

ภาคผนวก ก

คู่มือโซล่าเซลล์ ฉบับห้วงน้ำขาว

จัดทำโดย

ศูนย์เรียนรู้ชุมชนบ้านเป็ดใน
คณะกรรมการพลังงานตำบลห้วงน้ำขาว

ภายใต้ โครงการพัฒนาศูนย์เรียนรู้ชุมชนบ้านเป็ดใน จังหวัดตราดเพื่อเสริมสร้าง
ความเข้มแข็งและประยุกต์ใช้องค์ความรู้ชุมชนร่วมกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อ
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
โดย สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
และกระทรวงพลังงาน

สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ(สสส.)

สารบัญ

	หน้า
1.บทนำ	3
2.ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์	4
3.สูตรการคำนวณที่เกี่ยวข้อง	14
● การหาขนาดแผงที่เหมาะสม	
● การหาขนาดแบตเตอรี่ที่เหมาะสม	
● การหาขนาดของชุดควบคุมการชาร์ต	
● การหาขนาดชุดแปลงไฟฟ้าจากกระ สตรงเป็นกระแสสลับ	
4.การดูแลรักษา	16
5.เอกสารประกอบการเขียน	26
6.รายชื่อคณะทำงาน กลุ่มพลังงานชุมชน ตำบล ห้วยน้ำขาว	27

1. บทนำ

พลังงานถือได้ว่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอันดับต้นๆในการดำรงชีวิตของมนุษย์ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มนุษย์รู้จักกันดี และถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอย่างอื่นได้ง่าย สามารถควบคุมและใช้งานได้สะดวก โดยทั่วไปแล้วการผลิตกระแสไฟฟ้าจะอาศัยทรัพยากรจากแหล่งกำเนิดพลังงานฟอสซิล อันได้แก่ ปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ และถ่านหิน แต่ปัจจุบันแหล่งพลังงานต่างๆ มีจำนวนจำกัด และกำลังลดลงเรื่อยๆ อาจส่งผลกระทบต่ออีกไม่ช้า จึงจำเป็นต้องหาพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ มาผลิตทดแทน

ด้วยสภาพสิ่งแวดล้อม และสภาพเศรษฐกิจ ในปัจจุบัน พลังงานหมุนเวียนเป็นช่องทางหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะนอกจากจะช่วยลดปัญหามลภาวะจากการใช้พลังงานประเภทฟอสซิลที่มากเกินไปแล้ว การเลือกใช้พลังงานหมุนเวียนยังช่วยลดรายจ่ายได้ในระยะยาว พลังงานจากแสงอาทิตย์จึงถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีความน่าสนใจ เพราะเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่เก่าแก่ และมีขนาดใหญ่ เป็นพลังงานที่สะอาด เป็นจุดกำเนิดของพลังงานต่างๆในโลก และมีอยู่ทั่วไป

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์ในชื่อที่เราคุ้นเคย เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง จึงเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สะอาด มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมน้อยมากขณะที่เราใช้งาน ชุมชนตำบลห้วยน้ำขาวหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะทำให้ท่านเข้าใจถึงระบบของโซลาร์เซลล์เพิ่มมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบ้านท่านได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

กลุ่มพลังงานชุมชน ตำบลห้วยน้ำขาว
ธันวาคม 2558

2.ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์

2.1 ความหมายของ Solar Cell หรือ PV

Solar Cell หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า **Photovoltaic** โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมา จนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่า **เซลล์แสงอาทิตย์** คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลียม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลูไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.2 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดหลักๆ คือ



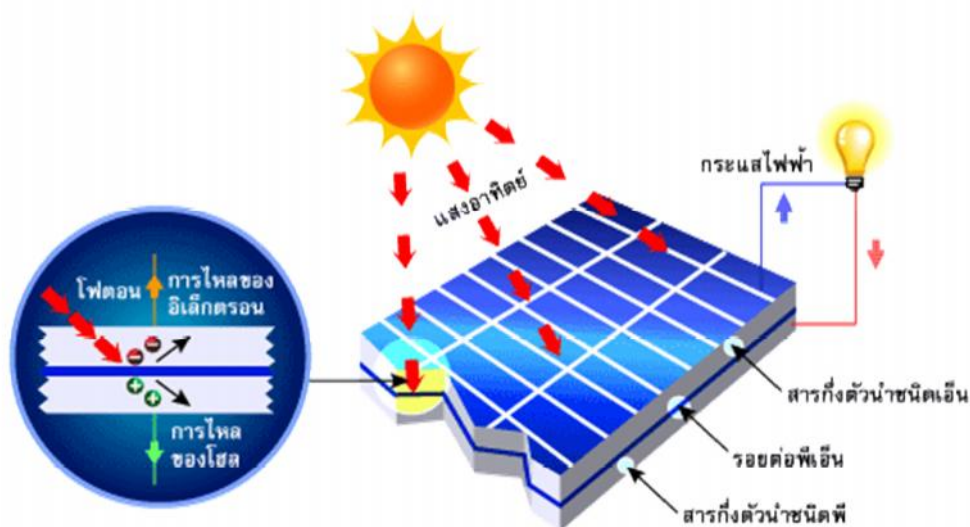
ภาพที่ 1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

- 1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอน ชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon Solar Cell) หรือที่รู้จักกันในชื่อ Monocrystalline Silicon Solar Cell และชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นแผ่นซิลิคอนแข็งและบางมาก
- 2) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) ลักษณะเป็นฟิล์มบางเพียง 0.5 ไมครอน (0.0005 มม.) น้ำหนักเบา และประสิทธิภาพเพียง 5-10%
- 3) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น แกลเลียม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลไนด์ และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น มีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากแกลเลียม อาร์เซไนด์ จะให้ประสิทธิภาพสูงถึง 20-25%

2.3 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลก คือ ซิลิคอน จึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำซิลิคอนมาถลุง และผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ จนกระทั่งทำให้เป็นผลึก จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็น โดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัส จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ) และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก) ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่จะรับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุด ส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

2.4 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 2 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้นได้แก่

อิเล็กตรอนและ โฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติพื้นฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

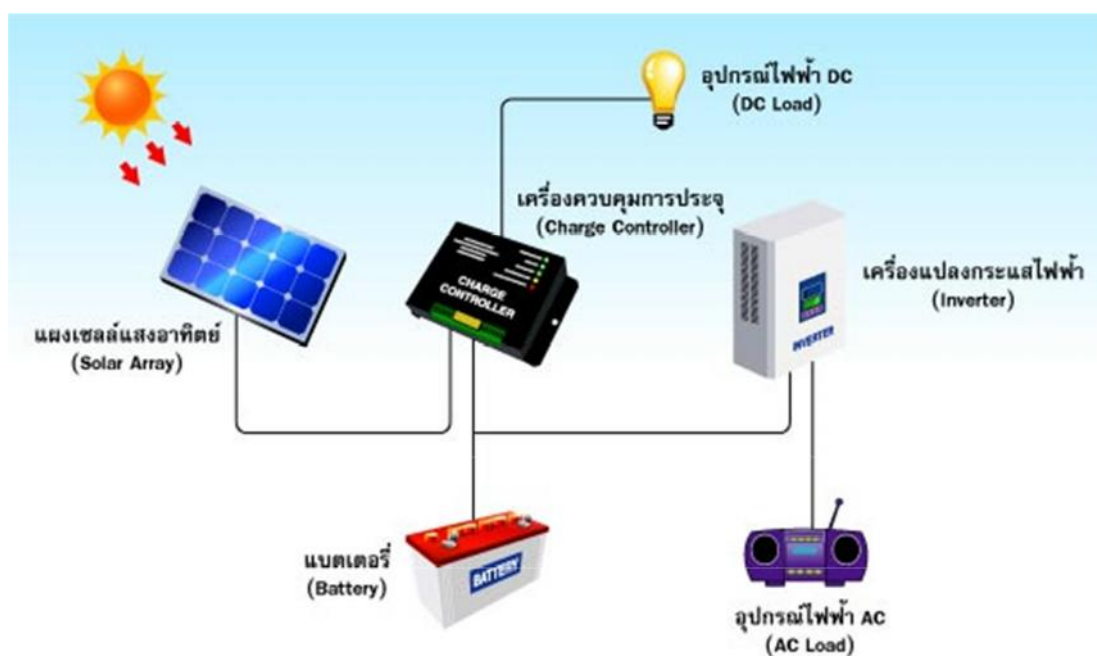
2.5 ลักษณะเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์

