล์		1 ชุด

เหมาะสำหรับปั๊มหอยโข่งเหมาะสำหรับใช้สูบน้ำจากสระหรือบ่อเก็บน้ำไปยังถังพักน้ำหรือกระจายไปในแปลงเกษตรกรรม มีคุณสมบัติ คือ

- ดูดน้ำได้ลึกไม่เกิน 8 เมตร
- ส่งน้ำในแนวระดับไม่เกิน 14 เมตร
- สูบน้ำได้ 21,000 ลิตรต่อชั่วโมง
- ท่อน้ำเข้า น้ำออกขนาด 2 นิ้ว
- พื้นที่แปลงเกษตรประมาณ 3-5 ไร่
- งบประมาณ 30,000 – 40,000บาท

ตารางที่ 4 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดสูบน้ำปั๊มชัก 2 นิ้ว มอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน 750 วัตต์ 48 โวลล์

ลำดับที่	รายการวัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	ปั๊มชัก	2 นิ้ว	1 ตัว
2	มอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่าน และกล่องควบคุม	750 วัตต์	1 ตัว
3	แผงโซล่าเซลล์	300 วัตต์	3 แผง
4	สายไฟต่อปั๊ม VCT	3* 2.5 50เมตร	1 ม้วน
5	สายต่อแผงโซล่าเซลล์ เข้าหัว MC4	5 เมตร	4 ชุด
6	เบรคเกอร์สวิตช์	30 แอมป์	1 ตัว
7	เบรคเกอร์กันฟ้าผ่า	30แอมป์	1ตัว
8	แท่งกราวด์	40 เซนติเมตร	1 ท่อน
9	ท่อ PVC พร้อมข้อต่อเกลียวนอกเกลียวใน	2 นิ้ว	1 ชุด
10	หัวกะโหลก PVC	2 นิ้ว	1 อัน
11	โครงสร้างยึดแผงโซ่ล่าเซลล์		1 ชุด

เหมาะสำหรับปั๊มชักเหมาะสำหรับใช้สูบน้ำจากสระหรือบ่อเก็บน้ำไปยังถังพักน้ำหรือกระจายไปในแปลงเกษตรกรรม มีคุณสมบัติการทำงาน คือ

- ดูดน้ำได้ลึกไม่เกิน 8 เมตร
- ส่งน้ำในแนวระดับไม่เกิน 14 เมตร
- สูบน้ำได้ 21,000 ลิตรต่อชั่วโมง
- ท่อน้ำเข้า น้ำออกขนาด 2 นิ้ว
- พื้นที่แปลงเกษตรประมาณ 3-5 ไร่
- งบประมาณ 30,000 – 40,000บาท

ตารางที่ 5 รายการวัสดุอุปกรณ์ชุดโซล่าเซลล์สำหรับกระท่อมปลายนาหรือชุดนอนนา

ลำดับที่	รายการวัสดุ	ขนาด	จำนวน
1	แผงโซล่าเซลล์ ชนิดโพลี	330 วัตต์	2 แผง
2	เครื่องควบคุมการชาร์จ	20 แอมป์	1 เครื่อง
3	เบรกเกอร์ DC	20 แอมป์	2 ตัว
4	เบรคเกอร์กันฟ้าผ่า	20 แอมป์	1ตัว
5	แท่งกราวด์	40 เซนติเมตร	1 ท่อน
6	แบตเตอรี่ Deep Cycle	135 แอมป์ 12 โวลล์	1 ลูก
7	อินเวอร์เตอร์ เพียวซาย	1500 วัตต์ 24 โวลล์	1 เครื่อง
8	สายต่อแผงโซล่าเซลล์ เข้าหัว MC4	5 เมตร	3 ชุด

เหมาะสำหรับปั๊มชักสำหรับใช้สูบน้ำจากสระหรือบ่อเก็บน้ำไปยังถังพักน้ำหรือกระจายไปในแปลงเกษตรกรรม