- ใช้พลังงานจากธรรมชาติ คือ แสงอาทิตย์ ซึ่งสะอาดและบริสุทธิ์ ไม่ก่อปฏิกิริยาที่จะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- เป็นการนำพลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าและไม่มีวันหมดไปจากโลกนี้
- สามารถนำไปใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทุกพื้นที่บนโลก และได้พลังงานไฟฟ้าใช้โดยตรง
- ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใดนอกจากแสงอาทิตย์ รวมถึงไม่มีการเผาไหม้ จึงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะด้านอากาศและน้ำ
- ไม่เกิดของเสียขณะใช้งาน จึงไม่มีการปล่อยมลพิษทำลายสิ่งแวดล้อม
- ไม่เกิดเสียงและไม่มีการเคลื่อนไหวขณะใช้งาน จึงไม่เกิดมลภาวะด้านเสียง

- เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ และไม่มีชิ้นส่วนใดที่มีการเคลื่อนไหวขณะทำงาน จึงไม่เกิดการสึกหรอ
- ต้องการการบำรุงรักษาน้อยมาก
- อายุการใช้งานยืนยาวและประสิทธิภาพคงที่
- มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย เคลื่อนย้ายสะดวกและรวดเร็ว
- เนื่องจากมีลักษณะเป็นโมดูล จึงสามารถประกอบได้ตามขนาดที่ต้องการ
- ช่วยลดปัญหาการสะสมของก๊าซต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรคาร์บอน และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ทำให้โลกร้อนขึ้น เกิดฝนกรด และอากาศเป็นพิษ ฯลฯ

2.6 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้

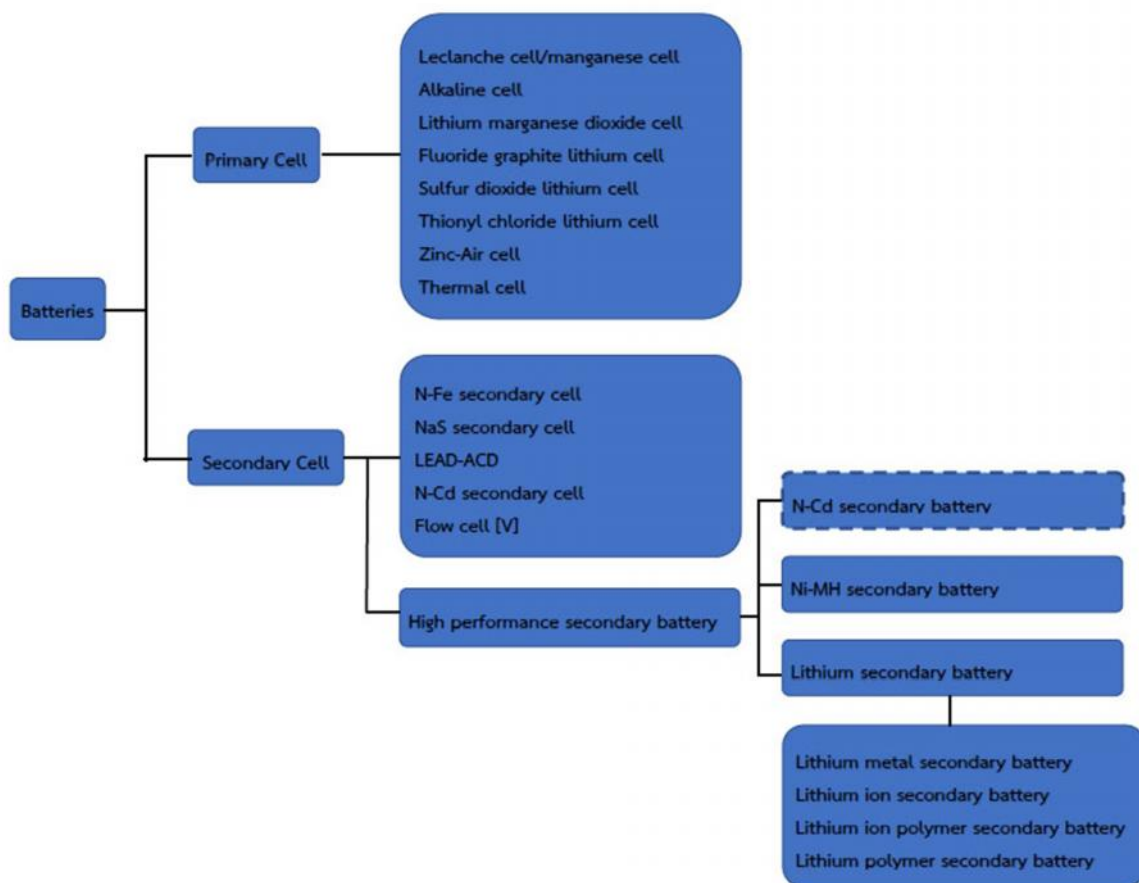


ภาพที่ 3 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

2) เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller) ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่ และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า กรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

3) แบตเตอรี่ (Battery) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จัดเก็บประจุไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าออกไปใช้งานได้ทันทีที่แบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ถูกออกแบบเพื่อให้การจ่ายประจุมีค่าแรงดันไฟฟ้าคงที่อย่างต่อเนื่อง มีความแตกต่างจากแบตเตอรี่สำหรับการสตาร์ทเครื่องยนต์ซึ่งได้รับการออกแบบให้จ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ส่วนการแบ่งแบตเตอรี่โดยทั่วไปแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ แบบปฐมภูมิ (Primary Battery) และแบบทุติยภูมิ (Secondary Battery) โดยแบตเตอรี่ปฐมภูมิ หมายถึงแบตเตอรี่ที่ใช้งานได้เพียงครั้งเดียวแล้วจะต้องทิ้งไป เนื่องจากไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีแบบย้อนกลับใหม่ได้ ส่วนแบตเตอรี่ที่สามารถทำการเก็บประจุไฟใหม่และนำกลับมาใช้งานได้อีก หรือกล่าวคือสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีแบบย้อนกลับได้ ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว-กรด นิเกิล-แคดเมียม นิเกิล-เหล็ก นิเกิล-ไฮไดรต์และลิเทียมแบตเตอรี่ เป็นต้น



ภาพที่ 4 แสดงการแบ่งประเภทของแบตเตอรี่

ประเภทแบตเตอรี่ แบ่งตามลักษณะการใช้งานทั่วไปได้ 3 ประเภทหลักๆ คือ

1. แบตเตอรี่รถยนต์ (Starting Lighting and Ignition : SLI) หรือ High Discharge Lead Acid Battery เป็นแบตเตอรี่ที่สามารถจ่ายกระแสสูงๆได้ ในระยะเวลาอันสั้นเท่านั้นใช้ในการเดินเครื่องยนต์ใช้กับรถยนต์ทั่วไป
2. แบตเตอรี่รถไฟฟ้า (Motive Power or Traction Battery) หรือ Deep Cycle Lead-Acid Battery ซึ่งสามารถจ่ายกระแสสูงได้นาน (เกิน 100 แอมแปร์ขึ้นไป) เป็นแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด ที่มีน้ำกรดซัลฟิวริกเป็น อิเล็กโทรไลต์ แบตเตอรี่ชนิดนี้นิยมผลิตให้มีกระแสที่สูงและต้องวงจรให้มีแรงดันเพียงพอ เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ของรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากมาย เนื่องจากกระแสที่ใช้จะต้องเพียงพอแก่ระบบต่างๆภายในที่รถโฟล์คลิฟท์ต้องการไม่ว่าจะเป็นระบบขับเคลื่อน และระบบไฮดรอลิก นอกจากนี้ยังใช้ในรถไฟฟ้าประเภทอื่นๆด้วย เช่น รถทำความสะอาดพื้น รถลากกระเป่าในสนามบิน และยังเป็นแบตเตอรี่ของเรือดำน้ำอีกด้วย
3. แบตเตอรี่สถานีประจุไฟฟ้า (Stationary Batteries) แบตเตอรี่กลุ่มนี้นิยมใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรองในกรณีพลังงานหลักเกิดขัดข้องและยังแบ่งได้หลายชนิด อาทิ

- **Flooded หรือ Wet Cells (แบตเตอรี่แบบเปียกหรือแบบเติมน้ำกลั่น Battery Gel (Gel Cell))** เป็นแบตเตอรี่ที่ใช้เจลเป็นวัสดุอุดซับกรด เมื่อส่วนของภาชนะแตกหรือรั่วจะไม่มีน้ำกรดไหลออกมา สามารถใช้งานในลักษณะตะแคงหรือวางนอนได้แต่ต้องใช้งานในอุณหภูมิที่กำหนดตั้งแต่ 20-25 องศาเซลเซียส เท่านั้นมิฉะนั้นจะทำให้เจลที่อยู่ภายในละลายกลายเป็นของเหลวที่มีลักษณะหนืดหรือ Void ใช้กับงานอย่างที่เกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารคมนาคม ชุมสายโทรศัพท์ ระบบสำรองไฟ (UPS) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสัญญาณเตือนภัย ยานพาหนะทางทะเล เรือดำน้ำ
- **Battery AGM (Absorbent Glass Mat)** ทำได้ทุกอย่างเหมือน Gel Cells แต่ดีกว่าจะแตกต่างจากแบตเตอรี่เจลตรงที่เป็นแบตเตอรี่ที่ใช้แผ่นซิลิกา ไฟเบอร์เป็นตัวดูดซับ กรด แบตเตอรี่ประเภทนี้นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ทั้งในระบบสื่อสาร ระบบไฟฉุกเฉินและเหมาะสมกับระบบสำรองไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) ที่สุด แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ **แบตเตอรี่ SLA (Sealed Lead Acid)** ตะกั่วกรดแบบปิดผนึก และ **แบตเตอรี่แบบ VRLA (Valve Regulator Lead Acid)** แบบปิดผนึกที่มีวาล์วระบายแรงดันแบตเตอรี่แบบ VRLA นี้จะมี การติดตั้งเซฟตี้วาล์ว (Safety Valve) เพื่อใช้ระบายแก๊สในกรณีที่ความดันภายในเซลล์สูงเกินไป เพื่อป้องกัน แบตเตอรี่ เสียหาย

แบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าก็สามารถใช้งานได้ทั้งสองแบบแต่จะมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้นโดยที่จะออกแบบให้สามารถจัดเก็บประจุได้มากๆและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้นานๆยิ่งขึ้นที่เรียกว่าเป็นแบบ Deep cycle โดยการออกแบบให้แผ่นธาตุตะกั่วมีความหนาเป็นพิเศษเป็นผลทำให้ค่าความต้านทานภายในสูงสามารถจัดเก็บได้สูงแต่จะจ่ายกระแสออกมาได้ไม่สูงมากนักซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการกระแสไฟฟ้าสูงๆในระยะเวลาสั้นๆเช่นการใช้กับรถยนต์ซึ่งมีความต้องการกระแสที่สูงมากในเวลารสตาร์ทเครื่องยนต์จึงไม่เหมาะในการนำใช้งานจึงต้องเลือกใช้งานให้ถูกต้องส่วนแบตเตอรี่แบบ Deep cycle จะเหมาะสำหรับรถไฟฟ้ารถยกของ (Flock lift) เครื่องสำรองไฟ (Uninterruptible Power Supply: UPS) หรือการเก็บพลังงานสำรองจากแหล่งพลังงานทดแทนต่างๆรวมทั้งพลังงานจากแสงอาทิตย์ด้วยแบตเตอรี่ทั้งสองแบบนี้จะมีราคาขนาดและน้ำหนักที่ต่างกันมากถึงแม้ว่ากำลังวัตต์ต่อชั่วโมง (Watt Hour :WH) หรือความจุของกระแสไฟฟ้าจะเท่ากันก็ตาม

4) เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า (Battery Charger) เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าทำหน้าที่ประจุไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ลงในแบตเตอรี่และควบคุมไม่ให้ประจุไฟฟ้าเกิน (overcharging) หลักการทำงานของเครื่อง คือตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่ เพื่อกำหนดสถานการณ์ประจุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่มีประจุอยู่เต็มแรงดันไฟฟ้าจะสูงขึ้น เช่น แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าจะตัดการประจุเมื่อแรงดันสูงถึง 14.4 โวลต์และจะประจุไฟฟ้าใหม่อีกครั้งเมื่อแรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือ 13.4 โวลต์ และทำหน้าที่เบี่ยงเบนไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เมื่อแรงดันไฟฟ้ามากเกินไป หรือต่ำกว่าแบตเตอรี่จะรับได้ ส่วนการป้องกันการจ่ายไฟฟ้าย้อนกลับจาก

แบตเตอรี่ไปยังแผงโซลาร์เซลล์ จะมีไดโอดป้องกันกระแสไหลย้อน ซึ่งปกติจะมีรวมอยู่ในเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า ตัวอย่างเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีทั่วไปดังแสดงในรูปด้านล่างนี้



ภาพที่ 5 ตัวอย่างเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าที่มีทั่วไป

สรุปหน้าที่ของเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าได้ดังนี้

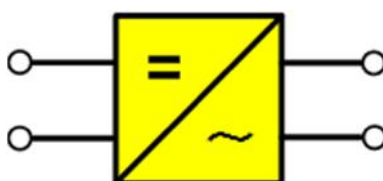
- ควบคุมให้มีการประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม
- ป้องกันการคายประจุย้อนกลับ
- ป้องกันการประจุไฟฟ้าเกินกว่าแบตเตอรี่จะรับได้
- ป้องกันการคายประจุเกิน
- แสดงสถานะของแบตเตอรี่ (บางรุ่น)
- ตรวจสอบติดตามกำลังไฟฟ้าสูงสุด (บางรุ่น)

5) อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V สำหรับใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในบ้านโดยทั่วไปอินเวอร์เตอร์จะออกแบบวงจรภายในโดยใช้วงจร Switching แปลงระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับโดยมีสัญญาณความถี่ไฟฟ้า 50 Hz ในระบบที่มีขนาดเล็กๆผู้ผลิตอาจจะรวมวงจรอินเวอร์เตอร์เข้าเป็นชุดเดียวกับวงจรควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Charger and Controller) ในการใช้งานต้องมีค่ากำลังงานที่สูงกว่ากำลังวัตต์ที่ใช้งาน 15-20 % ทั้งนี้เนื่องจากอินเวอร์เตอร์จะมีประสิทธิภาพประมาณ 80-85 % เช่น กำลังวัตต์ที่ต้องการใช้งาน 800 วัตต์ต้องใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 1 กิโลวัตต์เป็นต้น