- ดูดน้ำได้ลึกไม่เกิน 8 เมตร
- ส่งน้ำในแนวระดับไม่เกิน 14 เมตร
- สูบน้ำได้ 21,000 ลิตรต่อชั่วโมง
- ท่อน้ำเข้า น้ำออกขนาด 2 นิ้ว
- พื้นที่แปลงเกษตรประมาณ 3-5 ไร่
- งบประมาณ 30,000 – 40,000บาท

บทที่ 4
วิธีการติดตั้งและการบำรุงดูแลรักษา

4.1 การติดตั้ง

เนื่องจากแผงโซล่าเซลล์ต้องใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในแต่ละวันนั้น เราควรจะต้องติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ให้สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน ซึ่งเราสามารถติดแผงโซล่าเซลล์ในตำแหน่งและทิศทางอย่างเหมาะสมได้ ดังนี้

1) ตำแหน่งในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ควรจะติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในที่โล่ง หรือบนหลังคา ที่ไม่มีต้นไม้หรือ อาคารอื่นมาบดบังแสงอาทิตย์ เพราะหากมีการบังแสงอาทิตย์จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าลดลง

2) ทิศทางในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ สำหรับการติดตั้งแผงโซล่าเซล์ ต้องพิจารณาจากองศาของแสงอาทิตย์แนว เหนือ- ใต้ ที่ทำมุมกับพื้นผิวโลกของประเทศไทยซึ่งอยู่ไกล้เส้นศูนย์สูตรด้านเหนือ ดังนั้นพื้นโลกมีมุมเอียงทางทิศใต้ประมาณ 15- 20 องศากับและดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกโดยจะอ้อมไปทางทิศใต้ ทำให้แผงโซล่าเซลล์สามารถรับแสงได้ยาวนานที่สุดเมื่อเราหันด้านหน้าของแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้

4.2 การบำรุงดูแลรักษา

เพื่อให้ระบบโซล่าเซลล์ของเรา สามารถใช้งานได้อย่างยาวนานและคุ้มค่าที่สุดนั้น เราเองจะต้องหมั่นดูแลรักษาระบบโซล่าเซลล์ด้วย ซึ่งโดยทั่วไปเราสามารถตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- แผงโซล่าเซลล์
- อินเวอร์เตอร์และตัวควบคุมการชาร์จ
- สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ
- แบตเตอรี่

4.2.1 การดูแลบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์นั้นถือว่าเป็นหัวใจของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ เพราะหากแผงโซล่าเซลล์มีการชำรุดเสียหายจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าด้วย โดยเราสามารถทำการดูแลและบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์อย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้

1) ควรมีการตรวจดูสภาพของแผงโซล่าเซลล์เช่น สภาพของแผงโซล่าเซลล์ สายไฟฟ้าเชื่อมต่อของแผงโซล่าเซลล์และโครงสร้างรองรับแผงโซล่าเซลล์ว่ายังคงสมบูรณ์เหมือนตอนที่ติดตั้งใหม่หรือไม่ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง หากพบความผิดปกติให้เราทำการซ่อมบำรุง

2) ควรมีการทำความสะอาดคราบฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่เกาะอยู่บนแผงโซล่าเซลล์ ด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาดและใช้ผ้าหรือฟองน้ำเช็ดคราบสกปรกออก อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ไม่ควรใช้แปรงที่มีขนทำจากโลหะมาขัดบริบริผิวด้านหน้าของแผงโซล่าเซลล์เพราะจะทำให้รอยที่ผิวของแผง และจะทำให้อายุการใช้งานของแผงสั้นลง

4.2.2 การดูแลบำรุงรักษาอินเวอร์เตอร์และตัวควบคุมการชาร์จ

ในการบำรุงดูและรักษาอินเวอร์เตอร์และตัวควบคุมการชาร์จ ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคนั้น เราสามรถทำได้ง่าย ๆ ดังนี้