ภาพที่ 6 เครื่องอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายในระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะเชื่อมโยงระหว่างระบบแผงโซลาร์เซลล์ (PV array) และระบบจำหน่าย (Grid) และภาระไฟฟ้า (AC loads) โดยรับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากระบบแผงโซลาร์เซลล์และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งมีความถี่และแรงดันเดียวกับระบบจำหน่าย มีสัญลักษณ์ในไดอะแกรมวงจรสมมูล



ภาพที่ 7 สัญลักษณ์ของอินเวอร์เตอร์

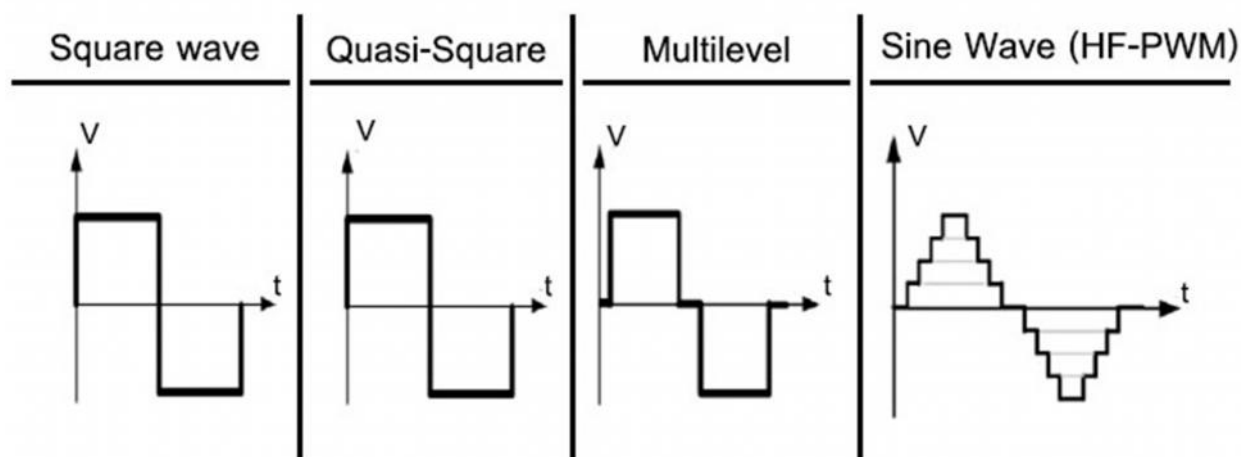
การแบ่งชนิดอินเวอร์เตอร์ สามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่นแบ่งตามรูปคลื่นดังแสดงในรูปรูปคลื่นเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ดังนี้

1) อินเวอร์เตอร์รูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave Inverter) อินเวอร์เตอร์ที่เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม สัญญาณจะมีค่าฮาร์มอนิกสูงมากไม่เหมาะต่อการนำมาใช้กับโหลดทั่ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำหรือขดลวด เช่นมอเตอร์ เพราะจะทำให้อุปกรณ์มีความร้อนสูง อาจทำให้อุปกรณ์หรืออินเวอร์เตอร์ชำรุดเสียหายได้

2) อินเวอร์เตอร์รูปคลื่นกึ่งไซน์ (Quasi-Square Wave Inverter) อินเวอร์เตอร์ที่เป็นรูปคลื่นกึ่งไซน์ สัญญาณยังคงมีค่าฮาร์มอนิกสูงไม่เหมาะต่อการนำมาใช้กับโหลดตัวเหนี่ยวนำหรือขดลวด เช่นมอเตอร์ ขดลวดบัลลาสต์ของหลอดไฟ เพราะจะทำให้อุปกรณ์มีความร้อนสูง อาจทำให้อุปกรณ์หรืออินเวอร์เตอร์ชำรุดเสียหายได้เช่นเดียวกัน แต่สามารถนำไปใช้กับโหลดอิเล็กทรอนิกส์หรือโหลดทางไฟฟ้าอื่นๆ ที่ไม่มีลักษณะเป็นตัวเหนี่ยวนำ

เช่น เครื่องเสียง วิทยุ ทีวี หลอดไฟที่ไม่มีบัลลาสต์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ยกเว้นมอเตอร์ อินเวอร์เตอร์ชนิดนี้ นิยมนำมาใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ เนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่าอินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นไซน์

3) อินเวอร์เตอร์รูปคลื่นไซน์ (Sine Wave Inverter) อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นไซน์ เป็นอินเวอร์เตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับโหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด รวมถึงมอเตอร์ เนื่องจากมีคุณภาพไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ซึ่งนิยมนำไปใช้ทั้งกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ซึ่งต้องมีวงจรชิ่งโครโนส์สัญญาณกับระบบจำหน่าย



ภาพที่ 8 คลื่นเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์

การบันทึกข้อมูลการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ผู้ผลิตอินเวอร์เตอร์เกือบทุกรายจะผลิตอินเวอร์เตอร์ซึ่งมีฟังก์ชันบันทึกข้อมูลภายในตัวเครื่อง โดยตรงหรืออาจเป็นส่วนเพิ่มของอุปกรณ์ ข้อมูลเหล่านี้สามารถอ่านและแสดงผลบนหน้าจอของเครื่อง หรือส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถติดตามและประเมินการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งได้ ข้อมูลทั่วไปซึ่งจะถูกบันทึก คือ

- ด้านอินพุต ได้แก่ แรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า
- ด้านเอาต์พุต ได้แก่ แรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้า
- เวลาในการทำงานของอินเวอร์เตอร์
- ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้
- สถานะของอินเวอร์เตอร์และความผิดปกติที่เกิดขึ้น

โดยข้อมูลเหล่านี้ อาจถูกระบุเป็นรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี

3.การคำนวณที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบระบบไฟฟ้ากระแสดตรง

3.1 การหาขนาดและจำนวนของแผงที่เหมาะสม

เริ่มจากการสำรวจความต้องการใช้งาน เช่น ต้องการทดแทนระบบแสงสว่างในตอนกลางคืน 2 จุด เพื่อส่องสว่างหน้าบ้านและข้างบ้าน

3.1.1 หาขนาดความต้องการที่ใช้พลังงาน หลอดไฟฟ้า กระแสดตรงขนาด 5 วัตต์ 2 หลอด กินไฟรวมกันเท่ากับ

$$\begin{aligned} & \text{จำนวนหลอดไฟฟ้า} \times \text{จำนวนหลอดไฟฟ้า} \\ & 5 \text{ วัตต์} \times 2 \text{ หลอด} \\ & = 10 \text{ วัตต์} \rightarrow \text{คือกำลังไฟฟ้าที่ระบบต้องการใช้} \end{aligned}$$

3.1.2 กำหนดระยะเวลาที่ต้องการใช้งาน เปิดช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. นั่นคือ 12 ชั่วโมง

3.1.3 นำค่ากำลังไฟฟ้า (10 วัตต์) มาคูณกับเวลาใช้งาน (12 ชั่วโมง) = 10 วัตต์ $\times$ 12 ชั่วโมง
= 120 วัตต์.ชั่วโมง $\rightarrow$ ค่าพลังงานรวมทั้งหมดที่ต้องการใช้ต่อวัน

3.2 หาขนาดและจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์

โดยพิจารณาจาก ปริมาณแสงแดดที่มีต่อวัน ในที่นี้คิดที่ 5 ชั่วโมงต่อวัน แต่เนื่องด้วยบ้านเรามีฝนตกและมุมของแสงแดดกระทบไม่ได้ 100% จึงคิดประสิทธิภาพของแสงแดดที่ 75%

$$\begin{aligned} & = \text{ค่าพลังงานรวมทั้งหมดที่ต้องการใช้ต่อวัน} \\ & \quad (\text{ชั่วโมงต่อวัน} \times \text{ประสิทธิภาพของแสงแดด}) \\ & = \underline{120 \text{ วัตต์.ชั่วโมง}} \\ & \quad (5 \text{ ชั่วโมง} \times 0.75) \\ & = 32 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

ดังนั้นควรเลือกขนาดของแผง ที่ไม่น้อยกว่า 32 วัตต์ ซึ่งในท้องตลาดมีขายขนาด 40 วัตต์ ใช้จำนวนแผง 1 แผง

3.3 การหาขนาดของแบตเตอรี่

ค่าพลังงานรวมทั้งหมดที่ต้องการใช้ต่อวัน คือ 120 วัตต์.ชั่วโมง หากด้วย แรงดันของแบตเตอรี่ (ในที่นี้เลือกใช้ 12 V เพราะแรงดันที่ออกจากแผงมีขนาด 12 V) คูณด้วยค่าประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ (เลือกใช้ที่ 0.8 หรือ 80%)

$$\begin{aligned} & = \underline{120 \text{ วัตต์.ชั่วโมง}} \\ & \quad (12 \text{ โวลต์} \times 0.8) \end{aligned}$$

= 12.5 แอมแปร์ อย่างไรก็ตามให้เผื่อขนาดของแบตเตอรี่ไว้ 2 เท่า

$$= 12.5 \times 2$$

$$= 25 \text{ แอมแปร์}$$

ดังนั้นขนาดของแบตเตอรี่ที่เลือกคือ ขนาด 25 แอมแปร์ (ให้หาซื้อในท้องตลาดถ้าไม่มีพอดี ซื้อขนาดมากกว่าได้) 12 โวลต์

3.4 การหาขนาดตัวควบคุมประจุแบตเตอรี่ (Charge controller)

ตัวนี้จะทำหน้าที่คอยตัดไฟฟ้าจากแผงกรณีที่แบตเตอรี่มีการประจุหรือชาร์จเต็มแล้ว

การคำนวณคือ = ขนาดวัตต์ของแผงโซลาร์เซลล์หาร ด้วย แรงดันของแผง

$$= 40 \text{ วัตต์} / 12 \text{ โวลต์}$$

$$= 3.3 \text{ แอมแปร์} \text{ ให้เผื่อขนาดไว้ 2 เท่าคือ } 6.6 \text{ หรือ } 7 \text{ แอมแปร์} \text{ นี่คือนาฬิกาที่}$$

ต้องไปหาซื้อในตลาดว่า ตัวควบคุมประจุแบตเตอรี่ ขนาด 10 แอมแปร์ 12 โวลต์ (ในท้องตลาดมีขาย)

3.5 การคำนวณขนาดสายไฟฟ้าในการเดินระบบ

ให้ load หรือ วัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้ามารวมกัน ในที่นี้คือ

$$= \text{จำนวนหลอดไฟฟ้า} \times \text{จำนวนหลอดไฟฟ้า}$$

$$= 5 \text{ วัตต์} \times 2 \text{ หลอด}$$

$$= 10 \text{ วัตต์} \rightarrow P$$

จากสูตร $P = V \times I$ เราต้องหาค่ากระแสในระบบเพื่อไปออกแบบสายไฟฟ้า

$$\text{เพราะฉะนั้น } I = P / V$$

$$I = 10 \text{ วัตต์} / 12 \text{ โวลต์} = 0.8 \text{ แอมแปร์}$$

ดังนั้นขนาดสายไฟฟ้าที่เลือก ต้องทนกระแสได้อย่างน้อย 0.8 แอมแปร์

4. การดูแลรักษา

4.1 การดูแลรักษาและการซ่อมบำรุงระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

ภายหลังจากการติดตั้งและเดินเครื่องระบบแล้ว ควรหมั่นมีการตรวจสอบระบบให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอ โดยแนวทางการ สามารถอ้างอิงจาก มาตรฐาน มอก. IEC มาตรฐาน ขอวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยหรือกฎกระทรวงความปลอดภัยของกระทรวงอุตสาหกรรมและกระทรวง แรงงาน เป็นต้น

4.1.1 การตรวจสอบสภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- การตรวจคุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- การตรวจสอบสายไฟ จุดต่อสายและแนวเดินสายไฟ
- การตรวจสอบเบรกเกอร์
- การตรวจความต้านทานต่อลงดิน
- การตรวจความเป็นฉนวน
- การตรวจด้วยภาพถ่ายความร้อน
- การตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้ากำลัง

4.1.2 การตรวจวัดกำลังสูญเสีย การหาประสิทธิภาพและค่าพลังงานที่ได้

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความต้องการการบำรุงรักษาที่ไม่ยุ่งยาก แต่อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นที่ต้องดูแลเป็นประจำ หรืออาจใช้วิธีจ้างบริษัทรับช่วงต่อจากการติดตั้งระบบแล้ว เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และระบบสามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น ทั้งนี้ การดูแลบำรุงรักษาระบบจำเป็นต้องอาศัยคู่มือการใช้งาน อุปกรณ์ โดยเฉพาะอินเวอร์เตอร์ ซึ่งควรต้องมีการตรวจสอบการทำงานเป็นประจำทุกวัน (ถ้าเป็นไปได้) หรือ ตรวจเช็คประจำเดือน ในตารางที่ 2 แสดงรายการการดูแลบำรุงรักษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และสิ่งที่ควรพิจารณาในแต่ละอุปกรณ์รวมถึงระยะเวลาในการบำรุงรักษา ซึ่งปัจจัยสภาวะแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ติดตั้งใช้งานเป็นตัวแปรสำคัญเพื่อกำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษาที่เหมาะสมต่อระบบในพื้นที่นั้นๆ อาทิ ประเทศไทย อยู่ในภูมิอากาศร้อนชื้น มีฝุ่นในอากาศสูงมาก ดังนั้นต้องหมั่นทำความสะอาดแผงเซลล์เป็นประจำ นอกจากนี้ พื้นที่ติดตั้งระบบส่วนใหญ่ห่างไกลจากชุมชนเมือง สภาพป่าห้วยรกรกมักจะเป็นสิ่งแวดล้อมที่พบได้บ่อย เมื่อติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านไปหลายๆปี การดูแลสภาพแวดล้อมรอบๆระบบจึงต้องคำนึงเช่นกัน อุปกรณ์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ ซึ่งแต่ละอุปกรณ์มีวิธีการดูแลบำรุงรักษาเฉพาะ ข้อควรระวังและข้อควรปฏิบัติก็จะต่างกันไป