1) ควรมีการตรวจดูสภาพของเครื่องเช่น รอยไหม้ รอยแตก สายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อ และหน้าจอแสดงค่าต่าง ๆ ว่ายังคงสมบูรณ์เหมือนตอนที่ติดตั้งใหม่หรือไม่ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง หากพบความผิดปกติให้เราทำการซ่อมบำรุง

2) ควรใช้ผ้าแห้งเช็ดคราบฝุ่นหรือสิ่งสกปรกออก และห้ามใช้น้ำเช็ดทำความสะอาดอย่างเด็ดขาด เนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิคสียหายได้การดูแลบำรุงรักษาสายไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ สายไฟฟ้าเปรียบเสมือนเส้นเลือดของระบบโซล่าเซลล์ เพราะทำหน้าที่เป็นเส้นทางในการนำกระแสไฟฟ้าจากแผงไปสู่อุปกรณ์ต่าง ๆ หากสายไฟฟ้ามีการชำรุดเสียหายจะส่งผลเสียเป็นอย่างมาก ดังนั้นเราควรมีการตรวจดูสภาพของสายไฟฟ้า เช่น รอยไหม้ รอยแตก และสภาพของฉนวนว่ายังคงสมบูรณ์เหมือนตอนที่ติดตั้งใหม่หรือไม่ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง หากพบความผิดปกติให้เราทำการซ่อมบำรุง

4.2.3 การดูแลบำรุงรักษาแบตเตอรี่

สำหรับระบบโซล่าเซลล์ที่ใช้แบตเตอรี่เป็นตัวเก็บสำรองไว้ใช้ในเวลากลางคืนนั้น หากแบตเตอรี่มีการชำรุดเสียหายจะทำให้เราไม่สามารถใช้ไฟฟ้าได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นเราควรมีการของแบตเตอรี่เช่น รอยแตกร้าวต่าง ๆ บนแบตเตอรี่ ขั้วแบตเตอรี่ และอุปกรณ์เชื่อมต่อแบตเตอรี่ ว่ายังสมบูรณ์ดีหรือไม่

ภาคผนวก

ตารางพิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์

ตารางที่ 6 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 12 โวลล์

ข้อมูลทางไฟฟ้า		ชนิดโพลี (Poly)							
Maximum Power	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	10	20	30	50	55	60	65	80
Voltage at Pmax	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	17.4	17.4	17.6	18.2	18.6	18.2	18.6	18.5
Current at Pmax	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	0.58	1.15	1.7	2.75	2.96	3.3	3.49	4.32
Maximum System Voltage	พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด	700	700	700	700	700	700	700	700
Maximum Power	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	100	105	110	120	160	200	205	210
Voltage at Pmax	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	18.2	18.4	18.7	18.7	18.6	18.6	18.8	19
Current at Pmax	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	5.49	5.71	5.88	6.42	8.61	10.8	11.2	11.6
Maximum System Voltage	พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด	700	700	700	700	700	700	700	700

ตารางที่ 7 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 24 โวลล์ (ชนิดโพลี)

ข้อมูลทางไฟฟ้า		ชนิดโพลี(Poly)						
Maximum Power	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	250	255	260	265	310	315	320
Voltage at Pmax	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	30.9	31	31.1	31.3	36	36.2	36.4
Current at Pmax	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
Maximum System Voltage	พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

ตารางที่ 8 พิกัดไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ ระบบ 24 โวลล์ (ชนิดโมโน)

ข้อมูลทางไฟฟ้า		**ชนิดโมโน(Mono)**											
Maximum Power	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	275	280	285	290	295	300	330	335	340	345	355	360
Voltage at Pmax	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	31.6	31.7	31.8	32	32.1	32.3	38	38.2	38.4	38.6	38.9	39.1
Current at Pmax	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	8.7	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	8.7	8.8	8.9	9	9.1	9.2
Maximum System Voltage	พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000