ตารางที่ 1 การดูแลบำรุงรักษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เวลาการปฏิบัติ	การปฏิบัติ	สิ่งที่ต้องสังเกต
ทุกเดือน	ตรวจสอบมิเตอร์ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ตรวจสอบแผงเซลล์	จากค่าที่อ่านจากมิเตอร์ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ หากพบรอยเปื้อน ใบไม้ มูลนก และ สิ่ง ปนเปื้อนอื่นๆ ให้ทำความสะอาดด้วยน้ำ สะอาด โดยไม่ใช่สารทำความสะอาดใดๆ และใช้ฟองน้ำหรือผ้าสะอาดเช็ดอย่างนุ่มนวล ไม่ขัดถูอย่างรุนแรง และระมัดระวังไม่ให้เกิด รอยขีดข่วนผิวด้านหน้าแผงเซลล์
ทุกๆ 6 เดือน	กล่องต่อสาย อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า สายไฟ	ตรวจสอบมด แมลง หรือความชื้นภายใน กล่องต่อสาย กรณีตั้งระบบภายนอกอาคาร และตรวจสอบ ฟิวส์ต่างๆ ภายหลังฝนตก ฟ้าคะนอง ตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ป้องกัน แรงดันกระเพื่อม (Surge voltage arrester) สัญญาณไฟเป็นสีแดงหรือสีขาว ตรวจสอบรอยดำจากการไหม้ รอยแตกของ ฉนวนหรือการทำลายใดๆ จากสัตว์หรือคน และ ตรวจสอบรอยต่อของสายไฟในจุดต่างๆ
ทุกๆ สาม หรือ สี่ปี	ทดสอบซ้ำด้วยวิธีเดียวกับการตรวจประเมิน ระบบก่อนการตรวจรับ (Commissioning) สำหรับ อินเวอร์เตอร์ ที่ติดตั้งภายนอก อาคาร	ปฏิบัติการตรวจสอบจำเป็นต้อง ได้รับการ ฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้งานอินเวอร์เตอร์ อย่างถูกต้องตามหลักวิธี ตรวจสอบเรื่องความชื้น โดยผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้ งานอินเวอร์เตอร์อย่างถูกต้องตามหลักวิธี
หากเกิดความสงสัย	แผงเซลล์ กล่องต่อสาย อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า กระแสสลับ	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า สูงสุดของแผงเซลล์ โดยผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้ งานแผงเซลล์อย่างถูกต้องตามหลักวิธี ตรวจสอบฟิวส์ สวิตช์ตัวตอนอัตโนมัติ ฟิวส์สำหรับไฟฟ้า กระแสสลับ

ในการพิจารณาภาพรวมของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่คือ หน่วยแรกเป็นหน่วยเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า หน่วยที่สอง คือ หน่วยควบคุมและแปลงกระแสไฟฟ้า หน่วยนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งานระบบ อาทิ ระบบประจุแบตเตอรี่จะมีเครื่องควบคุมการประจุ และระบบเชื่อมต่อบนสายจำหน่าย จะมีอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ ส่วนสุดท้าย หน่วยเก็บสะสมพลังงาน โดยทั่วไปที่นิยมเก็บสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอรี่แล้วจึงเปลี่ยนเป็นไฟฟ้า เมื่อต้องการใช้งานในภายหลัง ทั้งนี้ในการบำรุงรักษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์จึงแบ่งเป็น 3 ส่วน เช่นกัน ได้แก่ หน่วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หน่วยอุปกรณ์ควบคุมและแปลงกระแสไฟฟ้า และหน่วยเก็บสะสมพลังงาน



ภาพที่ 9 อุปกรณ์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์

4.1.3 การดูแลอุปกรณ์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์

การดูแลบำรุงรักษาหน่วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องคำนึงถึงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์และปัจจัยภายนอกที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานและการเปลี่ยนแปลงรูปพลังงาน ประกอบด้วย การทำความสะอาดแผงเซลล์ การตรวจสอบจุดต่อสายและสภาพของสายไฟฟ้าที่จุดต่างๆของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การตรวจสอบคุณภาพของแผงย่อย และการตรวจสอบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และพื้นที่บริเวณติดตั้ง

1.1) การทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปกติทั่วไปในอากาศประกอบด้วยฝุ่น ละออง และสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ซึ่งอาจจะตกคลุมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึง ใบไม้ มูลนก เป็นต้น ชั้นของฝุ่น ละออง และสิ่งปกคลุมที่ผิวหน้าแผงเซลล์จะลดปริมาณความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดนการเช็ดด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำหมาดๆหรือล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วเช็ดด้วยผ้าสะอาด ทั้งนี้ต้องไม่ใช้น้ำยา หรือสารเคมีใดๆทำความสะอาด การเช็ดดูให้กระทำด้วยความนุ่มนวล ไม่ขีดข่วนแรงจนเกิดเป็นรอยขีดข่วนบนหน้าแผงเซลล์ ในภาพที่ 10 แสดงการเช็ดทำความสะอาดแผงเซลล์

โดยทั่วไปทำความสะอาดแผงเซลล์เดือนละครั้ง แต่อย่างไรก็ตามการทำความสะอาดบ่อยครั้งเพียงใด ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมของแต่ละสถานที่



ภาพที่ 10 การเช็ดทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

1.2) การตรวจสอบจุดต่อสายและสภาพของสายไฟฟ้าที่จุดต่างๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การตรวจสอบจุดต่อสายไฟต่างๆ ในระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อหาจุดใดหลวมหลุด หากพบจุดที่หลวมหลุดก็ให้ขันสกรูยึดให้แน่น แต่หากพบว่าสายไฟฟ้าใดชำรุดเสียหาย อาจเกิดรอยดำเนื่องจากการไหม้ให้เปลี่ยนใหม่ทันที ทั้งนี้ การตรวจสอบสามารถทำได้ในระยะเวลา 3-6 เดือนต่อครั้ง หรือเมื่อสังเกตพบ

1.3) การตรวจสอบคุณภาพของแผงย่อย

การตรวจสอบคุณภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงโดยตรวจสอบกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของแต่ละแผงแล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมซึ่งเป็นผลทดสอบก่อนการติดตั้งหรืออาจเปรียบเทียบกับผลทดสอบในครั้งที่ผ่านมาก็ได้ หากตรวจพบแล้วไม่ดำเนินการแก้ไขจะทำให้ระบบเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น และประสิทธิภาพของแผงเซลล์ลดลง การตรวจสอบสามารถทำได้ 3 เดือนต่อครั้ง

1.4) การตรวจสอบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และพื้นที่บริเวณติดตั้ง

การตรวจสอบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์และพื้นที่ติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจในความแข็งแรงมั่นคงของโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และสภาพความปลอดภัยในการใช้งานระบบอยู่ในระดับสูง และพื้นที่รอบบริเวณที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ควรต้องปราศจากต้นไม้สูงบดบังแสง ทำให้เกิดเงาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จึงต้องหมั่นตรวจสอบหากพบว่ามี การบดบังแสง และเกิดเงาตกทอดลงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำการตัดกิ่งไม้ที่เป็นสาเหตุของการบดบังออกเสีย นอกจากนี้บริเวณโดยรอบควรไล่เตียนปราศจากหญ้ารกและวัชพืช เพื่อการปฏิบัติดูแลบำรุงรักษาระบบเป็นไปได้อย่างง่ายดายและสะดวก หากพบว่าพื้นดินรอบๆ ที่ตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกน้ำเซาะหายไปให้ทำการบดอัดดินรอบๆ บริเวณนั้นใหม่ให้แน่นหนาแข็งแรง เพื่อป้องกันมิให้พังทลายลง ซึ่งอาจทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แตกชำรุดเสียหายได้ ทั้งนี้ระยะเวลาการดูแลบำรุงรักษาอาจจะหลายๆเดือนต่อครั้ง หรือขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของที่ติดตั้งใช้งาน

2) อุปกรณ์ควบคุมและแปลงกระแสไฟฟ้า

การตรวจสอบสภาพเครื่องควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (อินเวอร์เตอร์ : กรณีโหลดเป็นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ) และเครื่องวัดต่างๆ การตรวจสอบบำรุงรักษาในส่วนนี้ จะเป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของวงจรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ผู้รับผิดชอบการตรวจสอบในส่วนนี้จำเป็นต้องมีความรู้ในด้านอิเล็กทรอนิกส์ จึงจะสามารถดำเนินการได้ เมื่อตรวจพบอุปกรณ์ตัวใดชำรุดเสียหายให้ การแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่หากไม่สามารถแก้ไขปรับปรุงได้ การดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ประเภทนี้ไม่ยุ่งยากนัก



ภาพที่ 11 ตัวอย่างอินเวอร์เตอร์ขนาดต่างๆ ที่มีจำหน่ายทั่วไป

ทั้งนี้ในการออกแบบควรให้อุปกรณ์ส่วนนี้อยู่ในตัวอาคารหรือในบริเวณซึ่งมีสภาพแวดล้อมอากาศที่มีอุณหภูมิไม่สูงนัก และควรอยู่ในที่กำบังหลีกเลี่ยงจากฝุ่นละออง ความชื้นสูง ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการดูแลรักษาสามารถกระทำได้หลายๆเดือนต่อครั้ง ตัวอย่างองค์ประกอบภายในและอินเวอร์เตอร์ที่มีขายในทั่วไปในท้องตลาด

ในกรณีที่มีการใช้อินเวอร์เตอร์ ควรสังเกตว่าระดับเสียงไม่ดังอย่างผิดปกติหรือเกิดความร้อนมากเกินไป ถ้าผิดปกติให้รีบตัดไฟฟ้ายออกจากอินเวอร์เตอร์ แล้วติดต่อบริษัทผู้จำหน่ายหรือบริษัทที่รับผิดชอบติดตั้งระบบให้มาตรวจสอบหาสาเหตุเพื่อแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ต่อไป

3) หน่วยเก็บสะสมพลังงาน

การเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในชนบทของประเทศไทยนิยมใช้แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead-Acid) ซึ่งได้รับการพัฒนาและมีประสิทธิภาพสูงสามารถจัดหาได้ทั่วไปการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ชนิดนี้จึงจำเป็นต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ สิ่งที่ต้องตรวจสอบสภาพสำหรับแบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ ระดับของน้ำกรดในแบตเตอรี่อย่างสม่ำเสมอระดับแรงดันไฟฟ้า และข้อบกพร่องที่ตรวจพบได้ด้วยตาเปล่า เป็นต้น

3.1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้บำรุงรักษาแบตเตอรี่

การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ต้องใช้เครื่องมือวัด ได้แก่ เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรง หรือ มัลติมิเตอร์ และไฮโดรมิเตอร์ เพื่อวัดความถ่วงจำเพาะ นอกจากนี้ เป็นอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน เช่น อุปกรณ์เติมน้ำกลั่นที่เป็นพลาสติก เช่น เขี่ยอก กรวย น้ำกลั่น สำหรับเติมแบตเตอรี่ บรรจุขวด หรือ ถังพลาสติก เศษผ้าสะอาด หรือ กระดาษชำระ เพื่อทำความสะอาดวาสนินทาขั้วแบตเตอรี่ และเครื่องมือช่าง เช่น ประแจแหวน ประแจปากตายชุดเล็ก และประแจทอร์ค เป็นต้น ส่วนความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงเช่นกัน ดังนั้น ในระหว่างทำการบำรุงรักษาควรมีอุปกรณ์ป้องกัน ได้แก่ แว่นตา หรือแว่นเซฟตี้ เพื่อป้องกันน้ำกรดกระเด็นเข้าตา ถุงมือยาง รองเท้ายางเซฟตี้ เข็มขัดนิรภัยใส่กันกรดกระเด็น ใส่เสื้อผ้า และหมวกพลาสติกเซฟตี้ เป็นต้น

3.2) การตรวจเช็คระดับน้ำกรดและบำรุงรักษา

1. โดยปกติ จากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในแบตเตอรี่ได้เป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นผลให้ระดับในน้ำกรดจะลดต่ำลง ทำให้สารอิเล็กโทรไลต์มีค่าความเป็นกรดเข้มข้น เนื่องจากกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าระหว่างการชาร์จและเกิดการระเหยด้วยความร้อน จะสังเกตจากระดับความสูงของสารอิเล็กโทรไลต์ในแบตเตอรี่ หากพบว่ามียกระดับต่ำจนใกล้เส้นระดับต่ำสุดต้องระวังอย่าให้น้ำกรดแห้ง

2. ตรวจสอบและเติมน้ำกลั่นให้ถึงระดับที่กำหนด (เติมน้ำกลั่นเท่านั้นหากเติมน้ำกรดลงไปจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการบำรุงรักษาได้ โดยอาจทำให้แบตเตอรี่เกิดการระเบิด ทั้งนี้ขึ้นกับค่าความเป็นกรดของสารอิเล็กโทรไลต์) หรือเติมให้แตะกับขาของช่องเติมน้ำกรด และต้องตรวจเติมทุกช่องของแบตเตอรี่ ซึ่งโดยทั่วไปในแบตเตอรี่จะมีทั้งหมด 6 ช่อง
3. ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าตรวจวัดแรงดันกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าและไหลออกจากแบตเตอรี่ ให้เหมาะสมกัน
4. ตรวจสอบและดูแลอุปกรณ์อื่นที่ต่อพ่วงกับแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพดี เช่น สายไฟไม่ฉีกขาด ทางปลาน็อตและโบลต์ มีสภาพปกติไม่ผุกร่อน เป็นต้น รวมถึงกวดขันน็อตและโบลต์ให้แน่นอยู่เสมอ
5. ตรวจสอบบำรุงรักษาแบตเตอรี่และจุดต่อสายไฟต้องแห้งสะอาดอยู่เสมอ



ภาพที่ 12 ตัวอย่างแบตเตอรี่สำหรับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีจำหน่ายทั่วไป

3.3) การวัดค่าความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) ของแบตเตอรี่

ความถ่วงจำเพาะของสารอิเล็กโทรไลต์ (น้ำกรด) ในแบตเตอรี่จะลดลงเป็นสัดส่วนกับการจ่ายกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ดังนั้นระดับการเก็บประจุไฟฟ้าจึงสามารถประมาณได้จากค่าความถ่วงจำเพาะดังกล่าวและตรวจวัดด้วยเครื่องไฮโดรมิเตอร์ ขั้นตอนวิธีการวัดค่าความถ่วงจำเพาะของสารอิเล็กโทรไลต์ ดังนี้

1. การตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด โดยดูตุน้ำกรดขึ้นมาและต้องให้ตัวกลอยไฮโดรมิเตอร์ลอบอิสระ ไม่เอียงติดด้านใดด้านหนึ่งของหลอด

2. การอ่านค่าให้อ่านที่ Scale ตรงบริเวณที่ระดับน้ำอยู่ตรงกับระดับสายตาพอดี
3. การอ่านค่าที่แท้จริงอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทำได้โดยการบวกด้วย 0.0007 กับค่าที่อ่านได้ต่อการเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 องศาเซลเซียส หรือบวกด้วย 0.007 กับค่าที่อ่านได้กับการเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส เช่น อ่านค่าได้ 1.270 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นั่นคือ $1.270 + 0.007 (30 - 20 \text{ องศาเซลเซียส})$ หรือ $1.270 + 0.0070$ เท่ากับ 1.277 ดังนั้น ค่าที่แท้จริงคือ 1.277

3.4) การเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่

อายุงานของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด สำหรับเป็นแหล่งสะสมพลังงาน เพื่อสำรองไฟฟ้าจะสิ้นสุดเมื่อค่าความจุพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และควรเปลี่ยนแบตเตอรี่ เมื่อมีอาการดังนี้

1. ระดับน้ำกรด ความแตกต่างของระดับน้ำกรดลดลงแตกต่างกันมากในแต่ละช่องเซลล์การลดลงของน้ำกรดในบางเซลล์หรือ ทุกเซลล์ผิดปกติหรือเติมน้ำกลั่นบ่อยกว่าปกติ
2. ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดของสารอิเล็กโทรไลต์ (น้ำกรด) แต่ละเซลล์หรือเซลล์ใดเซลล์หนึ่งแตกต่างกันมาก นั่นคือ มากเกิน 0.040 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่น 1.280 กับ 1.240 เป็นต้น
3. ระยะเวลาการจ่ายกระแสไฟฟ้าน้อยลงเวลาในการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลงอย่างรวดเร็วผิดปกติ แม้ว่าจะทำการประจุไฟฟ้าจนเต็มแล้ว
4. ความผิดปกติของเปลือกด้านนอกแบตเตอรี่ ฝาปิดแบตเตอรี่ ขั้วไฟฟ้า สะพานไฟ และ สายไฟ เช่น แตกร้าวร้าวซึม ผุกร่อน ขาด และยุบ เป็นต้น
5. ความผิดปกติของแผ่นธาตุ และแผ่นกั้นพบความผิดปกติ เช่น หักร่วน ผุกร่อน บวม มีสีขาวจากซีลีโอ หรือในทางเคมีเรียกว่าเกลือของซิลเฟต
6. แรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ต่ำกว่า 10 โวลต์ และไม่สามารถประจุไฟเพิ่มเติมได้ ระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 2 ปี

4.2 ข้อควรระวังและความปลอดภัยในการใช้งานระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

การใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ควรมีการระมัดระวังการรักษากฎเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างเหมาะสม ระเบียบการปฏิบัติงานและขั้นตอนในการรักษาความปลอดภัยควรบังคับใช้ในทุกๆ ระบบที่มีการสำรวจ วิเคราะห์และซ่อมแซม โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรเน้นเรื่องความปลอดภัยในการดูแลรักษาระบบเป็นอันดับแรก สิ่งที่ต้องคำนึงมีดังนี้

- 1) ควรให้ความใส่ใจเมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า โดยเฉพาะตำแหน่งบริเวณจุดเชื่อมต่อของสายไฟที่มีแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสูง เมื่อถอดหรือต่อสายไฟต้องระมัดระวังอย่าให้สายไฟแตะกัน และในส่วนของใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ต้องตรวจย้ำให้แน่ใจว่า เครื่องวัดหมุนได้ถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่ต้องการวัด
- 2) การใช้งานและการบำรุงรักษาแบตเตอรี่ควรดูแล จุดเชื่อมต่อ ขั้ว และสายไฟ โดยที่อันตรายเกี่ยวกับแบตเตอรี่คือ การลัดวงจรระหว่างขั้วบวกกับขั้วลบของแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมาก แบตเตอรี่สามารถปล่อยกระแสไฟแรงสูงออกมาถ้าเกิดการลัดวงจร แบตเตอรี่อาจจะระเบิด และทำให้กรดที่เป็นอันตรายกระเด็นออกมาในบริเวณใกล้เคียง
- 3) การลัดวงจรอาจเกิดจากการวางชิ้นส่วนที่เป็นโลหะต่อเชื่อมขั้วบวกขั้วลบ (ขณะทำการตรวจสอบระบบห้ามวางเครื่องมือบนแบตเตอรี่เด็ดขาด) หรืออาจเกิดจากการแตะสายไฟที่ต่อขั้วบวกกับขั้วลบด้วยกันโดยบังเอิญ การลัดวงจรของแบตเตอรี่เกิดขึ้นได้ทุกตำแหน่งที่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ได้ รวมทั้งสายไฟที่ต่อกับขั้วบวกและลบของแบตเตอรี่
- 4) อันตรายของแบตเตอรี่ที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่งคือ น้ำกรดในแบตเตอรี่ก๊าซติดไฟที่ออกมา และส่วนประกอบของแบตเตอรี่ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมสารละลายในแบตเตอรี่เป็นกรดที่ต้องระมัดระวังอย่างมากไม่ให้เข้าตา เมื่อต้องตรวจสอบทุกเซลล์ของแบตเตอรี่ และควรมีน้ำอยู่ใกล้ๆ เพื่อชำระล้างในกรณีที่กรดกระเด็นเข้าตา หลังจากตรวจสอบระดับสารละลายกรดในแบตเตอรี่ควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง และระวังกรดในแบตเตอรี่กระเด็นถูกเสื้อผ้า เพราะกรดอาจทำลายเสื้อผ้าอีกด้วย นอกจากนี้ชุดที่ให้ทำงานกับแบตเตอรี่ควรทำจากวัสดุที่ป้องกันการกัดกร่อนจากกรด เช่น ชุดกันเปื้อนทำจากพลาสติก เป็นต้น
- 5) ก๊าซติดไฟจากแบตเตอรี่อาจสะสมเพิ่มขึ้น ถ้าแบตเตอรี่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ถ่ายเทอากาศได้ไม่ดี ดังนั้นจึงไม่ควรวางแบตเตอรี่ไว้ในกล่องที่มีการปิดมิดชิด และไม่ควรสูบบุหรี่ใกล้ๆ บริเวณที่มีการปล่อยก๊าซออกมา (โดยเฉพาะช่วงเวลาการประจุไฟฟ้า) และเนื่องจากแบตเตอรี่มีวัสดุที่เป็นอันตรายเช่น ตะกั่วและ โลหะหนักต่างๆ เป็นต้น ดังนั้น การกำจัดแบตเตอรี่จึงเป็นสิ่งสำคัญแบตเตอรี่ที่เสื่อมสภาพแล้ว ควรจะนำไปผ่านกรรมวิธีเพื่อที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (รีไซเคิล)
- 6) ระบบสายไฟฟ้าและวงจรกระแสสลับก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยการส่งกระแสออกมา ดังนั้นจึงควรระมัดระวังการลัดวงจรของระบบเดินสายไปที่หลอดไฟและระบบเดินสาย

ไปที่เต้าปลั๊กไฟ และควรระมัดระวังไม่ให้หลอดไฟแตก เนื่องจากเศษแก้วของหลอดไฟที่แตก
เป็นอันตรายกับเด็กๆ หรือคนที่อยู่ในบริเวณนั้นได้

การใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความระมัดระวังผู้ปฏิบัติจะต้องดูแล
สุขภาพและตรวจสอบความพร้อมของสภาพร่างกายให้มีความสมบูรณ์ก่อนลงมือปฏิบัติ จะช่วยให้การปฏิบัติงาน
มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

5. เอกสารประกอบการเขียน

ความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ สืบค้นจาก website

http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ โดย ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6.รายชื่อคณะกรรมการ กลุ่มพลังงานชุมชน ตำบลห้วยน้ำขาว

1. นายสุทัศน์ ปัญจะกุล	ประธาน
2. นายสุวัฒน์ ทองปาน	รองประธาน 1
3. นายมานิช ผึ้งร้าง	รองประธาน 2
4. นายบุญรณ คณาญาติ	เลขาฯ
5. นายณรงค์ชัย โตไธสง	ผู้ช่วยเลขาฯ
6. นางสาวนพรัตน์ ศิลาลอย	เหรัญญิก
7. นางสาวศิริรัตน์ เอิบสภาพ	ผู้ช่วยเหรัญญิก
8. นายบุญรอด พันภัยพาล	ประชาสัมพันธ์
9. นายนรากรณ์ กระแจะจันทร์	กรรมการ
10. นายอนันต์ ถวิลวงษ์	กรรมการ
11. นายอิทธิตน์ กระต่ายจันทร์	กรรมการ
12. นายสมพงษ์ ห้วยน้ำ	กรรมการ
13. นายสุวิทย์ แซ่ลี	กรรมการ
14. นายบังคม สติดี	กรรมการ
15. นายพจนา เอิบสภาพ	กรรมการ
16. นายกฤษฎา ประจวบเขตร	กรรมการ
17. นายวีรศักดิ์ สัมฤทธิ์	กรรมการ